

Mitglieder des Vorstands

Members of Board of Directors

Gruppe der Professoren:

Professor Group:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier*
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil (Vorsitzender)*
Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
em. Prof. Dr. rer. nat. Burkhard Monien
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus
Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig
Dr.-Ing. Mario Pormann
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer*
Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler*

* Mitglieder im geschäftsführenden Vorstand

* Members of Executive Board

Gruppe der wissenschaftlichen Mitarbeiter:

Academic Staff:

Dr.-Ing. Jan Berssenbrügge
Franziska Reichelt

Gruppe der weiteren Mitarbeiter:

Non-Academic Staff:

Wilfried Bröckelmann

Gruppe der Studierenden:

Student Group:

Alexander Setzer

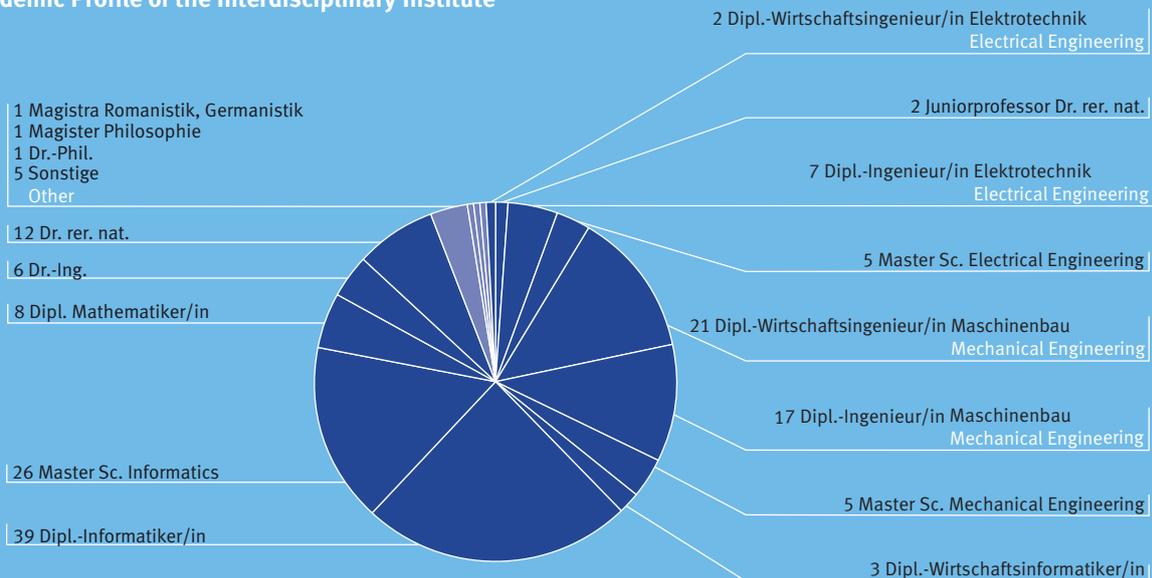
Mitglieder des Kuratoriums

Members of Curatorship

Prof. Dr. Otto K. Ferstl, Otto Friedrich Universität Bamberg
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Lengauer Ph. D., Max-Planck-Institut für Informatik (bis Dez. 2011)
Dr.-Ing. Horst Nasko, stv. Vorsitzender der Stiftung Westfalen
Heinz Paus, Bürgermeister der Stadt Paderborn
Prof. Dr. rer. nat. Nikolaus Risch, Präsident der Universität Paderborn
Prof. Dr. rer. nat. Hartwig Steusloff, Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung
Prof. Dr. Holm Tetens, Freie Universität Berlin
Prof. Dr. Klaus Waldschmidt, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper, Universität Stuttgart
(bis Dez. 2011)
Prof. Dr. Dorothea Wagner, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (ab Jan. 2012)
Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Technische Universität München (ab Jan. 2012)

Das Institut in Zahlen Instituts Statistics

Akademisches Profil des interdisziplinären Instituts Academic Profile of the Interdisciplinary Institute

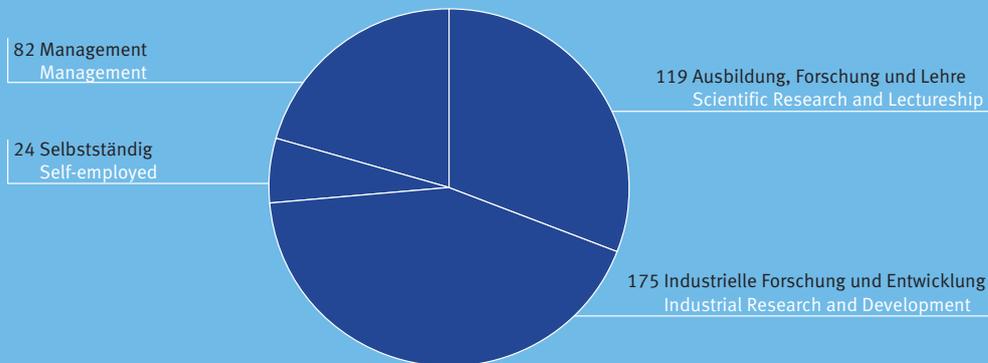


Tätigkeitsbereiche promovierter Absolventinnen und Absolventen

Activities of Employees with PhD

(seit Gründung des Instituts 1987)

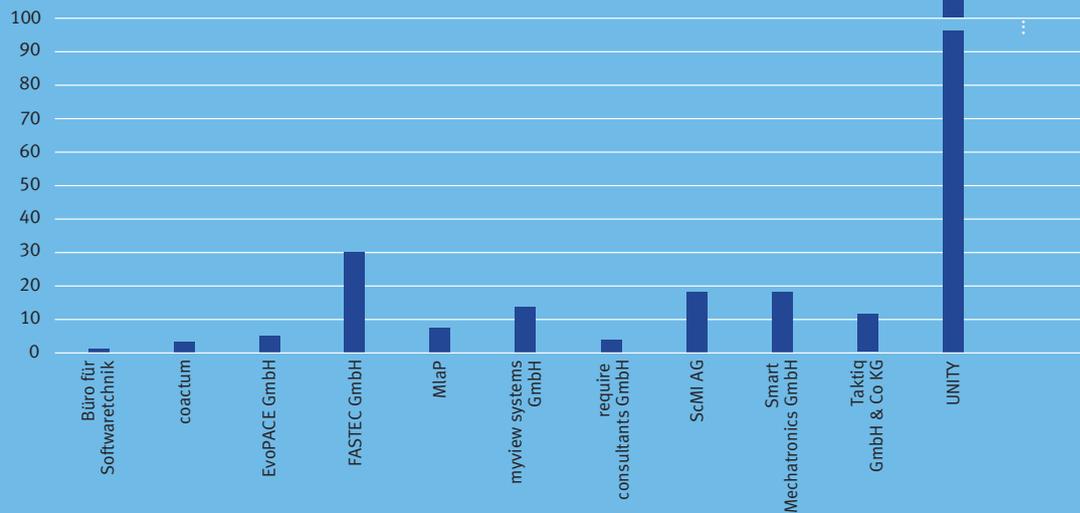
(since Foundation of the Institute 1987)



Spin-Offs aus dem Heinz Nixdorf Institut Jobs Spin-Offs the Heinz Nixdorf Institute

Anzahl der Arbeitsplätze
Number of Employees

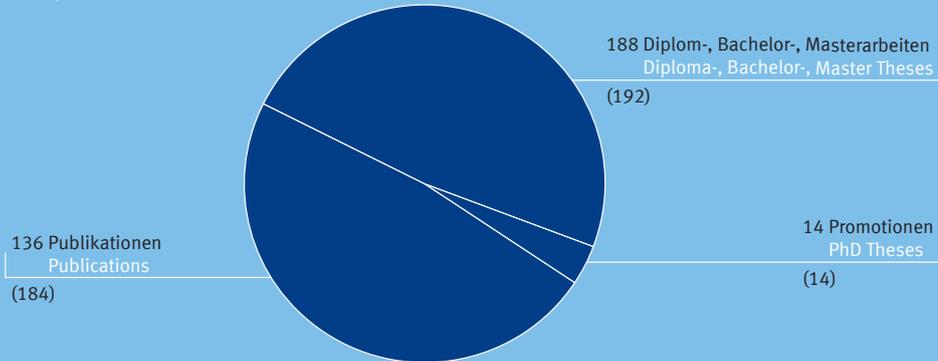
UNITY: 150 Mitarbeiter
150 Employees



Wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen Scientific Results and Publications

(Vorjahr 2010)

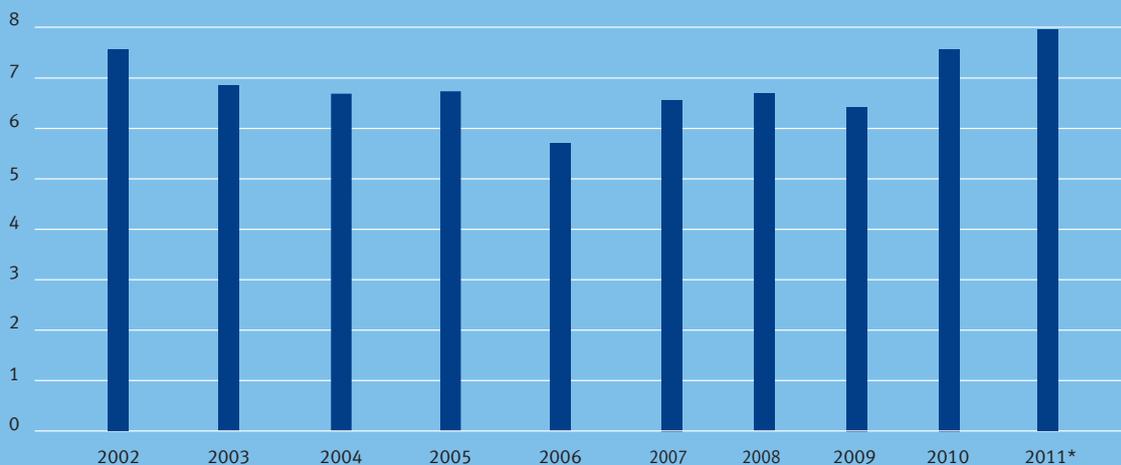
(Previous Year 2010)



Drittmittel External Funds

Drittmittel in Mio. EURO
Third-Party Funds in Mill. EURO

*geschätzter Wert
*estimated Value



Anzahl der Beschäftigten Number of Employees

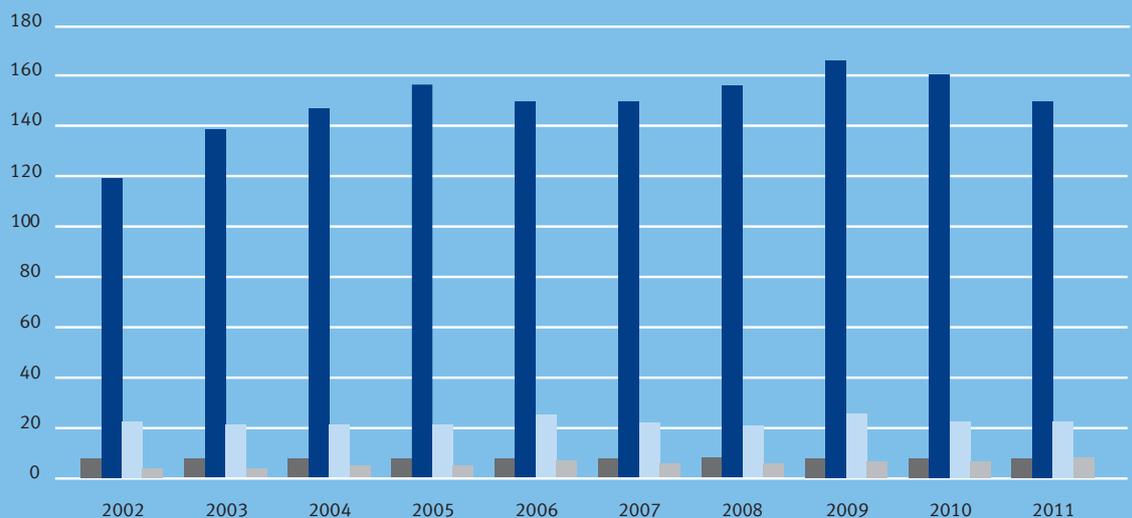
Anzahl der Beschäftigten
Number of Employees

Professoren
Professors

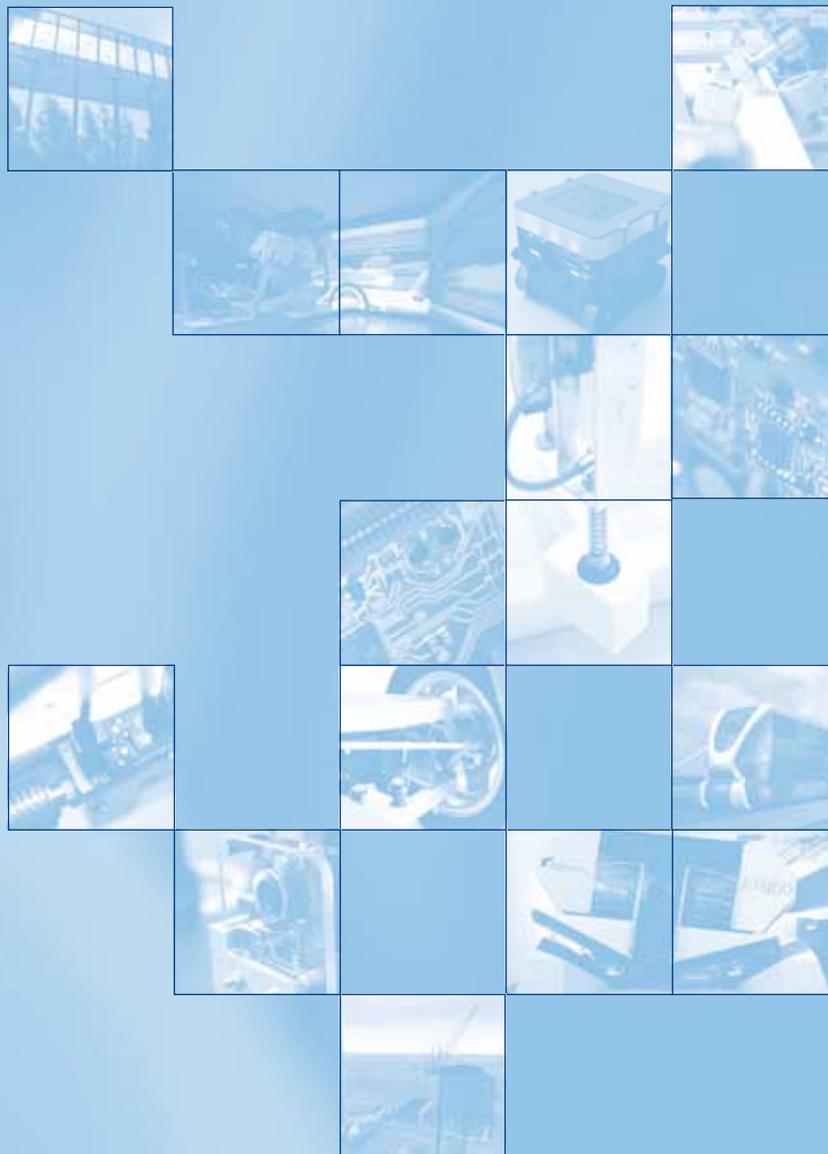
wiss. Mitarbeiter
Research Staff

nichtwiss. Mitarbeiter
Technical and Administrative Staff

Auszubildende
Trainees



HEINZ NIXDORF INSTITUT INSTITUTE



Jahresbericht
Annual Report **2011**

Wir sind ...

... ein interdisziplinäres Forschungsinstitut mit dem Ziel, die Forschung auf anwendungsnahen Gebieten der Informatik und Ingenieurwissenschaft voranzubringen.

Auf dem Weg zu den technischen Systemen von morgen wachsen Informatik und Ingenieurwissenschaften zusammen. Dies bestimmt unser Denken und Handeln: Wir entwerfen kühne Konzeptionen für intelligente technische Systeme, die anpassungsfähig und robust sind, die vorausschauend handeln und benutzungsfreundlich sind. Die Entwicklung derartiger Systeme erfordert neue Herangehensweisen und Techniken, die wir liefern. Unsere Leitidee ist eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen.

Innovation braucht Spitzenkräfte. Wir vermitteln unserem Nachwuchs die Fach-, Methoden- und Sozialkompetenzen, auf die es künftig ankommt, und bereiten sie auf die Übernahme von Verantwortung in Wirtschaft und Wissenschaft vor.

Bei uns wirken insgesamt neun Professoren mit etwa 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Pro Jahr promovieren bei uns etwa 30 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler.

We are ...

... an interdisciplinary research center whose goal it is to drive research in the fields of applied computer science and engineering.

Computer science and engineering are becoming more interwoven in line with both disciplines determining a definition for the technological systems of tomorrow. This idea shapes our thinking and our actions: we venture into the unknown to develop intelligent, adaptive and robust technological systems that are future-oriented and user-friendly. To develop such systems we require new approaches and new forms of technology. This is where our research center comes in. Our goal: a school for the design of the technological systems of tomorrow.

Innovation needs highly-skilled and highly-qualified people at its helm. We provide our young talents with the expertise, the methodology and the social skills needed for the future, and we prepare them for positions of responsibility in both the business and science sectors.

We work together and collaborate with nine professors and 200 staff members. Every year, 30 young researchers complete their doctorate studies in our center.

Inhalt

Allgemeine Darstellung

Umschlag vorne	Das Institut in Zahlen
Seite 6	Das Leitbild
Seite 8	Das Forschungsprogramm und Schwerpunktprojekte
Seite 26	Kompetenzzentrum Virtual Prototyping und Simulation
Seite 28	Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik
Seite 32	Fünf erfolgreiche Internetportale
Seite 36	Internationalität
Seite 38	Engagement in der Nachwuchsförderung

Fachgruppen des Instituts

Seite 46	Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier
Seite 60	Produktentstehung Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
Seite 74	Kontextuelle Informatik Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
Seite 88	Algorithmen und Komplexität Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide
Seite 102	Schaltungstechnik Dr.-Ing. Mario Porrman
Seite 116	Entwurf Paralleler Systeme Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig
Seite 130	Regelungstechnik und Mechatronik Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Contents

General Description

Institute Statistics	Cover inside
The Institutes's Guiding Principles	Page 7
Research Program and Priority Projects in Research	Page 9
Competence Center Virtual Prototyping and Simulation	Page 27
Fraunhofer Project Group "Mechatronic Systems Design"	Page 29
Five Successful Internet Portals	Page 33
Internationality	Page 36
Commitment to Support Young Researchers	Page 39

Workgroups of the Institute

Business Computing, especially CIM Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier	Page 47
Product Engineering Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier	Page 61
Contextual Informatics Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil	Page 75
Algorithms and Complexity Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide	Page 89
System and Circuit Technology Dr.-Ing. Mario Porrman	Page 103
Design of Distributed Embedded Systems Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig	Page 117
Control Engineering and Mechatronics Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler	Page 131

Assoziierte Fachgruppen

- Seite 144 **Softwaretechnik**
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
- Seite 156 **Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik**
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Weitere Aktivitäten

- Seite 168 **Publikationen**
- Promotionen**
- Messen, Tagungen, Seminare**
- Patente, Preise, Auszeichnungen**
- Weitere Funktionen**
- Spin-Offs**
- Aktuelle Forschungsprojekte**
- Aktuelle Industriekooperationen**
- Wissenschaftliche Kooperationen**
- Seite 209 **So finden Sie uns**
- Seite 211 **Impressum**

Associated Workgroups

- Software Engineering** [Page 145](#)
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
- Philosophy of Science and Technology** [Page 157](#)
Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Additional Activities

- Publications** [Page 169](#)
- PhD Theses**
- Fairs, Conferences, Seminars**
- Patents, Prizes, Awards**
- Additional Functions**
- Spin-Offs**
- Current Research Projects**
- Current Industry Cooperations**
- Scientific Cooperations**
- How to find us** [Page 209](#)
- Imprint** [Page 211](#)



Das Leitbild

Wir erleben den Wandel von den nationalen Industriegesellschaften zur globalen Informationsgesellschaft. Informations- und Kommunikationstechnik durchdringen alle Lebensbereiche; die Grenzen von gestern verlieren ihre Bedeutung. Die zentralen Herausforderungen unserer Zeit verlangen Innovationen, die allerdings das Vertraute ersetzen werden. In der Folge finden immer weniger Menschen in den klassischen Bereichen der Industrie Beschäftigung, weshalb viele den Wandel als Bedrohung empfinden und das Erreichte erhalten möchten. Diese Entwicklung eröffnet aber große Chancen und Gestaltungsmöglichkeiten. Es zeichnen sich neue Leistungsbereiche und Arbeitsplätze ab.

Wohlstand braucht Beschäftigung, braucht Innovation, braucht Bildung. An diesem Leitgedanken orientiert sich unser Handeln.

Intelligente technische Systeme für die Märkte von morgen

Im Zentrum unserer Forschung steht die Symbiose von Informatik und Ingenieurwissenschaften. Daraus ergeben sich Impulse für intelligente technische Systeme und entsprechende Dienstleistungen für die globalen Märkte von morgen. Was wir tun, soll dazu beitragen, neue Arbeitsplätze zu schaffen und den Wohlstand zu erhalten und die nachhaltige Entwicklung zu fördern.

Balance von Grundlagenforschung und angewandter Forschung

Wir wollen ein führendes Forschungsinstitut sein. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen wir der Praxis entscheidende Impulse geben können, aber auch die Probleme von morgen frühzeitig erkennen und an deren Lösung arbeiten. Grundlagenforschung, die neue Erkenntnisse bringt und neue Möglichkeiten eröffnet, und angewandte Forschung, die einen aktuellen Praxisbezug aufweist, haben für uns den gleichen Stellenwert.

» Technological progress is not achieved by revolution, but by evolution, an endless series of tiny steps, which must be taken constantly. «

» Technological progress is not achieved by revolution, but by evolution, an endless series of tiny steps, which must be taken constantly. «

The Institutes's Guiding Principles

Engagement in der Nachwuchsförderung

Wir engagieren uns intensiv in der Lehre und der Ausbildung unserer Studierenden, Doktoranden und Doktorandinnen mit dem Ziel, ihnen die erforderlichen Kompetenzen für die Gestaltung der Zukunft zu vermitteln.

Messbare Ziele

Der Erfolg strategischen Agierens muss sich messen lassen; wir setzen uns drei Hauptziele:

- 1) Die Forschungsleistung soll herausragend sein. Wir messen sie an unserem Drittmittelaufkommen, an der Anzahl der Promotionen und Habilitationen sowie an der Anzahl von Publikationen in angesehenen Organen.
- 2) Unsere Arbeit soll in der Wirtschaft zu innovativen Produkten, Dienstleistungen und Leistungserstellungsprozessen führen. Indikatoren sind die Anzahl von Kooperationen mit der Wirtschaft und die Anzahl der Ausgründungen.
- 3) Unsere Absolventen und Absolventinnen sollen einen adäquaten Arbeitsplatz in der Wirtschaft bzw. im wissenschaftlichen Umfeld erhalten.

Damit folgen wir der Intention von Heinz Nixdorf, dem Initiator unseres Instituts.

We are currently witnessing a transitional shift from national industrial societies to a global information society. Information and communication technology has permeated all areas of life; past boundaries and limitations are being rendered meaningless. The central challenges we currently face require innovation. Innovation supersedes what we know. As a result of this innovation shift, more and more people will find themselves working outside of classic industrial employment models. This leads many of us to regard this change as a threat – we would prefer to keep things as they are. However, this development is providing us with incalculable opportunities and possibilities. New jobs and service areas are appearing on the horizon.

Prosperity needs employment, needs innovation, needs education. All our activities are based on this principle.

Intelligent Technical Systems for the Markets of Tomorrow.

Central to our research is the symbiosis of computer science and engineering. This results in impetuses for intelligent technical systems and corresponding services in the global markets of tomorrow. What is our contribution? We create new employment opportunities, preserve our level of prosperity and foster sustainable development.

Balance Between Basic Research and Applied Research

We aim to be a leading research institute. To meet this standard, we have to be able to give critical impetus to industry, but we must also anticipate the problems of tomorrow and work towards finding solutions for them early on. Both, basic research, which reveals new insights and opens new opportunities, and applied research, with its practical relevance, are equally important to us.

Commitment to Supporting Young Researchers

We are highly committed to providing training and education for our students and postgraduate doctoral candidates with the goal of imparting them with the necessary competencies to shape the future.

Measurable Goals

Any action strategy must be assessed for its success. We set three main benchmarks for ours:

- 1) The research work should be excellent. We measure this by the frequency and amount of third-party funding, on the number of doctoral and postdoctoral degrees awarded, as well as on the number of publications in respected journals.
- 2) Our work should benefit the economy by leading to innovative products, services and operational processes. Indicators are the number of cooperations with industry and the number of spin-offs.
- 3) Our graduates should be able to find suitable employment in business, industry or science.

With this, we follow the intention of Heinz Nixdorf, the initiator of our institute.

Das Forschungsprogramm



Gegenstand unserer Forschung sind intelligente technische Systeme, die sich durch vier Eigenschaften auszeichnen:

- 1) **Adaptiv:** Sie interagieren mit dem Umfeld und passen sich diesem autonom an. So können sie sich zur Laufzeit in einem vom Entwickler vorgesehenen Rahmen weiterentwickeln und ihre Existenz langfristig sicherstellen.
- 2) **Robust:** Sie bewältigen auch unerwartete und vom Entwickler nicht berücksichtigte Situationen in einem dynamischen Umfeld. Unsicherheiten oder fehlende Informationen können bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden.
- 3) **Vorausschauend:** Auf der Basis von Erfahrungswissen antizipieren diese Systeme die künftigen Wirkungen von Einflüssen und mögliche Zustände. Auf diese Weise werden Gefahren frühzeitig erkannt und rechtzeitig die passenden Strategien zu deren Bewältigung ausgewählt und vollzogen. Ziele werden effizienter erreicht.
- 4) **Benutzungsfreundlich:** Sie passen sich dem spezifischen Benutzerverhalten an und stehen in einer bewussten Interaktion mit dem Benutzer. Dabei bleibt ihr Verhalten für den Benutzer stets nachvollziehbar.

Diese Systeme werden aus einer Vielzahl von untereinander vernetzten, in sich komplexen Teilsystemen bestehen, die erst durch ihr Zusammenspiel die geforderte Gesamtfunktionalität erfüllen. Eine wesentliche Herausforderung sehen wir darin, die Entwicklung der Einzelkomponenten und der Mechanismen für ihr Zusammenspiel als ganzheitliche Aufgabe anzugehen.

Unsere Leitidee: Eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen

Die Kreation der von uns angestrebten Systeme erfordert neuartige Herangehensweisen und führt zur Leitidee unserer interdisziplinären Forschung: Wir wollen eine neue Schule des Entwurfs technischer Systeme erarbeiten. Diese umfasst Vorgehensmodelle, Spezifikations- und Modellierungstechniken, dedizierte Methoden und IT-Werkzeuge zur Synthese und Analyse sowie Aus- und Weiterbildungsprogramme. Das Ganze soll die in den Unternehmen mit der Produktentstehung befassten Entwickler erreichen. Die konzeptionelle Plattform, von der auszugehen ist, bilden zum einen unsere bisherigen Arbeiten und zum anderen das Systems Engineering.

Systems Engineering ist ein domänenübergreifender Ansatz zur zweckmäßigen und zielgerichteten Gestaltung komplexer Systeme. Das Ziel besteht darin, verschiedene Domänen zu integrieren und die vielfältigen Aktivitäten von der ersten Idee bis zum erfolgreichen Markteintritt zu orchestrieren.

Wir denken die Zukunft voraus

Da es uns um die Systeme von morgen geht, müssen wir Vorstellungen über die künftigen Nutzenerwartungen und technischen Möglichkeiten entwickeln. Wir erreichen das durch systematische Vorausschau, d. h. durch die Wahrnehmung und Antizipation der Entwicklungen von Märkten, Technologien und Geschäftsumfeldern (Politik, Wirtschaft, Gesellschaft). Auf diese Weise können wir heute an dem arbeiten, was morgen gefragt sein wird. Wir verfolgen unsere Ziele in enger Kooperation mit der Wirtschaft und an vorderster Front der Forschung, eingebettet in internationale, nationale und inneruniversitäre Forschungsnetzwerke.

Research Program

Our research focuses on intelligent technological systems as characterized in the following four points. The systems are

- 1) Adaptive, interacting with their surroundings adjusting themselves autonomously. As such, they can continue to develop and ensure their longevity within a given framework as set down by the creating developer.
- 2) Robust, handling unexpected and unanticipated situations within a dynamic environment – even situations not foreseen by the developer himself. Uncertainties or outstanding information can be balanced out to a certain degree.
- 3) Forward thinking, always anticipating the future effects of certain influencing variables and possible states – and this based upon accumulated experience. Risks can be assessed prematurely and counterbalanced with appropriate strategies. Goals are met more effectively.
- 4) User-friendly, adjusting themselves to user-specific behaviors, consciously interacting with the user. The system's behavior remains understandable at all times.

These systems will consist of numerous complex and interlinked subsystems that, only in interaction, will be able to provide the overall functionality called for. A major challenge will be to approach the development of single components and the mechanisms for their interaction as a holistic task.

Our Central Theme: A New School for the Design of the Technical Systems of Tomorrow.

Creating the intended systems requires innovative strategies and induces the central theme of our interdisciplinary research: We want to develop a new school of design for technical systems. In principle, this involves precedential models, specification and modelling techniques, dedicated methods and IT tools as well as training and further education programs. The ensemble is supposed to reach the companies' developers, who are concerned with product engineering. The conceptual platform for this is based on the work we have done so far, as well as systems engineering.

Systems engineering is a cross-domain approach to targeted and goal-oriented design of complex systems. The goal is to integrate the various domains and to orchestrate the diverse activities from the initial idea to a successful market entry.

We Think Ahead of the Future

As this is about tomorrow's systems, we have to develop ideas about user expectations and requirements, as well as technical capabilities of the future. We achieve this through systematically forecasting, i.e. by being aware of and anticipating market and technological developments and business environments (politics, economy and society). This way, we can work today on what will be in demand tomorrow. We pursue our goals in close cooperation with industry and on the front lines of research, embedded in international, national and intra-university research networks.

Innovation processes		Foresight: Recognition of future success potentials				
		Design methodology: specification / modeling, synthesis, analysis				
Technology	Application	1 Self coord. and optimization of distributed systems	2 Services in mobile systems	3 Dynam. reconfig. HW/SW-systems	4 Distributed dynamic data-spaces	5 Simulation, visualization and interaction
A Intelligent mechatronic systems		CRC 614	CRC 614	CRC 614		CRC 614
		ENTIME		ARAMIS	ENTIME	ENTIME
				TRAFFIS		TRAFFIS
B Intelligent networks					AC4DC	
		CRC 901	CRC 901	CRC 901	CRC 901	
C Knowledge-based socio-technical systems				e-lab	e-lab	

Die Struktur des Forschungsprogramms des Heinz Nixdorf Instituts und darin positionierte Schwerpunktprojekte
Structure of Heinz Nixdorf Institute's research program and the positioning of priority projects in this structure

- CRC 614: Sonderforschungsbereich 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ (Seite 12)
Collaborative Research Centre 614 “Self-Optimizing Concepts and Structures in Mechanical Engineering” (Page 13)
- ENTIME: Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik (Seite 20)
Design Methods for Intelligent Mechatronic Systems (Page 21)
- ARAMIS: Automotive, Railway and Avionic Multicore Systems (www.hni.uni-paderborn.de/eps/forschung/aramis)
- TRAFFIS: Test- und Trainingsumgebung für fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme (Seite 24)
Test and Trainings Environment for Advanced Driver Assistance Systems (Page 25)
- AC4DC: Adaptive Computing for Green Data Centers (Page 124/125)
- CRC 901: Sonderforschungsbereich 901 „On-The-Fly Computing“ (Seite 16)
Collaborative Research Centre 901 “On-The-Fly Computing” (Page 17)
- e-lab: Entwicklung von E-Learning-Szenarien für das alltägliche Lernen (Seite 80)
Developing E-Learning Scenarios for Everyday Learning (Page 81)

Strukturierung des Forschungsprogramms in drei Dimensionen

Wir gliedern unser Forschungsprogramm entlang der drei Dimensionen Technologien, Anwendungsbereiche und Innovationsprozesse. Damit verknüpfen wir den Technology Push mit dem Market Pull und beschreiben, wie ein innovatives und erfolgversprechendes technisches System zu identifizieren und zu entwerfen ist. Die drei Dimensionen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Technologien

Darunter verstehen wir Maßnahmen und Verfahren, die dazu dienen, natur- und ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse für technische Systeme nutzbar zu machen. Der Fokus liegt aus heutiger Sicht auf fünf folgenden Technologiegebieten:

- Selbstkoordination und Selbstoptimierung verteilter Systeme,
- Dienste in mobilen Systemen,
- dynamisch rekonfigurierbare Hardware-/Software-Systeme,
- verteilte dynamische Datenräume sowie
- Simulation, Visualisierung und Interaktion.

Anwendungsbereiche

Hier geht es uns um die Realisierung konkreter technischer Systeme, die Nutzen stiften und Bedürfnisse erfüllen. Dies soll in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft erfolgen. Dadurch fördern wir den Erfahrungsaustausch mit der Praxis und validieren die von uns erarbeiteten Verfahren. Aktuell sind für uns folgende drei Anwendungsbereiche besonders relevant:

- intelligente mechatronische Systeme,
- intelligente Netzwerke und
- wissensbasierte soziotechnische Systeme.

Innovationsprozesse

Die Kreation der technischen Systeme von morgen erfordert zunächst einmal Fantasie und Vorstellungskraft, weil uns die Anwender von heute nicht sagen werden, welche Probleme sie morgen zu lösen haben und wie die entsprechenden Lösungen zu gestalten sind. Aber selbst wenn wir die Anforderungen an die Systeme von morgen kennen würden, fehlt es an einem Instrumentarium, solche Systeme, für die es heute kaum Vorbilder gibt, zu entwerfen. Daraus ergeben sich zwei Herausforderungen:

- Das Erkennen der Anforderungen an die Systeme von morgen sowie das Treffen der richtigen Technologie- und Geschäftsmodellentscheidungen; das erfordert Vorausschau.
- Entwurfsmethodik; hier geht es primär darum, die postulierte neue Schule des Systementwurfs zu etablieren und so Dritte in die Lage zu versetzen, die Systeme von morgen zu entwerfen.

Konkrete Forschungs- und Entwicklungsprojekte sind Zellen bzw. Cluster von Zellen in der dargestellten Struktur. Die Grafik enthält sieben repräsentative Projekte, die auf den unmittelbar folgenden Seiten bzw. unter den Fachgruppen vorgestellt werden.

Our Research Program has a Three-Dimensional Structure

We structure our research program according to the following dimensions: technologies, ranges of application and innovation processes. Here we depict our research program along the three dimensions of technology, application and process. This helps us to link technology push with market pull and to determine how to identify and design an innovative and promising technical system. The three dimensions can be characterized as follows:

Technology

By this we understand measures and processes, etc. that serve to make knowledge gained by natural sciences and engineering applicable for technical systems. From a current vantage point, we focus on the five areas of technology listed below:

- self-coordination and self-optimization of distributed systems,
- services within mobile systems,
- dynamic reconfigurable hardware/software systems,
- distributed data rooms and
- simulations, visualizations and interactions.

Application Areas

Here we are concerned with the realization of concrete technical systems that provide benefits and fulfill needs. This is to be carried out in cooperation with industry. By involving industry, we encourage an exchange of information about how systems work in practice and how we validate our operational procedures. Currently, we see three relevant application areas:

- Mechatronic systems,
- Intelligent networks and
- Knowledge-based socio-technical systems.

Innovation Processes

Creating tomorrow's technical systems first of all requires creativity and imagination because today's users will not tell us what problems they will have to solve tomorrow and how appropriate solutions are to be formed. But even if we knew the requirements of tomorrow's systems, we lack the instruments to design such systems for which there are no examples in today's world. Therefore, we are faced with two challenges:

- Recognizing the requirements of tomorrow's systems and making the decisions on technology and business models; this calls for foresight.
- Design methodology; this primarily means establishing a new school of system design, which enables others to design tomorrow's systems.

The figure shows the structure of concrete research and development projects as cells or clusters of cells. The figure comprises seven representative projects. These are outlined in more detail on the following pages structured according to workgroup.

SFB 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“

Intelligente Maschinen für die Märkte von morgen



Maschinen sind allgegenwärtig. Sie produzieren, sie transportieren. Maschinen erleichtern die Arbeit und helfen. Aus der zunehmenden Durchdringung des Maschinenbaus mit Informationstechnik eröffnen sich erhebliche Nutzenpotentiale. Der Begriff Mechatronik bringt dies zum Ausdruck. Gemeint ist hier das enge symbiotische Zusammenwirken von Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik und Softwaretechnik, um das Verhalten eines technischen Systems zu verbessern. Durch die Integration kognitiver Funktionen in mechatronische Systeme werden Systeme mit inhärenter Teilintelligenz ermöglicht. Das Verhalten dieser künftigen Systeme wird durch die Kommunikation und Kooperation intelligenter Systemelemente geprägt sein. Aus informationstechnischer Sicht handelt es sich nach unserem Verständnis um verteilte Systeme von miteinander kooperierenden Agenten. Daraus eröffnen sich faszinierende Möglichkeiten für die Gestaltung der maschinenbaulichen Erzeugnisse von morgen. Der Begriff Selbstoptimierung charakterisiert diese Perspektive. Unter Selbstoptimierung eines technischen Systems wird die endogene Änderung der Ziele des Systems auf veränderte Umfeldbedingungen und die daraus resultierende zielkonforme autonome Anpassung der Parameter und ggf. der Struktur und somit des Verhaltens dieses Systems verstanden.

Die Realisierung selbstoptimierender Systeme erfordert ein geeignetes Strukturierungs- und Architekturkonzept für die Informationsverarbeitung. Das **Operator Controller Modul (OCM)** entspricht aus informationstechnischer Sicht einem Agenten. Das Operator-Controller-Modul gliedert sich in drei Ebenen:

Controller: Dieser Regelkreis verarbeitet in direkter Wirkkette die Messsignale, ermittelt Stellsignale und gibt diese aus. Die Software auf dieser Ebene arbeitet quasi-kontinuierlich unter harten Echtzeitbedingungen.

Reflektorischer Operator: Er überwacht und steuert den Controller. Er modifiziert den Controller, indem er Parameter- oder Strukturänderungen initiiert.

Kognitiver Operator: Auf der obersten Ebene des OCM kann das System durch Anwendung vielfältiger Methoden (etwa Lernverfahren, modellbasierte Optimierungsverfahren oder den Einsatz wissensbasierter Systeme) Wissen über sich und die Umgebung zur Verbesserung des Verhaltens nutzen.

Der Sonderforschungsbereich (SFB) verfolgt die langfristige Zielsetzung, das Wirkparadigma der Selbstoptimierung für den Maschinenbau zu erschließen und Dritte in die Lage zu versetzen, selbstoptimierende Systeme zu entwickeln. Hierzu bedarf es eines Instrumentariums zur Entwicklung derartiger Systeme, da diese die Komplexität von konventionellen mechatronischen Systemen stark übersteigt. Neben den Domänen Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik und Softwaretechnik sind auch Experten für mathematische Optimierungsverfahren und für Künstliche Intelligenz an der Entwicklung selbstoptimierender Systeme beteiligt. Insbesondere in der frühen Entwicklungsphase, der sogenannten Konzipierung, kommt es aufgrund der hohen Systemkomplexität zu Herausforderungen. Die Unterstützung der Entwickler mit Wissen und Methoden der Experten auf dem Gebiet der Selbstoptimierung ist notwendig. Dieses Wissen ist jedoch in den meisten Unternehmen nicht verfügbar. Mithilfe von Lösungsmustern macht der SFB 614 dieses Wissen für die Unternehmen zugänglich.

CRC 614 “Self-Optimizing Concepts and Structures in Mechanical Engineering”

Intelligent Machines for the Future Market

Machines are omnipresent. They produce, they transport. Machines facilitate work and assist. The increasing penetration of mechanical engineering by information technology enables considerable benefits. This circumstance is expressed by the term mechatronics, which means the close interaction of mechanics, electronics, control engineering and software engineering to improve the behavior of a technical system. The integration of cognitive functions into mechatronic systems enables systems with inherent partial intelligence. Future systems of mechanical engineering will consist of configurations of system elements with an inherent partial intelligence. The behavior of these future systems is formed by the communication and cooperation of the intelligent system's elements. From an information processing point of view, we consider these distributed systems to be multi-agent-systems. These capabilities open up fascinating prospects regarding the design of future mechanical systems. The term self-optimization characterizes this perspective: Self-optimization describes the endogenous adaption of the system's objectives due to changing operation conditions and the resulting autonomous adjustment of system parameters or system structure and consequently of the system's behavior.

The realization of complex mechatronic systems with inherent partial intelligence requires an adequate concept of structure as well as architecture for the information processing.

The core element of this concept is the **Operator Controller Module (OCM)**. From an information-processing point of view, it is conform to a software agent. The Operator Controller Module can be subdivided into three levels:

Controller: This control loop is an active chain that obtains measurement signals, determines adjustment signals and outputs them. The software at this level operates quasi-continuously under hard real-time conditions.

Reflective Operator: This level monitors and directs the controller. It modifies the controller by initiating changes to parameters or structures.

Cognitive Operator: At the highest level of the OCM, the system can launch a variety of methods (such as learning methods, model-based optimization or usage of knowledge-based systems) to use information about the environment and itself to improve its own behavior.

The Collaborative Research Centre (CRC) pursues the long-term aim to open up the active paradigm of self-optimization for mechanical engineering and to enable others to develop self-optimizing systems. Therefore an instrument for the development of these systems is needed, because it exceeds the concept of conventional mechatronic systems. Additionally to mechanical, electrical, control and software engineers, experts from mathematical optimization and artificial intelligence are involved. Especially in the early phase of the development, the conceptual design, the increasing systems complexity leads to challenges. The engineers need to be supported by the knowledge and methods from experts of self-optimization. Generally this expertise is not available in enterprises.

Lösungsmuster sind eine allgemeinverständliche Beschreibung von problemspezifischen Lösungen, welche in der Entwicklung selbstoptimierender Systeme wiederverwendet werden können. Das Bild zeigt die sechs Aspekte von Lösungsmustern der Selbstoptimierung:

- **Merkmale:** Der Aspekt „Merkmale“ beschreibt die Eigenschaften, welche für die Lösung charakteristisch sind. Dies können zum Beispiel Aussagen über die Geometrie des Lösungsmusters sein.
- **Funktionen:** Dieser Aspekt beschreibt, welche Funktion das Lösungsmuster erfüllt. Ein Elektromotor erfüllt beispielsweise die Funktion „antreiben“.
- **Wirkstruktur:** Die Wirkstruktur beschreibt den Aufbau des Lösungsmusters. Die verbauten Komponenten und ihr Zusammenwirken werden dargestellt. Dieser Aspekt bildet den Kern der Lösungsbeschreibung.
- **Verhalten:** Das zeitliche Zusammenspiel aller beteiligten Systemelemente wird durch diesen Aspekt dargestellt. Dieser Aspekt ist für jedes Muster anzupassen, um selbstoptimierende Systeme entwickeln zu können.
- **Umsetzung:** Die für den Entwurf selbstoptimierender Systeme relevanten Problemlösungen beruhen meist auf bestimmten Methoden und Verfahren, wie physikalischen Effekten. Diese werden in diesem Aspekt beschrieben.
- **Kontext:** Der Aspekt „Kontext“ beinhaltet Anwendungsbeispiele, in denen das Lösungsmuster bereits erfolgreich eingesetzt wurde.

Diese Spezifikation ist für alle beteiligten Domänen verständlich und ermöglicht so eine effektive Kooperation zwischen Entwicklern und Experten. Die Validierung der Methoden erfolgt anhand von Demonstratoren, welche die große Bandbreite des modernen Maschinen- und Fahrzeugbaus abdecken:

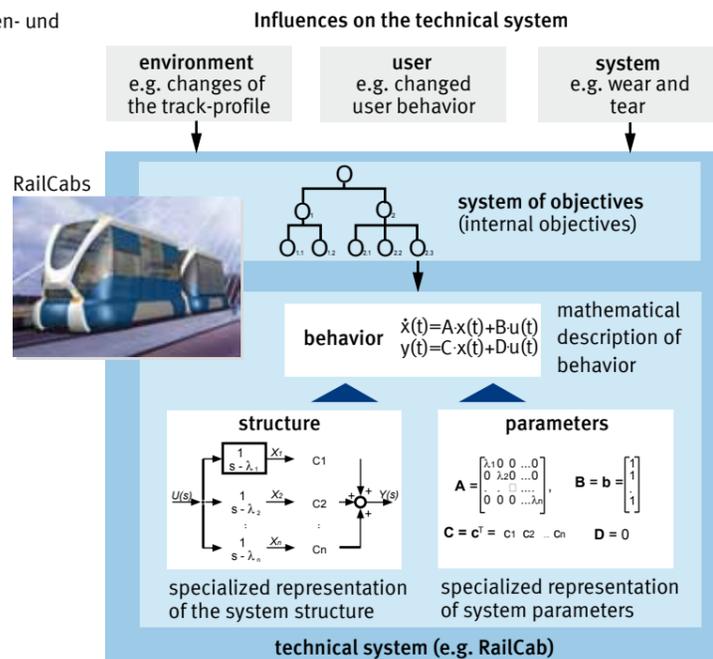
Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Kontakt:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
E-Mail: Juergen.Gausemeier@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 67

X-by-Wire-Versuchsfahrzeug Chamäleon: Es handelt sich um ein vollaktives mechatronisches Versuchsfahrzeug, das ausschließlich elektrisch aktuiert ist. Es wird komplett by-wire gesteuert, d. h., es gibt keine mechanische Kopplung zwischen dem Bedienelement und der Aktorik. Ziel im Kontext des SFB ist eine selbstoptimierende Fahrzeugregelung hinsichtlich der Vertikal- und Längsdynamik, des Energiemanagements sowie der Rekonfiguration der Fahrwerksaktorik.

Miniaturroboter BeBot: Dieser dient als Technologieplattform für die Forschung in den Bereichen dynamisch rekonfigurierbarer Systeme, Multiagenten-Systeme sowie Schwarmintelligenz. Die Grundlage hierfür bildet die Kombination von rekonfigurierbaren Logikbausteinen (FPGA) und leistungsfähigen Mikrocontrollern. Zudem ist er Versuchsträger für die Technologie „Molded Interconnect Devices“ (MID).

RailCab: Das ist ein innovatives Bahnsystem, das als umfassende Versuchsanlage im Maßstab 1:2,5 realisiert ist (<http://nbp-www.upb.de>). Den Kern des Systems bilden autonome Fahrzeuge (RailCabs) für den Personen- und Gütertransport, die nach Bedarf und nicht nach Fahrplan fahren. Sie handeln proaktiv. Beispielsweise bilden sie Konvois, um den Energiebedarf zu reduzieren. Die RailCab-Module Antriebs- und Bremssystem, Feder- und Neigesystem und Energiemanagement wie auch das Zusammenwirken dieser Module beruhen auf der Selbstoptimierung.

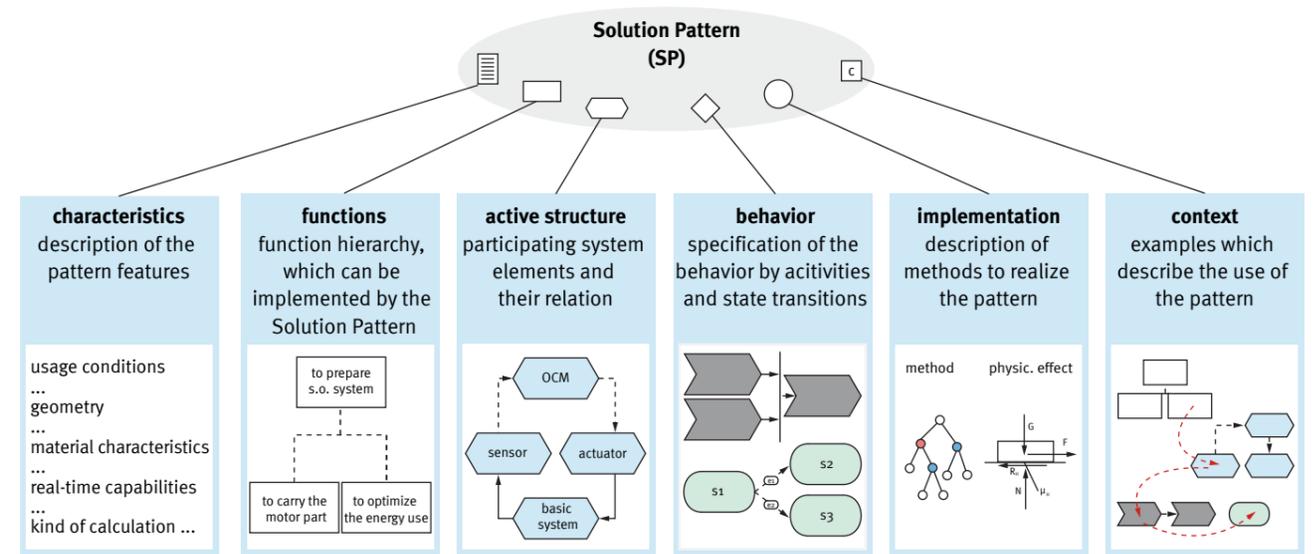


Aspekte eines selbstoptimierenden Systems
Aspects of a self-optimizing system

The CRC 614 provides this knowledge through patterns. Patterns represent reusable expertise for problem-specific solutions in generic mode. The figure shows the six aspects that describe a solution pattern:

- **Characteristics:** The aspect “Characteristics” describes the relevant attributes of the basic solution. This can, for example, be the geometry of the solution.
- **Functions:** This aspect contains all those functions that the solution pattern can realize. Thus this aspect expresses the problem description. For example, an electrical motor fulfills the function “drive”.
- **Active Structure:** The active structure specifies the structure of the solution. It shows the necessary system elements and in order to implement the SP and their interrelation. The aspect active structure is the core of the solution-description.
- **Behavior:** This aspect represents the chronological interaction of the relevant components. This aspect has to be modified for each pattern to design self-optimizing systems.
- **Implementation:** In the engineering process of self-optimizing systems the implementation of solutions is generally based on certain method or procedure like a physical effect. These are described by this aspect.
- **Context:** The aspect “Context” includes application examples in which the solution pattern has been used successfully.

The uniform specification of solution patterns allows the effective cooperation and communication between all involved developers and experts. The validation of the methods takes place by means of demonstrators which cover the entire scope of modern mechanical engineering and vehicle construction:



Lösungsmuster der Selbstoptimierung
Aspects of Solution Pattern for the Conceptual Design of Self-Optimizing systems

X-by-Wire Test Vehicle Chameleon: This is a fully active mechatronic test vehicle which is actuated entirely electronically. It is completely steered by-wire; that means there are no mechanical couplings between the operating elements and the actuating elements. The aim related to the CRC is a self-optimizing vehicle control concerning the vertical and longitudinal dynamics, the energy management as well as the reconfiguration of the actuating system of the chassis.

Miniature Robot BeBot: This robot serves as a technology platform for the research in the domains of dynamic reconfigurable systems, multi-agent systems as well as swarm intelligence. The combination of reconfigurable logic blocks (FPGA) and high-performance microcontrollers forms the basis for the platform. Moreover, it serves as a test bed for the technology: “Molded Interconnect Devices” (MID).

RailCab: This is an innovative railway system which is realized on a comprehensive test track at a scale of 1:2.5 (<http://nbp-www.upb.de>). Autonomous vehicles (RailCabs) that supply transport for both passengers and cargo, establish the core of the system. They drive on demand and not by schedule. The RailCabs act in a proactive way, e.g. in order to reduce the required energy by forming convoys. The RailCab modules drive and braking system, spring and tilt system, energy management as well as the cooperation of these modules are based on self-optimization.

Supported by:
German Research Foundation (DFG)

Contact:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
E-mail: Juergen.Gausemeier@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 67

SFB 901 „On-The-Fly Computing“

Individualisierte IT-Dienstleistungen in dynamischen Märkten



Neuer Sonderforschungsbereich erforscht Ansätze zur Erstellung und Ausführung von zukünftigen IT-Dienstleistungen

Heute stehen wir am Beginn eines neuen Abschnitts in der Entwicklung und Ausführung von IT-Dienstleistungen. Wir sehen erste Ansätze zur Abkehr von dem 40 Jahre alten Prinzip der Beschaffung von Software durch Einkauf von teuren, relativ unflexiblen Standardlösungen beziehungsweise der noch teureren Erstellung durch Softwarehäuser oder eigene Softwareabteilungen. Mit Grid und Cloud Computing wird es möglich, IT-Dienstleistungen und ihre benötigten Ressourcen nur bei Bedarf und nur in der benötigten Form einzukaufen. Mit den Service-orientierten Architekturen stehen Methoden zur Verfügung, Software zumindest unternehmensintern flexibel zusammenzustellen. Diese ersten Ansätze für eine neue Art der Erbringung von IT-Dienstleistungen bilden den Ausgangspunkt für die Forschungen im neuen Sonderforschungsbereich (SFB) 901 „On-The-Fly Computing“.

Die Vision des „On-The-Fly Computing“ sind Services, die von individuell und automatisch konfigurierten und zur Ausführung gebrachten IT-Dienstleistungen auf Märkten frei gehandelt und flexibel kombiniert werden können. Gleichzeitig zielt der SFB 901 auf die Organisation von Märkten ab, deren Teilnehmer durch geeignetes unternehmerisches Handeln einen lebendigen Markt der Services aufrechterhalten. Mit dieser Vision schaut der SFB 901 weit in die Zukunft der IT-Entwicklung und -Nutzung, deren erste Wandlungen wir aber schon heute erleben.

Um zu erforschen, inwieweit diese Vision realisierbar ist, werden Methoden und Techniken entwickelt, die

- eine weitestgehend automatische Konfiguration, Ausführung und Adaption von IT-Dienstleistungen aus Services ermöglichen, die auf Märkten weltweit verfügbar sind,
- die Sicherung der Qualität der so erbrachten Dienstleistungen und den Schutz der Akteure in den Märkten garantieren sowie
- die Organisation und die Weiterentwicklung dieser Märkte und die für diese Aufgaben notwendige Interaktion zwischen den Akteuren unterstützen.

Um diese Ziele zu erreichen, arbeiten Informatiker aus unterschiedlichen Disziplinen wie Softwaretechnik, Algorithmik, Rechnernetze, Systementwurf, Sicherheit und Kryptografie mit Wirtschaftswissenschaftlern zusammen, die ihre spezifische Expertise einbringen, So können die Organisation und Weiterentwicklung des Marktes vorangetrieben werden. Zudem bringen Wirtschaftsinformatiker ihre Fachkenntnisse im Operations Research ein, die in eine Anwendungsdomäne für die Erprobung der im SFB entwickelten Methoden und Techniken eingeht.

Organisatorisch wird der SFB durch den Vorstand, bestehend aus Prof. F. Meyer auf der Heide als Sprecher und Prof. H. Wehrheim sowie Prof. M. Platzner als stellvertretende Sprecher, vertreten. Dr. U.-P. Schröder hat die Position des Geschäftsführers inne. Insgesamt sind vier Fachgruppen aus dem Heinz Nixdorf Institut, acht weitere Lehrstühle aus dem Institut für Informatik, drei Lehrstühle aus der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften sowie sechs Juniorprofessoren am SFB 901 beteiligt.

CRC 901 “On-The-Fly Computing”

Individualized IT Services in Dynamic Markets

SFB 901
ON - THE - FLY COMPUTING

New Collaborative Research Centre Researches Methods for Designing and Implementing Future IT Services

Today we find ourselves at the start of a new era in the development and implementation of IT services. We are witnessing the beginnings of a shift-away from the 40-year-old principle of either acquiring software by purchasing expensive, relatively inflexible standard solutions or relying on the even more expensive method of having software especially designed by external software companies or in-house software departments. With Grid and Cloud Computing it is now possible to purchase IT services and their essential resources only when necessary and only in the required form. The service-oriented architectures provide methods for putting software together at an in-house level at least. These initial approaches towards a new type of providing IT services are the starting point for the research activities in the new SFB 901 “On-The-Fly Computing”.

The vision of “On-The-Fly Computing” is one of individually and automatically configured and implemented IT services, consisting of services that are available on free markets and can be combined flexibly. At the same time, SFB 901 aims towards organizing markets whose participants maintain a lively service market by dedicated entrepreneurial action. With this vision, SFB 901 looks far into the future of IT development and usage, the transformation of which we are already experiencing today.

In order to research the extent to which this vision can be realized, SFB 901 will develop methods and techniques that enable a nearly entirely automatic configuration, implementation and adaptation of

IT services from services available on worldwide markets, which guarantee the protection of the services thus acquired and the protection of the actors on the markets, and which support the organization and further development of these markets and the necessary interaction between the actors for these tasks.

To reach these goals, computer science experts from diverse disciplines such as software technology, algorithmics, computer networks, system design, security and cryptology are working hand-in-hand with economists who bring forth their specific expertise on how the organization and further development of the market can be pushed forward. Furthermore, business information specialists contribute their expertise in Operations Research, which flows directly into an application’s domain for testing the methods and techniques developed in the SFB.

On an organizational level, SFB 901 is represented by its Executive Board, consisting of Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide as the head speaker, and Prof. Dr. Heike Wehrheim as well as Prof. Dr. Marco Platzner as deputy speakers. Dr. Ulf-Peter Schroeder holds the position of the executive officer. Altogether four university chairs from the Heinz Nixdorf Institute, eight further university chairs from Computer Sciences, three university chairs from the Faculty of Economics, and six junior professors are involved in the SFB project.

Die Forschungsarbeiten des SFB 901 sind in drei Projektbereiche strukturiert.

Grundlage für die Organisation der Netze von Akteuren und Services in den Märkten sind zum einen Methoden des Distributed Computing, da die Größe und Dynamik dieser Netze eine zentrale Steuerung unmöglich machen. Deshalb untersucht der SFB lokale Methoden, um die Dynamik der Netze kontrollieren und an jeweils aktuelle Anforderungen anpassen zu können. Zum anderen entwickelt der SFB Konzepte der Ökonomie, um durch gezielte Anreize das Verhalten der Akteure mit dem Ziel eines global erfolgreichen Markts zu steuern. Mit derartigen Fragestellungen befasst sich der Projektbereich A „Algorithmische und ökonomische Grundlagen für die Organisation großer, dynamischer Märkte“.

Voraussetzung für die Suche nach und Konfiguration von Services sind Ansätze der Softwaretechnik, die die exakte Beschreibung von Services ermöglichen, die zum einen einfach, zum anderen aber für diese Aufgaben genügend reichhaltig sind. Das Erreichen einer hohen Produktqualität sowohl bezüglich funktionaler als auch nicht-funktio-

Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

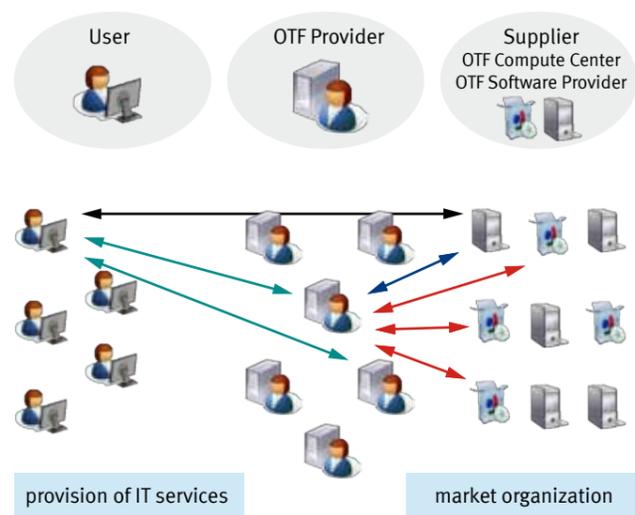
Kontakt:
Dr. Ulf-Peter Schroeder
E-Mail: ups@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 67 26

sfb901.uni-paderborn.de

ner Eigenschaften erfordert innovative Analyse- und Verifikationsverfahren. Die Konfiguration von neuen Services erfordert Konzepte aus den Bereichen der Logik und heuristischen Suche. Diese Themen werden im Projektbereich B „Modellierung, Komposition und Qualitätsanalyse für das On-The-Fly Computing“ behandelt.

Der Projektbereich C „Verlässliche Ausführungsumgebungen und Anwendungsszenarien für das On-The-Fly Computing“ befasst sich mit Fragen der Robustheit und (Angriffs-)Sicherheit (Security) der Märkte und des Prozesses der Erbringung von Dienstleistungen sowie mit der Organisation hochgradig heterogener Rechenzentren, sog. On-The-Fly Compute Centers. Des Weiteren ist ein Anwendungsprojekt integriert, das sich mit den Möglichkeiten zur Modellierung, Konfiguration und Ausführung von Optimierungssystemen für Versorgungs- und Logistiknetzwerke befasst. An dieser Anwendungsdomäne will der SFB langfristig seine innovativen Verfahren erproben.

Um die Vernetzung im SFB zu fördern und teilprojektübergreifende Themengebiete zu bearbeiten, existieren zwei Arbeitskreise. Der Arbeitskreis „Architektur und Geschäftsprozesse“ wird sich konzeptuell und implementierungstechnisch mit der Erarbeitung von Schnittstellen zwischen den im SFB entwickelten Verfahren/Werkzeugen beschäftigen. Der Arbeitskreis „Akzeptanz“ wird hingegen eine Diskussion der Akzeptanz des „On-The-Fly“-Ansatzes in Wirtschaft und Gesellschaft führen, die ganz wesentlich von Fragen des Vertrauens, der Sicherheit, aber auch der Gewinnorientierung beeinflusst wird. Mittelfristig soll aus den Aktivitäten dieses Arbeitskreises ein Beirat für den SFB gegründet werden.



Die Akteure in den Märkten des „On-The-Fly Computing“
The actors in the “On-The-Fly Computing” markets

The research activities of CRC 901 are divided into three project areas.

The basis for organizing the networks of actors and services in the markets are on the one hand the methods of Distributed Computing, since the sheer size and dynamics of these networks render a central control impossible. For this reason, the SFB is researching local methods to be able to control the dynamics of the networks and to match them to the respective current requirements. On the other hand, the SFB is developing economic concepts to be capable of controlling the behavior of the participants with specific stimuli with the goal of reaching a globally successful market. These questions are covered by Project Area A “Algorithmic and Economic Foundations for Organizing Large Dynamic Markets”.

The prerequisite for searching for and configuring services are software technology methods that enable an exact description of services: methods that are both easy as well as extensive enough for these tasks. Achieving a high product quality in terms of functional as well as non-functional characteristics demands innovative analysis and verification methods. Configuring new services requires concepts from the fields of logic and heuristic search methods. These topics will be handled in Project Area B “Modeling, Composition and Quality Analysis for On-the-Fly Computing”.

Project Area C “Reliable Execution Environments and Application Scenarios for On-the-Fly Computing” is concerned with the questions of the robustness and security of the markets and the processes of

service provision, as well as the organization of highly heterogeneous computing centers, called On-the-Fly Compute Centers. Furthermore, Project Area C also integrates an application project that is concerned with possible methods for modeling, configuring and optimizing systems for supply networks and logistics networks. In this application area the SFB aims towards performing long-term trials of its innovative methods.

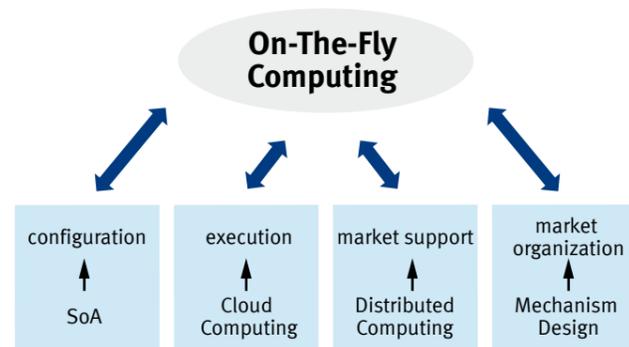
In order to promote the networking in the SFB and to work on subproject-comprehensive topics, two working groups (AK) exist. The AK “architecture and business processes” will concern itself conceptually and implementation-wise with the development of interfaces between the methods/tools developed in the SFB. The AK “acceptance” however will lead a discussion on the acceptance of the “On-The-Fly” paradigm in economics and society, which is substantially affected by questions of confidence, security and profit orientation. In the medium-term an advisory board for the SFB is to be created through the activities of this AK.

Supported by:
German Research Foundation (DFG)

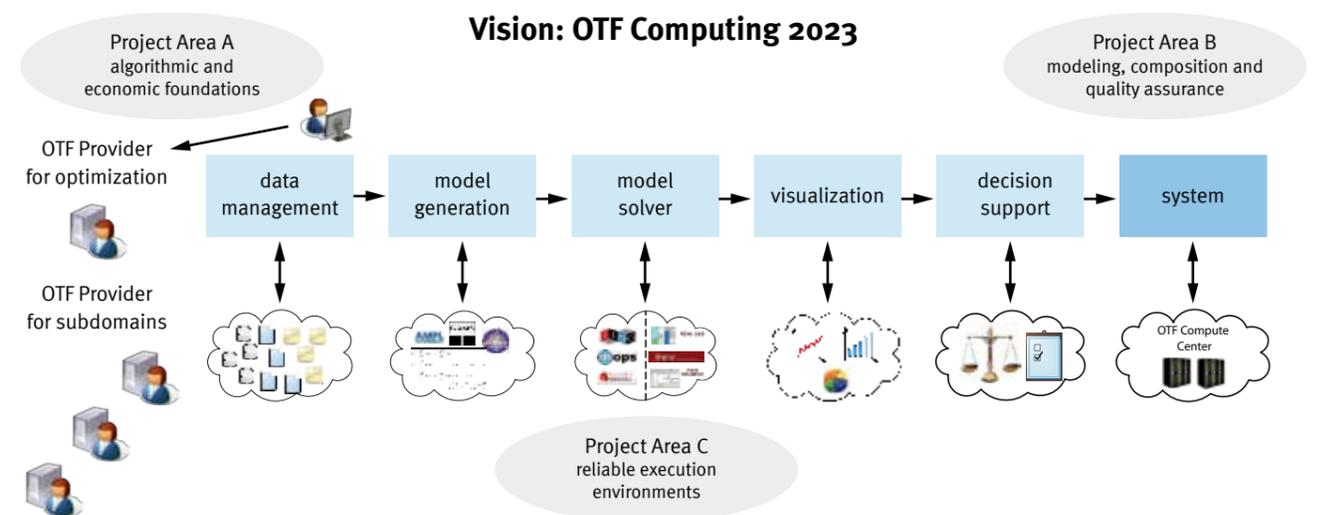
Contact:
Dr. Ulf-Peter Schroeder
E-mail: ups@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 67 26

sfb901.uni-paderborn.de/en

- nearly automatic configuration and execution of individual IT services, which are constructed out of base services traded in worldwide available markets
- organization of these markets of services



Die Vision des SFB und die Forschungsfelder, auf denen diese Vision aufbaut.
The vision of CRC and the research areas on which this vision is founded.



Nach Ablauf des SFB in 2023 sollen komplexe Anwendungsszenarien „On-The-Fly“ gerechnet werden können.
At expiration of the CRC in 2023 one should be able to compute more complex “On-The-Fly” application scenarios.

ENTIME

Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik



Das Forschungsprojekt „Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik“ (ENTIME) soll die Innovationskraft des modernen Maschinenbaus stärken. Zum einen wird eine fachgebietsübergreifende Entwurfstechnik mit besonderer Betonung auf der Regelungs- und Softwaretechnik entwickelt. Zum anderen wird auf Basis semantischer Technologien ein effektiver Zugriff auf bestehende Lösungen unterschiedlichster Lieferanten ermöglicht.

Ein technisches Erzeugnis wie z. B. ein mechatronisches System ist das Ergebnis einer industriellen Wertschöpfungskette, in der sich Unternehmen vermehrt die Entwicklungsarbeit mit spezialisierten Anbietern von Lösungselementen teilen. Lösungselemente sind realisierte und bewährte Lösungen – Baugruppen, Module, Softwarebibliotheken etc. – zur Erfüllung einer Funktion des Gesamtsystems. Es wird zwischen materiellen und immateriellen Lösungselementen unterschieden, wobei materielle Lösungselemente oftmals Softwareanteile enthalten. Die rechnerinterne Repräsentation von Lösungselementen besteht aus mehreren Aspekten wie Verhalten und Gestalt. Diese weisen unterschiedliche Konkretisierungsstufen auf, die den Phasen des Entwicklungsprozesses entsprechen. Im Prinzip besteht ein mechatronisches System aus einer Kaskade von Lösungselementen: Ein Wälzlager ist Teil eines Getriebes; ein Getriebe ist Teil eines Roboters; ein Roboter wiederum ist Teil einer Fertigungsstraße.

Unternehmen greifen somit auf Lösungen von Lieferanten zurück und vermarkten ihre Erzeugnisse wiederum als Lösungen für weitere Unternehmen in der Kette. Mit dem Internet haben sich für den Vertrieb solcher Lösungselemente Online-Kataloge u. Ä. verbreitet. Es zeigt sich jedoch, dass Entwickler und Entwicklerinnen in der Regel auf Angebote bekannter Partnerunternehmen zurückgreifen, da Unternehmen meist feste Kooperationen mit Anbietern von Lösungselementen eingehen. Das führt dazu, dass sie sich auf bereits erfolgreich eingesetzte Lösungen beschränken und das Innovationspotential nicht umfassend aus-

schöpfen. Die Kernproblematik liegt in dem Aufeinandertreffen zweier unterschiedlicher Vorgehensweisen. Auf der einen Seite sind die Entwickler, die zunächst lösungsneutral und funktionsorientiert vorgehen. Auf der anderen Seite sind die Anbieter von Lösungselementen, die einen lösungsspezifischen sowie bauteil- und komponentenorientierten Denkansatz verfolgen. Die Entwickler, die je nach Fachdisziplin die Produktspezifikation in ihrer Terminologie beschreiben, treffen bei der Suche nach Lösungen auf unterschiedliche Präsentationsformen der Anbieter – unternehmensspezifische Terminologie, Detailtiefe, Aufbau von Online-Katalogen etc. Eine funktionsorientierte, anbieterübergreifende Suche ist somit nicht ohne Weiteres möglich. In Folge werden die Entwickler insbesondere in den frühen Entwurfsphasen dazu verleitet, ihre lösungsneutrale Vorgehensweise aufzugeben und sich an den ihnen bekannten Lösungen zu orientieren.

Perspektiven semantischer Technologien

Derzeit steht ein Entwickler wiederholt vor der Herausforderung, auf den Internetseiten unterschiedlicher Anbieter das geeignetste Lösungselement auszuwählen. Dabei kombiniert er aufgrund seiner vorhandenen Expertise Kennwerte und Parameter, um fehlende Informationen zu ermitteln. Heutige Suchmaschinen unterstützen diesen Prozess unzureichend, da sie die Inhalte nur teilweise ermitteln können. Die Folge ist eine zeitaufwendige manuelle Suche nach den benötigten Informationen.

Das Semantic Web ist ein Ansatz, mit dem der Auswahlprozess von Lösungselementen im Internet erheblich verbessert werden kann. Im Gegensatz zum Internet werden im Semantic Web die Lösungselemente einheitlich beschrieben und lediglich die grafische Aufbereitung erfolgt unternehmensspezifisch. Je Klasse von Lösungselementen gibt es fest definierte Informationen, die bereitgestellt werden. Diese werden mithilfe von semantischen Annotationen maschinenverständlich

ENTIME

Design Methods for Intelligent Mechatronic Systems



The research project “Design Methods for Intelligent Mechatronic Systems” (ENTIME) aims to improve the innovation power of modern mechanical engineering. This can be achieved on the one hand by developing a domain-spanning design technique with a special emphasis on control and software technology. On the other hand, the use of semantic technologies enables an effective access to existing solutions from different suppliers.

A technical product e.g. a mechatronic system is the result of a value-added chain, in which companies are increasingly sharing development work with specialized providers of solution elements. Solution elements are realized and proven solutions to fulfill at least one function of the system. For example, a solution element could be an assembly, a module or a software library. As a result, a mechatronic system consists of a cascade of solution elements: A bearing is part of a gear, a gear is part of a robot and a robot is in turn part of a production line.

Solution elements can be divided into material and immaterial elements. However, material solution elements, e.g., the robots often contain software components which are immaterial. The computer-internal representation of solution elements consists of several aspects such as behavior and appearance. These aspects have different specification levels, corresponding to the information level required in the different phases during the development process.

Companies therefore develop new products by using solutions provided by other companies and they also provide their products within the value chain. Online catalogs are the common medium to share the product information in the Internet. Although all types of information about products are available this way, developers often stick to their known suppliers. As a result, the companies restrict themselves to already successfully employed solutions. They cannot exploit the full potential of new solutions from other suppliers which could lead to new innovations. The main problem is the clash of two different

approaches. On the one hand there are developers, who proceed solution-neutral and function-oriented. On the other hand the suppliers of solution elements take a solution-specific as well as object and component-oriented approach. Additionally, the developers, depending on their discipline, describe the product specification with their own terminology. Thus, the possible solutions, the products described in the online catalogs, are presented by a company-specific terminology and with various levels of detail. A function-oriented, cross-supplier search is therefore not possible. As a result, developers will be tempted, especially in the early design phases, to give up their solution-neutral approach and to orient themselves to known solutions.

Advantages of Semantic Technologies

Currently, a developer is repeatedly faced with the challenge to select the most appropriate solution element on the websites of different suppliers. In addition to the provided information for possible solutions he uses his knowledge and experience to combine solutions or to determine missing parameters. The result is a time-consuming manual search for the required information.

The Semantic Web improves the selection process of solution elements in online catalogs significantly. In contrast to online catalogs, the solution elements are formally described with respect to standard information and only the graphical representation is company-specific. For each class of solution elements, a specific set of parameters is provided. These are formalized computer-understandable semantic annotations. Similarly, the product specification set by the developer is formalized to provide a semantic search for solution elements. The computer is thus able to evaluate the provided and required information and consider all available solutions. The necessary technologies are a describing language, ontologies and inference mechanisms.

aufbereitet. Ebenso wird die Zielbeschreibung des Entwicklers formalisiert, um eine semantische Suche nach Lösungselementen zu ermöglichen. Der Computer ist somit in der Lage, geforderte sowie bereitgestellte Informationen auszuwerten und alle verfügbaren Lösungen zu berücksichtigen. Die notwendigen technischen Hilfsmittel sind eine Beschreibungssprache, Ontologien sowie Inferenzmechanismen.

Der Entwurfsprozess

Zentraler Punkt des Entwurfsprozesses ist die Einbindung bestehender Lösungen mithilfe semantischer Technologien, um die vorhandenen Potentiale und Perspektiven auszuschöpfen. Im Fokus von ENTIME steht daher die von der Fachterminologie unabhängige Verarbeitung der Semantik des Lösungswissens. Das Vorgehen beim Entwurf intelligenter mechatronischer Systeme gliedert sich dabei in die fachdisziplinübergreifende Konzipierung und die fachdisziplinspezifische Konkretisierung. Das von den Unternehmen bereitgestellte Lösungswissen – Lösungselemente und Lösungsmuster – wird je nach Konkretisierungsstufe des Entwurfs adäquat aufbereitet. In den frühen Phasen sind dies Lösungsmuster, d. h. bewährte Lösungen für wiederkehrende Probleme zur Realisierung der geforderten Funktionen. Diese werden zum ganzheitlichen Produktkonzept synthetisiert

Gefördert durch:
Land Nordrhein-Westfalen,
Europäische Union,
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung,
„Investition in unsere Zukunft“

Kontakt:
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
E-Mail: wilhelm@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 33 13

www.hni.uni-paderborn.de/schwerpunktprojekte/entime

und im Zuge der Konkretisierung durch zugehörige Lösungselemente ersetzt. Zusätzlich werden simulationsfähige Modelle mit unterschiedlicher Detaillierungstiefe bereitgestellt, um entwicklungsbegleitend Systemanalysen durchführen zu können.

Des Weiteren gewährleistet eine durchgängige Toolkette den Übergang zwischen den erstellten Systemmodellen in den unterschiedlichen Entwicklungsphasen. Während der Konzipierungsphase nutzt der Entwickler den Mechatronic Modeller. Dieses Tool ermöglicht eine rechnerinterne Abbildung der domänenübergreifenden Prinziplösung. Beim Aufstellen der Prinziplösung werden über Inferenzmechanismen mögliche Lösungsmuster gesucht und die hinterlegten Informationen eingebunden. Aufgrund der steigenden Bedeutung der Reglungs- und Softwaretechnik in mechatronischen Systemen fokussiert das ENTIME-Projekt in der Konkretisierung diese beiden Domänen. Zur Ausarbeitung der Software und rechnerinternen Abbildung der Modellierungssprache MechatronicUML wird der Embedded Modeller genutzt. Entlang des Entwicklungsprozesses erfolgt eine durchgehende simulationsgestützte Analyse der Dynamik mit dem Programm Dymola und der Beschreibungssprache Modelica. Zum Aufbau der Systemmodelle wird in der Konkretisierungsphase im Semantic Web nach Lösungselementen gesucht. Gestaltbehaftete, materielle Lösungselemente liefern Modelle für die Dynamik-Simulation, die immateriellen Lösungselemente der Software- und Regelungstechnik werden zur Ausarbeitung der MechatronicUML-Modelle verwendet.

Das im Rahmen des Projektes ENTIME erarbeitete Entwurfsinstrumentarium zeigt, wie auf Basis semantischer Technologien das vorhandene Angebot ausgeschöpft werden kann, um neue und bessere Lösungen zu erhalten. Das Projekt wird mit ca. 4,3 Mio. Euro gefördert und vom Heinz Nixdorf Institut, vertreten durch die Professoren J. Gausemeier, W. Schäfer und A. Trächtler, in enger Kooperation mit neun Unternehmen aus der Region durchgeführt. Es wird so die Innovationskraft der Zukunftsbranche Maschinenbau stärken und die Erschließung neuer Vertriebskanäle für heimische Unternehmen ermöglichen.

The design process

The core of the design process is the integration of existing solutions using semantic technologies to exploit the existing potentials and perspectives. The focus of ENTIME is therefore the processing of solution knowledge independent from a company specific terminology. The design of intelligent mechatronic systems is divided in domain-spanning conceptual design and domain-specific concretization. In these phases the developer requires a different level of information for a solution. Therefore companies have to provide different types of product description; abstract solution patterns and detailed solution elements. In the early stages these are solution patterns, i.e. proven solutions of recurring problems for realizing the required functions. These are synthesized to a holistic product concept. The solution patterns are replaced by the associated solution elements in the concretization. In addition, simulation models are available with different details to analyze the systems behavior during the development.

Furthermore, a tightly integrated tool chain guarantees a smooth transition between the system models in the different stages of development. During the design phase, the developer uses the Mechatronic Modeller. Using this tool, the engineer designs the cross-domain principle solution. In this process, possible solution patterns for the required functions are searched by inference mechanisms using the information stored in the Semantic Web. The engineer selects appropriate solution patterns and integrates them into the principle solution. Due to the increasing importance of control engineering and software engineering in mechatronic systems, the ENTIME-project focuses on the specification of these two domains. The modeling language MechatronicUML is used for software development. Different models like Component Diagrams and Statecharts are modeled with the Embedded Modeller. In all phases of the development process, simulations are used to analyze the correctness of the system design. The simulation program Dymola and the modeling language Modelica are used for this purpose. To build up the concrete system, the Semantic Web searches

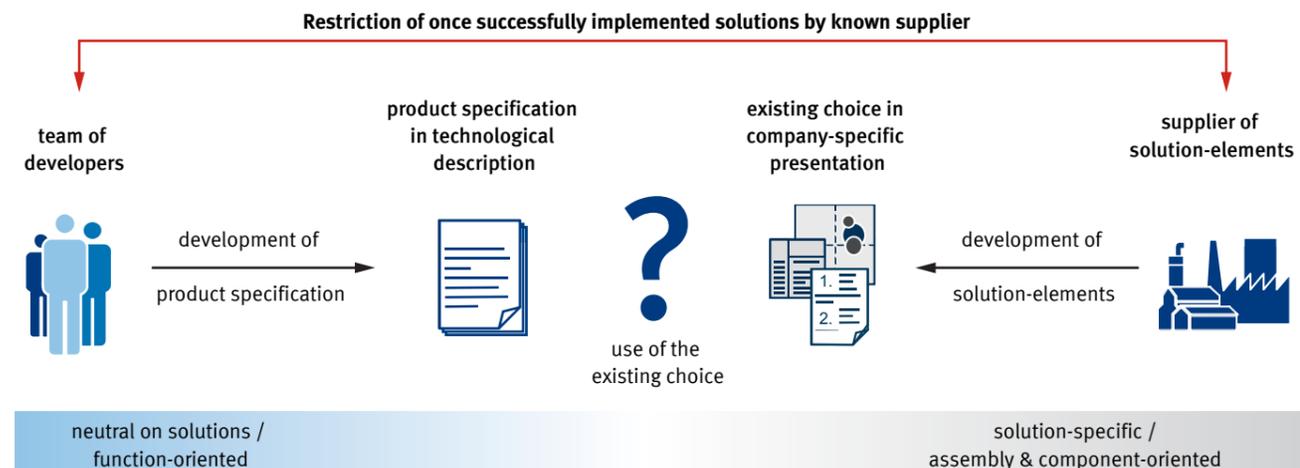
for the solution elements which refine the employed solution patterns. Solution patterns and solution elements contain simulation models which are used for the continuous simulation based analysis.

The project ENTIME is funded by the state of North Rhine-Westphalia (NRW), Germany and the EUROPEAN UNION, European Regional Development Fund, "Investing in your future". The results of the first two years show that the design technique and the perspectives offered by the Semantic Web indeed improve the development process. The project is funded with approximately 4.3 mill. euro and the Heinz Nixdorf Institute, represented by Professors J. Gausemeier, W. Schäfer and A. Trächtler, in close cooperation with nine local companies.

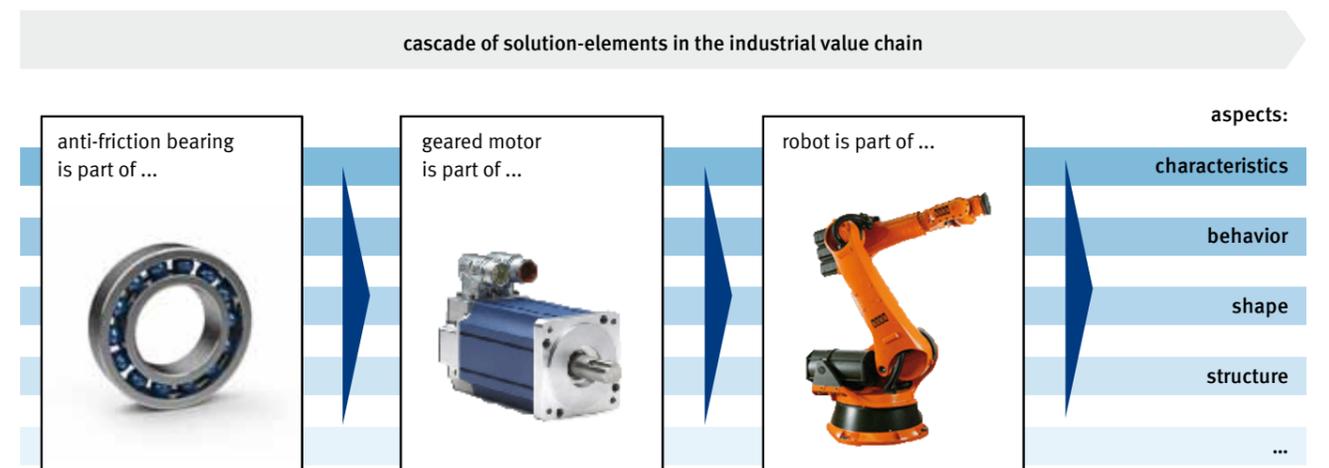
Project Partner:
Beckhoff Automation GmbH,
itemis AG
Lenze AG
Miele & Cie. KG
myview systems GmbH
Neuenkirchener Maschinenfabrik Emil Kemper GmbH
OWL Maschinenbau e. V.
UNITY AG
Wincor Nixdorf International GmbH

Contact:
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
E-mail: wilhelm@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 33 13

www.hni.uni-paderborn.de/en/priority-projects/entime/



Problematik bei der Einbindung bestehender Lösungselemente in den Entwicklungsprozess
Problem within the integration of existing solution elements in the development process



Industrienerzeugnisse beruhen auf bewährten Lösungen (Prinzip der Systemkomposition mit Lösungselementen).
Industrial products are based on proven solutions (principle of the system composition using solution elements).

Interaktive Fahrsimulation



Interaktive Fahrsimulationen sind heute bei der Entwicklung von Fahrzeugen und Fahrzeugsystemen von entscheidender Bedeutung. Der Fahrer steuert einen virtuellen Prototyp des in Entwicklung befindlichen Fahrzeugs durch eine virtuelle Umgebung. Damit wird eine frühzeitige Analyse der Systemeigenschaften möglich, noch bevor ein realer Prototyp des Fahrzeugs existiert. Durch interaktive Fahrsimulation lassen sich reproduzierbare Ergebnisse in einer sicheren Umgebung erzielen; so kann insbesondere das Zusammenspiel zwischen Fahrer und Fahrzeugsystem effektiv untersucht werden. Die Anzahl kostenintensiver realer Versuchsfahrten wird damit erheblich reduziert.

Die beste Voraussetzung für interaktive Fahrsimulationen bieten Fahrsimulatoren, die mithilfe eines Bewegungssystems ein vollständiges Fahrzeug realitätsnah bewegen können. Bereits 2009 wurde am Heinz Nixdorf Institut ein derartiger Fahrsimulator eingerichtet: Das System kann die hoch dynamischen Längs- und Querschleunigungen sowie die Nick-, Wank- und Hubbewegungen eines Fahrzeugs nachbilden. Darüber hinaus wird das Sichtfeld des Fahrers vollständig durch eine großflächige Rundprojektion abgedeckt; er taucht somit ganz in die virtuelle Umgebung ein. Die Grenze zwischen realer und virtueller Versuchsfahrt verschwimmt damit zunehmend.

Der Fahrsimulator besitzt eine offene, hybride Systemarchitektur, welche die flexible Integration verschiedenster Fahrzeuge und Fahrzeugsysteme ermöglicht. Die Fachgruppen „Produktentstehung“ sowie „Regelungstechnik und Mechatronik“ entwickeln dabei Schnittstellen, Basistechnologien sowie neue Methoden der Modellbildung,

Kontakt:

Dipl.-Inform. Sven Kreft
E-Mail: Sven.Kreft@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 90

um den effizienten Wechsel zwischen unterschiedlichen Simulationsszenarien zu ermöglichen. Auf diese Weise kann das System in kürzester Zeit von einem Simulator für Straßenfahrzeuge zu einem Simulator für Schienenfahrzeuge umgerüstet werden.

Test- und Trainingsumgebung für fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme (TRAFFIS)

Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz von Fahrzeugen werden in naher Zukunft maßgeblich durch fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme geprägt. Durch die Fusion von multimodalen Sensordaten und Kamerabildern werden Kfz zukünftig ihre Umgebung wahrnehmen und adäquate Aktionen durchführen, beispielsweise weichen sie automatisch Hindernissen aus. Derartige Systeme erhöhen die Komplexität der Fahrzeugentwicklung jedoch erheblich.

Das Projekt TRAFFIS wird vom Heinz Nixdorf Institut, vertreten durch die Professoren A. Trächtler und J. Gausemeier, in enger Kooperation mit vier Industrieunternehmen durchgeführt. Ziel ist, die Entwicklung und Erprobung fortgeschrittener Fahrerassistenzsysteme entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu verbessern und signifikant zu verkürzen. Im Kern des Vorhabens steht der Fahrsimulator: Durch neue Methoden zur effizienten Bildung virtueller Umgebungen und deren Echtzeitverarbeitung im Rahmen eines Hardware-in-the-Loop-Ansatzes soll das Verhalten moderner Fahrzeugsysteme wirklichkeitstreu nachgebildet werden. Entwickler und Endanwender werden dadurch in die Lage versetzt, die Auswirkungen derartiger Systeme in der frühen Phase zu analysieren bzw. zu erleben. Neben der zielgerichteten Produktentwicklung des Systems wird damit auch das notwendige Technologievertrauen seitens der Endanwender gefördert. Der Fahrsimulator wird in absehbarer Zeit zu einem leistungsfähigen Werkzeug, das Versuchsergebnisse bei der Forschung und industriellen Anwendung im Bereich der Fahrzeugsystementwicklung liefern wird.

Interactive Driving Simulation

Interactive driving simulations are a substantial part in the development of today's vehicles and vehicle systems. The test driver steers a virtual prototype of the vehicle under development within a virtual environment. This facilitates analysing the system's properties in the very early development phases, before a real prototype of the vehicle needs to be built. Interactive driving simulations enable reproducible test cases in a safe environment; especially the interplay between driver and system can be investigated effectively. Laborious and costly real test drives are reduced considerably.

Driving simulators with a motion platform, which are capable to move a real car realistically, provide the best conditions for interactive driving simulation. In 2009 the Heinz Nixdorf Institute established such a driving simulator: the system provides highly dynamic lateral and longitudinal forces as well as pitching, rolling and lifting. Moreover, the driver's field-of-view is entirely covered by a curved projection; this completely immerses the driver into the virtual environment. The boundary between virtual and real test drive vanishes.

The driving simulator is based on an open, hybrid system architecture that enables flexible integration of different vehicles and vehicle systems. The "Product Engineering" workgroup as well as the "Control Engineering and Mechatronics" workgroup develop interfaces, basic technologies and new methods for efficient model building in order to easily switch between completely different simulation scenarios. In a short time, the system can be modified from a simulator for road vehicles to a simulator for rail vehicles.

Test and Trainings Environment for Advanced Driver Assistance Systems (TRAFFIS)

In future, safety, comfort and energy efficiency of vehicles will be heavily influenced by Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). By fusing multiple sensor inputs and camera images, vehicles will

perceive their environment and autonomously initiate appropriate actions, for example, avoiding obstacles. Such systems, however, raise the complexity of vehicle development.

The project "Test and Trainings Environment for Advanced Driver Assistance Systems" (TRAFFIS) will be accomplished by the Heinz Nixdorf Institute, in particular Professors Ansgar Trächtler and Jürgen Gausemeier, in close cooperation with four industrial companies. The overall goal is to improve the quality and to significantly reduce the development and test time for driver assistance systems along the entire value chain. The driving simulator is central to the project: new methods for efficient building of virtual environments and their real time processing within a hardware-in-the-loop approach will simulate the behavior of modern vehicle systems in a realistic way. Developers as well as customers will be enabled to analyse or rather learn the system's behavior in the very early development phases. Besides strictly goal-oriented product development, this also supports the necessary customer's trust in technology.

In the foreseeable future, the driving simulator will be a powerful and effective tool, which will provide important evaluation results for vehicle system developers in academics and industry alike.

Contact:

Dipl.-Inform. Sven Kreft
E-mail: Sven.Kreft@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 90

Kompetenzzentrum Virtual Prototyping und Simulation



Virtual Prototyping und Simulation (VPS) ist heute fester Bestandteil des Produktentstehungsprozesses. Beim Virtual Prototyping wird ein Rechnermodell des zu entwickelnden Objekts gebildet und anschließend wie ein realer Prototyp analysiert. Auf diese Weise können schon in frühen Phasen der Produktentwicklung Fehler erkannt und verschiedene Varianten des Produkts virtuell untersucht werden, ohne dass ein realer Prototyp gebaut werden muss. Das reduziert Zeit und Kosten und erhöht die Qualität des Produkts.

Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes VPS entwickeln Fachgruppen des Heinz Nixdorf Instituts und der Universität Paderborn gemeinsam neue VPS-Methoden und -Werkzeuge. Zur Unterstützung der Forschungsaktivitäten wurde bereits 2009 am Heinz Nixdorf Institut das HD-Visualisierungszentrum eingerichtet, das in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit und Flexibilität einzigartig ist.

Das HD-Visualisierungszentrum umfasst eine hochauflösende Großprojektion mit insgesamt vier Projektionsflächen auf einer Gesamtbreite von über neun Meter. Ein Tracking-System erfasst die Bewegungen des Anwenders vor dem System, wodurch eine einfache und intuitive Navigation durch den virtuellen Raum möglich wird. Eine zentrale Mediensteuerung steuert fünf leistungsstarke PCs und 14 Hochleistungsprojektoren, welche stereoskopische Bilder mit einer Gesamtauflösung von über 2 x 20 Mio. Bildpunkten projizieren. Das HD-Visualisierungszentrum steht Anwendern aus Forschung und Praxis zur Verfügung.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ entwirft die Fachgruppe „Pro-

duktentstehung“ die hochkomplexen Entwicklungsprozesse für den Entwurf selbstoptimierender mechatronischer Systeme. Am Beispiel des RailCabs wurde der gesamte Entwicklungsprozess, zerlegt in 850 Arbeitsschritte, auf der Großprojektion visualisiert. Der Anwender navigiert intuitiv durch den komplexen Prozess und kann jederzeit Informationen zu einzelnen Arbeitsschritten abrufen. Aufgrund der hohen Auflösung und Darstellungsqualität des Projektionssystems geht selbst bei komplexen Prozessen nie die Übersicht verloren.

Die Fachgruppe „Algorithmen und Komplexität“ betreibt Grundlagenforschung für die Visualisierung massiv komplexer Datensätze und entwickelt Verfahren und Algorithmen zur Darstellung großer Datenmengen in Echtzeit. Auf der Grundlage dieser Algorithmen wurde ein interaktives Werkzeug zur stereoskopischen Visualisierung auf der Großprojektion im HD-Visualisierungszentrum entwickelt. Die hohe Auflösung und die Größe der Projektion in Kombination mit der stereoskopischen Darstellung unterstützen die Analyse der eingesetzten Verfahren und erleichtern das Verständnis der komplexen geometrischen Zusammenhänge.

Der von der Fachgruppe „Produktentstehung“ entwickelte Nachtfahrer-Simulator für das Prototyping innovativer Scheinwerfersysteme ermöglicht eine qualitativ hochwertige Simulation der Ausleuchtung des Straßenraums vor dem Fahrzeug. Das System bildet die Grundlage für die Erprobung und Analyse von Steuerungsalgorithmen für schwenkbare Scheinwerfer, welche u. a. für dynamisches Kurvenlicht oder eine adaptive Leuchtweitenregelung eingesetzt werden. So werden Blendsituationen realitätsnah wiedergegeben, um Scheinwerfer für blendfreies Fahren oder zur kollektiven Ausleuchtung des Straßenraumes einzusetzen. In Kombination mit der Großprojektion bildet der Nachtfahrer-Simulator ein leistungsfähiges Werkzeug, das aussagekräftige Resultate für die Forschung liefert.

Competence Center Virtual Prototyping and Simulation

Virtual Prototyping and Simulation (VPS) is an integral part of the product development process. In Virtual Prototyping, a computer model of the product under development is generated and subsequently tested, just like a real prototype. This way, design errors can already be detected in the early phases of the product process and alternative designs of a product can be virtually examined, without having to build a real prototype. This reduces time and costs and raises product quality.

In the context of the research focus VPS, workgroups at the Heinz Nixdorf Institute and at the University of Paderborn collectively develop new VPS-methods and tools. In support of these research activities, the high-definition (HD) visualisation center, which is unique in terms of performance and flexibility, was established at the Heinz Nixdorf Institute in 2009.

The HD visualisation center comprises a high resolution projection with a total of four screens and a total width of more than nine meters. A tracking system captures the user's motion in front of the screen, which enables an easy and intuitive navigation through the virtual space. A media control center actuates five powerful PCs and 14 high performance projectors, which project stereoscopic images with a total resolution of 2x20 million pixels. The HD visualisation center is available to users from research and industry alike.

In the context of the collaborative research center 614 "Self-Optimizing Systems of Mechanical Engineering" the "Product Engineering" workgroup design highly complex development processes involved in the design of self-optimizing mechatronic systems. Using RailCab as an example, the entire development process, broken down into 850 working steps, was visualized on the projection system. The user can now navigate through the complex process intuitively and is able to access information on single working steps at all

times. Due to the high resolution and high quality of the projection, no detail is lost.

The "Algorithms and Complexity" workgroup conducts fundamental research in the field of visualising massively complex data sets, and develops procedures and algorithms for displaying large data sets in real-time. On the basis of these algorithms, an interactive tool for stereoscopic visualisation was developed and implemented on the projection system in the HD visualisation center. The high resolution and the projection size in combination with the stereoscopic display support the analysis of the applied procedures and facilitate the comprehension of complex geometrical coherences.

The night driving simulator for prototyping innovative headlight systems, which has been developed by the "Product Engineering" workgroup, enables a high-quality simulation of the road's illumination in front of the vehicle. The system constitutes the basis for the analysis and evaluation of control algorithms for bending headlights, e.g. for dynamic adaptive headlights or adaptive leveling light. Thus, glare situations can be reproduced more realistically, for example, to apply headlights for glare-free driving or for a collective illumination of the road. In combination with the projection system, the night driving simulator constitutes a powerful tool which supplies significant results for research.

Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik



Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus stehen vor der Herausforderung, in ihren Produkten den Wandel von der Mechanik zur Mechatronik zu vollziehen. Dieser Wandel ist zwingend erforderlich, um sich weiterhin auf dem Weltmarkt zu behaupten. Es sind neue Methoden und Werkzeuge erforderlich, die eine zielgerichtete und kosteneffiziente Entwicklung und Produktion mechatronischer Systeme und Komponenten ermöglichen.

Die Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik transferiert im Rahmen von Forschungsprojekten das hierfür erforderliche Mechatronikwissen in die Unternehmen. Wesentliche Grundlage hierfür bildet die in den letzten Jahrzehnten aufgebaute Mechatronikkompetenz des Heinz Nixdorf Instituts, was nicht zuletzt durch die enge personelle Verknüpfung zum Ausdruck kommt: Die drei Professoren A. Trächtler, W. Schäfer und J. Gausemeier führen in Personalunion ihre Fachgruppen am Heinz Nixdorf Institut und die Abteilungen der Projektgruppe. Eine ideale Ergänzung hierzu stellt das umfassende produktionstechnische Know-how des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Aachen dar, das zugleich als Mutterinstitut die Einbindung der Projektgruppe in die Fraunhofer-Gesellschaft sicherstellt.

Industrieorientierte Forschung für die Produkte von morgen.

Die Projektgruppe konzentriert sich auf den Entwurf mechatronischer Systeme und die Konzeption der dafür notwendigen Produktionssysteme. Sie bietet folgende Leistungen auf drei Kompetenzfeldern an:

1) **Produktentstehung**

Im Fokus steht hier die Entwicklung innovativer mechatronischer Produktkonzeptionen mithilfe fachdisziplinübergreifender Entwicklungsmethoden und -werkzeuge. Dies umfasst auch die Produktoptimierung durch Integration von Mechanik und Elektronik

mithilfe der MID-Technologie (Molded Interconnect Devices). MID-Teile ermöglichen eine hohe Funktionsdichte auf kleinem Bauraum und eine Miniaturisierung elektromechanischer Baugruppen. Die steigende Anzahl von MID-Anwendungen belegt die Serienreife der Technologie. Dennoch werden die Nutzenpotentiale oft nicht erkannt oder ungenügend ausgeschöpft. Die Projektgruppe bietet hierzu eine systematische Identifikation sowie Bewertung von MID-Optimierungspotentialen an. Sie bildet die Grundlage für eine MID-Produktkonzeption bis hin zum vollständigen Entwurf und zur Ausarbeitung der 3D-Elektronik. Ein weiterer Schwerpunkt sind die Analyse und Optimierung von Entwicklungsprozessen für eine kosteneffiziente Entwicklung mechatronischer Produkte unter Einbeziehung von Methoden und Werkzeugen des Virtual Prototyping und der Simulation. Maßnahmen und Konzepte für den präventiven Schutz vor Produktpiraterie runden das Leistungsangebot ab.

2) **Regelungstechnik**

Moderne mechatronische Systeme werden zunehmend komplexer durch das Zusammenwirken verschiedenartiger Teilsysteme. Die Integration von Mechanik, Hydraulik, Elektronik und Regelungs- und Steuerungstechnik verlangt eine ganzheitliche domänenübergreifende Systembetrachtung und den Einsatz modellbasierter Entwicklungsmethoden. Schwerpunkte im Kompetenzfeld Regelungstechnik sind der modellbasierte Entwurf mechatronischer Systeme, die Regelung komplexer, verteilter Systeme und die Modellierung und Simulation, speziell von Echtzeitanwendungen, sowie der Aufbau von HiL-Prüfständen und Prototypen. Neben der Produktentwicklung erfolgt der Einsatz von Modellierung und Simulation auch in der Fertigungstechnik. Hier führen schwankende Werkstoffeigenschaften und veränderliche Umgebungsbedingungen zu variierender Produktqualität. Die Projektgruppe bietet hierzu eine Analyse der dynamischen Vorgänge in Fertigungsprozessen sowie

Fraunhofer Project Group "Mechatronic Systems Design"

Machine and plant engineering companies are facing the challenge of carrying out the change from mechanics to mechatronics in their products. This change is essential in order to continue to compete on the world market. New methods and tools which allow an efficient and reasonable development and production of mechatronic systems and components are necessary.

The Fraunhofer Project Group "Mechatronic Systems Design" transfers the knowledge on mechatronic design into industrial companies. Technical basis is the indepth expertise on mechatronics that has been built up during the recent decades at the Heinz Nixdorf Institute. The transfer is granted by the professors A. Trächtler, W. Schäfer and J. Gausemeier, who simultaneously lead workgroups at the Heinz Nixdorf Institute and at the Fraunhofer Project Group. The existing knowledge is well complemented by rich technical know-how of the Fraunhofer Institute of Production Technology in Aachen, which also represents the administrative link to the Fraunhofer Society in Munich.

Industry-Orientated Research for the Products of Tomorrow.

The Fraunhofer Project Group is focused on the design of mechatronic systems and the conception of the necessary production systems. In detail, it offers the following fields of competence:

1) **Product Engineering**

Here, the focus is on the development of innovative mechatronic product conceptions with the help of interdisciplinary developmental methods and tools. This also comprises product optimization through integration of mechanics and electronics with the help of MID-technology (Molded Interconnect Device). MID-parts allow high functional density in a small space and a miniaturization of electromechanical assemblies. The increasing number of

MID applications demonstrates the maturity of the technology. Nevertheless, the potential benefits are often not recognized or exploited sufficiently. The Project Group offers a systematic identification and assessment of MID-optimization opportunities. It forms the basis for a MID product conception or the complete design of 3D electronics components. Another emphasis is the analysis and optimisation of development processes for a cost-efficient development of mechatronic products including methods and tools of virtual prototyping and simulation. Measures and concepts for protecting products against product piracy complete the services offered.

2) **Control Engineering**

Modern mechatronic systems become increasingly more complex due to the combination of various subsystems. The integration of mechanics, hydraulics, electronics, and control engineering requires a holistic, domain-spanning approach and the employment of model-based developmental methods. Core themes in the competence field of control engineering are model-based design of mechatronic systems, regulation of complex, distributed systems and modeling and simulation, especially of real-time applications, as well as the construction of HiL-test-benches and prototypes. In addition to product development, modeling and simulation is also used in manufacturing technology. Here, fluctuating material properties and variable environmental conditions lead to a varying product quality. The Project Group offers a detailed analysis of the dynamic processes in manufacturing processes and an identification of the tool and material properties. This enables the development and use of adaptive and self-optimizing process control, enabling a consistent product quality and low reject rates.

eine Identifikation der Werkzeug- und Werkstoffeigenschaften an. Dies ermöglicht die Entwicklung und den Einsatz adaptiver Prozessregelungen, die sich durch eine gleichbleibende Produktqualität und geringe Ausschussraten auszeichnen.

3) Softwaretechnik

Die immer umfangreicheren Steuerungsfunktionen sowie die dynamische Vernetzung und Koordination mechatronischer Systeme in Echtzeit werden mit Software realisiert, die mit der Regelung physikalischer Prozesse zusammenspielt und eine besonders hohe Qualität aufweisen muss. Im Kompetenzfeld Softwaretechnik werden fortgeschrittene Prozesse, Methoden und Werkzeuge entwickelt, firmenspezifisch angepasst und eingeführt, die die Entwicklung hoch qualitativer Software sowohl durch modellbasierte Techniken konstruktiv unterstützen als auch analytisch durch Test, Simulation und Verifikation die korrekte Funktion systematisch überprüfen oder sogar nachweisen können. Die Projektgruppe analysiert den Softwareentwicklungsprozess von Unternehmen und erschließt Optimierungspotentiale, indem z. B. Modellierungssprachen wie SysML oder UML unternehmensspezifisch angepasst und erweitert werden. Der Einsatz so präzisierter, rechnerverarbeitbarer Modelle in den verschiedenen Schritten des Entwicklungsprozesses verbessert das Verständnis der entwickelten Software und hilft, die Komplexi-

tät zu beherrschen. Zudem werden Prozessschritte mithilfe von Modelltransformationen teilweise automatisiert und Mechanismen zur Konsistenzsicherung sowie Verfahren zur Qualitätssicherung entwickelt und integriert.

Im März 2011 nahm die Projektgruppe mit sechs Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in angemieteten Räumen der Universität Paderborn den operativen Betrieb auf. Im September 2011 erfolgte der Umzug in das neue „Forschungszentrum für Intelligente Technische Systeme“ an der Zukunftsmeile 1 in Paderborn. Der neue Standort bietet genügend Platz, um das angestrebte Wachstum in den nächsten Jahren zu realisieren. Neben Büroräumen für bis zu 50 Mitarbeiter stehen dort Rechnerräume sowie eine mehrere 100 qm große Maschinenhalle für den Aufbau und Betrieb von Versuchständen zur Verfügung. Im kommenden Jahre wird diese um ein Klimalabor ergänzt, das Tests und Analysen unter kontrollierten Umgebungsbedingungen ermöglicht.

Der Start erfolgte sehr vielversprechend: Im Dezember 2011 forschten bereits rund 20 Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen an einer Vielzahl von Forschungsprojekten mit der Industrie. Der angestrebte Umsatz von 1 Mio. Euro in 2011 wurde übertroffen. Beispielhafte Projektpartner sind die Miele & Cie. KG (Gütersloh), die Hella KG Hueck & Co (Lippstadt), aber auch kleine und mittlere Unternehmen wie die Müller Elektronik GmbH (Salzkotten) und die MLAP GmbH (Paderborn). Ein besonderes Highlight war die Begleitung und Koordinierung der Antragstellung des Spitzenclusters It's OWL der Region Ostwestfalen beim Spitzenclusterwettbewerb des Bundesforschungsministeriums. Der Spitzencluster umfasst 173 Clusterpartner mit einem Projektvolumen von über 100 Mio. Euro. Er bildet den Grundstein für viele zukünftige Projekte und stellt das Wachstum der Projektgruppe in den nächsten Jahre sicher.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Michael Grafe
E-Mail: Michael.Grafe@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 34

www.ipt.fraunhofer.de/mechatronik

3) Software Engineering

A major part of the increasing functionality of mechatronic systems, especially for their dynamic interaction and coordination in real-time, is realized by embedded software, which has to interplay with the continuous control of physical processes. Since such systems are often employed in a safety-critical context, a high quality of the software is of paramount importance. The field of competence of software engineering develops advanced processes, methods, and tools for the development of high-quality embedded software. We develop, tailor, and introduce model-based techniques, which support the engineering of high-quality software in a constructive way, and enhance them by analytical test, simulation, or formal verification techniques, which allow for systematic checks or even prove the software's correctness. We analyze a company's software development process and optimize it, by introducing tailored modeling languages based on SysML or UML. Using such precise languages with tool support in the different steps of the development process, improves the understanding for the developed software and helps to master its increasing complexity. In addition, this allows to partially automate process steps by model transformations, to integrate techniques for keeping development artefacts consistent, and to employ advanced quality assurance techniques.

The Fraunhofer Project Group started their work in March 2011 with six employees. In September 2011, the group moved into the new "Research Centre for Intelligent Technical Systems" at the Zukunfts-

meile 1 in Paderborn. The new location offers enough space to support the aspired growth during the next years. There are office rooms for up to 50 employees, computer labs as well as several hundred square meters of machine shop for running test facilities. Next year, a climate lab will be integrated for the performance of tests under controlled environmental conditions.

The starting phase has already been very promising: In December 2011 approx. 20 full-time researchers worked in a number of research projects with the industry. The target revenue of 1 million euro in 2011 was exceeded. Exemplary project partners are Miele & Cie. KG (Gütersloh) or Hella KG Hueck & Co (Lippstadt). However, also projects with small and mid-size companies like the Müller Elektronik GmbH (Salzkotten) and the MLAP GmbH (Paderborn) were performed. A highlight was the supervision and coordination of the application of the Leading-Edge-Cluster "It's OWL" of the region East-Westphalia with an overall budget of 100 million euro. It is a contribution to the Leading-Edge-Cluster competition of the Federal Ministry of Education and Research (BMBWF). The Leading-Edge-Cluster "It's OWL" forms the basis for promising future projects and builds the foundation for a substantial growth of the Fraunhofer Project Group over the next years.

Contact:

Dipl.-Ing. Michael Grafe
E-mail: Michael.Grafe@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 34

www.ipt.fraunhofer.de/en/Competencies/Mechatronicsystemsdesign



Leistungsangebot: Integration von Mechanik und Elektronik durch MID
Service-offer: Integration of mechanics and electronics within MID



Leistungsangebot: Präventiver Schutz vor Produktpiraterie
Service-offer: Preventive protection against product piracy



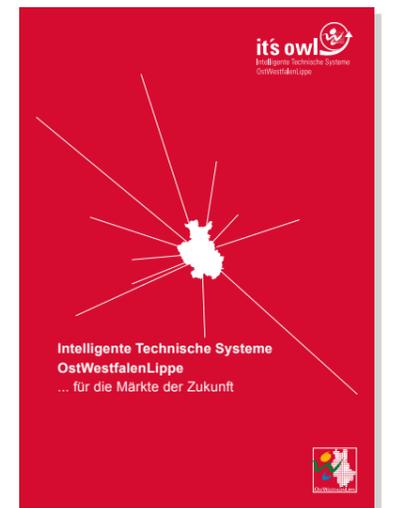
Leistungsangebot: Intelligent geregelte Fertigungsmaschinen
Service-offer: Intelligent regulated manufacturing machines



Leistungsangebot: Modellbildung, Simulation und Virtualisierung
Service-offer: Model-based simulation and virtualization



Leistungsangebot: Durchgängiger, modellbasierter Softwareentwicklungsprozess
Service-offer: Seamless Model-based Software Development Process



Cover Antrag Spitzencluster It's OWL: Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe
Cover proposal leading-edge-cluster "It's OWL"

Fünf erfolgreiche Internetportale



Auf dem Weg zu den Produkten von morgen kommt es darauf an, die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zu haben und adäquate Instrumente zur Planung und Entwicklung der Produkte einzusetzen. Es herrscht kein Mangel an Informationen und Instrumenten, um innovative Produkte hervorzubringen. Es mangelt insbesondere in den vorwiegend mittelständisch geprägten Unternehmen an Wissen über die Möglichkeiten, neue Produkte schnell und sicher zu entwickeln und in den Markt zu bringen. Um hier Abhilfe zu schaffen, betreiben wir zusammen mit Partnern fünf Fachportale:

- **conimit.de** mit Informationen zum Thema Produktpiraterie und Schutzmaßnahmen gegen den Nachbau von Produkten (Projektträger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) PTKA)
- **innovations-wissen.de** für die strategische Produkt- und Technologieplanung
- **owl-supplychain.de** mit praxiserprobten Konzepten und wissenschaftlich fundierten Ansätzen zum Thema Supply Chain Management
- **transmechatronic.de** – die Mechatronic-Community online: Projekte, Veröffentlichungen, BestPractices, mit Wissenswertem zum Gebiet Mechatronik (Projektträger: Forschungszentrum Karlsruhe PTKA)
- **viprosim.de** mit Informationen zum Thema Virtual Prototyping und Simulation (Projektträger: NRW.Bank)

Die Funktionalität dieser Fachportale gliedert sich in die Bereiche:

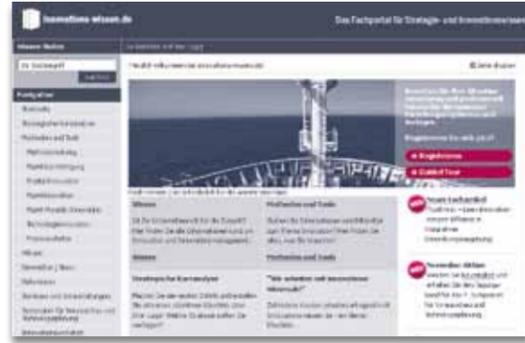
- **Informieren rund um das jeweilige Thema:** Studien, Ratgeber, Fachartikel, Bücher, Aufsätze, Konferenzbeiträge, Newsletter, Veranstaltungen u. v. m.
- **Ermitteln des Handlungsbedarfs:** In welchen Handlungsfeldern hat ein Unternehmen Defizite im Branchenvergleich?
- **Bereitstellen von Handlungsleitfäden:** Mit welchen Aktivitäten kann ein Unternehmen die identifizierten Schwachstellen beseitigen oder sogar eine Spitzenposition einnehmen?
- **Nennen der geeigneten Methoden und Werkzeuge** zur effizienten Bearbeitung der Aktivitäten: Checklisten, Präsentationen, Excel-Tabellen, Arbeitsblätter u. v. m.
- **Herstellen von qualifizierten Kontakten** zwischen Nachfragern und Anbietern entsprechender Dienstleistungen: Vermittlung von ausgewiesenen Experten, die mit Fachwissen und Methodenkompetenz bei der Erreichung der Ziele unterstützen.

On the way to tomorrow's products it is essential to have the right information at the right time and to employ adequate instruments for the planning and development of products. There is neither a shortage of information, nor of instruments, for a creation of innovative products. Especially in the predominately mid-sized companies, there is a lack of knowledge on the possibilities of quickly and safely developing a new product and putting it out on the market. To produce relief here, we collectively operate five professional portals with our partners:

- **conimit.de** provides information on product piracy and precaution against reverse engineering of products (project carrier: Karlsruhe Institute of Technology (KIT) PTKA)
- **innovations-wissen.de** for strategic product and technology planning
- **owl-supplychain.de** with field-tested concepts and scientifically established approaches to supply chain management
- **transmechatronic.de** the Mechatronic-Community online: Projects, Publications, BestPractices, is a communication platform for the transfer of state-of-the-art science and technology in mechatronics (project carrier: research center Karlsruhe PTKA)
- **viprosim.de** with information on the topic of virtual prototyping and simulation (project carrier: NRW.Bank)

The functionality of these professional portals is divided into the following areas:

- **Information on the specific topic:** Studies, guidebooks, professional articles, books, essays, conference talks, newsletter, events and much more.
- **Ascertaining the demand for action:** In which action field does a company have deficits in cross-sectorial comparison?
- **Providing guidelines:** Which activities can a company eliminate identified weak points with or even take up a pole-position?
- **Naming of appropriate methods and instruments** for an efficient conduction of activities: checklists, presentations, spreadsheets and much more.
- **Establishment of qualified contacts** between providers and consumers of respective services: transfer of designated experts, who support achieving the goals with expert knowledge and methodological competence.



www.conimit.de

Die Projekte der BMBF-Forschungsoffensive „Innovationen gegen Produktpiraterie“ haben Maßnahmen für einen wirksamen Schutz produzierender Unternehmen vor Produktpiraterie entwickelt. Als Begleitmaßnahme unterstützt Conimit den Transfer der Forschungsergebnisse in die nicht geförderte Industrie. Conimit hat ein Expertennetzwerk aufgebaut, das Unternehmen bei der Realisierung von individuellen Schutzkonzeptionen unterstützt. Die Plattform bietet hierzu u. a. eine Bedarfsanalyse und eine Datenbank mit Schutzmaßnahmen und Experten.

www.innovations-wissen.de

Mehr denn je kommt es insbesondere in den Unternehmen des Maschinenbaus und verwandter Branchen auf Strategiekompetenz an. Es fehlen Informationen über die geeigneten Methoden und Werkzeuge sowie deren Anwendung. Hier hilft das Fachportal www.innovations-wissen.de weiter; es liefert dem Praktiker Informationen und konkrete Hilfe wie z. B. Excel- und Powerpoint-Vorlagen, Checklisten, Fallbeispiele sowie Anwendungsleitfäden für die strategische Planung der Produkte und Produktionssysteme für die Märkte von morgen.

www.owl-supplychain.de

Unter dem Motto „Von Erfolgreichen lernen“ werden im Fachportal www.owl-supplychain.de sowohl praxiserprobte Konzepte von Best-Practice-Partnern als auch in Verbundprojekten mit der Wissenschaft entwickelte Ansätze für das Supply Chain Management bereitgestellt. Das Portal ermöglicht es Unternehmen, sich eigenständig über Methoden zur Optimierung ihrer Abläufe zu informieren sowie Kontakt zu entsprechend kompetenten Beratern des jeweiligen Bedarfes aufzunehmen.

www.transmechatronic.de

Mit dem Fachportal www.transmechatronic.de geht die Mechatronic-Community online. Als Kommunikationsplattform im Sinne des Web 2.0 ermöglicht es die leichte Vernetzung von Wissenschaftlern und industriellen Anwendern und unterstützt somit den effizienten Transfer von Forschungswissen in die Anwendung. TransMechatronic informiert grundlegend über Mechatronik, Produktentstehung und Systems Engineering: Mit hochwertigen Fachbeiträgen, Best-Practice-Beschreibungen und ausführlichen Projektdarstellungen bleiben Unternehmen immer auf dem Stand der Technik.

www.viprosim.de

Virtual Prototyping and Simulation (VPS) bedeutet, digitale Modelle von in Entwicklung befindlichen Produkten zu bilden und zu analysieren. Dies verkürzt den Produktentstehungsprozess und steigert die Qualität der Erzeugnisse. Das Fachportal zeigt Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von VPS auf. Entscheidern und Experten aus Industrie und Wissenschaft wird eine Wissens- und Kontaktvermittlung zur Verfügung gestellt. So wird Wissen in die Industrie transferiert und eine Leistungssteigerung in der Produktentwicklung gefördert.

www.conimit.de

The research projects of the BMBF announcement “Innovations against product counterfeiting” have developed effective protection measures against counterfeiting for production companies. As an accompanying measure, Conimit supports the transfer of research results into the industry. To this, the platform www.conimit.de offers a demand analysis and a database with protection concepts and experts in the field.

www.innovations-wissen.de

More than ever, it is very important to show competence in strategy, especially to companies of the mechanical engineering sector and similar branches. There is a lack of information on methods, tools and their usage. Help is given by the platform www.innovations-wissen.de; it offers information and precise help to experts in order to support strategic planning concepts of products and production systems for the markets of tomorrow.

www.owl-supplychain.de

Under the motto “Learn from Successes” the expert’s platform www.owl-supplychain.de provides field-tested concepts of best practice partners as well as from cooperative projects developed with science partners for the Supply Chain Management. The portal enables companies to independently gather information on methods for the optimization of their operational sequences as well as building up contacts to related consultants in the field of interest.

www.transmechatronic.de

The platform www.transmechatronic.de serves the transfer of research results from mechatronics into industrial practice. It informs about mechatronics and current research projects. Currently, Trans-Mechatronic is being developed into a communication platform in the sense of web 2.0: High-quality essays and further literature recommendations, best practice descriptions and individualized digital business cards enable scientists and users from industry for an efficient transfer of research results.

www.viprosim.de

Virtual Prototyping and Simulation (VPS) means designing and analyzing digital models of products in development. It reduces the product engineering process and increases product quality. The platform unfolds benefits and possible applications of VPS, which provides information to decision makers and experts from industry and science. VPS-knowledge is transferred into industry and performance of product development is improved.

Internationalität

Wir kooperieren mit 19 ausländischen Partnern.
We cooperate with 19 partners from abroad.

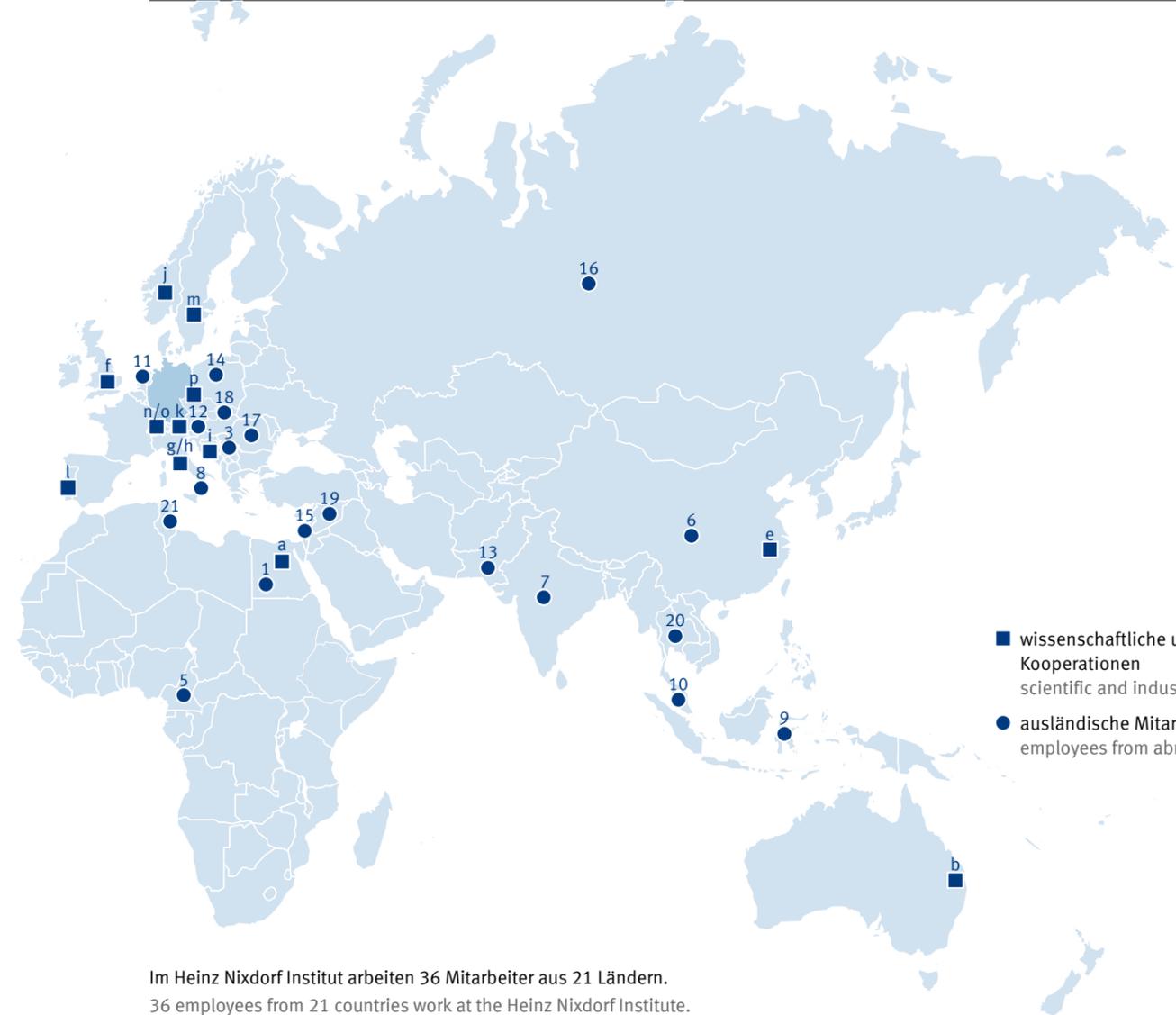
- Ägypten Egypt
a | Information Technology Institute Cairo
(Eng. Heba Saleh, Samia Moussa)
- Australien Australia
b | Queensland University of Technology (Prof. J. Sitte)
- Brasilien Brazil
c | Federal University of Rio Grande do Sul Porto Alegre
(Prof. F. Rech Wagner, Prof. C. E. Pereira)
d | Universidade Federal de Santa Catarina Florianopolis
(Prof. A. A. Fröhlich)
- China China
e | Jiao Tong University Shanghai (Prof. D. Ma)
- England England
f | Imperial College London (Prof. W. Luk)
- Italien Italy
g | Politecnico di Milano (Prof. M. D. Santambrogio)
h | Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e
Informazione, (Prof. R. Mirandola)
- Kroatien Croatia
i | University Zagreb (Prof. M. Zagar)
- Norwegen Norway
j | University Oslo (Prof. S. Aunet)
- Österreich Austria
k | Vienna University of Technology (Prof. W. Sihm)
- Portugal Portugal
l | Institute for Systems and Computer Engineering of Porto
(Prof. J. Mendonça)
- Schweden Sweden
m | Mälardalen University (Prof. I. Crnkovic, Prof. S. Punnekkat)
- Schweiz Switzerland
n | University of Lugano (Prof. M. Pezze)
o | ETH Zurich (Prof. K. Wegener)
- Tschechien Czech Republic
p | Charles University Prague (Prof. F. Plasil)
- USA USA
q | Center for Embedded Computer Systems UC Irvine (Prof. D. Gajski)
r | Georgia Institute of Technology Atlanta (Prof. M. J. Harrold)
s | University of Massachusetts (Prof. L. Osterweil)



Internationality

Im Heinz Nixdorf Institut arbeiten 36 Mitarbeiter aus 21 Ländern.
36 employees from 21 countries work at the Heinz Nixdorf Institute.

- 1 | Ägypten Egypt
- 2 | Bolivien Bolivia
- 3 | Bosnien Bosnia
- 4 | Brasilien Brazil
- 5 | Kamerun Cameroon
- 6 | China China
- 7 | Indien India
- 8 | Italien Italy
- 9 | Indonesien Indonesia
- 10 | Malaysia Malaysia
- 11 | Niederlande Netherlands
- 12 | Österreich Austria
- 13 | Pakistan Pakistan
- 14 | Polen Poland
- 15 | Palästina Palestine
- 16 | Russland Russia
- 17 | Rumänien Romania
- 18 | Slowakei Slovakia
- 19 | Syrien Syria
- 20 | Thailand Thailand
- 21 | Tunesien Tunisia



■ wissenschaftliche und industrielle Kooperationen
scientific and industry cooperations
● ausländische Mitarbeiter
employees from abroad

Engagement in der Nachwuchsförderung

Das Heinz Nixdorf Institut engagiert sich intensiv in der Lehre und Ausbildung von Studierenden und Doktoranden sowie Doktorandinnen mit dem Ziel, ihnen die erforderliche Voraussetzung für die Gestaltung der Zukunft zu vermitteln. Das besondere Merkmal des Heinz Nixdorf Instituts ist das enge Zusammenwirken von Informatik, Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften, wobei auch Aspekte der Sozial- und Kulturwissenschaften mit einfließen. 2011 haben 49 Studierende bei uns die Diplomarbeit erstellt; 37 Studierende haben ihre Masterarbeit bei uns geschrieben. 14 besonders begabte Absolventinnen und Absolventen promovierten in diesem Jahr bei uns.

Das Engagement in der Nachwuchsförderung kommt insbesondere auch durch das Graduiertenkolleg und die maßgebende Beteiligung des Heinz Nixdorf Instituts an der ersten International Graduate School der Universität Paderborn zum Ausdruck.

International Graduate School

Die im Herbst 2001 gegründete International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“ ist eine von mittlerweile 17 vom Land Nordrhein-Westfalen geförderten Einrichtungen zur Förderung von Spitzennachwuchs. Hoch qualifizierte Absolventen/innen können im Rahmen eines Promotionsstudiengangs innerhalb von drei Jahren zielgerichtet promovieren. Im Rahmen dieses NRW-Programms ist die International Graduate School die einzige Einrichtung im Bereich der anwendungsorientierten Informatik. Interdisziplinarität, Internationalität und Exzellenz sind die Markenzeichen der von Prof. W. Schäfer wissenschaftlich geleiteten Institution. Forschungsschwerpunkt der englischsprachigen Einrichtung ist die Weiterentwicklung dynamisch vernetzter Systeme. Solche Systeme sind gekennzeichnet durch den Austausch bzw. die Modifikation von Software und Hardware während ihrer Betriebsphase. In den Projekten werden Lösungen für ihre ausfallsichere Realisierung erarbeitet. Professoren aus dem Heinz Nixdorf Institut und weitere zwölf Professoren der Universität Paderborn betreuten im Berichtsjahr insgesamt 51 Studierende aus elf Ländern, darunter 25 aus dem Heinz Nixdorf Institut. Bisher wurden über 70 Promotionen erfolgreich abgeschlossen, fünf davon in 2011. Eine Evaluation des Internationalen Promotionsprogramms (IPP) vom Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) ergab, dass die Graduate School Best Practice in den Bereichen Interdisziplinarität, Unternehmenskooperation und Verstetigung ist. Kooperationspartner sind zurzeit die Benteler AG, Daimler AG, Knorr-Bremse GmbH, Orconomy GmbH und TRW Automotive GmbH.

Vorbereitung auf eine Hochschulkarriere

Im Heinz Nixdorf Institut fördern wir nachdrücklich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die eine Hochschulkarriere anstreben. 28 unserer Absolventen haben bereits Professuren. Zurzeit arbeiten bei uns zwei Juniorprofessoren und vier Habilitanden:

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker ist Juniorprofessor in der Fachgruppe „Softwaretechnik“ (Prof. W. Schäfer). In Forschung und Lehre beschäftigt er sich mit der quantitativen Bewertung komponenten- oder dienstbasierter Softwarearchitekturen. Diese werden zur Auswertung insbesondere mit modellgetriebenen Techniken in formale Analysemodelle (Markovketten, Warteschlangennetze o. A.) übersetzt.

Dr.-Ing. Jan Berssenbrügge ist Habilitand in der Fachgruppe „Produktentstehung“ (Prof. J. Gausemeier). Er promovierte am Heinz Nixdorf Institut mit dem Thema „Virtual Nightdrive – Ein Verfahren zur Darstellung der komplexen Lichtverteilungen moderner Scheinwerfersysteme im Rahmen einer virtuellen Nachtfahrt“. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen Methoden und Konzepte zur Visualisierung und Simulation von Produkteigenschaften für den Bereich Virtual Prototyping.

Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Patrick Briest ist Juniorprofessor in der Fachgruppe „Algorithmen und Komplexität“ (Prof. F. Meyer auf der Heide). In Forschung und Lehre beschäftigt er sich mit algorithmischen Aspekten großer verteilter Systeme – wie etwa dem Internet –, in denen autonome Methoden aus der mathematischen Spieltheorie zur Analyse eingesetzt werden.

Dr. rer. pol. Christoph Laroque ist Habilitand in der Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“ (Prof. W. Dangelmaier). Die digitale Planung, kontinuierliche Entwicklung und aufgabenspezifische Steuerung von Produktions- und Logistikprozessen sind Kern seiner Lehr- und Forschungsaktivitäten. Methodisch bildet der integrierte Einsatz und die Weiterentwicklung der diskreten, ereignisgesteuerten Materialflusssimulation einen Fokus innerhalb der genannten Anwendungsfelder. Zweites Standbein sind Verfahren zur ressourceneffizienten und nachhaltigen Ablauforganisation und -steuerung („Lean & Green“).

Dr.-Ing. Rafael Radkowski ist Habilitand in der Fachgruppe „Produktentstehung“ (Prof. J. Gausemeier). Das Thema seiner Habilitation ist Augmented Reality in der Produktentwicklung. In seiner Forschung untersucht er neue Methoden und Systeme zur Analyse und Bewertung komplexer technischer Systeme mit der Technologie Augmented Reality. Das Habilitationsverfahren wurde im September 2011 von der Fakultät für Maschinenbau eröffnet und wird voraussichtlich nächstes Jahr abgeschlossen sein.

Commitment to Support Young Researchers

The Heinz Nixdorf Institute is intensively committed to the training and education of students and graduates with the aim of giving them what they need to shape the future. A very special feature of the Heinz Nixdorf Institute is the close interaction between information science, natural science, engineering science and economics as well as aspects of social and cultural sciences. In 2011, 49 students received their diploma at the Heinz Nixdorf Institute; 37 students finished their master thesis. 14 particularly talented graduates took their PhD.

Our dedication to promoting a new generation of researchers is expressed, in particular, in the graduate college and leading involvement of the Heinz Nixdorf Institute in the first International Graduate School at the University of Paderborn.

International Graduate School

The International Graduate School “Dynamic Intelligent Systems”, which was founded in autumn 2001, is one of 17 institutions supported by the state of North Rhine Westphalia to promote top young specialists. Highly qualified graduates can study strategically for their doctorate with a three-year period in the framework of a course of doctorate studies, motivated by intensive support. In the framework of this NRW-program, the International Graduate School is the only institution in the area of application-oriented IT. An interdisciplinary approach, internationality and excellence are the trademarks of the institution, managed scientifically by Prof. W. Schäfer. Research at the English-speaking institution focuses on the enhanced development of dynamically linked systems. Such systems are characterized by the replacement or modification of software and hardware during their operational phase. Solutions for a fail-proof realization are developed within the projects. Professors from Heinz Nixdorf Institute and twelve additional professors from the University of Paderborn have been coaching 51 students from eleven countries in the year under review, among them 25 students from the Heinz Nixdorf Institute. More than 70 doctoral candidates finished their PhD successfully, five of them in 2011. An evaluation of the International PhD Program of the German Academic Exchange Service and the German Research Foundation (DFG) shows that the Graduate School is Best Practice for the participants in the fields of multi-disciplinarity, business cooperation and in creating a long-term awareness. Currently the following institutions cooperate with the Graduate School: Benteler AG, Daimler AG, Knorr-Bremse GmbH, Orconomy GmbH and TRW Automotive GmbH.

Preparation for an academic career

The Heinz Nixdorf Institute is explicitly interested in supporting employees who aim for an academic career. 28 of our graduates already passed their PhD. Currently, there are two junior professors and four assistant professors working at the Heinz Nixdorf Institute.

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker is junior professor in the “Software Engineering” workgroup headed by Prof. W. Schäfer. In his research and teaching activities, he deals with quantitative quality analyses of component-based or service-oriented software architectures. His approach uses model-transformation technologies to generate formal analysis models.

Dr.-Ing. Jan Berssenbrügge is assistant professor in the “Product Engineering” workgroup (Prof. J. Gausemeier). He passed his PhD with the thesis: “Virtual Night Drive – A process to demonstrate the complex distribution of headlights during a night drive”. His research focuses on methods and concepts to visualize and simulate product features in the field of Virtual Prototyping.

Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Patrick Briest is a junior professor in the “Algorithms and Complexity” workgroup (Prof. F. Meyer auf der Heide). Within the fields of teaching and researching he focuses on algorithmic aspects of large distributed systems – such as the Internet – in which autonomous methods of mathematical game theory are adopted.

Dr. rer. pol. Christoph Laroque is assistant professor in the “Business Computing, especially CIM” workgroup of Prof. W. Dangelmaier. The digital planning, continuous development and task-specific controlling of production and logistics processes are the main focus in his teaching and research activities. Concerning methodology, the integrated use and the advancement of discrete, process-controlled material flow simulation form the main aspects within these fields of application. Additionally, he works on methods in order to organize and control resource efficient and sustainable processes (“Lean & Green”).

Dr.-Ing. Rafael Radkowski is working on his postdoctoral lecturer qualification in the “Product Engineering” workgroup (Prof. J. Gausemeier). The topic of his research work is “Augmented Reality in Product Development”. Within his research, Dr. Radkowski has developed new methods and systems for the analysis and validation of complex physical systems using the Augmented Reality technology. The Faculty of Mechanical Engineering has initiated the postdoctoral qualification proceeding in September 2011. It will probably be completed within the next year.

Berufsausbildung am Heinz Nixdorf Institut

Das Heinz Nixdorf Institut hat die Kompetenz und die Infrastruktur, jungen Menschen eine Berufsausbildung zu ermöglichen. Wir engagieren uns hier seit Jahren; wir bilden Fachinformatiker/innen Fachrichtung Systemintegration und Elektroniker/Innen für Geräte und Systeme aus. Im Moment werden sieben Auszubildende auf ihr Berufsleben vorbereitet. Jedes Jahr nehmen wir in der Regel drei Auszubildende auf.

Fachinformatiker, Fachrichtung Systemintegration

Fachinformatiker/innen beherrschen technische und kaufmännische Grundlagen gleichermaßen. Sie setzen die fachlichen Anforderungen und Bedürfnisse der Benutzer in Hard- und Software um. Außerdem stehen sie für fachliche Beratung und Betreuung der Benutzer zur Verfügung. Der Alltag unserer Auszubildenden umfasst zum Beispiel das Konzipieren und Realisieren von Informations- und Kommunikationslösungen nach den gegebenen Anforderungen. Hierfür vernetzen sie Hard- und Softwarekomponenten zu komplexen Systemen. Nach ihrer Ausbildung arbeiten sie in Unternehmen unterschiedlicher Wirtschaftsbereiche, v. a. aber in der IT-Branche. Die Berufsausbildung dauert drei Jahre und schließt mit einer Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer (IHK) ab.

Elektroniker für Geräte und Systeme

Elektroniker/innen für Geräte und Systeme fertigen Komponenten und Geräte, z. B. für die Informations- und Kommunikationstechnik. Sie nehmen Systeme und Geräte in Betrieb und halten sie instand. Aber auch IT-Kompetenzen, wie das Installieren und Konfigurieren von IT-Systemen oder der Einsatz entsprechender Software, werden in diesem Beruf gefordert. Im Berufsleben arbeiten sie in der Fertigung, in der Prüfung und Qualitätssicherung, in der Reparatur und Wartung, unter Umständen auch in Entwicklungsabteilungen. Die Berufsausbildung dauert drei-

einhalb Jahre und schließt mit einer Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer ab.

Seit unserem Engagement in diesem Bereich haben bei uns 22 junge Menschen eine Berufsausbildung erfolgreich abgeschlossen:

Elektroniker für Geräte und Systeme:

- Kevin Mika

Informatikkauffrau:

- Alexandra Held

Fachinformatiker/innen – Fachrichtung Systemintegration:

- Michael Appel
- Daniel Beyer
- Marco Fuhrmann
- Dennis Kierdorff
- Simon Knoblauch
- Anne-Katrin Künsting
- Sebastian Langenhorst
- Daniel Meier
- Florian Müller
- Melanie Nettusch
- Stefan Ortner
- Urszula Pisarska
- Daniela Richardson
- Pascal Schaefer
- Simon Stork
- Yves-Andre Thiel
- Alexandra Thumann
- Christian Tolksdorf
- Nick Wherrett
- Christoph Zirmsak

Apprenticeship at Heinz Nixdorf Institute

The Heinz Nixdorf Institute has the competence and the infrastructure to offer young people professional training. We have been committing ourselves to this form of training for years. We train specialized computer scientists in the area system integration and electronics engineers in the area devices and systems. Currently, there are seven trainees being prepared for their career. Usually, there are three young people that start their apprenticeship each year.

The career profile of the specialized computer scientist, subject area system integration

Specialized computer scientists master both technical and commercial challenges. They convert the requirements and demands of the users into hard and software. In addition to that, they are available for customers and users for professional advice and technical support. Our trainees' daily routines comprise, for example, the conception and realisation of information and communication solutions, according to the given request. They network hard and software components to complex systems for this. After their training, they work in companies with different industry backgrounds, especially in the IT sector. The professional training takes three years and ends with an examination at the Chamber of Commerce and Industry (IHK).

The career profile of the electronics engineer for devices and systems

Electronics engineer for devices and systems produce components and devices, e.g. for the information technology or communication technology. They put the systems and devices into operation, and they also maintain them. IT competences, such as installing and configuring IT systems or the application of appropriate software, are expected in this occupation. In their professional career they work in the fields of manufacturing, testing as well as in quality control,

maintaining and repairing or even in the development area. This training takes 3,5 years and ends with an examination at the Chamber of Commerce and Industry (IHK).

Since we became involved in this scope of training, 22 young people have completed their apprenticeship:

Electronics engineer for devices and systems:

- Kevin Mika

Information technology officer:

- Alexandra Held

Computer scientist, subject area system integration:

- Michael Appel
- Daniel Beyer
- Marco Fuhrmann
- Dennis Kierdorff
- Simon Knoblauch
- Anne-Katrin Künsting
- Sebastian Langenhorst
- Daniel Meier
- Florian Müller
- Melanie Nettusch
- Stefan Ortner
- Urszula Pisarska
- Daniela Richardson
- Pascal Schaefer
- Simon Stork
- Yves-Andre Thiel
- Alexandra Thumann
- Christian Tolksdorf
- Nick Wherrett
- Christoph Zirmsak

»» Fachinformatiker konzipieren und realisieren komplexe EDV-Systeme und passen diese benutzergerecht an. ««

»» Computer scientists design and realise complex computer systems and adapt it to the user. ««

Was ist aus unseren Absolventinnen und Absolventen geworden?

1.

Dr. Bernd Eßmann

Unternehmen: e-Spirit AG

Bernd Eßmann ist Projektleiter beim Dortmunder Hersteller von FirstSpirit, einem führenden Content Management System für komplexe Integrations-szenarien. Neben der Projektleitung berät er Kunden und Partner bei der Umsetzung von FirstSpirit-Projekten.

Promotion 2006 bei Prof. Keil

2.

Dr. rer. nat. Joel Greenyer

Universität: Dependable Evolvable Pervasive Software Engineering (DEEP-SE) Politecnico di Milano

Joel Greenyer arbeitet als Postdoc in der Gruppe Dependable Evolvable Pervasive Software Engineering (DEEP-SE). Dort treibt er die Forschung zum szenario-basierten Entwurf dynamischer Systeme im Projekt „Self-managed Situational Computing“ voran

Promotion 2011 bei Prof. Schäfer

3.

Prof. Dr. Christian Sohler

Universität: Technische Universität Dortmund

Christian Sohler ist Professor für Komplexitätstheorie und effiziente Algorithmen an der Technischen Universität Dortmund. Seine Hauptforschungsrichtung ist die Entwicklung und Analyse von Algorithmen für sehr große Datenmengen. Insbesondere konzentriert er sich auf die Analyse von zufälligen (adaptiven) Stichproben und Algorithmen für sehr große Datenmengen, die als Datenströme erscheinen.

Promotion 2002 bei Prof. Meyer auf der Heide

4.

Prof. Dr.-Ing. Ulf Witkowski

Universität: Fachhochschule Südwestfalen

Ulf Witkowski vertritt das Fachgebiet Schaltungstechnik/Industrieelektronik an der Fachhochschule Südwestfalen. Seine Forschungsschwerpunkte sind u. a. eingebettete Systeme, energieeffiziente Schaltungstechnik und Sensornetze.

Promotion 2003 bei Prof. Rückert

5.

Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Unternehmen: Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik

Roman Dumitrescu ist Abteilungsleiter in der Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik in Paderborn. Er verantwortet das Kompetenzfeld Produktentstehung mit den Forschungsbereichen Systems Engineering für mechatronische Systeme und Molded Interconnect Devices.

Promotion 2010 bei Prof. Gausemeier

6.

Dr.-Ing. Dipl.-Math. Erika Schäfer

Unternehmen: MTU Friedrichshafen GmbH

Frau Schäfer ist in der Vorentwicklung eines weltweit führenden Herstellers schnelllaufender Großdiesel- und Gasmotoren sowie kompletter Antriebssysteme tätig und befasst sich mit der Entwicklung und Bewertung von Technologien für zukünftige Baumuster und Baureihen.

Promotion 2009 bei Prof. Trächtler



1.



2.



3.



4.



5.



6.

Our Graduates' Careers

1.

Dr. Bernd Eßmann

Company: e-Spirit AG

Bernd Eßmann is project manager for the Dortmund-based manufacturer of FirstSpirit, a leading content management system for complex integration scenarios. Beside project management he advises clients and partners implementing FirstSpirit projects.

Graduation in 2006 with Prof. Keil

2.

Dr. rer. nat. Joel Greenyer

University: Dependable Evolvable Pervasive Software Engineering (DEEP-SE) Politecnico di Milano

Joel Greenyer works as a Postdoc in the Dependable Evolvable Pervasive Software Engineering (DEEP-SE) group. He drives research on the scenario-based design of dynamic systems in the context of the project "Self-managed Situational Computing".

Graduation in 2011 with Prof. Schäfer

3.

Prof. Dr. Christian Sohler

University: TU Dortmund University

Christian Sohler is associate professor for complexity theory and efficient algorithms at the TU Dortmund University. His main research area is the development and analysis of algorithms for massive data sets. In particular, he focuses on the analysis of random (adaptive) sampling and algorithms for massive data sets that appear in the form of a data stream.

Graduation in 2002 with Prof. Meyer auf der Heide

4.

Prof. Dr.-Ing. Ulf Witkowski

University: South Westphalia University of Applied Science

Ulf Witkowski represents the research group Circuit Technology and Industrial Electronics at the South Westphalia University of Applied Science. His research areas are embedded systems, energy efficient circuit technology and sensor networks.

Graduation in 2003 with Prof. Rückert

5.

Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

Company: Fraunhofer Project Group "Mechatronic Systems Design"

Roman Dumitrescu is Head of Department within the Fraunhofer Project Group "Mechatronic Systems Design". He is responsible for the field of competence product engineering including the research areas systems engineering for mechatronic systems and molded interconnect devices.

Graduation in 2010 with Prof. Gausemeier

6.

Dr.-Ing. Dipl.-Math. Erika Schäfer

Company: MTU Friedrichshafen GmbH

Erika Schäfer, member of the predevelopment department of a leading manufacturer of fast, high-power diesel and gas engines as well as of complete drive systems, is working on the development and evaluation of technologies for future designs and model ranges.

Graduation in 2009 with Prof. Trächtler

Portraits der Fachgruppen



Prof. Dr. math. F. Meyer auf der Heide, Dr.-Ing. M. Pormann, Prof. Dr.-Ing. habil. A. Trächtler, Prof. Dr.-Ing. habil. W. Dangelmaier, Prof. Dr. rer. nat. F. J. Rammig, Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier, Prof. Dr.-Ing. R. Keil (v.l.n.r.)

Fachgruppen des Instituts

Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM

In Deutschland auch morgen wirtschaftlich produzieren

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Produktentstehung

Erfolgspotentiale der Zukunft erkennen und erschließen

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Kontextuelle Informatik

Technik für Menschen gestalten

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Algorithmen und Komplexität

Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme +
Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Schaltungstechnik

Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie und Herausforderung

Dr.-Ing. Mario Pormann

Entwurf Paralleler Systeme

Verteilte Eingebettete Realzeitsysteme werden beherrschbar

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Regelungstechnik und Mechatronik

Modellbasierter Entwurf, Regelung und Optimierung
intelligenter mechatronischer Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Assoziierte Fachgruppen

Softwaretechnik

Prozesse, Methoden, Techniken und Werkzeuge für den
Software-Lebenszyklus

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

Nachdenken über Wissenschaft und Technik

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Workgroup Portraits

Workgroups of the Institute

Business Computing, especially CIM

Producing Economically in Germany Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Product Engineering

Recognizing and Exploiting Success Potentials of Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Contextual Informatics

Designing Technology for People

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Algorithms and Complexity

High Performance = Innovative Computer Systems +
Efficient Algorithms

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

System and Circuit Technology

Microelectronics – Key Technology and Challenge

Dr.-Ing. Mario Pormann

Design of Distributed Embedded Systems

Distributed Embedded Real-Time Systems Become Manageable

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Control Engineering and Mechatronics

Model-based Design and Optimisation of Intelligent
Mechatronic Systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Associated Workgroups

Software Engineering

Processes, Methods, Techniques and Tools for the
Software Life Cycle

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

Philosophy of Science and Technology

Reflection on Science and Technology

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

In Deutschland auch morgen wirtschaftlich produzieren

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Deutschland kann nicht nur von Dienstleistungen leben. Wir wollen die Wettbewerbsposition eines Unternehmens stärken und langfristig sichern. Lieferfähigkeit und Liefertreue sind hier immer wichtigere Faktoren. Die Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“, befasst sich daher mit allen technisch-betriebswirtschaftlichen Problemstellungen, die bei der Gestaltung von Produktionsnetzwerken und der Durchführung von inner- und überbetrieblichen Produktions- und Logistikprozessen auftreten.

E-Mail: Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 85
www.hni.uni-paderborn.de/cim

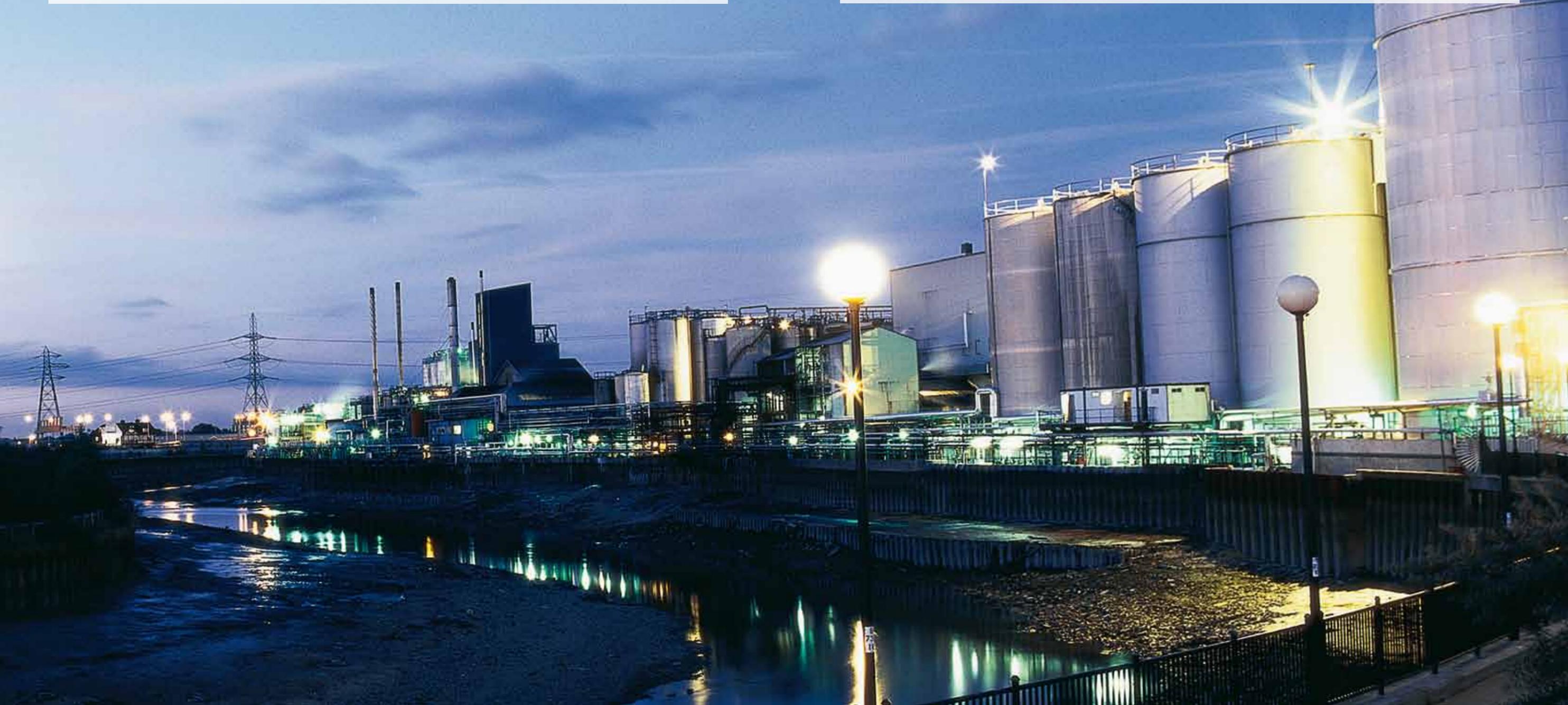


Producing Economically in Germany Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Germany cannot live only on the provision of services. Enterprises will still produce in Germany tomorrow. That is if production, procurement and selling processes meet highest demands for effectiveness and efficiency. This development comprises the increase in product quality as well as ever shorter delivery and turnaround times. In this context it is necessary to develop innovative procedures which enable enterprises to advance to a status possible today.

E-mail: Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 85
www.hni.uni-paderborn.de/en/cim



Fachgruppe Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM

Im weltweiten Kampf um Marktanteile besteht die Strategie der meisten deutschen Unternehmen darin, sich von den Wettbewerbern durch ein individuell auf den Kunden abgestimmtes Produkt- und Dienstleistungsangebot abzuheben. Produktionsnetzwerke folgen unterschiedlichen Zielsetzungen wie der Maximierung der Kundenzufriedenheit oder der Minimierung der Anpassungskosten oder der Lieferzeit. Diese Ziele sind geeignet zu priorisieren, Strategien zu ihrer Erreichung zu erarbeiten und die einzelnen Arbeitssysteme eines hierarchisch gegliederten Produktionsnetzwerkes mit entsprechender Anpassungsintelligenz auszustatten. In dieser Anpassung berücksichtigen wir die jeweils begrenzt zur Verfügung stehenden finanziellen und sachlichen Mittel. Lieferbeziehungen können auch in eigenem Interesse nicht beliebig flexibilisiert und Maschinen nur begrenzt aufgerüstet werden. Investitionen, die heute an einem Standort getätigt werden, fehlen morgen für die Eröffnung oder den Zukauf eines Werkes an einem anderen Standort oder für die Markterschließung in einer anderen Region. Für den Kunden liegt der Vorteil auf der Hand, wenn sich Ware und/oder Dienstleistung hinsichtlich Preis, Qualität und Lieferzeit von Standardangeboten nicht oder nur positiv unterscheiden. Für die Logistik besteht dann die Herausforderung darin, höchst gegensätzliche Ansprüche an den Leistungserstellungsprozess miteinander zu verbinden. Die Erhöhung der Logistikkosten ist dabei kein Ansatz, auch wenn jede Leistungseinheit einzeln definiert, produziert, verpackt, bereitgestellt und transportiert werden muss. Also kann es nur darum gehen, alle Ressourcen noch effizienter und intelligenter einzusetzen. Hier setzen unsere Werkzeuge an.

Den ersten Schwerpunkt setzen wir in der Verbindung von Planung und Steuerung: Es ist immer weniger ausreichend, aufbauend auf starren Strukturen und Zuordnungen Losgrößen und Reihenfolgen zu optimieren. Vielmehr ist die Aufbauorganisation ständig am Markt, an der Liefersituation und an der Konkurrenz zu messen, Material-, Personal- und Betriebsmittelressourcen sind ständig an die aktuellen Bedarfsorte zu verschieben. Und dies gilt für alle hierarchischen

Ebenen: Standorte sind zu eröffnen und zu schließen und in der Konsequenz Arbeitsinhalte in den einzelnen Netzwerkknoten neu zu definieren. Genauso aber sind die Arbeitsinhalte an einem Montageband an jeder Station zu überdenken, wenn sich für das nächste Quartal das Produktionsprogramm ändert.

Ein zweiter Schwerpunkt hat sich in der letzten Zeit in ganz besonderer Weise in der Konzeption von Planungs- und Steuerungsverfahren eröffnet. War vor einiger Zeit noch eine Heuristik für das Steiner-Weber-Problem oder die kürzeste Operationszeit-Regel für die Reihenfolgebildung ausreichend, die mühsam in ein Computerprogramm umgesetzt wurde, so können wir uns heute dank der modernen Solver wie CPLEX oder MOPS voll auf die Modellerstellung konzentrieren und Zielfunktionen und Randbedingungen für ein Optimierungsproblem zusammenstellen. Ggf. erhalten wir dann 107 Einzelbedingungen für die Gestaltung eines Unternehmensnetzwerkes mit 28 Unternehmensstandorten. Die Rechner des Heinz Nixdorf Instituts arbeiten an der Lösung mehr als einen Tag. Aber was spielt das für eine Rolle, wenn am Ende für das nächste Jahr die optimale Konfiguration festliegt?

Unser dritter Schwerpunkt, die Simulation, ist konsequenterweise kein Werkzeug mehr, das ausschließlich die Konsequenzen einer festgelegten Organisation aufzeigt – und dann den Anwender ratlos zurücklässt. Wenn die Planung und Steuerung Optimierungswerkzeuge verwendet, dann müssen diese Werkzeuge auch in der Simulation ihr Abbild finden: Simulationsprogramme müssen ein begrenztes Forward-Tracking beherrschen, antizipativ Entscheidungen treffen und Steuerungsregeln aktiv parametrisieren. Simulation ist damit kein Werkzeug mehr, das am Ende einer Fabrikplanung zeigt, was man sich ausgedacht hat. Simulation ist auch kein Werkzeug mehr, das von der Reihenfolgeplanung völlig getrennt zu sehen ist: Unsere Werkzeuge sind dazu da, aufsetzend auf einer realen oder zu realisierenden Produktion für die Zukunft Möglichkeiten zu erproben, zu bewerten und bestmögliche Abläufe zu garantieren – und dies ständig während der gesamten Produktionsdauer.

Workgroup Business Computing, especially CIM

In the worldwide competition for market share, the strategy within most enterprises is to offer customer-oriented products and services to set themselves off from competitors. Production networks pursue different goals, i.e. maximization of customer satisfaction or minimization of adjustment cost or delivery time. These goals are suited for prioritizing, working out the achievement of strategies and providing individual working stations of a hierarchically structured production network with adequate adaptation intelligence. We consider the limited available financial means in this adaptation. Dependencies of supply cannot be adjusted arbitrarily in spite of own interest and machines can only be upgraded to a certain extent. Financial means, invested in a location, will not be available for the opening or acquisition of a plant in another location or opening up a new market in another region. The advantage to the customer is obvious, if product and/or service do not differ in price, quality and delivery time from standard offers. The challenge for logistics is to combine extremely conflicting requirements on goods and service process. An increase of logistical costs is not a solution, even though each activity unit has to be defined, produced, packed, allocated and transported individually. Therefore it is only about using resources more efficiently and intelligently. Our efforts will be channeled in this direction.

The first research focus is based around both planning and control. It is often not sufficient, starting from a fixed structure and allocation, to optimize lot sizes and sequences. In fact, the organizational structure has to be monitored on the market constantly, supply situation and competition, material, human and operational resources have to be adjusted to the current place where needed throughout. This applies to all hierarchical layers: locations have to be opened and closed and in consequence work contents in particular network

nodes have to be redefined. Equally work on an assembly line has to be reconsidered, if the production program is going to change in the next quarter of the year.

The second research focus has recently been established in the conception of planning and control methods. Some time ago, a heuristic approach for the Steiner-Weber-Problem or the shortest operation time rule for the sequence planning was sufficient, and yet tedious. Nowadays, due to modern solvers such as CPLEX or MOPS, we can fully concentrate on model creation and compile objective function and restrictions for an optimization problem. If necessary we have 107 restrictions for the configuration of an enterprise network with 28 locations. The computers at the Heinz Nixdorf Institute need more than a day for the solution. But does it matter, if the optimal configuration for the end of the next year is fixed?

Our third research focus, namely simulation, is consequently not just a tool which solely points out the consequences of a specified organization and leaves the user helplessly behind. If the planning and control processes use optimization tools, then these tools also have to be mapped in simulation: simulation programs need to be able to handle a limited forward tracking to make a decision anticipatively and to parameterize control rule actively. Therefore simulation is not a tool which presents factory planning, but instead one that thinks up. Simulation is also not a tool which needs to be considered separately from the sequence planning: Our tools can be used for simulating future possibilities of real production, to evaluate and to guarantee best possible procedures and this must be maintained throughout the whole production cycle.

Online-Optimierung bei Discrete Lotsizing Produktion und rollierendem Horizont

Bestellungen liegen nur für einen bestimmten Zeitraum vor. Im Laufe der Zeit werden neue Bestellungen bekannt. Eine Produktionsplanung kann daher niemals auf alle Bestellungen zugreifen – bekannt ist nur ein bestimmter Ausschnitt aus der Zukunft, der Planungshorizont. Wenn damit eine Planung zukünftige Bestellungen schon nicht vollständig kennt und daher die Produktion auch nicht optimal darauf ausrichten kann, so sollten doch keine Sachverhalte geschaffen werden, die für eine zukünftige Produktion oder Planung als zusätzliche Erschwernisse oder Nachteile angesehen werden müssen. Handlungsmaxime muss daher sein: Unabhängig davon, wie die Zukunft nach dem Planungshorizont aussieht und was in ihr passieren wird, wird die Güte der Produktion bzw. der Planung eine gewisse Grenze nicht unterschreiten. Naturgemäß ist diese Grenze in Abhängigkeit von der bestmöglichen Lösung bestimmt. Und dieses Optimum kann nur bestimmt werden, wenn man alle Bestellungen kennt – also erst im Nachhinein. Die hier zu stellende Frage ist aber: Wie produziert ein Unternehmen heute, auch wenn die Bestellungen nur für die nächste Zukunft vorliegen oder nur die nächste Bestellung bekannt ist? Derartige Fragestellungen behandelt die Online-Optimierung, die im Gegensatz zur Offline-Optimierung eben dieses Optimum nicht kennt, dafür aber das Einhalten gewisser Schranken unabhängig vom zukünftigen Geschehen garantiert.

Wir betrachten ein Produktionssystem, in dem in einer diskreten Produktion gearbeitet wird; die Produktion eines Produkts läuft immer über ganze Zeitabschnitte, Zustände können zu Zeitpunkten gemessen und Maßnahmen ab einem Zeitpunkt eingeleitet werden. Ein Plan erstreckt sich über mehrere Perioden mit jeweils mehreren Zeitabschnitten. Er wird periodisch fortgeschrieben. Jeweils die erste Periode wird als zu realisierender Plan vorgegeben. Veränderungen am Plan erfolgen nur zu den Planungszeitpunkten.

Für eine Aussage zur Kompetitivität eines Online-Vorgehens müssen Offline- und Online-Ansatz über dem Gesamthorizont miteinander verglichen werden. Ein Plan – also eine Lösung des diskreten Planungsproblems – kann aus Gründen der Verfügbarkeit Bedarfe nur in Richtung Gegenwart verschieben. Die Offline-Lösung hat dazu den Gesamthorizont, die Online-Lösung nur den Planungshorizont zur Verfügung. Das Vorziehen von Bedarfen erfolgt in der Offline-

Lösung, aber nicht beliebig bis zu einer vollständigen Ausnutzung des Kapazitätsangebots. Die Begrenzung für eine Verschiebung ist da gegeben, wo die aus der Verschiebung resultierenden Bestandskosten den Gewinn an Rüst- und Fertigungskosten überschreiten. Die beste Lösung für den Offline-Algorithmus ist die Periode (bzw. der Zeitabschnitt) genau vor dem Planungshorizont. Dieses „Spiel“ kann der Offline-Algorithmus machen, bis die durch die Bestandskosten gesetzte Obergrenze erreicht ist. Und dieses Spiel kann (Gesamthorizont: (Verschiebungsgrenze + (Verschiebungsgrenze - Planungshorizont))) mal wiederholt werden. Darüber hinaus gilt: Ein Erlös in der ersten Periode ist nur dann realisierbar, wenn Bedarfe vorliegen und diese Bedarfe mit Kosten, die kleiner als die Verkaufserlöse sind, befriedigt werden können. Also tendiert der Online-Ansatz zu einer just-in-time-Politik, aber nur begrenzt zu einem Auslasten der verfügbaren Kapazität. In eine Periode ohne Bedarf kann nichts verschoben werden.

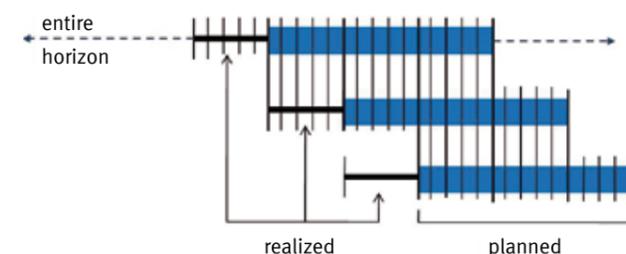
Unabhängig von der formalen Beschreibung der Produktion wird der folgende Lösungsansatz gewählt, um am Ende der ersten Periode einen Verlust zu vermeiden bzw. einen (Mindest-)Gewinn zu realisieren:

- Optimierung der jeweils ersten Periode, getrennte Optimierung der jeweils restlichen Perioden des Planungshorizonts unter Beachtung eines gemeinsamen Bestands am Ende der ersten Periode,
- Gewichtung der beiden (Teil-)Lösungen,
- Auswahl der kostenminimalen Lösung für den jeweiligen Planungshorizont in Abhängigkeit von der gewählten Gewichtung.

Für die angegebene Vorgehensweise lässt sich eine Lösungsqualität nachweisen, die nur wenige Prozent vom Offline-Optimum entfernt ist. Wir haben aber Konzepte erarbeitet, mit denen wir für das Discrete Lotsizing and Scheduling Problem (DLSP) begründet vermuten dürfen, dass wir in einem geschlossenen Lösungsansatz eine weitere Steigerung der Lösungsqualität erreichen können. Vor allem aber glauben wir, dass wir einen Weg aufzeigen können, indem wir auch komplexe Praxisprobleme mathematisch formulieren und mit unserem Konzept einer Lösung zuführen können, ohne individuelle Heuristiken implementieren zu müssen.

Online Optimization for Discrete Lotsizing Production and Rolling Horizon

Orders are only available for a certain period of time. New orders are identified known in the course of time. Hence, a production planning can never have access to all orders – only a fraction of the future, the planning horizon, is known. Due to the lack of a plan's knowledge of prospective orders, it cannot align the according production optimally. The production plan should not create facts which can be seen as difficulties or disadvantages for future production or planning. The guiding principle must therefore be that the performance of the production, respectively the planning, will not go below a certain threshold, regardless of what the future after the planning horizon looks like and what happens there. By nature, this threshold is subject to the best possible solution. This optimum can only be calculated when all orders are taken into account – thus in retrospective. The question to be asked at this point is: How does a manufacturer produce today, even if his incoming orders are only available for the near future or just the subsequent order is known? Online optimization examines this question. It guarantees the adherence of certain limits, independent of future events and without the knowledge of the global optimum, in contrast to traditional offline optimization.



Fortlaufende Erweiterung des Horizonts
Continuous expansion of the horizon

We examine a production system in which the work is done in a discrete production. The manufacturing of a product always takes complete time segments, states are measured at points in time and actions can be initiated at a particular point in time. A plan extends over multiple periods each with multiple time segments and is updated periodically. Each respective first period is set as the to-be realized plan. Changes of plans are carried out at planning points in time only.

For a competitive assessment of an online procedure, it is necessary to compare the online and offline approach over the complete horizon. A plan – a solution of the discrete planning problem – is only, due to availability reason, able to move demands towards present time. The offline solution has the entire horizon at its disposal, whereas the online solution has just the planning horizon available. The preponement of demands does not happen arbitrarily until all capacities are fully utilized. Preponements are limited by the point where preponement – related inventory costs exceed the gains of setup and production costs. The best solution for the online algorithm is the period, respectively the time segment, prior to the planning horizon. This “game” can be carried out by the offline algorithm, until the upper limit, set by inventory costs, is met. And this game may be repeated (entire horizon: (adjustment limit + (adjustment limit + planning horizon))) times. Furthermore, revenues in the first periods are only realizable if demands are available and can be met with costs smaller than corresponding sales revenues. Therefore, the online approach tends towards a just-in-time policy, but with a limited use of full capacities. Nothing can be moved into a period without demands.

Independent of the formal description of the production, the following approach is used to avoid a deficit or to realize a (minimum) revenue respectively at the end of the first period:

- Optimization of the respective first period, separate optimization of following periods of the planning horizon under consideration of a shared inventory at the end of the first period.
- Weighting of either (partial) solutions.
- Selection of the cost minimal solution for the planning horizon depending the selected weight.

It can be shown, that the solution quality of the stated approach is only a few per cent point away from the offline optimum. Nonetheless, we have developed concepts for the Discrete Lotsizing and Scheduling Problem (DLSP), for which we can assume reasonably that we can reach a further increase in solution quality in a closed solution approach. Most notably, we believe that we can show a way with which we can formulate mathematical models even for complex industrial problems and solve them using our concept without the need to implement individual heuristics.

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier
E-Mail: Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 85

Contact:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier
E-mail: Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 85

Materialflusssimulation

Integration neuer Techniken in den Simulator d³FACT insight

d³FACT ist ein Materialflusssimulator, dessen Hauptaugenmerk die interaktive und immersive 3D-Visualisierung der Simulation und der frei erweiterbare auf Java basierende Simulatorekern ist. In den letzten Jahren konnten so neu entwickelte Methoden im Bereich Simulationsmethodik und Computergrafik prototypisch implementiert und ihre Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden.

Aggregierte Visualisierung multipler paralleler Simulationen

Die stochastischen Eigenschaften (bspw. Bearbeitungszeiten) von Simulationsmodellen machen zur Gewinnung aussagekräftiger Daten mehrere Simulationsläufe notwendig. Bei der Visualisierung von Simulation wird aber nur das Ergebnis eines Simulationslaufs betrachtet; das beobachtete Verhalten des Modells kann nicht genutzt werden, um aussagekräftige Ergebnisse zu gewinnen. Um diesen Nachteil zu beseitigen, führen wir mehrere Simulationen synchron auf den Knoten eines PC²-Computerclusters aus und aggregieren die Visualisierung der Simulationen in einem einzigen Anzeigefenster. Es entsteht somit ein „visueller Mittelwert“. Als zusätzlicher Nutzen entsteht die Möglichkeit, zur Laufzeit Daten von allen Simulationen zu sammeln und statistisch aufbereitete Daten (bspw. Auslastung, Störzeiten ...) zu liefern, die ansonsten erst nach der sequenziellen Durchführung aller Simulationen berechnet werden könnten.

Wissensbasierte Materialflusststeuerung

Im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts „Modellbasierte Methoden zur echtzeitnahen Adaption und Steuerung von Distributionssystemen“ forscht die Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“, in Kooperation mit der TU Dortmund an neuartigen Methoden im Bereich der dynamischen Distributionslogistik. Auf der Ebene der Netzwerkadaptivität werden belastungsorientierte Modellierungs- und Bewertungsrahmen sowie simulationsbasierte Methoden zur Entscheidungsunterstützung entwickelt.

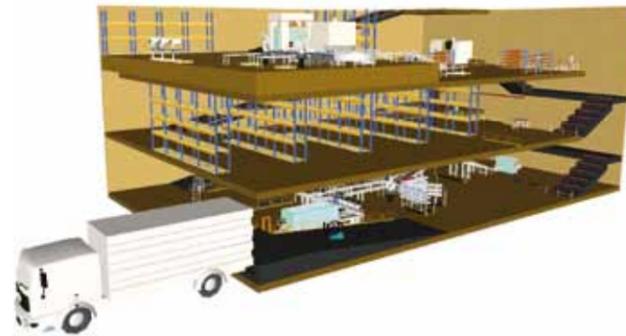
Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Projektpartner:
Lehrstuhl für Fabrikorganisation, TU Dortmund

Kontakt:
M. Sc. Alexander Klaas
E-Mail: aklaas@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 26

www.hni.uni-paderborn.de/cim

Auf der intralogistischen Ebene ist eine ereignisorientierte und adaptive Steuerung des Materialflusses mittels fahrerloser Transportfahrzeuge im Fokus. Aufgrund von Bedarfsschwankungen im Distributionsnetzwerk und Unsicherheiten im realen Ablauf kann eine einmal im Voraus berechnete, statische Einsatzplanung der Fahrzeuge nur selten wie erwartet ausgeführt werden. Aus diesem Grund wird ein Verfahren entwickelt, dass anhand der aktuellen Systemmerkmale



3D-Visualisierung der automatisierten Wegfindung
3D-visualization of the automated motion planning

Steuerungsregeln aufschlüsselt und so auf die momentan vorliegende Situation reagieren kann. Zunächst wurde das Verfahren auf das Problem der Wegfindung von fahrerlosen Transportfahrzeugen innerhalb eines Distributionszentrums angewandt. Es konnten hier wesentliche Fortschritte im Vergleich zu traditionellen Wegfindungsalgorithmen erzielt werden. Um größtmögliche Flexibilität zu bewahren, plant das Verfahren nur inkrementelle Teilpfade. Es wird in jedem Schritt eine Steuerungsregel (in diesem Fall Priorisierungen) zur weiteren Pfadberechnung ausgewählt. Die kritische Auswahl der in der aktuellen Situation optimalen Steuerungsregel geschieht mithilfe einer Wissensbasis, die induktiv aus in der Simulation angetroffenen und gelösten Situationen aufgebaut wird. Bei der offline berechneten Lösung können in der Simulation kurze Zeit später auftretende Ereignisse sowie sämtliche andere Informationen des Systemzustandes berücksichtigt werden. Die Trainingsbeispiele werden so breitgefächert generiert, dass in der Praxis auftretende Situationen dem System bereits bekannt sind und so die optimale Steuerungsregel ausgewählt werden kann. Der Vorteil an dem Verfahren liegt darin, dass die Auswahl durch Zurückgreifen auf die Wissensbasis schnell erfolgen kann und dennoch komplexe Berechnungen und große zeitliche Horizonte in die Entscheidung einfließen. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Verfahren eine steigende Anzahl an Trainingsbeispielen nutzen kann – die korrekte Klassifikationsrate steigt – und innerhalb von Millisekunden situationsabhängig die gelernte Steuerungsregel auswählt.

Material Flow Simulation

Integration of new techniques into the simulator d³FACT insight

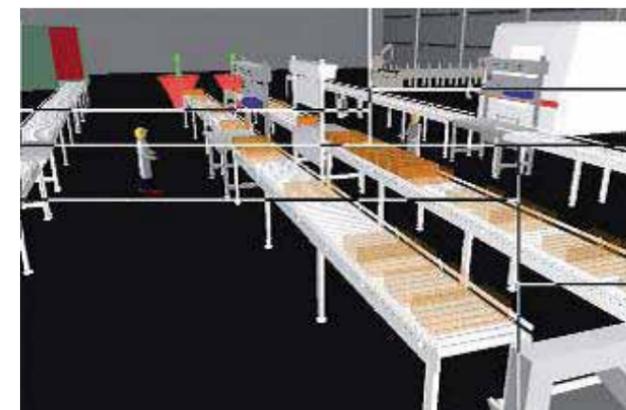
d³FACT is a material flow simulator which focuses its attention on an interactive and immersive 3D-visualization of the simulation, as well as a freely extendable simulation kernel based on Java. Newly developed methods in the areas of simulation methodology and computer graphics were prototypically implemented this way in recent years. The efficiency of these methods was also proven.

Aggregated visualization of multiple parallel simulations

Stochastic properties (e.g. random processing times) of simulation models create a need for the extraction of expressive data from several simulation runs. However, when visualizing a simulation, only the outcome of one simulation run is considered; the observed behavior of the model cannot be used to gather expressive results. To overcome this disadvantage, we execute several simulations synchronous on the nodes of a PC²-Computercluster and aggregate the visualizations of the simulations in a single display window. Therefore, a “visual mean value” is generated. An additional advantage is the possibility to collect the data of all simulations at runtime, allowing for the delivery of statistical processed data (e.g. usage rates, downtimes ...), which otherwise would only be made available after sequentially performing all simulations.

Knowledge-based material flow control

In the scope of the project “Modellbasierte Methoden zur echtzeitnahen Adaption und Steuerung von Distributionssystemen” (model-based methods for close to real-time adaption and control of distribution systems), which is supported by the German Research Foundation, the „Business Computing, especially CIM“ workgroup researches innovative methods in the area of dynamic distribution logistics in cooperation with the TU Dortmund.



Aggregierte Visualisierung in 3D
Aggregated visualization in 3D

On the level of network adaptivity load-dependent modeling and measurement frameworks as well as simulation-based methods for decision support have been developed. On the intralogistic level an event orientated and adaptive control of the material flow by means of automated guided vehicles (AGVs) is being focus. Due to the demand fluctuations in the distribution network and uncertainties in the real process, a single and in advance calculated scheduling of transport vehicles can seldom be executed as expected. For this reason, a technique was developed, which analyzes control rules based on current system characteristics and therefore is able to react to the present situation. First the method was applied to the problem of path finding for AGVs within a distribution center. It was possible to achieve significant improvements over traditional path finding algorithms. To preserve the greatest possible flexibility, the method only plans incremental path sections. For each step, a control rule for the further path calculation is chosen. These control rules represent a necessary prioritization between two transport vehicles. The critical selection of the optimal control rule for the current situation is conducted by help of a knowledge base. A knowledge base, which is built before the operative deployment that inductively learns from situations met and solved across the simulations. These situations are called training examples. It is possible to consider events, which occur shortly after, and all other information of the system status in an offline calculated solution. The training examples are generated in such a broad fashion, that situations, which occur in practice, have already identified the system, so that the optimal control rule can be chosen. The advantage of this method is that the selection can be made quickly by relying on the knowledge base, while it is still possible to include complex calculations and long time horizons in the decision process.

First results show that the method is able to use a growing number of training examples – the correct classification rate is on the rise – and the adopted control rule can be selected in milliseconds depending on the situation.

Supported by:
German Research Foundation

Project Partner:
Chair of Factory Organization, TU Dortmund

Contact:
M. Sc. Alexander Klaas
E-mail: aklaas@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 26

www.hni.uni-paderborn.de/en/cim

Liefertreue, Lieferfähigkeit, Lieferservice

Mehrzieloptimierung in Multiprojekt-Liefernetzwerken unter Material-, Personal- und Kapitalrestriktionen

Ingenieure erklären den Sachverhalt, dass man mit begrenztem Einsatz nicht alles erreichen kann, mit dem Ablaufplanungsdilemma: Entweder sind die Durchlauf- und Lieferzeiten minimal oder die Auslastung ist maximal. Beides zusammen geht nicht. Im ersten Fall hat man Maschinen und Menschen, die man nicht beschäftigen kann, und damit unnötig in Ressourcen investiert, während im zweiten Fall die langen Lieferzeiten für eine häufig existenzbedrohende Kapitalbindung sorgen und vor allem potentielle Kunden nachhaltig von einer Bestellung abschrecken. Damit ist dann auch erklärt, dass es dafür gar keine allgemeinen Planungsstrategien und -verfahren geben kann. Man muss sich für eines von beiden entscheiden und mit den Folgen leben.

In Kooperation mit einem führenden Maschinenbauunternehmen wollen wir an einem konkreten Beispiel dieses Problem angehen und den gordischen Knoten des „Wasch-mir-den-Pelz-mach-mich-nicht-nass“-Dilemmas durchschlagen. Das Unternehmen stellt Komponenten für Schienenfahrzeuge her. Dabei sind Standardprodukte in Lieferzeiten beim Kunden bereitzustellen, die im Minimalfall fünf Tage betragen. Eine Lagerfertigung ist die logische Folge. Das andere Extrem bildet die langfristig terminierte Ausrüstung ganzer Züge. Hier stellen der Umfang genauso wie die Langfristigkeit der Vereinbarung mit dem Kunden das Unternehmen vor massive Herausforderungen: Die Leistungserstellung erfolgt parallel an bis zu 28 Unternehmensstandorten und die gesamte Bereitstellung beim Kunden muss in einem eng terminierten Zeitfenster erfolgen. Dabei geht die technische Entwicklung ständig weiter; gegebenenfalls hat die Ausrüstung eines jeden Zuges einen eigenen technischen Stand.

Dieses an sich schon komplexe Geschäft wird von einem After-Sales-Geschäft überlagert, das die Ersatzteilverfügbarkeit auch noch in 30 Jahren innerhalb kürzester Fristen garantiert – selbstverständlich bei gleichbleibender Ersatzteilqualität und bester Servicequalität. Bereits heute versucht das Unternehmen diesen Anforderungen mit begrenzter Kapitalbindung – also begrenzten Material-, Maschinen- und Personalressourcen – gerecht zu werden. Insbesondere wird der Fokus auf die termingerechte Auslieferung kompletter Zugausrüstungen beim Kunden gelegt. Gleichzeitig werden die Materialbestände rigoros begrenzt. Und jeder weiß: Beim nächsten Lokomotivschaden

wird wieder ein Ersatzteil benötigt, dass nicht auf Lager liegt. Dann werden im ersten – zumeist erfolglosen – Versuch die eigenen Lieferanten angefragt. Danach eskaliert die Situation: Auf der Suche nach dem benötigten Ersatzteil werden alle Halbfertig- und Fertigbestände nach dem so dringend benötigten Ersatzteil im gesamten Unternehmen durchkämmt und derjenige gelobt, der – entgegen der offiziellen Unternehmenspolitik – das Problem für den Moment gelöst hat. Leider ist dann eine Komplettlieferung, die im SAP früher als „komplett“ vermerkt war, nicht mehr komplett.

Wir wollen dieses Problem mit einer Mehrzieloptimierung angehen, die die Ziele Liefertreue, Lieferfähigkeit und Lieferservice unter Material-, Personal- und Kapitalrestriktionen verfolgt. Dabei soll es möglich sein, die einzelnen Ziele im Einzelfall differenziert zu verfolgen, ggf. auch gezielt und temporär Bestände an Material, Maschinen und Personal aufzubauen, gleichzeitig aber auch Quartals- und Jahresbudgetierungen zu berücksichtigen. Jeder Gewinn auf der einen Seite wird auf der anderen Seite zu einem Verlust führen. Wichtig dabei ist: Wenn man das Geld für Materialbestände in einem Geschäftsjahr bereits ausgegeben hat, dann bleibt nur noch der Weg über die beschleunigte Wiederbeschaffung.

Es ist offensichtlich, dass auch am Ende des Projekts das Problem nicht nur über den Computer und gänzlich ohne Interessenskollisionen gelöst werden kann. Alle Projektbeteiligten sind sich aber darüber einig, dass dies ein erfolgversprechender Ansatz ist, durch den die Konsequenzen von Entscheidungen in aller Deutlichkeit dargestellt werden und das ganze Unternehmen transparenter wird. „Komplettlieferungen stehen bei uns an erster Stelle“ zu postulieren, um dann Komplettlieferungen mehr oder weniger offen als Ersatzteillager zu betrachten, diesen Weg will man auf jeden Fall nicht mehr weitergehen.



Einkranen einer modularen Bremssteuerung (in Taurus Lok)
Marriage between modular brake control and locomotive

Gefördert durch:
Knorr Bremse AG

Kontakt:

M. Sc. Jan-Patrick Pater
E-Mail: ppater@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 87

www.hni.uni-paderborn.de/cim

Delivery Performance, Ability to Deliver and Value-Added Services

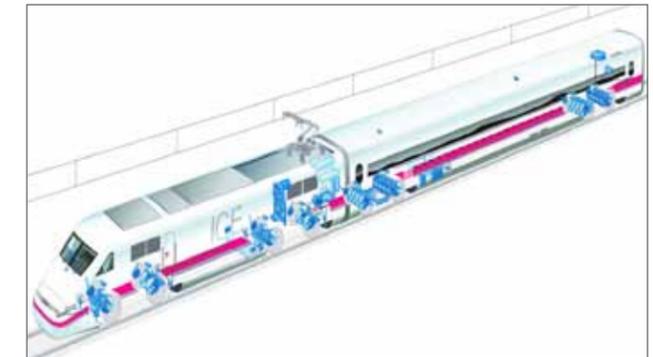
Multiobjective optimization in multiple project delivery networks with material, personel and capital restrictions

Engineers explain the fact that you cannot achieve all goals with a limited investment as a sequencing dilemma. Either the lead and delivery times are minimal or the utilization degree is maximal. A combination is not possible. The first case results in machines and workers that cannot be employed, thus an unnecessary investment in resources. While the second case causes – an often existence threatening – capital commitment due to long delivery times and furthermore also discourages potential customers from future orders. This explains why there cannot be any common planning strategies and procedures: You choose one of the two possibilities and deal with the consequences.

In cooperation with a leading engineering company we have been trying to solve the Gordian knot of “Let me have my cake and eat it, too” for a practical use case. The company produces components for rail vehicles which range from standard products – where required delivery times to the customer can be as short as five days – to the equipping of complete trains. Supplying standard products results in make-to-stock decisions whereas the scale of complete equipings and the resulting long term contracts force the company to face massive challenges: Production and value adding services occur in up to 28 company locations and deliveries to customers have to be executed during short time frames. In addition, the technical development does not stop, eventually resulting in trains with different technological states of the products.

This in itself complex business faces even more challenges by taking the after sales market into account: Spare parts availability has to be guaranteed for more than 30 years with shortest replenishment times – of course while providing constant quality and full scale service. Currently the company is trying to fulfil all these requirements with limited capital commitment which results in limited material, machine and personnel budgets. A crucial point is the on-time delivery of complete train equipings to the customer, but at the same time material stocks are being drastically cut. The next locomotive accident will create a demand for a part that is not in stock. The first – most of the time unsuccessful – approach is an inquiry at the company’s suppliers. It is followed by the escalation of the situation: On the hunt for the suitable spare part, all stocks – throughout all the company and no matter if they consist of finished or semi-finished goods – are scanned and used to replenish it. Even if against the official company policy, the person solving this current crisis will most likely be complimented although it leaves behind a now “not-so-complete” delivery with a missing part that was marked formerly as “complete” in SAP.

We have tried to approach this problem through multiobjective optimization, pursuing the targets of delivery performance, ability to deliver and value-added services while maintaining material, personel and capital restrictions. It should be possible to pursue targets differentiated and also create goal-oriented and temporary stocks regarding material, machines and personnel while taking quarterly and yearly budgets into account. A profit on one side will be a loss on the other. One more important aspect: If the budget for material stock has been used up for a designated time period, the only remaining solution is a faster replenishment time.



ICE 3 Bremskomponenten
ICE 3 brake components

It is obvious that this conflict can never be solved solely with a computer or without any conflicts of interest, but all project participants agree that this is a promising approach which clearly highlights the consequences of each decision and contributes to the transparency of the company’s processes. Postulating “complete deliveries first” and using them at the same time as pseudo spare stocks is a thing of the past. It is time to move in a new direction.

Supported by:
Knorr Bremse AG

Contact:

M. Sc. Jan-Patrick Pater
E-mail: ppater@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 87

www.hni.uni-paderborn.de/en/cim

Grundlagen einer Produktionstheorie

Wir gehen davon aus, dass eine Beschreibung (Skizze, Zeichnung, technische Beschreibung, Pflichtenheft, Mathematisches Modell, Simulationsmodell ...) eines realen Geschehens (bspw. eine Fahrrad- oder Motorenmontage) vorgelegt sei und wir uns über die Aussagekraft über die Grenzen dieses Modells im Klaren sind. Eine Aufgabe der Produktionstheorie kann dann in dem Versuch liegen, formale Konstruktionen zu entwerfen, die in der Lage sind, zusammen mit der zugehörigen Theorie das Verhalten des Modells in abstrakter Weise zu simulieren. Im Allgemeinen wird man zu dem vorgegebenen Modell eine ganze Anzahl von verschiedenen reich strukturierten Konstruktionen zu betrachten haben. Den einfacheren Verhaltensweisen des Modells werden Konstruktionen mit ärmerer Struktur, den komplizierteren Verhaltensweisen Konstruktionen mit reicherer Struktur entsprechen. Bei dieser Aufgabenstellung ist die Produktionstheorie in dem Sinne passiv, dass sie sich an den gerade vorhandenen Modellen, also am Stand der jeweiligen Technik zu orientieren hat. Ihr gegenüberzustellen wäre eine aktiv orientierte Produktionstheorie. Sie entwickelt formalwissenschaftliche Konstruktionen und zugehörige Theorien und schlägt diese als Denkgrundlagen für die Konstruktion von Produktionseinrichtungen oder Prozessen bzw. deren Modellen vor. Hier geht es also darum, möglichst „vernünftige“ Konstruktionen auszuführen und zugehörige „vernünftige“ Theorien aufzustellen, für deren Anwendung bei der Konstruktion von Produktionseinrichtungen und Prozessen bzw. deren Modellen gute Chancen vorhanden sind. Vor allem diese beiden Aufgabenstellungen charakterisieren die Thematik, mit der wir uns bei der Entwicklung einer Produktionstheorie auseinanderzusetzen haben:

Im Mittelpunkt der Produktionstheorie steht die Produktivitätsbeziehung zwischen dem Faktoreinsatz und der Ausbringung in Raum und Zeit. Daher ist es die Hauptaufgabe der Produktionstheorie, allgemeine Aussagen über die Form der Produktion herzuleiten und zu zeigen, welche Beziehungen zwischen dem Faktoreinsatz und der Produkterstellung bestehen.

- 1) Entwicklung einer Sprache zur Erfassung der Phänomene im Bereich der Produktion

- 2) Analytische Klärung von Zusammenhängen im Produktionsbereich, Aufdeckung von Widersprüchen, Beseitigung von Redundanzen, Schaffung von Vorratswissen
- 3) Ermittlung empirischer Phänomene und Gesetze

Mittelbar dient die Produktionstheorie als Informationsquelle dem Gesamtgebiet der Planung, Steuerung und Kontrolle der Produktion. In Anlehnung an die Systemtheorie differenzieren wir zweckmäßigerweise nach Verhalten und Struktur.

Im Rahmen dieser von der Produktionstheorie aufgestellten Theorien hat der Ingenieur – also der Anwender der formalen Konstrukte – die „Wahrheit“ der Aussagen, die er über seine Fertigungseinrichtungen und Prozesse macht, zu überprüfen und zu untermauern; diese Theoriemenge ist der Beitrag der Produktionstheorie zum Stand der Technik, an dem sich der Ingenieur zu messen und in dem er sich zu bewegen hat. Dann muss der Ingenieur aber auch davon ausgehen können, dass er seiner Verantwortung gerecht wird, wenn er mit seinen Modellen und seinen Modellaussagen in diesem Theorie-Rahmen bleibt und sein Modell auf diese Konstrukte funktional abbilden kann. Damit kann die Theoriemenge der Produktionstheorie keine ungesicherten Hypothesen, keine nicht belastbaren Vermutungen, keine nicht reproduzierbaren Einzelbeobachtungen enthalten; diese Theoriemenge muss nach bestem Wissen und Gewissen abgesichert sein und allgemein anerkannte Erkenntnis darstellen. Die Verpflichtung der Produktionstheorie besteht hier darin, die Sicherheit dieses Erkenntnis über geeignete Vorgehensweisen und Tatbestände zu gewährleisten. Dieser Anspruch gilt nicht nur für die Strecke vom Konstrukt bis zum Modell, sondern generell für den Einsatz aller in der industriellen Praxis beziehungsweise im täglichen gesellschaftlichen Leben bis zum Ende der jeweils angezeigten Lebenszeit, d.h. einschließlich der Entsorgung – immer vorausgesetzt, die Vorschriften und die Anwendungsbedingungen der verwendeten Theorie wurden für Modell und Realität befolgt.

Hier will die Fachgruppe einen wesentlichen Beitrag leisten.



Geometrische Basiskonstrukte
Basics in geometry

Basic Principles of Production Theory

We assume that a description (sketch, drawing, specification sheet, requirement specification, mathematical model, simulation model) of a real case (for example: a motor assembly) is predefined and we are completely aware of the informative value about the limits of this model. A challenge for the production theory could be to design a formal construct, which in combination with the respective theory is able to simulate the behavior of models in an abstract manner. In general, one can examine a variety of different richly structured designs for the preset model. The more a simple behavior pattern corresponds to the less structured design, the more complex one corresponds to the more structured design. In this conceptual formulation the production theory is in a sense passive, it needs to orient itself towards the available models, i.e. the state of the technique. An active oriented production theory could be the otherside of the coin. It develops formally scientific constructs and respective theories and suggests these for a thinking basis for the the construction of production facilities or processes and their respective models. So the point is to execute constructions as “reasonable” as possible and to compile respective “reasonable” theories, for which there is a good chance for application in the construction of production facilities or processes and their respective models. Both conceptual formulations characterize the subject which we have to deal with in the development of a production theory.

In the centre of the production theory is the productivity relation between factor input and the output in space and time. Hence, the main task of the production theory is to derive general statements about production design and to point out which relations between factor input and product output exist.

- 1) Development of a language for the acquisition of phenomena in the field of production.
- 2) Analytical clarification of relation in the field of production, identifying inconsistencies, removal of redundancies, creation of a knowledge pool.
- 3) Identification of empirical phenomena and laws.

The production theory serves as an information source for the entire field of production planning and control. According to the system theory, we differentiate between behavior and structure.

From the production theory established theories, the engineer – in this case the user of the formal constructs – has to verify and reinforce the “truth” about the statements made by him upon the production facility and processes; this set of theories is the contribution of the production theory towards the state of the art, the engineer has to measure himself against it and move inside himself. The engineer must then be able to assume that he satisfies his responsibilities when he stays within this theory framework, while using his model and model statements and is capable of functionally mapping these on these formal constructs. Therefore, the set of theories from production theory cannot contain unsure the hypothesizes, non-reliable assumptions and non-reproducible individual observations. This set of theories must be secured by the best of one’s knowledge and belief and represent commonly acknowledged insight. The duty of the production theory lies in guaranteeing the security of these insights on appropriate procedures and matters of fact. This demand does not only apply for the course of the construct towards the model, but generally for the usage until the end of the respectively displayed lifetime, even including disposal – always provided that the rules and application conditions of the used theory complied with both model and reality.

It is here that the workgroup wants to make a significant contribution.

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier
E-Mail: Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 85

www.hni.uni-paderborn.de/cim

Contact:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier
E-mail: Wilhelm.Dangelmaier@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 85

www.hni.uni-paderborn.de/en/cim



Jan-Patrick Pater

Master of Science
Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM

Ich promoviere seit April 2011 in der Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“. Zurzeit bin ich Stipendiat der International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“ und kooperiere mit der Firma Knorr-Bremse aus München, deren Hauptprodukt Bremsensysteme für Schienenfahrzeuge sind. Dieser Markt wird momentan nachhaltig durch vorgelebte Trends aus der Automobilbranche beeinflusst. Dazu zählen unter anderem Forderungen nach just-in-time-Lieferungen und die montagegerecht gebündelte Zulieferung mehrerer Komponenten direkt ans Band (sprich: Komplettlieferung bzw. Kit), wodurch das Unternehmen vor völlig neue Herausforderungen gestellt wird. Die Integration in das bestehende Unternehmensnetzwerk mit über 28 Standorten und weltweitem Vertrieb führt zur Frage und damit auch zu meinem Forschungsgebiet, wie in diesem Liefernetzwerk die Ziele Liefertreue, Lieferfähigkeit und Lieferservice möglichst optimal innerhalb des vorgegebenen Budgetrahmens (z. B. für Material, Personal und Maschinen) erfüllt werden können.

Die persönliche „Bindung“ zum Heinz Nixdorf Institut und insbesondere zur Fachgruppe von Prof. Dangelmaier geschah bei mir schon zu Studienbeginn. Die ersten Semester noch als Teilnehmer am Mentoring-Kurs für Wirtschaftsinformatik-Studenten, die folgenden Jahre dann als studentische Hilfskraft. Neben der Arbeit an dem in der Fachgruppe entwickelten Produktionsplanungs- und Steuerungssystem OOPUS WEB erhielt ich so einen tiefer gehenden Einblick in die Fachgruppe. Damit war mein weiterer Weg fast schon vorgezeichnet. Wobei ich dann doch noch für ein halbes Jahr „untreu“ wurde: Vor dem Start der Promotion habe ich einen halbjährigen Forschungsaufenthalt am National Institute of Informatics der Universität Tokio absolviert und in dieser Zeit im Bereich der selbstoptimierenden Produktionssysteme gearbeitet.

Die Kooperation mit einem Praxispartner war schon vor Promotionsstart mein Wunsch, um so das Zusammenspiel von Theorie und Praxis zu erleben bzw. selbst möglich zu machen. Der Einblick in die täglichen praktischen Abläufe eines führenden Zulieferers für Schienenfahrzeuge und die daraus resultierenden Probleme eröffnen einen für mich sehr spannenden Tätigkeitsbereich: die Abstraktion der Thematik aus den konkreten Unternehmensproblemen in ein Forschungsumfeld, die Lösung dieser Problematik und im Anschluss der praktische Einsatz der Lösung im Unternehmen. Das sind die spannenden Herausforderungen, die ich jetzt und in Zukunft zu bewältigen habe.

Jan-Patrick Pater

Master of Science
Business Computing, especially CIM

I am a PhD student and I have been a member of the “Business Computing, especially CIM” workgroup since April 2011. Currently I hold a scholarship from the International Graduate School “Dynamic Intelligent Systems” and cooperate with the company Knorr-Bremse from Munich. Knorr-Bremse is a major supplier for train brake systems and faces new challenges through the influence of automotive concepts on the rail market like just-in-time delivery, complete deliveries to adapt to assembly cycles as well as kitting. Creating and integrating solutions for these requests in a company network with over 28 production locations and a worldwide sales organisation leads to my research question: How can we achieve the optimal performance within the delivery network for the targets delivery performance, ability to deliver and service quality while maintaining the predefined budget limits (e.g. for material, personnel and machines).

My personal “history” – between the Heinz Nixdorf Institut, especially the workgroup of Prof. Dangelmaier and me – started at the same time as my studies did: As a member of the mentoring course for freshmen. It was followed by years of work as a student assistant in the workgroup where I not only worked on the production planning and scheduling system but also gained further insight into the workgroup. But before continuing straight the PhD studies with the same workgroup, I participated in a research exchange with the National Institute of Informatics of the University of Tokyo and dedicated half a year of research on self-optimizing manufacturing systems.

My personal wish was a practical cooperation for the PhD, so that I could experience the interaction of theory and practice. Gaining insight into everyday practical problems of a leading supplier for train brake systems and the resulting problems create an exciting research field for me. Abstracting the topic from specific company problems into a general research topic, answering open questions in this topic and then applying the solutions to a real company. These are the challenges that I will face during my further research.

»» Durch das Aufeinandertreffen von Wissenschaft und Praxis entstehen ständig neue und spannende Herausforderungen. ««

»» Combining research and practical application continuously generates new fascinating challenges. ««

Erfolgspotentiale der Zukunft erkennen und erschließen

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Produkt- und Produktionssysteminnovationen sind der entscheidende Hebel für Zukunftssicherung und Beschäftigung. Der Maschinenbau und verwandte Branchen, wie die Automobilindustrie, nehmen heute eine Schlüsselstellung ein. Diese Branchen weisen aber auch erhebliche Erfolgspotentiale der Zukunft auf. Diese gilt es, frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig zu erschließen.

E-Mail: Juergen.Gausemeier@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 67
www.hni.uni-paderborn.de/pe



Identifying and Exploiting Success Potentials of Tomorrow

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Product and production system innovations are important levers for ensuring prosperity and employment in the future. Mechanical engineering and related areas, such as the automotive industry, are playing a key role today. These sectors demonstrate the relevant success potentials of the future. It is essential to identify these potentials early on and to exploit them at the right time.

E-mail: Juergen.Gausemeier@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 67
www.hni.uni-paderborn.de/en/pe

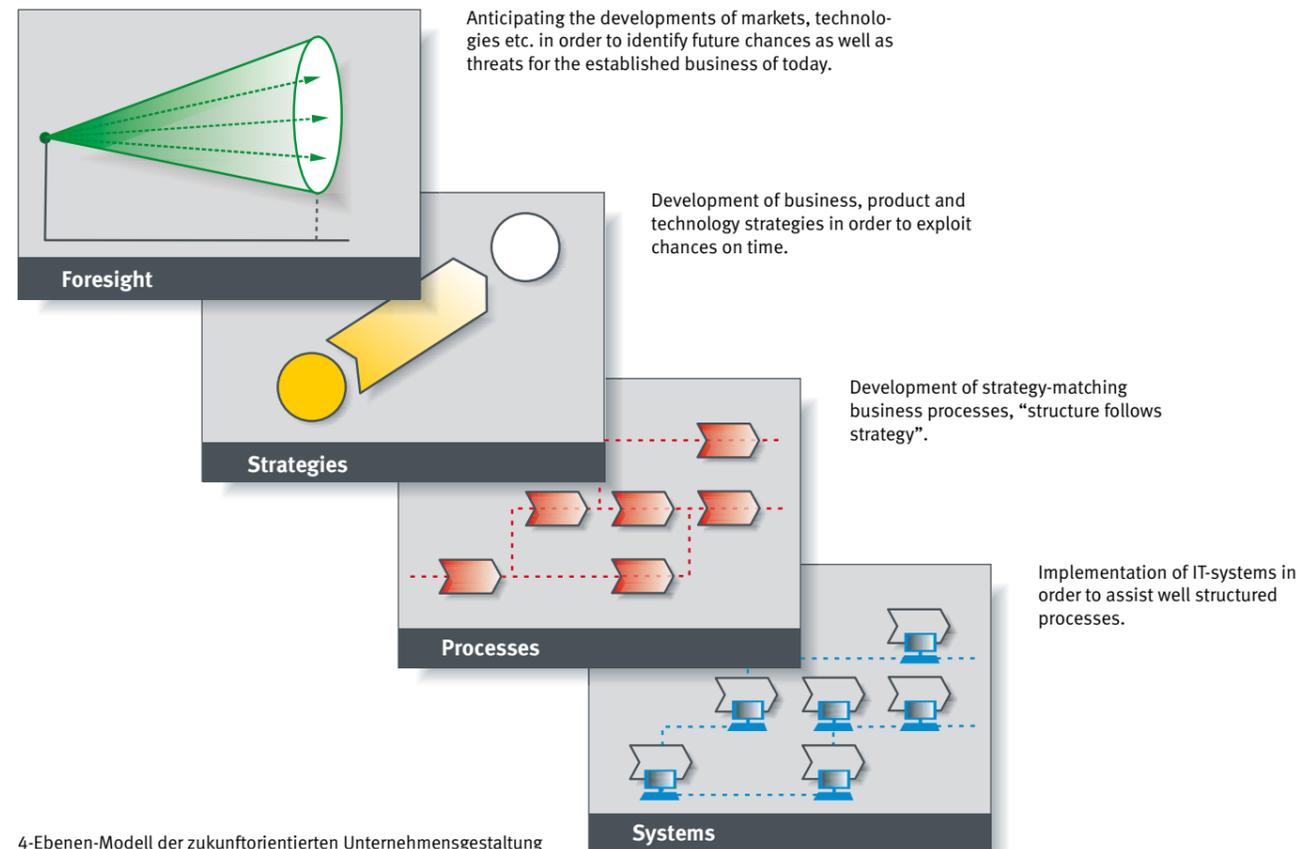


Fachgruppe Produktentstehung

Informations- und Kommunikationstechnik führen nicht nur zu Produktivitätssteigerungen – es entstehen auch neue Produkte und neue Märkte. Unser Ziel ist die Steigerung der Innovationskraft von Industrieunternehmen. Dafür erarbeiten wir Methoden und Verfahren. Diese strukturieren wir in vier Ebenen (siehe 4-Ebenen-Modell). Unsere Forschungsschwerpunkte sind:

- Strategische Produkt- und Technologieplanung**
 Im Vordergrund steht die Ermittlung der Anforderungen an die Produkte für die Märkte von morgen. Im Prinzip geht es um die Antizipation der Entwicklung von Technologien und Märkten und darauf aufbauend um die Erarbeitung von Technologie-, Produkt- und Geschäftsstrategien.
- Entwicklungsmethodik Mechatronik**
 Dies umfasst die domänenübergreifende Konzipierung mechatronischer Systeme, Methoden zur Steigerung der Zuverlässigkeit sowie Entwicklungsleitfäden für Produkte, die neue Technologien wie MID (Molded Interconnect Devices) beinhalten.

- Produktionssystemplanung**
 Es geht um die strategisch begründete Projektierung von Produktionssystemen für mechatronische Erzeugnisse; Arbeitsablaufplanung, Arbeitsstättenplanung, Arbeitsmittelplanung und Materialflussplanung werden im Wechselspiel bearbeitet.
- Virtual Engineering**
 Technologien wie Augmented Reality, Virtual Reality und Simulation erhöhen die Effizienz der Produktentstehung. Die UNITY AG ist die erste Adresse, wenn es um den Transfer dieser Leistungen in die Praxis geht. 2010 hat die UNITY AG die Auszeichnung TOP CONSULTANT erhalten und zählt damit zu den führenden Managementberatungen. (www.unity.de)
 Mit unserer Lehre verfolgen wir das Ziel, den Studierenden ein umfassendes Bild moderner Industrieunternehmen zu vermitteln, die Erfolgspotentiale der Zukunft darzustellen und Wege aufzuzeigen, diese zu erschließen. Unsere Studierenden erhalten die Kompetenzen, auf die es in der Industrie morgen ankommt.



4-Ebenen-Modell der zukuntorientierten Unternehmensgestaltung
4-level-model showing future-oriented business management

Workgroup Product Engineering

Information and communication technology does not just lead to increased productivity – but also to the creation of new products and new markets. Our general aim is to increase the innovative strength of industrial companies. The developed methods and procedures are structured in four levels (see 4-level-model). Our key activities are:

- Strategic Planning and Innovation Management**
 The basic aim is the analysis of product requirements for future markets. Basically, it is about anticipating the development of technologies and markets, as well as creating technology, product and business strategies.
 - Design Methodology for Mechatronic Systems**
 This level involves the interdisciplinary design and specification of mechatronic systems, methods for increasing the reliability of such systems, as well as development guidelines for products that include new technologies, such as the MID-technology (Molded Interconnect Devices).
 - Production System Planning**
 The focus lies in the strategic conception of production systems for mechatronic products. This conception is characterized by the interplay of process planning, place of work planning, production resource planning and production logistics.
 - Virtual Engineering**
 Technologies like Augmented Reality, Virtual Reality and Simulation increase the efficiency of Product Engineering.
- When it comes to implementing these services in practice, UNITY AG is the first point of contact. UNITY AG received the TOP CONSULTANT award in 2010 and is therefore recognized as one of the best management consultancies in Germany. (www.unity.de)
- The aim of our teaching is to supply our students with a comprehensive overview of modern industrial companies, in order to highlight the success potentials of the future and to illustrate ways of achieving these potentials. Our students gain the expertise that is necessary for an industrial career of the future.



Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, 2009



Produktinnovation – Ein Handbuch für die Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. Carl Hanser Verlag, 2001



Frühzeitige Zuverlässigkeitsanalyse mechatronischer Systeme – Ein Handlungsleitfaden für die Anwendung des Instrumentariums in der Praxis. Carl Hanser Verlag, 2010



Vernetzte Produktentwicklung – Ein systematischer Handlungsleitfaden für den Aufbau eines internetbasierten Wissensmanagements für die Produktentwicklung. Carl Hanser Verlag, 2006

Virtueller Design Review

Kosteneffizienter Einsatz von High-End-Visualisierungstechniken im Mittelstand

Die systematische Beurteilung und Freigabe von Produktkonzeptionen und -entwürfen entlang des Produktentwicklungsprozesses erfolgt in Design Reviews. Lange Zeit waren Unternehmen für das Design Review auf den Bau physikalischer Prototypen angewiesen. Heute können viele Fragestellungen zu Gestalt und Verhalten bereits am virtuellen Prototyp beantwortet werden. Ein frühzeitiges Design Review verbessert die Kommunikation im Entwicklungsprozess, hilft Entwicklungsfehler zu vermeiden und trägt dazu bei, die Anzahl realer Prototypen zu verringern.

Beispiele für typische Fragestellungen im Design Review sind:

- Funktion: Wie funktioniert der Ablauf in der Anlage? Welche Variante ist die bessere?
- Erreichbarkeit: Ist die Wartung der Anlage möglich? Sind alle Komponenten erreichbar?
- Optik: Sind das Design und die Farbgebung der neuen Maschine zeitgemäß?
- Layout: Ist die Platzierung des Roboters in der Fertigungszelle optimal? Gibt es Kollisionen?

Die verbindliche und belastbare Beurteilung von virtuellen Prototypen durch Mitarbeiter aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen sowie potentiellen Kunden stellt sehr hohe Anforderungen an die realitätsnahe Präsentation und die Interaktion mit dem Produktmodell. Zur Visualisierung der 3D- und Verhaltensmodelle komplexer Erzeugnisse und Produktionssysteme für das Design Review muss auf spezialisierte Hochleistungssysteme zurückgegriffen werden. Bei derartigen Visualisierungssystemen handelt es sich um Investitionen, die insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nicht aufbringen können.

Projektpartner:

Friedrich Remmert GmbH

Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Ing. Tobias Bensiek
E-Mail: Tobias.Bensiek@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 26

Dipl.-Ing. Michael Grafe
E-Mail: Michael.Grafe@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 34

www.hni.uni-paderborn.de/pe

Das Heinz Nixdorf Institut bietet Unternehmen die Möglichkeit, virtuelle Design Reviews mit bis zu 15 Personen im hauseigenen Visualisierungszentrum durchzuführen. Dazu erfolgt eine Unterstützung bei der Planung, Durchführung und Nachbereitung. Im Rahmen der Planung werden die Modelle konvertiert und Kamerapositionen sowie Animationspfade erstellt. Anschließend wird eine der vielfältigen Konfigurationsmöglichkeiten des HD-Visualisierungszentrums gewählt. Je nach Bedarf können die vier – teils schwenkbaren – Projektionsflächen in die Präsentation eingebunden werden. Im Rahmen der Durchführung des Design Reviews werden die Steuerung der Technik und auf Wunsch die Moderation übernommen. Für die Nachbereitung und Dokumentation werden Screenshots und Videos der Abläufe zur Verfügung gestellt, die eine rückwirkende Analyse ermöglichen. Das virtuelle Design Review stößt im Mittelstand auf große Nach-



Design Review zur Abnahme eines Anlagenentwurfs
Design Review to approve a system design

frage. Die Friedrich Remmert GmbH entwickelt und fertigt Lösungen für Lager- und Logistikprozesse rund um Langgüter und Bleche. Für den Maschinenhersteller AMADA wurde eine Anlage entwickelt, die Sägeabschnitte aus rundem und rechteckigem Voll- und Hohlmaterial befördert und sortiert. Die modular aufgebaute Automationslösung besteht aus einem hydraulischen Portalgreifer, Fördertechnik und einem 6-Achsen-Roboter. Die Freigabe des Anlagenentwurfs erfolgte auf Basis eines virtuellen Prototyps, der dem japanischen Kunden im HD-Visualisierungszentrum präsentiert wurde. Die Betrachter konnten die Anlage im dreidimensionalen Raum aus unterschiedlichsten Blickwinkeln erkunden. Der Aufbau und die Funktionalität der Anlage konnten so in kürzester Zeit erläutert werden. Dazu meint Herr Remmert: „Die realistische 3D-Präsentation unserer Lagersysteme im Maßstab 1:1 ermöglicht uns eine schnelle Abstimmung und Freigabe des Anlagenentwurfs mit dem Kunden. Der virtuelle Design Review spart uns so viel Zeit und Geld.“

Virtual Design Review

Cost-Efficient Application of High-End Visualization Techniques in Medium-Sized Enterprises

The systematic assessment and approval of product concepts and drafts along the product development process is known as Design Review. Previously, companies were dependent on physical prototypes for design reviews. Nowadays, many questions of design and functionality can already be answered by virtual prototypes. An early Design Review improves communication in the development process, helps to avoid design mistakes and reduces the number of physical prototypes.

Examples of typical questions in the Design Review are:

- Function: How does the machine work? Which variant is the better option?
- Accessibility: Is the maintenance of the machine possible? Are all components accessible?
- Optics: Are the design and the colour scheme contemporary?
- Layout: Is the robot optimally placed in the manufacturing cell? Are there any collisions?

Employees from different departments as well as potential customers have to evaluate the virtual prototype. This results in high requirements for realistic presentation and interaction with the product model. Visualization of design and behaviour models of complex products and production systems for Design Reviews require specialized high-performance systems. Such systems are investments, which in particular small and medium-sized enterprises (SMEs) cannot afford.

The Heinz Nixdorf Institute offers the possibility of Virtual Design Reviews with up to 15 people in its in-house high-definition visualization center. Planning, operation and the follow-up activities of the Design Review are supported. During planning, the models are converted and camera positions and animations are defined. Afterwards, one of the configuration possibilities of the HD-visualization center is chosen. Depending on requirements, four – partly slewable – projection screens can be integrated into the presentation. During the Design Review not only the control of the system but also the moderation can be supported. In the end, a documentation containing screenshots and videos enables a retrospective analysis of the Design Review.



Interaktion mit einem virtuellen Prototypen
Interaction with a virtual prototype

The Virtual Design Review induces demand in SMEs. The Friedrich Remmert GmbH develops and manufactures solutions for storage and logistics processes around long-bar and sheet metal. They developed a storage system for the machine manufacturer AMADA, which conveys and sorts saw cuts from solid and hollow materials. The modular automation solution consists of a hydraulic gripper portal, conveyor systems and a 6-axis robot. The approval of the system design based upon a virtual prototype was presented to the Japanese customer in the HD-visualization center. The spectator had the opportunity to explore the system in three-dimensional space from different visual angles. Therefore the design and functionality of the system could be explained in a very short time. Mr. Remmert says: “The realistic 3D-presentation of our storage systems in 1:1 scale allows us a fast revision of the system design with the customer. The Virtual Design Review saves us both money and time.”

Project Partner:

Friedrich Remmert GmbH

Contact:

Dipl.-Wirt.-Ing. Tobias Bensiek
E-mail: Tobias.Bensiek@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 26

Dipl.-Ing. Michael Grafe
E-mail: Michael.Grafe@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 34

www.hni.uni-paderborn.de/en/pe

Verbundprojekt VireS

Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren

Im globalen Wettbewerb kann nur bestehen, wer Spitzenprodukte zu günstigen Preisen rasch in den Markt bringt. Ferner kommt es darauf an, sich auf sich ändernde Einflüsse einzurichten, beispielsweise neue Fertigungstechnologien, Schwankungen in den Stückzahlen oder in der Variantenzahl über den Produktlebenszyklus. Dies bezeichnen wir als Robustheit. Heute werden diese Abhängigkeiten nur unzureichend berücksichtigt. Aufwendige Iterationsschleifen sind die Folge. Produkt und Produktionssystem sind daher bereits frühzeitig im Wechselspiel zu konzipieren.

Zielsetzung

Das Ziel des BMBF-Vereinigten Projekts VireS – Virtuelle Synchronisation von Produktentwicklung und Produktionssystementwicklung (2008 – 2011) war ein Instrumentarium für die integrative Entwicklung von Produkt und Produktionssystem unter frühzeitiger Berücksichtigung der Aspekte Kosten und Robustheit. Es unterstützt den Entwickler entlang des Entwicklungsprozesses bei der systematischen Konzipierung von Produkt und Produktionssystem.

Instrumentarium

Als Ergebnis liegt ein Instrumentarium für die integrative Konzipierung von Produkt und Produktionssystem vor. Das Instrumentarium besteht aus einem Vorgehensmodell, einer Spezifikationstechnik, Bewertungswerkzeugen und einer Wissensbasis. Die Spezifikationstechnik und Bewertungswerkzeuge sind in Form von Softwaretools realisiert.

- Das Vorgehensmodell bildet den Leitfaden für die Durchführung konkreter Entwicklungsprojekte. Es enthält die Vorgehenssystematik der integrativen Produkt- und Produktionssystementwicklung.
- Mit der Spezifikationstechnik werden das Produkt und das zugehörige Produktionssystem integrativ beschrieben. Dabei findet die Wechselwirkung zwischen Produkt und Produktionssystem

Gefördert durch:
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Projektträger:
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Kontakt:
Dipl.-Ing. Rinje Brandis
E-Mail: Rinje.Brandis@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 5251 | 60 62 35

www.hni.uni-paderborn.de/pe

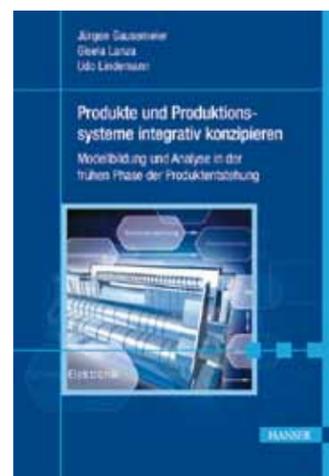
- Berücksichtigung und Informationen für die Bewertung von Kosten und Robustheit werden zur Verfügung gestellt.
- Die Bewertungswerkzeuge ermöglichen die frühzeitige Abschätzung der Kosten und der Robustheit von Produktalternativen und Produktionssystemalternativen. Die Bewertung von Kosten und Robustheit erfolgt auf Grundlage stochastischer Simulationen. Mit Unsicherheit behaftete Informationen werden hierbei durch statistische Verteilungen abgebildet.
- Eine Wissensbasis ermöglicht die Dokumentation von Fach- und Erfahrungswissen über domänenübergreifende Abhängigkeiten sowie Kosten- und Robustheitszusammenhänge.

Pilotprojekte

In vier anspruchsvollen Pilotprojekten wurde das Instrumentarium erprobt. Die betrachteten Demonstratoren lieferten die Anforderungen sowie Einsatz- und Evaluationsmöglichkeiten für das Instrumentarium.

Die Ergebnisse des Verbundprojekts werden über das Fachbuch „Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren – Modellbildung und Analyse in der frühen Phase der Produktentstehung“ und über das Internet-Fachportal „TransMechatronik.de“ (www.transmechatronic.de) verbreitet.

Die Projektpartner waren: Prof. Dr.-Ing. G. Lanza, Institut für Produktionstechnik – wbk, Karlsruher Institut für Technologie; Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann, Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München; BizT@lk AG; itemis AG; UNITY AG; Behr GmbH & Co. KG; Océ Printing Systems GmbH; Robert Seuffer GmbH & Co. KG; Wincor Nixdorf International GmbH.



Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren – Modellbildung und Analyse in der frühen Phase der Produktentstehung. Carl Hanser Verlag, München, 2012

Cooperative Project VireS

Integrative Conceptual Design of Products and Production Systems

In a global economy, companies can only prevail if they offer top-quality products at competitive prices. Furthermore, it is important to respond more flexibly to changing influences, such as new manufacturing technologies and fluctuations in the quantity or in the number of variants along the product life cycle. This is what we call robustness. Today these dependencies are not considered enough. Time-consuming iteration loops are the result. Therefore product and production system have to be developed in interplay right from the beginning.

Objective

The objective of the BMBF cooperative project VireS – Virtuelle Synchronisation von Produktentwicklung und Produktionssystementwicklung (2008 – 2011) was to create an instrument for the integrative development of product and production system. The development and manufacturing costs as well as the robustness against changes and disturbances were taken into account early on. The instrument supports the developer along the product development process in the systematic conceptual design of product and production system.

Instrument

The result is an instrument for the integrative conceptual design of product and production system. It consists of a process model, a domain-spanning specification technique, methods for the evaluation and a knowledge base. The specification technique and the evaluation methods are realized in software.

- The process model forms the guideline for the execution of development projects. It includes the systematic proceedings of the integrative development of product and production system.

- The specification technique enables the integrative description of the product and the respective production system. Thereby, the dependencies between product and production system are considered and information for the evaluation provided.
- The evaluation methods enable the early assessment of costs and robustness of the product and the production system. The evaluations are based on stochastic simulations. Uncertain information is approximated by statistical distributions.
- A knowledge base enables the documentation of expertise and know-how about dependencies between product and production system as well as costs and robustness.

Industrial Projects

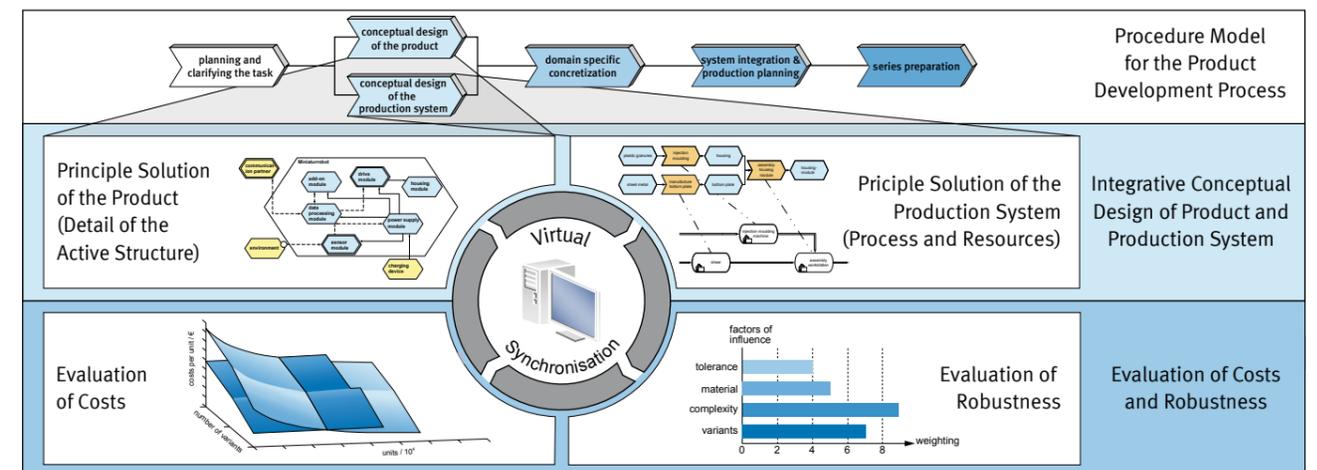
The methodology is validated in four ambitious industrial projects. The considered products provided requirements as well as capabilities and evaluation options for the instrument.

The results of the cooperative project will be published in the book “Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren – Modellbildung und Analyse in der frühen Phase der Produktentstehung” and on the internet platform “TransMechatronik.de”.

Contact:

Dipl.-Ing. Rinje Brandis
E-mail: Rinje.Brandis@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 5251 | 60 62 35

www.hni.uni-paderborn.de/en/pe



Struktur des entwickelten Instrumentariums
Structure of the developed instrument

KOMPASS

Kognitive medizinische und personalisierte Assistenzsysteme

Motivation

Das deutsche Gesundheitswesen ist durch eine stetige Zunahme der Gesundheitsausgaben geprägt. Im internationalen Vergleich der OECD liegt Deutschland bei den jährlichen Gesundheitsausgaben pro Kopf an dritter Stelle. Bei der durchschnittlichen Lebenserwartung liegt Deutschland dagegen lediglich auf dem zehnten Platz. Dies deutet auf eine Diskrepanz zwischen den Ausgaben und den dafür erbrachten Leistungen hin. Zudem wird der Kostendruck durch die Überalterung der Gesellschaft sowie dem wachsenden Ärztemangel in ländlichen Regionen in den kommenden Jahren weiter steigen.

Den skizzierten Herausforderungen kann mit telemedizinischen Ansätzen begegnet werden. Der Gesundheitszustand von Patienten wird dabei durch eine Kombination von Sensorik und Informations- und Kommunikationstechnik überwacht: Sensoren nehmen die Patientendaten auf und übermitteln diese über das Internet an Datenbanken. Aus den gespeicherten Daten können Ärzte personalisierte Therapieempfehlungen ableiten. Durch telemedizinische Ansätze können so die Versorgungsqualität erhöht und die Aufenthaltszeit in Krankenhäusern verkürzt werden.

Die Kosteneinsparungspotentiale sind offensichtlich; dennoch bleibt die Telemedizin hinter den heutigen Erwartungen zurück: Es mangelt vor allem an innovativen Geschäftsmodellen für telemedizinische Systeme und an der Akzeptanz von Telemedizin.

Zielsetzung

Hier setzt das Projekt KOMPASS an, das der Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der Technischen Universität München zusammen mit dem Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn durchführt. Ziel des Projekts ist ein arbeitsfähiger Demonstrator eines telemedizinischen Assistenzsystems zur Prävention, Diagnostik und Therapie, bestehend aus Sensorik, Datenübertragung und -verarbeitung.

Mit diesem Demonstrator sollen in exemplarischen Untersuchungen an Patienten in Krankenhäusern und im privaten Umfeld praktische Erfahrungen gewonnen werden. Im Fokus stehen hierbei die in der Bevölkerung weitverbreiteten Krankheiten Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit) und Hypertonie (Bluthochdruck). Die Vitalparameter der Patienten wie Puls, Gewicht, Aktivität, Glukose und Blutdruck

werden gemessen und in einer Datenbank gespeichert. Basierend auf einem Abgleich der vom Patienten gemessenen Daten mit den in der Datenbank gespeicherten Parameterverläufen einer Vielzahl anderer Patienten können Aussagen über den weiteren Krankheitsverlauf abgeleitet werden.

Für eine erfolgreiche Markteinführung des telemedizinischen Assistenzsystems ist ein zukunftsfähiges Geschäftsmodell notwendig, das aufzeigt, wie sich die skizzierten Nutzenpotentiale wirtschaftlich erschließen lassen und ein ökonomischer Betrieb des Systems auf Dauer möglich ist. Es ist zu ermitteln, wer die Kunden des telemedizinischen Assistenzsystems sind, welchen Nutzen sie aus dessen Einsatz ziehen können und auf welche Art und Weise die Leistungserbringung und -verrechnung gewährleistet wird. Die angestrebten Geschäftsmodelle beruhen auf Zukunftsszenarien, die denkbare Entwicklungen des Gesundheitsmarktes und des Geschäfts mit Telemedizin darstellen.

Bisherige Ergebnisse

Im Rahmen der Analyse der Ausgangssituation wurde der Markt für Telemedizin untersucht. Dazu wurden in einer Erfolgsfaktorenbefragung kaufentscheidende Faktoren für das Geschäft mit Telemedizin aus Sicht von Patienten, Ärzten und Anbietern ermittelt. Wesentliche Erfolgsfaktoren für das Geschäft mit Telemedizin sind die Bedienfreundlichkeit, die zentrale Erfassung von Patientendaten sowie die Funktionsintegration.

Durch eine Analyse verschiedener Anspruchsgruppen wie Bundesärztekammer und Krankenkassen konnten deren Ziele und Einfluss auf die Telemedizin untersucht werden. Zu den einflussreichsten Anspruchsgruppen gehören die Politik, Pharmaunternehmen sowie öffentliche und private Krankenkassen. Die erzielten Ergebnisse werden bei der weiteren Entwicklung des telemedizinischen Assistenzsystems und der Geschäftsmodelle berücksichtigt.



Endgeräte des telemedizinischen Assistenzsystems: Smartphone, Blutdruckmessgerät und Aktivitätsmessgerät (© COMES®)
Devices from the telemedical assistance system: smartphone, blood pressure meter and activity meter (© COMES®)

Gefördert durch:

Heinz Nixdorf Stiftung

Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Ing. Markus Lehner
E-Mail: Markus.Lehner@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 63

www.hni.uni-paderborn.de/pe

KOMPASS

Cognitive Medical and Personalized Assistance Systems

Motivation

The German health care system is characterized by a steady increase of health care expenditure. In an international comparison of the OECD about the annual health care expenditure per capita, Germany comes in third. However, the average life expectancy in Germany is only ranked tenth. This hypothesizes a clear discrepancy between the expenditure and the provided service. In addition, the need to reduce costs will rise during the following years due to an aging society as well as an increasing lack of physicians in rural areas.

Those outlined challenges can be tackled by telemedicine approaches. By using a combination of sensors as well as information and communication technology the individual health status of patients can be monitored: Sensors measure the vital data of a patient and transmit them via Internet to a database. Based on these data, physicians can develop individual therapy recommendations. By telemedical approaches, the quality of medical care can be improved and the hospitalization time can be shortened.

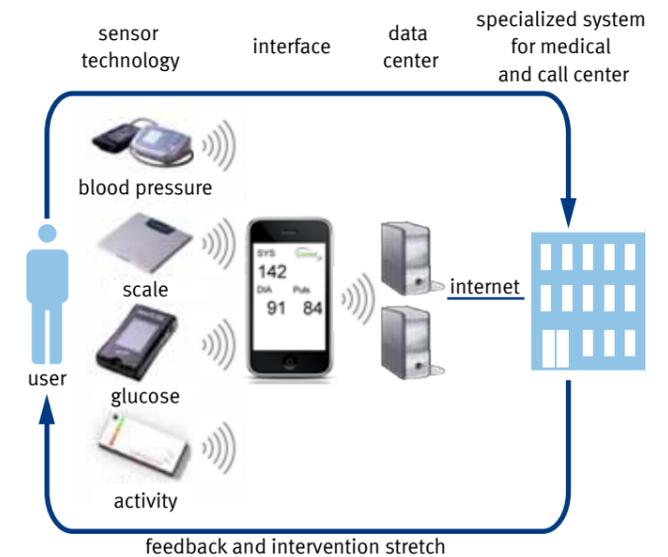
The cost saving potential is obvious, nevertheless the telemedicine falls short of expectations, especially because the lack of innovative business models for telemedical systems and the low acceptance of telemedicine technology.

Purpose

This is where the project KOMPASS comes in. A project conducted by the Heinz Nixdorf Chair for Medical Electronics at the Technical University of Munich in collaboration with the Heinz Nixdorf Institute at the University of Paderborn. The purpose of the project is to develop a fully functional demonstrator model of a telemedical assistance system for prevention, diagnosis and therapy consisting of sensors, data transmission and data processing.

With the help of the demonstrator model, experiences of patients in hospitals and private environments can be gained. Thereby, the widespread diseases diabetes mellitus (sugar disease) and hypertension (high blood pressure) are central to the focus of this project. The vital signs of patients, such as pulse, weight, activity, glucose and blood pressure are measured and stored in a database. Based on a comparison of the measured data with the stored parameter curves of other patients in the database, the attending physicians are able to derive indications about the further course of disease.

For a successful introduction of the telemedical assistance system into the market, it is necessary to have a sustainable business model that shows how the outlined potential benefits can be realized and how an economical operation of the system is possible. Therefore it has to be precisely determined, which advantage the customers derive from the application and how to guarantee the provision of services and accounting for services. The intended business models are based on future scenarios which represent the possible



Anbindung des telemedizinischen Assistenzgeräts an eine Telemedizin-Plattform
Connection of the telemedical assistance device to a telemedical platform

developments in the healthcare market and the business environment of telemedicine.

Previous Results

In line with the analysis of the initial situation, the market of telemedicine has been researched. As part of a success factors survey, sales-relevant factors for telemedical assistance systems were determined from the perspective of the patient, physician and provider. The essential success factors are user-friendliness, central recording of patient data and function integration.

The aims and influences regarding the telemedicine technology of the various stakeholders, such as the Federal Chamber of Physicians and health insurance, have been analyzed. As a result, the most influential stakeholders were identified in the telemedicine technology market. The achieved results will be considered in the development of the telemedical assistance system and the business models.

Supported by:
Heinz Nixdorf Stiftung

Contact:

Dipl.-Wirt.-Ing. Markus Lehner
E-mail: Markus.Lehner@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 63

www.hni.uni-paderborn.de/en/pe

Sonderforschungsbereich 614, Teilprojekt B2 „Entwurfsmethodik“

Spezifikation, Analyse und Optimierung mechatronischer Produktkonzeptionen

Der Sonderforschungsbereich 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ ist eines der Schwerpunktforschungsprojekte des Heinz Nixdorf Instituts. Ziel des Teilprojekts B2 (Verantwortliche: Prof. J. Gausemeier, Prof. W. Schäfer) ist ein Entwurfsinstrumentarium, das Dritte in die Lage versetzt, intelligente mechatronische Systeme zu entwickeln. Es besteht aus Methoden, Vorgehensmodellen und Werkzeugen zur fachdisziplinübergreifenden Konzipierung eines selbstoptimierenden mechatronischen Systems.

Fachdisziplinübergreifende Spezifikation der Produktkonzeption

Die Produktkonzeption wird mit der Spezifikationstechnik CONSENS® (CONceptual design Specification technique for the Engineering of complex Systems) modelliert. Die Beschreibung der Produktkonzeption umfasst die Aspekte Anforderungen, Umfeld, Zielsystem, Anwendungsszenarien, Funktionen, Wirkstruktur, Gestalt und Verhalten sowie deren Zusammenspiel. Sie ist die Basis für frühzeitige Analysen zu Aspekten wie Zuverlässigkeit, Robustheit, Sicherheit und Herstellkosten.

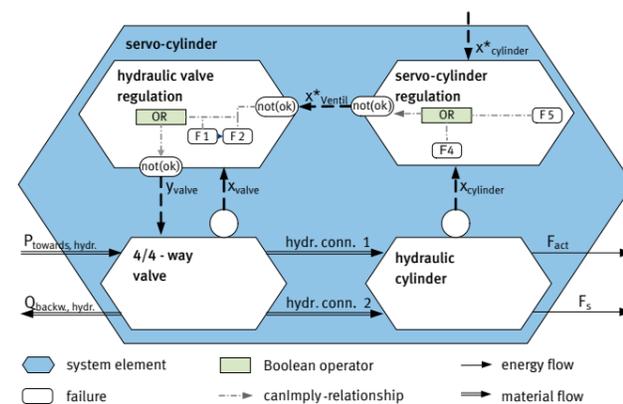
Frühzeitige Absicherung der Zuverlässigkeit

Gerade die Zuverlässigkeit ist für mechatronische Produkte von zentraler Bedeutung. Hier besteht ein erheblicher Handlungsbedarf, was durch die vielen Rückrufaktionen und die steigenden Gewährleistungskosten der letzten Jahre unterstrichen wird. Die meisten Ausfälle lassen sich auf eine unzureichende Abstimmung der beteiligten Disziplinen zurückführen; Zuverlässigkeitsprobleme werden dann erst vergleichsweise spät bei der Integration der Beiträge der einzelnen Disziplinen erkannt. Jedoch: Je später Ausfälle entdeckt werden, desto mehr Zeit und Geld kostet es, diese zu beheben.

Im Zuge der Entwicklung des Entwurfsinstrumentariums wird daher im Teilprojekt B2 eine Methode zur frühzeitigen Absicherung der Zuverlässigkeit eines komplexen mechatronischen Systems entwickelt. Ausgangspunkt ist die mit der Spezifikationstechnik CONSENS® aufgenommene Produktkonzeption. Die im Bild dargestellten Phasen werden dann durchlaufen:

- **Frühzeitige FMEA:** Die etablierte Methode der Fehlzustandsart- und Fehlzustandsauswirkungsanalyse (FMEA: Failure Mode and Effects Analysis) wird auf Basis der Produktkonzeption durchgeführt. Mögliche Ausfälle, Ausfallursachen und -auswirkungen werden identifiziert, auf deren Risiko hin beurteilt und in einer FMEA-Tabelle festgehalten.
- **Spezifikation der Ausfallfortpflanzung:** Die Beschreibung der Produktkonzeption wird um die Spezifikation der Ausfallfortpflanzung erweitert. Das Vorgehen orientiert sich an der etablierten Methode der Fehlzustandsbaumanalyse (FTA: Fault Tree Analysis). Beide Methoden werden integrativ durchgeführt. Die Vollständigkeit der identifizierten Ausfallmöglichkeiten, -ursachen und -auswirkungen und der Spezifikation der Ausfallfortpflanzung steigt dadurch erheblich.
- **Analyse und Optimierung der Produktkonzeption:** Auf Basis der Spezifikation der Ausfallfortpflanzung werden etablierte Zuverlässigkeitsanalysen durchgeführt. Insbesondere findet eine Importanzanalyse statt, mit der die kritischen Systemelemente identifiziert werden. Basierend auf den Ergebnissen der Zuverlässigkeitsanalysen erfolgt die Ableitung von Gegenmaßnahmen (z. B. Redundanz, Degradationsstufen) und Umsetzung dieser in der Produktkonzeption.

Die Analyseermethode ermöglicht erste grundlegende Aussagen zur Zuverlässigkeit des Systems bereits in der Konzipierung. Verbesserungsmaßnahmen werden frühzeitig in der Produktkonzeption umgesetzt, wodurch zeitraubende und kostenintensive Iterationsschleifen in späten Phasen der Produktentwicklung vermieden werden.



Um die Spezifikation der Ausfallausbreitung erweiterte Wirkstruktur des Servozylinders im Feder-Neige-Modul des innovativen Bahnsystems RailCab (Ausschnitt)

Failure propagation of the servo-cylinder of the innovative railway system RailCab specified within the partial model active structure (cut-out)

Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

M.Sc. Rafał Dorociak
E-Mail: Rafal.Dorociak@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 5251 | 60 62 61

Collaborative Research Centre 614, Subproject B2 “Design Methodology”

Specification, Analysis and Optimization of Mechatronic Product Conceptions

The Collaborative Research Centre 614 (CRC) “Self-Optimizing Concepts and Structures in Mechanical Engineering” is one of the priority projects at the Heinz Nixdorf Institute. The overall aim of the subproject B2 (supervisors: Prof. Gausemeier, Prof. Schäfer) is a set of tools which enables third parties to develop intelligent mechatronic systems. It consists of methods, procedure models and software tools for the discipline-spanning conceptual design of a self-optimizing mechatronic system.

Discipline-Spanning Specification of the Product Conception

The product conception is described using the specification technique CONSENS® (CONceptual design Specification technique for the Engineering of complex Systems). The description of the product conception consists of the aspects requirements, environment, application scenarios, functions, system of objectives, active structure, shape and behaviour as well as cross-references among them. It forms the basis for early analyses of aspects such as reliability, safety, robustness and production costs.

Early Reliability Assurance

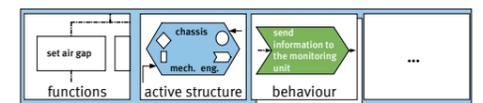
Reliability analyses are of high importance in context of mechatronic systems. There is a great need for action which is underlined by the great number of product recalls and increasing warranty costs of the recent years. The majority of reliability problems can be traced back to the insufficient communication and cooperation between the involved disciplines; reliability problems are identified relatively late during the integration of discipline-specific contributions. The later failures are detected the more it costs to eliminate them.

In the course of the development of the set of tools, a method for the early reliability assurance of a complex mechatronic system has been developed in subproject B2. The starting point is the product conception (modelled with the specification technique CONSENS®). The phases shown in the figure are conducted:

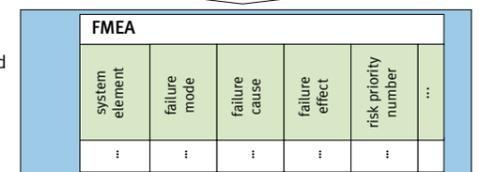
- **Early FMEA:** The established method of FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) is performed based on the specification of the product conception. Possible failure modes, failure causes and failure effects are identified and their risk is assessed. The results are recorded in the FMEA table.
 - **Specification of Failure Propagation:** The specification of the product conception is extended by the description of failure propagation. The underlying procedure is based on the widely used method of FTA (Fault Tree Analysis).
- Both methods are performed in an integrative manner. The completeness of the identified failures, failure effects and causes as well as of the description of the failure propagation is improved.

- **Analysis and Optimization of the Product Conception:** Established reliability analyses are performed on the specification of failure propagation. In particular, the importance analysis for identification of critical system elements takes place. Finally, counter measures are derived from the analyses results (e.g. redundancy, over dimensioning) and implemented in the product conception. The approach allows first principal statements concerning the reliability of the system. In addition, counter measures are incorporated into the product conception at an early stage. Thus, time-consuming and costly iteration loops are avoided.

starting point:
specification of the product conception

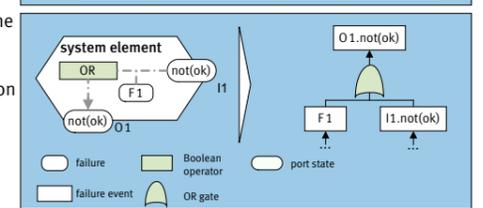


identification of failure modes, failure causes and failure effects



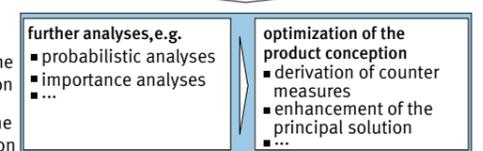
risk assessment

specification of the failure propagation within the product conception



automatic generation of a fault tree

analyses performed on the specification of the failure propagation



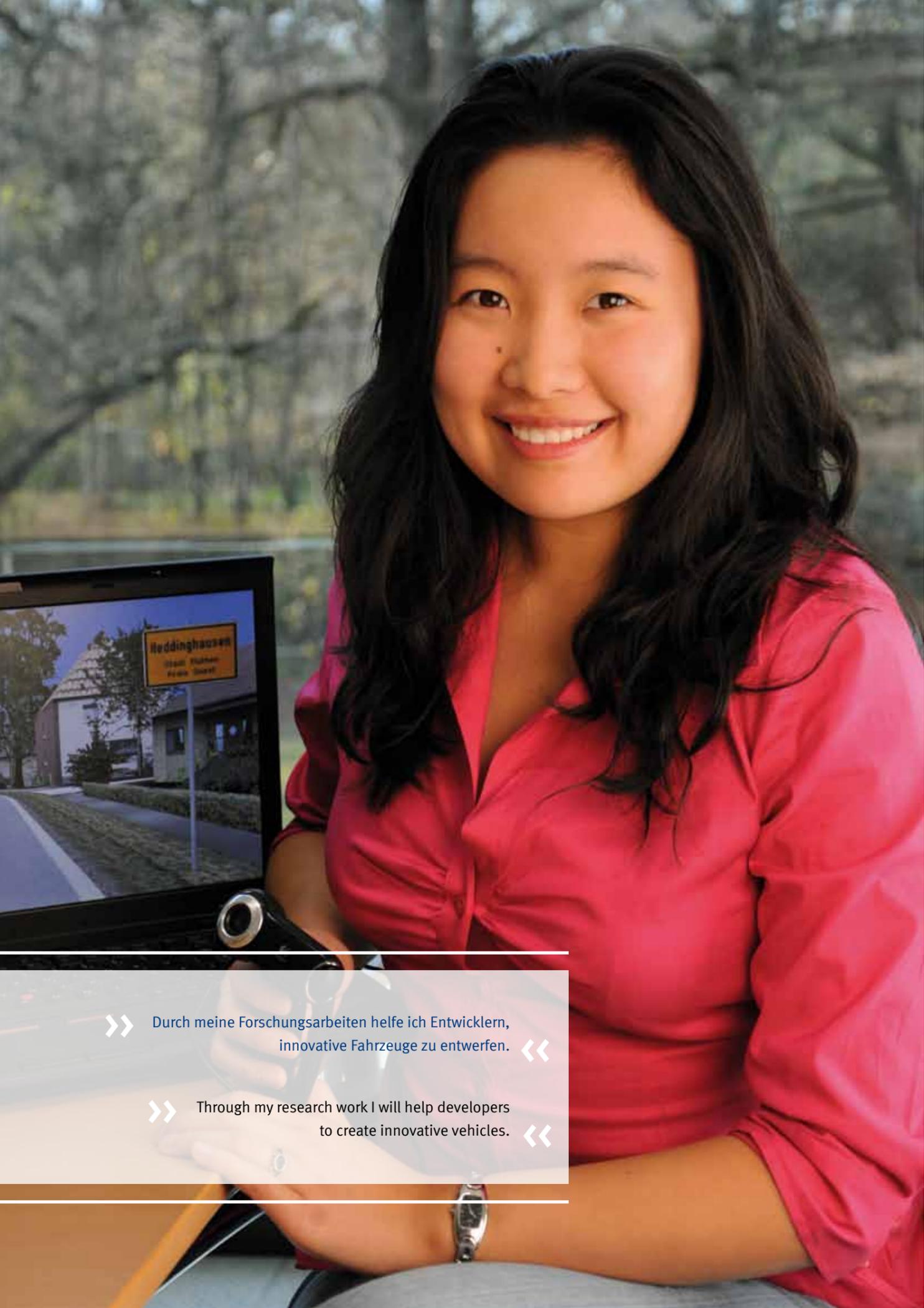
optimization of the product conception

Prinzipielles Vorgehen zur frühzeitigen Absicherung eines mechatronischen Systems auf Basis der Spezifikation der Produktkonzeption
The procedure model of the method for early reliability assessment of a complex mechatronic system

Supported by:
German Research Foundation

Contact:

M.Sc. Rafał Dorociak
E-mail: Rafal.Dorociak@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 5251 | 60 62 61



»» Durch meine Forschungsarbeiten helfe ich Entwicklern, innovative Fahrzeuge zu entwerfen. ««

»» Through my research work I will help developers to create innovative vehicles. ««

Yin Tan

Dipl.-Wirt.-Ing.
Produktentstehung

Ich heiße Yin Tan und wie mein Name schon verrät, komme ich aus dem fernen Osten, genauer aus China. Mit 13 Jahren bin ich mit meiner Familie nach Deutschland gezogen und lebe seitdem in Paderborn. Nach dem Abitur entschied ich mich für den Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Elektrotechnik. Schon lange bin ich fasziniert von der interdisziplinären Denkweise des Wirtschaftsingenieurs. Durch die Verbindung technisch-, natur- sowie wirtschaftswissenschaftlicher Inhalte entsteht hier eine Schnittstelle zwischen der Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaft.

Dank meinem Studiengang hatte ich die Möglichkeit, mir unterschiedlichste Fachrichtungen anzuschauen und nach meinen Interessen zu vertiefen. So wurde ich auf die Fachgruppe „Produktentstehung“ aufmerksam. Durch Vorlesungen und zwei wissenschaftliche Arbeiten erhielt ich einen tief gehenden Einblick in die Fachgruppe und insbesondere in den Forschungsschwerpunkt Virtual Engineering. Seit Oktober 2010 promoviere ich als Stipendiatin der „International Graduate School“ bei Prof. Gausemeier im Bereich Virtual Engineering.

Das Virtual Engineering bildet heute einen festen Bestandteil im Produktentstehungsprozess. Zum Beispiel werden virtuelle Modelle von in der Entwicklung befindlichen Produkten gebildet, um diese ausgiebig und kostengünstig zu testen. Derzeit arbeite ich im Rahmen des Projekts TRAFFIS an einer effizienten Generierung von 3D-Umgebungsmodellen. Diese sind für Tests und Analysen von kamera-basierten Fahrerassistenzsystemen unerlässlich. Schon bald werden Fahrzeuge mithilfe von Informationen aus der Umgebung auch ohne menschlichen Einfluss Entscheidungen treffen können. So werden beispielsweise ein Fußgänger oder das Verwechseln einer Fahrspur frühzeitig erkannt und verhindert, um Kollisionen sowie Gefahrsituationen zu vermeiden. Weiter wird autonomes Fahren Realität, in dem das Fahrerassistenzsystem aktiv in die Fahrdynamik eingreift und so einen Teil der Fahrzeugführung selbstständig bewältigt. Diese sicherheitskritischen Funktionen erfordern eine möglichst realitätsnahe Simulationsumgebung, um Fehlfunktionen auszuschließen. Dies ist in der frühen Entwicklungsphase von besonderer Bedeutung. Meine Arbeit ist ein wesentlicher Beitrag zur effizienten und detailgetreuen Gestaltung von Testumgebungen, sodass Kamerasysteme die notwendigen Informationen erhalten, um richtige Entscheidungen zu treffen.

Nach meiner Promotion wäre ich gern in einem internationalen Unternehmen tätig, um neue Geschäftsfelder zwischen Deutschland und Asien zu erschließen. Da ich mich in beiden Kulturen sicher fühle sowie dank meiner fundierten Ausbildung und praktischer Erfahrungen, sehe ich mich qualifiziert, „Türen“ zwischen den Welten zu eröffnen.

Yin Tan

Dipl.-Wirt.-Ing.
Product Engineering

My Name is Yin Tan and my name reveals my origin. I am from the Far East. At 13, I moved to Germany and have since lived in Paderborn. After graduating from high school, I decided to study industrial engineering, specializing in electrical engineering. I was always fascinated by the interdisciplinary way of thinking of industrial engineers, an interface between engineering and economics achieved by connecting technical-scientific and economic research contents.

Thanks to my studies, I had the opportunity to look into different disciplines and to immerse myself in interesting ones. That is how I became fascinated with Institute of Product Engineering. In addition to participation in numerous lectures and seminars, I obtained, after the completion of two theses, a profound insight into the institute and in particular the research area of Virtual Engineering. Since October 2010, I have been working as a PhD scholar at the International Graduate School at the “Product Engineering” workgroup with Professor Gausemeier. My research field is in Virtual Engineering.

Virtual Engineering makes up an important part of the product development process. For example, computer models of the objects that are to be developed are built to test the product extensively and cost-efficiently. Currently, I am working with the TRAFFIS project to efficiently generate 3D environment models. The models play an important role in testing and analyzing camera-based driver assistance systems. In the future, vehicles that make decisions based on information from the environment, rather than on human input, will be developed. With the help of driver assistance systems, pedestrians on the street can be detected early or driving inaccurately can be avoided, so that dangerous situations or even collisions with other traffic participants can be prevented. Furthermore, driver assistance systems could actively influence driving behavior, in which case the car would drive independently. Such functions are highly safety critical and require extensive testing to eliminate incorrect function or false detection. Therefore, a testing environment is necessary and should be considered at early stage of the development of the driver assistance system. My goal is to efficiently create a detailed test environment, so that the camera system can obtain sufficient information to make correct decisions.

After my scholarship I would like to work at an international enterprise, especially in a business area involving Germany and China. I am familiar with both cultures and due to my industrial experiences, I feel encouraged to work towards opening doors and finding new possibilities between the two countries.

Technik für Menschen gestalten

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Wir untersuchen die Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrem Einsatzumfeld. Unser Ziel ist es, einen theoretischen Rahmen für die Erfassung von Gestaltungswissen zu entwickeln und dieses mit rechtlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an die Systemgestaltung zu verknüpfen. Dazu entwickeln wir innovative Systemkonzepte, um Gestaltungshypothesen zu überprüfen.

E-Mail: Reinhard.Keil@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 11
www.hni.uni-paderborn.de/koi

Designing Technology for People

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

We research mutual relationships between computer systems and their context of development and use. The goal is to develop a theoretical framework for capturing design knowledge and integrating this knowledge with legal and societal demands for systems design. To accomplish this we develop innovative system concepts that allow us to validate design hypotheses.

E-mail: Reinhard.Keil@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 11
www.hni.uni-paderborn.de/en/koi



Fachgruppe Kontextuelle Informatik

Nahezu jedes Informatiksystem beinhaltet vielfältige Annahmen über menschliches Verhalten, die im Rahmen der Modellierung getroffen werden. Das fängt bei der Protokollierung von Benutzungsdaten an und reicht über Fragen der Gebrauchstauglichkeit und der barrierefreien Nutzung bis hin zu anwendungsspezifischen Steuerungs- und Verwaltungsabläufen, die in das Handeln von Menschen eingreifen. Mit dem Einsatz dieser Systeme ändert sich das Verhalten, das die Grundlage für die Modellierung war – es kommt zu Wechselwirkungen, neue Anforderungen kommen auf und führen zu Revisionen der Software.

Die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ untersucht die Wechselwirkungen zwischen Informationstechnik und ihrem Einsatzumfeld mit dem Ziel, die informatikrelevanten Konsequenzen sichtbar zu machen. Das betrifft sowohl die mit verschiedenen Gestaltungsalternativen verbundenen Folgen und Wirkungen als auch die Anforderungen, die an die Informatik im Allgemeinen und die Systemgestaltung im Besonderen gestellt werden.

Unser Ziel ist es, theoretische Grundlagen für eine hypothesengeleitete Technikgestaltung zu entwickeln, die es uns gestatten, Gestaltungswissen aufzubauen, das zwar anwendungsbezogen, aber nicht anwendungsspezifisch ist. Neben der Analyse gesellschaftlicher und rechtlicher Rahmenbedingungen entwickeln wir dazu innovative Konzepte und Systeme, um im Rahmen ihres Einsatzes Gestaltungshypothesen zu validieren. Hauptanwendungsgebiete sind dabei verschiedene Formen der Wissensarbeit, die von Lehr- und Lernprozessen (E-Learning) über kooperative Produktentwicklungsprozesse und Forschungsumgebungen bis hin zu neuen Formen der Diskursunterstützung reichen. Je nach Anwendungsbereich gehen wir dabei unterschiedlich vor. Entscheidend ist jedoch immer, dass konstruktive, empirische und prospektive Ansätze über theoretische Konzepte miteinander verknüpft werden.

Im Vordergrund der Systemgestaltung steht die Frage, wie technische Funktionen zur angemessenen Unterstützung menschlichen Handelns beschaffen sein sollten. Dabei geht es sowohl um neue

Techniken der individuellen Nutzung (inter-aktiv) als auch der verteilten kooperativen Nutzung (ko-aktiv). Auf der Basis grundlegender Erkenntnisse aus den Bereichen Software-Ergonomie und computer-gestützte kooperative Arbeit (CSCW) bzw. computergestütztes kooperatives Lernen (CSCL) entwickeln wir neue technische Lösungen und erproben sie unter Alltagsbedingungen.

Mit dem Konzept der virtuellen Wissensräume haben wir bereits Mitte der 90er-Jahre grundlegende Ansätze antizipiert, die später unter dem Namen Web 2.0 (2003) oder Social Software (2002) bekannt geworden sind. Die dazu von uns entwickelten Systeme sind in vielen Bereichen seit Jahren erfolgreich im Einsatz, u. a. als regionales Bildungsnetz (bid-owl) oder als E-Learning-Plattform der Universität Paderborn (koaLA).

Der virtuelle Wissensraum stellt ein Kernkonzept dar, das im Laufe der Jahre um Mechanismen zur visuellen Wissensstrukturierung, zum responsiven Positionieren und zur Diskursstrukturierung erweitert worden ist. Sie eröffneten uns neue Möglichkeiten für die Entwicklung integrierter Forschungsumgebungen, z. B. im Maschinenbau (LTM-SOLA: virtuelles Labor im Bereich der Werkstoffmechanik), in der Medizin (GATiB: kooperative verteilte medizinische Stammzellenforschung), in der Kulturgeschichte (Studiolo: ko-aktive Arbeitsumgebung für einen erweiterten Forschungsdiskurs in der Kunst- und Architekturgeschichte) oder auch im industriellen Umfeld (koPEP: kooperative Produkt-Entwicklungs-Planung).

Sowohl die konstruktiven als auch die analytischen Arbeiten werden theoretisch über eine eigens entwickelte Mediensicht des Computers miteinander verbunden. Im Vordergrund stehen nicht die Erzeugung und Übertragung von Nachrichten, sondern der Rechner als vielfältiges mediales Ausdrucksmittel, das neue Einsichten (Differenz-erfahrung) und neue Formen der verteilten Kooperation (Ko-Aktivität) ermöglicht. Mit dieser Sicht erhalten wir eine theoretische Fundierung, die einerseits zu anderen Forschungsdiskursen anschlussfähig ist, andererseits aber auch die Einbeziehung grundlegender Anforderungen zum Daten-, Urheber- und Gesundheitsschutz ermöglicht.

Workgroup Contextual Informatics

Almost all computer systems embody a variety of assumptions about human behavior which become manifested in the modeling process. This starts with recording access data, continues with usability and accessibility issues all the way up to application specific control and administration processes which interfere with human activities. With the deployment of those systems, users start changing their behavior which formed the basis for the modeling process – mutual relationships occur, new requirements emerge and lead to the revision of the software.

The “Contextual Informatics” workgroup studies such mutual relationships with the aim to identify the consequences relevant for computer science. This comprises the analysis of the impact of different design alternatives as well as the collecting of demands for computer science in general and in particular the requirements for the design of systems.

Our goal is to develop theoretical foundations for the hypotheses-guided design of systems, to allow us to assemble design knowledge which is application-related but not application-specific. Besides analyzing societal and legal frameworks relevant for systems design we develop innovative concepts and tools to validate our design hypotheses in the application context. Main areas of research are different forms of knowledge work which range from teaching and learning processes (e-learning) to cooperative product development processes and collaborative research environments and finally new forms of supporting discourses. Depending on the application domain, we take a different approach each time. However, it is always crucial to combine constructive, empirical and prospective approaches by way of employing appropriate theoretical concepts.

Our main focus for systems development is to identify which functions of a system may provide appropriate support to the human activities in which particular way. Here, we consider new techniques for individual usage (inter-activity) as well as distributed collaborative

settings (co-activity). We develop new technical solutions based on insights and theoretical foundations from software ergonomics and from computer-supported cooperative work (cscw) resp. computer-supported cooperative learning (cscl) and evaluate the viability of their day-to-day use.

Already in the mid-90s, we invented the concept of virtual knowledge spaces and anticipated the general approach that became later known as Web 2.0 (2003) or Social Software (2002). The systems we developed on this concept were successfully deployed in various application settings, such as the core of a regional educational network (bid-owl) or as the e-learning platform of the University of Paderborn (koaLA).

The concept of virtual knowledge spaces is a key concept in our work. Over the years it was enriched and extended by mechanisms for visual knowledge structuring, responsive positioning and for discourse structuring. These extensions provided a good basis for the development of integrated research frameworks in various domains such as Mechanical Engineering (LTM-SOLA: thermal shock test laboratory), Medical Science (GATiB: distributed collaborative stem cell research), History (Studiolo: research environment for extended discourse) or in an industrial setting (koPEP: co-operative product development planning).

Both aspects of our research work, the constructive as well as the analytic part, are linked together via a specific media perspective that we have developed. It emphasizes the computer as expressive means for the human mind to create new insights (difference experience) and new forms of media-based social interaction (co-activity) rather than viewing it as a machine for generating and transmitting messages. In doing so, we have developed a theoretical framework which allows us to refer to related frameworks of other disciplines and to embed societal and legal requirements such as privacy, copyright and health issues.

DAWINCI-Lernmodule

Eine Lernplattform für die Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie

Auf den ersten Blick sieht man eine Kette von ineinandergreifenden Zahnrädern unterschiedlicher Größe. Bei genauerem Hinsehen fällt auf, dass sich das erste sehr schnell dreht. Von links nach rechts nimmt die Drehzahl rapide ab. Bereits beim dritten großen Zahnrad nimmt man keine Bewegung mehr wahr. Was passiert hier? Das erste Zahnrad dreht sich pro Sekunde einmal. Durch Übersetzung wird das zweite große Zahnrad nach zehn Drehungen des ersten einmal gedreht. Das dritte große Zahnrad wird sich seinerseits nur einmal drehen, wenn sich das große davor 10-mal gedreht hat. Das vierte Zahnrad benötigt somit 10^{11} Sekunden für eine Umdrehung, wobei i die Position des Zahrades ist. Schaut man sich jetzt das letzte Zahnrad an Position 13 an, erfordert eine Umrundung mehr als 32 150 Jahre und es steht daher quasi still.

Dieses anschauliche Beispiel stammt aus dem Lernmodul zum Thema Potenzrechnung aus der Lernreihe zur grundlegenden Mathematik. Es ist neben vielen weiteren im Rahmen des DAWINCI-Projekts entwickelt und umgesetzt worden. Gerade die mathematischen Grundlagen zu kennen und mit ihnen arbeiten zu können ist Voraussetzung für alle chemischen Berufe. Ähnlich verhält es sich mit den Themen allgemeine Chemie, Messtechniken, Präsentation und Kommunikation. Auch hier sind Grundlagenwissen und Fertigkeiten die Basis für

jede berufliche Ausbildung. Diese Themen bilden damit einen Querschnitt durch alle Berufsabschlüsse der Chemischen Industrie.

Das Projekt „Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie“ (kurz DAWINCI) beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Konzepts für kompetenzorientierte Lehre für die Berufe der Chemischen Industrie (Chemikant, Chemie-Laborant, Chemie-Techniker, Industriemeister Chemie und Bachelor Chemie). Dazu werden Lerninhalte unter dem Aspekt der zu erlernenden Kompetenzen aufbereitet. Die Auswahl der Themen traf das Konsortium aus Universität Paderborn (AG Prof. Keil und AG Prof. Schaper) und Ausbildungseinrichtungen der Chemischen Industrie (ChemKom e.V., Creos GmbH, Infracor, Provadis GmbH, Industriepark Wolfgang GmbH) durch die Identifizierung von Grundlagen- bzw. Querschnittsthemen.

Durch das Projekt wurde für die Berufe der Chemischen Industrie exemplarisch ein Kompetenzmodell entwickelt. Mit dessen Hilfe wird geprüft, ob sich Lernziele der Lernmodule und Ausbildungsverordnungen gleichermaßen auf Kompetenzen und Kompetenzniveaus nach dem DQR (Deutscher Qualifikationsrahmen) abbilden lassen. Mithilfe eines Editor-Werkzeugs können die einzelnen Lernmodule zu den Themen zusammengestellt werden. Dabei besteht ein Modul aus dem Lerninhalt in Form eines WBT (Web Based Training), Skripten für Ausbilder und Lernende, dem Trainerhandbuch und einer Lernzielbeschreibung mit Kompetenzeinordnung. In der Entwicklung befindet sich derzeit noch ein Werkzeug zur Kompetenzeinordnung für Ausbilder, mit dessen Hilfe berufliche Vorerfahrungen von Auszubildenden, die quer in die Berufsausbildung einsteigen, erfasst werden können. Diese Kompetenzen und die aus den Lernmodulen werden im letzten Schritt in ein E-Portfolio in der Lernplattform erfasst und verwaltet.

Innerhalb des DAWINCI-Projekts fallen die Entwicklung und Betreuung der Lernplattform, die Verwaltung der Lernmodule und die kompetenzbezogene Einordnung in das E-Portfolio in den Aufgabenbereich der Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“.

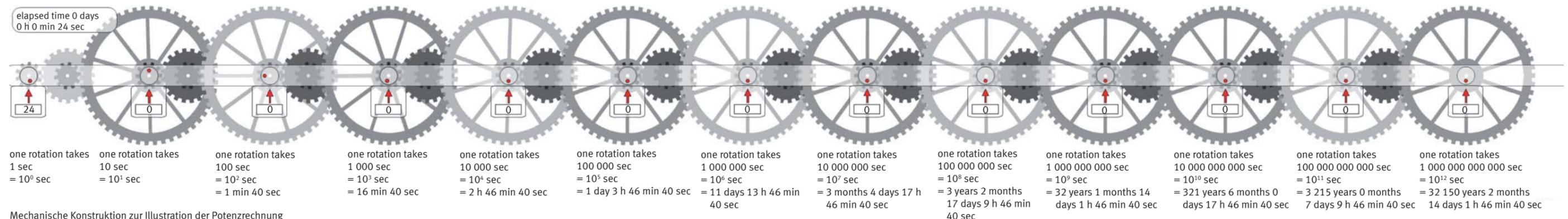
Gefördert durch:

Bundesministerium für Bildung und Forschung
Europäischer Sozialfonds

Kontakt:

Dipl.-Inform. Dominik Niehus
E-Mail: niehus@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 15

www.dawinci-projekt.de



Mechanische Konstruktion zur Illustration der Potenzrechnung
Mechanical construction for illustrating power calculation

DAWINCI Learning Modules

A Learning Platform for Industrial Training and Education Within the Chemical Industry

At a first glance, you see a chain of linked gears with different sizes. At a second glance, you notice that the first left-most turns very quickly. From left to right, the speed decreases rapidly. The third large gear has no visible movement. What is happening here? The first gear rotates once per second. Through mechanical translation, the second large gear is rotated once for every ten turns of the first one. The third large gear will rotate only when the one in front has rotated 10 times. The fourth gear needs 10^4 sec = 2 h 46 min 40 sec for a rotation. Each gear needs 10^{i-1} seconds for one turn, where i is the position of the gear. Take a look at the last gear position 13. This in one needs more than 32.150 years to rotate once.

This very demonstrative example is included in the learning module on calculating powers from an educational series about basic mathematics. It has been developed and implemented together with many other modules within the DAWINCI project. Knowing the mathematical basis and how to work with it is required for all chemical professions. The topics of general chemistry, measurement techniques, presentation and communication skills are also needed. Their basic knowledge and skills form the foundation for any chemical profession. Therefore these topics are a cross-section of all qualifications in the chemical industry.

The project “Transparency for Industrial Training and Education Within the Chemical Industry” (in short DAWINCI) deals with the development of a concept for competence-based teaching in the chemical industry professions (chemical technician, chemical lab technician, foreman chemistry and bachelor of chemistry). The subjects have been selected by a consortium of the University of Paderborn (the workgroups of Prof. Keil and Prof. Schaper) and training facilities within the chemical industry (ChemKom e.V., Creos GmbH, Infracor, Provadis GmbH, Wolfgang Industrial Park GmbH) by identifying basic topics as well as cross-section topics.

Using this model, the project partners can examine whether the learning goals of the learning modules as well as the educational regulations can be mapped onto competences and competence levels according to the DQR (German Qualifications Framework). With the help of an editor tool, individual learning modules can be integrated into courses on specific subjects. Each learning module consists of the learning content as a WBT (Web Based Training), scripts for trainers and learners, the trainer manual and a learning objective description with an associated competence-classification. A tool to support instructors when mapping competences is still under development. With its help, previous experiences from trainees that participated in an on-the-job training can be recorded. These competences and the ones of the learning modules are collected and managed in an e-portfolio within the learning platform.

Within the DAWINCI project, Prof. Keil’s workgroup is responsible for the development and maintenance of the learning platform, the administration of the competence-based learning modules and the competence orientated e-portfolio.

Supported by:

Federal Ministry of Education and Research
European Social Fund

Contact:

Dipl.-Inform. Dominik Niehus
E-mail: niehus@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 15

www.dawinci-projekt.de

e-lab

Entwicklung von E-Learning-Szenarien für das alltägliche Lernen

Das e-lab ist ein Labor für die Erforschung von E-Learning-Szenarien der Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“. Ziel ist es, gemeinsam mit verschiedenen Partnern an der Universität alltagstaugliche Lernszenarien zu entwickeln, umzusetzen und zu evaluieren. Das e-lab verwendet die gleiche Plattform, die auch im koaLA-System der Universität Paderborn eingesetzt wird. Diese Tatsache erlaubt es, Szenarien in einem alltagsnahen Umfeld zu testen, um sie dann später in die Alltagspraxis zu integrieren.

Aktuell werden von unserer Fachgruppe drei verschiedene Szenarien entwickelt, die auf Diskursstrukturierung und studentische Rückmeldung setzen. Diese werden im Rahmen des Programms „Qualität der Lehre“ der Universität Paderborn umgesetzt werden.

Diskursorientierte Pyramidendiskussion

Die Pyramidendiskussion ist ein Diskursstrukturierungsverfahren, das in Kursen verwendet wird, um die Fähigkeiten der Teilnehmer im strukturierten Durchführen von Diskussionen zu fördern.

Der erste Schritt der Pyramidendiskussion ist das Aufteilen der Teilnehmer in Gruppen. Alle Gruppen erhalten die gleiche Problemstellung, zu der sie eine gemeinsame Position erarbeiten sollen. Dann werden jeweils zwei Gruppen zusammengefügt mit dem Ziel, festzustellen, ob die Positionen vereinbar sind. Gelingt dies, kann die Pyramide weitergeführt werden. Im Prozess werden dann so lange Gruppen zusammengefügt und Positionen erarbeitet, bis alle Teilnehmer der Pyramidendiskussion in einer Gruppe eine gemeinsame Position erarbeitet haben.

Thesen-Kritik-Replik-Verfahren

Das Thesen-Kritik-Replik-Verfahren ist eine rundenbasierte Diskursstrukturierungsmethode. Das Ziel dieses Verfahrens ist die Förderung von Fähigkeiten zur strukturierten Diskussion bei den Teilnehmern. Das Verfahren startet mit einer festgelegten Anzahl von Gruppen, denen ein Problem zugewiesen wird, zu dem sie eine These erarbeiten sollen. Im Anschluss an das Erstellen der These werden diese zwischen den Gruppen ausgetauscht und für jede These wird eine

Kritik verfasst. Im letzten Teil einer Runde schreiben die Verfasser der These eine Replik auf die Kritik. Das gesamte Verfahren wird idealerweise nicht nur einmal durchgeführt, sondern in mehreren Runden hintereinander, um das Schreiben von Thesen ebenso wie die konstruktive Kritik an Thesen systematisch zu schulen.

Rapid-Feedback-Fragebogen

Das dritte in der Erprobung befindliche Szenario ist die Unterstützung von Lehrveranstaltungen mittels Rapid-Feedback-Fragebögen. Ein solcher Fragebogen erlaubt es Dozenten, schnell und einfach Umfragen über beispielsweise Verständnis von Inhalten durchzuführen. Dafür stehen im Fragebogen Multiple-Choice- oder Freitextfragen zur Verfügung. Mit dieser Art von Fragebogen kann ein Dozent spezifische Probleme seiner Studenten erkennen und vertiefend darauf eingehen.

Implementierung auf der E-Learning-Plattform

Die vorgestellten Szenarien werden durch Webanwendungen unterstützt, die einem Kurs auf der E-Learning-Plattform zugeordnet sind. Sie beziehen aus dieser die Informationen zu den Teilnehmern und der Gruppenstruktur, um deren Organisation durchzuführen. Weiterhin verwalten die Anwendungen die erstellten Dokumente, sodass der Dozent immer einen Überblick über den aktuellen Fortschritt der Arbeiten hat. Eine manuelle Verwaltung und Zuordnung von Gruppen und Dokumenten wäre deutlich aufwendiger. Somit kann der Dozent in der Lernplattform an einer Stelle alle Arbeitsschritte erledigen, die die Szenarien erfordern.

Integration in den Alltag

Ziel dieser Arbeiten ist die Untersuchung der jeweils nötigen Schritte, um die vorgestellten Methoden in einen Zustand der Produktreife überführen zu können, der es dann erlaubt, diese Methoden auf dem koaLA-System der Universität Paderborn einsetzen zu können. Erste Schritte sind dabei der Test und die Evaluierung der Methoden mit einer kleinen Benutzergruppe auf unserer eigenen e-lab-Plattform. Nach erfolgreicher Evaluation werden die Softwarekomponenten dann bis zur Produktreife entwickelt und in das koaLA-System integriert, sodass die drei Softwarekomponenten der Lernszenarien für jeden Dozenten und Studenten der Universität Paderborn verfügbar sind.

Kontakt:

Dipl.-Inform. Marcel Jakoblew
E-Mail: Marcel.Jakoblew@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 65 22

e-lab

Developing E-Learning Scenarios for Everyday Learning

The e-lab is a laboratory for the investigation of e-learning scenarios. It is run by the “Contextual Informatics” workgroup. The goal is to develop, implement and evaluate different kinds of scenarios for computer supported learning and teaching with our partners at the university. The e-lab uses a platform virtually identical to the koaLA platform, which is already used throughout the University of Paderborn for various teaching and learning purposes. This allows us to test our concepts in a near real world context.

Currently three different scenarios are being developed by the workgroup. These scenarios focus on discourse structuring and student feedback. The development is supported by the university’s quality in teaching program.



Evaluierung von Lernszenarien im e-lab
Evaluation of learning scenarios at the e-lab

Discourse Oriented Pyramid Discussion

Pyramid discussion is a discourse structuring method used in courses in order to foster the participants’ abilities in structured discussions.

The first step in the pyramid discussion is the assignment of all students to groups. Every group is given the same problem to discuss and develops a common position on that problem. In the next step every group is joined with another group in order to prove whether combining both positions is possible. If the combination of both positions is possible, the pyramid discussion can be continued. Groups will be joined together, developing common positions until the discussion is held in one big group finally having developed one position for the given problem.

Thesis-Critique-Replique Method

The thesis-critique-replique method is a round-based discourse structuring method. The goal is the acquisition of discussion skills. The method starts with a number of groups, which are given a problem and each write a thesis for that problem. Then these theses are exchanged between the groups and another group writes a critique for its exchange partners’ thesis. The last step in one round is a replique for the critique. The method works better with a number of rounds to improve the discussion skills of the participants.

Rapid Feedback

The third application currently being tested is a tool for creating and answering online feedback questionnaires. The rapid feedback web application allows the quick creation of feedback questionnaires. The lecturer can choose between different types of questions like, multiple choice, matrix choice and text feedback. Rapid feedback allows the lecturer to get quick responses on teaching topics or opinions.

Implementation on the E-Learning Platform

The scenarios presented are supported by web applications, which are associated with a course on the e-learning platform. The e-learning platform manages the access rights as well as the organisation of the participants. The applications then manage all documents, which are created during the discourse in such a way that the lecturer can easily keep track of the process. The lecturer can thus perform all tasks required in the context of the scenario in one place and analyse the results.

Integration into Everyday Learning

The target for the presented methods is the integration into everyday learning. Therefore we have developed web-based software applications for each scenario, which are currently being tested. The next step is the evaluation of these applications with small groups of students on our e-lab-platform. After the evaluation, we will develop these scenarios until they are ready to be deployed on the university’s koaLA system with access for every university lecturer and student.

Contact:

Dipl.-Inform. Marcel Jakoblew
E-mail: Marcel.Jakoblew@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 65 22

Multitouch und (be-)greifbare Interaktion

Nutzerzentrierte Entwicklung einer Software für die Einsatzlageplanung beim Technischen Hilfswerks (THW)

Im Rahmen einer Kooperation erweitern das HNI und das C-LAB, die kooperative Innovationswerkstatt der Universität Paderborn und Atos IT Solutions and Services GmbH, ihre Forschung zum Thema Multitouch und (be-)greifbare Interaktion. Diese Technologie basiert auf einer berührungsempfindlichen Oberfläche und ermöglicht gegenüber klassischen Bedienkonzepten, wie bspw. Tastatur und Maus, neue Interaktionsformen für eine natürlichere Eingabe. Mittels mehrerer Finger oder auch mehrerer Hände können so Elemente auf einem Bildschirm unter Verwendung von Gesten ausgewählt oder manipuliert werden.

Die „anfassbare Benutzungsschnittstelle“ lässt das System zu einem erlebbaren Gegenstand für mehrere, teilweise gleichzeitig agierende, Nutzer werden. Es ist deshalb angebracht, solche neuartigen Situationen unter Aspekten der Gebrauchstauglichkeit intensiver zu betrachten, um beispielsweise kognitive Fehlbelastungen zu vermeiden.

Multitouch-Technologie in nachhaltigen Einsatzszenarien

Besonders im Bereich von Multitouch-Tischen entsteht dabei die wesentliche Herausforderung der Definition nachhaltiger Einsatzszenarien, um aufseiten der Nutzer mehr Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit zu schaffen. In Zusammenarbeit mit den ehrenamtlichen Helfern Thorsten Meier, Oliver Charles und dem Team des Technischen Hilfswerks (THW) Detmold konnte so eine mögliche zukünftige Arbeitsumgebung eines Multitouch-Tisches zur Unterstützung einer mobilen Leitstelle im Katastrophenfall ausgearbeitet werden. Dabei wurde durch Anwendung von Methoden des Usability Engineering ein nutzerzentrierter Gestaltungsprozess durchgeführt.

Nutzungsanforderungen aus der Praxis

Aufbauend auf einer Analyse erweiterter Interaktionskonzepte wurden sinnvolle Einsatzszenarien für Multitouch-Tische und deren technische Realisierbarkeit evaluiert, bevor im Anschluss der sogenannte „useTable“ konstruiert wurde. Nach einer umfangreichen Analyse in Form von Interviews und Workshops sowie einer Live-Übung des THW wurde der useTable als kollaboratives Unterstützungswerkzeug für die Einsatzlageplanung bestätigt. In einer ersten Version konnten

Projektpartner:
THW Ortsverband Detmold

Kontakt:
M. Sc. Florian Klomp maker
E-Mail: Florian.Klomp maker@c-lab.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 61 27

www.useTable.de

die gewonnenen Erkenntnisse und grundlegende Teile des Arbeitsablaufes der THW-Helfer softwaretechnisch realisiert werden. Derzeit liegt der Fokus in der Anbindung mobiler Endgeräte (Smartphone, Tablet, Car-PC etc.) an den useTable sowie in der Entwicklung neuer, natürlicherer Möglichkeiten der Interaktion mit Multitouch und (be-)greifbaren Objekten.



Die Erweiterung des Szenarios sieht eine Anbindung mobiler Endgeräte (Smartphone, Tablet, Car-PC) mit dem useTable vor.
The connection between the useTable and mobile devices (smartphones, tablets, car-pc) will be established in the ongoing scenario.

Aktueller Stand des useTable und der THW App

Momentan besteht der useTable aus einer 55 Zoll großen Interaktionsfläche, auf der mittels Finger- und Stifteingabe sowie durch (be-)greifbare Objekte interagiert werden kann. So wird das THW in die Lage versetzt, mehrere Kartenansichten als digitale und stufenlos zoombare Schichten übereinander darzustellen. Des Weiteren können Schäden und zugeordnete Einheiten auf der Lagekarte georeferenziert angelegt, klassifiziert und nach bestimmten Kriterien gefiltert werden. Außerdem können bspw. für einen geplanten Pumpvorgang in Hochwassergebieten alternative Berechnungen von Arbeitsmaterial und Pumpparametern in Form einer Wegstreckenzeichnung mit einem digitalen Stift analysiert werden. Experten des THW bestätigten bereits die immense Effizienzsteigerung.

Aus der laufenden Analyse und Evaluation ergeben sich neue Anforderungen. Übergeordnetes Ziel bleibt es, eine für den Nutzer gebrauchstaugliche Lösung zu entwickeln. Die intensive Zusammenarbeit mit dem THW in Detmold wird dabei weiterhin die Grundlage für Erfassung und Analyse der Arbeitsabläufe und Nutzeranforderungen darstellen.

Multitouch and Tangible Interaction

User-Centered Design of an Application for Disaster Control Management at the THW

Within a co-operation, the HNI and the C-LAB, a joint research and development laboratory operated by the University of Paderborn and Atos IT Solutions and Services GmbH, enriched their research area of multitouch and tangible interaction. This technology is based on a touch-sensitive surface and opens up new possibilities for more natural data input compared to classic devices such as a keyboard and mouse. With the new multitouch technology it is, for example, possible to use gestures to control certain elements on a screen by using several fingers or even both hands.

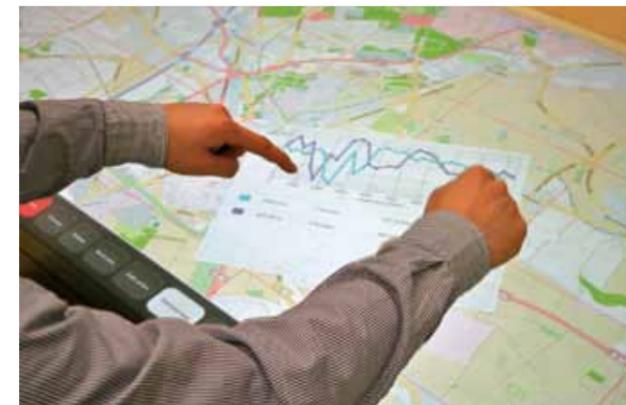
The ‘graspable interface’ enables the user to experience the system with several other users, in some cases even interacting at the same time. Therefore, one of our goals is to have a detailed look at this new situation under the aspects of usability, for example, to avoid cognitive burdens.

Multitouch Technology in Sustainable Use-Cases

One major challenge, especially in the area of multitouch tables, is defining sustainable use-cases, which increase the effectiveness, the efficiency and the satisfaction of the users. Thanks to a cooperation with Thorsten Meier, Oliver Charles and the other honorary workers of the German Federal Agency for Technical Relief (THW) in Detmold, it was possible to create a working environment for a multitouch table to support the headquarter in case of a disaster. Therefore, a user-centered design process has been established and Usability Engineering methods have been performed.

Transferring User Requirements from Practice to New Technologies

Based on an analysis of advanced interaction concepts, use-cases for multitouch tables and their technical feasibility were evalu-



Der useTable ermöglicht Standard-Interaktionen, wie das Positionieren und Skalieren von Objekten, durch mehrere Finger.
Using multiple fingers, the useTable allows standard interactions like the positioning and scaling of objects.

ated before the so-called ‘useTable’ was constructed. After a large scale analysis including interviews and workshops, the THW ran a live-demonstration where the useTable was confirmed as being a suitable collaborative support tool for disaster control management. The knowledge gained and fundamental work processes of the THW workers were implemented in a first version of the application. In a second phase, further work processes and new interaction concepts were analysed. The integration of mobile devices (smartphone, tablet, car-pc etc.) to the useTable and the development of new natural interactions techniques, like multitouch and tangible objects, are currently being focused on.

Current Status of the UseTable and the THW App

At this time, it is possible to interact on the 55-inch useTable using fingers, digital pens and tangible objects. Working on the table, the THW has the ability to display several digital map views (e.g., satellite and topographic) and manipulate these views by moving and zooming the layers smoothly. It is also possible to display the current damages and linked units of an incident scene on a map with their geo-coordinates as well as classifying or filtering details according to certain criteria. When e.g. in a flooded area pumping is planned, alternative calculations of materials and pump parameters can be automated and lines displayed on the map with a digital pen. THW experts have already confirmed that such simple tools can significantly increase work efficiency. The optional change between different map sources and up-to-date satellite pictures improve the estimation of destroyed infrastructure and possible consequences (e.g. the flooding of lower areas in case of water aggregation in the surroundings).

The ongoing analysis and evaluation results in new requirements. For example, the workers on the field will be able to send pictures of the incident to the headquarter using their mobile phones. Developing a usable solution for the user remains the main goal. The intensive cooperation with the THW in Detmold forms the basis for the elicitation and analysis of work processes and user requirements.

Project Partner:
THW Ortsverband Detmold

Contact:
M. Sc. Florian Klomp maker
E-mail: Florian.Klomp maker@c-lab.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 61 27

www.useTable.de

WebArena

Webbasiertes responsives Positionieren für moderne Wissensarbeit

In heutigen Wissenarbeitsumgebungen sehen sich die Wissensarbeiter (Lernende, Wissenschaftler, Lehrer ...) mit einer großen Menge von Wissensartefakten, wie zum Beispiel Texten, Bildern, Videos oder Animationen, konfrontiert. Um dieser Menge Herr zu werden, werden die Artefakte verglichen, bewertet, in Kontext gesetzt und kommentiert. Ein Wissensarbeiter kann für sich allein in einer privaten Umgebung arbeiten oder aber mit anderen Wissenarbeitern zusammenarbeiten, indem er mit ihnen Materialien austauscht, ihre Artefakte bewertet und letztlich mit ihnen eine gemeinsame Wissensstruktur erstellt. Obwohl es eine Vielzahl an Softwareprogrammen gibt, die bei der Wissensarbeit unterstützen sollen, entstehen viele Medienbrüche. Ein solcher Bruch liegt vor, wenn zur erfolgreichen Durchführung einer Aufgabe das Medium gewechselt werden muss. Wenn ein Lehrer zum Beispiel die Hausarbeit eines Schülers in einer Form vorliegen hat, in der er keine Anmerkungen machen kann, ist er dazu gezwungen, hierfür eine andere Anwendung zu verwenden oder gar auf Zettel und Papier zurückzugreifen. Dieser Bruch sorgt für einen mentalen (und in diesem Fall auch einen motorischen) Umweg.

Grafische virtuelle Wissensräume koppeln Handlungs- und Wahrnehmungsraum

Bereits vor einigen Jahren entwickelte die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ einen räumlichen Ansatz zur Wissensstrukturierung. Wissensartefakte, wie zum Beispiel Texte, Bilder und andere Ressourcen, werden mithilfe eines Java-basierten Clients in einen sogenannten virtuellen Wissensraum positioniert und können so angeordnet werden. Dies erlaubt Wissensstrukturierungen, die außerhalb von Computersystemen gang und gäbe sind. Auf Büroschreibtischen beispielsweise arrangieren die Angestellten Papier- oder Bücherstapel und strukturieren ihr Material auf diese Weise implizit, ohne dass die Struktur leicht erklärbar wäre. Diese Art der Strukturierung ist nun ebenfalls möglich. In einem kollaborativen Szenario können Wissensarbeiter ihre Objekte kombinieren und so gemeinsame Wissensstrukturen bauen. Eine Anmerkung beispielsweise kann auf einfache Weise erstellt werden, indem ein Textobjekt erstellt und in die Nähe des zu annotierenden Objektes positioniert wird.

In eigenen Lehrveranstaltungen ließ die Fachgruppe „Kontextuelle Informatik“ Studenten kollaborativ virtuelle Wissensräume erstellen. Zu einem Thema, das den Studenten am Anfang des Kurses mitgeteilt wurde, erstellten diese im Laufe des Semesters gemeinsam einen virtuellen Wissensraum und präsentierten diesen mehrfach während des Semesters.

Responsive Funktionen für E-Learning und E-Science

In den bisherigen Einsatzszenarien hat der Computer eine passive Rolle. Positionierungen von Objekten in Relation zu ihren Hintergrundstrukturen oder zu anderen Objekten werden nur von den Menschen interpretiert, die das System nutzen. Eine Positionierung hat keinen weiteren Effekt als eben die Änderung der Position. Für einen neuen Client mit dem Namen WebArena standen, abgesehen von der technischen Umstellung auf HTML5, die Auswertungsfunktionen im Mittelpunkt der Entwicklung. Die Änderung einer Objektposition, ihrer Größe oder jedes anderen Attributs kann vom System ausgewertet werden und hat so weitere Effekte auf das Objekt selbst oder auf andere Objekte im gleichen Wissensraum. Ein einfaches Beispiel ist das Verschieben eines Objektes auf ein mit „öffentlich“ beschriftetes Rechteck, was automatisch die hinterliegenden Rechte an dem Objekt derart ändert, dass es auf einer Website veröffentlicht oder per Mail verschickt wird.

Der neue Ansatz soll in Lehrer- und Wissenschaftlerarbeitsplätzen Anwendung finden. Zusätzlich zu den lehrbezogenen Einsatzfeldern in Universität und Schule wird die WebArena momentan auch im Projekt studiolo communis eingerichtet, bei dem Wissenschaftler des UNESCO-Kompetenzzentrums für materielles und immaterielles Kulturerbe mit einer großen Menge von Bildern und anderen Medien umgehen müssen. Mithilfe der WebArena ist es ihnen möglich, ihre Materialien zu arrangieren und sie mit Anmerkungen und Diskussionen zu verknüpfen. Bisher geschah ein solcher Diskurs meist mithilfe von E-Mails, mit allen Nachteilen, die dieses Medium mit sich bringt.

Kontakt:

Dipl.-Inform. Felix Winkelkemper
E-Mail: winfel@hni.uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 10

www.hni.uni-paderborn.de/koi/projekte/webarena

WebArena

Web Based Responsive Positioning for a Modern Knowledge Work

In today's knowledge work environments, knowledge workers (learners, scientists, teachers, ...) are faced with many pieces of knowledge, such as texts, images, graphics, videos and animations. To cope with this huge amount of knowledge artefacts, they have to be compared, put into context, reviewed and annotated. Knowledge work may be done in a private environment, but in many cases, knowledge workers need to collaborate with other knowledge workers by exchanging material, evaluating and creating a common knowledge structure. Even though there are many software applications that support knowledge work, media breaches occur. Such a breach means, knowledge workers have to change their medium to fulfill the task they are currently working on. If a teacher, for example, gets a student's homework in a format he cannot annotate, he is forced to use another application or even a piece of paper to make his remarks. This breach leads to a mental (and even motorical) detour.

Spatial Virtual Knowledge Spaces Integrate Cognition Space and Action Space

Some years ago, the "Contextual Informatics" group implemented a spatial approach for knowledge structuring. Knowledge artefacts such as texts, images or other kinds of resources are positioned using a Java-based graphical client in a virtual knowledge space that can be arranged the way the knowledge worker needs it to be. This allows for techniques which are common outside computer systems. On office desks for example, people arrange sheets of paper, books

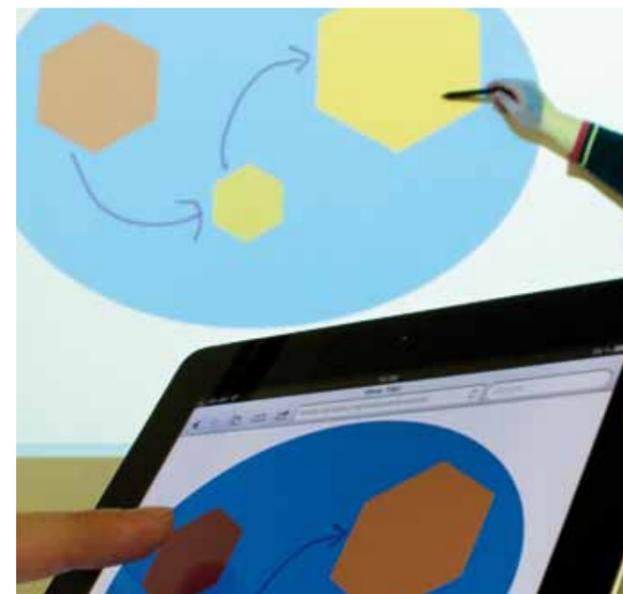
and magazines, and put them into piles and thus structure them, though this structure often cannot be described easily. In a collaborative scenario, knowledge workers can combine their objects and build common knowledge structures. An annotation, for example, can easily be done by creating a text object and putting it close to the object that requires annotation.

In their own lectures, the "Contextual Informatics" workgroup lets students build virtual knowledge spaces. They get a topic in the first lecture and build a virtual knowledge space during the course which they present in a final presentation. Their task is to find a suitable visual representation for their topic. Aspects, for example, can be visualized by creating set-structures, graphs, matrices, by simple overlays or with combinations. The Java-based graphical client supports basic objects such as texts, images, rectangles, circles, arrows etc.

Responsive Functions for E-Learning and E-Science

Till this point, the computer itself had a passive role. Positions of objects in relation to background structures or other objects were interpreted by the people using the system. A positioning has no other effect than the change of the position of the project itself. For a new client called WebArena, aside from the switch to a new HTML5 based client, evaluation functions are a main focus point of development. This means, changing an object's position, size or any other kind of attribute, can be evaluated by the system and thus have further effects on the object itself or other objects on the same virtual knowledge space. A simple example would be a document which is propped on a square named "public" automatically changes its access rights in a way it is automatically published on a website.

The new approach is used on workspaces for knowledge workers in a number of projects. In addition to educational purposes in university and school, the approach is also used in the studiolo communis project. Scientists of the UNESCO competence center for tangible and intangible cultural heritage have to deal with great amounts of pictures and other media. Using the WebArena, they are able to arrange their materials and integrate annotations and discussions.

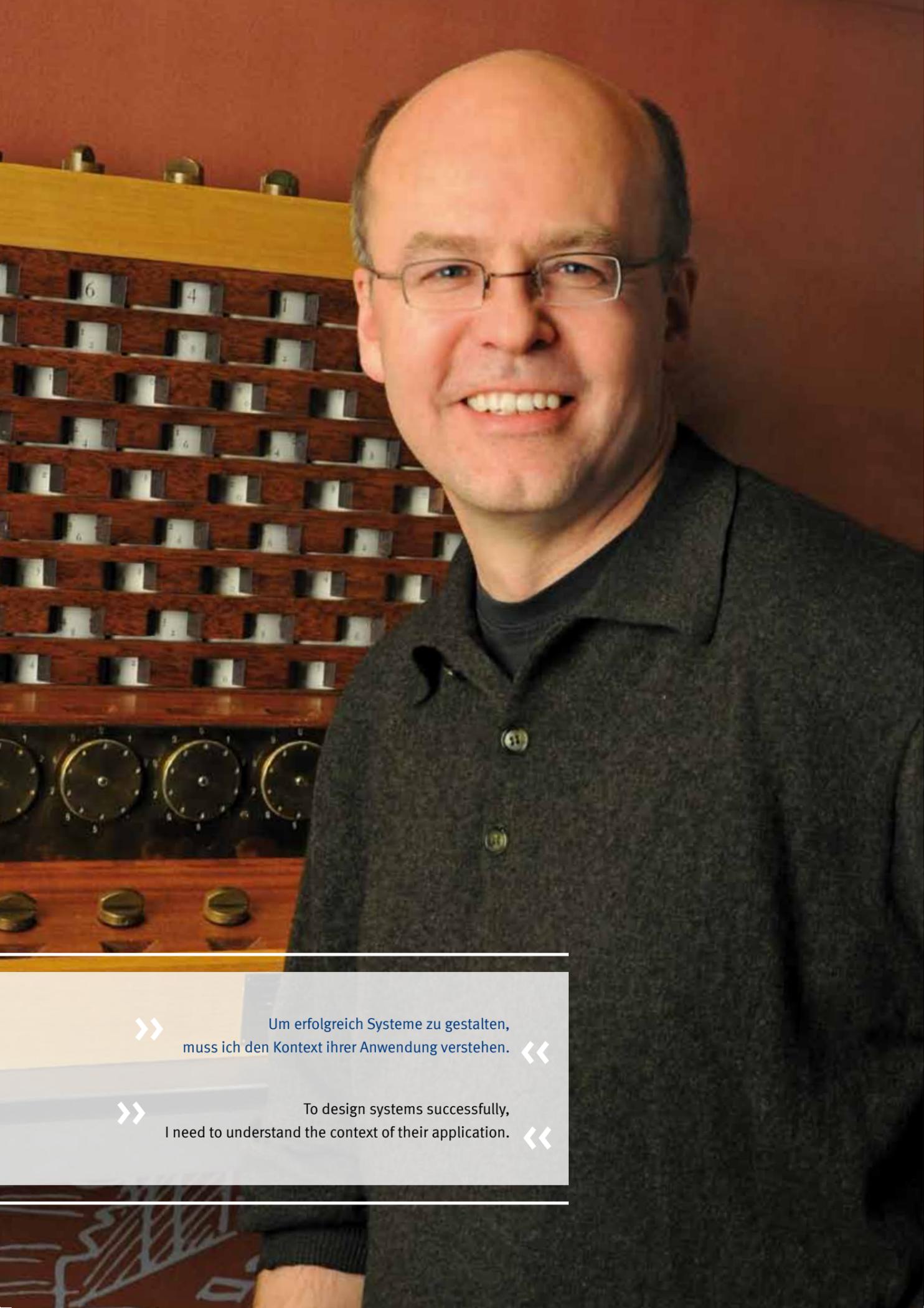


WebArena in Aktion auf einem iPad und einer virtuellen Tafel
WebArena in action on an iPad and a virtual whiteboard

Contact:

Dipl.-Inform. Felix Winkelkemper
E-mail: winfel@hni.uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 10

www.hni.uni-paderborn.de/koi/projekte/webarena



Harald Selke

Dr. rer. nat.
Kontextuelle Informatik

Brücken zwischen verschiedenen Bereichen zu bauen gehört zu den für mich wichtigsten und interessantesten Aufgaben. Schon in meinem Studium der Mathematik, in dem ich Informatik als Nebenfach wählte, fühlte ich mich auf der Nahtstelle zwischen den Fächern besonders wohl. Die mitunter schon sehr theoretischen Erkenntnisse aus Bereichen wie der Funktionalanalysis konnten – teilweise zu meinem eigenen Erstaunen – tatsächlich angewandt werden! Da mich in der Informatik zu jener Zeit vor allem die Theorie paralleler und verteilter Systeme faszinierte, schrieb ich meine Diplomarbeit bei Prof. Meyer auf der Heide über ein graphentheoretisches Thema, das sich nur mit umfassenden Kenntnissen aus meinem Hauptfach bearbeiten ließ.

Wenn auch der Wechsel von dort in das Fachgebiet „Kontextuelle Informatik“, das seinerzeit noch „Informatik und Gesellschaft“ hieß, vor diesem Hintergrund zunächst überraschend erscheint, war diese Umorientierung nur konsequent. Denn ich hatte zusätzlich auch ein Lehramtsstudium in den Fächern Mathematik und Informatik absolviert. In diesem Kontext wollte ich auch die Einbettung meiner eigenen Fächer in das gesellschaftliche und wissenschaftstheoretische Umfeld gründlich kennenzulernen. Neben den Erziehungswissenschaften spielten hier insbesondere die Philosophie (u. a. bei Prof. Tetens) sowie die Psychologie eine bedeutende Rolle. Dabei war es mir stets wichtig, die Erkenntnisse dieser Disziplinen zur Informatik – die sich zunehmend zu meinem Standbein entwickelte – in Beziehung zu setzen.

Im Fachgebiet „Kontextuelle Informatik“ gab mir Prof. Keil die Möglichkeit, systematisch in diesem Interessengebiet weiter zu arbeiten. Der von ihm entwickelte Ansatz, Artefakte als externes Gedächtnis zu betrachten, stellte eine ausgezeichnete Basis für eine interdisziplinäre Einbettung der Informatik dar. Vor dem Hintergrund meines Studiums bildete sich dabei schnell das Thema der Unterstützung des Lehrens und Lernens als Schwerpunkt heraus. Von Beginn an war mir dabei wichtig, Lernen als einen Prozess zu verstehen, der in einen sozialen Kontext eingebettet ist. Vernetzung und Hypertext-Funktionen bieten hier nur die grundlegendsten technischen Voraussetzungen; die eigentliche Herausforderung besteht darin, die Technik für den bestimmten Kontext zu entwickeln und gewinnbringend nutzbar zu machen, sei es für die Universität, die Schule oder die Aus- und Weiterbildung in Unternehmen.

Sowohl bei der Grundlagenarbeit als auch bei der Umsetzung der Erkenntnisse in konkreten Projekten war es für mich immer wichtig, die Brücke zu Experten anderer Disziplinen schlagen zu können. Die Fähigkeit zum interdisziplinären Diskurs ist für mich dazu ebenso Voraussetzung wie die eigene Kompetenz im Fach Informatik.

Harald Selke

Dr. rer. nat.
Contextual Informatics

Building bridges between different fields has always been one of the most important and most interesting challenges. Ever since I started studying mathematics, with computer science being my minor subject, the joint between the two subjects was the place I liked best. I was sometimes surprised that even quite theoretical aspects and methods from functional analysis e.g. could in fact be applied. In computer science, I was particularly fascinated by the theory of parallel and distributed systems at that time and thus decided to write my diploma thesis in Prof. Meyer auf der Heide's workgroup. Its topic in the field of graph theory could only be treated with a profound knowledge of my major subject of mathematics.

Given this background, the shift to the “Contextual Informatics” workgroup, which back then was named “Computers and Society”, may surprise at a first glance. In fact, it was a consistent move that followed my studying both subjects, mathematics and computer science, with the intention of becoming a teacher in addition to pursuing a diploma degree. For teaching students in these subjects, I wanted to gain solid knowledge of how my subjects were embedded into the contexts of society and theories of science. Philosophy in particular (in Prof. Tetens' classes e.g.) and psychology played a major role in addition to pedagogy. To me, it was always important to relate the results and methods of these academic disciplines to computer science which was to become my major field of interest.

In the “Contextual Informatics” workgroup, Prof. Keil offered me the opportunity to systematically work on this area of interest. His theoretical approach of viewing artefacts as external memory proved an excellent foundation for an investigation of the interdisciplinary context of computer science. Given the background of my studies, the question of how to support teaching and learning by technology soon became my main focus. Right from the beginning, it was important for me to understand learning as a process which is always embedded in a social context. Computer networks and hypertext functionality provide only the most basic technological prerequisites; the real challenge lies in developing the technology suitable for a specific context and putting it into best possible use, be it at universities, in schools, or in life-long learning schemes in business enterprises.

In theoretical research activities as well as in turning the findings into practice in different projects, it was always fundamental for me to build the bridge to experts in other fields. To achieve that, being able to participate in an interdisciplinary discourse is as much a requirement as being proficient in computer science.

»» Um erfolgreich Systeme zu gestalten,
muss ich den Kontext ihrer Anwendung verstehen. ««

»» To design systems successfully,
I need to understand the context of their application. ««

Hohe Rechenleistung = Innovative Computersysteme + Effiziente Algorithmen

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Hohe Rechenleistung kann nur durch eine Kombination von leistungsfähigen Computersystemen und Algorithmen, die das gegebene Problem so effizient wie möglich lösen, erreicht werden. Daher hat sich die Entwicklung von effizienten Algorithmen als klassischer Zweig der Informatik etabliert. Unsere Forschung konzentriert sich auf Fragestellungen, in denen aktuelle technische Möglichkeiten, wie z. B. Hochleistungsrechnernetzwerke, drahtlose, mobile Kommunikationsnetze oder durch Spezialhardware unterstützte Systeme, neue Herausforderungen für den Entwurf effizienter Algorithmen darstellen.

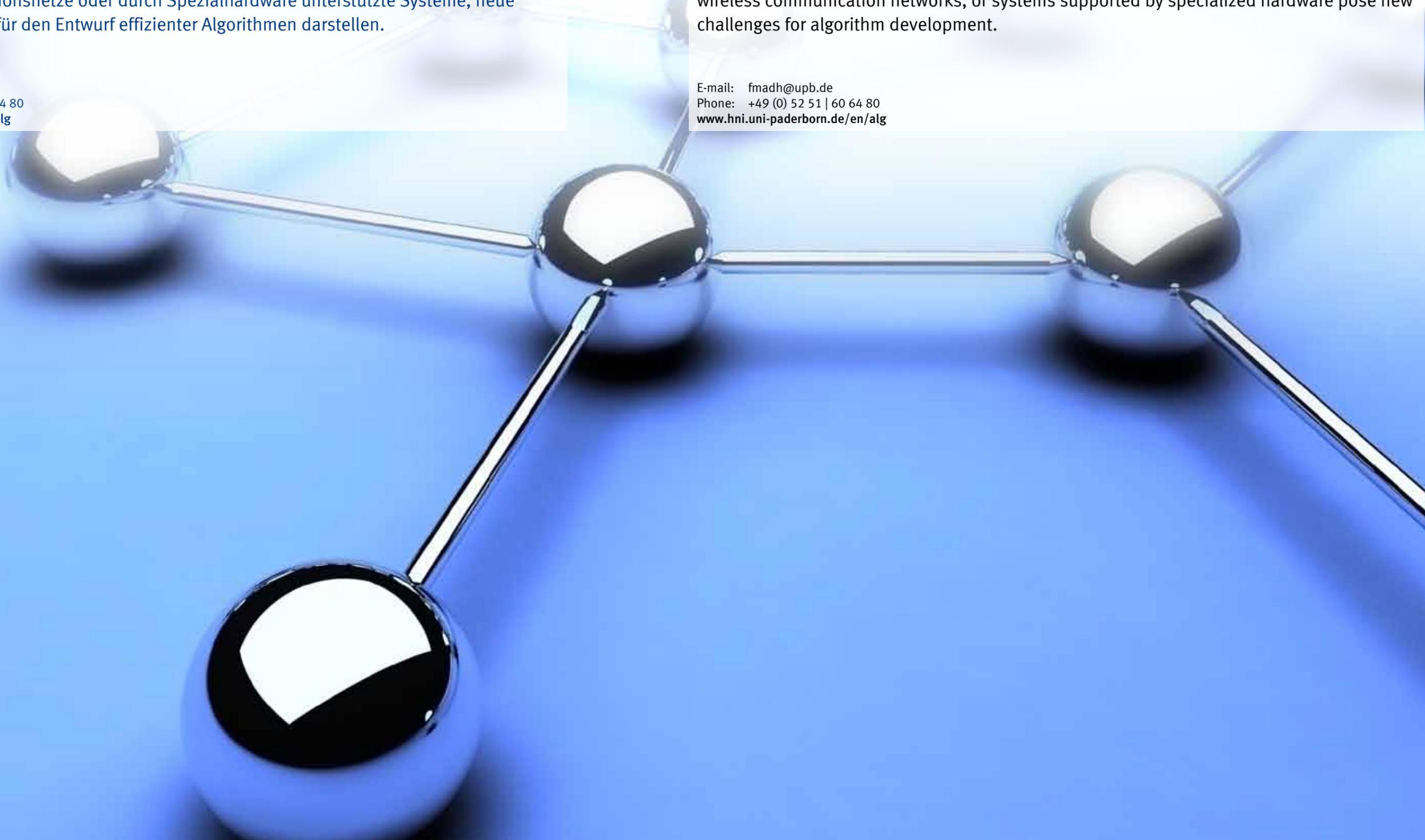
E-Mail: fmadh@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 80
www.hni.uni-paderborn.de/alg

High Performance = Innovative Computer Systems + Efficient Algorithms

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

High computing performance can only be achieved with a combination of powerful computer systems and algorithms that solve the given application problems as efficiently as possible. Therefore the development of efficient algorithms has established itself as a classical branch of computer science. In our research area, we concentrate on solutions where current technological possibilities such as high performance computer networks, mobile wireless communication networks, or systems supported by specialized hardware pose new challenges for algorithm development.

E-mail: fmadh@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 80
www.hni.uni-paderborn.de/en/alg



Fachgruppe Algorithmen und Komplexität

Moderne Rechnersysteme liefern in vielerlei Hinsicht erweiterte Anwendungsmöglichkeiten:

- Parallele Rechnernetze erlauben die Behandlung äußerst komplexer algorithmischer Probleme.
- Das Internet bietet die Möglichkeit zum weltweiten Informationsaustausch und hat sogar das Potential, als gigantischer Parallelrechner genutzt zu werden.
- Drahtlose Kommunikationssysteme erlauben sehr flexible Kommunikation auch zwischen mobilen Stationen.
- Hardware-Unterstützung für Grafikanwendungen ermöglicht Echtzeit-Navigation in sehr komplexen virtuellen Szenen.

Eine besondere Herausforderung stellen Rechensysteme dar, die aus unterschiedlichen Komponenten (z. B. unterschiedlich leistungsfähigen Prozessoren, Speichermedien oder Kommunikationssystemen) bestehen und deren Struktur sich mit der Zeit verändert. Die algorithmischen Fragestellungen, die sich bei der Realisierung und effizienten Nutzung solcher heterogenen, dynamischen Systeme ergeben, stehen zurzeit im Zentrum unserer Arbeiten.

Paralleles Rechnen: Peer-to-Peer-basiertes Web Computing

Rechnernetze können potentiell nahezu unbegrenzte parallele Rechenleistung zur Verfügung stellen, ihre effiziente Nutzung stellt jedoch ein extrem komplexes Problem dar. Die von uns entwickelte PUB-Bibliothek findet mittlerweile auch international Anwender. Unsere Web-Computing-Bibliothek PUB-Web geht nun einen Schritt weiter und nutzt das Internet als Parallelrechner. Hier gehören insbesondere die auf einem Peer-to-Peer-System basierende Konstruktion sowie die verteilte, auf der Basis von nur sehr beschränktem lokalem Wissen arbeitende Lastbalancierung zu den zentralen Herausforderungen.

Computergrafik: Echtzeitnavigation in riesigen Szenen

Um in einem virtuellen dreidimensionalen Raum navigieren und einen fotorealistischen Eindruck erzeugen zu können, werden u. a. enorme Ansprüche an Datenstrukturen gestellt, mit denen solche Szenen verwaltet, und mit denen Bilder gerendert werden. Ein derzeitiger Schwerpunkt liegt bei uns auf der Entwicklung von Methoden, zu gegebener Blickposition und -richtung in Echtzeit Entscheidungen über das in diesem Fall effizienteste der anwendbaren Rendering-Verfahren zu treffen. In einem ersten Schritt arbeiten wir an derartigen Methoden zur Unterstützung der Entscheidung, ob es sich lohnt,

Culling-Verfahren einzusetzen. Zudem erproben wir unsere Ansätze in Anwendungen zur Produktionsplanung und -steuerung gemeinsam mit Partnern im Heinz Nixdorf Institut.

Lokale Strategien in dynamischen Netzwerken: die neue Herausforderung

Dynamische Netzwerke, d. h. Netzwerke, in denen Knoten ihre (geometrische/geografische) Position mit der Zeit verändern können, spielen in vielen Bereichen eine wichtige Rolle. Sie tauchen z. B. als Datenstruktur für bewegliche Objekte in der Computergrafik, als Modelle für drahtlose, mobile Kommunikationsnetzwerke oder als Bewegungsmuster von Explorationen auf. Als Beispielproblem untersuchen wir die algorithmischen Probleme, die sich durch die Aufgabe ergeben, ein unbekanntes Gelände durch eine große Zahl von Robotern zu erforschen. Auch hier ist die Entwicklung von lokalen Strategien, die zu global gutem Verhalten führen, eine zentrale Herausforderung.

Algorithmische Spieltheorie und Preisoptimierung

Die kombinatorische Preisoptimierung umfasst eine Vielzahl natürlicher Optimierungsprobleme, die sowohl bei der Berechnung erlösmaximierender Produktpreise basierend auf Informationen über die Präferenzen potentieller Kunden als auch beim Design von Auktionsmechanismen in strategischen Szenarien – einem zentralen Problem der algorithmischen Spieltheorie – eine Rolle spielen. Wir betrachten diese Probleme vor allem unter algorithmischen Aspekten mit einem Fokus auf Methoden zur Approximation und Techniken zur Randomisierung – zweier zentraler Paradigmen im Bereich der Algorithmen und Komplexitätstheorie.

Randomisierung: eine grundlegende algorithmische Technik

Unsere algorithmischen Arbeiten haben uns immer wieder gezeigt, dass die Nutzung von Randomisierungstechniken große Effizienzvorteile liefert. Daher setzen wir uns systematisch mit dem Potential von randomisierten Algorithmen auseinander und entwickeln bzw. nutzen wahrscheinlichkeitstheoretische Methoden für ihre Analyse.

Unsere Lehre: eng mit der Forschung gekoppelt

Unsere Lehrveranstaltungen vermitteln Methoden und Konzepte für die Entwicklung und Analyse effizienter Algorithmen. Wir veranstalten Projektgruppen und unterstützen Diplomarbeiten, die unsere theoretischen Einsichten weiterentwickeln und anwenden, um effiziente Algorithmen und Bibliotheken zu entwickeln.

Workgroup Algorithms and Complexity

Modern computer systems enable expanding application areas in many respects:

- Parallel computer networks make dealing with extremely complex algorithmic problems possible.
- The Internet realizes global exchange of information and could potentially be used as one giant parallel computing device.
- Wirelessly connected systems allow flexible communication between mobile stations.
- Hardware support for graphic applications enables real-time navigation in complex virtual scenes.

A special challenge is posed by computing systems consisting of heterogeneous components (e.g. differently powerful processors, storage devices or communication capabilities) with structural changes over time. Our research focuses on the algorithmic challenges imposed by the realization and efficient usage of such heterogeneous, dynamic systems.

Parallel Computing: Peer-to-Peer Based Web Computing

Computer networks can potentially supply unlimited parallel computing power. However, their efficient use is an extremely complex problem. Meanwhile, our PUB-library is used by an international community of developers. Our Web computing library (PUBWCL) now goes a one step further and uses the Internet as a parallel computer. Some of the main challenges are the peer-to-peer based construction and the necessary dynamic load balancing strategies.

Computer Graphics: Real-Time Navigation in Giant Scenes

In order to be able to navigate in a virtual three dimensional space and to depict a realistic optical impression of the changing scene, enormous demands are imposed on the underlying data structures that handle the scene and facilitate the rendering of the individual pictures. Currently we are focusing on the development of methods for choosing the most efficient applicable rendering method during runtime, dependent on the position and viewing direction. First we worked on methods that decide whether it is worthwhile to use culling methods. Moreover, we are exploring the capabilities of our algorithms in applications from Business Computing, in cooperation with partners from the Heinz Nixdorf Institute.

Local Strategies in Dynamic Networks: The New Challenge

Dynamic networks, i.e., networks whose nodes change their (geometric, geographic) position over time, play a major role in many areas: They can be used as data structures for moving objects in Computer Graphics, as models for wireless mobile communication networks or as mobility patterns for robotic explorations. We investigated the exploration of an unknown terrain by a large group of robots as an example application scenario. Again, the task to design local strategies that yield globally good behavior is a major challenge.

Algorithmic Game Theory and Pricing

Algorithmic pricing encompasses a wide range of combinatorial optimization problems with applications in the computation of revenue maximizing pricing schemes based on data about the preferences of potential customers, as well as the design of incentive compatible auction mechanisms for strategic settings – one of the fundamental problems of algorithmic game theory. We consider algorithmic aspects of these problems with a focus on approximation and randomization techniques – two central paradigms in the design and analysis of algorithms.

Randomization: A Basic Algorithmic Technique

The algorithmic work described above has shown us that using randomized procedures can produce amazing gain in efficiency. Therefore we are systematically studying the potential of randomized algorithms and developing or applying methods of probability theory for analyzing them.

Our Teaching: Closely Linked to Research

Our courses cover methods and concepts of the development and analysis of efficient algorithms. We also run project groups and support diploma theses that extend and apply our theoretical insights in order to design efficient algorithms and libraries.

Ressourcenmanagement in dynamischen Netzen

Verteilte Systeme wie das Internet sind mit klassischen Methoden der Informatik aus verschiedenen Gründen nur schwer zu organisieren. Aufgrund der Größe und Dynamik dieser Systeme muss beim Entwurf von Protokollen und algorithmischen Verfahren großer Wert auf Skalierbarkeit, verteilte Ausführbarkeit und Adaptivität gelegt werden. Dort, wo autonome Teilsysteme im Wettbewerb um vorhandene Ressourcen stehen, müssen darüber hinaus nach spieltheoretischen Prinzipien entwickelte Mechanismen den beteiligten Akteuren Anreize zur Kooperation liefern.

Facility-Location in dynamischen Netzwerken

Das Facility-Location-Problem stellt eine bedeutende Fragestellung in der theoretischen Informatik dar. Es wird oft als Benchmarkproblem für die Entwicklung von sowohl sequenziellen als auch verteilt ausgeführten Approximationsalgorithmen für diverse Problemstellungen verwendet. Einen Grund dafür stellt die Lokalität dar, welche dem Facility-Location-Problem inhärent ist. Die Fragestellung bei Facility-Location besteht darin, eine kosteneffiziente Verteilung von Diensten oder Ressourcen auf Rechenknoten eines Netzwerks festzulegen. Bei dieser Ressourcenverteilung möchte man einerseits möglichst wenige Rechenknoten nutzen (da dieses mit sehr hohen Kosten verbunden ist), andererseits möchte man aber auch garantieren, dass sich alle Kunden möglichst in der „Nähe“ von den Ressourcen oder dienstbereitstellenden Rechenknoten befinden. Dabei wird Nähe durch die Qualität der Latenzen, welche auf den Verbindungen zwischen Kunden und Rechenknoten bestehen, definiert.

Gefördert durch:
Sonderforschungsbereich 901,
Teilprojekte A1 und A3

Kontakt:
Dipl.-Inform. Peter Pietrzyk
E-Mail: Peter.Pietrzyk@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 69

Dipl.-Math. Andreas Cord-Landwehr, M.Sc.
E-Mail: Andreas.Cord-Landwehr@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 27

Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Patrick Briest
E-Mail: Patrick.Briest@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 57

Maximilian Drees, M.Sc.
E-Mail: Maximilian.Drees@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 34

www.hni.uni-paderborn.de/alg

Besondere Schwierigkeiten bei der von uns untersuchten Variante von Facility-Location bestehen in der riesigen Größe der betrachteten Netzwerke und der fortwährenden Dynamik, der diese Netzwerke unterworfen sind. Durch die ständigen Veränderungen der Netzwerke ist es notwendig, Algorithmen zu nutzen, welche ihre Lösung fortwährend an die derzeitige Situation anpassen, um zu jedem Zeitpunkt eine Lösung ausreichender Qualität bereitstellen zu können. Dies ist nur durch den Einsatz von verteilten, insbesondere lokalen Algorithmen möglich, welche nur Informationen aus ihrer unmittelbaren Umgebung für ihre Entscheidungsfindung nutzen und dadurch mit beliebig skalierenden Netzwerken umgehen können. Außerdem ermöglicht diese lokale Herangehensweise auch einen direkten und schnellen Umgang mit der in den Netzwerken auftretenden Dynamik: Knoten können selbst deutlich schneller Entscheidungen treffen und neue Lösungen berechnen, als es eine das Netzwerk zentral steuernde Instanz machen könnte.

Platzierung von Werbeanzeigen

Ein zentrales Problem bei der Bewerbung von Angeboten im Internet ist die Auswahl der Webseiten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von potentiellen Kunden besucht werden. Wir nehmen an, dass mit jeder betrachteten Werbefläche der Kaufreiz des Kunden wächst. Es gilt also die Platzierung dahingehend zu optimieren, dass der erwartete Verkaufserlös maximiert wird, die Werbekosten aber gering ausfallen.

Dieses Problem lässt sich auf zweierlei Arten betrachten. Geht man von nur einem Anbieter aus, gilt es zu bewerten, wie gut eine Auswahl von Webseiten tatsächlich ist. Dabei interessieren wir uns dafür, wie lange es erwartungsgemäß dauert, bis der Kunde eine bestimmte Anzahl von ihnen besucht haben wird. Erweiternd stellen wir aber auch die Frage, wie sich eine möglichst gute Lösung auf algorithmischem Wege bestimmen lässt.

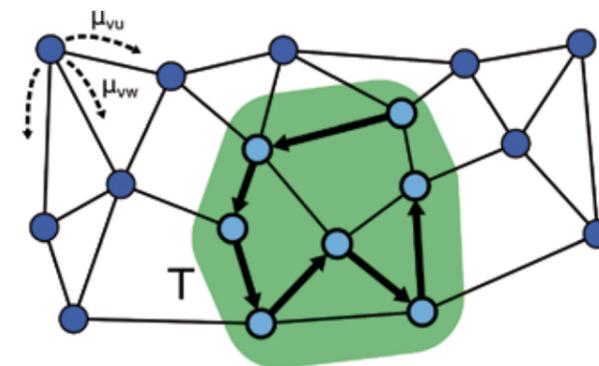
Betrachtet man den tatsächlichen Internetmarkt, in dem zahlreiche Anbieter ähnliche Produkte anbieten, so erhält unsere Fragestellung einen spieltheoretischen Aspekt. Mehrere Anbieter werben um gleiche Kunden und beeinflussen sich gegenseitig. So verfolgen sie etwa Strategien, wie eigene Werbeanzeigen nicht neben einem Konkurrenzprodukt zu platzieren oder nur in bestimmten Teilen des Internets aufzutreten. Wir analysieren solche Spielstrategien mit dem Ziel, optimale Verhaltensregeln für Systeme mit mehreren egoistischen Akteuren zu finden. Diese Strategien finden insbesondere Anwendung in großen dynamischen Märkten, wie sie beispielsweise im Sonderforschungsbereich On-The-Fly Computing erforscht werden.

Resource Management in Dynamic Networks

Distributed systems, like the internet, are difficult to organize with traditional computer science methods. Due to the size and dynamics of these systems, the design of protocols and algorithms needs to focus on scalability, adaptivity and the possibility of distributed execution. When autonomous subsystems compete for available resources, game theoretic methods are required to design mechanisms providing participants with incentives to cooperate.

Facility Location in Dynamic Networks

The Facility Location problem is an important research topic in theoretical computer science. It is often used as a benchmark problem for the development of both sequential and distributed approximation algorithms for a range of problems. A reason for this is the locality which is inherent to the Facility Location problem. The objective is to determine a cost-effective placement of services or resources onto nodes of a computer network. On the one hand, one wants to find a resource allocation that uses as few nodes as possible (since this is associated with very high costs), while on the other hand, one wants to guarantee all customers to be as close as possible to the resources or service-providing nodes. Here, proximity is defined by the quality of the latencies, which are on the connections between clients and service providing nodes. Difficulties of the Facility Location variant studied by us are the huge size of the considered networks and the ongoing dynamics which these networks are subjected to. Due to the continuous changes in the networks, it has become necessary to use algorithms that adapt their solutions to the current situation while providing a solution with sufficient quality at all times. This is only possible with the use of distributed and especially local algorithms. The algorithms only use information from their immediate environment for their decisions and thus can handle arbitrarily scaling



$$Pr(\text{success}(t)) = \sum_{(s_1, \dots, s_k) \in T^k} Pr(s(t-k+1) = s_1, \dots, s(t) = s_k)$$

Ein probabilistisches Konsumentenmodell für Internet-Werbung
A Probabilistic Consumer Model for Internet Advertisement

networks. This local approach allows a direct and rapid handling of the dynamics occurring in the networks: Nodes themselves can make faster decisions and calculate more new solutions than a centralized entity ever could.

Advertisement Placement

A central problem in advertising products on the internet is the selection of websites that are very likely visited by potential customers. We assume that customer's purchase stimulus grows stronger every time he observes an advertisement on the respective product. Placement remains to be optimized, such that the expected return on sales is maximized, while the advertisement costs remain low.

This problem can be approached twofold. If we assume a single provider, we first have to be able to rate a selection of websites. We are interested in the expected time it takes for a customer to visit a certain number of them. Additionally, we are looking for an algorithmic way to determine a solution that is as good as possible.

On the current internet market, there are several providers with similar products, so the problem is given a game-theoretical aspect. Several providers compete for the same customers and influence each other. They follow strategies, such as to never place their own advertisements next to the competitors' ones or to be present in only certain areas of the internet. We analyze such strategies with the goal to obtain optimal rules of conduct for systems with multiple egotistical actors. Those strategies are used in huge dynamic markets as researched in the collaborative research centre On-The-Fly Computing.

Supported by:
Collaborative Research Centre 901,
Subprojects A1 and A3

Contact:
Dipl.-Inform. Peter Pietrzyk
E-mail: Peter.Pietrzyk@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 69

Dipl.-Math. Andreas Cord-Landwehr, M.Sc.
E-mail: Andreas.Cord-Landwehr@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 27

Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Patrick Briest
E-mail: Patrick.Briest@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 57

Maximilian Drees, M.Sc.
E-mail: Maximilian.Drees@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 34

www.hni.uni-paderborn.de/en/alg

Scheduling in heterogenen und dynamischen Umgebungen

Effiziente Ressourcenverwaltung

Rechenzentren sind aus unserer Gesellschaft kaum noch wegzudenken: Internetdienste stützen sich auf von großen Unternehmen gemietete Rechenkraft, Forschungsinstitute kaufen für aufwendige Rechnungen kurzfristig Rechenzeit ein und selbst der Endanwender lagert immer mehr seiner alltäglichen Anwendungen in die Cloud aus. Dieser schnell steigende Bedarf an kurzfristiger, garantierter und genau dosierter Rechenkraft führt gängige Systemarchitekturen rasch an ihre Grenzen. Die Leistungsfähigkeit von Einzelrechnern kann mit dieser Entwicklung längst nicht mehr Schritt halten. So sind parallele Systeme inzwischen gang und gäbe. Gerade die zeitgerechte und garantierte Bereitstellung von Rechenleistung erfordert aber in absehbarer Zeit neue Architekturen. Es erscheint unumgänglich, heterogene Systeme zu entwickeln: parallele Systeme, die neben (möglicherweise verschiedenen) CPU-Kernen auch Beschleunigerkomponenten enthalten. Beispiele für derartige Beschleuniger sind GPGPUs oder auch FPGAs. Sie ermöglichen es, zum Beispiel kurzfristige, zeitkritische Aufträge neben dem Normalbetrieb abzuarbeiten. Die Aussicht, kritische Teile eines Algorithmus auf Spezialhardware auszulagern, möglicherweise sogar zur Laufzeit, erlaubt zudem deutlich effizientere Lösungsstrategien. Effizienz schließt hier neben klassischen Faktoren (Zeit und Speicherplatz) auch neue Konzepte (z. B. Energie, Temperaturentwicklung) mit ein.

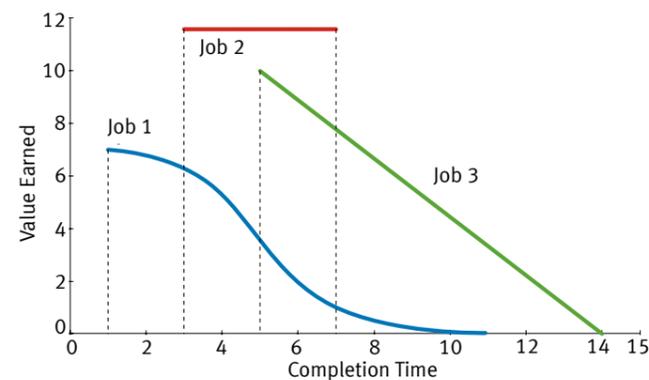
Unsere Forschung befasst sich mit algorithmischen Problemstellungen in solchen zukünftigen Hochleistungsrechenzentren. Wie kann eine derartig große Anzahl an stark unterschiedlichen Ressourcen effizient verwaltet werden? Dabei ergeben sich auch weitergehende Fragestellungen nach der Profitabilität und der Unterstützung von Garantien gegenüber Kunden. Wir entwickeln Modelle und Algorithmen, die zum einen beweisbar gute Ergebnisse erzielen, zum anderen nahe genug an der Realität liegen, um ein tieferes Verständnis der vorliegenden Problemstellung zu ermöglichen. Erste Ansätze solcher Modelle betrachten mehrere Prozessoren, deren Geschwindigkeit zur Laufzeit frei gewählt werden kann. Eine höhere Geschwindigkeit erlaubt es, Aufträge schneller zu bearbeiten und so möglicherweise

Gefördert durch:
Sonderforschungsbereich 901,
Teilprojekt C2

Kontakt:
Dipl.-Math. Peter Kling, M.Sc.
E-Mail: Peter.Kling@hni.uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 27

www.hni.uni-paderborn.de/alg

einen höheren Erlös vom Kunden zu erzielen, benötigt jedoch auch eine höhere Energieinvestition. Verpasste Deadlines ziehen verlorenen Gewinn oder sogar Schadenersatz nach sich. Optimale Strategien sind hier meist nicht erreichbar. Gute Strategien sollten jedoch die jeweiligen Konsequenzen berücksichtigen und versuchen, einen möglichst optimalen Schedule zu erzielen.



Service Level Agreements als Funktionen modelliert
Service level agreements modeled as functions

Verteilte Rechnernetze

Eine kostengünstige Alternative zu herkömmlichen Rechenzentren stellt das Volunteer-Computing dar: die Nutzung der schlummernden Rechenkapazität vieler Desktopsysteme, wie z. B. der nur geringfügig ausgelasteten PCs in vielen Unternehmen. Solche Systeme sind allerdings sehr dynamisch: Die verfügbare Rechenkapazität kann stark schwanken und Rechner sind nicht ständig verfügbar. Mit der Paderborn University BSP-based Web Computing (PUB-Web) Library haben wir eine Middleware entwickelt, die mit dieser Dynamik umgehen kann. Als Peer-to-Peer-System passt sie sich den Gegebenheiten des PC-Netzwerks an. Intelligente Lastbalancierungsalgorithmen verteilen die parallelen Prozesse auf die PCs gemäß der jeweils aktuell verfügbaren Rechenleistung und verschieben ggf. Prozesse zur Laufzeit auf weniger ausgelastete PCs. Regelmäßig und redundant gespeicherte Sicherungskopien der Prozesszustände ermöglichen hierbei den Umgang mit unerwarteten Ausfällen einzelner PCs.

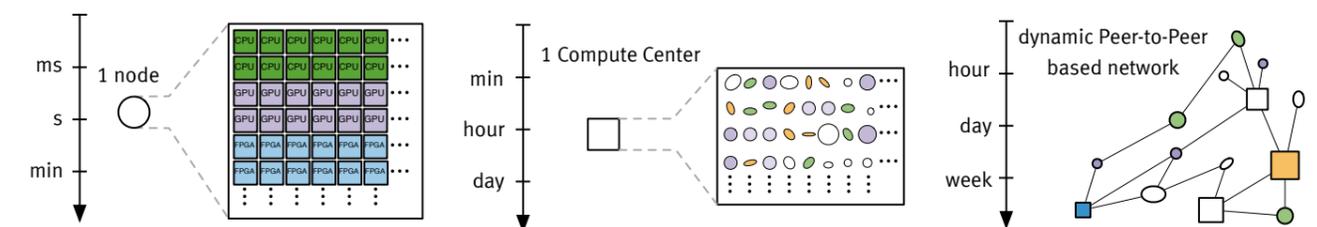
In diesem Forschungsfeld untersuchen wir Möglichkeiten, PUB-Web weiter auszubauen und als Basis für die Vernetzung verschiedenster Rechenressourcen zu nutzen. Dies schließt sowohl herkömmliche Desktopsysteme als auch Verbünde von Rechenzentren mit ein, die Teile ihrer Rechenkapazitäten – möglicherweise unter bestimmten, vertraglich festgelegten Bedingungen – zur Verfügung stellen.

Scheduling in Heterogeneous & Dynamic Environments

Efficient Resource Management

Data centers have become an important factor in our everyday life: Internet services run on their servers, researchers buy processing time at short notice for time-consuming calculations, and even the end-user makes more and more use of applications that run in the cloud. This rapidly growing demand for short-termed, guaranteed and well-tailored computational power takes current system architectures to their limits. One way to face these problems are so called heterogeneous architectures: parallel systems which not only contain several (possibly different) CPU cores but also accelerator cores (e.g., GPGPUs or FPGAs). Such accelerators may enable data centers to schedule time-critical jobs without disturbing normal operations. Moreover, the possibility to migrate parts of algorithms to specialized hardware – perhaps even during runtime – may enable largely improved solution strategies. Apart from classical optimization objectives, such as time or space, we also consider more advanced concepts (e.g., energy and temperature).

Our research focuses on algorithmic problems that occur in data centers made up of such heterogeneous systems. How can such a large amount of different resources be managed efficiently? Additional questions include the incorporation of concepts like profitability and support for service level agreements. We develop theoretical models and probably good strategies, with the goal of creating a deeper understanding of the problem at hand. Initial models consider a number of speed-scalable processors whose speed can be adjusted at runtime. A higher speed processes customers' jobs faster, possibly achieving higher revenue, but causes higher energy costs. Moreover, missed deadlines may cause a loss in profit or even the need for compensation. While such models do not admit optimal strategies, good strategies should take these and similar consequences into account and try to achieve at least a (proven) virtually optimal schedule.



Verschiedene Ebenen von Schedulingproblemen
Different levels of scheduling problems

Distributed Computing in Networks

Volunteer computing represents a cost effective alternative to conventional data centers. The general idea is to exploit the left-over computational power of desktop computers distributed all over the world. Candidates for such systems are standard PCs in many companies, since most of their uptime is spent in idle mode. Managing such a network of volunteering computers is a challenging task: the available computational capacity can vary significantly depending on the location, the user behavior and the current time. Moreover, computers may simply be switched off or crash. Our approach to this problem is a peer-to-peer based middleware called PUB-Web (Paderborn University BSP-based Web Computing). Its peer-to-peer based design seems well suited for such a highly dynamic environment and allows itself to adopt quickly to the current system state. Intelligent load balancing strategies distribute the various parallel processes over the available PCs. This is done during runtime and in consideration of the corresponding system load of the various computers. Regularly and redundantly stored backups of a process state allows our system to deal with unexpected failures of individual PCs.

Our current research focuses on the possibilities to expand PUB-Web beyond its current field of application. We plan to use it as a basis for a network architecture interconnecting both traditional desktop systems and groups of data centers. Participants in the network may provide portions of their computational power, possibly on a contractual basis.

Supported by:
Collaborative Research Centre 901,
Subproject C2

Contact:
Dipl.-Math. Peter Kling, M.Sc.
E-mail: Peter.Kling@hni.uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 27

www.hni.uni-paderborn.de/en/alg

Lokale Strategien für globale Aufgaben

Strategien für Formationsbildung in Roboterschwärmen

Das Szenario

Wir betrachten ein Team von autonomen mobilen Robotern, die in einem unbekanntem Gelände ausgesetzt werden. Dies kann beispielsweise ein bisher unerforschter Planet oder auch ein Ozean sein. Unsere Forschung verfolgt das Ziel, Strategien für die Roboter zu entwerfen, um verschiedenen Anforderungen einer solchen Mission eines Roboterteams gerecht zu werden. Eine typische Aufgabe ist die Erforschung des Geländes. Hierbei ist die Frage, wie sich das Roboterteam verhalten sollte, um ein Gelände mit verschiedenen Hindernissen zu erforschen. Das sollte möglichst schnell gehen, außerdem sollten die von den Robotern dabei zurückgelegten Wege möglichst gleichverteilt sein, um die Energie der Roboter gleichmäßig zu verbrauchen. Außerdem ist in einer unbekanntem Umgebung typischerweise keine Infrastruktur gegeben, die die Roboter nutzen könnten, um miteinander zu kommunizieren. Daher sind eigene Kommunikationsstrukturen erforderlich, bei denen die Roboter sich durch direkte Kommunikation miteinander austauschen. Das Ziel ist die Aufrechterhaltung eines Kommunikationsnetzwerks zwischen den Robotern und der Basisstation, um relevante Informationen schnell an die Basisstation weiterleiten zu können. Dafür können Relay-Roboter eingesetzt werden, die sich an guten Stellen positionieren sollen, damit ein möglichst kurzes Kommunikationsnetz zwischen den Robotern und der Basisstation entsteht. Bewegen sich die Roboter, dann müssen auch die Relay-Roboter ihre Positionen anpassen.

Algorithmische Herausforderung

Die große algorithmische Herausforderung besteht nun darin, dass jeder einzelne Roboter lediglich einen sehr eingeschränkten Bereich seiner Umgebung kennt und daher auch nur in der Lage ist, mit anderen Robotern in seiner unmittelbaren Umgebung zu kommunizieren. Obwohl jeder Roboter seine Entscheidungen lediglich auf der Grundlage dieser unvollständigen Informationen trifft, sollen die erreichten Lösungen, als Ganzes gesehen, beweisbar gut sein. Außerdem sollen diese Lösungen effizient, das heißt schnell oder mit möglichst wenig Energieverbrauch für die Roboter, erreicht werden.

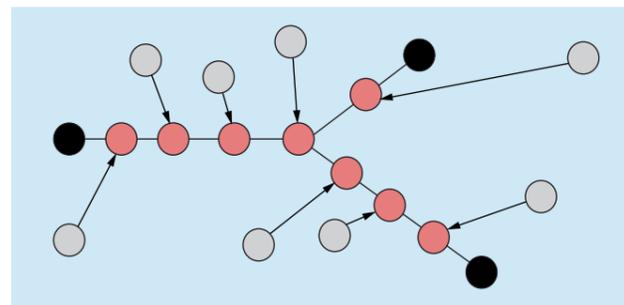
Gefördert durch:
DFG-SmartTeams
EU-FRONTS

Kontakt:

Dipl.-Wirt.-Inf. Barbara Kempkes
E-Mail: barbaras@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 69

www.hni.uni-paderborn.de/alg

Im letzten Jahr haben wir uns besonders der Fragestellung gewidmet, ob und unter welchen Voraussetzungen die Roboter mit ihrer lokalen Sicht auf die Umgebung Formationen bilden können. Dabei haben wir uns insbesondere damit beschäftigt, wie schnell es die Roboter schaffen können, sich auf einem Punkt zu versammeln oder eine Linie zwischen zwei vorgegebenen Punkten zu bilden. Auch die von den Robotern dabei zurückgelegte Distanz haben wir untersucht. Die Ergebnisse sind sehr stark von den Fähigkeiten der verwendeten Roboter abhängig. Wir haben uns auf die Untersuchung von Algorithmen konzentriert, bei denen die Fähigkeiten der Roboter möglichst gering gehalten werden.



Roboter (grau) bilden ein Kommunikationsnetzwerk (angedeutet in Rot) zwischen festen Stationen (schwarz).
Robots (grey) form a communication network (indicated in red) between fixed stations (black).

Ein Beispiel

Wir haben zum Beispiel eine Strategie entwickelt, die es den mobilen Robotern, die jeweils nur Nachbarn innerhalb eines festen Kreises um ihre Position sehen können, erlauben, sich an einer (nicht vorgegebenen) Stelle in der Ebene zu treffen. Dazu benötigen sie $O(n^2)$ synchrone Runden und kein Roboter läuft eine längere Strecke als $O(n^2)$.

Ausblick

Für die Zukunft planen wir die Untersuchung von Roboterformationen unter Dynamik. Dabei soll es um die Fragestellung gehen, inwieweit Formationen aufrechterhalten werden können, wenn sich bestimmte Roboter nach einer vorgegebenen Trajektorie bewegen. Ein Beispiel ist ein Quadrat, in dem sich Roboter befinden. Wenn die Eckpunkte des Quadrats sich entlang der gleichen Trajektorie bewegen, sodass die Form des Quadrats aufrechterhalten wird, können die anderen Roboter innerhalb des Quadrats bleiben und dabei gewährleisten, dass das Roboternetzwerk zusammenhängend bleibt? Weiterhin wollen wir untersuchen, ob die Roboter lernen können, wie sie sich in bestimmten Situationen verhalten sollten. Dabei geht es uns um die Garantie von bestimmten Gütekriterien.

Local Strategies for Global Tasks

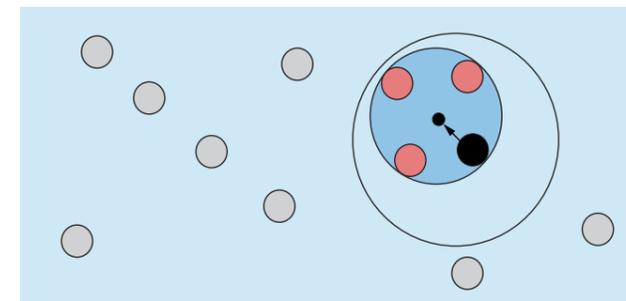
Strategies for Building Formations with Robot Swarms

The Scenario

We consider a team of autonomous mobile robots that are deployed in unknown terrain, such as a previously unexplored planet, or even an ocean. Our research aims at developing strategies for the robots in order to cope with the different requirements of a robot team's mission. A typical task is to explore the environment. Here the question is how the robot team should act in order to explore a terrain with several obstacles. We want the robots to achieve this as quickly as possible. Moreover, the distances traveled by the robots should be as evenly distributed between the robots as possible, in order to have the energy consumption evenly distributed among the robots. Unknown environments typically have no infrastructure which the robots could use to communicate with each other. Therefore the robots need to build their own communication infrastructure, so that the robots communicate directly with each other. The aim is to maintain a communication network between the robots and the base station so that relevant information can be forwarded to the base station quickly. Relay robots can be used for this. They place themselves on good positions, so that a short communication network between the robots and the base station is created. If one robot moves, the positions of the relay robots must also be adjusted.

Algorithmic Challenge

The major algorithmic challenge is that each robot knows only a very limited area of its environment and therefore is only able to communicate with other robots in its immediate vicinity. Although each robot makes its decisions solely on the basis of incomplete information, the solutions reached on a whole, should be provably good. In addition,



Strategie eines Roboters (schwarz) zum Versammeln auf einem Punkt, bauend auf relativen Positionen seiner Nachbarn (rot). Die grauen Roboter können von ihm nicht gesehen werden.

Strategy of a robot (black) for gathering in one point, based on the relative positions of its neighbors (red). The grey robots cannot be seen from its position.

tion, these solutions should be reached efficiently, that is either fast or with as little energy consumption as possible.

In the past year we have particularly focused on the question of whether and under which conditions the robots can build formations, given that they only have a local view on their surroundings. We have particularly investigated how fast the robots can gather at one point or build a line between two given points. Additionally, we have analyzed the distance the robots have to cover. The results are highly dependent on the capabilities of the robots that are used. We have focused on investigating algorithms that need as few robot skills as possible.

An Example

We have for example developed a strategy that allows the mobile robots, of which each can only see neighbors within a fixed circle surrounding their location, to gather at a (not specified) point. They need $O(n^2)$ synchronous rounds and no robot moves more than $O(n^2)$.

Outlook

For the future we plan to investigate robot formations under dynamics. The question is to what extent formations can be maintained, when certain robots follow a predefined trajectory. An example is a square, with all robots positioned inside the square. If the vertices of the square move along the same trajectory, so that the shape of the square is kept, can the other robots remain within the square while ensuring that the robot network is connected? Furthermore, we want to investigate whether the robots can learn how to behave in certain situations. It is our purpose to guarantee certain quality criteria.

Supported by:
DFG-SmartTeams
EU-FRONTS

Contact:

Dipl.-Wirt.-Inf. Barbara Kempkes
E-mail: barbaras@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 69

www.hni.uni-paderborn.de/en/alg

Algorithmen in der Computergrafik

Rendering auf heterogenen PC-Clustern

Virtuelle 3D-Modelle von Maschinen, Gebäuden oder Werkstücken werden oft durch ihre Oberflächen in Form von Dreiecken modelliert. Je detaillierter diese Modelle sind, desto höher ist die Anzahl der benötigten Dreiecke. In einigen Anwendungen ist die Anzahl Dreiecke so hoch, dass ein einzelner Computer ein Bild der virtuellen Szene nicht mehr in Echtzeit berechnen kann. In anderen Anwendungen ist die virtuelle Szene so groß, dass sie nicht mehr im Hauptspeicher eines Rechners gespeichert werden kann. In diesem Jahr haben wir zwei Algorithmen entwickelt, um die Bildberechnungen komplexer Szenen zu beschleunigen:

Sequenzielles Occlusion-Culling mit dem Hull Tree

Occlusion-Culling ist ein methodischer Ansatz, der verdeckte Objekte bestimmt und diese von den Berechnungen des Bildes ausschließt. Um die Verdeckungsberechnungen zu beschleunigen, werden Quader, die die Objekte einschließen, auf Sichtbarkeit getestet. Die Quader sind häufig zu groß und liefern deswegen ungenaue Testergebnisse. Daher haben wir eine räumliche, hierarchische Datenstruktur – den Hull Tree – entwickelt, der anstelle von Quadern sogenannte Hüllen verwendet. Diese Hüllen schließen die Objekte der Szene enger ein und liefern so exaktere Sichtbarkeitstests.

Die Datenstruktur wurde zuerst in einem sequenziellen Echtzeit-Rendering-System verwendet. Die Evaluierung zeigte, dass der Hull Tree im Vergleich zu bisherigen Verfahren nur wenig zusätzlichen Speicher benötigt. Auch die etwas aufwendigeren Hüllenberechnungen ließen sich mit nur wenigen zusätzlichen Berechnungsschritten durchführen. Der zusätzliche Speicher- und Zeitaufwand wurde durch die genaueren Sichtbarkeitstests nicht nur ausgeglichen, sondern führte insgesamt zu einer lohnenswerten Rechenzeiterparnis.

Gefördert durch:
DFG-AVIPASIA

Kontakt:

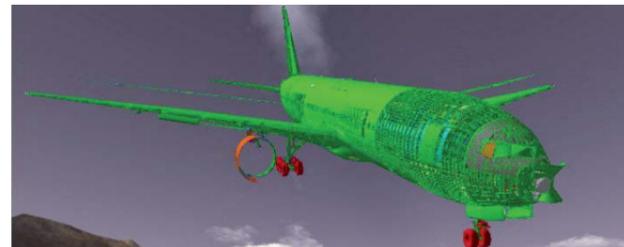
Dipl.-Inform. Tim Süß
E-Mail: tsuess@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 28

Dr. rer. nat. Matthias Fischer
E-Mail: mafi@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 64 66

www.hni.uni-paderborn.de/alg

Paralleles Occlusion-Culling in heterogenen Clustern

Parallele Rendering-Verfahren beschleunigen die Bildberechnung, indem die Berechnung parallel durch mehrere Computer durchgeführt wird. Derartige parallele Rechensysteme bestehen idealerweise aus gleichstarken Rechenknoten. Aufgrund der fortschreitenden Hardwareentwicklung entstehen jedoch in letzter Zeit heterogene Systeme mit unterschiedlich leistungsstarken Rechenknoten. Unser Algorithmus arbeitet mit solchen heterogenen Clustersystemen. Die Herausforderung liegt in dem Umgang mit stark unterschiedlichen Antwortzeiten der Clusterknoten.



Komplexes 3D-Modell einer Boeing 777, dargestellt durch das parallele Occlusion-Culling-Verfahren mit einem heterogenen PC-Cluster
Complex 3D model of a Boeing 777 rendered with the parallel occlusion culling approach using a heterogeneous PC cluster

Die Clusterknoten haben zweierlei Aufgaben: In unserem parallelen Renderingsystem wird die Szene im Cluster verteilt gespeichert. Der Cluster fungiert damit als eine Art externer Speicher für einen Client, der die virtuelle Szene darstellt. Der Hull Tree ist auch Ausgangspunkt für das parallele Occlusion-Culling-Verfahren. Um den Hull Tree speichereffizient in einem parallelen Renderingsystem einzusetzen, arbeiten wir mit vereinfachten Objekten. Jeder Clusterknoten speichert im Hull Tree einen kleinen Teil der nicht vereinfachten Originalobjekte und für alle anderen Objekte eine vereinfachte Ersatzrepräsentation. Als zweite Aufgabe unterstützen die Clusterknoten den Client, der die Szene anzeigt, bei der Berechnung des Bildes. Wenn Objekte von einem Knoten angefordert werden, prüft der Knoten, ob die angeforderten Objekte verdeckt sind, und verschickt dann nur die sichtbaren Objekte.

Die Evaluierung hat gezeigt, dass durch den Einsatz dieser Technik auch PC-Cluster zur Bilderzeugung von komplexen Szenen verwendet werden können, die nur über ein relativ langsames Netzwerk verbunden sind und bei denen Clusterknoten eine schwache Rendering-Leistung aufweisen.

Algorithms for Computer Graphics

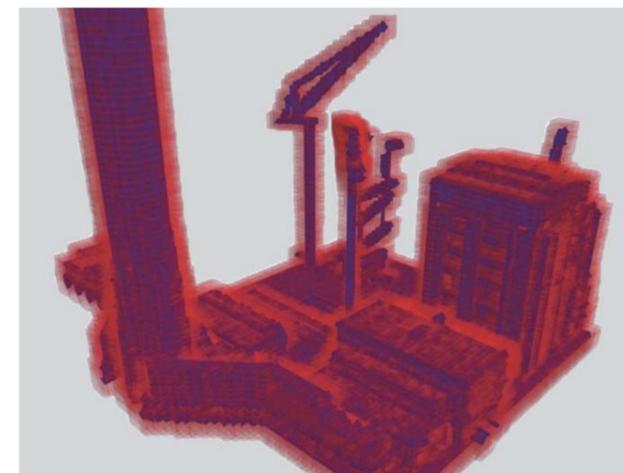
Rendering in Heterogeneous PC Clusters

Virtual 3D models of machines, buildings and work pieces are often simulated through their surfaces in the form of triangles. The more detailed the models the larger the amount of triangles used. Such triangle counts can exceed a single computer's ability to render virtual scenes in real-time. Sometimes the virtual scene is so large that it cannot even be stored in the computer's main memory. Over the past year we developed two algorithms to accelerate the computation of such scenes:

Sequential Occlusion Culling using the Hull Tree

Occlusion culling is a common approach to determine occluded objects and to discard them from rendering. To accelerate the determination of occluded objects, boxes covering these objects are tested for visibility. In most cases these boxes are too large and yield inaccurate results. For this reason we have developed a hierarchical, spatial data structure: the hull tree, which uses hulls instead of boxes. These hulls cover the interior objects more tightly and yield more accurate visibility tests.

The data structure was first used in a sequential real-time rendering system. Hull tree's evaluation has shown that its storage requirements are only a little higher than the requirements of common data structures. Hulls' determination requires only a few additional computations. Due to the small additional storage and computational needs the hull tree increases the rendering performance significantly.



Genauere Objektapproximationen durch den Hull Tree (blau) im Vergleich zu einem Standard-Octree (rot)
Comparison of the approximations using the more precise hull tree (blue) and the standard octree (red)

Parallel Occlusion Culling in Heterogeneous PC Clusters

Parallel rendering approaches accelerate the rendering process by using multiple computers for the computations. Usually these parallel rendering systems consist of nodes with equal performance. Due to hardware evolution more and more PC clusters that consist of nodes with different performance are appearing. Our algorithm works with such heterogeneous cluster systems. The challenge deal with the strongly differing latencies in nodes.

The nodes fulfill two tasks. The objects of the virtual scene are distributed over these nodes. Thus, the cluster serves as a kind of external memory for a client, which renders the virtual scene. Again, the hull tree is the basis for our parallel occlusion culling approach. To use the hull tree in parallel, in a memory efficient manner, we use simplifications of the scene's objects. Each cluster node stores a small subset of the scene's original objects and in addition a simplification for each additional object. The second task is to support the client with its image computations. If an object is requested from a node, it is tested for visibility instead of sending it blindly. Thus, only visible objects are sent across the network.

The evaluation has shown that this technique allows the usage of cluster nodes that have only weak rendering performance and are connected by a relatively slow network.

Supported by:
DFG-AVIPASIA

Contact:

Dipl.-Inform. Tim Süß
E-mail: tsuess@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 28

Dr. rer. nat. Matthias Fischer
E-mail: mafi@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 64 66

www.hni.uni-paderborn.de/en/alg



Barbara Kempkes

Dipl.-Wirt.-Inf.
Algorithmen und Komplexität

Mein Name ist Barbara Kempkes und ich arbeite in der Fachgruppe „Algorithmen und Komplexität“ an Strategien für Roboter, die eine schnelle Bildung bestimmter Formationen ermöglichen. Die Herausforderung dabei ist der eingeschränkte Sichtbereich jedes Roboters, aufgrund dessen er nur sehen kann, was die Roboter in seiner Nähe tun. Das heißt auch, dass jeder einzelne Roboter nicht unbedingt sehen kann, ob die gewünschte Formation schon erreicht wurde. Dass meine Strategien trotzdem dazu führen, dass die Roboter die gewünschte Formation annehmen, beweise ich mithilfe von mathematischen Methoden. Außerdem analysiere ich, wie lange es dauert, bis die Formation angenommen wurde, wenn die Roboter in einer beliebigen Verteilung im Gelände starten. Auch hierfür benutze ich mathematische Methoden. Mit dieser Arbeit habe ich nach meinem Studium der Wirtschaftsinformatik begonnen.

Schon während meines Studiums, das ich hier in Paderborn absolviert habe, interessierten mich besonders die theoretischen Fragestellungen der Informatik. Deshalb habe ich ab dem sechsten Semester als studentische Hilfskraft in diesem Themenbereich gearbeitet und konnte so auch erste Einblicke in die wissenschaftliche Arbeit bekommen. Am Thema der lokalen Algorithmen für Teams von Robotern hat mich schon damals fasziniert, dass man die Aufgabe und auch die meisten Strategien sehr leicht beschreiben kann, es dann aber nicht einfach zu sehen ist, wie sich die gleichzeitige Anwendung der Strategie von allen Robotern auf das Gesamtsystem auswirkt. Dafür muss man zuerst eine Intuition entwickeln, bevor man beweisen kann, dass die Strategie ihr Ziel erreicht. Aufgrund meiner Faszination für dieses Thema habe ich nicht nur meine Diplomarbeit in diesem Forschungsgebiet geschrieben, sondern die Arbeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin weitergeführt.

Mein Ziel ist die Promotion in diesem Themengebiet. Aber auch außerhalb der Forschung in meinem Fachgebiet kann ich als wissenschaftliche Mitarbeiterin interessante Erfahrungen machen, wie zum Beispiel die Mitarbeit in internationalen Projekten. Mein berufliches Ziel nach der Promotion ist die Arbeit in der Wirtschaft. Dann möchte ich mich nicht mehr unbedingt mit Robotern beschäftigen, sondern die Fähigkeiten, die ich während der Arbeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin erwerben konnte, für eine Firma einsetzen.

Barbara Kempkes

Dipl.-Wirt.-Inf.
Algorithms and Complexity

My name is Barbara Kempkes and I work in the “Algorithms and Complexity” workgroup. My research topic is the design and analysis of robot formation strategies. Such strategies are simple instructions for each single robot that allow them to build a formation as quickly as possible. The challenge is that each robot only has a limited view, and therefore can only see where the robots in its close vicinity are located. This implies that each robot cannot decide whether the desired formation has already been reached on its own. I prove by means of mathematical methods that my strategies still yield the desired formation. Furthermore, I analyze how long it takes the robots to reach the formation, assuming that they start arbitrarily distributed in the terrain. Again, I use mathematical methods for this analysis. I started to work in this workgroup after my business computing studies.

During my studies in Paderborn, I was particularly interested in the theoretical aspects of computer science. From the sixth semester on, I worked as a student assistant in this research area. This allowed me to get first insights into scientific work. Already at that time I found local algorithms for teams of robots fascinating: Most strategies are rather intuitive, simple, and can be explained in a few sentences. Yet, the concurrent execution by the robots yields a complex behavior of the overall system. One first has to develop an intuition for this, before one can prove that the strategy actually achieves its goal. My fascination for this topic encourages me not only to write my diploma thesis in this field, but also to continue this work as a research associate.

Eventually, I plan to do my doctorate in this field of research. Besides my research I have interesting experiences as a research associate, such as the participation in international projects. Professionally, my goal after graduation is to work for a company. Then I do not necessarily need to deal with robots anymore. Instead, I wish to use the skills that I acquired while working as a research assistant.

Die Arbeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin gibt mir die Möglichkeit, Erfahrung in internationalen Projekten zu sammeln.

Working as a research assistant gives me the opportunity to gain experience in international projects.

Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie und Herausforderung

Dr.-Ing. Mario Porrmann

Mit der zunehmenden Anwendung der Integrationstechnik in nahezu allen Lebensbereichen hat sich die Mikroelektronik zur Schlüsseltechnologie der modernen Informationsgesellschaft entwickelt. Der systematische Entwurf und bedarfsgerechte Einsatz ressourceneffizienter mikroelektronischer Systeme ist das zentrale Forschungsziel der Fachgruppe „Schaltungstechnik“.

E-Mail: Mario.Porrmann@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 63 52
www.hni.uni-paderborn.de/sct

Microelectronics – Key Technology and Challenge

Dr.-Ing. Mario Porrmann

With the growing use of integration technology in almost all areas of life, microelectronics has become the key technology of the modern information society. The systematic design of resource-efficient microelectronic systems and their use according to specific demands constitute the central research aim of the “System and Circuit Technology” workgroup.

E-mail: Mario.Porrmann@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 63 52
www.hni.uni-paderborn.de/en/sct

Fachgruppe Schaltungstechnik

Schlüsseltechnologie Mikroelektronik

Der ungebrochene revolutionäre Fortschritt der Mikroelektronik ist die treibende Kraft für die Entwicklung neuer technischer Produkte mit deutlich erweiterter Funktionalität und gesteigerter Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig niedrigeren Kosten. Zentrale Herausforderungen liegen in der Beherrschung der Entwurfskomplexität – Stand der Technik sind mehr als eine Milliarde Bauelemente (Transistoren) auf einer Fläche von wenigen Quadratzentimetern – und in der wirtschaftlichen Nutzung dieser technologischen Möglichkeiten.

Vor diesem Hintergrund entwickelt die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ mikroelektronische Komponenten und Systeme in digitaler sowie analoger Schaltungstechnik. Besondere Berücksichtigung finden massiv-parallele und dynamisch rekonfigurierbare Realisierungsvarianten sowie die Bewertung der Ressourceneffizienz entsprechender Implementierungen. Ressourceneffizienz bedeutet hier, mit den physikalischen Größen Raum, Zeit und Energie sorgfältig umzugehen.

Unsere Forschungs- und Technologietransferaktivitäten konzentrieren sich auf die Anwendungsgebiete Kognitronik und Mediatronik. Hand in Hand mit der Forschung geht die theoretische und praktische Ausbildung der Studenten in der Handhabung und Beherrschung der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik in konkreten Anwendungen der Informations- und Automatisierungstechnik.

Mikroelektronik

In der Entwicklung ressourceneffizienter mikroelektronischer Schaltungen und Systeme verfolgt die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ einen ganzheitlichen Ansatz, der von der Herstellungstechnologie bis hin zur Systemarchitektur alle notwendigen Entwurfsebenen umfasst. Ein Schwerpunkt unserer Arbeiten ist der Entwurf ressourceneffizienter on-Chip Multiprozessoren (MPSoC), die wir im Hinblick auf die betrachteten Anwendungsszenarien optimieren. Für die Analyse und prototypische Umsetzung der neuen Architekturkonzepte entwickeln wir die Rapid-Prototyping-Systeme der RAPTOR-Familie. Basierend auf

feldprogrammierbaren Gate Arrays (FPGAs), eingebetteten Prozessoren und einer leistungsfähigen Kommunikationsinfrastruktur verfügen die Systeme über alle wichtigen Komponenten, um Schaltungs- und Systementwürfe mit einer Komplexität von mehr als 200 Millionen Transistoren zu realisieren.

Kognitronik

Kognitronik befasst sich mit der Entwicklung mikroelektronischer Schaltungen zur ressourceneffizienten Realisierung kognitiver Systeme. Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist es, technische Produkte mit kognitiven Fähigkeiten auszustatten, sodass diese neben einer erhöhten Funktionalität insbesondere sicherer und benutzerfreundlicher werden.

Vorbilder für kognitronische Systeme haben sich in der Natur im Verlauf der biologischen Evolution in großer Anzahl entwickelt. Es liegt daher nahe, biologische Informationsverarbeitungsprinzipien auf technische Systeme zu übertragen. Schwerpunkt unserer Arbeiten sind die Analyse der theoretischen Leistungsfähigkeit und die integrierungsgerechte Umsetzung derartiger Prinzipien.

Mediatronik

Mediatronik ist ein interdisziplinäres Forschungsfeld im Heinz Nixdorf Institut, das sich mit der situativen Integration technischer Produkte und Dienste in offene Systeme befasst. Diese Systeme zeichnen sich zukünftig in noch stärkerem Maße durch eine dezentrale Organisation von dynamisch vernetzten, kognitiven Komponenten aus.

Unser Ziel ist die Entwicklung und Bereitstellung von Methoden und Techniken, die es technischen Produkten ermöglichen, effizient zu kommunizieren und zu kooperieren. Hier verfolgen wir neue Ansätze, die verfügbare Rechenleistung und die Netzwerk-Ressourcen flexibel zu nutzen, um den Anforderungen an Dienstgüte und Zuverlässigkeit zukünftiger Kommunikationssysteme optimal gerecht zu werden.

Workgroup System and Circuit Technology

Key Technology Microelectronics

The unbroken revolutionary progress of microelectronics is the driving force behind the development of new products with noticeably extended functionality and increased capabilities at lower costs. Key challenges lie in the mastery of the design complexity – the technological standard is more than one billion transistors on one square centimetre – and in the economical use of these technological possibilities.

Based on this background, the “System and Circuit Technology” workgroup is developing microelectronic devices and systems in digital and analogue circuit technology. A special focus is on massively parallel and dynamically reconfigurable realisations as well as on the evaluation of the resource-efficiency of such implementations. Resource-efficiency in this context refers to the appropriate use of the basic physical quantities space, time, and energy.

Our research and technological transfer activities concentrate on the central domains of Cognitronics and Mediatronics. The theoretical and practical education of students in managing and mastering the key technology of microelectronics in concrete applications of information and automation technology goes hand in hand with our research work.

Microelectronics

In the development of resource-efficient microelectronic circuits and systems, the “System and Circuit Technology” workgroup pursues a holistic approach, comprising all required design activities, from the technological level through to the system architecture. A main focus of our research is the design of resource-efficient multiprocessor system on chip (MPSoC) architectures, which is optimized for specific application scenarios. For the analysis and prototypical implementation of the new architectural concepts, we are developing the rapid

prototyping systems of the RAPTOR family. Based on field-programmable gate arrays (FPGAs), embedded processors, and an efficient communication infrastructure, the systems integrate all key components to realize circuit and system designs with a complexity of more than 200 million transistors.

Cognitronics

Cognitronics deals with the development of microelectronic circuits for a resource-efficient realisation of cognitive systems. It is the aim of our research activities to equip technical products with cognitive skills in order to improve their functionality and to make them more reliable and user-friendly.

Examples of cognitronic systems have developed in nature in great numbers over the course of evolution. It therefore makes sense to transfer biological information processing principles onto technical systems. Central to our work is the analysis of the theoretical capability and the integration-oriented realisation of such principles.

Mediatronics

Mediatronics is an interdisciplinary research field at the Heinz Nixdorf Institute, which deals with the situative integration of technical products and services into open systems. In future, these systems will be marked, to an even greater extent, by a distributed organization of dynamically connected, intelligent components.

Our aim is to develop and provide methods and techniques that enable technical products to communicate and cooperate efficiently. Here, we follow new approaches to use the available computing power and network resources efficiently in order to optimally meet the demands for service quality and reliability of future communication systems.

Der CoreVA-ULP-Prozessor

Ein energieoptimierter Subschwellig-Prozessor

Die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ hat einen neuen Ultra-Low-Power-Prozessorchip der CoreVA-Familie entwickelt, der seine Betriebsparameter zur Laufzeit dynamisch an die Anforderungen der Anwendung und äußere Rahmenbedingungen anpassen kann. Dieser Prozessor ist vor allem für Anwendungen mit zeitweise moderaten Performanzanforderungen und begrenztem Energiebudget, wie drahtlose Sensorknoten, biomedizinische Implantate oder Radio Frequency Identification (RFID), geeignet.

Architektur des CoreVA-ULP-Prozessors

Grundlage des CoreVA-ULP-Prozessors ist eine optimierte 32-Bit-RISC-Variante der ressourceneffizienten CoreVA-Architektur mit nur einer statt der sonst üblichen vier Ausführungseinheiten, da diese Konfiguration für die vorgesehenen Anwendungsfälle eine ausreichende Rechenleistung bietet. Ein Power-Management-Modul dient zur adaptiven Steuerung von Taktfrequenz und Versorgungsspannung. Während des Betriebs werden kontinuierlich die aktuellen Performanzanforderungen bestimmt und die Taktfrequenz des Prozessors entsprechend angepasst. In einem zusätzlich aktivierbaren High-Speed-Modus kann die Taktfrequenz durch Rekonfiguration interner Datenpfade um ca. 20 % angehoben werden. Bei geringer Auslastung hingegen wird im Subschwellig-Betrieb eine beträchtliche Reduzierung der Leistungsaufnahme erzielt. Dazu werden Versorgungsspannung und Taktfrequenz drastisch gesenkt (Dynamic Voltage and Frequency Scaling, DVFS). Diese Skalierung geht weit über das Maß hinaus, das von heutigen kommerziellen Prozessoren bekannt ist: Bei einer Versorgungsspannung von nur noch wenigen 100 mV und Taktfrequenzen von einigen 100 kHz wird ein minimaler Energiebedarf erreicht. Aus schaltungstechnischer Sicht waren dazu umfangreiche Mehrzieloptimierungen erforderlich, um die zugrunde liegenden Logikgatter für derartig extreme Betriebsbereiche auszulegen. Es galt dabei, optimale Kompromisse der konkurrierenden Größen Robustheit, Energieaufnahme und Geschwindigkeit bei niedriger Versorgungsspannung zu finden. Auf diese Weise entstand eine 57 Gatter umfassende Standardzellenbibliothek für die Synthese beliebiger integrierter Digital-schaltungen für den Subschwellig-Betrieb.

Schaltungen im Subschwellig-Bereich weisen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Parameterschwankungen auf, die durch Fertigungs-

toleranzen sowie durch veränderliche Umweltbedingungen (z. B. Temperaturschwankungen) verursacht sein können. Um dennoch bei vorgegebener Taktfrequenz einen fehlerfreien Betrieb des Prozessors garantieren zu können, wird bei CoreVA ULP die Versorgungsspannung über eine spezielle Phasenregelschleife (PLL) unter Berücksichtigung der Umgebungseinflüsse optimal eingestellt und ständig nachgeführt. Der Prozessorbetrieb wird nur dann freigegeben, wenn der Regelvorgang abgeschlossen ist, d. h. die Versorgungsspannung der aktuellen Taktfrequenz sowie z. B. der aktuellen Temperatur angepasst wurde.

Chip-Realisierung

Ein Chip mit zwei CoreVA-ULP-Prozessoren wurde in einer 65-nm-CMOS-Technologie von STMicroelectronics gefertigt und in Kooperation mit der Fachgruppe Kognitronik und Sensorik der Universität Bielefeld erfolgreich getestet. Die Chipfläche beträgt etwa 2,7 mm² einschließlich 32 kB On-Chip-Speicher für Daten- und Instruktions-Caches sowie Hardwarebeschleuniger für 256 bit AES-Verschlüsselung und 32 bit CRC-Codierung. Zu Vergleichszwecken ist zudem eine weitere Prozessorinstanz in konventioneller Standardzellentechnologie enthalten, die jedoch nicht im energieeffizienten Subschwellig-Bereich betrieben werden kann. Der Prozessorchip enthält zusätzlich mehrere für den Subschwellig-Betrieb ausgelegte SRAM-Speicherblöcke, die in Zusammenarbeit mit der Universität Oslo entwickelt wurden.

Für den Test und die präzise Charakterisierung der CoreVA-ASICs wurde ein neues Erweiterungsmodul (DB-CoreVA) für das Rapid-Prototyping-System RAPTOR entwickelt. Die Testplattform ist zu beiden bisher gefertigten CoreVA-ASICs – CoreVA HP und CoreVA ULP – kompatibel. Die ASICs können entweder in einen Testsockel eingesetzt oder direkt auf die Platine aufgelötet werden. Die Anbindung der CoreVA-Prozessoren an das RAPTOR-System erfolgt über einen rekonfigurierbaren Baustein (Xilinx FPGA). Außerdem stehen bis zu 256 MB DDR2-SDRAM als Arbeitsspeicher für das Prozessorsystem zur Verfügung. Das DB-CoreVA-Erweiterungsmodul ermöglicht sowohl ein automatisiertes PC-basiertes Testen der gefertigten Chips als auch die prototypische Implementierung realer Anwendungen in Verbindung mit zusätzlichen Erweiterungsmodulen. So kann beispielsweise ein drahtloser Sensorknoten unter Verwendung des DB-SDR-Moduls für Software-defined-Radio aufgebaut werden.

The CoreVA ULP Processor

An Energy-Optimized Subthreshold Processor

The “System and Circuit Technology” workgroup has developed a new ultra low power processor as part of the CoreVA family, which is capable of dynamically adapting its operating parameters according to application requirements and environmental conditions at run-time. It is aimed at applications with temporarily moderate performance requirements and limited energy budget such as wireless sensor nodes, biomedical implants and radio frequency identification (RFID).

Architecture of the CoreVA ULP Processor

The CoreVA ULP processor is based on an optimized 32-bit RISC variant of the resource efficient CoreVA architecture. Thus, it provides only one instead of usually four execution units since this configuration offers sufficient performance for the target applications. A power management module handles adaptive control of clock frequency and supply voltage. The current performance requirements are continuously monitored during operation and the clock frequency of the processor is adjusted accordingly. An optional high speed mode allows increasing the maximum clock frequency by about 20% when additional performance is needed. During times of low processor load power dissipation is substantially reduced by operating the processor in subthreshold mode. This is achieved by drastically reducing both supply voltage and clock frequency (Dynamic Voltage and Frequency Scaling, DVFS) to an extent far beyond what is known from current enterprise processors: Operation at a supply voltage of a few 100 mV and clock frequencies of several 100 kHz result in minimal energy consumption. From a circuit perspective, sophisticated multi-objective optimization had to be performed to design logic gates capable of operating under such extreme conditions. The design process aimed at finding optimal compromises between the competing metrics robustness, energy dissipation and switching speed at low supply voltage. In order to implement arbitrary digital integrated circuits for subthreshold operation, a library consisting of 57 standard cells was designed.

Circuits operated in the subthreshold region show a high sensitivity with respect to variation of fabrication parameters (process variation) and environmental parameters (e.g., temperature variation). In order to guarantee error-free processor operation at a given clock frequency even under changing conditions, CoreVA ULP incorporates a phase locked loop (PLL) for supply voltage control in consideration of such influences. Processor execution is only enabled when the control loop has settled, i.e., the supply voltage has been adapted to the given clock frequency and to the current temperature.

Chip Realization

A chip containing two CoreVA ULP processors was fabricated in an STMicroelectronics 65 nm CMOS technology and has been successfully tested in cooperation with the Cognitronics and Sensor Systems group at the Bielefeld University. The total die size is approximately 2.7 mm² including 32 kB on chip memory for data and instruction caches as well as hardware accelerators for 256 bit AES encryption and 32 bit CRC encoding. For comparison purposes, a processor instance using conventional standard cells is also present on the chip, which cannot be operated in the energy efficient subthreshold mode. Additionally, the chip contains multiple SRAM blocks specifically designed for subthreshold operation, which have been optimized and implemented in cooperation with the University of Oslo.

For testing and accurate characterization of CoreVA ASICs, the new extension module DB-CoreVA was developed for the rapid prototyping system RAPTOR. The test platform offers compatibility for both CoreVA ASIC types fabricated so far – CoreVA HP and CoreVA ULP. The ASICs can be assembled into a test socket or directly soldered to the circuit board. They are linked to the RAPTOR system via a reconfigurable device (Xilinx FPGA). Additionally, up to 256 MB DDR2 SDRAM is available as main memory for the processor system. The DB-CoreVA extension module allows for automated PC-based testing of the fabricated test chips as well as prototypic implementation of real-world applications in conjunction with other extension modules. For example, a wireless sensor node can be implemented using the DB-SDR module for software-defined radio.



Die CoreVA ASICs werden im RAPTOR Rapid-Prototyping-System getestet.
The CoreVA ASICs are tested in the RAPTOR rapid prototyping system.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Sven Lütke-meier
E-Mail: Sven.Luetkemeier@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 5251 | 60 63 96

www.hni.uni-paderborn.de/sct

Contact:

Dipl.-Ing. Sven Lütke-meier
E-mail: Sven.Luetkemeier@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 5251 | 60 63 96

www.hni.uni-paderborn.de/en/sct

RECS – Supercomputer für den Mittelstand

Das Rechenzentrum in einem Schrank

Im ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Bereich steigt der Bedarf an Rechenleistung und Speicherkapazität seit Jahren nicht nur in der Summe, sondern auch für Einzelaufgaben exponentiell an und kann heute nur von Supercomputern in Form sogenannter Rechen-Cluster bereitgestellt werden. Am Markt vorhandene Cluster-Lösungen werden meist sehr aufwendig nach konkreten Kundenanforderungen realisiert. Die dadurch entstehenden Investitionskosten sind für Mittelständler nicht aufzubringen. Preiswerte, wartbare und energieeffiziente Systeme in kleiner Baugröße sind in dieser Leistungsklasse derzeit nicht verfügbar.

RECS-Cluster-Server

RECS, ein ressourceneffizienter Cluster Server, wurde von der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ in Zusammenarbeit mit der Christmann Informationstechnik + Medien GmbH & Co. KG und dem Paderborn Center for Parallel Computing entwickelt. Es handelt sich hierbei um einen Rechencluster, der durch seine einzigartigen Eigenschaften den Einstieg ins Supercomputing für mittelständische Unternehmen, Universitäten und andere Forschungseinrichtungen erleichtert. Im Gegensatz zu aktuellen Supercomputern ist RECS primär auf niedrige Energieaufnahme sowie geringe Abmessungen und Kosten ausgelegt. RECS ist ein modulares Rechnersystem, das bis zu 18 Prozessormodule in einem 19-Zoll-Gehäuse mit nur einer Höheneinheit kapselt und damit deutlich kompakter ist als konventionelle Systeme. Die Prozessormodule werden über eigens entwickelte Leiterplatten an eine zentrale Signalleiterplatte (Backplane) angebunden. Alle notwendigen Schnittstellen sind auf diese Backplane geführt, die eine effiziente und leistungsfähige Vernetzung aller Komponenten innerhalb des Systems ermöglicht. Ein einziger 19-Zoll-RECS-Einschub kann bis zu 1000 Milliarden Fließkomma-Operationen pro Sekunde (Gigaflop/s) ausführen. In nur einem handelsüblichen 19-Zoll-Schrank erreicht RECS bei Verwendung leistungsfähiger Prozessoren die Performance, um in die Liste der TOP-500-Supercomputer zu kommen.

Projektpartner:

Christmann Informationstechnik und Medien GmbH & Co. KG
Paderborn Center for Parallel Computing – PC²

Kontakt:

Dipl.-Ing. Manuel Strugholtz
E-Mail: Manuel.Strugholtz@hni.uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 63 50

www.hni.uni-paderborn.de/sct

RECS-Systemmonitor

Die RECS-Architektur ermöglicht mit ihrer integrierten Monitoring-Funktionalität ein dezentrales Erfassen aller wichtigen Kenngrößen der Recheneinheiten. Das Monitoring wurde durch eine speziell auf den Basisplatten integrierte Hardware so weit optimiert, dass es „minimal-invasive“ Messungen im laufenden System erlaubt. Diese Messungen belasten weder die Rechenleistung des Systems noch reduzieren sie die für den Anwender zur Verfügung stehende Kommunikationsbandbreite. Realisiert wird die neuartige Architektur über einen dedizierten Monitoring-Bus mit minimaler Verlustleistung, der über die zentrale Backplane in die Gesamtarchitektur eingebettet ist. Das Monitoring-System besteht aus einer Vielzahl von verteilt arbeitenden Mikrocontrollern. Diese überwachen unabhängig von der eingesetzten Hardware und Software alle wichtigen Parameter des Gesamtsystems und stellen sie über eine gemeinsame dedizierte Schnittstelle zur Verfügung.



Ein Blick auf die Hardwareinfrastruktur eines RECS-Systems
A view into the hardware infrastructure of a RECS system

LoneStar-Archivsystem

Der Bedarf an großen Datenarchiven wächst mit steigenden Kapazitätsanforderungen an die zu archivierenden Daten. Neben Bandsicherungs-lösungen haben sich festplattenbasierte Verfahren zu einer attraktiven Alternative entwickelt. Die am Fachgebiet Schaltungstechnik entwickelte LoneStar- (Long term energy aware storage archive) Hardwarelösung basiert auf einem Servereinschub im 19“-Format mit drei Höheneinheiten und beinhaltet 192 Festplatten mit jeweils einem Terabyte Speicherkapazität. Hierdurch ergibt sich mit 64 Terabyte pro Höheneinheit eine der weltweit höchsten Speicherdichten für festplattenbasierte Archivsysteme. Bei einem Archivsystem ist der ununterbrochene Betrieb aller Festplatten nicht erforderlich, daher kann das integrierte Überwachungssystem jede einzelne Festplatte von der Versorgungsspannung trennen und bei Anforderung vom Betriebssystem wieder zuschalten. Neben anderen Optimierungen erlauben diese Konzepte einen Betrieb des LoneStar-Systems mit 42 Watt Leistungsaufnahme im IDLE-Betrieb und 82 Watt in einem durchschnittlichen Zugriffsszenario.

RECS – Supercomputers for Small and Medium-Sized Businesses

The Data Center in a Cabinet

The need for computational power and storage capacity is increasing exponentially every year, not only in sum but also for single tasks. This demand can only be provided by supercomputers in the form of computing clusters. Solutions available on the markets today are mostly realised following the specific needs of customers. Due to high costs in acquisition and maintenance, such supercomputers are often unprofitable for small and medium-sized businesses. Inexpensive, maintainable and energy-efficient systems on a small scale with the required performance are currently not available. RECS and LoneStar are going to supposedly change this.

RECS Cluster Server

RECS, a resource-efficient cluster server is currently being developed in the “System and Circuit Technology” workgroup in cooperation with Christmann Informationstechnik + Medien GmbH & Co KG and the Paderborn Center for Parallel Computing. The unique characteristics of this cluster computer ease the journey to the complex field of supercomputing for small and medium-sized businesses, universities, and other research facilities. In contrast to actual supercomputing solutions, RECS is primarily optimized to reduce power consumption as well as physical dimensions and costs. RECS is a modular computing system that can hold up to 18 processing modules in a single 1 RU (rack unit) 19” enclosure. This results in a system that is much more compact than conventional products. The computing modules are connected to a central backplane. This backplane provides all the signals needed by the system components and enables an efficient and high performance interconnect between the baseboards in the whole system. A single 19” 1RU RECS module delivers a system performance of up to 1000 gigaflop/s per 19” 1RU enclosure. When multiple RECS servers are fitted into a rack, even a single rack can hold enough computational power to get into the TOP-500 list of supercomputers.

RECS System Monitoring

Due to its integrated monitoring functionality, the RECS architecture enables distributed capturing of all relevant data from the computing modules. Special hardware on the baseboards and the optimization of the monitoring techniques allow minimal invasive measurements at system runtime. These measurements do not affect the computing power nor the communication bandwidth offered to the user. This was achieved by a dedicated monitoring bus with minimal power consumption, which is embedded into the system via the central backplane. The monitoring system consists of various distributed micro-controllers. These devices control all critical system parameters and make them available to the user via a common dedicated interface independent from the used software or hardware. Due to the implementation of this interface using standard communication protocols, the RECS system monitoring can be accessed worldwide via the

internet. The innovative monitoring solution not only supervises the system but can also access and change the system configuration. If, for example, a controller notices a malfunctioning computing module, it sends a message to the management system, which performs additional tests or even shuts down the module.

LoneStar Archive System

With ever growing amounts of storage space, the need for huge data archives rises. Next to magnetic tape data storage, hard disk drive based systems become a considerable alternative. The LoneStar (long term energy aware storage archive) hardware solution, developed in the “System and Circuit Technology” workgroup is based on a 19” server enclosure with a height of three rack units. The system integrates 192 hard disks, each with a capacity of 1 Terabyte. This results in a storage density of 64 Terabyte per height unit, one of the world’s highest densities in disk based archive systems. In archive systems, there is no need for every hard disk to run continuously. Therefore, the management system can disconnect hard disks from the power supply that are currently not needed and power them up again when the operating system needs access. In conjunction with other optimizations, the proposed concepts allow for the operation of LoneStar with an energy consumption of 42 Watts in idle and 82 Watts in an average access scenario.



Einzelner RECS-Rechenknoten mit CPU, Speicher und Schnittstellen
A single RECS compute Node including CPU, Memory and interfaces

Project Partner:
Christmann Informationstechnik und Medien GmbH & Co. KG
Paderborn Center for Parallel Computing – PC²

Contact:

Dipl.-Ing. Manuel Strugholtz
E-mail: Manuel.Strugholtz@hni.uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 63 50

www.hni.uni-paderborn.de/en/sct

Optische Analyse lebender Zellen

Photonenzählender Hochgeschwindigkeitsdetektor

Mit dem Einsatz von Lasern in der Lichtmikroskopie gelang ein Quantensprung, der für eine enorme Steigerung des Auflösungsvermögens und der Leistungsfähigkeit dieser optischen Instrumente sorgte. Die bis dahin unerreichte Darstellungsqualität trägt heute entscheidend dazu bei, fundamentale Prozesse der Biologie und der molekularen Genetik besser zu verstehen. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern LaVision BioTec und Surface Concept arbeitet die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ an Lösungen, die die Qualität dieser Geräte weiter optimieren.

Fluoreszenzmikroskopie

Neue Mikroskope und Bildgebungsverfahren nutzen zur Informationsgewinnung überwiegend den Effekt der Laserfluoreszenzanregung. Ziel des Projektes ist die Erarbeitung einer neuartigen Detektionstechnik zur Erforschung von lebenden Zellverbänden und Gewebe mit höchster, dreidimensionaler Ortsauflösung sowie die Darstellung dieser Ergebnisse in Echtzeit.

Die Stimulation biologischer Substanzen mit einem Laser erzeugt eine in genau definierten Zeiträumen abklingende Fluoreszenz. Sowohl das Spektrum als auch die Zeitkonstante dieser Fluoreszenz sind molekulspezifisch. Mit speziellen Detektions- und Auswertungsmethoden lässt sich daraus eine Vielzahl von Informationen gewinnen, die letztlich eine detaillierte Charakterisierung der untersuchten biologischen Systeme ermöglichen. Wesentliche Schwachpunkte heutiger Laser-Mikroskope liegen vor allem in der begrenzten Zeitauflösung der verwendeten Detektionssysteme sowie in der aus der großen Menge von Messdaten resultierenden hohen Verarbeitungszeit.

Effizienzsteigerung durch anwendungsspezifische Hardware

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekt wird ein Messsystem entwickelt, das im Vergleich zum derzeitigen Stand der Technik etwa hundertfach höhere Bildraten

bietet. Die Fluoreszenzlebensdauer kann damit erstmalig als Kontrastparameter zur Untersuchung des Verhaltens und der Funktion einzelner Zellen in deren natürlicher Umgebung eingesetzt werden. Mögliche Einsatzgebiete sind unter anderem die dynamische Bildgebung der Migration von Krebszellen und der Interaktion von Zellverbänden.

Die von einem Probenpunkt emittierten Photonen werden mittels einer speziellen Optik homogen auf einen Multi-Kanal-PMT-Detektor verteilt, der das Auftreten einzelner Photonen detektiert. Die anschließende Zeitmesswandlung (TDC – Time-to-Digital-Conversion) erfolgt mit speziellen Hardware-Komponenten, während die darauffolgende Auswertung in Software erfolgt.

In der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ werden die Algorithmen, die bisher in Software implementiert sind, auf rekonfigurierbare Hardware (Feldprogrammierbare Gate Arrays – FPGAs) abgebildet. Diese mikroelektronischen Bausteine ermöglichen durch eine effiziente Parallelisierung der Auswertung des Fluoreszenzsignals eine deutlich höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit. Weiterhin untersuchen wir die Möglichkeiten, neben der Auswertung auch die Zeitmessung in die rekonfigurierbare Hardware zu integrieren. Die beschriebene Anwendung erfordert eine Zeitmesswandlung mit einer mittleren Auflösung von weniger als 15 ps. Mithilfe einer neu entwickelten Hardwarearchitektur, die auf einer Überlagerung spezieller Verzögerungseinheiten basiert, konnte in ersten Versuchen eine Zeitauflösung von ca. 10 ps erzielt werden.

Die erreichten Ergebnisse haben gezeigt, dass auch mithilfe neuer FPGA-Technologien TDC-Systeme für die Fluoreszenzlebensdauerermessung realisiert werden können. Für die prototypische Realisierung des Messsystems wird das in der Fachgruppe „Schaltungstechnik“ entwickelte RAPTOR-System in Kombination mit speziellen Erweiterungsmodulen eingesetzt, die auch eine Evaluierung der FPGA-basierten Zeitmesswandlung ermöglichen.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Projektpartner:

LaVision BioTec GmbH
Surface Concept GmbH

Kontakt:

Dipl.-Ing. Christian Hilker
E-Mail: Christian.Hilker@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 63 40

www.hni.uni-paderborn.de/sct

Optical Analysis of Living Cells

Detectors for High-Speed Photon Counting

By deploying lasers in the field of light microscopy, higher resolution and performance have been achieved for these optical instruments. Since then, obtainable quality of the images has offered crucial information for understanding fundamental processes in biology and molecular genetics. The cooperation between the project partners LaVision BioTec, Surface Concept, and the “System and Circuit Technology” workgroup aims at further enhancing the qualities of this equipment to provide researchers with more detailed and accurate structural information.

Fluorescence Microscopy

New microscopes and imaging techniques mostly make use of the effect of fluorescence stimulation to acquire an impression of the examined samples' composition. The aim of this project is to develop a new technique for detection in order to perform research on cell structure and tissue using highest, three-dimensional resolution as well as displaying the results in real-time.

When stimulated with a laser, a biological substance of interest emits an accurately defined attenuating fluorescence. Both spectrum and time constant of the fluorescence are specific according to the analyzed molecules. Using special detection and evaluation methods, information can be gathered to characterize the researched biological systems. The main disadvantages of the latest laser-microscopes are the limited time resolution as well as the processing time resulting from the huge amount of measured data.

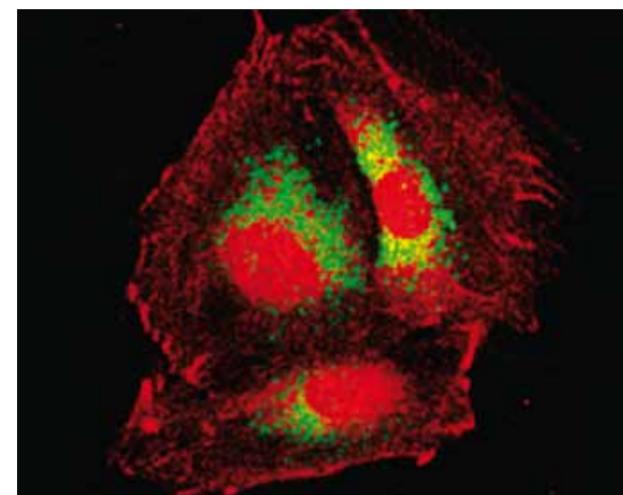
Efficiency by Means of Application-Specific Hardware

Within this project, supported by the Federal Ministry of Economics and Technology, a measurement system providing a frame rate of approximately a hundred times higher than that of the latest technology, is to be developed. For the first time, fluorescence lifetime can be used as contrast parameter to investigate the behaviors and functionalities of a single cell within its natural environment. Possible fields of application include dynamic imaging of cancer migration and interaction of cell elements.

Using a special lens, photons emitted from a probing region are distributed among a Multi-Channel Photomultiplier (PMT)-detector, which can detect each photon, homogeneously. The following time to digital conversion is performed by hardware components, while the actual evaluation is carried out using software afterwards.

Algorithms, which are implemented in software to date, are realized in reconfigurable hardware (Field-programmable Gate Arrays – FPGAs) in the “System and Circuit Technology” workgroup. These microelectronic devices can achieve a significantly higher processing speed through an efficient parallel evaluation of the fluorescence data. Furthermore, we evaluate the possibility to integrate the complete system, including time to digital converter, into the FPGA. The proposed application requires a time to digital conversion with a mean time resolution of less than 15 ps. Within the project, a novel hardware architecture has been developed, which is based on a combination of several overlapping delay lines. First evaluations of this architecture show that a time resolution of about 10 ps can be achieved.

The achieved results show that current FPGA technology can be used to realize time to digital converters for fluorescence lifetime measurement. The rapid prototyping system RAPTOR developed in the “System and Circuit Technology” workgroup is used in combination with specific extension modules to achieve the prototypical realization of the measurement system including an evaluation of the FPGA-based time-to-digital-conversion.



Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme von Krebszellen
(Quelle: LaVision BioTec GmbH)
Fluorescent microscopic image of cancer cells (source: LaVision BioTec GmbH)

Supported by:

Federal Ministry of Economics and Technology

Project Partner:

LaVision BioTec GmbH
Surface Concept GmbH

Contact:

Dipl.-Ing. Christian Hilker
E-mail: Christian.Hilker@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 63 40

www.hni.uni-paderborn.de/en/sct

Telewerkbank

Eine Experimentierplattform für Multi-Roboter-Experimente

Roboter begegnen uns zunehmend im Alltag. Ihre Aufgaben reichen von einfachen Servicetätigkeiten im Haushalt bis hin zu autonom agierenden Chauffeuraufgaben im Straßenverkehr. Die Entwicklung der Roboter stellt dabei einen hochkomplexen und interdisziplinären Prozess dar, der einen domänenübergreifenden Entwurf erfordert und Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik gleichermaßen fordert. Insbesondere Test und Validierung dieser verteilten eingebetteten Systeme stellen die Entwickler vor große Herausforderungen, da die Kontroll- und Überwachungsmöglichkeiten in der Regel stark eingeschränkt sind.

Telewerkbank

Die Telewerkbank bildet eine leistungsfähige Experimentierplattform für Multi-Roboter-Experimente. Sie unterstützt beim Verwalten der Hardwareressourcen sowie bei der Konfiguration der Roboter. Alle relevanten Informationen, wie Roboterpositionen oder Inter-Roboter-Kommunikation, werden online protokolliert, um eine ausgiebige Analyse und Bewertung der Experimente zu ermöglichen. Darüber hinaus lassen sich umfangreiche Tests zwischen unterschiedlichen Algorithmen mit der Telewerkbank durchführen. Eine interessante Neuerung der Experimentierplattform bildet dabei die Ergänzung eines Greifers, mit dessen Hilfe sich verschiedene Testscenarien für Multi-Roboter-Experimente automatisch und exakt reproduzierbar erstellen lassen. Die Bewegung des Greifers wird durch drei Linearantriebe und ein Schwenkmodul realisiert, die von einem integrierten Leitrechner gesteuert werden.

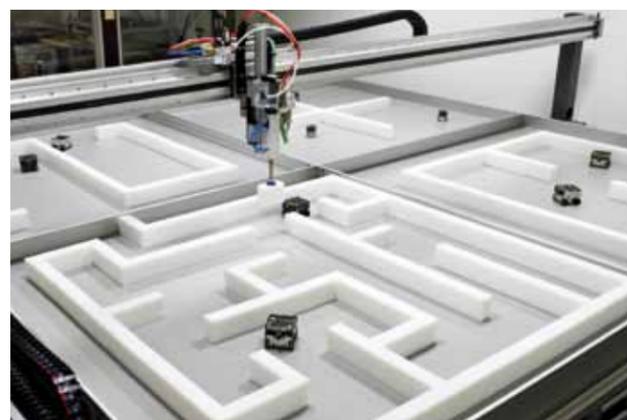
Für Experimente mit bis zu 100 kooperierenden Miniaturrobotern verfügt die Telewerkbank über einen Arbeitsbereich von 3,6 m x 3,6 m, der sich für kleinere Szenarien in vier unabhängige Quadranten unterteilen lässt. Jeder Quadrant wird durch eine Videokamera überwacht, deren Daten an einen Videosever übertragen und zur Positionserfassung genutzt werden. Der Zugriff auf die Ressourcen der Telewerk-

bank und auf Versuchsergebnisse früherer Experimente ist vor Ort sowie entfernt über das Internet möglich, damit auch geografisch verteilte Nutzer gemeinsam Experimente durchführen können. Die neue Telewerkbank erlaubt es somit Wissenschaftlern, global zu kooperieren und Multi-Roboter-Experimente in nachgestellten Umgebungen reproduzierbar durchzuführen und zu analysieren.

Als Roboterplattform wird in erster Linie der im Heinz Nixdorf Institut entwickelte Miniaturroboter BeBot verwendet. Dieser Robotertyp zeichnet sich durch eine modulare Architektur aus und ist mit den neuesten Technologien ausgestattet, um auch komplexe Applikationen realisieren zu können: USB, WLAN und Bluetooth zur Kommunikation, eine Digitalkamera, mehrere leistungsfähige Prozessoren (bis 600 MHz), ein rekonfigurierbarer FPGA-Baustein sowie 256 MB Arbeitsspeicher und bis zu 16 GB Flash-Speicher. Als Betriebssystem kommt Linux zum Einsatz. Neben dem BeBot lassen sich aber auch beliebige kommerzielle Roboterplattformen mit der Telewerkbank nutzen.

Analysewerkzeug

Für die Analyse der Experimente wurde ein grafisches Analysewerkzeug entwickelt, das den MPEG4-Videostandard nutzt. Dieses Werkzeug erlaubt neben der Darstellung der Videodaten die zusätzliche Einblendung von Text- und Bildobjekten. Fahrwege der Roboter können auf diese Weise ebenso visualisiert werden wie aktuelle Kommunikationsdaten und die Sensorsignale der Roboter. Dem Anwender steht damit eine Umgebung zur Verfügung, die ihn sowohl vor Ort als auch bei der Nutzung über das Internet effizient bei der Umsetzung neuer Konzepte auf Multi-Roboter-Systemen unterstützt.



Automatisierte Erstellung von Umgebungen und Platzierung von Robotern mithilfe des integrierten Greifers
Automatic building of environments and robot positioning using the integrated gripper

Gefördert durch:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

M. Sc. Andry Tanoto
E-Mail: Andry.Tanoto@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 63 35

www.hni.uni-paderborn.de/sct

Teleworkbench

A Platform for Multi-Robot Experiments

Robots are becoming more commonplace in our daily life. They are now capable of performing various tasks, from simple housekeeping jobs to autonomous driving on the road. Robot development is a highly complex and interdisciplinary process involving electrical engineering as well as mechanical engineering and computer science. Moreover, test and validation of these distributed embedded systems is a challenging task particularly due to the limited monitoring capabilities of the architectures.

Teleworkbench

The Teleworkbench is a platform for conducting, analyzing, and evaluating experiments using a large number of robots. It offers resource management as well as the management of different robot configurations. A real-time data logging mechanism records all relevant information such as robot positions, inter-robot communication, and individual sensor data. Additionally, it offers controllable environments for testing and validating new algorithms and implementations in different test scenarios. The environment can be automatically built and dynamically controlled by using a gripper, consisting of three linear actuators and a swivel module. This approach guarantees that the constructed environments can be reproduced exactly for later evaluation of the same scenario.

Experiments with groups of up to 100 cooperating miniature robots can be run on the 3.6 m x 3.6 m teleworkbench. For smaller scenarios the working area can be partitioned into four independent fields, each of which is monitored by an individual camera; an additional camera covers the complete working area. Each camera is connected to a video server that is responsible for processing the camera data to provide the position of the robots as well as to record and stream the video via the Internet. A web-based user interface provides users, locally or remotely located, a means to control the Teleworkbench and to access the results of their experiments. Scientists can globally cooperate and they can plan, carry out, and analyze their experiments together.

The BeBot miniature robot, developed in the Heinz Nixdorf Institute, is the main robot platform that is used on the teleworkbench. With its modular architecture, BeBot can be configured for various application scenarios utilizing state of the art technology. It is equipped with USB, WLAN, and Bluetooth for communication with other robots as well as with the teleworkbench and its users. Additionally, a camera, several low power processors (up to 600 MHz), a reconfigurable FPGA device as well as 256 MB memory and up to 16 GB flash-memory have been integrated. A Linux operating system enables easy access to the embedded platform. In addition to the BeBot any other

commercially available miniature robot platform can be used on the teleworkbench.

Analysis Tool

For the analysis of experiments on the teleworkbench a graphical analysis tool is used, which uses the MPEG-4 video standard. In addition to just providing the captured video data this tool enables overlaying the video with additional textual and graphical objects. In this way, driving paths of the robots can be visualized as well as communication data and sensor signals. Thus, the teleworkbench provides the user with a hardware and software environment that supports him locally as well as via the Internet when implementing new concepts for multi robot systems.



Verschiedene BeBot-Miniaturroboter in einem Multi-Roboter-Experiment auf der Telewerkbank
Several BeBots during a multi-robot experiment on the teleworkbench

Supported by:
German Research Foundation

Contact:

M. Sc. Andry Tanoto
E-mail: Andry.Tanoto@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 63 35

www.hni.uni-paderborn.de/en/sct



»» Den eigenen Beruf als Berufung bezeichnen zu können ist ein Privileg, das nicht viele Menschen haben. ««

»» To understand my profession as a vocation is a privilege that not many people have. ««

Manuel Strugholtz

Dipl.-Ing.
Schaltungstechnik

Technik und Naturwissenschaft, diesen beiden Feldern gilt mein Interesse schon seit der Schulzeit. Wenn es möglich war, Fächer in diesen Bereichen zu belegen, so tat ich dies ausnahmslos. Während eines Projektwettbewerbs in der Oberstufe knüpfte ich so zum ersten Mal Kontakt zum Heinz Nixdorf Institut und speziell zur Schaltungstechnik. Professor Rückert, zu dem Zeitpunkt Leiter der Fachgruppe, saß in der Jury zur Bewertung der Arbeiten und sprach mit mir über die ingenieurwissenschaftlichen Bildungsmöglichkeiten an der Universität Paderborn. Nachdem ich einen Tag der offenen Tür im Heinz Nixdorf Institut besuchte, entschied ich mich für ein Studium der Ingenieurinformatik mit Schwerpunkt Elektrotechnik in Paderborn, das ich im Oktober 2003 begann.

Zu Beginn des Hauptstudiums bot mir die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ die Möglichkeit, hier als studentische Hilfskraft zu arbeiten, was ich bis zum Abschluss des Studiums im September 2008 tat. Nachdem ich meine Studien- und Diplomarbeit im Bereich der rekonfigurierbaren Architekturen abgeschlossen hatte, entschied ich mich für ein Promotionsstudium in der Schaltungstechnik als Stipendiat der International Graduate School Dynamic Intelligent Systems. Dies gibt mir die Möglichkeit, meine Forschungsinteressen und Erkenntnisse der vorherigen Arbeiten weiter zu vertiefen und zu entwickeln.

Insbesondere die Ausrichtung des Heinz Nixdorf Instituts als wirtschaftsnahe Forschungseinrichtung gefällt mir sehr gut, da sie mir sowohl die Möglichkeit einer Karriere als Nachwuchswissenschaftler eröffnet als auch die Entwicklung von Fachkompetenzen für einen erfolgreichen Berufsstart in der Wirtschaft fördert. Meine Forschung konzentriert sich auf den Bereich energieeffizienter Rechencluster, ein Forschungsfeld, das aufgrund steigender Energiekosten und anwachsenden CO₂-Ausstoßes zunehmend in den Fokus von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gerät. Einen Teil zur Entwicklung einer nachhaltigen Informationstechnologie beizutragen ist mein erklärtes Ziel.

Während meiner bisherigen Zeit als Doktorand konnte ich viele Erfahrungen in der interdisziplinären Forschung mit anderen Fachgebieten sowie in der Zusammenarbeit mit Wirtschaftsunternehmen sammeln, wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Berufslaufbahn.

Manuel Strugholtz

Dipl.-Ing.
System and Circuit Technology

Technology and natural science, those are the two fields that I have always been interested in since school days. During a project contest in secondary school, I got to know the Heinz Nixdorf Institute and especially the “System and Circuit Technology” workgroup for the first time. Professor Rückert, head of the group at that time, was a member of the selection committee and told me about the possibilities to study engineering at the University of Paderborn. After visiting a public information event at the Heinz Nixdorf Institute, I decided to register at the University of Paderborn and started my studies in electrical engineering and computer science in October 2003.

At the beginning of the advanced study period, the “System and Circuit Technology” workgroup offered me a position as a student research assistant, which I held until graduation in September 2008. After finishing my bachelor and diploma thesis in the field of reconfigurable architectures, I started as a PhD student in the “System and Circuit Technology” workgroup, with a scholarship from the Paderborn International Graduate School Dynamic Intelligent Systems. This gives me the possibility to deepen and further develop my research interests and the results of my previous works.

At the Heinz Nixdorf Institute I enjoy the focus on research closely linked to business interests, as it opens both the way to an academic career as well as it communicates the required skills for a successful start in the field of business. My research focuses on energy efficient computing clusters, a field with emerging interest to economy, science, and politics due to growing energy cost and CO₂ emission. Contributing in the development of sustainable information technology is a declared goal of mine.

During my time as a PhD student so far, I have collected experience in interdisciplinary research with other working groups as well as in cooperation with commercial enterprises, which I see as important requirements for a successful start of a career.

Verteilte Eingebettete Realzeitsysteme werden beherrschbar

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Informatik ist überall, vom Mobiltelefon bis zu komplexen Fabrikationsanlagen ist heute die Welt informatisiert. Mehr als 20 Milliarden Mikroprozessoren und die darauf laufende Software steuern als „Eingebettete Systeme“, was immer uns als Technik umgibt. Die Fachgruppe „Entwurf Paralleler Systeme“ stellt sich der zentralen wissenschaftlichen Herausforderung, den Entwurfsprozess eingebetteter Realzeitsysteme (engl. Distributed Embedded Real-time Systems – DERTy) über alle Phasen und Aspekte durchgängig zu gestalten.

E-Mail: franz@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 65 00
www.hni.uni-paderborn.de/eps



Distributed Embedded Real-time Systems become Manageable

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Mobile phones and entire fabrication plants are today governed by informatics. More than 20 billion micro-processors and the software running them control whatever forms our technical environment as Embedded Systems. The mission of the “Design of Distributed Embedded Systems” workgroup is to make contributions to a seamless design process for Distributed Embedded Real-time Systems (DERTy). This central scientific challenge has to be considered in order to cover all phases and aspects of such a process.

E-mail: franz@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 65 00
www.hni.uni-paderborn.de/en/eps



Fachgruppe Entwurf Paralleler Systeme

Moderne IT-Konzepte können in allen technischen Artefakten beobachtet werden, wobei diese Artefakte immer enger vernetzt werden. Dadurch entsteht eine Cyber Biosphere (CBS), die einen neuen „Organismus“ ungeahnter Komplexität erzeugt. Dieser „Organismus“ aus Computern, Netzwerken, Systemsoftware und Anwendungssoftware zeichnet sich durch Komplexität, Heterogenität und hochgradige Volatilität aus. Meist nutzt man den Begriff „Cyber Physical Systems“ (CPS). Hiermit wird das Zusammenwirken von virtualisierten IT-Diensten (Cloud Computing) mit eng an der physikalischen Umgebung gekoppelten eingebetteten Realzeit-Systemen charakterisiert.

In diesem Umfeld sind neuartige Entwurfs- und Betriebsparadigmen zu entwickeln. Wir entwickeln wesentliche Komponenten für die Beherrschung derartiger Systeme, die in einer mehr technischen Begriffswelt als verteilte eingebettete Realzeitsysteme (engl. Distributed Embedded Real-time Systems, DERTy) charakterisiert werden können. Dabei konzentrieren wir uns auf drei Hauptthemen:

DERTy UML: Spezifikation, Modellierung, Testen und formale Verifikation

Der Entwurf komplexer Systeme setzt auf der Ebene abstrakter Modelle ein. Über die Unified Modeling Language (UML) hinaus verfolgen wir weitere Ansätze. In Kooperation mit der UFRGS in Porto Alegre, Brasilien, untersuchen wir aspektorientierte Techniken. Insbesondere für Systeme mit immanenter Emergenz konzentrieren wir uns auf Laufzeit-Verifikation mittels Online Model Checking.

DERTy DREAMS: Komponentenbasierte verteilte Realzeitbetriebssysteme

Realzeitanwendungen werden in der Regel auf Realzeitbetriebssysteme (RTOS) bzw. Distributed Real-time Extensible Application Management Systems (DREAMS) aufgesetzt. Unser fein-granular-konfigurierbares RTOS ORCOS (Organic Reconfigurable Operating System) steht im Quelltext zur Verfügung. ORCOS zeigt extrem kurze Reaktionszeiten, hat einen sehr kleinen Footprint und beinhaltet Selbstoptimierung und Virtualisierung.

DERTy RuSt: Rekonfigurierbare Hard- und Softwaresysteme

Auch die zugrunde liegende Hardware kann rekonfigurierbar ausgelegt werden. Bei dynamisch rekonfigurierbarer Hardware ist es schwierig zu unterscheiden, ob eine Strukturänderung Folge eines Fehlverhaltens oder einer gewollten Rekonfiguration ist. Zur Lösung dieses Problems arbeiten wir mit Methoden der künstlichen Immunsysteme. Dabei wird die Rekonfigurierbarkeit der Hardware gezielt für Antimaßnahmen gegen Fehlfunktionen ausgenutzt.

Unsere drei Forschungsbereiche hängen eng zusammen. Darüber hinaus untersuchen wir Anwendungen auf unterschiedlichen Feldern von selbstoptimierenden Systemen des Maschinenbaus bis hin zu AR-basierten Entwurfssystemen für eingebettete Systeme.

Workgroup Design of Distributed Embedded Systems

Modern IT concepts can be observed in all kinds of technical artefacts. Their level of interconnection is steadily growing, gradually creating a Cyber Biosphere (CBS) and marking the emergence of a new kind of “organism” of unprecedented complexity. This “organism” consisting of computers, networks, system and application software stands out due to its complexity, heterogeneity and its high degree of volatility. Such organisms are often designated as “Cyber Physical Systems” (CPS), characterizing the interaction of virtual IT services (Cloud Computing) with embedded Real-Time Systems closely linked to their physical environment.

Such an environment calls for the development of innovative design and operational paradigms. We develop essential components for controlling such systems, which in technical terms can be referred to as Distributed Embedded Real-Time Systems (DERTy). In the process, we focus on three main areas:

DERTy UML: Specification, Modeling, Testing and Formal Verification

Designing complex systems starts with abstract models. We are pursuing approaches beyond the Unified Modeling Language (UML). In close cooperation with the UFRGS in Porto Alegre, Brasil, various aspect-oriented techniques are currently under evaluation. For systems with immanent emergent behavior a particular focus is placed on runtime verification through Online Model Checking.

DERTy DREAMS: Component-Based Distributed Real-Time Operating Systems

Typically, Real-Time applications are built on top of Real-Time Operating Systems (RTOS) or Distributed Real-time Extensible Application Management Systems (DREAMS). Our highly configurable Real-Time Operating System ORCOS (Organic Reconfigurable Operating System) is available as Open Source. ORCOS boasts extremely short response times alongside a very small footprint and includes self-optimization and virtualization.

DERTy RuSt: Reconfigurable Hard and Software Systems

In addition, the underlying hardware can be designed in a reconfigurable way. Dynamically reconfigurable hardware poses the challenge of distinguishing whether a structural change comes as a result of a malfunction or from a desired reconfiguration. We meet this challenge employing methods of Artificial Immune Systems, exploiting the hardware’s reconfigurability for targeted countermeasures against malfunctions.

Our three areas of research are closely connected. Furthermore, we investigate a variety of areas of application, ranging from self-optimizing systems for mechanical engineering to AR-based design systems for embedded solutions.

Biologisch inspirierte Overlay-Netzwerke

Connected k-Hop Dominating Sets

Connected k-Hop Dominating Sets (CkDS) haben verschiedene Anwendungsgebiete in drahtlosen Sensornetzwerken. Sie werden z. B. benutzt, um die Auswirkungen des Broadcast-Storm-Problems zu lindern oder um ein einstellbares Maß von Abdeckung zu gewährleisten, während sie die Konnektivität aufrechterhalten. Es wird ein neues Protokoll zur CkDS-Konstruktion in drahtlosen Sensornetzwerken vorgeschlagen, welches seine Inspiration aus dem Verhalten der Ei-ablegenden Kohlweißling-Schmetterlinge bezieht.

Das Protokoll ist selbst organisierend, da sich ein Muster auf der globalen Ebene, das CkDS, aufgrund vielfältiger Interaktionen auf unterster Ebene herausbildet. Diese Interaktionen werden ferner spezifiziert durch Regeln, die allein unter Nutzung lokaler Informationen ohne Bezug auf das globale Muster ausgeführt werden. Es wurden aufwendige Simulationen durchgeführt, um die Effizienz sowie andere Eigenschaften des vorgeschlagenen Protokolls zu evaluieren. Dabei zeigte sich u. a., dass im Gegensatz zu den Ansätzen des bisherigen Standes der Forschung, die von dem vorgeschlagenen Protokoll zur Konstruktion des CkDS benötigten Kosten sowie die Konstruktionszeit unabhängig vom gewählten k sind. Dieses macht das vorgeschlagene Protokoll insbesondere geeignet für kommende Generationen großer Netzwerke.

Swarm Robotics

Swarm Robotics hat aufgrund seiner Möglichkeiten, auf Makro-Ebene komplexe Verhaltensmuster mit hoher Fehlertoleranz und Skalierbarkeit zu vollziehen, unter Robotik-Forschern im Bereich der Multi-Robot-Koordinierung und -Steuerung erhebliche Aufmerksamkeit erregt. Wir konzentrieren uns auf die Nutzung von Schwarm-Robotern zur Flächenabdeckung für sensorische und überwachende Anwendungsszenarien. Die Nutzung von Schwarm-Robotern zu sensorischen oder überwachenden Zwecken ermöglicht in derartig unstrukturierten und unvorhersehbaren Umgebungen eine erhöhte Flexibilität und Robustheit.

Wenn Schwarm-Roboter eine Fläche aufspannen und abdecken ergibt sich natürlich die Fragestellung nach der Maximierung der durch die Gesamtheit der Roboter abdeckbaren Fläche. Ebenfalls von Relevanz ist in diesem Zusammenhang die Beibehaltung der Konnektivität des Netzwerks während dieses Vorganges. Wir konzentrieren uns auf die Entwicklung von bio-inspirierten Algorithmen zur Lösung dieser Problemstellung.

Kontakt:

Dr. Peter Janacik
E-Mail: Pjanacik@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 65 17

www.hni.uni-paderborn.de/eps

Unsere Algorithmen werden beispielsweise inspiriert durch das selbstorganisierende Verhalten sozialer Insektenarten wie Termiten oder Ameisen beim Nestbau oder der Nahrungssuche, aber auch durch die im tierischen Schwarmverhalten beobachteten lokalen Regeln wie der Schwarmbildung bei Vögeln und Fischen. Die von uns entwickelten Algorithmen erreichen im Vergleich mit anderen dem aktuellen Stand der Forschung entsprechenden Algorithmen eine bessere und schnellere Flächenabdeckung und zeigen eindrucksvoll das Potential bio-inspirierter Algorithmen bei der Lösung komplexer Robot-Koordinierungs- und -Steuerungsaufgaben.

Immunorepairing

Der Forschungsbereich Immunorepairing beschäftigt sich mit der Implementierung selbstheilender Systeme nach Prinzipien, die von den Reaktionen des biologischen Immunsystems abgeleitet wurden. Ein jedes selbstheilende System beinhaltet sowohl Fehlererkennung- wie auch Fehlerbehebungsmodul.

Fehlererkennungsmodul beinhalten Informationen für die Bewertung des zugrunde liegenden Systems anhand eines Satzes von Fehlermustervektoren. Unter Berücksichtigung der üblicherweise dabei zu verarbeitenden enormen Datenmengen und der Zielsetzung, dass Fehlererkennungsmodul möglichst schnell und kompakt sein sollen, ist eine Reduktion sowohl der Anzahl als auch der Dimension der verfügbaren Fehlervektoren von zentraler Bedeutung. In diesem Zusammenhang können Transformationsmethoden maßgeblich zu einer Reduktion der Vektordimension beitragen. So zeigen lineare Transformationsmethoden wie die Hauptkomponentenanalyse oder die Singularwertzerlegung gute Dimensionsreduktionsraten unter Beibehaltung des Informationsgehaltes der jeweiligen Fehlermustervektoren.

Darüber hinaus zeigen auch Methoden, die durch das Absterben von Immunzellen inspiriert wurden, vielversprechende Ergebnisse bei der Verringerung der Anzahl der Fehlermustervektoren. Sobald ein Systemfehler erfolgreich erkannt wird, löst das Fehlererkennungsmodul die Systemwiederherstellung aus. Eine solche Wiederherstellung ist systemabhängig und wird durch das Fehlerbehebungsmodul ausgeführt und überwacht. Bei in FPGA implementierten Hardware-Systemen kann die Systemwiederherstellung von einer partiellen oder vollständigen Systemrekonfiguration begleitet und unterstützt werden. Weiterhin wird eine Partitionierung des Hardware-Systems zur Beschleunigung sowohl der Systemwiederherstellung als auch der Fehlererkennung empfohlen. Die Leistungsfähigkeit eines jeden selbstheilenden Systems wird anhand der zwischen Auftreten bzw. Erkennung des Fehlerzustandes und vollständiger Systemwiederherstellung verstrichenen Zeitspanne gemessen. In diesem Kontext werden durch das Immunsystem inspirierte Designmethoden im Hinblick auf die Entwicklung eines schnellen, fehlerfreien und dabei kompakten selbstheilenden Systems evaluiert.

Biologically-Inspired Computing

Connected k-Hop Dominating Sets

Connected k-Hop Dominating Sets (CkDS) have various areas of application within wireless sensor networks. They can be used, for example, to alleviate the effects of the broadcast storm problem or to provide an adjustable level of coverage while maintaining connectivity. Drawing inspiration from the behavior of the ovipositing Small White (*Pieris rapae*), which displays various properties desirable for an artificial system, a new protocol for the assembly of CkDS in wireless sensor networks has been proposed.

The newly developed protocol is self-organizing, as the emerging global-layer pattern, the CkDS comes as a result of manifold interactions on the lowest level. These interactions are specified by rules, which are applied solely based on local information without reference to the global pattern.



Der Kohlweißling dient als Vorbild für künstliche Systeme.
The cabbage white butterfly serves as a model for artificial systems.

We have conducted extensive simulations of this protocol to evaluate its efficiency as well as other properties. In the process it became evident that, among other things, for the suggested protocol – contrary to the existing approaches of the current state of research – the costs and assembly time for the actual building of the CkDS are independent of the selected k. This makes this protocol especially suitable for the coming generations of large networks.

Swarm Robotics

Swarm robotics has become more attractive to robotic researchers in the domain of multi-robot coordination and control, due to their capability to perform complex behaviors at the macro-level, with high level of fault tolerance and scalability. We focus on using swarm robots to spread out an area for sensing and monitoring applications. In areas such as disaster fields, subterranea or remote planets, human interventions are not possible or very dangerous. Using swarm robots for

sensing and monitoring provides greater flexibility and robust performance in such unstructured and unpredictable environments.

When the swarm robots spread out in an area, an interesting problem to look at is the maximization of total covered area of all robots. Another important aspect to consider is the connectivity of the network of robots spreading out. We focus on designing bio-inspired algorithms for solving them.

Our algorithms are inspired from the self-organizing behaviors found in social insects such as termites and ants and the local rules seen in animal aggregation behaviors such as flocking of birds and schooling of fish. The algorithms we have designed achieve better and faster coverage compared to the state-of-the-art algorithms. This shows the potential of bio-inspired algorithms in solving complex robotic control and coordination problems.

Immunorepairing

Immunorepairing is a research direction that deals with the implementation of self-repairing systems using principles that the biological immune system uses for healing the body. Any self-repairing system has a builtin fault recognition and fault recovery modules.

The fault recognition module contains information for evaluating the state of the system in form of a set of fault pattern vectors. Since the amount of given information is usually huge and the fault recognition module should work fast and be compact, data reduction methods are of benefit. Firstly, transformation methods help for achieving vectors with lower dimensions. Secondly, methods inspired in the reproduction and death of immune cells show to be promising for reducing the number of fault pattern vectors. Under a successfully recognized system failure, the fault recognition module triggers system recovery which can be supported by total or partial system reconfiguration using FPGAs.

The performance of any self-repairing system can be computed by the total time measured from the happening of a fault up to the completion of the system recovery. Thus, in this research area, design methods inspired in the biological immune system are evaluated for getting a fast, accurate and compact self-repairing system.

Contact:

Dr. Peter Janacik
E-mail: Pjanacik@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 65 17

www.hni.uni-paderborn.de/en/eps

Re-Konfigurierbare Smartcard / Virtualisierung von Echtzeitsystemen

Re-Konfigurierbarer IP-Stack

Eine immer wichtiger werdende Aufgabe in der Entwicklung von Smartcard-Systemen ist die Vernetzung dieser mit dem Internet. Um diese Technologie zu ermöglichen, ist es jedoch notwendig, bestehende Kommunikationsprotokolle in die Funktionalität einer Smartcard zu integrieren. In dem Ende letzten Jahres gestarteten ZIM-Projekt, in Kooperation mit der Firma Safran Morpho GmbH, wurde daher ein konfigurierbarer Internet Protokoll Stack für Smartcards entwickelt. Es handelt sich dabei um einen voll funktionsfähigen Protokoll Stack, welcher dem vom ETSI definierten Standard TS 102 483 für die „IP-Konnektivität zwischen Smartcard und Terminal“ entspricht.

Bei der Entwicklung stellte die Optimierung des statischen sowie dynamischen Speicherbedarfs das größte Problem dar. Im Verlaufe des Projektes kamen daher zum einen Konfigurationsmechanismen auf Quellcode-Ebene wie z. B. Präprozessor-Makros zum Einsatz. Ein speziell entwickeltes Tool erlaubt durch Angabe von Kommunikationsparametern eine genaue Anpassung des IP-Stacks an ein gegebenes Einsatzgebiet. So können sehr geringe Speichergrößen bereits auf statischem Level erreicht werden. Diese Art der Konfiguration beschränkt sich jedoch auf Funktionalitäten, welche auf der Ebene des Quellcodes vorhanden und modifiziert werden können. Da aber fast immer auf proprietäre Funktionalitäten, zumeist durch Bibliotheken, zurückgegriffen wird, bestand der weitere Fokus des Projektes auf der Erforschung von Mechanismen zur Optimierung dieser binären Objekte. Das entwickelte Verfahren ermöglicht es, binäre Objekte durch einen eigens entwickelten Link-Time-Optimierer an ein gegebenes Einsatzgebiet anzupassen. Hierfür werden High-Level-Informationen aus den binären Objekten extrahiert, gegen Bedingungen des Einsatzgebietes geprüft und Konfigurationen gebildet, welche statisch entfernt und zur Laufzeit nachgeladen werden können. Die Konfigurationen werden dabei automatisch identifiziert, entfernt und auf binärer Ebene für einen späteren Nachlade-Prozess umge-

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft im Rahmen des zentralen Innovationsprogramms Mittelstand SFB 614

Projektpartner:

Morpho e-Documents

Kontakt:

Dipl.-Inform. Daniel Baldin
E-Mail: Dbaldin@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 65 15

www.hni.uni-paderborn.de/eps

schrieben. Im Moment wird hierfür die ARMv4(t) ISA unterstützt. Das Verfahren kann in Zukunft jedoch auf weitere Architekturen erweitert werden. Auch wenn diese Technik innerhalb des IP-Stack-Projektes erfolgreich erprobt wurde, ist der Ansatz nicht auf dieses spezielle Gebiet beschränkt.

Virtualisierung von Echtzeitsystemen

Virtualisierung bezeichnet das grundlegende Konzept der Informatik, der Abstraktion von der physikalischen Ausprägung einer Ressource. Dies ermöglicht eine hohe Flexibilität in der Ressourcennutzung, insbesondere die transparente Aufteilung und Bereitstellung für mehrere Teilsysteme. Bei der Systemvirtualisierung werden mehrere Betriebssysteme in isolierten virtuellen Maschinen auf einer Hardwareplattform ausgeführt. Im Bereich der Serversysteme ist dieses Konzept zur Konsolidierung weitverbreitet. Der Einsatz existierender Virtualisierungstechnologien aus dieser Domäne für mechatronische Systeme ist jedoch nicht möglich, da sie die Einhaltung von Echtzeitanforderungen nicht garantieren können. Im Rahmen des Sonderforschungs-bereichs 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ muss die Virtualisierungslösung einer hohen Dynamik der Systeme gerecht werden, aber dennoch Echtzeitbedingungen genügen.

Motivation für den Einsatz einer Virtualisierungsplattform für selbstoptimierende Systeme ist die hohe Flexibilität der Architektur. Virtuelle Maschinen können dynamisch auf reale Systeme abgebildet werden. Die Trennung der Gastsysteme durch die Virtualisierungsschicht stellt sicher, dass sich Fehler nicht über die Grenzen einer virtuellen Maschine ausbreiten und alle Gastsysteme ihre zeitlichen Anforderungen erfüllen können. Durch diese Isolation ist die Konsolidierung von Systemen ohne Beeinträchtigung von Sicherheit und Zuverlässigkeit möglich.

Der Fokus der letzten Jahre lag auf der Entwicklung einer Umgebung für die Ausführung von unmodifizierten Gastbetriebssystemen, wodurch der Migrationsaufwand drastisch reduziert wird. Hierzu wurde eine Schedulingmethode entwickelt, die die Schedulingparameter eines virtualisierten Echtzeitsystems aus gegebenen Echtzeitsystemen ableitet. Diese Arbeit wird nun um eine dynamische Ressourcenverwaltung erweitert. Aufgrund der erforderlichen Garantie der Echtzeitanforderungen erfolgt die Zuordnung von Ressourcen zu den virtuellen Maschinen typischerweise statisch. Eine dynamische und damit flexiblere Verwaltung aller Ressourcen inklusive der Prozessoren wird den Anforderungen selbstoptimierender Systeme gerechter und bietet das Potential einer signifikanten Erhöhung der Ressourcenauslastung.

Reconfigurable Smart Card / Virtualization of Realtime Systems

Reconfigurable IP Stack

Internet connectivity is becoming more and more of a central requirement in the development of smart card systems. This requires the integration of existing communication protocols with the functionality of a smart card. As part of the ZIM project, initiated last year in cooperation with the Safran Morpho GmbH, a configurable internet protocol stack for smart cards was developed. This IP stack represents a fully functional protocol stack, conforming to the European Telecommunication Standards Institute (ETSI) TS 102 483 standard for "IP connectivity between smart card and terminal".

During the course of its development the biggest challenge was the optimization of the static and dynamic memory footprint. In the process a number of configuration mechanisms at source code level, e.g. preprocessing macros were employed. A specially developed tool allows us to precisely customize the IP stack through communication parameters, tailoring it to a given field of application. With this approach a remarkably small memory footprint can be achieved already at static level, enabling the use of internet protocol technologies already on the current generation of smart cards.

This kind of configuration is, however, limited to functionalities which are available and modifiable on a source code level. Since most application scenarios invoke proprietary functionalities, mostly via libraries, a second focus of the project was placed on the research of mechanisms to further optimize these binary objects. The method developed allows binary objects to be tailored to the requirements of their field of application through a specially designed link-time optimizer. For this purpose, high level information is extracted from the binary objects and verified against the conditions of the respective field of application. Based on that, configurations, which can then be statically removed and reloaded during run time are created. These configurations are automatically identified, removed and rewritten on a binary level for reloading at a later stage. Currently this is supported on the ARMv4(t) ISA. In the future the process shall be extended to support additional architectures. While this technology was designed and successfully tested within the IP stack project, it is not limited to this specific field of application.

Virtualization of Real-Time Systems

In computer science, virtualization is known as the basic concept of abstracting the physical representation of a resource. This allows a high degree of flexibility in resource utilization, particularly in respect to the transparent segmentation and assignment to multiple subsystems. With system virtualization, multiple operating systems are executed within distinct and isolated virtual machines on a singular hardware platform, a concept very common in the area of server sys-

tems, typically utilized as a means of consolidation. A deployment of these existing approaches to virtualization in mechatronic systems is, however, not possible as compliance with real-time requirements cannot be guaranteed. In the context of the Collaborative Research Centre 614 "Self-optimizing concepts and structures in mechanical engineering" a suitable virtualization solution has to meet the high requirements posed by the dynamics of self optimizing mechatronic systems, while conforming to real-time requirements.

A strong incentive for the use of a virtualization platform for self-optimizing mechatronic systems is the architecture's high degree of flexibility. Virtual machines can be mapped dynamically to a real system. The isolation of the guest systems by the virtualization layer ensures that errors cannot propagate across the borders of their respective virtual machines, and that all guest systems can meet their timing requirements. As a result of this isolation it becomes possible to consolidate systems without compromising their security or reliability.

The focus of the last few years has been on the development of an environment for the execution of unmodified guest operating systems in turn drastically reducing the migration effort. In this context a scheduling method was developed which can derive scheduling parameters for a virtualized real-time system from existing real-time systems. This work is now being expanded to a dynamic resource management. Due to the burden of having to meet strict real-time requirements, resource allocation for the virtual machines is typically done in a static manner. A dynamic and therefore more flexible management of all available resources, including the processor, is closer to fulfilling the demands of self optimizing systems and holds the promise of a significant increase in resource efficiency.

Supported by:

Federal Ministry of Economics and Technology
CRC 614

Project Partner:

Morpho GmbH

Contact:

Dipl.-Inform. Daniel Baldin
E-mail: Dbaldin@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 65 15

www.hni.uni-paderborn.de/en/eps

Energieeffiziente Systeme

Adaptive Computing for Green Data Centers

Isoliert optimierte Einzelsysteme und ungenutzte aktive Kapazitäten sind Ursachen für einen hohen Energieverbrauch in der IT und damit wichtige Ansatzpunkte zu dessen Reduzierung. Das Projekt AC4DC setzt an diesen Punkten an, indem der Betrieb eines IT-Systems bestehend aus Nutzern, Endgeräten, Rechenzentren, Datennetzen und Energieversorgern ganzheitlich energie- und kostenoptimiert werden soll. Zur Optimierung der IT werden die Endgeräte, die zentralen Server und Speichersysteme ebenso betrachtet wie die Infrastruktur (USV-Systeme, Kühlung, Überwachungssysteme ...), die zu deren Betrieb notwendig sind.

Die ganzheitliche Betrachtung des Systems verspricht neben erheblichen Energieeinsparungen auch die Lastoptimierung in Stromnetzen. Zur Umsetzung des Ziels sollen im Rahmen des Projekts intelligente Formen des Rechenlast-, Infrastruktur- und Datenmanagements innerhalb eines Rechenzentrums, aber auch Rechenzentrumsübergreifend erforscht werden. Dieses dreistufige Vorgehen ermöglicht, das Ziel teils parallelisiert in mehreren Stufen zu realisieren. Die erarbeiteten Konzepte werden prototypisch implementiert und in z. T. isolierten Umgebungen in Betrieb genommen, sodass das mögliche Einsparpotential evaluiert werden kann. Einflussfaktoren wie Nutzerverhalten, ökonomische Anforderungen und standortbezogene Parameter werden ebenso in die Optimierung einbezogen. Die gezielte und frühzeitige Einbindung von RZ-Betreibern stellt die Nachfrageorientierung des Vorhabens sicher. Des Weiteren werden leistungsfähige Geschäftsmodelle entwickelt sowie Energie- und Materialeinsparpotenziale ermittelt.

Das Heinz Nixdorf Institut konzentriert sich in dem Projekt auf den Bereich der Endgeräte. Hierbei wird ein Cloud-Backupservice realisiert. Verfügbare interne Festplatten von Desktoprechnern sind häufig deutlich überdimensioniert ausgelegt und bieten derzeit mehrere Hundert GByte Speichervolumen. Dieser Speicher wird aber nur anteilig genutzt, da sensible Nutzdaten auf Dateiservern (z. B. extern in Rechenzentren) gespeichert werden, um die Verantwortung bezüglich Verfügbarkeit und Sicherheit zu bündeln. Diese ungenutzte Kapazität wird im Projekt verwertet, indem sie in Verbindung mit in Rechenzentren platzierten Dateiservern als Platz für verteilte Backups genutzt

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen des Technologieprogramms IT2Green
Fujitsu Technology Solutions GmbH

Kontakt:

Dr. Simon Oberthür
E-Mail: Oberthuer@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 68 63

wird, um den Bedarf der Rechenzentren an energiehungrigen Backup-Systemen zu reduzieren. Rechenzentren und Endgeräte verschmelzen auf diese Weise zu einem Gesamtsystem, das die enthaltenen Ressourcen besser als bei isolierter Betrachtung nutzen kann.

Die Arbeiten in diesem Umfeld werden innerhalb einer weiteren Zusammenarbeit mit der Fujitsu Technology Solutions GmbH weiter intensiviert. Hier wird anhand realistischer Fallstudien untersucht, inwieweit die Server-Firmware hinsichtlich des Energieverbrauchs des Gesamtsystems noch weiter parametrisiert und optimiert werden kann. Für verschiedene Workload-Szenarien im Rechenzentrum muss z. B. betrachtet werden, inwieweit eine Energieverbrauchsoptimierung durch geeignetes Management von virtuellen Server-Plattformen möglich ist und wie durch Hardwareausstattung und Betriebsartenstellungen das Verhältnis von Performance und Leistungsaufnahme noch weiter optimiert werden kann.

Weitere Forschungsarbeiten in dem Bereich umfassen Untersuchungen von weiteren Einzelaspekten im Umfeld von Echtzeit-Systemen. Hier arbeitet die Arbeitsgruppe zum einen an effizienten Online-Task-Scheduling-Verfahren, die die Vorteile von Dynamic Power Management (DPM) und Dynamic Voltage Frequency Scaling (DVFS) zur weiteren Steigerung der Energieeffizienz nutzen. Zum anderen wird durch komplementäre Arbeiten versucht, die existierende Verfahrenslücke im Systems-On-Chip-Entwurf zu schließen, die momentan durch die verschiedenen Software- und Hardwarestandards, wie z. B. ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) und das UPF (Unified Power Format), existiert.



Fujitsu Primergy BX900 Blade Server System
Fujitsu Primergy BX900 Blade Server System

Energy-Efficient Systems

Adaptive Computing for Green Data Centers

Targeting optimization efforts at isolated systems, each by itself, and ignoring unused active capacities are some of the reasons for a high IT energy consumption. Consequently, they are also the keys to significant energy savings. The AC4DC project addresses both areas through a holistic cost and energy-optimizing strategy targeted at the entire operation of an IT system, encompassing its users, end devices, datacenters, networks and energy providers. Throughout the process of optimizing the IT, not only end devices, centralized servers and storage systems are evaluated, but also the infrastructure (UPS systems, cooling, security and surveillance systems, etc.) required to operate them.

The holistic view of the system promises not only substantial energy savings but also a significant contribution to the challenge of load optimization in power grids. To reach these targets, this project evaluates intelligent approaches in the management of computing load, infrastructure and data not only within a single datacenter but also comprehensively on a wider scale. This 3-segment approach allows the objective to be targeted in stages, which in turn may be addressed in parallel. The resulting concepts will be implemented as prototypes and put into operation in isolated environments, so that the potential savings can be accurately evaluated. Influencing factors like user behavior, economic requirements and location related parameters are also integral to the optimization process. The specific and timely inclusion of datacenter operators ensures an orientation of the project in line with market demand. Additionally, efficient business models are under development and the specific potential for energy and resource savings is being established.

Within the scope of this project, the Heinz Nixdorf Institute focuses on the end devices. In this context, a cloud backup service is being implemented. Internal hard disks of desktop computers are often

oversized for the requirements and their current generation typically offers multiple hundreds of gigabytes of storage space. This storage capacity is only partially used, as sensitive data is often stored on file servers (e.g. in datacenters) in order to concentrate the responsibility for availability and security. This project utilizes this untapped capacity via file servers in datacenters, making it available as storage space for distributed backups and thereby reducing the datacenters' need for power hungry storage systems. Datacenters and end devices merge into an integrated system, which allows a more efficient allocation of its resources than if they were managed individually.

The work in this area has been intensified further in cooperation with Fujitsu Technology Solutions GmbH. Based on realistic case studies it is being evaluated to which extent the server firmware can be parameterized and optimized even further in regard to the energy consumption of the overall system. For different datacenter workload scenarios it has to be examined to which extent it is possible to optimize the energy consumption through the appropriate management of virtual server platforms, but also to which degree choices in the selection of hardware and mode of operation can have a positive influence on the balance between performance and power drain.

Additional research in this area involves the evaluation of various aspects of real-time systems. On the one hand the study group is working on an efficient Online-Task-Scheduling method, which taps into the advantages of Dynamic Power Management (DPM) and Dynamic Voltage Frequency Scaling (DVFS) to further improve energy efficiency. On the other hand assisting efforts are being made to bridge the process gap stemming from different hard and software standards, like ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) and UPF (Unified Power Format) for the Systems-On-Chip design.

Project Partner:

Federal Ministry for Economy and Technology under the technology program IT2Green
Fujitsu Technology Solutions GmbH

Contact:

Dr. Simon Oberthür
E-mail: Oberthuer@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 68 63

Modellierung und Verifikation

Mixed Reality in the Loop – Ein iteratives, prototypenbasiertes Entwurfsvorgehen für die Entwicklung von Mixed-Reality-Anwendungen

Mixed Reality in the Loop ist ein iteratives, prototypenbasiertes Entwurfsvorgehen für Mixed-Reality-Anwendungen. Das Vorgehen besteht aus einem iterativen Prozess, an dessen Ende immer eine testbare Designrepräsentation der Anwendung, kurz ein Prototyp, steht, der für die nächste Iteration verwendet wird. Die Iterationen werden kurz gehalten, sodass ständig eine testbare Designrepräsentation der Anwendung gewährleistet ist.

Dem *Mixed-Reality-in-the-Loop*-Entwurfsvorgehen steht ein eigens dafür entwickeltes Architekturmuster zur Seite, welches es erlaubt, die einzelnen Teile der Anwendung in insgesamt vier Kategorien einzuteilen, die separat und unabhängig voneinander weiterentwickelt werden können. Das Architekturmuster basiert auf dem Model-View-Controller-(MVC)Prinzip, dem eine neue Komponente, die Umgebung (Environment) hinzugefügt wurde, sodass das Model-View-Controller-Environment-(MVCE)Architekturmuster entstand. Das Environment unterscheidet sich von den anderen Komponenten in der Hinsicht, dass es zwar erfasst, jedoch nicht von der Applikation verändert werden kann. Es werden auch nur die Teile des Environments erfasst, für die die Applikation dedizierte Sensoren bereitstellt.

Der zentrale Vorteil bei *Mixed Reality in the Loop* gegenüber anderen Verfahren ist die Entwicklung entlang des Mixed-Reality-Kontinuums. So bieten das Entwurfsvorgehen und der iterative Entwicklungsprozess die Möglichkeit, in einer rein virtuellen Welt mit der Implementierung der MR-Anwendung zu beginnen und in den späteren Phasen schrittweise die virtuellen Teile durch ihre realen Gegenstücke zu ersetzen. Das bedeutet für die frühen Entwicklungsphasen eine Implementation in einer fest definierten virtuellen Umgebung, die komplett unter der Kontrolle des Entwicklers liegt. Dabei wird zu jedem Zeitpunkt der Entwicklung darauf geachtet, dass Komponenten des Environments nur über fest definierte Schnittstellen Daten austauschen können. So wird gewährleistet, dass auch die in frühen Entwicklungsphasen simulierten Umgebungen für die Anwendung nur die Daten liefern, die sie in der fertigen Applikation erhalten sollen.

Um eine Einschätzung des Entwicklungsstandes der Prototypen zu erhalten, wurde für jede Komponente des MVCE-Architektur-

usters eine eigene Metrik entworfen, die den Entwicklungsstand anhand verschiedener Parameter errechnet. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Metrik des Controllers nicht mathematisch berechnet werden kann. Für den Controller müssen Benutzertests durchgeführt werden, die ermitteln, wie erfolgreich der Controller bzw. die Mensch-Maschine-Schnittstelle für den Anwender anwendbar ist.

Online Model Checking for Dependable Real-time Systems

Online Model Checking ist eine schlanke Verifikationsstechnik, die bei verlässlichen Echtzeitsystemen Anwendung findet, sofern Modell und Implementierung des zu testenden Systems vorab vorliegen. Dabei werden Fehler auf der Modellebene als Indikatoren für mögliche Fehler auf Implementierungsebene betrachtet. Dies bedeutet, dass wir die Zuverlässigkeit der Ausführung eines sicherheitskritischen Systems durch Online Checking eines kleinen partiellen Modells dieses Ausführungs-Traces gewährleisten können. Als Nebeneffekt kann zwischenzeitlich die Übereinstimmung der Implementierung mit dem zugehörigen Modell überprüft werden. Daher nennen wir es Online Model Checking.

Vereinfacht dargestellt, überwachen wir die Systemausführung und bilden die beobachteten konkreten Zustände auf die entsprechenden abstrakten Zustände der Modellebene ab. Dies wird als Online Conformance Checking bezeichnet. Anstatt den vollständigen Zustandsraum des Modells zu überprüfen, prüfen wir nur die nächsten k -Schritte. Sollten wir das Online Model Checking hinreichend effizient gestalten können, wird es möglich, potentielle Fehler noch vor ihrem Auftreten vorherzusagen. Andererseits ist das durch das Online Model Checking gelieferte Gegenbeispiel indikativ zur Lokalisierung von Fehlern geeignet, selbst wenn diese nur schwer reproduzierbar auftreten.

Wir haben das Online Model Checking in das Real-time Operating System (RTOS) als Systemdienst integriert. Ein RTOS wird dabei zur Verwaltung einer oder mehrerer Echtzeit-Applikationen genutzt. Sämtliche Auswirkungen einer Applikation erfolgen dabei unter der Kontrolle des RTOS. Eine derartige Applikation muss demzufolge eine Sequenz von Systemaufrufen enthalten. Diese Sequenz von Systemaufrufen ist somit das geeignete Maß an Granularität, anhand derer wir die vom Online Model Checking genutzten Zustandsinformationen erfassen und überwachen können. Online Model Checking kann damit als Teil des System Call Handlers eines RTOS integriert werden. Dadurch lässt sich nicht nur zusätzlicher Kontextwechsel-Overhead vermeiden, sondern auch die Bereitstellung der benötigten Information ohne Durchdringung von Adressraumgrenzen. Sobald man zu einer kritischen Applikation oder zu einem kritischen Teil einer Applikation gelangt, erfordert dies dann nur noch einen Wechsel auf die passende Art der System-Calls. Somit wird Online Model Checking zu einem RTOS-Dienst.

Modeling and Verification

Mixed Reality in the Loop – An Iterative, Prototype-Based Design Method for the Development of Mixed Reality Applications

Mixed Reality in the Loop is an iterative, prototype-based design method for the development of mixed reality applications. The approach consists of an iterative process, with each iteration always resulting in a testable design representation of the application, in effect a prototype, which can then be used as the starting point for the next iteration. The iterations are kept short, always ensuring that a testable design representation of the application is generated.

The *Mixed Reality in the Loop* design method is assisted by a customized architectural pattern which allows a classification of individual parts of the application into four categories, enabling the development of those parts to progress separately and independently. The architectural pattern is based on the Model-View-Controller (MVC) principle, extended by an additional component (the environment), resulting in an architectural pattern called Model-View-Controller-Environment (MVCE). The environment component distinguishes itself from the other components as it can be registered by the application, but not modified. In addition, only those parts of the environment for which dedicated sensors in the application are provided can be registered.

The central advantage of *Mixed Reality in the Loop* in comparison with other design methods is the development along the mixed reality continuum. As such, the design method and the iterative development process allow the implementation of the MR application to start in an entirely virtual environment, gradually replacing virtual parts with their real counterparts during later stages of the development process. For the early phases of development this implies a defined virtual environment under complete control of the developer. Throughout the development process it shall be safeguarded that components of the environment can only exchange data via predefined interfaces. This ensures that even the simulated environments of the early stages of development only provide the application with data it should also receive in its finalized state.

To allow for an evaluation of the prototype's level of development, an individual metric was designed for each of the four components of the MVCE architectural pattern. This permits a calculation of the status of development based on various parameters. Since the metric of the controller cannot be calculated mathematically, user testing to evaluate the level of usability of the controller or the respective human-machine interface shall be employed.

Online Model Checking for Dependable Real-Time Systems

Online Model Checking is a lightweight verification approach which can be applied to dependable real-time systems, provided that the model and the implementation of the system under test are available in advance. Errors at the model level are indicative of potential errors at the implementation level. We can therefore ensure the dependability of the execution of a safety-critical system by online checking a small partial model covering the actual execution trace. As a welcome side effect, the conformance of the implementation with the corresponding model can be checked in the process. We call this Online Model Checking.

In broad terms, we monitor the system execution and map the distinct states observed to the corresponding abstract states at model level. This is Online Conformance Checking. Instead of checking the whole state space of the model, we only check the partial state space (e.g. the next k steps) starting from the obtained abstract states. If no error is detected in this partial model, we say that the execution trace is correct for at least the next k steps. Since we do not directly check the actual execution trace, the progress of our Online Model Checking is not strictly linked to the system execution. If we can make Online Model Checking sufficiently efficient, it will be possible to predict potential errors before they have actually occurred. On the other hand, the counterexample provided by Online Model Checking acts as a clue to help locate errors, even when they are hard to reproduce.

We integrate Online Model Checking into Real-time Operating System (RTOS) as a system service to ensure the safety of real-time systems.



Aufeinander aufbauende Prototypen, entwickelt mithilfe des Mixed-Reality-in-the-Loop-Entwurfsvorgehens
Prototypes, which are based on each other, built employing the Mixed Reality in the Loop Design Process

Kontakt:

Dr. Jörg Stöcklein
E-Mail: Ozone@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 65 15

www.hni.uni-paderborn.de/eps

Contact:

Dr. Jörg Stöcklein
E-mail: Ozone@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 65 15

www.hni.uni-paderborn.de/en/eps



»» Die Einbindung von biologischen Kenntnissen in die Entwicklung neuer Technologien eröffnet neue Möglichkeiten. ««

»» I find the possibility of applying knowledge that concerns life for creating technology exciting. ««

Norma Montealegre

M.Sc.-Ing.
Entwurf Paralleler Systeme

Ich bin wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Fachgruppe „Entwurf Paralleler Systeme“. Immunorepairing habe ich als mein Forschungsthema gewählt, da ich die Prinzipien des biologischen Immunsystems in den Entwurf selbst reparierender Systeme adaptiere. Immunorepairing nutzt Kenntnisse aus den Fachrichtungen Mathematik, Immunologie, Informatik und Elektrotechnik. Dabei entwickle ich eine Architektur und Methoden der Fehlererkennung und Fehlerbehebung, die für den Entwurf selbst reparierender Systeme genutzt werden können. Diese Methoden helfen vor allem bei Systemen, die autonom und zuverlässig arbeiten sollen.

Ich bin in La Paz, Bolivien geboren. Dort habe ich mein Diplom in Elektronik-Ingenieurwesen absolviert. Für meine Diplomarbeit habe ich mich mit der Vernetzung eingebetteter Systeme in einer Fabrik befasst. Industrielle Systeme haben meistens Echtzeit-Anforderungen und brauchen eine fehlertolerante Infrastruktur, die im Fall eines Fehlers im System für den ununterbrochenen Betrieb sorgt. Nach meinem Studium, während der Planung und Installation einer Alarmanlage in einem hydroelektrischen Werk, konnte ich den Einfluss harter Umgebungsfaktoren auf eingebettete Systeme erfahren. So habe ich gelernt, dass Fehler nie komplett vermieden werden können.

Später bin ich nach Deutschland gekommen, um meinen Master in Electronic Systems and Management zu absolvieren. In meiner Masterarbeit habe ich eine digitale Steuerungseinheit für einen pneumatischen Antrieb implementiert. Hier konnte ich feststellen, dass das, was in der Simulation funktioniert, sich nicht ohne Probleme implementieren lässt. Die Gründe dafür sind Ablieferungsfristen und Umgebungsfaktoren, die schwer modellierbar sind. Die Konsequenz ist, dass der ununterbrochene Betrieb eines Systems nie hundertprozentig gesichert werden kann.

Infolgedessen habe ich die Notwendigkeit erkannt, dass Zuverlässigkeit bereits während des Entwurfs eines Systems berücksichtigt werden muss. So begann ich meine Doktorarbeit in der Fachgruppe von Prof. Rammig, um dieses Problem anhand von FPGAs zu lösen. Bei der Suche nach Methoden für den Entwurf zuverlässiger Systeme habe ich festgestellt, dass auf dieselbe Weise, wie das biologische Immunsystem einen kranken Zustand erkennt und für den richtigen Heilungsprozess sorgt, auch ein digitales System selbst Fehler im System erkennen und zum passenden Reparaturprozess führen kann. Dennoch darf die Übertragung von biologischen Prinzipien in die Informatik oder Elektronik nicht eins zu eins passieren. Sie soll vielmehr bereits existierende Methoden bereichern. So lassen sich Grenzen zwischen Fachrichtungen in synergetische Forschungsbereiche überführen.

Norma Montealegre

M.Sc.-Eng.
Design of Distributed Embedded Systems

I am a researcher in the “Design of Distributed Embedded Systems” workgroup at the Heinz Nixdorf Institute. I named my research work Immunorepairing since I use principles from the immune system in the design of self-repairing systems. Immunorepairing takes knowledge from mathematics, immunology, informatics and electronics. Thereby, I developed a general architecture and a set of methods for fault recognition and fault repairing, that support the design of self-repairing systems. Those methods can be applied particularly for the design of autonomous reliable systems.

I was born in La Paz - Bolivia. There, I studied electronic engineering. In my final thesis, I worked on solving the question of how to connect embedded systems in an industrial environment. Industrial systems are mostly hard real-time systems which rely on highly dependable components. In such systems, a fault tolerant infrastructure that allows a system to continue operating even in case of a failure is demanding. After my studies, and after the planning and installation of an alarm system in an hydroelectric plant, I could perceive how harming an environment with electromagnetic interference, humidity and undesirable conditions can be. A fact which made me conclude that failures are difficult to avoid completely.

After some time, I came to Germany to pursue a Master degree in Electronic Systems and Management. For my master thesis I designed and implemented a digital controller for a pneumatic drive. In that work, I experienced that something that works on simulation does not necessarily works in reality. A real system has time deadlines which should be met and environmental conditions which are hard to model. Then, the fact that a system will always work, can never be completely assured.

Hence, I realized that it is demanding to consider dependability issues early on the design of a system. I joined the group lead by Prof. Rammig in order to solve that problem using FPGAs. Looking at methods for designing dependable systems, I induced that the way the immune system detects illnesses and looks for a counteragent, a digital system system could detect faults and look for a repairing procedure, too. However, taking biological inspiration into computing and electronics should not be a one-to-one transfer of principles, but an enrichment of the already existing methods. In that way, frontiers among disciplines transform into synergistic areas of research. I find exciting the possibility of applying knowledge that concerns life to creating technology.

Modellbasierter Entwurf und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Der modellbasierte Entwurf ist eine wesentliche Technologie bei der Auslegung mechatronischer Systeme. Sowohl die Spezifikation von Komponenten wie Aktoren und Sensoren wie auch die Regelungssynthese und der Systemtest beruhen auf Modellen. Die Integration von Modellierung und Simulation hat somit eine entscheidende Bedeutung bei der Entwicklung intelligenter mechatronischer Produkte.

E-Mail: Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 55 80
www.hni.uni-paderborn.de/rtm

Model-Based Design, Control and Optimization of Intelligent Mechatronic Systems

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Model-based design is an essential technology in the development of mechatronic systems. The specification of components such as actuators and sensors as well as controller synthesis and tests of the system are based on models. The integration of modeling and simulation within the design process is of vital importance in the development of intelligent mechatronic products.

E-mail: Ansgar.Traechtler@rtm.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 55 80
www.hni.uni-paderborn.de/en/rtm



Fachgruppe Regelungstechnik und Mechatronik

Modellbasierter Entwurf und Optimierung intelligenter mechatronischer Systeme

Der modellbasierte Entwurf mechatronischer Systeme bildet die Grundlage, um in einer frühen Entwicklungsphase künftige Produkte und ihre Eigenschaften rechnergestützt am Modell zu gestalten und zu analysieren. Unser Ziel ist, die Aussagefähigkeit der Modelle und der am Modell abgeleiteten Produkteigenschaften so zu erhöhen, dass Untersuchungen an aufwendig anzufertigenden Prototypen deutlich reduziert werden können. Auch in der Betriebsphase lassen sich Modelle sehr erfolgreich einsetzen, beispielsweise bei der Online-Diagnose oder beim Condition based Monitoring. Schließlich sind Modelle des dynamischen Verhaltens ein unverzichtbarer Bestandteil bei der Analyse und der Synthese von Regelungen und bei deren Optimierung.

Modellierung und Analyse des Systemverhaltens

Wir setzen konsequent auf eine physikalisch motivierte Modellierung, welche den Vorteil hat, dass die Modelle transparent und erweiterbar sind und ein tief gehendes Systemverständnis ermöglichen. Die Kunst ist dabei, eine der Aufgabenstellung angemessene Modellierungstiefe zu verwenden, insbesondere wenn die Modelle echtzeitfähig sein müssen. Häufig werden von einem System mehrere Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad benötigt oder Modelle, die unterschiedliche Aspekte beschreiben, wie z. B. das dynamische Verhalten (regelungstechnisches Modell), die Gestalt (CAD-Modell) oder ein FE-Modell für Lastuntersuchungen. Wir arbeiten an Methoden, um zwischen unterschiedlichen Modellen eine gewisse Durchgängigkeit zu erzielen, beispielsweise durch den Einsatz von Ordnungsreduktionsverfahren. Eine wichtige Anwendung finden Modellierungstechniken bei der Auslegung mechatronischer Systeme. Durch Analysen im Zeit- und Frequenzbereich lassen sich Aktoren und Sensoren hinsichtlich der erforderlichen Eigenschaften, wie z. B. Bandbreite, maximale Kraft oder Leistungsaufnahme, am Modell spezifizieren, woraus sich weitere Eigenschaften wie Gewicht und Bauraum ableiten lassen. Neben den einzelnen Komponenten lässt sich auch das Verhalten des Gesamtsystems einschließlich Regelung und Software-Implementierung untersuchen.

Regelungsentwurf und Optimierung

Beim Entwurf von Regelungs- und Steuerungssystemen geht es zum einen um die Sicherstellung eines gewünschten funktionalen Verhaltens (Regelgüte, Robustheit). Bei komplexen hierarchischen Systemen ist es aber ebenso wichtig, durch die Regelungsstruktur die Komplexität beherrschbar zu halten. Hier hat es sich bewährt, auf kaskadierte Regelungsstrukturen zu setzen. Ausgehend von dezentralen, häufig einschleifigen Reglern auf den unteren Ebenen werden auf höheren Ebenen zunehmend mehrschleifige Regler verwendet. Die Inbetriebnahme der Regler kann dann sukzessiv „von unten nach oben“ erfolgen. Wie bei der Modellierung ist es auch beim Regelungsentwurf wichtig, physikalisch interpretierbare Signalschnittstellen zu verwenden. Optimierungstechniken stellen ein mächtiges Werkzeug beim Entwurf von Regelungen dar. Die Entwurfsanforderungen müssen hierzu als Gütemaße quantifiziert werden. Üblicherweise sind die unterschiedlichen Entwurfsanforderungen gegenläufig, sodass Mehrzieloptimierungsverfahren zum Einsatz kommen, die bestmögliche Kompromisseinstellungen liefern. Wir arbeiten hier im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 an selbstoptimierenden Regelungen, die in der Lage sind, sich selbstständig auf veränderliche Ziele einzustellen. Die hierbei verwendete Methodik beruht auf der Mehrzieloptimierung, die bei selbstoptimierenden Regelungen online während des Betriebs in sogenannter „weicher Echtzeit“ abläuft.



TriPlanar – Roboter mit Parallelkinematik und sechs Freiheitsgraden
TriPlanar – Robot with parallel kinematics and six degrees of freedom

Workgroup Control Engineering and Mechatronics

Model-Based Design and Optimization of Intelligent Mechatronic Systems

The model-based design of mechatronic systems provides the basis for a computer aided layout and an analysis of future products and their features by means of a model created in an early design phase. Our aim is to increase the informative value of the models and of product features derived from the model in such a way that it will be possible to significantly reduce the number of expensive tests on elaborate prototypes. Models can also be employed successfully in the operating phase, e.g., in on-line diagnosis or condition-based monitoring. After all, models of dynamical behaviour are an indispensable element in the analysis and synthesis of controls and in their optimization.

Modeling and Analysis of the System Behavior

The very foundation of our work is a physically motivated modeling that has the advantage that the models are transparent and extensible and provide deep insight into the system. The challenge is to employ a modeling depth that is appropriate to the task, especially if the models have to fulfill real-time conditions. Often a system requires several models with varying levels of detail or models that describe different aspects, e.g., the dynamical behavior (in control engineering), the shape (CAD model), or an FE model to compute force-induced stress. We are working on methods that aim at a certain consistency in the models, for instance by means of index-reduction methods. An important use of modeling methods is in the design of mechatronic systems. By means of analyses in the time and frequency domains, actuators and sensors can be specified with the model in view of the required features, such as bandwidth, maximum force, or input power; other features, such as weight or dimensions can then be derived from this specification. In addition to the individual components, the behavior of the overall system, including control and software implementation, can also be examined.

Controller Design and Optimization

The design of feedforward and feedback control systems is firstly a matter of obtaining a desired functional behavior (quality of control, robustness). Yet, with complex hierarchical systems it is equally important to keep the complexity manageable by means of the control structure. Here the use of cascaded control structures has proved its worth. While on the lower levels decentralised, often singleloop controllers are used, multiloop controllers are increasingly employed on the upper levels. The controllers can thus be put into operation “bottom-up”. As is the case with modeling, the control design also makes use of signal interfaces that can be interpreted in a physical way. Optimization methods provide a powerful tool for the design of controls. For this purpose the design requirements have to be quantified to serve as quality criteria. As the different design requirements are usually contradictory to some degree, multi-objective optimization methods that yield the best possible compromise have to be applied. In the context of the Collaborative Research Centre 614, we are working on self-optimizing controls that will be able to adapt themselves to changing objectives and aims. The methodology employed here is based on the multi-objective optimization that runs on-line during operation in what is referred to as “soft real time”.



Prüfstand für Versuche zur robotergestützten Profilmantelung
Testbed for profile-wrapping trials using robotic arms

Integrierte Fahrdynamikregelung

Fahrdynamikregelung für ein Elektrofahrzeug mit Einzelradaktorik

Aufgrund seiner wirtschaftlichen, aber auch emotional-ideellen Bedeutung gehört das Auto zu den am besten analysierten technischen Systemen. Auch wenn das grundsätzliche Konzept eines Fahrzeugs (zentraler Antriebsmotor und Vorderachslenkung) erhalten blieb, hat eine Vielzahl an technische Entwicklungen dazu geführt, dass Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Komfort kontinuierlich gesteigert werden konnten und können. Eine wesentliche Rolle spielen hierbei der Einsatz mechatronischer Komponenten im Fahrwerk und die Fahrdynamikregelung, die maßgeblichen Einfluss auf das Bewegungsverhalten besitzt.

Bereits durch den Einsatz von Regelungssystemen für spezifische Aufgaben können deutliche Verbesserungen des Fahrverhaltens erzielt werden. Um negative Wechselwirkungen zwischen diesen auszuschließen und das optimale Verhalten des Fahrzeugs sicherzustellen, ist eine ganzheitliche aufeinander abgestimmte Regelung von Längs-, Quer- und Vertikaldynamik erforderlich. Aus diesem Grund werden vorhandene Systeme zunehmend miteinander vernetzt. Noch größere Potenziale zeigen Ansätze, die losgelöst vom klassischen Fahrzeugkonzept auf der Einzelradaktorik beruhen. Hierbei können die Reifenkräfte jedes Rades gezielt eingeregelt werden. Gerade durch den gegenwärtigen Trend zur Elektromobilität erhalten Ansätze auf Basis von Einzelradaktorik zunehmende Relevanz: Elektrofahrzeuge erlauben die Aufteilung des Antriebsstrangs in mehrere lokale Aktoren (Radnabenantrieb).

Am Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik wird ein solcher Ansatz entwickelt: Durch den Fahrer wird eine Sollbewegung vorgegeben, die durch die Geschwindigkeit, den Schwimmwinkel und die Gierrate eindeutig beschrieben ist. Hieraus lassen sich die zur Realisierung dieser Bewegung erforderlichen resultierenden Kräfte und Momente im Fahrzeugschwerpunkt berechnen. Hinsichtlich der Verteilung dieser Kräfte auf die einzelnen Räder entstehen durch die Einzelradaktorik Freiheitsgrade, die für eine Optimierung genutzt werden. Optimierungsziele sind dabei der maximale Abstand der einzelnen Räder zur Kraftschlussgrenze sowie ein energie- und verschleißoptimaler Bremsvorgang. Dabei muss die Realisierung der Sollbewegung sichergestellt sein sowie die physikalischen und die technischen Grenzen der einzelnen Reifenkräfte berücksichtigt werden. Im Sinne der Selbstoptimierung werden die relevanten Ziele anhand einer Analyse der Ist-Situation ermittelt. In Abhängigkeit des entstehenden Zielsystems wird das Systemverhalten angepasst – durch eine situationsangepasste Kraftverteilung.

Durch den intelligenten Ansatz setzt das Fahrzeug den Fahrerwunsch situationsoptimal um und entlastet den Fahrer so von seiner Stabilisierungsaufgabe. Aufgaben heute etablierter Fahrdynamikregelsysteme, wie das ESP oder der Tempomat, werden durch den Ansatz mit erfüllt.

In einem ersten Schritt wird der Ansatz simulativ umgesetzt, um die theoretischen Potentiale zu untersuchen.

Versuchsfahrzeug „Chamäleon“

Zur Erprobung derartiger Ansätze wurde am Lehrstuhl das elektrische Versuchsfahrzeug „Chamäleon“ entwickelt und aufgebaut. Es besitzt vier baugleiche Radmodule. Durch drei Elektromotoren in jedem Radmodul lassen sich fast alle relevanten Freiheitsgrade des Rades gezielt beeinflussen: Alle Räder können unabhängig voneinander angetrieben, abgebremst, gelenkt und vertikal verstellt werden. Auf diese Weise werden:

- eine Allradlenkung,
- ein Einzelradantrieb,
- eine aktive Federung

ermöglicht. Hierdurch können die Längs- und Querkräfte aller vier Reifen aktiv beeinflusst werden. Dies erlaubt die systematische Regelung von Längs-, Quer- und Vertikaldynamik. Neuartige Lenk- und Bremsstrategien können hieran erprobt werden: beispielsweise die Notbremsung durch einen gegenseitigen Radeinschlag.

Das Fahrzeug hat ein Leergewicht von ca. 280 kg und wird vom Fahrer mittels eines Joysticks gesteuert. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt etwa 50 km/h. Es besitzt keine mechanischen Kopplungen. Die benötigte Energie wird durch einen Lithium-Ionen-Akku zur Verfügung gestellt.

Das „Chamäleon“ stellt somit eine geeignete Plattform zur erstmaligen Realisierung solcher integrierter Regelungsstrategien dar.



Versuchsfahrzeug „Chamäleon“
Test vehicle „Chameleon“

Kontakt:

Dipl.-Ing. Peter Reinold
E-Mail: Peter.Reinold@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 55 54

Integrated Vehicle-Dynamics Control

Vehicle-Dynamics Control of an Electric Vehicle with Single-Wheel Chassis Actuators

Due to its commercial and sentimental relevance the automobile is probably one of the most profoundly analysed and advanced technical systems. Although the basic concept comprising a central driving motor is unchanged, there have been a multitude of innovations and technical developments causing a significant increase in performance, safety and comfort. The use of mechatronic components and vehicle-dynamics control systems has had a vital role in this development. These have significant impact on the motion behavior of the vehicle.

The use of vehicle dynamics-control systems which focus only on specific driving tasks has already achieved significant improvements in ride comfort and safety. But in order to avoid negative interactions and guarantee an optimal behavior of the vehicle, a well-coordinated control of longitudinal, lateral and vertical dynamics is indispensable.



Radmodul mit drei Elektromotoren
Corner module with three DC motors

For this purpose the existing systems are interlinked and their control interventions are coordinated. Approaches which are not oriented according to the conventional car but aim at a hardware architecture based on single-wheel chassis actuation show even higher potential. The possibility of driving, braking and steering each wheel independently enables a control of the tire forces of each wheel. Due to the trend towards e-mobility the single-wheel chassis actuators have become increasingly relevant: electric vehicles enable the drive train to be divided into several local actuators (wheel-hub drive).

At the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup such an approach has been developed: the driver determines the desired movement which is described unambiguously by the velocity, the side-slip angle of the vehicle and the yaw rate. With these kinematic values it is possible to unambiguously compute the necessary forces in the centre of gravity of the vehicle (inverse dynamics). For the distribution of these forces to the individual wheels there are degrees of freedom which result from the single-wheel chassis actuation and are used

for optimisation. The objectives of the optimisation are a maximum distance to the adhesion limit of the individual wheels and a minimum energy consumption and wear. Yet, the realisation of the desired movement must be ensured. Also the physical and technical restrictions have to be taken into account. For the purposes of self-optimisation, the relevant objectives are determined in an analysis of the current situation. The system behavior is adapted to the respective system of objectives by a distribution of forces according to the current situation.

By means of this intelligent approach the vehicle responds to the driver's wishes in an optimal way with respect to the current situation. The approach also performs the tasks of present-day vehicle dynamics control systems like ESC and stabilises the vehicle.

In a first step, this approach is being realised in a simulation to investigate its theoretical potentials.

Test Vehicle “Chameleon”

Although simulation technology is highly accepted, real test rides are still necessary. In order to develop and test approaches of this kind the electrical test vehicle “Chameleon” was developed and mounted at the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup. It is made up modularly by four identical corner modules. Due to the use of three DC motors nearly all relevant degrees of freedom of the wheels can be influenced systematically. The individual wheels can be driven, braked, steered and moved vertically, independent of one another. This allows

- all-wheel steering
- all-wheel drive
- active suspension

Thus the longitudinal and lateral forces of all four wheels can be influenced actively. This enables a systematic control of longitudinal, lateral and vertical dynamics. Completely new steering and braking strategies can be tested, such as an emergency brake by an inward turn of the wheels.

The vehicle has an empty weight of about 280 kg. There are no mechanical couplings. It is controlled by the driver via a joystick. The maximum speed is about 50 km/h. The necessary energy is provided by a lithium-ion accumulator.

Due to these features the “Chameleon” is an optimal test vehicle for a first-time realisation of such integrated control strategies.

Contact:

Dipl.-Ing. Peter Reinold
E-mail: Peter.Reinold@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 55 54

Automatisierte Profilmantelung

Rüstzeit- und Prozessoptimierung durch Implementierung eines intelligenten mechatronischen Fertigungssystems

Bei der Profilmantelung werden dekorative und schützende Oberflächen geradlinig auf Profile aufgebracht. Profilmantelungsmaschinen werden in den verschiedensten Industriebereichen eingesetzt. Wichtige Anwendungsgebiete sind beispielsweise die Beschichtung von Möbelteilen, Fensterrahmen oder Fußleisten. Dabei können Metall-, Kunststoff- oder Holzprofile von fast beliebiger Geometrie mit unterschiedlichen Arten von Folien oder auch Echtholzurnieren beschichtet werden. Daraus ergibt sich eine unüberschaubare Menge möglicher Kombinationen aus Trägerprofil und Beschichtungsmaterial.

Die Vorzüge der Just-in-time-Produktion sowie die allgemeine Tendenz zu kürzeren Produktlebenszyklen machen letztlich den Übergang zu einer Kleinserienfertigung erforderlich. Die damit verbundene starke Zunahme von Rüst- bzw. Umrüstvorgängen ist gerade bei der Profilmantelung sehr zeit- und somit kostenintensiv.

Stand der Technik bei der Ummantelung von Profilen

Aktuelle Ummantelungsmaschinen werden überwiegend manuell auf ein bestimmtes Profil eingestellt. Der aufwendigste Teil dieses Rüstprozesses besteht darin, Ummantelungs- und Führungsrollen entsprechend der Geometrie des Profils auszuwählen und an der Maschine zu positionieren. Diese Rollen führen das Profil der Länge nach durch die Maschine und drücken dabei sukzessive die mit Klebstoff beschichtete Folie an. Ausgehend vom höchsten Punkt des Profils müssen die Rollen dabei so angeordnet sein, dass sie die Kontur des Profils Schritt für Schritt nachbilden. Für eine hohe Prozessgüte ist dabei ein definierter Druck der Rolle auf das Profil notwendig. Beispielsweise kann zu hoher Druck zu Beschädigungen der Oberfläche führen. Bei der Einstellung der Rollen müssen daher Form und Verschleiß der Rollen sowie besondere Eigenschaften von Material und Klebstoff beachtet werden.

Für die Umrüstung der Maschine auf ein neues Profil werden nun schlimmstenfalls alle Rollen ausgewechselt und neu angeordnet. Aktu-

Projektpartner:

Universität Bielefeld, CITEC
Düspohl Maschinenbau GmbH



Kontakt:

Dipl.-Ing. Dirk Bielawny
E-Mail: Dirk.Bielawny@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 54 66

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Torsten Bruns
E-Mail: Torsten.Bruns@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 54 89

ell muss dabei mit Rüstzeiten von durchschnittlich 1,5 Stunden und mehr gerechnet werden. Produktionszeiten von nur wenigen Minuten führen damit zu einer äußerst geringen Auslastung der Maschinen.

Optimierung des Prozessablaufs und Minimierung von Rüstzeiten

In einem gemeinsamen Projekt des Lehrstuhls für Regelungstechnik und Mechatronik mit der Düspohl Maschinenbau GmbH und der Universität Bielefeld soll der bisher manuelle Rüstvorgang vollständig automatisiert werden. Jede einzelne Rolle soll dazu durch einen eigenen Knickarm-Roboter positioniert werden. Sämtliche für die Ummantelung eines bestimmten Profils erforderlichen Informationen wie Rollentyp, Rollenposition und Anpresskraft können vorab definiert oder anhand der Profileigenschaften automatisch bestimmt und in einer Datenbank gespeichert werden. Soll ein Profil gefertigt werden, so müssen diese Informationen lediglich aus der Datenbank abgerufen werden. Auf dieser Basis koordiniert die Maschinensteuerung sämtliche Roboter derart, dass sie jeweils die ihnen zugewiesene Rolle aus einem gemeinsamen, beweglichen Magazin entnehmen und kollisionsfrei gemäß den vorgegebenen Parametern positionieren.

Ein Laserscanner ermittelt kontinuierlich die Geometrie der Rollen im Magazin und bestimmt damit deren Abnutzung. Auch diese Informationen werden in einer Datenbank gespeichert. Bei der Einrichtung eines neuen Profils werden diese Daten für Auswahl und Positionierung der Rollen berücksichtigt.

Die automatisierte Profilmantelung zeigt sehr anschaulich, wie Mechatronik und Informationstechnologien zunehmend Produkte aus dem Bereich des Maschinenbaus beeinflussen, in dem sie neue Funktionalitäten ermöglichen und so in vielfacher Hinsicht einen Mehrwert gegenüber konventionellen Systemen schaffen.



Prüfstand für Versuche zur robotergestützten Profilmantelung.
Testbed for profile wrapping with three articulated arm robots.

Automated Profile-Wrapping

Tooling Time and Process Optimization through Implementation of an Intelligent Mechatronic Manufacturing System

Profile wrapping is a process by which decorative and protective surfaces are laminated onto profiles in lineal form. Profile-wrapping machines are employed in many different industrial sectors. Important fields of application are, for instance, the coating of furniture parts, window frames or kickplates. Metal, plastic or wooden profiles of almost any desired geometry can be wrapped in different kinds of foils or real-wood veneers. The result is a near infinite number of possible combinations of substrate and wrapping materials.

The advantages of just-in-time manufacturing as well as a general tendency towards shorter product lifecycles render an inevitable transition to small-lot production. Yet, this means a considerable increase in the number of tooling resp. retooling processes which, especially in profile-wrapping, are very time-consuming and therefore expensive.

State of the Art in Profile-Wrapping

Most common wrapping machines are manually adjusted to a certain profile. The most time-consuming part of this tooling process lies in choosing the right wrapping and guidance rolls according to the geometry of the profile and in positioning it at the machine. The rolls guide the profile lengthwise through the machine while successively pressing on the adhesive-coated foil. Starting at the highest end of the profile, the rolls have to be arranged in such a way that the foil is successively wrapped around the profile when passing them. Good process quality requires a defined pressure of the rolls on the profile. Too high a pressure can, for instance, cause damage to the surface. So, when calibrating the rolls one has to take into account shape and wear of the rolls as well as special characteristics of material and adhesive.

When retooling the machine in view of another profile one will at worst have to exchange and realign all the rolls. Presently, average tooling times of 1.5 hrs or even more have to be expected. Thus, production times of just a few minutes will entail an extremely small degree of machine-capacity utilization.

Optimization of the Process Run and Minimization of Tooling Times

In a joint project with the "Control Engineering and Mechatronics" workgroup, Düspohl Maschinenbau GmbH, and the University of Bielefeld, the tooling process that so far has only been manual will become completely automated. To this end every single roll will be positioned by an articulated-arm robot of its own. All information required for the wrapping of a certain profile, such as type and position of each roll as well as contact pressure, can be defined in advance or determined automatically on the basis of the profile cha-



Verschiedene Fensterprofile mit und ohne Ummantelung
Different profiles with and without lamination

acteristics and then stored in a database. When a profile is due for production, this information must be retrieved from the database. On this basis the machine control coordinates all of the robots in such a way that they take the roll assigned to them individually from a common, movable depot and position it according to the set parameters without any risk of collision.

A laser scanner continuously identifies the geometry of the rolls in the depot and thus also their wear. This information is also saved in a database. When a new profile is set up, this data will be included in the choice and positioning of the rolls.

Automated profile-wrapping shows clearly how mechatronics and information technologies have ever more impact on products from the field of mechanical engineering by providing new functionalities and, therefore, many advantages compared to conventional systems.

Project Partner:

University of Bielefeld, CITEC
Düspohl Maschinenbau GmbH

Contact:

Dipl.-Ing. Dirk Bielawny
E-mail: Dirk.Bielawny@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 54 66

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Torsten Bruns
E-mail: Torsten.Bruns@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 54 89

Optimale Steuerung mechanischer Systeme

Anwendung optimaler Steuerstrategien am Doppelpendel

Optimale Steuerung

Unter einer optimalen Steuerung eines mechanischen Systems versteht man denjenigen Verlauf der Steuergröße, der ein bestimmtes Kostenfunktional minimiert. Dabei bestehen Randbedingungen an das System, die bei der Berechnung der Steuerung beachtet werden müssen. Dies können z. B. Bedingungen an den Anfangs- oder den Endzustand des Systems sein. Im Kostenfunktional kann man die Zielgröße festlegen, unter der das Systemverhalten minimiert werden soll. So lässt sich durch die Gewichtung mehrerer Zielgrößen in natürlicher Weise auch eine Mehrzieloptimierung ausführen. Bei mechanischen Systemen, z. B. einem Roboterarm, sind die gewünschten Zielgrößen häufig die Ausführungszeit einer bestimmten Bewegung und die dafür benötigte Energie. Durch die Theorie der optimalen Steuerung lassen sich so Trajektorien für mechanische Systeme bestimmen, die unter bestimmten Aspekten vorteilhaft sind.

Das Doppelpendel als Anwendungsbeispiel

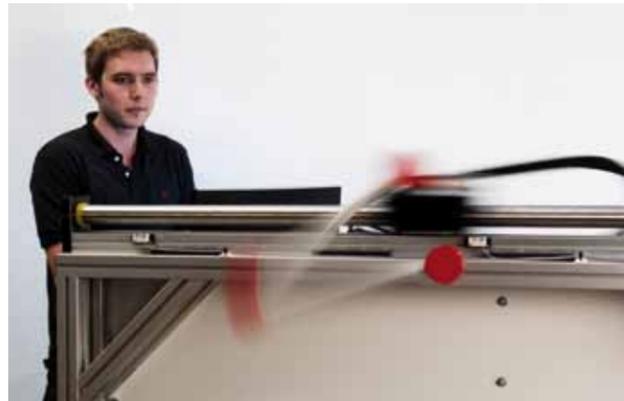
In der Regelungstechnik werden unterschiedliche Pendelsysteme häufig als Forschungsobjekte für unteraktuierte, nichtlineare mechanische Systeme verwendet; die Arbeiten beschäftigen sich mit der Stabilisierung und dem Aufschwung des Einfach- oder auch des Mehrfachpendels. Insgesamt bieten derartige Systeme den Anreiz, neue Regelungsmethoden zu entwickeln und zu testen. In der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ haben wir ein Doppelpendelsystem auf einem linear geführten Wagen aufgebaut, um Methoden der Regelungs- und Steuerungstheorie auszutesten und weiterzuentwickeln. Dieser Prüfstand ist auch in der Abbildung zu sehen. Bei der Entwicklung des Prüfstands mussten einige Details beachtet werden. Zum einen wurde ein leistungsstarker Linearantrieb verbaut, der gewährleistet, dass hoch dynamische Bewegungen der Pendelarme durchgeführt werden können. Um unnötige Störungen am Prüfstand zu vermeiden, wurde zum anderen darauf geachtet, dass die Gelenke des Pendels reibungsarm und die Rahmenkonstruktion standfest und schwingungsarm sind.

Das Doppelpendel ist ein besonders anspruchsvolles Anwendungsbeispiel in der Regelungstechnik, da es mathematisch gesehen eine chaotische Dynamik besitzt. Dies führt dazu, dass schon kleine Störungen des Systems sehr große negative Auswirkungen auf die Dynamik des Pendels haben und man daher immer sehr exakt arbeiten muss, um eine gewünschte Bewegung am Pendel durchzuführen.

Kontakt:

Dipl.-Math. Julia Timmermann
E-Mail: Julia.Timmermann@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 55 74

www.hni.uni-paderborn.de/rtm



Aufschwung des Doppelpendels
Upswing of the Double Pendulum

Optimale Steuerungsmethoden

Ein Ziel der Arbeiten ist die Bestimmung von Steuerungen für die Bewegung zwischen beliebigen Ruhelagen des Pendels. Dazu ist die Theorie der optimalen Steuerung gut geeignet. In unserer Anwendung wird die Methode „Discrete Mechanics and Optimal Control“ (DMOC) verwendet. Diese Methode unterscheidet sich strukturell von anderen optimalen Steuerungsmethoden und ist besonders gut für mechanische Systeme zu verwenden. Die optimale Steuerung erlaubt es, alle gewünschten Nebenbedingungen (Systembeschränkungen etc.) schon im Entwurf zu berücksichtigen. Außerdem können durch die Variation verschiedener Entwurfsparameter, wie z. B. der oben beschriebenen Gewichtung verschiedener Größen in der Zielfunktion, unterschiedliche Trajektorien für ein Manöver zwischen zwei Ruhelagen bestimmt werden. Für das Doppelpendel werden in der Zielfunktion die Endzeit des Manövers und der Kraftverbrauch berücksichtigt. Die Ergebnisse, die mit dem DMOC-Algorithmus erreicht werden konnten, sind sehr vielfältig. Viele unterschiedliche Manöver für den Übergang zwischen zwei Ruhelagen des Doppelpendels konnten berechnet werden. Eine dieser Bewegungen für den Aufschwung des Doppelpendels ist in der Abbildung zu sehen. Aus diesen Ergebnissen müssen dann die Trajektorien ausgewählt werden, die auch realisiert werden können, denn allein mit der Steuerung lässt sich keine stabile Bewegung ausführen. Es muss zusätzlich ein Regler entlang der Steuertrajektorie bestimmt werden, der die Bewegung stabilisiert. Erst dann kann ein Manöver am Prüfstand realisiert werden. Bisher konnten schon erste, durch DMOC berechnete Manöver am Prüfstand ausgeführt werden.

In Zukunft soll die Methode auch für ein Pendel mit drei Pendelarmen – das sogenannte Dreifachpendel – verwendet werden. Aufgrund der zusätzlichen Dynamik durch den dritten Pendelarm ist diese Aufgabe deutlich komplexer. Erste Tests zeigen aber, dass mithilfe der optimalen Steuerung auch dieses Problem zu lösen ist.

Optimal Control of Mechanical Systems

Application of Optimal Control Strategies to a Double Pendulum

Optimal Control

The optimal control of a mechanical system is defined as the special course of the control variable that minimizes a predefined cost functional, with the existing boundary values of the system being accounted for during computation. These can for instance be conditions of the initial or final state of the system. In the cost function, one can determine the objective value with which the system behavior is minimized. Due to this, a multi-objective optimization can be implemented easily by weighting different objective values. In a mechanical system, e.g., a robot arm, this is often the execution time of a special manoeuvre and the overall energy consumption. By means of the optimal control theory we are able to compute trajectories for mechanical systems which have certain benefits.

Double Pendulum as Application Example

In control theory, pendulum systems are widely used as examples of highly nonlinear, underactuated mechanical systems. Control researchers have been analyzing the stabilization and the swing-up of single and multiple pendulum systems. All in all these systems provide an incentive to develop and test new control methods. At the “Control Engineering and Mechatronics” workgroup, we constructed a double pendulum on a linearly guided carriage to test and develop methods of optimal control theory and linear feedback control for nonlinear systems. This test bench is presented in the picture. For the development of this test bench some special details had to be considered. On the one hand a precise and high-performance linear motor is used to guarantee that highly dynamic manoeuvres can be exe-



Das Doppelpendel mit
Linearantrieb
Double pendulum on a
linear motor

cuted. To avoid disturbances on the test bench we ensured, that the joints of the pendulum possess little friction and the frame construction is free of vibrations and set up in a sufficiently stable position.

The double pendulum is a very demanding application example in control engineering as it possesses a chaotic dynamic behavior in a mathematical sense. Due to this, even small disturbances in the system have great negative effects on the dynamical behavior of the pendulum. Therefore the work with the pendulum system always has to be very precise for the implementation of desired trajectories.

Optimal Control Methods

One aim of our work is the derivation of a steering control for the movement between arbitrary equilibrium points of the double pendulum. Optimal control strategies are well suited to solve such a problem. In our application the recently developed method “Discrete Mechanics and Optimal Control” (DMOC) is used. The structure of this method differs from that of other optimal control methods and allows considering all constraints (e.g. system restrictions) in the control design. Furthermore, various trajectories for a manoeuvre between two equilibrium points can be determined via a variation of different design parameters, e.g., by the above-mentioned weighting of different values in the objective function. For the double pendulum the final time and the energy consumption of the manoeuvre are considered in the objective function.

The results achieved with the DMOC method are manifold. Many different manoeuvres for the transfers between equilibrium points of the double pendulum could be computed. One of these movements of the swing-up of the double pendulum is shown in the figure below. From these results we have to choose the trajectories that can also be implemented because a stable manoeuvre cannot be executed just with a feedforward control. Additionally, a feedback controller along the feedforward trajectory is designed to stabilize the manoeuvre. It is only then that a manoeuvre can be realized at our test bench.

In the future this method shall be used for the triple pendulum. Due to the additional arm this problem is even more complex. But some first tests have shown that this problem can also be solved with the help of optimal control methods.

Contact:

Dipl.-Math. Julia Timmermann
E-mail: Julia.Timmermann@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 55 74

www.hni.uni-paderborn.de/en/rtm

Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen mithilfe echtzeitfähiger Optimierungsalgorithmen

Dynamische Programmierung zur Mehrziel-Optimierung von Geschwindigkeitsprofilen für Kraftfahrzeuge

Als eine Anwendung des Entwurfs optimaler Regelung wird die Optimierung von Geschwindigkeitsprofilen für Kraftfahrzeuge mittels der dynamischen Programmierung untersucht. Bei der dynamischen Programmierung handelt es sich um ein Optimierungsverfahren aus dem Bereich der diskreten Mathematik. Das Verfahren ist eine sehr allgemeine Methodik, die nicht nur auf technische Probleme beschränkt ist, sondern auch auf ökonomische oder andere Aufgabenstellungen angewendet werden kann. Zwei wichtige Eigenschaften der dynamischen Programmierung bestehen darin, dass zum einen die maximale Laufzeit vorab abgeschätzt werden kann und zum anderen das globale Optimum, sofern es existiert, gefunden wird. Allerdings wird bei bestimmten Aufgabenstellungen, wie z. B. der Optimierung dynamischer Systeme höherer Ordnung, der Rechenaufwand rasch so hoch, dass die dynamische Programmierung nicht mehr praktikabel ist. Am Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik (RtM) wird die dynamische Programmierung für die Entwicklung eines autonomen Fahrerassistenzsystems eingesetzt. Anhand einer gewichteten Kostenfunktion, die ein Kompromiss zwischen optimalem Kraftstoffverbrauch und minimaler Fahrzeit entspricht, wird ein optimales Geschwindigkeitsprofil ermittelt, das wiederum als ein Referenzwert für den Fahrer oder weitere Fahrerassistenzsysteme dient.



Fahrzeuge unter kritisch-stabilen Fahrverhältnisse verlangen eine komplexe und robuste Regelungsstrategie.
Road vehicles operating under critically stable driving conditions require a complex and robust control algorithm.

Sogar bei nichtlinearen Systemen höherer Ordnung ist die differenzielle dynamische Programmierung ein für die Echtzeitberechnung von optimalen Steuerungsstrategien geeigneter Algorithmus – ein immens wichtiges Thema in der modernen Regelungstechnik.

Einer der Bereiche, in denen die differenzielle dynamische Programmierung vielversprechend scheint, ist die Entwicklung optimaler Steuerungs- und Reglerstrategien für Straßenfahrzeuge unter kritisch-stabilen Fahrverhältnissen. Unter solchen Bedingungen herrschen komplexe Wechselwirkungen zwischen dem Fahrzeug und seiner Umgebung, die eine robuste Regelungsstrategie verlangen. Zugleich muss die Reaktionszeit des Fahrzeugs im Bereich von Millisekunden gehalten werden. Erste Ergebnisse zeigen, dass die differenzielle dynamische Programmierung in der Lage ist, das Verhalten des Fahrzeugs genau vorherzusehen und darauf zu reagieren, sodass Stabilität und Kontrollierbarkeit des Fahrzeugs gewahrt bleiben.

Die entwickelte Regelungsstrategie war für die Entwicklung eines autonomen Testfahrers angewendet. Dieser Testfahrer muss gängige Testmanöver durchführen können. Das Manöver war an der fahrdynamischen Grenze des Fahrzeugs durchgeführt, wo das Fahrzeug 85% der maximalen zu Verfügung stehenden Reifenkräfte ausnutzen muss. Der entwickelte Regler war an einem detaillierten Modell des Fahrzeugs, das als realitätsnah sich bewiesen hat, ausprobiert. Der entwickelte optimale Regler hat eine bessere Leistung als konventionelle Regler gezeigt. Trotz signifikanter Unterschiede zwischen dem Modell, an dem der Regler entwickelt wurde, und dem Modell, in dem die Simulation lief, blieb das Fahrzeug auf der vorgegebenen Trajektorie und die Stabilität des Fahrzeugs war somit gewährleistet.

Differenzielle dynamische Programmierung: optimale Regelungsstrategien für das Fahren im Grenzbereich

Die differenzielle dynamische Programmierung beruht auf demselben Grundprinzip wie die dynamische Programmierung, soll aber effiziente Methoden der gradientenbasierten mathematischen Optimierung einbinden, weshalb das System in Raum nicht mehr diskretisiert werden muss. Dies führt zu einem weit flexibleren Algorithmus, der auch auf Gebieten Anwendung finden kann, wo die nötige Diskretisierung nicht möglich ist. Im Vergleich zu anderen Optimierungsalgorithmen werden die optimalen Systemeingänge als eine Funktion der Systemzustände berechnet, sodass als Ergebnis direkt ein Regelungsgesetz mit Rückführung der Zustandsgrößen resultiert.

Kontakt:

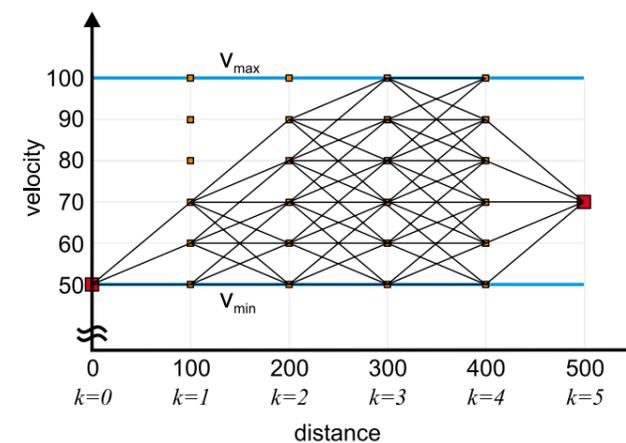
Dipl.-Wirt.-Ing. Sandra Gausemeier
E-Mail: sandrag@campus.uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 55 74

M. Eng. Shaady Khatab
E-Mail: shaady.khatab@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 55 55

Developing Driver Assistance Systems Using Real-Time Optimization Algorithms

Dynamic Programming and Optimization of Vehicle Velocity Profiles

The generation of optimal velocity profiles using dynamic programming is a current area of interest in the field of optimal control. Dynamic programming is a procedure used in discrete mathematics to optimize a given system. Dynamic programming is a procedure that has been successfully applied to a wide range of both technical and non-technical problems. Two important properties of dynamic programming are the ability to predict the required computation time in advance and the fact that the obtained solution represents a global optimum. These properties make dynamic programming a method that is very well suited to the solution of optimization problems in real time. It must, however, be mentioned that when dynamic programming is applied to certain problems, such as the control of systems of higher order, an exponential rise in the computation time makes its use impractical. The "Control Engineering and Mechatronics" workgroup has applied dynamic programming to the development of an autonomous driver assistance system. An optimal velocity profile is calculated on the basis of a given weighted cost function which represents a compromise between minimum fuel consumption and minimum travel time. The generated velocity profile acts as a set of reference values for the driver or a subordinate driver assistance system.



Die Berechnung von optimalen Geschwindigkeitsprofilen mittels der dynamischer Programmierung
Determining the optimal velocity profile using dynamic programming

Differential Dynamic Programming: The Search for Optimal Control Strategies under Adverse Driving Conditions

Differential dynamic programming uses the same basic principle that is at the heart of dynamic programming but attempts to combine it with efficient methods of gradient-based mathematical optimization,

thus foregoing the need to discretise the system in time and space. This leads to an algorithm that is much more flexible and can be used in areas where the necessary discretization is not feasible. Differential dynamic programming differs from other optimal control algorithms by implicitly recognizing that no system is fully deterministic. Disturbances which affect the system are handled by a subordinate feedback controller leading to a robust overall control strategy which can be applied to a wide range of control problems. Differential dynamic programming also promises to be an algorithm which is efficient enough to be applicable to the real-time calculation of optimal control strategies, a topic which is an on-going and critically important area of research in modern control theory.

One of the areas where differential dynamic programming seems promising is the development of optimal controllers for road vehicles that are operating under critically stable or even unstable driving conditions. The motion of the vehicle under these conditions is governed by a set of complex and as yet not fully understood interactions between the vehicle and its environment. This requires the use of a robust and sophisticated control strategy which is also able to maintain a reaction time measured in milliseconds. Preliminary results have shown that differential dynamic programming is able to correctly predict the input required to maintain the stability of a vehicle under extreme driving conditions.

The developed control strategy has been applied to the development of an autonomous test vehicle that was required to carry out a standard test manoeuvre. The manoeuvre was carried out at the limits of the vehicles performance, where 85% of the maximum available tyre forces were required to keep the car on the given trajectory while maintaining vehicle stability. The developed controller was applied to a model of a road vehicle which is detailed, in-depth and known to closely match real vehicle dynamics. The optimal controller was found to perform significantly better than standard controllers used in such situations. The vehicle was able to closely follow the given trajectory despite significant differences in the model used to develop the control strategy and the model used during the simulation.

Contact:

Dipl.-Wirt.-Ing. Sandra Gausemeier
E-mail: sandrag@campus.uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 55 74

M. Eng. Shaady Khatab
E-mail: shaady.khatab@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 55 55



Shaady Khatab

M. Eng.
Regelungstechnik und Mechatronik

Mein Name ist Shaady Khatab. Meine Mutter ist Engländerin, mein Vater Ägypter. Fremde Kulturen zu schätzen, zu respektieren und von ihnen zu lernen ist daher selbstverständlich für mich.

Nach meinem Bachelorabschluss in Luftfahrttechnik an der Universität Kairo mit dem Schwerpunkt Ingenieurwissenschaft beschloss ich, mein Studium in einer Einrichtung fortzuführen, die die theoretischen und praktischen ingenieurwissenschaftlichen Aspekte moderner mechatronischer Systeme gleich gewichtet. Ich erhielt die Gelegenheit, meinen Master in einem gemeinschaftlichen Mechatronik-Studiengang von Ägypten und Deutschland zu erlangen. Neun Monate studierte ich in Ägypten am Information Technology Institute (ITI) und danach zwei Semester an der Universität Paderborn. Während dieser zwei Semester in Paderborn absolvierte ich auch ein Praktikum in der Robert Bosch GmbH. Hier arbeitete ich an der Entwicklung neuer Fahrwerke, die Fahrsicherheit und Fahrkomfort verbessern sollen. Zum ersten Mal konnte ich in dieser Zeit die Prinzipien, Theorien und Disziplinen aus dem Studium auf konkrete Probleme anwenden und diese so lösen.

Nach meinem Master-Abschluss erhielt ich die Chance, als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz Nixdorf Institut zu arbeiten. Seitdem arbeite ich an Projekten, die Problemstellungen aus der Industrie direkt aufnehmen und in denen ich mich gleichzeitig mit anderen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen fachgebietsübergreifend austauschen kann.

Meine Forschungsarbeit befasst sich vor allem mit der Entwicklung von optimalen Regelstrategien für die Führung von Straßenfahrzeugen in kritischen Situationen. Genauer gesagt, soll ein autonomer Testfahrer entwickelt werden, der Standardtestverfahren durchführen kann. Das Ziel ist es, in den kritischen Testphasen von neuen Straßenfahrzeugen und ihren Komponenten die Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit der Tests zu verbessern und zudem Zeit- und Kostenaufwand zu verringern.

Ich hoffe, meine Arbeit in der Automobilindustrie fortsetzen zu können und möchte eines Tages nach Ägypten zurückkehren. Sicher kann ich in meinem Heimatland etwas von der konstruktiven Kooperation zwischen Hochschule und Industrie vermitteln, für die Deutschland bekannt ist.

Shaady Khatab

M.Eng.
Control Engineering and Mechatronics

Having been born to an English mother and an Egyptian father and a childhood in Egypt, I have found it natural to appreciate, respect and learn from different cultures.

After finishing a Bachelor's degree in aerospace engineering at Cairo University which was focused on the sciences which form the basis of engineering applications, I decided to seek an opportunity to continue my education at an institute which gives equal weight to the theoretical and practical aspects of engineering modern mechatronic systems. The opportunity arose for me to study in the joint program of applied mechatronics, where a Master's degree is obtained by completing a 9-month course in mechatronic engineering in Egypt at the Information Technology Institute (ITI) followed by two semesters at the University of Paderborn. Within the two semesters of study at the University of Paderborn students are expected to complete at least one internship at an engineering firm. I was accepted as an intern at Bosch GmbH where I worked on the development of new suspension systems that are designed to increase drive safety and comfort. This represented my first encounter with the application of the principles, theories and disciplines I had learned for solving real-world problems.

I was offered the chance of working as a research assistant at the Heinz Nixdorf Institute as I was completing my Master's degree. This has given me the opportunity to work closely with like-minded colleagues on projects that are often directly derived from problems being worked on in the control engineering industry while maintaining contact with university staff who are experts in their field.

The research I carry out is focused towards the development of optimal control strategies which are to be applied to the control of road vehicles under critical driving conditions. More specifically, it is required to develop an autonomous test-driver that can carry out standard test procedures thereby increasing the reliability and repeatability while reducing the time and cost of the critical testing phase of new road vehicles and their components.

I hope to continue with my career in the automobile industry and eventually return to Egypt. I hope I can take some of the mentality of constructive cooperation between academia and the industry for which Germany is famous for back to my homeland.

» Als wissenschaftlicher Mitarbeiter habe ich eine Bilanz zwischen Forschung, Kreativität und praktischen Erfahrungen. «

» My job as a research assistant offers me a balance of scientific research, creativity and practical experience. «

Prozesse, Methoden, Techniken und Werkzeuge für den Software-Lebenszyklus

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

Durch die fortschreitende Durchdringung unseres Alltags mit softwareintensiven Systemen, wie z. B. im Automobilsektor oder in der Medizintechnik, erlangt die Softwaretechnik immer größere gesellschaftliche Bedeutung. Die Fachgruppe „Softwaretechnik“ erforscht Techniken zur modellbasierten Entwicklung sicherer und zuverlässiger software-intensiver Systeme, unter anderem auf Basis der UML (Unified Modell Language).

E-Mail: wilhelm@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 33 13
www.uni-paderborn.de/cs/ag-schaefer

Processes, Methods, Techniques and Tools for the Software Life Cycle

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

The increasing use of software-intensive systems in our everyday life like, for example, in the automotive industry or the health care sector shows that software engineering has gained in societal significance. The “Software Engineering” workgroup develops model-based engineering approaches for safe and reliable software-intensive systems, including techniques based on UML (Unified Modelling Language).

E-mail: wilhelm@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 33 13
www.cs.uni-paderborn.de/en/fachgebiete/software-engineering

Fachgruppe Softwaretechnik

Modellbasierter Entwurf softwareintensiver Systeme

Komplexe, durch Software gesteuerte, technische Systeme begegnen uns in immer mehr Bereichen unseres Lebens. Die Entwicklung dieser Systeme kann bei hohen Qualitätsanforderungen aufgrund ihrer Komplexität, die insbesondere durch eine hohe, teilweise weltweite Vernetzung entsteht, verständlicherweise nur bewältigt werden, wenn geeignete Prozesse und Methoden während des gesamten Lebenszyklus der Software eingesetzt und durch Werkzeuge unterstützt werden. Daher ist der Forschungsschwerpunkt der Fachgruppe „Softwaretechnik“ die modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software u. a. auf der Basis der UML (Unified Modeling Language). Analysen können hierbei von der syntaktischen Konsistenz bis zum Modelchecking des Verhaltens reichen. Um die Skalierbarkeit beim Modelchecking zu erhöhen, werden domänenspezifische Einschränkungen ausgenutzt.

Projekte der Fachgruppe befassen sich u. a. mit dem komponentenbasierten Entwurf eingebetteter Software, der Entwicklung von Ansätzen zum Re-Engineering sowie der objektorientierten Spezifikation von Softwareprozessmodellen.

Komponentenbasierte Entwicklung eingebetteter Systeme

Die betrachteten Systeme sind aus sich zur Laufzeit rekonfigurierenden Komponenten zusammengesetzt, die hybrides Verhalten aufweisen. Bei der Modellierung hybriden Verhaltens wird diskretes Echtzeitverhalten, das durch eine Echtzeiterweiterung der UML State Machines modelliert wird, mit kontinuierlichen regelungstechnischen Modellen, die durch Blockdiagramme beschrieben werden, hierarchisch integriert. Neben der Modellierung liegt ein Schwerpunkt auf Konzepten zur Generierung von Programmcode, welcher die Struktur, das Verhalten und die Rekonfiguration umsetzt. Durch Integration mit

modellbasierten Analysen und Verifikationstechniken wird der durchgängige modellbasierte Entwurf für rekonfigurierende mechatronische Systeme unterstützt. Die Konzepte sind prototypisch im CASE Tool FUJABA Real-Time Tool Suite umgesetzt.

Re-Engineering

Die Wartung von hochkomplexen Softwaresystemen umfasst die Korrektur, Erweiterung und Anpassung der Software. Im Fachgebiet Softwaretechnik werden diverse Verfahren entwickelt, um Entwickler bei dieser komplexen Aufgabe zu unterstützen. Dazu zählen werkzeuggestützte Reverse-Engineering-Ansätze zur Rückgewinnung von Entwurfsmodellen aus Quellcode, u. a. durch die Erkennung von Entwurfsmusterimplementierungen. Auch die Analyse von Software bezüglich Entwurfsmängeln ist möglich (z. B. durch Erkennung von Anti Patterns und Bad Smells). Ein weiterer Schwerpunkt sind Verfahren zur Behebung von Entwurfsmängeln durch Anwenden von Modelltransformationen, deren Korrektheit verifiziert werden kann.

Spezifikation von Softwareprozessmodellen

Neue Ansätze für die Entwicklung von interdisziplinären Entwicklungsprozessen auf dem Gebiet der mechatronischen Systeme sind ebenfalls ein Forschungsschwerpunkt. Der verfolgte Ansatz unterstützt die Konsistenzhaltung von Dokumenten, Versionen und Konfigurationen, die über den gesamten Lebenszyklus eines mechatronischen Produkts entstehen.

Workgroup Software Engineering

Model-Based Design of Software-Intensive Systems

Complex technical systems controlled by software are present in more and more areas of our everyday life. Due to the complexity, which is especially caused by a high, sometimes world-wide interconnection, the development of such systems requiring high quality can only be mastered if appropriate processes and methods are applied and supported by tools during the whole software life cycle. Therefore, the main research topics of the “Software Engineering” workgroup are model-based development and analysis of software including techniques based on UML (Unified Modeling Language). To improve the scalability of model checking domain-specific constraints are exploited.

The projects of the workgroup include component-based design of embedded software, approaches for re-engineering, and object-oriented specification of software process models.

Component-Based Development of Embedded Systems

The considered systems are composed of components, which self-reconfigure at runtime and additionally show hybrid behavior. The hybrid behavior is modeled by hierarchically integrating discrete real-time behavior, which is modeled with a real-time extension of UML statecharts, and continuous control models, which are described by block diagrams. Besides modeling, a focus lies on concepts for generating source code that implements structure, behavior, and

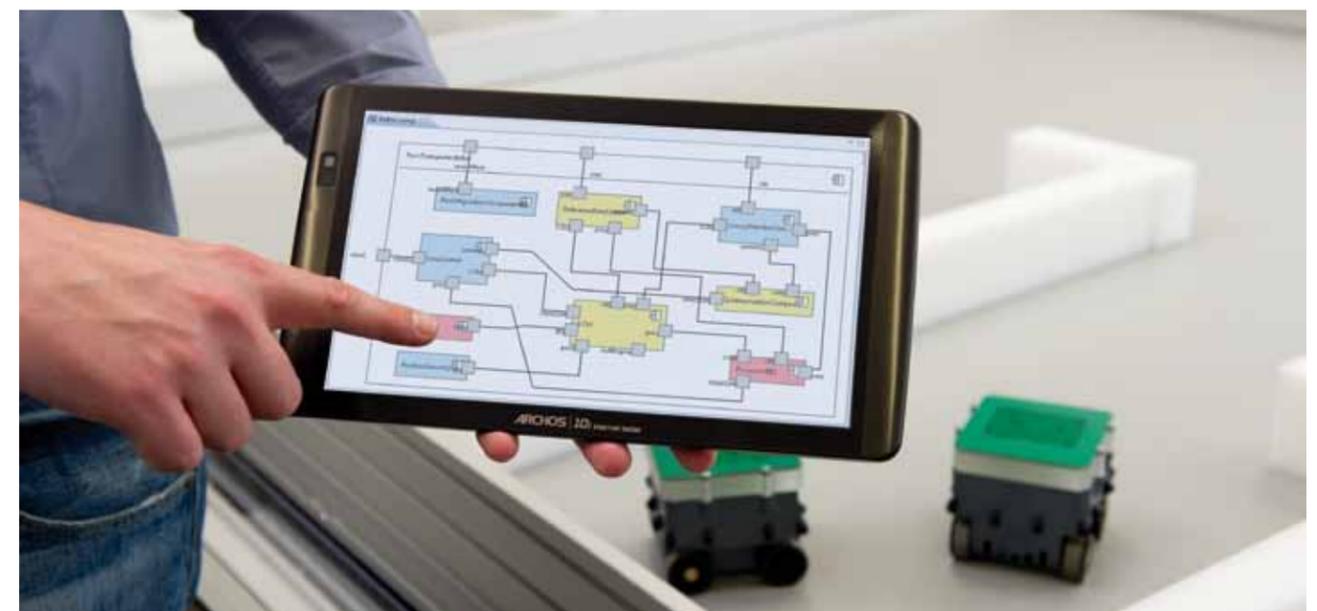
reconfiguration. The integration of model-based analyses and verification techniques supports the model-based design for reconfiguring mechatronic systems. The concepts are prototypically implemented in the CASE tool FUJABA Real-Time Tool Suite.

Re-Engineering

The maintenance of highly complex software systems comprises the correction, extension and adaptation of software. The “Software Engineering” workgroup develops techniques to support engineers in this complex task. These include tool-supported reverse engineering techniques to retrieve design models out of source code by, for example, identifying the implementation of design patterns. It is also possible to analyze software for design flaws (e.g. by identifying anti-patterns and bad smells). Another focus lies on techniques for correcting design flaws by applying model transformations, which can be verified for correctness.

Specification of Software Process Models

New approaches for the specification of interdisciplinary development processes in the field of mechatronic systems are also a research focus. The pursued approach supports consistency control for documents, versions and configurations across the whole life cycle of a mechatronic product.



Modellbasierter Entwurf software-intensiver Systeme
Model-based Design of software-intensive Systems

Reengineering mit Archimatrix

Wiedergewinnung von Software-Architekturen für die Analyse und Erweiterung langlebiger Software-Systeme

Software als zentraler Bestandteil moderner Dienstleistungen

Für große Unternehmen ist Software mittlerweile ein essentieller und notwendiger Teil ihres Geschäfts geworden. Ohne moderne Software-Systeme kann keine Bank Transaktionen vornehmen und keine Versicherung ihre Kunden betreuen. Allerdings reicht es nicht aus, die Software einmal zu installieren und dann laufen zu lassen.

Software ist ständiger Veränderung unterworfen. Ein Grund dafür sind sich ständig ändernde Anforderungen und Rahmenbedingungen. Kunden haben neue Wünsche, neue Produkte werden entwickelt, gesetzliche Grundlagen ändern sich. All das macht eine Erweiterung und Anpassung der Software erforderlich. Zusätzlich müssen aufgetauchte Fehler behoben und Sicherheitslücken geschlossen werden.

Wiedergewinnung von Architektur-Modellen

Aufgrund der oben beschriebenen „missionskritischen“ Stellung, die Software-Systeme mittlerweile innerhalb eines Unternehmens einnehmen, ist es allerdings nicht möglich, die nötigen Änderungen in aller Ruhe vorzunehmen und ausführlich zu testen. Vielmehr darf das laufende Geschäft nicht beeinträchtigt werden und die Änderungen müssen schnell und idealerweise „geräuschlos“ erfolgen.

Um diese Herausforderungen meistern zu können, ist es notwendig, die Software genau zu verstehen, zu analysieren und Erweiterungen sorgfältig zu planen. Dies kann mithilfe von detaillierten Software-Architektur-Modellen geschehen. Leider gibt es für viele Software-Systeme, gerade wenn die Software schon lange im Einsatz ist, keine oder nur veraltete Architektur-Modelle. Daher muss zuerst der Quellcode der Software analysiert werden, um eine entsprechende Software-Architektur ableiten zu können.

Kombination verschiedener Reengineering-Techniken

Für die Wiedergewinnung von Software-Architekturen aus Quellcode existieren in der Softwaretechnik verschiedene Verfahren: Beim „Clustering“ werden die einzelnen Teile der Software auf ihren Zusammenhang hin analysiert und dementsprechend gruppiert. So erhält man einen guten Überblick über die Softwarestruktur. Bei der „Mustersuche“ hingegen werden häufig vorkommende, bekannte Muster in der Software erkannt. Daraus kann man Rückschlüsse auf die Funktionsweise des Programms ziehen. Außerdem lassen sich mittels einer Mustersuche Schwachstellen in einem Programm aufdecken. Enthält die Software zu viele Schwachstellen, kann das zu einer Verfälschung der Clustering-Ergebnisse führen: Software-Teile, die eigentlich nichts miteinander zu tun haben, werden einander zugeordnet, weil die Schwachstellen die Analyseergebnisse beeinflussen. Das reduziert die Aussagekraft der wiedergewonnenen Architekturmodelle. Eine Erkennung und Beseitigung der Schwachstellen kann also zu besseren Architekturmodellen führen.

Entwicklung von Archimatrix

In der Fachgruppe „Softwaretechnik“ wird derzeit das Werkzeug „Archimatrix“ entwickelt, das Clustering und Mustersuche zu einem integrierten Reengineering-Verfahren für Software-Architekturen kombiniert. Um besonders aussagekräftige Software-Modelle zu erhalten, bietet Archimatrix die Möglichkeit, Schwachstellen im Code der Software zu erkennen und zu beseitigen. Verschiedene Analysen helfen dabei, die Suche nach Schwachstellen zielgerichtet durchzuführen und die gefundenen Schwachstellen nach ihrem Schweregrad zu sortieren. Auch die Auswirkungen, die die Entfernung einer Schwachstelle auf die Software-Architektur haben kann, können vorhergesagt werden. Auf diese Weise hilft Archimatrix nicht nur, den Grundstein für die Anpassung und Erweiterung des Systems zu legen, sondern erhöht gleichzeitig die Software-Qualität.

Kontakt:

Dipl.-Inform. Markus von Detten
E-Mail: mvdetten@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 33 09

Reengineering with Archimatrix

Recovery of Software Architectures for the Analysis and Extension of Long-Living Software Systems

Software as a Central Part of Today's Services

Software has become an essential and necessary part of large-scale companies' operations. Without modern software systems, banks would not be able to carry out transactions and insurance companies could not address their clients' needs. However, it is not sufficient to install software and then execute it.

Software is subject to constant change. One reason is the equally constant fluctuation in requirements. Customers have new requests, new products are developed, or legislations change. All of this necessitates an adaptation of the software. In addition, newly discovered flaws have to be corrected and security leaks have to be fixed.

Recovery of Architectural Models

As described above, software is by now "mission-critical" for many businesses. Thus, it is impossible to unhurriedly carry out the necessary adaptations and test them exhaustively. On the contrary, business operations must not be interrupted and the changes should ideally happen unnoticed.

In order to cope with these challenges, it is necessary to understand the software in detail, to be able to analyze it and to be able to plan the required extension carefully. This can be accomplished by using exact software architecture models. However, there are no such models for many software systems, especially if the software has already been in operation for a long time. Therefore, the source code of these systems has to be analyzed in order to derive an appropriate software architecture.

Combination of Different Reengineering Techniques

There are several software engineering approaches for the recovery of software architectures from source code: The "clustering" approach analyzes the interrelationship between different parts of the software and groups them accordingly. This can give a good overview of a system structure. The "pattern detection" approach, on the other hand, tries to recognize recurring, well-known patterns in the software. This allows conclusions about the functionality. In addition, deficiencies of the software can be detected in this way. If software has many deficiencies, the clustering results can be adulterated: parts of the software that are not normally related are clustered together because the deficiencies influence the analysis results. This reduces the expressiveness of the recovered architectural models. The detection and removal of deficiencies can thus lead to better architectural models.

Development of Archimatrix

The "Software Engineering" workgroup is currently developing the "Archimatrix" tool which combines clustering and pattern detection into an integrated reengineering approach for software architectures. It does not only recover the software architecture but allows for the detection and removal of design deficiencies in order to produce more expressive software models. Different analyses help to steer the detection of deficiencies and rank the detected deficiencies according to their severity. The impact that the removal of a given deficiency can have on the software architecture can also be predicted. This way, Archimatrix does not only provide the basis for software adaptation and extension but it also improves the quality of the software.

Contact:

Dipl.-Inform. Markus von Detten
E-mail: mvdetten@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 33 09

Testautomatisierung der Firmware Bargeld-verarbeitender Systeme

Kooperation mit Wincor Nixdorf AG

Optimierung des Firmware-Testprozesses Bargeld-verarbeitender Systeme

Neue Funktionen moderner Bargeld-verarbeitender Systeme werden durch die effiziente Verknüpfung von mechanischen, elektrischen, regelungstechnischen und softwaretechnischen Komponenten realisiert. Ein Beispiel für diese Systeme sind Geldautomaten der Firma Wincor Nixdorf AG. Durch das Zusammenspiel verschiedener Komponenten und vielfältiger Anwendungsszenarien wird die Steuerungssoftware bzw. Firmware sehr komplex. Zum Beispiel müssen verschiedenste Geldscheine erkannt werden. Dies ist bei der Anzahl an weltweit verfügbaren Währungen eine sehr komplexe Aufgabe. Diese wird dadurch erschwert, dass die Systeme selbst bei verstaubten Sensoren und bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen korrekt funktionieren müssen und für Fehlersituationen wie verklebte Geldscheine Lösungen bereitstellen müssen.

Firmware als zentrale Steuerungseinheit

Als zentrale Steuerungseinheit ist die Firmware in Bargeld-verarbeitenden Systemen besonders kritisch. Sie ist durch ihre Komplexität anfällig für Fehler. Um Fehler zu erkennen und zu beseitigen, muss die Software ausgiebig getestet werden. Um dies früh im Entwicklungsprozess durchführen zu können, werden zukünftig Hardware-in-the-loop-(HiL)Simulatoren verwendet. Diese ermöglichen es, alle benötigten Hardwarekomponenten wie z. B. Rollen und Weichen eines Bargeld-verarbeitenden Systems und Funktionen wie z. B. das Ein- und Auszahlen von Bargeld im Modell nachzubilden und diese zu simulieren. Hierfür muss ein HiL-Modell erstellt werden. Der HiL-Simulator stellt hierfür eine spezifische maschinennahe API bereit. Der Softwaretestprozess ist aufgrund der Vielzahl an Anwendungsszenarien und einer Vielzahl an Umgebungsbedingungen manuell sehr aufwendig. Als Lösung zum automatisierten HiL-Softwaretest wurde in einer Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Softwaretechnik und der Wincor Nixdorf AG eine grafische, domänenspezifische Sprache

Projektpartner:

Wincor Nixdorf AG Banking Division
Dr. Martin Landwehr, Dipl.-Ing. Volker Lotze

Kontakt:

Dr. Matthias Tichy
E-Mail: mtt@uni-paderborn.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 50 08

M.Sc. Uwe Pohlmann
E-Mail: uwe.pohlmann@hni.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 54 65 156

www.uni-paderborn.de/cs/ag-schaefer

zur Konfiguration des HiL-Simulators sowie eine Testumgebung zur automatischen Testfallausführung der Firmware konzeptioniert.

Grafische, domänenspezifische Sprache zur HiL-Modellbildung

Zur Erstellung eines Hardwaremodells als Grundlage für eine HiL-Simulation ist bisher eine enge Kooperation zwischen Domänenexperten für Bargeld-verarbeitende Systeme und HiL-Experten nötig. Damit die Domänenexperten die Modellbildung in Zukunft selbstständig durchführen können, wurde eine grafische, domänenspezifische Sprache zur HiL-Modellbildung entwickelt. Grundlage dieser Sprache ist eine Anwendung und Verfeinerung der Unified-Modeling-Language (UML). Für die entwickelte Sprache wurde eine spezielle grafische Modellierungsumgebung als Plugin für die Eclipse-Rich-Client-Plattform (RCP) erstellt. Hiermit ist es möglich, Modelle effizient und unter Einhaltung und Überprüfung von semantischen Sprachregeln zu erstellen. Der Editor stellt dem Modellierer kontextabhängig anwendbare Modellierungselemente zur Verfügung. Die mit dieser Modellierungsumgebung erstellten grafischen Simulationsmodelle der Bargeld-verarbeitenden Systeme werden auf Wohlgeformtheit überprüft und automatisch in die maschinennahen API-Befehle des HiL-Simulators übersetzt. Gegen diese HiL-Simulationsmodelle wird die Firmware des Systems getestet.

Testumgebung für den automatischen Firmware-Test

Für das effiziente Testen wurde eine Testumgebung entwickelt, welche es ermöglicht, die komplexen Testfälle automatisch auf dem HiL-Simulator auszuführen, zu bewerten und die Testergebnisse zu verwalten. Es wurde eine Testsprache ausgewählt, die es ermöglicht, die komplexen Testfälle zu formalisieren und automatisch auszuführen. Um die Firmware zu testen, sendet diese Software Steuerungsbefehle an den HiL-Simulator. Dieser bildet das reale Hardwareverhalten nach und schickt z. B. simulierte Sensorwerte an die Firmware zurück. Somit wird die Firmware unter nahezu realen Bedingungen getestet. Die Durchführung des gesamten Testprozesses ist durch die Formalisierung und Automatisierung schneller und effizienter möglich. Die in der engen Kooperation vorbereiteten Ergebnisse verbessern entscheidend die Qualität der Software für Bargeld-verarbeitende Systeme.

Firmware Test Automation for Cash Processing Systems

Cooperation with Wincor Nixdorf AG

Optimizing Firmware Testing of Cash Processing Systems

New functionality of cash processing systems is realized by the efficient combination of mechanical, electro-technical, control and software components. Automatic teller machines (ATM) built by Wincor Nixdorf AG are examples of such cash processing systems. The firmware of such systems is becoming increasingly complex due to the interactions between the various components and because of sophisticated use cases. For example, many different types of banknotes, which are used throughout the world, have to be supported. Furthermore, cash processing systems have to be usable even when sensors collect dust and under diverse climatic conditions. Additionally, the firmware has to handle exceptional situations such as glued banknotes.

Firmware as a Central Element

The firmware as a central element is critical to the success of cash processing systems. It is prone to failures due to the aforementioned complexity. Consequently, many tests have to be performed in order to detect and correct as many failures as possible. Currently, those tests have to be performed using the actual hardware. But in the future, Hardware-in-the-loop (HiL) simulation platforms will be employed to test the firmware in early development phases when the actual hardware hasn't been built yet. A HiL simulation platform for cash processing systems is based on abstract models for all required mechanical components such as wheels and sensor barriers. These abstract models are then combined to configure the HiL model for a concrete cash processing system. The HiL simulation platform provides a special low level API for this task which is difficult to use for



Geldautomat gebaut von
Wincor Nixdorf
Automatic Teller Machine built
by Wincor Nixdorf

non HiL experts. In order to improve the firmware test automation, a graphical domain-specific language for the configuration of the HiL simulation platform has been designed in cooperation with the "Software Engineering" workgroup and Wincor Nixdorf AG. This domain-specific language is complemented by a test framework for the automated execution of firmware test cases.

Graphical Domain-Specific Language for HiL-Modeling

Currently, developing the hardware model for the HiL simulation requires a close collaboration between domain experts of cash processing systems and HiL experts. In the future domain experts should be able to independently build the HiL models. For this purpose, we developed a graphical domain-specific language as a refinement of the unified modeling language (UML). Further, we developed a graphical integrated modeling environment for our language as a plug-in for the eclipse rich client platform (RCP). This enables efficient modeling. Additionally, well-formed rules are checked by the tool. After a successful check, the tool automatically transforms the model into the API-commands of the HiL simulator. The firmware of the systems is then tested against the resulting HiL simulation model.

Test Environment for the Automatic Firmware Test

We developed a test environment for efficient testing. It supports the automatic execution of test cases on the HiL simulator. The test results are then evaluated. We chose a test language which makes it possible to specify complex test cases. The test environment sends control commands to the HiL simulator to test the firmware. The HiL simulator then mimics the real hardware behavior of the system and sends results, e.g., simulated sensor values, back to the firmware. As a result, the firmware is tested almost under real conditions. Due to the provided automation, the test process is performed faster and more efficiently. These first results of the close collaboration decisively improve the software quality of cash processing systems.

Project Partner:

Wincor Nixdorf AG Banking Division
Dr. Martin Landwehr, Dipl.-Ing. Volker Lotze

Contact:

Dr. Matthias Tichy
E-mail: mtt@uni-paderborn.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 50 08

M.Sc. Uwe Pohlmann
E-mail: uwe.pohlmann@hni.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 54 65 156

www.cs.uni-paderborn.de/en/fachgebiete/software-engineering

SPES 2020

Innovationsallianz „Software Plattform Embedded Systems 2020“

Im Rahmen der nationalen Innovationsallianz „Software Plattform Embedded Systems 2020“ (SPES 2020) wurden von Ende 2008 bis Ende 2011 Lösungen für die branchenübergreifende und modellbasierte Entwicklung von eingebetteter Software erarbeitet. Dabei wurde ein generelles Framework zur komponentenbasierten und modellbasierten Entwicklung eingebetteter Systeme erforscht, das die Branchen Automatisierungstechnik, Automotive, Avionik, Energietechnik und Medizintechnik abdeckt. An den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten waren 21 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft aus ganz Deutschland beteiligt.

Frühe formale Spezifikation und Analyse automotiver Systeme

Das Fachgebiet Softwaretechnik bearbeitete in Zusammenarbeit mit dem Software Quality Lab (s-lab) und seinem assoziierten Partner Hella KGaA Hueck & Co. ein eigenes Arbeitspaket im Anwendungsprojekt Automotive, das zudem stellvertretend von Prof. Schäfer koordiniert wurde.

In diesem Arbeitspaket wurde eine zum Reifegradmodell Automotive SPICE konforme Entwurfsmethodik für automotive Systeme konzipiert (siehe Abbildung), in der die Übergänge zwischen den Modellen entlang des Entwicklungsprozesses systematisiert und zum Teil automatisiert wurden, wobei ein starker Fokus auf Nachverfolgbarkeit lag. So wird ausgehend von formalen, textuellen Anforderungen auf Basis von Satzmustern ein Analysemodell generiert. Auf dieser Basis wird eine Systemarchitektur entwickelt und mit dem Analysemodell verknüpft. Nach weiteren Verfeinerungen wird aus der Systemarchitektur ein Modell des branchenspezifischen Software-Standards AUTOSAR synthetisiert. Dieser Standard entkoppelt Softwarekomponenten von

ihrer konkreten Hardwareplattform, um die Wiederverwendung, den Austausch und die Integration von Softwarekomponenten zu erleichtern. Hierzu sind allerdings umfangreiche Konfigurationen erforderlich, deren Erstellung durch den entwickelten Synthesealgorithmus teilweise automatisiert wird. Diese systematischen und zum Teil automatisierten Übergänge zwischen den einzelnen Entwicklungsphasen stellen darüber hinaus die Nachverfolgbarkeit und Konsistenz der Entwicklungsartefakte sicher. Ein weiterer Schwerpunkt war die Anbindung von Simulationswerkzeugen für Echtzeitverhalten in frühen Entwicklungsphasen, welche die Identifizierung von Designfehlern weit vor der Erstellung erster Prototypen ermöglichen.

Um die erarbeiteten Ergebnisse in das Gesamtprojekt zu tragen und um sich mit den anderen Teilprojekten abzustimmen, beteiligte sich das Fachgebiet Softwaretechnik weiterhin an den branchenübergreifenden Arbeitspaketen. Neben der Entwicklung von Konzepten für die modellbasierte Anforderungs- und Architekturspezifikation wurde dort das ganzheitliche, SPES 2020 zugrunde liegende Modellierungsframework erarbeitet.

Gefördert durch:
BMBF

Projektpartner:
Hella KGaA Hueck & Co.
Prozesse, Methoden, Tools (GE-ES1)
Dr. Wilfried Horn
Dipl.-Inform. Jan Meyer

Kontakt:
Dr. Matthias Meyer
E-Mail: Matthias.Meyer@ipt.fraunhofer.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 5465 122

Dipl.-Inform. Jörg Holtmann
E-Mail: jholtmann@s-lab.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 52 52

SPES 2020

Innovation Alliance “Software Plattform Embedded Systems 2020”

In the context of the national innovation alliance SPES 2020, from 2008 until 2011, the research focus was placed on a generic framework for the model-based development of embedded software across diverse industry sectors. It covered the industry sectors automation, automotive, avionics, energy and health care. From all over Germany, 21 partners from industry and science participated in research and development activities.

Early Formal Specification and Analysis of Automotive Systems

The “Software Engineering” workgroup in cooperation with the Software Quality Lab (s-lab) and its associated partner Hella KGaA Hueck & Co. worked on their own work package in the automotive application project. In addition, Prof. Schäfer was deputy coordinator of this application project.

In the work package, a design methodology for automotive systems was developed that is compliant to the maturity model Automotive SPICE. This methodology (see figure) partially automates the transitions between models used across the development process in a systematic way with a strong focus on traceability. Thus, starting from formal, textual requirements on the basis of a restricted natural language, we generate an analysis model. Based on that, a system architecture is developed and its elements are associated with the analysis model. After further refinements of the system architecture, a model of the sector-specific software standard AUTOSAR is synthesized. This standard decouples software components from its hardware platform in order to facilitate reuse, integration and replacement of software components. However, extensive configurations are needed

for this purpose that are partially created by applying the conceived synthesis algorithm. In addition, these systematic and partially automated transitions between the different development phases ensure traceability and consistency of the development artefacts. A further focus was on the integration of tools that allow the simulation of real-time behavior in early development phases, such that design errors can be identified long before the creation of first prototypes.

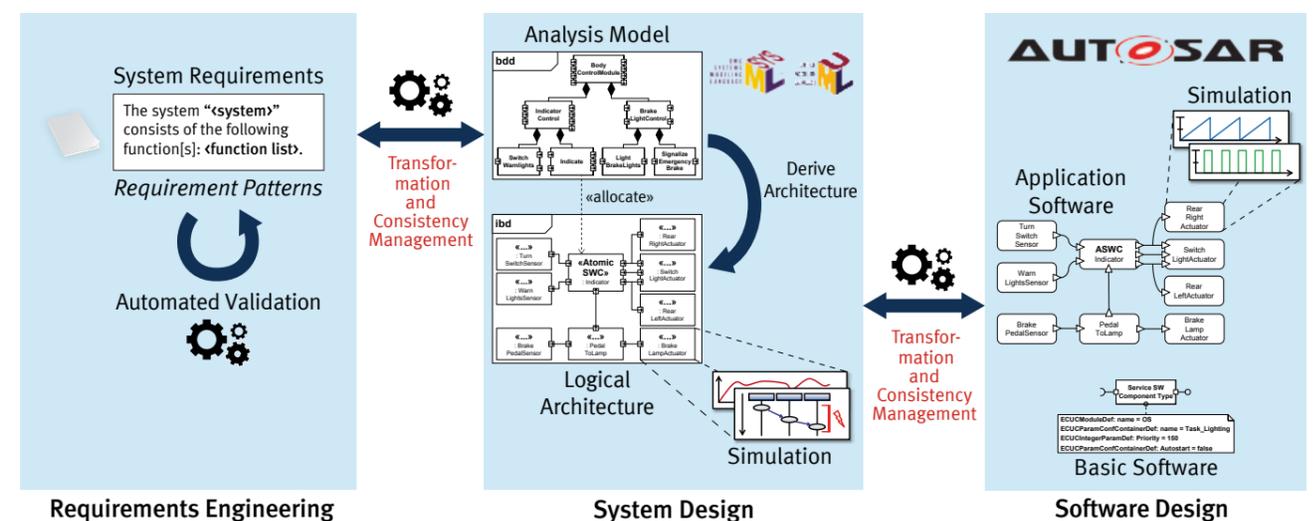
In order to incorporate the results into the other industry sectors, the “Software Engineering” workgroup further participated in work packages of the cross-sector project. Besides the concepts for the model-based requirements and architecture specification, in this project the comprehensive modeling framework that is the foundation for SPES 2020 was developed.

Supported by:
BMBF

Project Partner:
Hella KGaA Hueck & Co.
Prozesse, Methoden, Tools (GE-ES1)
Dr. Wilfried Horn
Dipl.-Inform. Jan Meyer

Contact:
Dr. Matthias Meyer
E-mail: Matthias.Meyer@ipt.fraunhofer.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 5465 122

Dipl.-Inform. Jörg Holtmann
E-mail: jholtmann@s-lab.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 52 52



Requirements Engineering

Überblick über die Entwurfsmethodik
Overview of the design methodology

System Design

Software Design



» Software ist der Innovationstreiber
in modernen technischen Systemen. «

» Embedded software is the driver of innovation
in modern technical systems. «

Matthias Tichy

Dr. rer. nat.
Softwaretechnik

Seit meiner Promotion 2009 bin ich Postdoc in der Fachgruppe „Softwaretechnik“, geleitet von Prof. Wilhelm Schäfer. Studiert und promoviert habe ich ebenfalls an der Universität Paderborn. In meiner Forschung beschäftige ich mich vor allem mit der Entwicklung der Software in mechatronischen Systemen.

Das Bild zeigt mich vor einem autonomen Testfahrzeug des RailCab-Systems, welches an der Universität Paderborn entwickelt wird. Spannend an diesem Forschungsprojekt, an dem wir schon länger beteiligt sind, ist die enge Kooperation zwischen Ingenieuren und Informatikern, die es erst ermöglicht, solche innovativen Produkte zu entwickeln. Durch die eingebettete Software kann sich das System an neue Situationen anpassen, um z. B. möglichst komfortabel oder energieeffizient zu fahren. Solch ein Anpassungsverhalten nennt sich Selbstadaptation und ist eine Ausprägung von Selbst-X-Eigenschaften. Die Herausforderung ist dabei, dass sichergestellt werden muss, dass die Software trotz dieser zusätzlichen Freiheitsgrade immer die gewünschten Eigenschaften einhält. Besonders wichtig ist dies natürlich bei Sicherheitseigenschaften, die garantieren, dass keine Unfälle mit schlimmen Konsequenzen für Menschen passieren.

Schwerpunkt meiner Forschungen, für die das RailCab-System oft als Demonstrator dient, ist die modellgetriebene Softwareentwicklung für solche Systeme. Zu diesen Themen habe ich im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ in meiner Promotion eine Gefahrenanalyse selbstadaptiver Systeme entwickelt, die speziell auf die Verhaltensanpassung durch Strukturrekonfiguration zugeschnitten ist. Grundlage hierfür ist eine geeignete Spezifikation der Struktur und deren Rekonfiguration mittels eines angepassten Graphtransformationsformalismus.

Ich koordineiere derzeit das Verbundprojekt „Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik“ (ENTIME), in dem die Ergebnisse der Grundlagenforschung im Heinz Nixdorf Institut, u.a. auch aus dem SFB614, in die industrielle Praxis transferiert werden. Das Forschungsprojekt soll zudem die Innovationskraft des modernen Maschinenbaus stärken, in dem zum einen eine fachgebietsübergreifende Entwurfstechnik entwickelt wird. Zum anderen sollen semantische Technologien für den effektiven Austausch von Lösungswissen in den Wertschöpfungsketten genutzt werden.

Die erfolgreiche, interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Kollegen aus dem Maschinenbau und der Regelungstechnik, unter dem gemeinsamen Programm „Dynamik, Mobilität, Vernetzung: Eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen“, die die Forschung im Heinz Nixdorf Institut so spannend und herausfordernd macht, ermöglichte mir den Lehrstuhl für Organic Computing an der Universität Augsburg zwei Semester zu vertreten. Kürzlich habe ich einen Ruf an die Universität Göteborg als Assistant Professor erhalten, die es mir ermöglicht, die Vision selbstadaptiver Software in Lehre und Forschung weiter zu verfolgen.

Matthias Tichy

Dr. rer. nat.
Software Engineering

Since 2009, I have worked as a postdoc in the “Software Engineering” workgroup headed by Prof. Wilhelm Schäfer. My research interests focus on the development of software in mechatronic systems.

The picture shows me in front of an autonomous vehicle of the RailCab system which was developed at the University of Paderborn. This research project is exciting due to the close cooperation between engineers and computer scientists. This cooperation allows for the development of such innovative new products.

The embedded software enables the system to adapt to new situations, e.g., to ride as comfortable as possible or to reduce the energy consumption. Such a behavior is called self-adaptation which is one of the self-X properties. The challenge is to ensure that the software always satisfies the desired properties despite the additional degrees of freedom. This is particularly important for safety properties which guarantee that no accidents happen with dire consequences for humans.

In my research, I focus on model driven software development for such systems, often using the RailCab system as a demonstration platform. I developed a hazard analysis approach for self-adaptive systems in my dissertation which is specifically tailored to self-adaptation by structural reconfiguration. The approach is based on an appropriate specification of the structure and its reconfiguration by means of a graph transformation formalism which has been adapted to component structures. I did my dissertation in the course of the Collaborative Research Center 614 “Self-optimizing concepts and structures in mechanical engineering”.

I am currently coordinating the “Design Methods for Intelligent Mechatronic Systems” (ENTIME) project. This project transfers results of basic research at the Heinz Nixdorf Institute into industrial practice. Furthermore, the research project aims at strengthening the innovation in modern mechanical engineering. This will be achieved on the one hand by developing a domain-spanning design method and on the other hand, by using the Semantic Web technology for an effective exchange of solution knowledge in the value-added chains.

The successful interdisciplinary collaboration with colleagues from mechanical and control engineering makes working at the Heinz Nixdorf Institute very exciting. This experience has already enabled me to act as the Chair of Organic Computing at the University of Augsburg for two semesters. Recently, I received an offer for a position as an Assistant Professor from the University of Gothenburg enabling me to further pursue the vision of self-adaptive software in teaching and research.

Nachdenken über Wissenschaft und Technik

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Philosophisches Nachdenken über Wissenschaft und Technik soll über die Grundlagen und Bedingungen wissenschaftlichen und technischen Handelns aufklären. Die Fachgruppe setzt sich zum Ziel, Orientierung über Methoden und Zwecke wissenschaftlichen und technischen Handelns zu ermöglichen und unterstützt so dessen verantwortungsvollen Einsatz.

E-Mail: Volker.Peckhaus@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 24 11
www.uni-paderborn.de/philosophie

Reflecting on Science and Technology

Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus

Philosophical reflection on science and technology is to elucidate the foundations and to clarify the conditions of scientific and technical activities and practices. Our workgroup aims at providing guidance for their methods and orientation of their ends. This serves to support responsibility in their effective use.

E-mail: Volker.Peckhaus@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 24 11
www.uni-paderborn.de/philosophie



Fachgruppe Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

Zentral für die Arbeit der Fachgruppe ist die Auseinandersetzung mit den logischen Bedingungen des Erkennens und des wissenschaftlichen Handelns. In der Lehre bemüht sich die Fachgruppe speziell in diesen Bereichen um Vermittlung der philosophischen Art und Weise, Fragen zu stellen und Lösungsansätze zu diskutieren. Schwerpunkte liegen in der Methodenlehre und der Theorie wissenschaftlichen Handelns. Sie ermöglichen die Diskussion über Maßstäbe für die Technikfolgenabschätzung.

Philosophie an der Universität

Als Bestandteil der Studieninhalte des Fachs Philosophie fließen die Themen der Fachgruppe sowohl in den Zwei-Fach-Bachelorstudiengang der Fakultät für Kulturwissenschaften als auch in die Studiengänge für das Unterrichtsfach Philosophie in mehreren Schulformen ein. Darüber hinaus wird Philosophie fakultätsübergreifend als Standard-Nebenfach für die Bachelorstudiengänge Informatik und Mathematik angeboten.

Geschichte der Logik, Mathematik und Informatik

Ein Forschungsschwerpunkt der Fachgruppe liegt in der Geschichte der neueren Logik und mathematischen Grundlagenforschung. Untersucht wird die Entwicklung der Logik von der traditionellen Urteilslehre bis hin zur Mathematischen Logik und Beweistheorie. Im Spannungsfeld des Dialoges zwischen Philosophie und Mathematik werden die historischen Bedingungen von Subdisziplinen der jüngeren Mathematik sowie der Theoretischen Informatik rekonstruiert.

Formale Logik und mathematische Praxis

Untersucht werden Auseinandersetzungen über den Status der formalen Logik, die im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert maßgeblich von Mathematikern vorangetrieben wurden. Diese Diskussionen werden als Ausdruck des Bemühens gesehen, in der mathematischen Praxis entstandene Grundlagenprobleme zu bewältigen. Die Reformierung der Logik erweist sich als motiviert vom pragmatischen Interesse, dem Mathematiker ein ungehindertes Arbeiten im eigenen Betätigungsfeld zu ermöglichen. Die Fachgruppe fragt nach dem Verhältnis der praktischen Motivation einer neuen Grundlegung mathematischer Forschung zu deren theoretischen Implikationen und Konsequenzen in der Philosophie der Mathematik und Logik. Ein wichtiges Hilfsmittel dieser Arbeiten ist die Database for the History of Logic, eine biobibliografische Sammlung mit Porträtarchiv, die in Paderborn aufgebaut wird und interessierten Logikhistorikern offen steht.

Vorgeschichte der Modelltheorie

Die Studien zur Geschichte und Philosophie der Mathematik und Logik werden ergänzt durch Forschungen zur Vorgeschichte der Modelltheorie. Die gegenwärtige Rede von Modellierung und von wissenschaftlicher Modellbildung wird als historisches Phänomen begriffen, dessen Hintergründe im Kontext der Entstehung der symbolischen Logik im 19. Jahrhundert zu suchen sind. Untersucht werden exemplarische Debatten über die Notwendigkeit oder Verzichtbarkeit der Interpretation logischer Formen in Problemlösungsprozessen. Diese Debatten markieren Stadien einer Überführung der Logik in formalisierte Kalküle, kraft derer Problemlösungsprozesse mechanisiert oder gar automatisiert werden sollen. Doch welche Bedingungen ermöglichen hier die Modellierung von Inhalten durch formale Strukturen? Und umgekehrt: (Wie) gelangen wir überhaupt zu formalisierbaren Strukturen, wenn nicht mittels Analyse exemplarischer Anwendungsmodelle?

Modelle für Vagheit, Pragmatik und Heuristik

Die historischen Studien werden gegenwärtig für Impulse zu systematischen Untersuchungen fruchtbar gemacht, welche sich der Modellierung von (wissenschaftlichem) Handeln unter Unsicherheit mit Berücksichtigung pragmatischer und heuristischer Elemente widmen sollen.

Workgroup Philosophy of Science and Technology

Our team is devoted to the logical conditions of knowledge and scientific action. In teaching, we mean to convey the specific philosophical ways of asking and of discursively assessing possible answers. Emphasis is put on Philosophy of Science, on Epistemology and Methodology, as well as on the Philosophy of Technology in its anthropological dimension. These help to consider norms for assessing impacts of technological invention.

Teaching Philosophy

Our workgroup's topics are integrated into several degree program areas of study. They are part of the academic subject of philosophy, which can be chosen as one of two optional subjects both in the Cultural Studies B.A. and in our teachers' education courses. Moreover, Philosophy may be opted for as a supplementary subject in B.A. programs of Computer Sciences and of Mathematics.

History of Logic, Mathematics and Computer Sciences

One of our core areas of research is the history of logic and of studies in the foundations of mathematics. We focus on the deployment of logic into Mathematical Logic and Proof Theory. Thereby, the emergence of new subdisciplines of Mathematics and of Theoretical Computer Science is viewed in the light of processes of interplay between Philosophy and Mathematics.

Formal Logic and Mathematical Practice

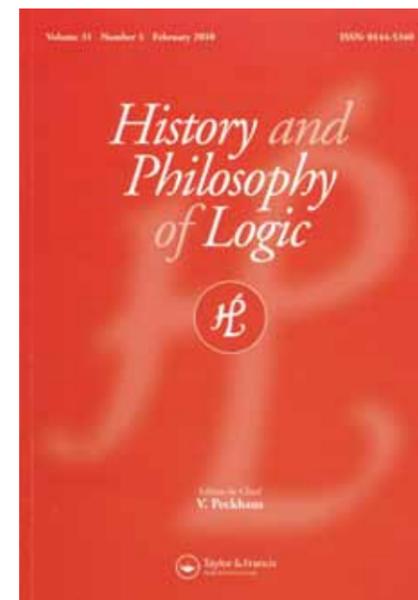
Our research concentrates on 19th and early 20th century controversies about the role of formal logic, debated especially among mathematicians. We consider their discussions an expression of endeavour to overcome foundational problems that had arisen from mathematical practice. Revisions in logic aimed at the pragmatic goal to enable the mathematician to work unobstructed of contradictions within his special fields of competence. We intend to analyze how this practical background to a new foundation of mathematics relates to its impact on theoretical Philosophy of Mathematics and of Logic. As an important tool, we employ the publicly accessible biobibliographical Database for the History of Logic, which we are currently setting up in Paderborn.

Pre-history of Model Theory

Our studies in Philosophy of Mathematics and of Logic are supplemented by research on the pre-history of Model Theory. Current talk of models and interpretations is conceived of historically, especially as originating in 19th century symbolic logic. Research is directed towards some exemplary controversies about the notion of logical forms and the question whether their interpretability is necessary or dispensable to operations of systematic reasoning. These controversies indicate a gradual conversion of traditional logic into formal calculi, which are supposed to allow for mechanical or even automatic processes of logical problem-solving. But what makes the modeling of contents by formal structures possible? And can we have any formal structure allowing for various interpretations without probing into exemplary models of its application?

Modeling Vagueness, Pragmatics and Heuristics

For the time being, preliminary results of our historical studies are exploited to motivate analyses in the modeling of action under conditions of uncertainty, especially in line with the involvement of pragmatics and heuristics.



Volker Peckhaus (Editor-in-Chief): History and Philosophy of Logic. Taylor & Francis, Milton Park, Oxon.

Proto-algebraische Logik im 19. Jahrhundert

Eine Vorgeschichte von Modelltheorien

Formalisierung, Mechanisierung, Automation

Die britische Wissenschaftstheorie des 19. Jahrhunderts tendiert dahin, Denken als Denken in Gleichungssystemen und die Logik als Ausdruck des Denkens aufzufassen. In diesem Zusammenhang konturiert sich ein Begriff von logischen Kalkülstrukturen, die ihren Interpretationen gegenüber eigenständig sind. Hierher rührt ein Konzept von Variablen, mittels derer beliebige Daten der Verarbeitung durch Programme in formalen Systemen verfügbar zu machen sind. Die Formalisierung der Logik ist jedoch nicht das Leitmotiv einer kontinuierlichen Entwicklung, an deren Ende die Freiheit des Denkens aufgegeben wird und Denken als Durchführung automatischer Rechenprozesse verstanden wird. Andere Auffassungen zeigen sich anhand von mechanischen Denkgeräten, denen die Möglichkeit fehlt, kraft Automation zu handeln.

W. S. Jevons' Logische Maschine

Vor allem der Chemiker, Geologe und Ökonom William Stanley Jevons arbeitete während der 1860er-Jahre an solchen Mechanisierungen des Denkens. Noch vor 1870 konnte sein Entwurf seiner Logischen Maschine umgesetzt werden. Ihr Aufbau beruht auf den Vorannahmen, dass sich vernünftiges Denken auf deduktive Prozesse reduzieren lässt und dass deduktive Prozesse auf externe Geräte verlagert werden können, wenn die bereitgestellten Mechanismen in ihren Funktionsweisen die grundlegenden Denkgesetze abbilden. Diese entsprechen nach Jevons den Axiomen, dass (1) alles jeweils mit sich selbst identisch ist, (2) nichts widersprüchliche Attribute vereinen kann und (3) alles ein jeweils gegebenes Attribut entweder besitzt oder nicht besitzt.

Die Logische Maschine verkörpert diese Axiome in einer Konstruktion aus paarweise verbundenen beweglichen Latten in einem Rahmenwerk sowie Federn, Bolzen und Hebeln, mittels derer sich Druck auf die Latten ausüben lässt, um sie nach oben und unten zu bewegen. Der Mechanismus selbst bleibt in einem Holzschrankchen verborgen, lässt sich aber mittels einer klaviaturähnlichen Eingabevorrichtung bedienen. Die Ergebnisse der entsprechenden Operationen erscheinen schließlich in einem Anzeigeelement, das aus horizontalen Sichtschlitzen im oberen Teil des Schränkchens besteht.

Mechanik der Denkgesetze

Der Mechanismus lässt sich Jevons zufolge mit Argumenten „füttern“, indem deren Inhalte und Konnektive zunächst symbolisch repräsentiert werden. Der Mechanismus „verdaut“ die Bedeutungsdimension der Argumente dann gemäß den implementierten Denkgesetzen. Jevons versteht diesen Verdauungsprozess als eine Technik zur Lösung logischer Probleme, die maßgeblich auf Operationen der Klassifikation von Zeichen für Elemente eines gegebenen Problems beruht. In Jevons' Notationsweise werden hierfür Buchstabenzeichen verwendet: Großbuchstaben indizieren Terme (oder Attribute), kursivierte Kleinbuchstaben deren Negationen.

Zur Lösung eines Problems wird in einem ersten Schritt aus den gegebenen Termen eine Liste aller ihrer kombinatorischen Verknüpfungen erstellt. Berücksichtigt werden alle Verbindungen jedes positiven Terms sowie seiner Negation mit jedem anderen positiven Term sowie dessen Negation unter Ausschluss der selbst widersprüchlichen Zusammensetzungen. In einem zweiten Schritt muss schließlich herausgestellt werden, welche der Listenelemente tatsächlich als Lösungen des gesamten vorgetragenen Problems infrage kommen. Dies geschieht, indem die Repräsentanten all jener Termkombinationen von der Liste ausgeschlossen werden, die sich unter den zusammengenommenen Prämissen des Problems als inkonsistent erweisen.

Der Mechanismus als Modell?

Die Logische Maschine stellt die Möglichkeit bereit, die erfolgreiche Anwendung der eben skizzierten Methode darzustellen; doch dies gilt nur für den Fall, dass die Maschine mit geeigneten Formalisierungen für Argumente „gefüttert“ wird und dass das Gerät bei jedem einzelnen Schritt der folgenden Prozesse richtig bedient wird. Dank des ausgefeilten Aufbaus der Maschine ist es dabei zwar nicht mehr nötig, jeden Schritt durch Erwägungen inhaltlichen Schließens abzusichern. Diese Entlastung wird aber nur dadurch erreicht, dass die bewussten Schlüsse und Entscheidungen des vernünftig denkenden Logikers auf eine externe Repräsentation abgebildet werden. Daher kann Jevons' Logische Maschine eher als ein experimentelles Modell zur Erforschung des Ablaufs von Denkprozessen verstanden werden, die vorausgesetzte Auffassung von Denken jedoch weniger als eine Interpretation ihrer formalen Struktur.

Kontakt:

Anna-Sophie Heinemann, M.A.
E-Mail: Annasoph@mail.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 20 23 13

19th Century Equational Logic

Pre-History of Model Theories

Formalization, Mechanization and Automation

19th century British Philosophies of Science point towards the conception of thought as operating systems of extensionally interpreted equations, and the conception of logic as an expression of thought. This relates to the emerging notion of a logical calculus as independent of its interpretations; hence the idea of variables which indicate some data to be processed on a program within some formal system. However, trends in formalizing logic do not deploy continually into an idea of thinking as automatic processes of computation. Different ideas can be read off mechanical reasoning devices which lack the capabilities of independent automated actions.

W. S. Jevons' "Logical Machine"

Importantly, the chemist, geologist and economist William Stanley Jevons worked towards the mechanization of reasoning throughout the 1860s. His experiments eventually resulted in his Logical Machine, which was built by 1870. Its design rests on the premises that reasoning reduces to deduction, and that to mechanize deduction, the required apparatus must be engineered as an implementation of what Jevons calls the "Laws of Thought". According to Jevons, these laws consist in the axioms that (1) a thing is identical to itself, (2) nothing can combine contradictory attributes, and (3) everything either possesses a given attribute or does not possess it.

Jevons' Logical Machine embodies these axioms in a build-up of pairs of rods swinging on cords within a frame, and of spring-joints, pins and levers to exert pressure on and thereby move the rods. While the mechanism is hidden behind wooden doors, it can be operated by an interface device resembling a piano keyboard. The results



W. S. Jevons' Logische Maschine (Jevons, W.S.: Principles of Science. A Treatise on Logic and Scientific Method, 1847, Frontispiz.)
W. S. Jevons' Logical Machine (Jevons, W. S.: Principles of Science. A Treatise on Logic and Scientific Method, 1847, frontispiece.)

of the effected operations are to be read off a display formed by four horizontal slits in the upper section of the doors.

Mechanisms of the "Laws of Thought"

According to Jevons, arguments may be "fed" into the mechanism by representing contents and connectives symbolically. Consecutively, their contentual import will be "digested" in accordance with the laws of thought. Jevons conceives this digestion as a technique of problem-solving. Its mode of operation amounts to classifying signs. Jevons' notation draws on signs from the alphabet, with upper case letters indicating terms (or attributes) and italic lower case letters indicating their negations.

The solution of a given problem requires first to develop into a list of compounds with all the possible combinations of the terms involved. The list will include the combinations of each term with all the others both for their positive and for their negative cases, except the self-contradictory ones. In a second step, it is to be inquired which of the combinations are in fact solutions to the given problem. This means excluding all those combinations from the list which turn out to be inconsistent on the conditions jointly determined by the given premises. This involves working on the terms' symbolic representations only. It is only after determining results that these are to be re-interpreted.

In What Sense is the Machine a "Model"?

The Logical Machine provides the means to picture the practice of the sketched method to the right results – but only if the arguments to be "fed" in are aptly formalized, and if the mechanism is operated correctly at any step of both the "feeding" and "digestion". Thanks to the mechanism's elaborated technical build-up, the need to safeguard the classificatory steps by consciously judging their contentual import does indeed decrease. However, this is achieved by way of mapping the working logician's reasoning onto an external representation. Thus Jevons' Logical Machine may be considered an experimental model of reasoned judgment, while in his case it is not true that thinking counts an interpretation of the machine's formal structure.

Contact:

Anna-Sophie Heinemann, M.A.
E-mail: Annasoph@mail.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 20 23 13

Ist eine Theorie der Vagheit möglich ohne eine Theorie der Bedeutung?

Die Haufenparadoxie

Dem megarischen Philosophen Eubulides von Milet (4. Jh. v. Chr.) wird die früheste überlieferte Fassung der sogenannten Sorites-Paradoxie, der logischen Paradoxie des Haufens (gr. sorós, Haufen), zugeschrieben. Unter Verwendung des Schemas mathematischer Induktion lässt sich so schlussfolgern, dass z. B. ein Haufen aus Getreidekörnern auch dann noch als Haufen anzusehen ist, wenn dieser aus nur einem einzigen Korn besteht. Dem gewöhnlichen Sprachgebrauch gemäß scheint es, dass ein einziges Korn nämlich nie den relevanten Unterschied ausmachen kann, ob eine Ansammlung von Körnern noch als Haufen anzusehen ist oder nicht:

- 1) 1.000.000 Körner sind ein Haufen.
- 2) Für alle n gilt: Wenn n Körner ein Haufen sind, dann sind auch $n - 1$ Körner ein Haufen.
- 3) Die Ungültigkeit des Induktionsschrittes (2) zu behaupten ist gleichbedeutend mit der Feststellung, dass es eine Zahl n geben muss, für die gilt: n Körner sind ein Haufen und $n - 1$ Körner sind es nicht. Dies jedoch wäre absurd, es würde bedeuten, dass für das logische Prädikat „Haufen“ eine scharfe Grenze gezogen werden könnte: zwischen den Fällen, auf die es zutrifft (positive Extension), und denen, auf die es nicht zutrifft (negative Extension). Die Annahme von (2) ergibt jedoch zusammen mit der völlig unverdächtigen Induktionsbasis (1) den kaum weniger problematischen Schluss, dass auch noch ein einziges Korn ein Haufen ist.

Der philosophische Wert solcher Paradoxien ergibt sich dadurch, dass die Prämissen des Schlusses wahr und der Schluss in formaler Hinsicht gültig erscheint, die Konklusion jedoch klar als falsch aufgefasst wird, was wiederum nur an der Falschheit einer oder beider Prämissen liegen kann.

Vagheit

Verantwortlich gemacht wird für das paradoxe Ergebnis dieser Argumentationen die Vagheit oder auch Unbestimmtheit mindestens eines (natürlich)sprachlichen Ausdrucks innerhalb der Prämissen: logische Prädikate (Adjektive, Adverbien, Substantive) wie „klein“, „blau“, „geschickt“, „Kind“, aber auch singuläre Terme und definite Beschreibungen können vage sein. Ihre Vagheit zeigt sich in dem

Umstand, dass der logische Raum bei ihrer Verwendung nicht einfach in eine eindeutig bestimmte positive und eine negative Extension aufgeteilt werden kann, sondern zudem Grenzfälle ihrer Anwendung in Betracht gezogen werden müssen. Ein Grenzfall bezeichnet eine Lage, in der es unbestimmt ist, ob bspw. ein Prädikat zugesprochen werden kann oder nicht: ein Mann mit 60 Haaren auf dem Kopf ist ein Grenzfall für das Prädikat „ist glatzköpfig“ und eine 1,70 m große Frau ein Grenzfall für „groß“.

Verkompliziert wird die formale Betrachtung vager Ausdrücke dadurch, dass etwa die naheliegende Annahme einer dritten klar bestimmten Extension für Grenzfälle nicht infrage zu kommen scheint, weil so eine extensionale Eindeutigkeit der Klasse der Grenzfälle behauptet würde und der Kern des Phänomens künstlich weg-analysiert würde. Uneinigkeit herrscht ferner darüber, ob „Vagheit“ ein rein linguistisches Phänomen darstellt oder ob die Welt selbst ontologisch vage ist und sich dies in unserer (in bestimmter Hinsicht präzisen) Sprache widerspiegelt.

Logische Analyse vs. Theorie der Bedeutung

Seit dem in den siebziger Jahren aufkommenden und nunmehr intensiven Interesse an dem Phänomen der Vagheit wurden unterschiedlichste Vorschläge zur Behandlung dieser Form semantischer Unbestimmtheit in Stellung gebracht. Epistemische Theorien, supervaluationistische Ansätze, gradtheoretische bzw. fuzzylogische Erklärungsversuche bieten philosophische Rechtfertigungen und auch die semantisch-logischen Werkzeuge für einen widerspruchsfreien Umgang mit Vagheit in teilformalisierten Sprachen an. Dabei bleibt zum einen grundsätzlich fraglich, ob nicht allen diesen Ansätzen wesentlich gemein ist, dass sie am eigentlichen Kern des Phänomens insoweit vorbeidiskutieren, als dass sie stets eine in der Sprache der Mengenlehre darstellbare Klasse wahrer Sätze – auch und gerade der Grenzfälle – in einer Sprache L postulieren. Zum anderen wurde bisher noch viel zu wenig über die Ursachen sprachlicher Vagheit nachgedacht: Wenn die Bedeutung eines sprachlichen Ausdrucks logisch seine Referenz festlegt, stellt „Vagheit“ einen sprachlichen Extremfall dar. Es kommen hier insbesondere Fragen auf, die zuallererst nicht auf eine rein extensionale Behandlung der Ausdrücke einer Sprache abzielen, sondern nach deren Bedeutung und damit überhaupt nach dem Problem einer Theorie der Bedeutung fragen.

Is a Theory of Vagueness Possible Without a Theory of Meaning?

The Paradox of the Heap

The earliest known version of the sorites paradox, the logical paradox of the heap (gr. sorós, heap), relates to the megarian philosopher Eubulides of Milet (4th century BCE). With the use of the scheme of mathematical induction one is able to infer that some pile of grains is a heap even if this heap consists of a single grain. According to the customary use of language it seems natural that a single grain cannot make the difference for a pile of grains to be or not to be a heap.

- 1) 1.000.000 grains make a heap.
- 2) For all n : If n grains make a heap, then $n-1$ grains also make a heap.
- 3) Claiming the invalidity of the inductive step (2) is to state that there exists a number n so that n grains are a heap and $n-1$ grains are not. But that would be absurd, it would mean that there would be some sharp boundary for the logical predicate “heap”, distinguishing cases it would apply to (positive extension) from those which it would not (negative extension). From the acceptance of (2) together with the unsuspecting inductive basis (1) follows the hardly less problematic consequence that a single grain is indeed a heap.

The philosophical value of paradoxes of this kind consists in the premises of its arguments being true and hence the formal consequences being valid with its conclusions being obviously false, which can only mean that one or both premises are indeed false.

Vagueness

Being held responsible for the paradoxical outcome of arguments of this kind is the vagueness or indeterminacy of at least one (natural) language expression as part of the premises: logical predicates (adjectives, adverbs, nouns) like “small”, “blue”, “adept”, “child” as well as singular terms and definite descriptions can be vague. Their vagueness has its grounds in the fact that their use just does not partition logical space in a particular positive and a negative extension, because borderline cases must also be considered. A borderline case is associated with a situation, in which it is undetermined whether a predicate applies or not: A man with 60 hairs on his head is a borderline case of “bald” and a woman of 1.70 m height is a borderline case of “tall”.

Complicating the formal treatment of vague expressions the mere assumption of a third sharp extension containing the borderline cases seems to be out of the question, because this would amount to the extensional adequacy of the class of borderline cases, arbitrarily getting rid of the whole phenomenon of vagueness. There is further disagreement about whether “vagueness” is an exclusively linguistic phenomenon or whether the world itself might be ontologically vague with our (in a certain sense precise) language reflecting this circumstance.

Logical Analysis vs. Theory of Meaning

With the emergence in the seventies and since constant interest in the topic of vagueness various proposals for a proper treatment of semantic indeterminacy of this kind have been made. Epistemic theories, supervalational approaches, degree-theoretic or fuzzy-logical attempts of explanation offer philosophical foundations and logico-semantic tools for a consistent use of vagueness in partially formalized languages. With all these approaches it remains fundamentally questionable, if not the actual essence of the phenomenon is bluntly being ignored when there can be made out a class of true (borderline) sentences by use of set theoretic means in a language L . On the other hand there have been far too less considerations about the reasons for linguistic vagueness: If the meaning of a linguistic expression determines its reference, then “vagueness” presents us with the linguistically most extreme case. Questions should not be pointed exclusively to an extensional treatment of expressions of a language, but rather to their meaning and therefore a theory of meaning in general.

Kontakt:

Alexander Nowak, B.A.
E-Mail: Anowak@mail.upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 23 12

Contact:

Alexander Nowak, B.A.
E-mail: Anowak@mail.upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 23 12

Die Philosophie in der Informationstechnologie

Im Rahmen der IACAP-Jahrestagung beschäftigt sich der Bereich „Philosophie und Informatik“ mit dem „Computational Turn“

Ontologie und Informatik

Mit dem Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Philosophie und Informatik“ setzt das Fach Philosophie seit mehreren Jahren Akzente im interdisziplinären Austausch zwischen Informationstheorie, philosophischer Ontologieforschung, den Kognitionswissenschaften und der Informatik. Insbesondere Fragen zur Berechenbarkeit von Handlungen in sozialen Kontexten und zur Typisierung, Implementierung und Modellierung von Handlungsabläufen werden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes unter der Leitung von Prof. Dr. Ruth Hagengruber, Inhaberin des Lehrstuhls für Praktische Philosophie an der Universität Paderborn, diskutiert.

IACAP 2011 – The Computational Turn

Diesjähriger Höhepunkt der Aktivitäten der Forschergruppe um Ruth Hagengruber war die Jahrestagung der International Association of Computing and Philosophy (IACAP), die vom 4. – 6. Juli von Charles Ess im dänischen Aarhus organisiert wurde. Charles Ess und Ruth Hagengruber zeichneten für die Proceedings verantwortlich, die unter dem Titel: *The Computational Turn: Past, Presents, Futures 2011* erschienen, unterstützt durch die unermüdete Unterstützung der Mitarbeiterin am Lehrstuhl, Daniela Ringkamp. Namhafte Forscherinnen und Forscher stellen in diesem Band ihre Positionen vor. Diskutiert werden nicht nur die sich rasant entwickelnden technischen Innovationen, sondern auch die durch den technischen Fortschritt bedingten ethischen und sozialen Veränderungen: IT- und Computertechnologie durchdringt heute den Alltag nahezu aller Menschen. In zehn Sektionen setzten sich die Teilnehmer unter anderem mit den moralischen und technischen Möglichkeiten von sogenannten Artificial Cognitive Systems, mit informationsethischen Fragestellungen oder mit dem Verhältnis von Informationstechnologie und Globalisierung auseinander.

Hagengruber argumentierte in ihrem Vortrag „The Engineerability of Social Institutions“ für die Einsicht, dass einige soziale Institutionen auf kalkulierbaren Gesetzen beruhen. Im Rückgriff auf die Theorien Immanuel Kants und gegen die Thesen von John Searle wurde die Möglichkeit einer maschinell umsetzbaren Konzeption sozialer Institutionen am Beispiel des „Versprechens“ erörtert. Thomas Dasch, Mitglied der Forschergruppe „Philosophie und Informatik“, beschäftigte sich in seinem Vortrag unter dem Titel „Do We Need an Universal

Information Ethics?“ mit der Möglichkeit, Informationsethik durch eine Klassifizierung von Handlungsoptionen zu definieren. Im Rahmen der Tagung, mit der auch das 25-jährige Bestehen der 1986 gegründeten Gesellschaft gefeiert wurde, wurde Hagengruber für ihre Verdienste für die Assoziation die lebenslange Mitgliedschaft der International Association of Computing and Philosophy verliehen. Terrell W. Bynum, Professor für Philosophie an der Southern Connecticut State University, einer der Mitbegründer der IACAP, erhielt für sein Lebenswerk im Bereich Computing and Philosophy den Preston Covey Lifetime Achievement Award. Aufgrund der erfolgreichen Tagung und der vielversprechenden inhaltlichen Austauschmöglichkeiten, die sich in den Diskussionen zwischen den Wissenschaftlern und ihren unterschiedlichen Themengebieten ergeben haben, ist eine weitere Zusammenarbeit des Lehr- und Forschungsschwerpunktes Philosophie und Informatik mit der International Association of Computing and Philosophy geplant.

Philosophie und Informatik in Paderborn

Aufgrund der erfolgreichen Tagung und der vielversprechenden inhaltlichen Austauschmöglichkeiten, die sich in den Diskussionen zwischen den Wissenschaftlern und ihren unterschiedlichen Themengebieten ergeben haben, ist eine weitere Zusammenarbeit des Lehr- und Forschungsschwerpunktes Philosophie und Informatik mit der International Association of Computing and Philosophy geplant.

Auch in der universitären Lehre ist der Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Philosophie und Informatik“ präsent. Im Rahmen des Seminars „Information und Globalisierung: Aktuelle Themen der Praktischen Philosophie“ wurden auch im Sommersemester 2011 moralische Fragen diskutiert, die im „Zeitalter der Information“ an Relevanz gewonnen haben. Neben den in der Gruppe im Zentrum stehenden Fragen zur Berechenbarkeit moralischer Handlungen und ihre Implementierbarkeit wurden Themen, wie Schutz der Privatsphäre, Verschlüsselung von Information, Gefahren der digitalisierten Spionage im internationalen politischen Kontext und soziale Veränderungen, wie sie am Beispiel der Arabellion sichtbar wurden, im Rahmen des Seminars diskutiert. Als Gastvortragende sprachen Dr. Rainhard Benges von der TU München über die Implementation moralischer Funktionen in Robotern. Hermann Bense aus Dortmund stellte seine Ontologien zur Organisation von Websites vor. Thomas Dasch, Mitglied der Forschungsgruppe, referierte über Fragen der „self awareness“, ein ebenfalls in der aktuellen Robotik diskutiertes Thema.

Im Wintersemester 2011/2012 bietet die Forschergruppe das Seminar „Moralische Maschinen und andere Themen der künstlichen Intelligenz“ an. Das große Interesse an dieser Veranstaltung hat die Teilung des Seminars notwendig gemacht. Hagengruber wird dabei von den Tutoren Thomas Dasch, Nicole Tiller und Marcel Hesse unterstützt.

Kontakt:

Prof. Dr. Ruth Hagengruber
E-Mail: Ruth.Hagengruber@upb.de
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 23 08

www.uni-paderborn.de/philosophie

Philosophy in Information Technology

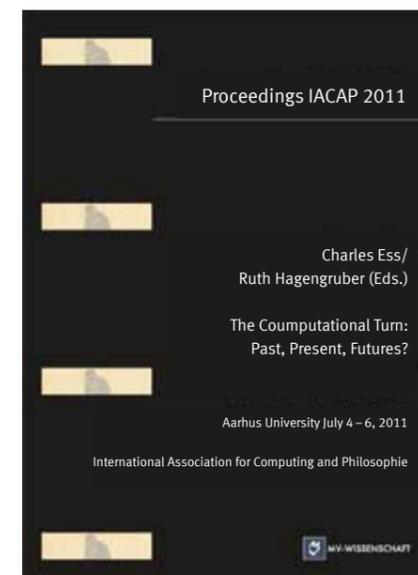
At the Annual IACAP-Conference, the Research Group “Philosophy and Informatics” Deals with the “Computational Turn”

Ontology and Informatics

Within the department of Philosophy at the University of Paderborn, the research group “Philosophy and Informatics” focuses on the interchange between information theory, ontology research, cognitive sciences and informatics. Under the direction of Prof. Dr. Ruth Hagengruber, who holds the chair in Practical Philosophy, the members of the research group deal with questions about the computability of actions in social contexts as well as questions on typing, implementation and modeling of options for action in general.

IACAP 2011 – The Computational Turn

This year’s highlight within the research activities was the annual conference of the International Association of Computing and Philosophy (IACAP), from July 4th to July 6th, organized by Charles Ess, Professor of Philosophy at the University of Aarhus/Denmark. Charles Ess and Ruth Hagengruber presented the Proceedings: *The Computational Turn: Past, Present, Future*, supported by the tireless work of Daniela Ringkamp, research assistant to the chair of Practical Philosophy. There researchers discussed the concepts of Information and Computation, which do not only mark the rapid development of new technologies since the 1980s, but also concentrate on the moral and social challenges caused by technological progress. Information and computer technology pervade the daily life of almost every person. In ten sections, the participants dealt with the moral and technical opportunities of so-called “Artificial Cognitive Systems”, with questions about information ethics and the relation between information technology



Cover des Tagungsbandes der IACAP-Jahrestagung 2011
Cover page of the proceedings of the IACAP-Conference 2011

and globalization. Hagengruber argued in her lecture in favour of “The Engineerability of Social Institutions”. Based on the theories of Immanuel Kant and criticizing the pragmatic approach of John Searle, the lecture discussed the possibility of computable representations of social institutions, such as “promises”. Thomas Dasch, member of the research group “Philosophy and Informatics”, asked the question “Do We Need an Universal Information Ethics?” and focused on possibilities of defining information ethics by a classification of options for action.

During the conference, at which time the 25th anniversary of the association was celebrated, Hagengruber was awarded for her efforts with the lifetime membership of the International Association of Computing and Philosophy. Terrell W. Bynum, Professor of Philosophy at the Southern Connecticut State University, a co-founder of the Association, received the Preston Covey Lifetime Achievement Award for his lifework within the field of Computing and Philosophy.

Philosophy and Informatics in Paderborn

Due to the successful conference and the promising exchange opportunities between the researchers which arose during the conference, a further cooperation between the research group “Philosophy and Informatics” and the International Association of Computing and Philosophy is intended. The research group “Philosophy and Informatics” is also present in academic teachings. In the summer semester 2011, moral questions within the information age, were discussed within the course “Information and Globalization. Current Issues in Practical Philosophy.” The protection of privacy, the encryption of information, the growing danger of digital spying in international politics and social changes like the revolutionary upheavals in the Arab world, were discussed in the course. As guest speakers, Dr. Rainhard Benges (Technical University Munich) gave a lecture on the implementation of moral functions in robots, Hermann Bense from Dortmund presented his concept of ontology for web-use and Thomas Dasch, gave a talk on questions of self awareness, a topic which is widely discussed within contemporary robotic research.

The seminar Moral Machines and further topics of Artificial Intelligence in winter semester 2011/2012 were welcomed with great interest, thus the course had to be divided. Hagengruber is assisted by the tutors Thomas Dasch, Nicole Tiller and Marcel Hesse.

Contact:

Prof. Dr. Ruth Hagengruber
E-mail: Ruth.Hagengruber@upb.de
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 23 08

www.uni-paderborn.de/philosophie



»» Auch bei uns Philosophen ist die tägliche Agenda häufig übertoll. Doch der Alltag unterstützt die Ausübung von Philosophie als seiner fortlaufenden Reflexion. Philosophie ist eine Tätigkeit: Theorie ist unsere Praxis. ««

»» Even philosophers have quite a plenteous daily agenda. But workaday life supports our practical experience in philosophy as its permanent reflection. Philosophy is a performance: theory is our practice. ««

Anna-Sophie Heinemann

M. A.
Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik

Seit April 2009 bin ich als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Philosophie der Universität Paderborn tätig. Da meine Stelle der Professur für Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik zugeordnet ist, gehöre ich seitdem zum Team der gleichnamigen assoziierten Fachgruppe am Heinz Nixdorf Institut. Die logikhistorischen Forschungen der Fachgruppe unterstütze ich durch Untersuchungen zur Vorgeschichte der Modelltheorie im Rahmen meines Promotionsvorhabens.

Ich bin zuständig für die Koordination unserer Zusammenarbeit mit der Redaktionsstelle des Heinz Nixdorf Instituts. Doch meine Aufgaben erstrecken sich nicht nur auf Belange der Fachgruppe. So halte ich Lehrveranstaltungen ab und arbeite an stimmigen Konzepten zur Wissensvermittlung. In der Funktion als Ansprechpartnerin für Fragen der Studienorganisation nehme ich beratende Aufgaben wahr. Vor allem aber obliegt mir das Management des fachspezifischen Lehrangebots im elektronischen Paderborner Assistenzsystem für Universität und Lehre (PAUL). Den wissenschaftlichen Austausch unterstütze ich bei der Organisation von Fachtagungen, wie etwa des 47. Symposiums der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte, das im Jahre 2010 unter dem Titel „Skriptorium – Labor – Rechenzentrum: Räume zwischen Materialisierung und Idealisierung“ im Heinz Nixdorf MuseumsForum abgehalten wurde. So ist die Agenda häufig übertoll und nicht selten stelle ich eigene Forschungsinteressen hinten. Doch ich habe die Entscheidung für Paderborn noch keinen Augenblick bereut.

Paderborn stellt für mich den vorläufigen Zielpunkt eines Ausbildungsgangs mit überraschenden Wendungen dar: Nach meiner Schulzeit in Oberbayern entschied ich mich für ein Studium in den Thüringer Universitätsstädten Weimar und Jena. Anfangs an gestalterischer Praxis interessiert, erahnte ich doch bald, dass meine Stärken eher in der Theoriebildung zu suchen seien. Meine Bereitschaft zur Reflexion künstlerischer Praktiken erweiterte sich zunehmend auf Fragen nach der Kreativität und Historizität der Wissenschaft(en). Nach und nach bezog ich diese verstärkt auf die sogenannten Formalwissenschaften und Grundlagendisziplinen.

Diese Veränderung der Blickrichtung resultierte aus einem Impuls des Widerstands gegen die Verpflichtung, einen Kurs in formaler Logik zu absolvieren: Lehrsätze mit absolutistischem Geltungsanspruch und undurchsichtige Formeln zu memorieren – diese Vorstellung war mir zuwider! Doch erwies sich meine anfängliche Auflehnung gegen die Logik als Triebfeder der theoretischen Neugier in eben demselben Gebiet, der Logik und Wissenschaftstheorie.

Nach dem Abschluss meines Studiums ermöglichte mir ein einjähriges Stipendium erste konzeptionelle Überlegungen für ein Forschungsprojekt zur medientheoretischen Relevanz der Geschichte logischer und mathematischer Notationssysteme. Diese Vorarbeiten fließen in meine aktuellen Untersuchungen und damit in die Forschungen der Fachgruppe „Wissenschaftstheorie und Philosophie der Technik“ ein.

Anna-Sophie Heinemann

M. A.
Philosophy of Science and Technology

Since April 2009, I have been working as a research assistant in philosophy at the University of Paderborn. As my position is assigned to the “Philosophy of Science and Technology” workgroup, my work has been integrated into the correspondent associated workgroup at the Heinz Nixdorf Institute. Meant as a future contribution to my PhD thesis, my current studies in the pre-history of model theory have a share in the workgroup’s research on the history and philosophy of logic.

I am responsible for our cooperation with the Heinz Nixdorf Institute editorial staff, but also for a number of tasks beyond the contribution to the workgroup. I teach courses in philosophy and continue working on my strategies of knowledge transfer. I act as an advisor in questions of applications, exams and the planning of students’ schedules. Moreover, I coordinate the range of courses in philosophy and manage their implementation in Paderborn’s online lecture listings systems PAUL. I have had opportunities to support academic exchange on research topics in organizing conferences, such as the 47th annual conference of the German-Austrian Society for the History of Sciences, which was devoted to the role of spatiality to knowledge production and diffusion e.g. in scriptoria, laboratories and electronic data processing centers, and which took place in 2010 at the Heinz Nixdorf MuseumsForum. On the whole I have a plenteous agenda, which often forces me to suspend my own research interests. But I have not regretted my choice for Paderborn a single moment.

To me, Paderborn is an interim destination in a biography of academic training with some unexpected turns. Having graduated from school in Bavaria, I decided to begin my studies at the academic institutions of Weimar and Jena in Thuringia. While at the outset I was primarily interested in practical fields of art and design, I soon discovered that my strong points might rather lie in theory. So when I continued my studies, my disposition to reflect on arts and artefacts gradually re-directed at questions of creativity and historical contingency in science(s). Eventually, I focused on these issues in relation to the so-called formal sciences.

This change of perspective resulted from a personal urge of opposition towards an obligatory course in formal logic. I definitely did not want to commemorate some absolutistic axioms and obscure formulae! But my initial insurgency turned out to be a primum mobile to my theoretical curiousness, and I was to choose more and more courses in the field of Logic and Philosophy of Science.

Having taken my M.A. degree, a one-year scholarship allowed me to draw up a first sketch of an individual research project on the history of logical and mathematical notations and their relevance to theories of media. These preliminary studies factor into my current studies, and consequently, into my contributions to the “Philosophy of Science and Technology” workgroup.

Weitere Aktivitäten

Publikationen

Promotionen

Messen, Tagungen, Seminare

Patente, Preise, Auszeichnungen

Weitere Funktionen

Spin-Offs

Aktuelle Forschungsprojekte

Aktuelle Industriekooperationen

Wissenschaftliche Kooperationen

Additional Activities

Publications

PhD Theses

Fairs, Conferences, Seminars

Patents, Prizes, Awards

Additional Functions

Spin-Offs

Current Research Projects

Current Industry Cooperations

Scientific Cooperations



Wirtschaftsinformatik, insb. CIM

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Business Computing, especially CIM

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Publikationen Publications

- Aufenanger, M.; Laroque, C.; Blecken, A.: Design and implementation of an MDA interface for flexible data capturing. *Journal of Simulation (palgrave)*, 4(4): pp. 232 – 241, December 2010
- Brodkorb, D.; Dangelmaier, W.: Online Optimization in Series production. In: Conference proceedings „Innovation in product and production“ ICPR 21, Stuttgart 2011
- Dangelmaier, W.: Terminplanung mit Vorwärts- und Rückwärtsterminierung. In: Koether, R. (Hrsg.): *Taschenbuch der Logistik*. 4. Aufl. S. 133 – 142. München: Hanser 2011
- Dangelmaier, W.; Brodkorb, D.: Online Optimization in Automotive Series production. *Automobilworkshop 2011*. 22 – 23 September Mobile Life Campus (MLC), Wolfsburg
- Dangelmaier, W.; Degener, B.: Online optimization with discrete lotsizing production and rolling horizons. In: Kreowski, H.-J.; Scholz-Reiter, B.; Thoben, K.-D. (Hrsg.): *Dynamics in Logistics*. Second International Conference, LDIC 2009, Bremen, Germany, August 2009. *Proceedings*, pp. 37 – 48. Berlin: Springer 2011
- Dangelmaier, W.; Klaas, A.; Laroque, C.: Beherrschung von dynamischen Umgebungsfaktoren in der Intralogistik durch situationsabhängige, wissensbasierte Steuerung. Kapitel: *Wissensarbeit in der Produktion*, S. 113 – 128, GITO mbH, 2011
- Dangelmaier, W.; Laroque, C.; Delius, R.; Streichhan, J.: Applying Simulation and Mathematical Programming on a Business Case Analysis for setting up a Spare Part Logistics in the Construction Supply Industry – accepted for publication at the he Third International Conference on Advances in System Simulation (Simul 2011), Barcelona, October 2011
- Danne, Ch.; Dangelmaier, W.; Häusler, P.: Complexity-induced production and inventory cost in consumer. In: Conference proceedings „Innovation in product and production“ ICPR 21, Stuttgart 2011
- Döring, A.; Laroque, C.; Dangelmaier, W.: Potentials of automated event handling in supply chains using intelligent control methods. In: Conference proceedings „Innovation in product and production“ ICPR 21, Stuttgart 2011
- Hartmann, P.; Laroque, C.: Automatische und kennzahlenbasierte Bewertung von Logistikprozessen auf Basis von Microsoft SharePoint. In: *Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu -- Business Logistics in Modern Management*, Band XI/2011, S. 239 – 258, Oktober 2011 J.J. Strossmayer university in Osijek – Faculty of economics in Osijek, EconPapers
- Hartmann, P.; Laroque, C.: Design and Implementation of a Rich Internet Application for planning and visualization of Supply-Chain-Processes. *Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems ICT and Sustainable Service Development Helsinki, Finland (ECIS2011)*, June 2011
- Herrmann, K.; Schneider, St.; Bertagnolli, F.; Höfer, St.; Dangelmaier, W.: Objektive Entscheidungsunterstützung für Produktionsplaner OMNI LEAN – eine quantitative Bewertungsmethode für Verschwendung. *ZwF 106 (2011) 6*, S. 408 – 412
- Kaganova, E.: Worst case analysis for deterministic online algorithm in capacitated lot-sizing problem. *Conference AMMCS-2011 (Applied Mathematics, Modeling and Computational Science)*, AIP Proceedings, Waterloo, Ontario, Canada, 25 – 29 July 2011. www.ammcs2011.wlu.ca
- Klaas, A.; Laroque, C.; Dangelmaier, W.; Fischer, M.: Simulation Aided, Knowledge Based Routing for AGVs in a Distribution Warehouse – accepted for publication at the 2011 Winter Simulation Conference (WSC '11), Phoenix, December 2011
- Klaas, A.; Laroque, C.; Renken, H.; Dangelmaier, W.: Goal-Based Agents in Material Flow Simulations - Integration of an Agent Programming Framework in the Discrete Event Simulator D3FACT. In: *Proceedings of The 25th European Simulation and Modeling Conference ESM'2011*, 2011
- Klöpper, B.; Pater, J.-P.; Honiden, S.; Dangelmaier, W.: A Multi-Objective Evolutionary Approach to Scheduling for Evolving Manufacturing Systems *Evolving Systems, Evolving Systems*, Springer Verlag, pp. 1 – 18, 2011
- Klöpper, B.; Pater, J.-P.; Honiden, S.; Dangelmaier, W.: Decision Making in Adaptive Manufacturing Systems: Multi-Objective Scheduling and User Interface. In: *Proceedings of the 2011 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (IEEE SSCI 2011)*, pp. 108 – 115, 2011
- Laroque, C.; Delius, R.; Fischer, J.-H.; Horstkämper, D.: Increase of Robustness on Pre-optimized Production Plans Through Simulation-based Analysis and Evaluation – accepted for publication at the he Third International Conference on Advances in System Simulation (Simul 2011), Barcelona, October 2011
- Laroque, C.; Schulte, J.: KoProV: A learning Approach for Coordinated Learning of Modeling and Simulation Based on Knowledge Modules. In: Chinni, Michael J.; Weed Diane (Hrsg.) *Proceedings Of The 2011 Spring*

- Simulation Multiconference, pp. 62 – 67. Omnipress
- Renken, H.; Laroque, C.; Fischer, M.: An Easy Extendable Modeling Framework for Discrete Event Simulation Models and their Visualization. In: *Proceedings of The 25th European Simulation and Modelling Conference – ESM'2011*, 2011
- Urban, D.; Schulte, J.; Laroque, C.: Zur Rolle der Hochschuldidaktik für mediengestützte Lehre – Ein Beispiel aus der (Wirtschafts-) Informatik In: Hambach, Sybille, Martens, Alke; Urban, Bodo (Eds.): *eLearning Baltics 2011 – Proceedings of the 4th International eLBA Science Conference*, Fraunhofer Verlag, S. 155 – 167, 2010
- Winkler, M.; Klingebiel, K.; Klaas, A.; Laroque, C.: Ein Konzept zur planungsebenenübergreifenden Bewertung der Adaptionfähigkeit logistischer Netzwerke. In: *Tagungsband zur 16. Magdeburger Logistiktagung*, 2011
- Xue, Y.; Irohara, T.; Klöpper, B.; Pater, J.-P.: CO2-Emission Aware Pareto-Optimization for International Transportation with Time Tables. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Production Research*, pp. 1 – 6, 2011

- Simulation Multiconference, pp. 62 – 67. Omnipress
- Renken, H.; Laroque, C.; Fischer, M.: An Easy Extendable Modeling Framework for Discrete Event Simulation Models and their Visualization. In: *Proceedings of The 25th European Simulation and Modelling Conference – ESM'2011*, 2011
- Urban, D.; Schulte, J.; Laroque, C.: Zur Rolle der Hochschuldidaktik für mediengestützte Lehre – Ein Beispiel aus der (Wirtschafts-) Informatik In: Hambach, Sybille, Martens, Alke; Urban, Bodo (Eds.): *eLearning Baltics 2011 – Proceedings of the 4th International eLBA Science Conference*, Fraunhofer Verlag, S. 155 – 167, 2010
- Winkler, M.; Klingebiel, K.; Klaas, A.; Laroque, C.: Ein Konzept zur planungsebenenübergreifenden Bewertung der Adaptionfähigkeit logistischer Netzwerke. In: *Tagungsband zur 16. Magdeburger Logistiktagung*, 2011
- Xue, Y.; Irohara, T.; Klöpper, B.; Pater, J.-P.: CO2-Emission Aware Pareto-Optimization for International Transportation with Time Tables. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Production Research*, pp. 1 – 6, 2011
- Promotionen
PhD Theses**
- Marcel Helmdach
Hierarchisches Planungsmodell zur Bestimmung der Herstellkosten von variantenreichen Serienprodukten in Produktion und Logistik bei unterschiedlichen Gleichteilestrategien
Hersteller variantenreicher Serienprodukte sehen sich mit dem Wunsch ihrer Kunden nach immer mehr Gestaltungsmöglichkeiten bei der Zusammenstellung der Produkte

konfrontiert. Diese gestiegenen Kundenanforderungen sowie technische Innovationen führen zu einer Zunahme der Teilevielfalt und zu komplexeren Abläufen in Produktion und Logistik. Um diesem Trend entgegenzuwirken, werden verstärkt Gleichteile eingesetzt, welche die Teilevielfalt reduzieren ohne die vom Kunden wahrgenommene Wahlfreiheit einzuschränken. In der Praxis besteht die Aufgabe darin, die Vor- und Nachteile durch den Einsatz von Gleichteilen zu bewerten und somit die Gleichteilestrategie mit den geringsten Herstellkosten zu bestimmen. Dabei erweist sich insbesondere die Bestimmung der Kosten in Produktion und Logistik als schwierig. In dieser Arbeit wird ein Verfahren zur Bewertung unterschiedlicher Gleichteilestrategien bei variantenreichen Serienprodukten in Produktion und Logistik vorgestellt. Das Verfahren gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil erfolgt die Strukturierung und Dimensionierung des Produktions- und Transportnetzwerks zur Ermittlung der minimalen Herstellkosten bei einer gegebenen Gleichteilestrategie. Der zweite Teil des Lösungsverfahrens ermöglicht die separate Planung und Bewertung von Arbeitssystemen mit Fließlinienfertigung. Im dritten und letzten Teil wird die interne Produktionslogistik ausgewählter Lagerstandorte strukturiert und dimensioniert. Die unterschiedlichen Teilmodelle und Verfahren werden mit Hilfe eines hierarchischen Vorgehens miteinander verknüpft, sodass eine durchgängige Bewertung von Gleichteilestrategien ermöglicht wird. Das entwickelte Planungsmodell wurde an Hand von Testdaten evaluiert, wodurch die Anwendbarkeit des Modells für praktische Fragestellungen sichergestellt wurde.

Dietrich Dürksen
Ein Vier-Ebenen-Ansatz für die Planung unternehmensinterner Produktionsnetzwerke: Hierarchische Dimensionierung
Die zunehmende globale Verteilung der Produktion stellt die bestehenden Planungsprozesse international agierender Unternehmen vor große Herausforderungen. Aufgrund der zunehmenden Komplexität der unternehmensinternen Leistungserbringung rückt die Planung des unternehmensinternen Produktionsnetzwerks vermehrt in den Blickpunkt. In Kooperation mit einem Unternehmen wurde ein hierarchisches Planungsverfahren, das den Anforderungen an die Planung einer global verteilten Produktion gerecht wird, entwickelt. Dabei ist die betrachtete Gesamtplanungsaufgabe die optimale Dimensionierung des aus den Standorten und ihren leistungswirtschaftlichen Beziehungen bestehenden Produktionsnetzwerks. Die Gesamtplanungsaufgabe wird anhand der zeitlichen Reichweite der Entscheidungen, des Planungsgegenstandes und der Entscheidungsebenen des Unternehmens in vier Teilaufgaben gegliedert.
Die identifizierten Teilaufgaben werden jeweils durch ihre Vorereignisse, ihre Nachereignisse und die zu realisierenden Formal- und Sachziele definiert. Des Weiteren werden die Anforderungen an die umzusetzenden Verfahren und an das Zusammenspiel der einzelnen Planungsebenen festgelegt. Die Umsetzung dieser Anforderungen erfolgt durch die formale Abbildung der Teilaufgaben als mathematische Optimierungsmodelle. Diese werden durch geeignete Koordinationsprozesse zu einem hierarchischen Gesamtprozess verbunden. Dieses hierarchische Planungskonzept wurde in einem Softwareprototyp umgesetzt und anhand von Fallbeispielen aus der Praxis evaluiert.

Daniel Brodkorb

Two-Level Capacitated Lot Sizing in Production Control to Guarantee Availability, Considering Multidimensional Restrictions

Die Lieferfähigkeit entwickelt sich zu einem der wichtigsten Wettbewerbsfaktoren für produzierende Unternehmen. Dynamische Parameteränderungen, wie Bedarfsanpassungen oder Störungen, führen insbesondere bei Engpassanlagen zu Problemen und beeinträchtigen den gesamten Produktionsprozess. Die Vielschichtigkeit technischer und organisatorischer Restriktionen als auch komplizierte Kostenstrukturen erschweren die manuelle Planung. Intelligente Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme, die in der Lage sind in variantenreichen Produktionsumgebungen schnell auf Ereignisse zu reagieren, Unterstützung bei komplexen Entscheidungen zu geben und dabei alle relevanten Restriktionen, Parameter und Kosten zu berücksichtigen, gewinnen an Bedeutung. Die Arbeit beschäftigt sich mit der rechnerunterstützten Erzeugung von kostenoptimalen Losgrößen- und Reihenfolgeplänen im Rahmen der Produktionssteuerung zur Verbesserung der Lieferfähigkeit unter Berücksichtigung multidimensionaler Restriktionen. Durch Bedarfs- und Prozessunsicherheit ist eine Detailplanung für einen langen Zeitraum nicht sinnvoll. Deshalb wird in der vorgestellten Planungsmethode der relevante Horizont unterteilt und Entscheidungen unterschiedlichen Detaillierungsgrades getroffen. Etablierte Optimierungsmodelle dienen als Grundlage für die Planungsmethode und werden um zahlreiche praxisrelevante Aspekte erweitert. Außerdem wird eine Methode zur Reduktion negativer Nebeneffekte der rollierenden Planung vorgestellt. Zusätzlich zu Produktionsplänen werden durch die Methode Werkzeuginventarhaltungspläne, Rohmaterialbeschaffungspläne und Ladungsträgerpläne generiert. Im Praxiseinsatz konnten mit Hilfe der entwickelten Methoden Kosteneinsparungen von 15% realisiert werden.

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, Conferences, Seminars

ICPR 2010

Die International Conference on Production Research (ICPR) ist eine der führenden Veranstaltungen auf dem Gebiet der Produkt- und Prozessinnovation. Mit dem Schwerpunkt „Innovation in Product and Production“ fand sie dieses Jahr vom 31. Juli bis 4. August in Stuttgart statt. In die Organisation der Tagung eingebunden war die Fachgruppe „Wirtschaftsinformatik, insb. CIM“ des Heinz Nixdorf Instituts, um zu ihrem Forschungsschwerpunkt „Robuste Optimierung der Produktion“ eine Session zu übernehmen.

Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, Prizes, Awards

Dr. Christoph Laroque vertritt Lehrstuhl für Modellierung & Simulation an der TU Dresden

Im Wintersemester 2011/12 vertritt Dr. Christoph Laroque, den Lehrstuhl für Modellierung und Simulation im Institut für Angewandte Informatik an der Technischen Universität Dresden. Ziel der Professur ist die Untersuchung und Entwicklung von Methoden zur Leistungsbewertung komplexer dynamischer Systeme, die durch zufällige Ereignisse ständig ihren Zustand verändern.

DFG genehmigt Habilitationsvorhaben für Dr. Daniel Huber – Einsatz hybrider Simulation bei der Vereinfachung von Materialflussmodellen

Dr. Huber hat in seiner Dissertation ein Verfahren zur automatisierten und nach Komplexität und Verhaltensabweichung geregelten Vereinfachung von Materialflussmodellen erstellt. Dieses Verfahren soll im jetzt genehmigten Forschungsprojekt wesentlich verbessert werden. Dr. Huber will dieses Ziel durch den Einsatz der hybriden Simulation erreichen und das vereinfachte

diskrete ereignisorientierte Modell mit kontinuierlichen Modellen koppeln.

Weitere Funktionen Additional Functions

- Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Spin-Offs Spin-Offs

reRequire consultants GmbH

Die reRequire consultants GmbH aus Paderborn ist ein Beratungshaus für kleine und mittlere Produktionsunternehmen mit Sitz in Ostwestfalen-Lippe. Mit spezifischen Dienstleistungen unterstützt reRequire bei der Optimierung von Materialflussprozessen, Logistikprozessen und Produktionsprozessen sowie bei der Erreichung einer optimalen Kostenkontrolle und –Transparenz im Auftragsdurchlauf.

www.require-consultants.de

Taktiq GmbH & Co KG

Motiviert durch die Beobachtung, dass heutige Produktionssysteme immer komplexer und schwerer planbar werden, wurde die TAKTIQ GmbH & Co. KG als Ausgründung der Universität Paderborn ins Leben gerufen. Als Spezialisten für innovative Planungs- und Analyseverfahren machen wir diese zunehmende Komplexität in Produktions- und Logistiksystemen beherrschbar. Dabei greifen wir auf moderne und wissenschaftlich fundierte Methoden zurück, um Kosten zu senken, Kapazitäten zu schaffen und Produktionsabläufe robust und transparent zu gestalten. Die andauernde Kooperation mit dem Heinz Nixdorf Institut sichert für unsere Kunden den Einsatz von Methoden und Konzepten auf dem aktuellen Stand der Technik.

www.taktiq.de

Aktuelle Forschungsprojekte Current Research Projects

Online-Optimierung bei Discrete Lotsizing Produktion und rollierendem Horizont

Eine Produktionsplanung kann niemals auf alle zukünftigen Bedarfe zugreifen – bekannt ist nur ein bestimmter Ausschnitt aus der Zukunft, der Planungshorizont. Wenn damit eine Planung die Produktion schon nicht optimal ausrichten kann, so sollten doch keine Sachverhalte geschaffen werden, die für eine zukünftige Produktion als zusätzliche Erschwernisse angesehen werden müssen. Handlungsmaxime muss daher sein: Unabhängig davon, wie die Zukunft aussieht und was in ihr passieren wird, wird die Güte der Planung eine gewisse Grenze nicht unterschreiten. Derartige Fragestellungen behandelt die Online-Optimierung, die im Gegensatz zur Offline-Optimierung eben das Optimum nicht kennt, dafür aber das Einhalten gewisser Schranken unabhängig vom zukünftigen Geschehen garantiert.

NRW Graduate School „Graduate School of Dynamic Intelligent Systems“ Prognose für die Online Optimierung bei Discrete Lotsizing Produktion.

Eine Online-Optimierung ist umso erfolgreicher, je besser die Zukunft beschrieben werden kann. Dabei geht es weniger um zukünftige Bedarfe, als um die Sichtbarkeit von Ausnahmen. Da uns derartige Informationen vom Kunden zu spät, nicht oder nicht vollständig zugänglich gemacht werden, wollen wir die Vergangenheit auf mögliche Erklärungsmuster hin durchsuchen und so rechtzeitig auf Unregelmäßigkeiten hinweisen.

Geregelte Vereinfachung von Modellen in der Materialfluss-Simulation

In letzter Zeit besteht die Tendenz immer größere und detailliertere Modelle zu erstellen. Die Modellvereinfachung ist eine Möglichkeit die Laufzeit zu verbessern. Eine wesentliche Randbedingung ist, dass sich

das Verhalten des erzeugten Modells nicht signifikant von dem Ausgangsmodell unterscheidet. Um zu erreichen, dass die Vorgabewerte für Komplexität und Verhaltensabweichung eingehalten werden, ist deshalb die Vereinfachung in diesem Projekt in einen Regelkreis eingebettet.

Grundlagen einer Produktionstheorie

Im Mittelpunkt der Produktionstheorie steht die Produktivitätsbeziehung zwischen dem Faktoreinsatz und der Ausbringung in Raum und Zeit. Eine aktiv orientierte Produktionstheorie entwickelt formalwissenschaftliche Konstruktionen und zugehörige Theorien und schlägt diese als Denkgrundlagen für die Konstruktion von Produktionseinrichtungen oder Prozessen bzw. deren Modellen vor. Hier geht es darum, möglichst „vernünftige“ Konstruktionen auszuführen und zugehörige „vernünftige“ Theorien aufzustellen, für deren Anwendung bei der Konstruktion von Produktionseinrichtungen und Prozessen bzw. deren Modellen gute Chancen vorhanden sind.

DFG-Projekt MMEAs „Modellbasierte Methode zur echtzeitnahen Adaption und Steuerung von Distributionssystemen“

Der Dynamisierung der Märkte und Marktbedarfe kann nur mit einer Dynamisierung der Prozesse und Strukturen begegnet werden. Zu dieser Problematik soll auf zwei Ebenen geforscht werden. Auf der Ebene der Netzwerkadaptivität soll eine modellbasierte Methode zur belastungsorientierten Adaption von Distributionssystemen entwickelt werden, die den situativ gestellten Anforderungen mit einer dynamischen Anpassung des Systems begegnet. Auf der Steuerungsebene soll für den einzelnen Distributionsknoten eine wissensbasierte Methode zur ereignisorientierten und adaptiven Steuerung des intralogistischen Materialflusses erarbeitet werden.

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): SFB 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“, Teilprojekt A2 „Verhaltensorientierte Selbstoptimierung“

Ziel ist die Erarbeitung einer verhaltensorientierten Selbstoptimierung. Sie passt das Systemverhalten eines mechatronischen Systems an die Umweltbedingungen an, ohne dabei auf explizite Modelle zurückzugreifen.

Ziel 2-Projekt „Leitstand 2012“ im Rahmen des Wettbewerbs Produktion.NRW

Ziel des Projektes ist mittels eines neuartigen, unternehmensübergreifenden Servicekonzeptes und dem Einsatz innovativer I&K-Technologien messbare Mehrwerte für KMU zu schaffen und Kompetenzen aufzubauen, um Produktionskosten zu senken und die Produktivität bei gleichen Rahmenbedingungen zu verbessern.

Interdisziplinäres Kooperationsprojekt „Neue Bahntechnik Paderborn“

Hier verifiziert die Fachgruppe u. a. ein agentenbasiertes, völlig verteiltes Betriebskonzept für einen zielreinen Bedarfsverkehr, erarbeitet Konzepte zur Leittechnik und ziel-spezifische Migrationsstrategien.

Aktuelle Industriekooperationen Current Industry Cooperations

Mehrstufige und multikriterielle Entscheidungsunterstützung bei der Entwicklung von Technologien und Prozessen zur Fertigung automobiler Leichtbaukomponenten dargestellt an den Fallbeispielen einer Inline-Lackierung von Kunststoff-Außenhautmodulen sowie einer automatisierten CFK-Komponentenfertigung, Praxiskooperation mit der Daimler AG

Die Daimler AG versucht in diesem Projekt erstmals, wirklich vergleichbare Alternativen miteinander zu vergleichen, in dem alle Alternativen auf den Stand eines Pflichten-

heftes antizipiert werden: Für jede Anforderung, die nicht erfüllt ist, wird eine Lösung konzipiert und wirtschaftlich bewertet, mit der der geforderte technische Stand erreicht und die bestehende technologische Lücke geschlossen wird. Anschließend erfolgt eine computerbasierte Bewertung. Wir hoffen, damit endlich Äpfel mit Äpfeln vergleichen zu können, aber auch Übererfüllungen und Zusatzleistungen als das charakterisieren zu können, was sie wirklich sind: Unnötig ausgegebenes Geld.

Two-Level Lotsizing and Scheduling in der Automobilindustrie, Praxiskooperation mit Keiper GmbH & Co. KG

In einem Kooperationsprojekt mit der Firma Keiper wird eine Methode entwickelt, die unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Nebenbedingungen kostenoptimale Produktionspläne für den operativen Zeithorizont erzeugt. Ergebnisse sind Schichtpläne, Losgrößen und Produktionstermine. Das entwickelte Verfahren kombiniert die bekannten Optimierungsmodelle CLSP und DLSP. Etablierte Optimierungssoftware zur Lösung von gemischt-ganzzahligen Optimierungsmodellen reduziert den Entwicklungs-, Implementierungs- und Integrationsaufwand.

Koordination der Planungsprozesse in der Automobilzulieferindustrie, Praxiskooperation TRW Automotive

In Kooperation mit der TRW Automotive wird ein neuartiger Ansatz zur Planung der Fertigungsprozesse erarbeitet. Durch Anwendung exakter Optimierungsverfahren werden innerhalb eines Planungshorizontes von zwei Monaten die Produktionskapazitäten des gesamten Werkes geplant, sowie eine optimale Produktionssequenzierung ermittelt. Eine Parametrisierung der Zielfunktion ermöglicht es dem Verfahren, Ergebnisse mit unterschiedlicher Güte zu finden. So kann eine rein kostenbasierte Planung erfolgen, es ist aber auch möglich mit priorisierten Vorgaben zu planen, auch wenn diese nicht

notwendigerweise kostenoptimal sind. Zusätzlich zur Bestimmung der Produktionskapazitäten beinhaltet der Planungsansatz auch die Gewährleistung der Material- und Personalverfügbarkeit, um das ermittelte Produktionsprogramm erfüllen zu können.

Hierarchische Dimensionierung, Praxiskooperation mit der Knorr Bremse AG

Die Entwicklungen auf dem Schienenfahrzeugmarkt sind geprägt durch eine zunehmende Globalisierung sowie Konsolidierungen unter den Subsystemanbietern. In diesem Zusammenhang spielt die Erschließung neuer Märkte mit einem großen Marktwachstum eine bedeutende Rolle. Dies führt zu einer Erweiterung der Produktvielfalt, z. B. durch länderspezifische Produktvarianten, sowie immer komplexere logistische Abhängigkeiten zwischen den global verteilten Produktionsstandorten. Durch diese Veränderungen werden die Planung der einzelnen Produktionsstandorte und ihre genaue Abstimmung aufeinander immer wichtiger. Die Gesamtplanungsaufgabe ist die optimale Dimensionierung des aus den Standorten und ihren leistungswirtschaftlichen Beziehungen bestehenden Produktionsnetzwerks. Sie wird anhand der zeitlichen Reichweite der Entscheidungen, des Planungsgegenstandes und der Entscheidungsebenen des Unternehmens in vier Teilaufgaben gegliedert.

Mehrzieloptimierung in Multiprojekt-Liefernetzwerken unter Material-, Personal- und Kapitalrestriktionen, Praxiskooperation mit der Knorr Bremse AG

In Kooperation mit einem führenden Maschinenbauunternehmen wollen wir an einem konkreten Beispiel den gordischen Knoten des Ablaufplanungsdilemmas durchschlagen. Das Unternehmen stellt Komponenten für Schienenfahrzeuge her. Dabei sind Standardprodukte in Lieferzeiten beim Kunden bereitzustellen, die im Minimalfall fünf Tage betragen. Das andere Extrem bildet die langfristig terminierte Ausrüstung ganzer Züge.

Dieses an sich schon komplexe Geschäft wird von einem After-Sales-Geschäft überlagert, das die Ersatzteilverfügbarkeit auch noch in 30 Jahren innerhalb kürzester Fristen garantiert. Wir wollen diese Aufgabenstellung mit einer Mehrzieloptimierung angehen, die die Ziele Liefertreue, Lieferfähigkeit und Lieferservice unter Material-, Personal- und Kapitalrestriktionen verfolgt.

Emerging Markets SCM Optimization, Cooperation with Freudenberg Haushaltsprodukte KG

Freudenberg Haushaltsprodukte KG (FHP), the global leader in the mechanical cleaning utensil's market with worldwide manufacturing and selling companies, needs to upgrade its Product Supply Chain for the MENA (Middle East/North Africa) Region based on future growth and changes of economic and environmental conditions. Though the current focus is on MENA, sooner or later similar questions will come up in other (emerging) regions as well. Thus FHP strives for a more generic approach on how to optimize supply chains (including setting up production locations) in emerging/established markets.

An Optimised Automated Cargo Terminal, Cooperation with Lödige Industries GmbH

Over the past 30 years, Lödige has installed over 12 Mio. tons/annum air cargo handling capacity. Experience has shown that fully automated systems are the most efficient way to handle freight volumes exceeding 500.000 tons/annum. This efficiency has however never been quantified. From January 2012 onwards, Lödige will be maintaining and operating on behalf of Qatar Airways the Cargo Terminal at the New Doha International Airport. For the first time in the company's history, Lödige will be able to influence the operation to optimize freight handling. The supporting software systems will be adapted in order to facilitate the processes.

Neue Produkte zur Lagerung von Ersatzteilen von Flugzeugen, Praxiskooperation mit der Lödige Industries GmbH

Über die nächsten 20 Jahre wird eine Verdopplung der weltweiten Flugzeugflotte erwartet. Der Bedarf an Kapazität für Wartung wächst proportional. Für die Lödige Gruppe stellt sich die Frage welche Produkte dieses Wachstum begleiten können. Dazu soll in einer Kooperation mit dem Heinz Nixdorf Institut ein Verständnis für den zukünftigen Bedarf an Technik- und Prozess Know-how und die Integration in die EDV-Systeme der Airlines entwickelt werden.

Wissenschaftliche Kooperationen Scientific Cooperations

TU Wien

Auch 2011 wurde die Kooperation mit der Universität Wien intensiv fortgesetzt. Äußerlich sichtbar wird dies in der Gastprofessur, die Prof. W. Dangelmaier auch in diesem Jahr wahrgenommen. Eine stetig zunehmende Hörerzahl beweist die Attraktivität dieser Veranstaltung.

TU Dresden

Die Kooperation mit der TU Dresden hat dieses Jahr eine völlig neue Qualität erreicht: Dr. C. Laroque wurde mit einer Lehrstuhlvertretung beauftragt.

INESC Porto, Portugal

Zusammen mit INESC wollen wir in die Beantragung weiterer EU-Projekte eintreten.

ETH Zürich

Die Zusammenarbeit mit Prof. K. Wegener hat sich bis jetzt so stabil erwiesen, dass wir demnächst eine weitere Intensivierung anstreben wollen.

Produktentstehung

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Publikationen Publications

Anacker, H.; Dorociak, R.; Dumitrescu, R.; Gausemeier, J.: Integrated Tool-Based Approach for the Conceptual Design of Advance Mechatronic Systems. In: Proceedings of 2011 IEEE International Systems Conference, 4–7 April 2011, Montreal, Quebec, Canada, 2011

Bauer, F.; Dettmer, D.; Gausemeier, J.: Feature-based component description for functional graded parts. Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability. In: Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2011), 2–5 October 2011, Montreal, Canada, 2011

Bauer, F.; Anacker, H.; Gaukster, T.; Gausemeier, J.; Just, V.: Analyzing the Dynamic Behavior of Mechatronic Systems within the Conceptual Design. In: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED'11), 15–18 August 2011, Kobenhavn, Denmark, 2011

Berssenbrügge, J.; Grafe, M.; Fan, X.; He, Q.: Prototyping Platform for Interactive Analysis of Vehicle Components. In: World Congress on Engineering and Technology, 2011 World Congress on Engineering and Technology (CET), 28 Oktober – 2 November 2011, IEEE Press, Shanghai, China, , 2011, S. 177–180

Brökelman, J.; Gausemeier, J.; Gausemeier, P.; Seliger, G.: Method for integrated Development of Production System Combination. In: Proceedings of the 9th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 28–30 September 2011, St. Petersburg, Russia, 2011

Dorociak, R.; Gausemeier, J.: Absicherung der Zuverlässigkeit komplexer mechatronischer Systeme auf Basis der domänenüber-

greifenden Prinziplösung. In: 25. Fachtagung Technische Zuverlässigkeit 2011, Entwicklung und Betrieb zuverlässiger Produkte, 11.–12. Mai 2011, VDI-Berichte 2146, Leonberg, 2011

Dorociak, R.; Tschirner, C.: Modellbasiertes Systems Engineering als Schlüssel zu einer ganzheitlichen Produktentstehung. In: Konstruktion, Ausgabe 3/2011, Springer Verlag, Berlin, 2011

Dorociak, R.; Tschirner, C.: Systems Engineering als Schlüssel zu einer ganzheitlichen Produktentstehung. In: ZWF, Zeitschrift für wirtschaftliche Fabrikplanung, Ausgabe 4/2011, Carl Hanser Verlag, München, 2011

Echterhoff, N.; Kokoschka, M.: Die Zukunft vorausdenken – Additive Fertigungsverfahren in der Luftfahrt. In: Elektronischer Tagungsband der Rapid.Tech 2011, 24.–25. Mai 2011, Erfurt, 2011

Franke, J.; Gausemeier, J.; Goth, C.; Dumitrescu, R.: MID-Studie 2011. Markt- und Technologieanalyse. Forschungsvereinigung 3-D MID e.V., Erlangen, 2011

Gausemeier, J.; Buschjost, O.; Lehner, M.: The Future of Cable Testing Ensuring a Secure Global Power Grid. In: Proceedings of IAMOT 2011, 20th International Conference for the International Association of Management of Technology, 10–14 April 2011, Miami Beach, Florida, USA, 2011

Gausemeier, J.; Gaukster, T.; Dorociak, R.: Integrierte Entwicklungsumgebung für die Konzipierung mechatronischer Systeme. In: Mechatronik 2011, 31. März – 1. April 2011, Dresden, 2011

Gausemeier, J.; Echterhoff, N.; Kokoschka, M.: Direct Manufacturing – Innovative Fertigungsverfahren für die Produkte von morgen. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau

und Technologieplanung. 7. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 24.–25. November 2011, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 300, Paderborn, 2011

Gausemeier, J.; Echterhoff, N.; Peter, S.; Reymann, F.: Retropolation of Scenarios – Bridging the Gap between Foresight and Strategic Planning. In: Proceedings of the ISPIIM Symposium, 29 November – 2 Dezember 2011, Wellington, New Zealand, 2011

Gausemeier, J.: Zukunftsszenarien in der Retrospektive – was bringt die Szenario-Technik tatsächlich? Konstruktion Mai 5-2011

Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Kahl, S.; Nordsiek, D.: Integrative development of product and production system for mechatronic products. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 27 (2011), pp. 772–778

Gausemeier, J.; Dumitrescu, R.; Tschirner, C.; Stille, K. S.: Modellbasierte Konzipierung eines hybriden Energiespeichersystems für ein autonomes Schienenfahrzeug. In: Maurer, M.; Schulze, S.-O. (Hrsg.) Tag des Systems Engineering, Hamburg, 9.–11. November 2011, Carl Hanser Verlag, 2011

Gausemeier, J.; Grafe, M.; Meyer auf der Heide, F. (Hrsg.): 10. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, 19.–20. Mai 2011, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 295, Paderborn, 2011

Gausemeier, J.; Schäfer, W.; Anacker, H.; Bauer, F.; Dziwok, S.: Einsatz semantischer Technologien im Entwurf mechatronischer Systeme. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W.; Trächtler, A.: (Hrsg.): 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme, 19.–20. Mai 2011, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 294, Paderborn, 2011

Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W.; Trächtler, A.: (Hrsg.): 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme, 19.–20. Mai 2011, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 294, Paderborn, 2011

Gausemeier, J. (Edt.), Echterhoff, N.; Kokoschka, M.; Wall, M.: Thinking ahead the Future of Additive Manufacturing – Analysis of promising Industries. Study for the Direct Manufacturing Research Center, 2011

Gausemeier, J.; Schierbaum, T.; Dumitrescu, R.; Herbrechtsmeier, S.; Jungmann, A.: Miniature Robot BeBot: Mechatronic Test Platform for Self-X Properties. In: Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 2011, 26–29 July 2011, Caparica, Lisbon, Portugal, 2011

Günthner, W.; Köster, O.; Oldendorf, C.: Technische Schutzmaßnahmen gegen Produktpiraterie. In: Freimuth, J.; Krieg, R.; Luo, M.; Müller, C.; Schädler, M. (Hrsg.): Geistiges Eigentum in China – Neuere Entwicklungen und praktische Ansätze für den Schutz und Austausch von Wissen. Gabler Research, 2011

Grote, A.-C.; Lehner, M.; Reymann, F.: Wild Cards in Strategic Foresight – Dealing with the Unthinkable in the Scenario Technique. In: Proceedings of the 61st IIE (Institute of Industrial Engineers) Annual Conference, Industrial Engineering Research Conference (IERC) 2011, 21–25 May 2011, Reno, Nevada, USA, 2011

Köster, O.; Kokoschka, M.: Präventiver Produktschutz jenseits juristischer Maßnahmen. VDMA Nachrichten, Ausgabe 1/2011. Frankfurt am Main, 2011

Köster, O.; Peitz, C.: Stakeholder-Analyse in der Szenario-Technik – Entwicklung von Strategien für die zivile Luftfahrtindustrie unter

Berücksichtigung relevanter Anspruchsgruppen. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): 7. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 24. und 25. November 2011, Berlin, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 300, Paderborn, 2011

Kreft, S.; Gausemeier, J.; Grafe, M.; Hassan, B.: Automated Generation of Roadways based on Geographic Information Systems. In: Proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, 28–31 August 2011, Washington DC, USA, 2011

Kreft, S.; Gausemeier, J.; Grafe, M.; Hassan, B.: Automatisierte Trassierung virtueller Straßen auf Basis von Geo-Informationssystemen. In: Gausemeier, J.; Grafe, M.; Meyer auf der Heide, F. (Hrsg.): 10. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, 19.–20. Mai 2011, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 295, Paderborn, 2011

Kreft, S.; Waßmann, H.: Virtual Prototyping – Ingenieure entwickeln mit Virtueller Realität. In: Marco Hemmerling (Hrsg.): Augmented Reality – Mensch, Raum und Virtualität, Wilhelm Fink Verlag, München, ISBN 978-3-7705-5254-2, 2011

Olbrich, R.; Brandis, R.: Methode zur frühzeitigen Ableitung von Fertigungsprozessen für Blechbauteile. In: Gausemeier, J.; Rammig, F.; Schäfer, W.; Trächtler, A.: (Hrsg.): 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme, 19.–20. Mai 2011, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 294, Paderborn, 2011

Radkowski, R.; Gausemeier, J.: Autonomous Visualization Agents to Enhance the Analysis of Virtual Prototypes. In: Proceedings of the 18th International Conference on Enginee-

ring Design (ICED'11), 15–18 August 2011, Copenhagen, Denmark, 2011

Radkowski, R.; Hilus, M.: Unified Modeling Language to Enhance the Specification of Discrete Event Systems for Virtual Reality Applications. In: Proceedings of the ASME 2011 World Conference on Innovative Virtual Reality, WINVR2010, 27–29 June 2011, Milan, Italy, 2011

Radkowski, R.; Weidemann, F.: Semantic Web-Techniques and Software Agents for the Automatic Integration of Virtual Prototypes. In: Proceedings of 14th International Conference on Human-Computer Interaction HCI 2011, 9–14 July 2011, Orlando, Florida, 2011

Radkowski, R.; Stritzke, C.: Interaktive Augmented Reality-Anwendungen mit Microsoft Kinect. In: Schenk, M. (Hrsg.): 14. IFF-Wissenschaftstage, Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme, 28.–30. Juni 2011, Magdeburg, 2011

Radkowski, R.; Stritzke, C.: Comparison between 2D and 3D Hand Gesture Interaction for Augmented Reality Applications. In: Proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2010, 28–31 August 2011, Washington, DC, USA, 2011

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, Conferences, Seminars

Seminarreihe „Virtual Prototyping und Simulation“

In Kooperation mit dem OWL ViProSim e.V. wurden im Laufe des Jahres sieben Industrieseminare zum Einsatz von Methoden und Werkzeugen des Virtual Prototyping und der Simulation im industriellen Produktentste-

hungsprozess durchgeführt. Themenschwerpunkte waren der Einsatz von 3D-Daten im Marketing und Vertrieb, VPS in der Mechatronikentwicklung und der Produktionsplanung. 28. Januar 2011, 18. Februar 2011, 18. März 2011, Heinz Nixdorf Institut

Seminarreihe „ERFA – Erfahrungsaustausch mit dem VDMA und TransMechatronic“

Zusammen mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) hat das Heinz Nixdorf Institut im Rahmen des Projekts „TransMechatronic“ mehrere Seminare zum Transfer von Forschungswissen in die Praxis durchgeführt. Schwerpunkt der Seminare waren die Ergebnisse des BMBF-geförderten Projektclusters „Zuverlässigere mechatronische Systeme“. Neben Vorträgen, und Diskussionsrunden wurden in den gutbesuchten Veranstaltungen v. a. auch neue Software-Werkzeuge zur Unterstützung der Entwicklung vorgestellt und getestet, so z. B. der Mechatronic Modeller. 10. Februar 2011, Berlin
13. April 2011, Denkendorf bei Stuttgart
7. Juni 2011, Paderborn

Hannover Messe 2011

Über 6 500 Aussteller aus 65 Ländern waren auf der Hannover Messe 2011 vertreten. Seit über 60 Jahren ist sie der führende Marktplatz für wegweisende Technologien, Werkstoffe und Ideen. Schwerpunkt der diesjährigen Veranstaltung waren die Themen Energieeffizienz, Elektromobilität, Automation und industrielle Zulieferung. Die mehr als 230 000 Besucher haben einen branchenübergreifenden Einblick erfahren. Das Heinz Nixdorf Institut war auf dem Gemeinschaftsstand der Region vertreten. Unter der Überschrift it's OWL – Intelligente Technische Systeme aus OstWestfalenLippe zeigte die Region, was sie in Sachen Spitzentechnologie leistet. Als Teil dieses Ensembles präsentierte die Fachgruppe den am Heinz Nixdorf Institut entwickelten Miniaturroboter, den Mechatronic Modeller und war

Ansprechpartner für alle Fragen rund um die „Zukunftsmeile Fürstenallee“.
4. – 8. April 2011, Hannover

SMT 2011

Auf dem Gemeinschaftsstand des Netzwerkes 3-D MID war das Heinz Nixdorf Institut neben 15 weiteren Unternehmen und Instituten vertreten. Die Aussteller gaben einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der MID-Technik und zeigten neueste Serienapplikationen. Die Aussteller bildeten dabei die gesamte Wertschöpfungskette ab – vom Ausgangsmaterial, Werkzeugbau und Spritzguss, über Bestückung und Montage bis hin zu fertigen MID-Systemen.
3. – 5. Mai 2011, Nürnberg

Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme 2011

Am 19. und 20. Mai 2011 veranstaltete das Heinz Nixdorf Institut erstmals das Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme 2011. Die neue Veranstaltungsform rückt dabei die etablierten Workshops „Entwurf mechatronischer Systeme“ sowie „Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung“ unter ein gemeinsames Dach. Der Workshop EMS fand zum achten Mal statt. Der Workshop AR&VR jährte sich zum zehnten Mal. Das zweitägige Forum richtet sich an Fachleute aus der Industrie und Forschungsinstituten, die sich maßgeblich mit der Entwicklung hochkomplexer technischer Erzeugnisse befassen. Zentrale Themen der diesjährigen Veranstaltung waren neue Methoden des Entwurfs mechatronischer Systeme sowie der Einsatz moderner Simulations- und Visualisierungstechniken im Kontext der Produkt- und Produktionssystementwicklung. Im Zusammenspiel mit der begleitenden Fachausstellung bot die Veranstaltung ein Forum zur Diskussion und zum Erfahrungsaustausch.
19. – 20. Mai 2011, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn

Mechatronik-Marktplatz

In Kooperation mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) hat das Heinz Nixdorf Institut die Veranstaltung „Mechatronik-Marktplatz“ durchgeführt: Über 80 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft haben sich hier anhand von Praxisbeispielen über den aktuellen Leistungsstand im Bereich der Entwicklung mechatronischer Systeme informiert und in gemeinsamen Workshops neue Methoden und Software-Werkzeuge getestet und diskutiert. Die Fachgruppe stellte das Transferprojekt TransMechatronic und die Verbundprojekte InZuMech und VireS vor. Darüber hinaus wurde ein Workshop zur Modellierung mechatronischer Systeme mit der Spezifikationstechnik CONSENS und dem Mechatronic Modeller angeboten. Prof. J. Gausemeier hielt einen Impulsvortrag mit dem Titel „Maschinenbau braucht Systems Engineering“.
28. Juni 2011, Frankfurt

5. VPS-Fachtagung „Virtual Prototyping & Simulation in der Praxis“

Zur jährlichen Fachtagung des Kompetenznetzwerks OWL ViProSim e.V. trafen sich über 80 Fach- und Führungskräfte aus der Region Ostwestfalen-Lippe. Anhand von zahlreichen Praxisbeispielen wurde der aktuelle Stand der Technik beim Einsatz virtueller Prototypen in der Produkt- und Prozessentwicklung vorgestellt.
13. September 2011, Heinz Nixdorf MuseumsForum, Paderborn

Erste Tagung der WiGeP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung

Die erste Tagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (kurz: WiGeP) fand auf Einladung von Prof. J. Gausemeier und Prof. D. Zimmer in Paderborn statt. Die WiGeP entstand aus der Verschmelzung der beiden Gesellschaften Berliner Kreises – Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V. und der WGMK

(Wissenschaftliche Gesellschaft für Maschinenelemente, Konstruktionstechnik und Produktentwicklung). In freundschaftlichem Umfeld wurden fachliche Diskussionen im Bereich der Produktentwicklung geführt.
29. – 30. September 2011, Paderborn

Forum Maschinenbau FMB 2011

Die FMB ist die Innovationsmesse für die Zulieferer des Maschinenbaus in Ostwestfalen-Lippe. Mehr als 400 Aussteller aus allen maschinenbaurelevanten Produktgruppen zeigen ihre innovativen Produkte und Konzepte. Auf dem Stand des OWL-ViProSim e.V. stellte die Fachgruppe innovative Lösungen für den Virtuellen Design Review von Maschinen und Anlagen sowie das Projekt VPS-Benchmark vor.
9. – 11. November 2011, Bad Salzuflen

Tag des Systems Engineering 2011

Der Tag des Systems Engineering (TdSE) ist die größte deutschsprachige Konferenz rund um das Themengebiet Systems Engineering und wird jährlich durch die Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE) veranstaltet. Hier treffen sich Industrieanwender und Wissenschaftler, diskutieren den aktuellen Leistungsstand des Systems Engineerings und entwickeln in Tutorials und Vorträgen gemeinsam die Methoden und Prozesse des Systems Engineerings weiter. Die Fachgruppe war mit einem Fachvortrag vertreten und stellte die am Heinz Nixdorf Institut entwickelte Spezifikationstechnik CONSENS anhand eines Forschungsdemonstrators vor. Prof. J. Gausemeier unterstützt den TdSE durch sein Engagement im Programmkomitee. Der TdSE 2012 findet in Paderborn statt.
9. – 12. November 2011, Hamburg

Sitzung des Präsidiums von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Am 15. und 16. November 2011 tagte das Präsidium von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften auf Einladung von Prof. J. Gausemeier erstmalig am

Heinz Nixdorf Institut. acatech vertritt die Interessen der deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland. Das Präsidium steuert die Akademie. Gegenstand der Sitzung war u. a. die Ausgestaltung der zukünftigen Themenschwerpunkte von acatech: 1) Bildung und Technikkommunikation, 2) Energie und Ressourcen, 3) Technologien. Abgerundet wurde die Sitzung durch ein gemeinsames Abendessen unter Teilnahme des Präsidenten der Universität Paderborn, Prof. N. Risch und Vizepräsidenten Prof. W. Schäfer.
15. – 16. November 2011, Heinz Nixdorf Institut, Paderborn

Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung – SSP 2011

Zum ersten Mal organisierte das Fraunhofer IAO gemeinsam mit dem Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design IKTD, dem Institut für Maschinenelemente IMA und dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart das Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung (SSP). Im Mittelpunkt der gutbesuchten Veranstaltung stand die Frage, wie hochwertige Produkte effizient und schnell entstehen können. Neben Impulsvorträgen von Fraunhofer-Präsident Prof. H.-J. Bullinger und VW-Vorstandsmitglied Dr. Macht hielt Prof. J. Gausemeier einen Impulsvortrag zum Thema Systems Engineering.
23. – 24. November 2011, Stuttgart

7. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung – In Kooperation mit acatech

Die Veranstaltung bietet ein jährlich stattfindendes Forum, in dem Fachleute ihre Arbeiten auf dem Gebiet der strategischen Produkt- und Technologieplanung präsentieren, zur Diskussion stellen und den Erfahrungsaustausch pflegen können. Die Veranstaltung richtet sich an Entscheidungsträger und Entscheidungsträgerinnen aus

Unternehmen, die sich mit der Gestaltung des Geschäfts von morgen befassen sowie an maßgebende Persönlichkeiten aus einschlägigen Instituten.
24. – 25. November 2011, Berlin

Schülerlabor cool.MINT

Das Schülerlabor cool.MINT bietet interdisziplinäre Experimentierkurse, um Schüler für die Themenfelder Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) zu begeistern. Beitrag der Fachgruppe sind die Module „Alles Luft“ zur Industrieautomatisierung sowie der Cyberclassroom, ein virtuelles Klassenzimmer auf Basis der VR-Technologie.
ganzjährig, Heinz Nixdorf MuseumsForum

Patente, Preise, Auszeichnungen Patents, Prizes, Awards

Das Institut für Produktivität und Qualität zeichnete Dr. Volker Brink für seine Dissertation zum Thema „Verfahren zur Entwicklung konsistenter Produkt- und Technologiestrategien“ mit dem IPQ Dissertationspreis 2011 für eine herausragende Dissertation aus dem Bereich der Kapazitätsflexibilisierung aus.

Weitere Funktionen Additional Functions

- Sprecher des 2002 eingerichteten Sonderforschungsbereiches 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“
- Mitglied des Vorstands und Geschäftsführer der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP)
- Aufsichtsratsvorsitzender der Unternehmensberatung UNITY AG
- Mitglied des Präsidiums von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Mitglied des Wissenschaftsrats

Spin-Offs Spin-Offs

FASTEC GmbH

FASTEC GmbH ist ein IT-Unternehmen mit Softwarelösungen zur Produktionsoptimierung. Mit 30 Ingenieuren, Informatikern und Fachkräften setzt sich FASTEC seit 1995 für die Optimierung von Produktionsbetrieben und deren Standortsicherung ein. www.fastec.de und www.easyOEE.de

myview systems GmbH

myview systems bietet Produkte und Dienstleistungen zur Umsetzung umfassender PIM-Lösungen für mittelständisch geprägte Unternehmen internationaler Ausrichtung an. Mit über 10 Jahren Erfahrung im Bereich der datenbankgestützter Produktkommunikation zählt myview systems zu den etablierten Anbietern von PIM-Komplettlösungen. www.myview.de

Scenario Management International AG – ScMI AG

Die ScMI AG ist eine 1998 gegründete Aktiengesellschaft für Zukunftsgestaltung und strategische Unternehmensführung. Die ScMI AG unterstützt Unternehmen und Organisationen bei der Entwicklung realistischer Zukunftsszenarien und visionärer Strategien sowie der Gestaltung und Umsetzung strategischer Führungs-, Früherkennungs- und Innovationsprozesse. www.scmi.de

Smart Mechatronics GmbH

Die Smart Mechatronics GmbH ist spezialisiert auf Entwicklungsdienstleistungen in den Bereichen Mechatronik, Elektronik und eingebettete Systeme. Als Unternehmen der UNITY-Gruppe und Spin-Off des Heinz Nixdorf Instituts der Universität Paderborn sowie der Fachhochschule Dortmund verfügt die Smart Mechatronics GmbH über einen exzellenten fachlichen Hintergrund. Als Mechatronik-Dienstleister steht Smart

Mechatronik für innovatives Ingenieurwissen, selbstständiges Arbeiten, Zuverlässigkeit und Integration der verschiedenen Fachdisziplinen in der Entwurfs- und Realisierungsphase von Entwicklungsprojekten mechatronischer Systeme. www.smartmechatronics.de

UNITY AG

UNITY ist die Managementberatung für zukunftsorientierte Unternehmensführung. Mit innovativen Prozessen und Geschäftsmodellen steigern wir die operative Exzellenz und den Unternehmenserfolg unserer Kunden nachhaltig. Seit mehr als 15 Jahren sind wir der richtige Partner für mittelständische Unternehmen und internationale Konzerne, die auch zukünftig mit herausragenden Produkten und Leistungen dem Wettbewerb einen Schritt voraus sein wollen. www.unity.de

Aktuelle Forschungsprojekte Current Research Projects

Methodik zur virtuellen Inbetriebnahme von maschinenbaulichen Anlagen auf Basis von objektorientierten Verhaltensmodellen

Ziel des Projekts ist eine Methodik zur virtuellen Inbetriebnahme von maschinenbaulichen Anlagen mit wählbarer Modellierungstiefe. Damit soll die Zeit der Modellerstellung signifikant verkürzt werden. Den Kern der Methodik bilden die Dekomposition von komplexen Anlagen und die Modellierung des Verhaltens mit variablem Abstraktionsgrad. Die Methodik wird in einer durchgängigen Entwicklungsumgebung umgesetzt. *Förderinstitution: DFG*

Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik (ENTIME)

Im Rahmen von ENTIME will die Universität Paderborn eine fachgebietsübergreifende Entwurfstechnik für mechatronische Produkte erstellen und durch die Verbindung

mit Techniken des Semantic Web für einen effektiven Austausch von Lösungswissen entlang der Branchenwertschöpfungsketten sorgen. *Förderinstitution: Land NRW*

Miniaturoboter BeBot

Der Anspruch des Heinz Nixdorf Instituts ist eine neue Schule des Entwurfs intelligenter technischer Systeme. Daher wird ein avantgardistisches Basissystem benötigt, auf dessen Grundlage sich die Applikationen von morgen entwickeln und erproben lassen. Der im Rahmen dieses Projekts entwickelte Miniaturoboter BeBot ist dieses Basissystem. Er ist Versuchsträger für Applikationen, die auf modernen Ansätzen wie Selbstoptimierung, Selbstorganisation und Selbstkoordination beruhen, sowie für den Einsatz von neuen Fertigungstechnologien wie z. B. MID (Molded Interconnect Devices).

SFB TR 30: Prozessintegrierte Herstellung funktional gradierter Strukturen auf Basis thermo-mechanisch gekoppelter Phänomene

Das Ziel des Sonderforschungsbereichs ist die Entwicklung neuer Methoden und Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mit dreidimensionalen Eigenschaftsverläufen über das Bauteilvolumen. Die sogenannte funktionale Gradierung orientiert sich dabei am jeweiligen Anforderungsprofil der geforderten Bauteilfunktion und wird prozessintegriert im Monomaterial erzeugt. Funktional gradierte Bauteile sind insbesondere für die Automobil- und Luftfahrtindustrie interessant, da sie eine zielgerichtete Anpassung der Eigenschaften in verschiedenen Bereichen einer einzelnen Bauteilstruktur ermöglichen. Die Fachgruppe ist am Teilprojekt D5 beteiligt. Ziel des Teilprojekts ist die Planungsunterstützung und Optimierung der Herstellprozesse für funktional gradierte Bauteile. *Förderinstitution: DFG*

TransferProjektMechatronik

Ziel der Maßnahme ist es, Forschungsergebnisse – insbesondere aus Verbundforschungsprojekten – breitenwirksam in die industrielle Praxis zu tragen. Hierfür werden effiziente und effektive Transfermechanismen erarbeitet und validiert. Im Mittelpunkt der Aktivitäten steht das Internetportal www.transmechatronic.de und ein interaktives Video zu den Ergebnissen des Projektclusters „Zuverlässigere mechatronische Systeme“. Darüberhinaus informiert TransMechatronic auf Messen und in individuellen Schulungen über neue Forschungsergebnisse aus dem Bereich Produktentstehung und Systems Engineering. *Förderinstitution: BMBF*

VireS – Virtuelle Synchronisation von Produktentwicklung und Produktionssystementwicklung

In dem Verbundprojekt VireS wird ein Instrumentarium zur integrativen Entwicklung von Produkt und Produktionssystem unter frühzeitiger Berücksichtigung der Aspekte Kosten und Robustheit entwickelt. Dieses besteht aus Vorgehensmodellen, Spezifikationstechniken und Bewertungswerkzeugen und wird in vier anspruchsvollen Innovationsprojekten erprobt. Es soll den Entwickler unterstützen, robustere Produkte schneller und kostengünstiger zu entwickeln und zu produzieren. *Förderinstitution: BMBF*

SFB 614: Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus

Ziel ist, die Grundlagen und Potentiale der Selbstoptimierung zu erforschen, sie anhand eines Demonstrators zu verifizieren und deren Entwicklung durch eine umfassende Entwicklungsmethodik zu unterstützen. Die Fachgruppe ist an folgenden Teilprojekten maßgeblich beteiligt: TP A2: Verhaltensorientierte Selbstoptimierung; TP B2: Ent-

wurfsmethodik; TP B3: Virtual Prototyping, TP K Koordination. *Förderinstitution: DFG*

Opportunities and Barriers of Direct Manufacturing Technologies for Aerospace Industry and Adapted Others

Goal of the project is a study lining out future chances and risks of Additive Manufacturing technologies in promising industries. Using the scenario technique, future developments of success promising industries and ideas of tomorrow's competition are anticipated. Based on these future scenarios, chances and risks for the application of Additive Manufacturing Technologies are deduced. A strategic planning for the application of Additive Manufacturing allows technology providers to fulfill customer demands optimally with the right products and at the right time. *Funding institutions: State of NRW, Direct Manufacturing Research Center (DMRC)*

Vorausdenken und Bewerten von Technik-zukünften

Im Rahmen des Projekts werden Möglichkeiten und Grenzen technikbezogener Zukunftsvorstellungen ausgelotet und aus der Analyse Orientierung für einen rationalen Umgang mit ihnen erarbeitet. Dazu werden das Zustandekommen, die Bewertung von und der Umgang mit Technikzukünften analysiert. Ziel des Projekts ist ein Positionspapier, das acatech bei zukunftsorientierten Aktivitäten als Richtschnur dienen kann. *Förderinstitution: acatech*

Markt- und Wettbewerbsstrategien des MRO-Betriebs (MaWeS)

Ziel des Projektes sind auf Grundlagen von Szenarien zur Zukunft des MRO-Betriebes im Luftfahrtumfeld entwickelte Strategien und daraus abgeleitete Maßnahmen, mit denen Erfolgspotentiale der Zukunft ausgeschöpft und möglichen Bedrohungen begegnet werden kann. Unter den sich abzeichnenden marktwirtschaftlichen und technologischen

Veränderungen tragen diese Strategien zur langfristigen und nachhaltigen Sicherung der Geschäftsgrundlage von MRO-Dienstleistern und von Arbeitsplätzen bei. *Förderinstitution: BMBF*

Development of a Strategy for the DMRC

Goal of the project is a strategy that will allow the Direct Manufacturing Research Center (DMRC) to become a leading institution in Additive Manufacturing. A strategy can be regarded as a guideline for daily operations along the way from today to a visionary picture of the future. After the analysis of the research landscape and the development of consistent and success promising strategy options, a suitable strategy for the DMRC will be selected. Defined measures and consequences will help the DMRC to implement the strategy. *Funding institutions: State of NRW, Direct Manufacturing Research Center (DMRC)*

VPS-Benchmark

Ziel ist eine Methode zur Leistungsbeurteilung und -steigerung vom Einsatz der Methoden und Werkzeuge von Virtual Prototyping (VPS) und Simulation in der Produktentwicklung. Der VP-Benchmark ermöglicht Unternehmen, über ein Internetportal den eigenen Reifegrad beim VPS-Einsatz zu ermitteln, sich mit ähnlichen Unternehmen zu vergleichen und gibt Empfehlungen zum Erreichen eines optimalen Reifegrades. *Förderinstitutionen: Land NRW/EU*

TRAFFIS – Test- und Trainingsumgebung für fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme

Im Kern des Vorhabens steht ein Fahrsimulator mit Bewegungsplattform, welcher virtuelle Testfahrten ermöglicht. Der Simulator wird das Verhalten moderner Fahrerassistenzsysteme realistisch nachbilden. Die Auswirkungen derartiger Systeme auf den Fahrer werden so schon in den frühen Entwicklungsphasen analysiert und reale Versuchsfahrten werden erheblich reduziert. Der Fahr-

simulator ermöglicht zudem eine effizientere Ausbildung von Berufskraftfahrern.

Förderinstitution: Land NRW/EU

RailCab – Neue Bahntechnik Paderborn

Verbundprojekt zur Entwicklung eines innovativen Bahnsystems, das moderne Fahrwerkstechnologien mit dem fortschrittlichen Antrieb durch verschleißfreie Linearmotortechnik unter Nutzung der bestehenden Bahntrassen vereint. Schwerpunkt der Aktivitäten: Einsatz von Virtual Prototyping und Simulation zur Analyse des RailCab; Aktualisierung der Systemstrategie

Förderinstitution: Universität Paderborn

Aktuelle Industriekooperationen Current Industry Cooperations

Projektseminar Produktinnovation

Im Projektseminar Produktinnovation haben acht Studierende und zwei wissenschaftliche Mitarbeiter ein Produkt- und Produktionssystemkonzept sowie ein Geschäftsmodell für Auszugsführungen entwickelt. Die Ergebnisse waren Grundlage für die Entscheidung, ob das Unternehmen in das Geschäft einsteigt.

Partner: Hettich

OWL ViProSim e.V.

Ziel ist der Aufbau eines virtuellen Kompetenzzentrums zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen der Region Ostwestfalen-Lippe (OWL). Im Fokus von OWL ViProSim steht die Vermittlung von Wissen über Methoden und Werkzeuge des Virtual Prototyping und Simulation (VPS). Dies erfolgt durch Seminare und Workshops sowie eine Potenzialanalyse zum VPS-Einsatz in Produktentstehungsprozess von Industrieunternehmen.

Partner: OWL MASCHINENBAU e.V.

Virtueller Design Review im Maschinen- und Anlagenbau

Das 3D-Modell einer neuen Roboterzelle zur Förderungen und Sortierung von Sägeabschnitten wurde im Maßstab 1:1 interaktiv visualisiert. Der Aufbau und die Funktionalität der Anlage konnte in kürzester Zeit anschaulich präsentiert und die Kundenfreigabe erwirkt werden. Auf diese Weise konnte auf Versuchsmuster verzichtet und Zeit und Kosten gespart werden.

Partner: Friedrich REMMERT GmbH, Löhne

Wissenschaftliche Kooperationen Scientific Cooperations

Jiao Tong Universität

Based on the long-term international cooperation with Prof. D. Ma from the key lab of Advanced Manufacturing Environment (AME) at Shanghai Jiao Tong University the Joint Competence Center for Virtual Prototyping and Simulation was founded in March 2011. The aim of the joint competence center is to foster academic exchange between Heinz Nixdorf Institute and Shanghai Jiao Tong University, as well as the transfer of joint research results into industrial applications.

Information Technology Institute (ITI)

Since 2003, the cooperation between the Information Technology Institute (ITI) and Ain Shams University in Cairo conducts an annual three-month international innovation project as part of its joint master program „Applied Mechatronics“. Here, a team of Egyptian students solves sophisticated problems from industrial practice. In 2011, the cooperation was expanded by a new key subject on „Information and Communication Technology in Health Care“ and a new lecture on Innovation Management, which was established at ITI in Cairo.

Kontextuelle Informatik

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Publikationen Publications

Fischer, H.; Bogner, C.; Geis, T.; Polkehn, K.; Zimmermann, D.: Der Qualitätsstandard für Usability Engineering der German UPA – Aktueller Stand der Arbeiten. In: H. Brau et al. (Hrsg.): Jahresband Usability Professionals 2011, German UPA, 2011, S. 72 – 74.

Fischer, H.; Nebe, K.; Klompaker, F.: A Holistic Model for Integrating Usability Engineering and Software Engineering Enriched with Marketing Activities. In: M. Kurosu (ed.): Human Centered Design, HCII 2011, LNCS 6776. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, pp. 28 – 37.

Jung, H.; Nebe, K.; Klompaker, F.; Fischer, H.: Authentifizierte Eingaben auf Multitouch-Tischen. In: M. Eibl (Hrsg.): Mensch & Computer 2011, 11. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien. Oldenbourg Verlag, 2011, S. 305 – 308.

Keil, R.: Hypothesengeleitete Technikgestaltung als Grundlage einer kontextuellen Informatik. In: A. Breiter; M. Wind (Hrsg.): Informationstechnik und ihre Organisationslücken. Soziale, politische und rechtliche Dimensionen aus der Sicht von Wissenschaft und Praxis. Berlin: LIT-Verlag Dr. W. Hopf, 2011, S. 165 – 184.

Keil, R.; Selke, H.: Virtual Learning Spaces for Co-Active Learning. In: Proceedings of the International Conference on Improving University Teaching, Bielefeld, 19 – 22 July 2011.

Klompaker, F.; Nebe, K.; Jung, H.: Smart Fiducials: Advanced Tangible Interaction Techniques through Dynamic Visual Patterns. In: Workshop on Interacting with Smart Objects, 2011.

Klompaker, F.; Dridger, A.; Fast, A.: Kollaboratives Arbeiten an tiefenkamerabasierten Interaktiven Displays, M. Eibl und M. Ritter (Hrsg.): Mensch & Computer 2011, Workshop-Band. Universitätsverlag Chemnitz, 2011, S. 59 – 62.

Klompaker, F.; Nebe, K.; Busch, C.; Willemssen, D.: User Centered Design Process of OSAMI-D: Developing User Interfaces for a Remote Ergometer Training Application. In: Proceedings of the International Conference on Health Informatics, 2011.

Laroque, C.; Schulte, J.: KoProV: A Learning Approach for Coordinated Learning of Modeling and Simulation Based on Knowledge Modules. In: M.J. Chinni; D. Weed (eds.): „Proceedings of the 2011 Spring Simulation Multiconference, Omnipress, 2011, pp. 62 – 67.

Nebe, K.; Fischer, H.; Klompaker, K.; Jung, H.: Multitouch-, Be-Greifbare- und Stiftbasierte-Interaktion in der Einsatzlageplanung. In: M. Eibl (Hrsg.): Mensch & Computer 2011, 11. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien. Oldenbourg Verlag, 2011, S. 263 – 273.

Nebe, K.; Klompaker, F.: Considering Human Factors while Designing IT-Based Rehabilitation Systems for Cardiac Disease Patients. In: Proceedings of the 5th International Symposium on Human Factors Engineering in Health Informatics, Tapir Academic Press, 2011.

Nebe, K.; Klompaker, F.; Jung, H.; Fischer, H.: Exploiting New Interaction Techniques for Disaster Control Management using Multitouch-, Tangible- and Pen-based-Interaction. In: Proceedings of the HCI International 2011, Orlando, Florida, LNCS 6776, Vol. 16, 9 – 14 July 2011, Springer Verlag.

Contextual Informatics

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil

Nebe, K.; Mueller, T.; Klompaker, F.: An Investigation on Requirements for Co-located Group-Work using Multitouch-, Pen-based- and Tangible-Interaction. In: Proceedings of the HCI International 2011, Orlando, Florida, LNCS 6776, Band 16, 9 – 14 July 2011, Springer Verlag.

Paelke, V.; Nebe, K.; Klompaker, F.; Jung, H.: Multi-Touch Interaction for Disaster Management. GeoViz: Linking Geovisualization with Spatial Analysis and Modelling. Published Online: www.geomatik-hamburg.de/geoviz/program.html, 2011.

Rudolph, S., Niehus, D.: Informatiker, Arbeitswissenschaftler und Chemiker gestalten die Zukunft. E-Portfolios unterstützen die Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung. Forschung inSight 14 (2011), Universität Paderborn, Fakultät EIM, Institut für Informatik.

Schulte, J.: WasabiBeans – Web Application Services and Business Integration. In: R. Zhang; J. Cordeiro; X. Li; Z. Zhang; J. Zhang (eds.): Proceedings of the 13th International Conference on Enterprise Information Systems, SciTePress - Science and Technology Publications, Beijing, China, 2011, pp. 348 – 357.

Schulte, J.; Keil, R.; Klaholt, D.; Sauer, J.: Koi School - Towards the Next Level of Communication, Organization, and Integration in Education. In: R. Zhang; J. Cordeiro; X. Li; Z. Zhang; J. Zhang (eds.): Proceedings of the 13th International Conference on Enterprise Information Systems, SciTePress - Science and Technology Publications, Beijing, China, 2011, pp. 43 – 52.

Schulte, J.; Keil, R.; Oberhoff, A. (2011), Unterstützung des ko-aktiven Forschungsdiskurses durch Synergien zwischen E-Learning und E-Science. In: Th. Köhler; J. Neumann (Hrsg.): Wissensgemeinschaften:

Digitale Medien - Öffnung und Offenheit in Forschung und Lehre. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2011, S. 81 – 91.

Schulte, J.; Keil, R.; Rybka, J.; Ferber, F.: Laboratory 2.0 - Towards an Integrated Research Environment for Engineering Mechanics. In: R. Zhang; J. Cordeiro; X. Li; Z. Zhang; J. Zhang (eds.): Proceedings of the 13th International Conference on Enterprise Information Systems, SciTePress - Science and Technology Publications, Beijing, China, 2011, pp. 407 – 412.

Schulte, J.; Rybka, J.; Ferber, F.; Keil, R.: KoForum - Kooperative Forschungsumgebung für die organisationsübergreifende wissenschaftliche Laborarbeit. In: Th. Köhler; J. Neumann (Hrsg.): Wissensgemeinschaften: Digitale Medien - Öffnung und Offenheit in Forschung und Lehre. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2011, S. 92 – 101.

Promotionen PhD Theses

Patrick Erren

Semantic Positioning – Supporting Knowledge Work through Semantic Spatial Arrangements

Semantics as a research field within computing is mostly based on a textual representations (e.g. ontologies). Still, interpretation and codification of meaning by spatial arrangement is at least as common in every day usage. Humans need to arrange and position knowledge artifacts in meaningful ways to gain differential experience. On desks media objects are arranged and each position has a specific semantic meaning, like documents on a pile being “to do”-items. Additionally, relevant actions and even social rules are associated with semantic positions. Cleaning personnel may empty the trash bin, but not pick up crumpled papers from the desk. Semantic Positioning refers to these kinds

of spatial arrangements in digital media, where an object gains meaning simply by its position in a context. This allows evaluating the semantic positions of objects and the invocation of matching responsive behavior in the system. Based on this, the main research contributions of this thesis are a developed framework for the creation of semantic overlay arrangements and showing that by respective evaluations of position, benefits can be achieved for knowledge workers. The Semantic Positioning Framework distinguishes five types of spatial arrangement (distance, order, inclusion, combination and path) and describes markers that map information to space. Finally, three knowledge work and learning scenarios are presented to demonstrate how users can be supported through Semantic Positioning.

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, Conferences, Seminars

Workshop „Hypothesengeleitete Technikgestaltung in der Informatik“

Die Unterstützung kognitiver, kommunikativer und kooperativer Prozesse erfordert vielfältige Grundlagen aus unterschiedlichen Disziplinen. Ein konzeptuell und theoretisch fundierter Rahmen, der eine konstruktive Integration dieser Disziplinen erlaubt, ist für eine hypothesengeleitete Technikgestaltung in der Informatik unverzichtbar. Methoden, Konzepte und Ansätze aus anderen Disziplinen sind in der Regel nicht oder nur beschränkt geeignet, da sie einen eigenen Erkenntnis- und Verständnishorizont mit sich bringen, der auf die Analyse, nicht aber auf Synthese und Konstruktion orientiert. Der Workshop „Hypothesengeleitete Technikgestaltung in der Informatik“ ist ein erster Versuch, Ansätze zur Theoriebildung und Fundierung von Gestaltungsansätzen in der Informatik zu erfassen und Perspektiven für ihre weitere Entwicklung zu diskutieren. 8. Dezember 2010, Paderborn

4. Fachtagung „Hochschuldidaktik Informatik“

Die 4. Fachtagung „Hochschuldidaktik Informatik HDI 2010“ in Paderborn setzt die Reihe von Tagungen der GI zu hochschuldidaktischen Fragen fort. Die erste Veranstaltung dieser Reihe fand unter dem Namen „Informatik und Ausbildung“ 1998 in Stuttgart statt. Seither dienen diese Tagungen den Lehrenden im Bereich der Hochschul-informatik als Forum der Information und des Diskurses über aktuelle didaktische und bildungspolitische Entwicklungen im Bereich der Informatikausbildung. Aktuell zählen dazu insbesondere Fragen der Bildungsrelevanz informatischer Inhalte und der Herausforderung durch eine stärkere Kompetenzorientierung in der Informatik. 9.–10. Dezember 2010, Paderborn

World Usability Day 2011

Im Rahmen des alljährlichen World Usability Day fand 2011 zum ersten Mal auch eine Veranstaltung in Paderborn statt. Unter dem Motto „Designing for Social Change“ wurden in Fachvorträgen aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie einer Posterausstellung studentischer Projekte und Abschlussarbeiten die Themen Gebrauchstauglichkeit (Usability), Zugänglichkeit (Accessibility) und Nutzungserlebnis (User Experience) als Qualitätsmerkmale von Diensten und Produkten näher gebracht. Die Veranstaltung richtete sich an alle, die ihre Fachkenntnisse vertiefen möchten und den Austausch mit anderen Interessierten suchen: Personen aus Entwicklung, Wirtschaft und Verwaltung, Fachpublikum aus Wissenschaft und Agenturen sowie Studierende und angehende Usability Professionals, die sich über Berufsperspektiven im Bereich Usability informieren möchten. 10. November 2011, Paderborn

Weitere Funktionen Prof. R. Keil Additional Functions Prof. R. Keil

- Wissenschaftlicher Beirat des „Technologiezentrum Informatik (TZI)“, Bremen (seit 1998)
- Wissenschaftlicher Beirat der „Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt (FORBA)“, Wien (seit 2000)
- Mitglied des Beirats „Lernstatt Paderborn“ (seit 2005)
- Mitglied im GMW (Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft) Steering Committee (seit 2005)
- Gutachter für Information Society Directorate General of the European Commission für das Projekt „apodsl – Advanced Process Oriented Self-directed Learning Environment“ (seit 2006)
- Mitglied im Programmkomitee „DeLFI – Deutsche eLearning Fachtagung Informatik“
- Mitglied im Programmkomitee „MuC – Mensch und Computer“
- Mitglied im Programmkomitee „GMW-Jahrestagung“
- Mitglied im Programmkomitee „PerEL – Pervasive ELearning“
- Mitglied der Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrates zur Evaluation des Forschungszentrums L3S an der Universität Hannover
- Gutachter Research Council of Norway
- Jury-Mitglied des DINI-Ideenwettbewerbs „Lebendige Lernorte“ (DINI: Deutsche Initiative für Netzwerkinformation e. V.)

Weitere Funktionen H. Fischer Additional Functions H. Fischer

- Mitglied im Arbeitskreis Be-greifbare Interaktion der Gesellschaft für Informatik e. V.
- Mitglied des Arbeitskreises Qualitätsstandards des German Chapter der Usability Professionals' Association (UPA)

- Mitglied des Unterausschusses Usability Engineering & Software Ergonomie des Sektorkomitees Elektrotechnik / IT der DAkkS
- Mitglied des Leitungsgremiums der Fachgruppe Software Ergonomie (SW-ERGO) des Fachbereichs Mensch-Computer-Interaktion der Gesellschaft für Informatik e. V.

Spin-Offs Spin-Offs

coactum GmbH

Die coactum GmbH entwickelt Software-Lösungen für kooperatives Arbeiten. Dazu bietet sie entsprechende IT-Services sowie IT-Beratung und stellt geeignete Infrastrukturen bereit.

Aktuelle Forschungsprojekte Current Research Projects

Bildung im Dialog

Im Rahmen des Projekts „Bildung im Dialog – Ostwestfalen-Lippe“ (bid-owl) wird eine netzbasierte Arbeitsplattform für Schulen entwickelt, die ein Wissensmanagement im Internet ermöglicht und schulübergreifendes kooperatives Lernen unterstützt.

DAWINCI – Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie

Entwicklung einer Portfolio-basierten Plattform, eines Kompetenzrasters und von Ausbildungsmodulen zur Verbesserung der Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung der chemischen Industrie

e-lab – E-Learning Laboratory

Ziel des e-lab ist die Zusammenfassung bestehender und neuer E-Learning-Aktivitäten in den Bereichen Universität, Schule und Unternehmen unter einer Organisationsstruktur und auf einer technischen Basis.

koLA – ko-aktive Lern- und Arbeitsumgebung

Die im Rahmen des Projekts Locomotion entwickelte ko-aktive Lernumgebung koLA wird für den universitären Einsatz angepasst und mit zusätzlichen Schnittstellen zur Verwaltung ausgestattet.

LARS – Lernen auf Reisen Schule

In Kooperation mit der Bezirksregierung Detmold und dem Heinz Nixdorf MuseumsForum wird eine virtuelle Schule für Kinder aufgebaut, deren Eltern das Jahr über überwiegend unterwegs sind (z. B. Schausteller, Zirkus etc.).

koPEP – Kooperative Produktentstehungsprozesse

Kooperative Weiterentwicklung von Produktentstehungsprozessen in Zusammenarbeit mit der Daimler AG

studiolo-communis

Aufbau einer ko-aktiven Arbeitsumgebung für den erweiterten Forschungsdiskurs in der Kunst- und Architekturgeschichte in Zusammenarbeit mit dem UNESCO Kompetenzzentrum „Materielles und Immaterielles Kulturerbe“ und dem Zentrum für Informations- und Medientechnologien (IMT)

Aktuelle Industriekooperationen Current Industry Cooperations

Benteler AG, Paderborn

Zusammenarbeit im Bereich ITIL Prozessmodellierung

Chemie-Stiftung Sozialpartner-Akademie (CSSA), Wiesbaden

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

ChemKom e. V., Marl

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

Christmann Informationstechnik und Medien GmbH

Entwicklung energieeffizienter Infrastruktur für den Bildungsbereich

Creos Lernideen und Beratung GmbH, Bielefeld

Zusammenarbeit auf dem Gebiet eLearning und online-communities sowie im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

Currenta GmbH & Co. OHG, Leverkusen

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

Daimler AG, Stuttgart

Zusammenarbeit in Fragen der Kooperationsunterstützung abteilungs- und firmenübergreifender Geschäftsprozessgestaltung

dSpace, Paderborn

Zusammenarbeit in Fragen der Kooperationsunterstützung und bei Web-2.0-Anwendungen

Evonik Degussa GmbH, Essen

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

Forschungsgemeinschaft Sifa-Langzeitstudie

Aufbau einer Kooperationsplattform, die den Austausch zwischen Sicherheitsfachkräften aus ganz Deutschland unterstützt

Industriepark Wolfgang GmbH, Hanau

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

Infracor GmbH, Marl

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

InnoZent OWL, Paderborn

Zusammenarbeit beim Aufbau eines regionalen Kompetenzzentrums eLearning und bei der Analyse und Bewertung der Weiterbildungssuchmaschine NRW im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen

Provalids Partner für Bildung und Beratung GmbH, Frankfurt

Projektpartner im Verbundprojekt DAWINCI (Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie)

Schulabteilung der Bezirksregierung, Detmold

Gemeinsame Aktivitäten und Projekte im Bereich bid-owl (Regionales Bildungsnetzwerk Ostwestfalen-Lippe) und LARS (Lernen auf Reisen Schule)

Schulamts der Stadt Paderborn

Unterstützung und Beratung beim Ausbau der „Lernstatt Paderborn“

Siemens AG, Siemens IT Solutions and Services, Paderborn

Zusammenarbeit im Bereich Gebrauchstauglichkeit und Software-Ergonomie

Stahl – Partner für Bäcker GmbH, Borchen

Aufbau einer Plattform für E-Learning und Wissensmanagement in Bäckereiunternehmen

Unger, Welsow & Company GmbH, Paderborn

Zusammenarbeit in Bereichen der Software-Ergonomie und der Web-Gestaltung in Kooperation mit verschiedenen anderen Firmen

Algorithmen und Komplexität

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Algorithms and Complexity

Prof. Dr. math. Friedhelm Meyer auf der Heide

Publikationen**Publications**

Abshoff, S.; Cord-Landwehr, A.; Degener, B.; Kempkes, B.; Pietrzyk, P.: Local Approximation Algorithms for the Uncapacitated Metric Facility Location Problem in Power-Aware Sensor Networks. In: Proceedings of 7th International Symposium on Algorithms for Sensor Systems, Wireless Ad Hoc Networks and Autonomous Mobile Entities, LNCS, volume 7111, 2011

Brandes, P.; Degener, B.; Kempkes, B.; Meyer auf der Heide, F.: Energy-efficient strategies for building short chains of mobile robots locally. In: Proceedings of the 18th International Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO'11), pp. 138–149, 2011

Briest, P.; Hoefer, M.; Krysta, P.: Stackelberg Network Pricing Games. Algorithmica, 2011

Briest, P.; Krysta, P.: Buying Cheap is Expensive: Approximability of Combinatorial Pricing Problems. SIAM Journal on Computing, 2011

Briest, P.; Krysta, P.; Vöcking, Berthold: Approximation Techniques for Utilitarian Mechanism Design. SIAM Journal on Computing, 2011

Briest, P.; Raupach, C.: The Car Sharing Problem. In: Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA'11), 2011

Cord-Landwehr, A.; Degener, B.; Fischer, M.; Hüllmann, M.; Kempkes, B.; Klaas, A.; Kling, P.; Kurras, S.; Märtens, M.; Meyer auf der Heide, F.; Raupach, C.; Swierkot, K.; Warner, D.; Weddemann, C.; Wonisch, D.: A new Approach for Analyzing Convergence Algorithms for Mobile Robots. In: Proceedings of the 38th International Colloquium on Auto-

mata, Languages and Programming (ICALP 2011), LNCS, volume 6756, pp. 650–661, 2011

Cord-Landwehr, A.; Degener, B.; Fischer, M.; Hüllmann, M.; Kempkes, B.; Klaas, A.; Kling, P.; Kurras, S.; Märtens, M.; Meyer auf der Heide, F.; Raupach, C.; Swierkot, K.; Warner, D.; Weddemann, C.; Wonisch, D.: Collisionless Gathering of Robots with an Extent. In: 37th International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM 2011), LNCS, volume 6543, pp. 178–189, 2011

Degener, B.; Fekete, S.; Kempkes, B.; Meyer auf der Heide, F.: A survey on relay placement with runtime and approximation guarantees. Computer Science Review, 5(1): pp. 57–68, 2011

Degener, B.; Kempkes, B.; Langner, T.; Meyer auf der Heide, F.; Wattenhofer, R.: A tight runtime bound for synchronous gathering of autonomous robots with limited visibility. In: Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on parallel algorithms and architectures (SPAA'11), pp. 139–147, 2011

Degener, B.; Kempkes, B.; Meyer auf der Heide, F.: Organic Computing — A Paradigm Shift for Complex Systems, Autonomic Systems, volume 1, chapter Energy-Awareness in Self-organising Robotic Exploration Teams, pp. 531–543, Springer Verlag, 2011

Eikel, B.; Jähn, C.; Petring, R.: PADrend: Platform for Algorithm Development and Rendering. In: Gausemeier, J.; Grafe, M.; Meyer auf der Heide, F. (Hrsg.) Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 295, pp. 159–170, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, 2011

Gehweiler, J.; Kling, P.; Meyer auf der Heide, F.: An Experimental Comparison of Load

Balancing Strategies in a Web Computing Environment. In: Wyrzykowski, R. (Hrsg.) Proceedings of the 9th International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics, LNCS, 2011

Klaas, A.; Laroque, C.; Fischer, M.; Dangelmaier, W.: Simulation Aided, Knowledge Based Routing for AGVs in a Distribution Warehouse. In: Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference, 2011

Klaas, A.; Laroque, C.; Renken, H.; Dangelmaier, W.: Goal-Based Agents in Material Flow Simulations - Integration of an Agent Programming Framework in the Discrete Event Simulator D3FACT. In: Proceedings of The 25th European Simulation and Modelling Conference (ESM'11), 2011

Kling, P.; Meyer auf der Heide, F.: Convergence of Local Communication Chain Strategies via Linear Transformations. In: Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA), pp. 159–166, 2011

Renken, H.; Laroque, C.; Fischer, M.: An Easy Extendable Modeling Framework for Discrete Event Simulation Models and their Visualization. In: Proceedings of The 25th European Simulation and Modelling Conference - (ESM'11), 2011

Schumacher, T.; Süß, T.; Plessl, C.; Platzner, M.: FPGA Acceleration of Communication-Bound Streaming Applications: Architecture Modeling and a 3D Image Compositing Case Study. International Journal of Reconfigurable Computing, pp. 1–11, 2011

Süß, T.; Jähn, C.; Fischer, M.; Meyer auf der Heide, F.; Koch, C.: Ein paralleles Out-of-Core Renderingsystem für Standard-Rechner-netze. In: Gausemeier, J.; Grafe, M.; Meyer auf der Heide, F. (Hrsg.) Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, HNI-Ver-

lagsschriftenreihe, Band 295, S. 185 – 197, Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, 2011

Süß, T.; Koch, C.; Jähn, C.; Fischer, M.: Approximative occlusion culling using the hull tree. In: Proceedings of Graphics Interface 2011, pp. 79 – 86, Canadian Human-Computer Communications Society, 2011

Promotionen

PhD Theses

Joachim Gehweiler

Peer-to-Peer Based Parallel Web Computing

Web computing is a variant of parallel computing where the idle times of PCs donated by worldwide distributed users are employed to execute parallel programs. In this thesis we consider a web computing variant with two important properties: First, we support the execution of coupled, massively parallel algorithms (rather than distributed data processing). And second, we organize the system in peer-to-peer fashion. We present the Paderborn University BSP-based Web Computing (PUB-Web) library, which supports the execution of parallel programs in the bulk-synchronous style (BSP) in such a web computing setting. In this thesis, we focus on important technical and algorithmic aspects, in particular: In order to schedule processes with respect to the currently available computing power, which continually changes in an unpredictable fashion, we need intelligent load balancing algorithms and as a basic precondition the technical ability to migrate threads at runtime. To achieve the latter, we present the PadMig thread migration and checkpointing library. In order to tackle the distributed load balancing problem, we present an algorithm based on Distributed Heterogeneous Hash-Tables. In order to judge the quality of the schedules produced, we perform extensive experiments. Beside the available compu-

ting power, we finally also consider the network bandwidth as a secondary criterion for load balancing.

Sascha Effert

Verfahren zur redundanten Datenplatzierung in skalierbaren Speichersystemen

Moderne Datenzentren sind mit einer rasant wachsenden Menge an Daten konfrontiert, welche sie mit immer höherer Geschwindigkeit hochverfügbar speichern müssen. Daher brauchen sie Speichersysteme, welche mit ihren Anforderungen wachsen. Zunehmend werden dazu Speichernetze eingesetzt, in welchen Datenserver einen virtuellen Speicher über Festplatten erzeugen. Dabei ist die Last des virtuellen Speichers so zu verteilen, dass die physikalischen Festplatten optimal genutzt werden. Um Ausfälle kompensieren zu können ist es nötig, Daten redundant zu speichern. Die Verfahren zur Datenverteilung müssen diesen Anforderungen gerecht werden. Einen wichtigen Beitrag liefern hier pseudorandomisierte Hashfunktionen. Innerhalb dieser Arbeit gehe ich auf verschiedene Speichersysteme ein. Speziell untersuche ich Speichernetze, welche aus Datenservern mit lokalen Festplatten bestehen. Für diese zeige ich, wie sie bei verschiedenen Arten der Datenverteilung skalieren. Leider wird keines der betrachteten Speichersysteme allen Anforderungen gerecht. Als Lösung stelle ich das Verfahren Redundant Share vor, welches alle Anforderungen erfüllt. Mittels Redundant Share kann eine beliebige Anzahl an Kopien der Daten des virtuellen Speichers wie gefordert verteilt werden. Gleichzeitig erfordert das Hinzufügen neuer Festplatten einen begrenzten Aufwand. Abschließend vermesse ich eine Implementierung von Redundant Share und vergleiche die Ergebnisse mit anderen Verteilern.

Weitere Funktionen

Prof. F. Meyer auf der Heide

Additional Functions

Prof. F. Meyer auf der Heide

- Member of the “Hochschulrat“ of the University of Paderborn
- Director of the Collaborative Research Center (SFB 901) “On-The-Fly Computing“
- Member of the German Academy of Sciences “Leopoldina“
- DFG Special Advisor (Vertrauensdozent) of the University of Paderborn
- Member of the Board of External Scientific Advisers (Fachbeirat) of the Max-Planck-Institute for Computer Science at Saarbrücken
- Direktor der NRW-Graduate School of Dynamic Intelligent Systems (one of three directors)
- Assistant Chairman of the Paderborn Institute for Scientific Computation (PaSCo)
- Managing Editor of “Journal of Interconnection Networks (JOIN)“, World Scientific Publishing
- Member of the program committee of the workshop “Parallele Algorithmen, Rechnerstrukturen und Systemsoftware (PARS)“, 2011
- Member of the Evaluation Committee of the Bundeswettbewerb “Jugend Forscht“, Coordinator of the section on Computer Science and Mathematics.
- General Chair of the ACM-Symposium “Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA)“
- Member of the Award Committee of the European Association for Theoretical Computer Science (EATCS)

Weitere Funktionen

Jun.-Prof. P. Briest

Additional Functions

Jun.-Prof. P. Briest

- Member of the program committee of the „ACM Conference on Electronic Commerce (EC)“, 2011.
- Member of the program committee of the „International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS)“, 2011.

Graduiertenprogramme

School Programs

- International Graduate School: NRW Graduate School of Dynamic Intelligent Systems
- GSANS – the Paderborn Graduate School on Applied Network Science
- DFG Research Training Centre „Research Training Group Automatisms – Emerging structures in information technology, media, and culture“

Aktuelle Forschungsprojekte

Current Research Projects

DFG Collaborative Research Center 901

DFG Collaborative Research Center 901 „On-The-Fly Computing“ with the Subprojects A1 “Capabilities and limitations of local strategies in dynamic networks“ (jointly with Prof. C. Scheideler), C2 „On-The-Fly Compute Centers“ (jointly with Jun.-Prof. A. Brinkmann, Prof. M. Platzner), and Z (Central Duties of the CRC)

FRONTS

EU-Strep “Foundations of Adaptive Networked Societies of Tiny Artefacts“

DFG-Smart Teams

DFG Priority Program 1183 “Organic Computing“ with the project: “Smart Teams“ (with Prof. C. Schindelhauer)

DFG-AVIPASIA

DFG project “Interactive Model Modification, Synchronized Analysis and 3D Visualization of Parallel Discrete Event Simulation“ (with Prof. W. Dangelmaier and Dr. M. Fischer)

Schaltungstechnik

Dr.-Ing. Mario Pormann

System and Circuit Technology

Dr.-Ing. Mario Pormann

Publikationen

Publications

Blesken, M.; Chebil, A.; Rueckert, U.; Esquivel, X.; Schuetze, O.: Integrated circuit optimization by means of evolutionary multi-objective optimization. In Proceedings of the 13th annual conference on Genetic and evolutionary computation (GECCO '11), pp. 807–812, 2011, Dublin, Ireland.

Gausemeier, J.; Schierbaum, T.; Dumitrescu, R.; Herbrechtsmeier, S.; Jungmann, A.: „Miniature robot BeBot: Mechatronic test platform for self-x properties“ In Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), pp. 451–456, 26–29 July 2011, Lisbon, Portugal.

Grawinkel, M.; Schafer, T.; Brinkmann, A.; Hagemeyer, J.; Pormann, M.: Evaluation of Applied Intra-Disk Redundancy Schemes to Improve Single Disk Reliability In: MASCOTS2011 The 19th Annual Meeting of the IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, pp. 297–306, Singapore, 25–27 July 2011.

Griessl, R.; Herbrechtsmeier, S.; Pormann, M.; Rueckert, U.: A Low-Power Vision Processing Platform for Mobile Robots. In Proceedings of the FPL2011 Workshop on Computer Vision on Low-Power Reconfigurable Architectures, 4 September 2011, Chania, Crete, Greece.

Jungeblut, T.; Ax, J.; Sievers, G.; Hübener, B.; Pormann, M.; Rückert, U.: Resource Efficiency of Scalable Processor Architectures for SDR-based Applications. RADCOM 2011 – Radar, Communication and Measurement, Hamburg, Germany, 6–7 April 2011.

Jungeblut, T.; Liß, C.; Pormann, M.; Rückert, U.: Design-space Exploration for Flexible WLAN Hardware. In Zorba, N.; Skianis, C.;

Verikoukis, C. (Editors) Cross Layer Designs in WLAN Systems, ISBN: 9781848762275, Troubador Publishing, Leicester, UK, 2011.

Koester, M.; Hagemeyer, J.; Margaglia, F.; Pormann, M.; Dittmann, F.; Ditzte, M.; Sterpone, L.; Harris, J.; Ilstad, J.: Design Flow for a Fault-Tolerant Reconfigurable Multi-FPGA Architecture for Space Applications. In: DATE 2011 Workshop on Design Methods and Tools for FPGA-Based Acceleration of Scientific Computing (DATE 2011), Grenoble, France, 18 March 2011.

Koester, M.; Luk, W.; Hagemeyer, J.; Pormann, M.; Rückert, U.: Design Optimizations for Tiled Partially Reconfigurable Systems, IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Vol. 19(6), pp. 1048–1061, June 2011.

Korf, S., Cozzi, D., Koester, M., Hagemeyer, J., Pormann, M., Santambrogio, M. D., Rueckert, U.: Automatic HDL-based generation of homogeneous hard macros for FPGAs. In: Proceedings of The 19th Annual International IEEE Symposium on Field-Programmable Custom Computing Machines (FCCM), Salt Lake City, UT, USA, 1–3 May 2011, pp. 125–132, 2011.

Nava, F.; Sciuto, D.; Santambrogio, M. D.; Herbrechtsmeier, S.; Pormann, M.; Witkowski, U.; Rueckert, U.: Applying dynamic reconfiguration in the mobile robotics domain: a case study on computer vision algorithms. In: ACM Transactions on Reconfigurable Technology and Systems (TRET), Volume 4, Issue 3, pp. 29:1–29:22, August 2011.

Romoth, J.; Hagemeyer, J.; Pormann, M.; Rueckert, U.: Fast Design-space Exploration with FPGA Clusters. In: DATE 2011 Workshop on Design Methods and Tools for FPGA-Based Acceleration of Scientific Computing (DATE 2011), Grenoble, France, March 18, 2011.

Sterpone, L.; Margaglia, F.; Koester, M.; Hagemeyer, J.; Pormann, M.: Analysis of SEU Effects in Partially Reconfigurable SoPCs. In: Proceedings of NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems (AHS-2011), pp. 129–136, San Diego, CA, USA, 6–9 June 2011.

Tanoto, A.; Werner, F.; Rückert, U.: Multi-Robot System Validation: Simulation to Prototyping with Minirobots in the Teleworkbench. In: Proceedings of the 6th International Symposium on Autonomous Minirobots for Research and Edutainment, 23–25 May 2011, Bielefeld, Germany, 2011

Tanoto, A.; Werner, F.; Rückert, U.; Li, H.: Teleworkbench: Validating Robot Programs from Simulation to Prototyping with Minirobots. In: Proceedings of the 10th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2011), Yolum, Tumer, Stone and Sonenberg (eds.), 2–6 May 2011, Taipei, Taiwan, 2011

Promotionen

PhD Theses

Dr.-Ing. Emad Monier Ibrahim

Vision Based Tracking in Team Sports

Object tracking is an important task in many computer vision applications including surveillance, gesture recognition, vehicle tracking, augmented reality, video compression, and medical imaging. The tracking becomes more complex when it involves human beings especially in the sports domain where there is a lot of interaction between players, which results in occlusion, clutter and dynamic changes in the scene. Moreover, tracking players in official games should be markerless due to the game rules which add more complexity to the problem. In this thesis work a tracking system has been designed and implemented to track players in indoor sports such as basketball

and handball. The system is able to record games and trainings using two high quality digital cameras to track the players offline, analyze the tracking results and produce visualizations for analysis results. The use of template matching and particle filter techniques in tracking sport players has been investigated. A system for recording, tracking and visualization has been developed. Before the system is used in practice many tests have been performed to assure the validity and accuracy of the tracking.

In cooperation with the colleagues in the System and Circuit Technology group, the acquisition subsystem, in addition to the video capturing of the game, was able to record some physiological data such as heart beat rate, which is acquired by a special sensor designed in our group and transferred wirelessly to a computer for recording. The tracking of both position and physiological data has provided new possibilities for analysis of indoor sport games. This data has been used for analysis by Applied Mathematics and Sport Medicine research groups in addition to Paderborn basketball team.

Dr.-Ing. Matthias W. Blesken

Ein Mehrzieloptimierungsansatz zur Dimensionierung ressourceneffizienter integrierter Schaltungen

Die Aufgabe des Entwicklers einer integrierten Schaltung besteht darin, den Verbrauch der einen Ressource gegen den der anderen abzuwägen und mittels der freien Parameter einen optimalen Kompromiss herbeizuführen. Die Suche nach solchen Parametern wird als Entwurfsraumexploration bezeichnet. Mathematisch entspricht die Suchraumexploration dem Lösen eines Mehrzieloptimierungsproblems (MOP). Dieses MOP ergibt sich auf natürliche Weise durch Definition von Ressourcenmaßen und dessen Lösung (Pareto-Menge) lässt sich algorithmisch approximieren. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Mehrzieloptimie-

rungsansatz verfolgt, um die Entwurfsraumexploration integrierter Schaltungen durch mathematische Mehrzieloptimierungsalgorithmen zu unterstützen.

Nachdem der Mehrzieloptimierungsansatz für Standardzellen, betrieben bei voller Versorgungsspannung, eingeführt und dessen Vorteile aufgezeigt wurden, konnten die Algorithmen zur Dimensionierung einer 57 Zellen umfassenden Bibliothek verwendet werden. Mit diesen werden Schaltungen synthetisiert, die mit einer Versorgungsspannung unterhalb der Transistoren-Schwelspannung (Subschwelligbereich) ressourceneffizient funktionieren. Eine SRAM-Zelle wurde dimensioniert, so dass sie sowohl bei voller Versorgungsspannung als auch im Subschwelligbereich ressourceneffizient betrieben werden kann. Durch Vergleiche verschiedener Mehrzieloptimierungsalgorithmen unter Betrachtung diverser Schaltungen konnten Vor- und Nachteile bewertet werden.

Patente, Preise, Auszeichnungen

Patents, Prizes, Awards

Christmann, W.; Strugholtz, M.; Hagemeyer, J.; Pormann, M.: Mehrprozessor-Computersystem. AZ: DE10 2010 021 825.1

Weitere Funktionen

Additional Functions

- Mitglied im Leitungsgremium der RSS Fachgruppe 1 „Allgemeine Methodik und Unterstützung von Entwurfsprozessen für Schaltungen und Systeme“
- Mitglied im Editorial Board der Zeitschrift International Journal of Reconfigurable Computing
- Mitglied im Programmkomitee der International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL)

- Mitglied im Programmkomitee der International Conference on ReConfigurable Computing and FPGAs (ReConFig)
- Mitglied im Programmkomitee des International Symposium on Parallel Computing in Electrical Engineering (PARELEC)
- Mitglied im Programmkomitee des International Workshop on Computing in Heterogeneous, Autonomous, N' Goal-oriented Environments
- Mitglied im Programmkomitee der IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing
- Mitglied im Programmkomitee der Southern Programmable Logic Conference (SPL)
- Mitglied im Programmkomitee der Konferenz Engineering of Reconfigurable Systems and Algorithms (ERSA)
- Mitglied im Programmkomitee des HiPEAC Workshop on Reconfigurable Computing (WRC)
- Mitglied im Programmkomitee der GMM/GI/ITG-Fachtagung Zuverlässigkeit und Entwurf

Spin-Offs

Spin-Offs

EvoPACE GmbH

Die EvoPACE GmbH unterstützt ihre Kunden bei der Entwicklung ressourceneffizienter Hardware-Software-Systeme. Als Entwicklungspartner bietet EvoPACE fundiertes Know-How in der Anwendung bzw. Neu- und Weiterentwicklung von Compilern, Prozessoren und anwendungsspezifischer Hard- und Software aus einer Hand.

Aktuelle Forschungsprojekte Current Research Projects

Hardware-Rekonfiguration

In diesem Projekt werden Prinzipien der Hardware-Rekonfiguration informationstechnischer Komponenten in selbstoptimierenden mechatronischen Systemen analysiert und umgesetzt. Das Projekt ist Teil des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereiches 614.

RTOS für selbstoptimierende Systeme

In Kooperation mit der Fachgruppe „Entwurf paralleler Systeme“, Prof. F. J. Rammig, entwickeln wir im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 614, Teilprojekt C2, ein Echtzeit-Kommunikations- und ein Echtzeit-Betriebssystem für verteilte selbstoptimierende Systeme.

RECS – Ressourceneffizienter Cluster-Server

Zielsetzung dieses in Kooperation mit dem Paderborn Center for Parallel Computing und der Christmann GmbH durchgeführten Projektes ist die Entwicklung eines Supercomputers für Mittelständler. Dabei werden neue Ansätze zum Aufbau von Server-Architekturen verfolgt, die mit hoher Energieeffizienz zu einer drastischen Senkung der Folgekosten beitragen. Das Projekt wird vom BMBF gefördert.

Dynamisch rekonfigurierbare Systeme für den Einsatz im Weltraum

Ionisierende Strahlung und enorme Temperaturschwankungen stellen eine große Herausforderung für die Informationsverarbeitung im Weltraum dar. Gefördert von der European Space Agency entwickeln wir in Kooperation mit Swiss Space Technology und der TWT GmbH ein FPGA-Modul, das den Austausch von Hardwarefunktionen im Betrieb unter Weltraumbedingungen ermöglicht. Dadurch können während einer Mission nicht nur Funktionen ausgetauscht,

sondern auch neue Funktionen geladen werden. Das hohe Strahlungsniveau im Weltraum erfordert dabei den Einsatz spezieller Verfahren zur Erhöhung der Robustheit.

Photonenzählender Hochgeschwindigkeitsdetektor für die Laser-Raster Mikroskopie

Ziel des in Kooperation mit den Firmen LaVision Biotec GmbH und Surface Concept GmbH durchgeführten Projektes ist die Erarbeitung einer neuartigen Detektionstechnik zur Erforschung lebender Zellverbände mit höchster, dreidimensionaler Ortsauflösung. Das zu realisierende Messsystem basiert auf der hochgenauen Messung von Fluoreszenzabklingzeiten mit Hilfe FPGA-basierter Auswerteeinheiten. Das Projekt wird vom BMBF gefördert.

Wissenschaftliche Kooperationen Scientific Cooperations

DRESD – Dynamic Reconfigurability in Embedded Systems Design

In Kooperation mit dem Politecnico di Milano werden neue Methoden für den effizienten Einsatz dynamischer Rekonfiguration in eingebetteten Systemen entwickelt.

Dynamisch rekonfigurierbare Hardware in autonomen Systemen

In Kooperation mit Prof. W. Luk vom Imperial College, London, werden die Einsatzmöglichkeiten für dynamisch rekonfigurierbare Hardware in mobilen autonomen Systemen analysiert.

Ressourceneffizienter Funktionsapproximator für autonome Systeme

In Kooperation mit Prof. J. Sitte, Queensland University of Technology, Australien, wird in analoger Schaltungstechnik ein mikroelektronischer Baustein zur ressourceneffizienten Implementierung eines Funktionsapproximators für autonome Systeme realisiert.

Ultra-Low-Power Schaltungstechnik

In Kooperation mit Prof. S. Aunet, Universität Oslo, entwickelt die Fachgruppe „Schaltungstechnik“ robuste nanoelektronische Ultra-Low-Power Schaltungen in CMOS Technologie.

Entwurf Paralleler Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Design of Distributed Embedded Systems

Prof. Dr. rer. nat. Franz Josef Rammig

Publikationen Publications

Adelt, P.; Esau, N.; Hölscher, C.; Kleinjohann, B.; Kleinjohann, L.; Krüger, M.; Zimmer, D.: Hybrid Planning for Self-Optimization in Railbound Mechatronic Systems. *Intelligent Mechatronics*: pp. 169 – 194, February 2011

Baldin, D.; Groesbrink, S.; Kerstan, T.; Oberthür, S.: Towards Constraint-based Binary Code Optimization using Annotated Control Flow Graphs. In: 2nd Annual International Conference on Advances in Distributed and Parallel Computing, Proceedings of the 2nd International Conference on Advances in Distributed and Parallel Computing (ADPC), Nr. 2, pp. 59 – 64, Global Science and Technology Forum, September 2011

Baldin, D.; Groesbrink, S.; Oberthür, S.: Enabling Constraint-based Binary Reconfiguration by Binary Analysis. *International Journal on Computing (JoC)*, 1(4), November 2011

Becker, M.; Zabel, H.; Müller, W.; Elfeky, A.; Di Pasquale, A.: Virtual Prototyping softwareintensiver mechatronischer Systeme – Eine Fallstudie. In: Gausemeier, Jürgen; Rammig, Franz Josef; Schaefer, Wilhelm; Trächtler, Ansgar (Hrsg.) 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Band 294, pp. 315 – 327, Heinz Nixdorf Institut, HNI Verlagsschriftenreihe, Paderborn, May 2011

Bin Tariq, F.: F-Drare: A Framework for Deterministic runtime adaptation of Cyber Physical Systems. In: 1st International Workshop on Adaptive Services for the Future Internet, 4th European Conference, ServiceWave 2011, Poznan, Poland, Springer Verlag, 26 – 28 October 2011

Esau, N.; Kleinjohann, L.: Emotional Engineering. Kapitel: Emotional Robot Competence

and Its Use in Robot Behavior Control, pp. 119 – 142, Springer Verlag London, 2011

Gausemeier, J.; Schierbaum, T.; Dumitrescu, R.; Herbrechtsmeier, S.; Jungmann, A.: Miniature Robot BeBot: Mechatronic Test Platform for Self-X Properties. In: Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), IEEE, 26 – 29 July 2011

Gnokam, D.; Gilles, B.; Müller, W.: Synchronisation eines SystemC Restbus-Simulators mit einem Hardware-In-the-Loop FlexRay Netzwerk. In: Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen (MBMV), MBMV, Februar 2011

He, D.; Mischkalla, F.; Müller, W.: A SysML-based Framework with QEMU-SystemC Code Generation. In: Proceedings of 1st international QEMU Users Forum, March 2011

Hosseinimehr, M.; Montealegre, N.: Implementation of a Singular Value Decomposition Module on an FPGA. In: Gonzalez, Teofil (Hrsg.), The 23rd IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems (PDCS 2011), 14 – 16 December 2011, ACTA Press, Calgary, Canada, 2011

Jungmann, A.; Kleinjohann, B.: Automatic Feature Classification for Object Detection based on Motion Analysis. In: The 5th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA), Wellington, New Zealand, 6 – 8 December 2011

Jungmann, A.; Lutterbeck, J.; Werdehausen, B.; Kleinjohann, B.: A Test Bed for Investigating Self-X Properties in Multi-Robot Societies. In: Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), IEEE, 26 – 29 July 2011

Jungmann, A.; Kleinjohann, B.; Richert, W.: A Fast Hierarchical Learning Approach for Autonomous Robots. In: *Organic Computing – A Paradigm Shift for Complex Systems, Autonomic Systems*, pp. 545 – 558. Springer Basel, 2011

Jungmann, A.; Kleinjohann, B.; Richert, W.: Increasing Learning Speed by Imitation in Multi-robot Societies. In: *Organic Computing – A Paradigm Shift for Complex Systems, Autonomic Systems, Band 1*, pp. 295 – 307, Springer Basel, 2011

Jungmann, A.; Lutterbeck, J.; Werdehausen, B.; Kleinjohann, B.; Kleinjohann, L.: Towards a Real-World Scenario for Investigating Organic Computing Principles in Heterogeneous Societies of Robots. In: Proceedings of the 2011 workshop on Organic computing, pp. 41 – 50, ACM, 2011

Khaluf, L.; Gerth, C.; Engels, G.: Pattern-Based Modeling and Formalizing of Business Process Quality Constraints. In: Proceedings of the 23rd international conference on Advanced information systems engineering (CAiSE'11), pp. 521 – 535, Springer Verlag, 20 – 24 June 2011

Khaluf, Y.; Mathews, E.; Rammig, F. J.: Self-Organized Cooperation in Swarm Robotics. In: 14th IEEE International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing Workshops (ISORCW), pp. 217 – 226, Newport Beach, Kalifornien, USA, IEEE Computer Society, 28 – 31 March 2011

Klobedanz, K.; König, A.; Müller, W.: A Reconfiguration Approach for Fault-Tolerant FlexRay Networks. In: Proceedings of Design, Automation, Test Europe – DATE2011, Grenoble, France, IEEE Computer Society Press, 14 – 18 March 2011

Klobedanz, K.; König, A.; Müller, W.; Rettberg, A.: Self-Reconfiguration for Fault-Tolerant FlexRay Networks. In: Second IEEE Workshop on Self-Organizing Real-Time Systems – SORT 2011, Newport Beach, California, USA, March 2011, IEEE Computer Society Press

Kuznik, C.; Müller, W.: Aspect enhanced functional coverage driven verification in the SystemC HDVL. Proc. of the 8th International SoC Design Conference 2011 (ISODC 2011), November 2011

Kuznik, C.; Müller, W.: Verification Closure of SystemC Designs with Functional Coverage. 16th North American SystemC User Group Meeting, June 2011

Kuznik, C.; Müller, W.: Functional Coverage-driven Verification with SystemC on Multiple Level of Abstraction. In: Proceedings of DVCON, March 2011

Kuznik, C.; Müller, W.: Native binary mutation analysis for embedded software and virtual prototypes in SystemC. Proceedings of the 17th IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing 2011

Mathews, E.; Frey, H.: A Localized Planarization Algorithm for Realistic Wireless Networks. In: IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), pp. 1 – 9, IEEE Computer Society, June 2011

Mathews, E.; Graf, T.; Kulathunga, K. S. S. B.: A Bio-inspired Coverage and Connectivity Maintenance Algorithm. In: 6th International ICST Conference on Bio-Inspired Models of Network, Information, and Computing Systems, Lecture Notes of ICST, December 2011

Mischkalla, F.; He, D.; Müller, W.: A Retargetable SysML-based Front-End for High-Level Synthesis. In: Proceedings of 2nd Workshop

on Model Based Engineering for Embedded Systems Design (M-BED), March 2011

Orfanus, D.; Janacik, P.; Eliassen, F.; Orten, Pal: High-Level Construction of Emergent Self-Organizing Behavior in Massively Distributed Embedded Systems. In: Proceedings of Third World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC2011), Salamanca, Spain, IEEE Computer Society, 19 – 21 October 2011

Rasche, C.; Stern, C.; Kleinjohann, L.; Kleinjohann, B.: A Distributed Multi-UAV Path Planning Approach for 3D Environments. In: The 5th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA 2011), Wellington, New Zealand, December 2011

Rasche, C.; Stern, C.; Kleinjohann, L.; Kleinjohann, B.: Coordinated Exploration and Goal-Oriented Path Planning using Multiple UAVs. ThinkMind, International Journal On Advances in Software, 3(3&4): pp. 351 – 370, April 2011

Stern, C.; Rasche, C.; Kleinjohann, L.; Kleinjohann, B.: Towards Using Virtual Forces for Image Registration. In: The 5th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA 2011), Wellington, New Zealand, December 2011

Thuy, A.: Comparison of periodic and aperiodic task models for cyber-physical-systems. In: Reconfigurable Communication-centric Systems-on-Chip (ReCoSoC), 2011 6th International Workshop on Reconfigurable Communication-centric Systems-on-Chip, IEEE Xplore, 20 – 22 June 2011

Vanderperren, Y.; Müller, W.; He, D.; Mischkalla, F.; Dohaene, W.: Extending UML for Electronic Systems Design: A Code Generation Perspective. In: Nicolescu, G.; O'Connor, Ian; Pigué, C. (Hrsg.) Design Technology for

Heterogeneous Embedded Systems Springer Verlag, 1st Edition, October 2011

Xie, T.; Müller, W.: HDL-Mutation Based Simulation Data Generation by Propagation Guided Search. In: Proceedings of the 14th Euromicro Conference on Digital System Design (DSD), September 2011

Xie, T.; Müller, W.: IP-XACT based System Level Mutation Testing. In: Proceedings of the 16th IEEE International High Level Design Validation and Test Workshop (HLDVT), November 2011

Promotionen PhD Theses

Sufyan Samara
Adaptable OS Services for Distributed Reconfigurable Systems on Chip
Das ständige Streben nach immer größeren Rechenkapazitäten führt zu eingebetteten Systemen, die aus mehreren Verarbeitungselementen bestehen, die auf einem Chip integriert sind. Ein Beispiel dafür ist die Integration eines rekonfigurierbaren Gewebes (FPGA) mit mehreren Universalprozessoren, um ein rekonfigurierbares System auf einem Chip zu bilden. Typischerweise werden diese Systeme verteilt. Dieses schafft flexible, verteilte Hochleistungssysteme. Allerdings sind diese Systeme aus Verwaltungssicht hochgradig komplex. Diese Komplexität wird zusätzlich erhöht, wenn Anwendungen, dynamisch in das System hineinkommen und es verlassen. In diesem Fall können die Komplexität erhöht, da sich Ressourcen und Anforderungen und unvorhersehbar verändern. In dieser Arbeit wird ein Betriebssystemdienstmodell entwickelt, welches effizient eingesetzt werden kann und sich den verschiedenartigen Veränderungen in Systemen anpasst. Darüber hinaus werden Algorithmen und Methodologien diskutiert, die es diesem neuartigen Betriebssystemmodell

erlauben, mit den unvorhersehbaren Variationen der Anforderungen der Anwendungen sowie der Umgebung zu interagieren. Die entwickelten Algorithmen werden einer ausführlichen Evaluierung unterzogen. Die Arbeit schließt mit einer Fallstudie des Triple Data Encryption Standards als Konzeptnachweis ab. Sufyan Samara aus Palestine war 2008 bis 2010 mit einem Stipendium des DAAD in der Fachgruppe „Entwurf paralleler Systeme“ (Prof. F. J. Rammig) als Doktorand tätig. Er lehrt nun an der An Najah National University Nablus, Palestine.

Jan Stehr

On the design and implementation of reliable and economical telematics software architectures for embedded systems: a domain-specific framework

In dieser Arbeit etabliert die HIRTE (High Integrity Run-Time Environment) – eine hochintegrierte Laufzeitumgebung für missionskritische Telematiksysteme. Während sie den Fokus auf verteilte, eingebettete Applikationskomponenten setzt, führt sie dazu als sekundäres Ergebnis die Domäne der elektronischen Mauterhebung (Electronic Toll Collection; ETC) für Softwarearchitekturen ein. Dabei dient ETC als ein Archetyp zur Verfeinerung und Konkretisierung der Anforderungen Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit, die zu einer Menge von Designeigenschaften führen. Diese domänenspezifischen Charakteristika finden sich in den HIRTE-Entwurfsmustern wieder, welche, ergänzt durch Referenzimplementierungen in Ada, einen Rahmen für kritische, eingebettete Telematiksoftwarearchitekturen bilden. In diesem Zusammenhang repräsentiert die virtuelle Steuereinheit (Virtual Control Unit; VCU) – eine erweiterbare, schlanke virtuelle Maschine, gesteuert durch Zustandsautomatenprogramme – ein zentrales Konzept. Zusätzlich liefert die Arbeit tertiäre Artefakte zur Klassifizierung und Risikoevaluation von Telematiksystemen, sowie originäre Ansätze für Interoperabilität.

Jan Stehr promovierte als externe Doktorand der Fachgruppe „Entwurf Paralleler Systeme“ (Prof. F. J. Rammig). Er ist Geschäftsführer der omp GmbH, Paderborn.

Matthias Schnellte

Automatische Testfallgenerierung aus kontrolliert natürlichsprachlichen Anforderungsspezifikationen für reaktive Echtzeitsysteme

Die Problematik bei diesem Ansatz ist, dass die formalen Modelle mit Hilfe von formalen Sprachen erfasst werden und diese Notationen weit entfernt von den ursprünglichen, in natürlicher Sprache verfassten Anforderungen sind. Die Zielsetzung dieser Arbeit ist es daher, die Lücke zwischen den informellen, natürlichsprachlich verfassten Anforderungen und dem formalen Modell, das zur Testfallgenerierung dient, zu verkleinern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine kontrollierte natürliche Sprache entwickelt, um die Anforderungen formal zu erfassen. Diese Sprache ist eine eingeschränkte Version der englischen Sprache, die sich an bestehenden Anforderungsdokumenten aus der industriellen Praxis orientiert. Die Einschränkungen der Sprache sind so gewählt, dass die Semantik der Sprache eindeutig ist und automatisch in ein formales Modell übersetzt werden kann. In einem weiteren Schritt werden automatisch Testfälle aus dem Modell hergeleitet, wobei hierfür Algorithmen aus dem Bereich der automatischen Handlungsplanung zum Einsatz kommen. Das entwickelte Verfahren ermöglicht es, Testfälle aus Anforderungen mit nicht-deterministischen Zeitverhalten zu generieren. Es wird gezeigt, dass die Menge der erzeugten Testfälle dem MC/DC Überdeckungskriterium genügt. Mit Hilfe von Fallstudien wird schließlich gezeigt, dass der gewählte Ansatz der Testfallgenerierung in der Lage ist, Anforderungsdokumente mit industriellem Umfang zu verarbeiten. Matthias Schnellte hat seine Arbeit in der Fachgruppe „Entwurf paralleler Systeme“ (Prof. F.

J. Rammig) im Rahmen eines s-labs Projekts mit der Firma dSpace GmbH, Paderborn ausgearbeitet. Er ist nun als Wissenschaftler bei der ABB AG in Ladenburg beschäftigt.

Timo Kerstan

Towards full virtualization of embedded real-time systems

Die zunehmende Komplexität und die Forderung nach Schnittstellen auf höchster Ebene bei eingebetteten harten Echtzeitsystemen führt zu gegensätzlichen Zielen bei der Entwicklung der unterliegenden Systemsoftware. Das Hinzufügen weiterer Funktionalität auf höchster Ebene gefährdet die typischen Eigenschaften eingebetteter harter Echtzeitsysteme. Auf der anderen Seite ist die Implementierung von Funktionalität zum Ausführen von Systemen unter harter Echtzeit in nicht echtzeitfähigen Betriebssystemen nicht möglich, da diese aufgrund ihrer vorhandenen Implementierung oft nicht deterministisches Verhalten aufweisen. Heutige Oberklassenfahrzeuge enthalten allerdings mittlerweile mehr als 70 eingebettete Steuereinheiten (ECUs). Es stellt sich also die Frage, wie man dieser zunehmenden Komplexität Herr wird. Werden aus diesem Grund zukünftige Fahrzeuge noch mehr ECUs enthalten oder werden leistungsfähigere ECUs die Funktionalitäten mehrere ECUs in sich vereinen, weil die wachsende Zahl von ECUs nicht mehr adäquat handhabbar ist. Blickt man in Richtung des Einsatzes leistungsfähigerer ECUs, so tauchen die Konflikte der Designziele von eingebetteten harten Echtzeitsystemen und Betriebssystemen mit Funktionalität auf höchster Ebene wieder auf. Denkt man an den Einsatz von Virtualisierung, ergeben sich daraus interessante Fragestellungen. Ist der Einsatz von Virtualisierung in der Lage, die widersprüchlichen Ziele in ein System zu integrieren, wobei die Anforderungen beider Systeme noch immer erhalten bleiben? Welches Paradigma der Virtualisierung ist am besten für eingebettete Echtzeitsysteme geeignet? Sämtliche

Fragen bedürfen einer Antwort, wenn Virtualisierung als mögliches Lösungsparadigma in Betracht gezogen wird, um dem Design komplexer verteilter eingebetteter harter Herr zu werden. Timo Kerstan war von 2006 bis 2011 wissenschaftlicher Angestellter in der Fachgruppe „Entwurf paralleler Systeme“ (Prof. F. J. Rammig) am Heinz Nixdorf Institut. Seit Juli 2011 ist Herr Kerstan in der Entwicklung bei dSPACE, Paderborn tätig.

Jörg Stöcklein

Mixed Reality in the Loop – Ein iteratives, prototypenbasiertes Entwurfsvorgehen für die Entwicklung von Mixed Reality Anwendungen

Mixed Reality in the Loop ist ein iteratives, prototypenbasiertes Entwurfsvorgehen für Mixed Reality Anwendungen. Das Vorgehen besteht aus einem iterativen Prozess, an dessen Ende immer eine testbare Designrepräsentation der Anwendung, kurz ein Prototyp, steht, der für die nächste Iteration verwendet wird. Die Iterationen werden kurz gehalten, so dass ständig eine testbare Designrepräsentation der Anwendung gewährleistet ist. Dem Mixed Reality in the Loop-Entwurfsvorgehen steht ein eigens dafür entwickeltes Architekturmuster zur Seite, das es erlaubt, die einzelnen Teile der Anwendung in insgesamt vier Kategorien einzuteilen, die separat und unabhängig voneinander weiterentwickelt werden können. Der zentrale Vorteil bei Mixed Reality in the Loop gegenüber anderen Verfahren ist die Entwicklung entlang des Mixed Reality Kontinuums. So bieten das Entwurfsvorgehen und der iterative Entwicklungsprozess die Möglichkeit, in einer rein virtuellen Welt mit der Implementierung der Mixed Reality Anwendung zu beginnen und in den späteren Phasen schrittweise die virtuellen Teile durch ihre realen Gegenstücke zu ersetzen. Das bedeutet für die frühen Entwicklungsphasen eine Implementation in einer fest definierten virtuellen Umgebung, die komplett unter der Kontrolle des Ent-

wicklers liegt. Um eine Einschätzung des Entwicklungsstandes der Prototypen zu erhalten wurde für jede Komponente eine eigene Metrik entworfen, die den Entwicklungsstand anhand verschiedener Parameter errechnet. Seit 2004 arbeitet Jörg Stöcklein als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Heinz Nixdorf Instituts in der Fachgruppe „Entwurf paralleler Systeme“.

**Patente, Preise, Auszeichnungen
Patents, Prizes, Awards**

Stefan Grösbrink

Sieger des Programmierwettbewerbs der CONET Summer School „Networked Embedded Systems“, 24. – 30. Juli 2011, Bertinoro, Italien

**Weitere Funktionen
Prof. F. J. Rammig
Additional Functions
Prof. F. J. Rammig**

- Mitglied Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften
- Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Mitglied des zentralen Vergabeausschusses der Alexander von Humboldt Stiftung
- Hochschulseitiger Vorstand des c-lab
- Vorstandsmitglied der Paderborner International Graduate School on Dynamic Intelligent Systems
- Vorstandsmitglied des Paderborner Center for Parallel Computing
- Vorstandsmitglied s-lab (Software Quality Lab)
- Vertreter Deutschlands bei IFIP (International Federation for Information Processing)
- Vertreter Deutschlands in IFIP TC 10
- Mitglied in der IFIP Arbeitsgruppe 10.2 und 10.5

- Mitglied des Präsidiums der GI (Gesellschaft für Informatik)
- Mitglied in GI FB Technische Informatik
- Mitherausgeber Teuber Texte zur Informatik

**Weitere Funktionen B. Kleinjohann
Additional Functions B. Kleinjohann**

- Vice Chair IFIP Arbeitsgruppe 10.2 Embedded Systems

**Weitere Funktionen L. Kleinjohann
Additional Functions L. Kleinjohann**

- Publications Chair IFIP Arbeitsgruppe 10.2 Embedded Systems

**Weitere Funktionen W. Müller
Additional Functions W. Müller**

- Stellvertreter Sprecher der RSS Fachgruppe 4 Beschreibungssprachen und Modellierung von Schaltungen und Systemen
- Mitglied der ACM SIGDA
- Mitglied der ACM
- Mitglied der IEEE Computer Society
- Mitglied im Executive Committee der DATE 2011 und DATE 2012

**Weitere Funktionen P. Janacik
Additional Functions P. Janacik**

- Reviewer für das Springer Swarm Intelligence Journal
- Reviewer für die ACM Transactions on Sensor Networks
- Mitglied des Technical Program Committee der International Conference on Networking and Services

**Aktuelle Forschungsprojekte
Current Research Projects**

- SFB 614 Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus, Teilprojekt B3 – Virtual Prototyping (DFG)
- SFB 614 Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus, Teilprojekt C2 – RTOS für Selbstoptimierende Systeme (DFG)
- SSFB 614 Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus, Teilprojekt C3 – OCM Architektur für selbstoptimierende Regelungen (DFG)
- AC4DC – Adaptive Computing for Green Data Centers (BMW)
- Konfigurierbarer IP-Stack für Smart Cards (s-lab, Safran Morpho)
- Zahlreiche von der EU und BMBF geförderte Verbundprojekte im Rahmen des c-labs

**Aktuelle Industriekooperationen
Current Industry Cooperations**

- Im Rahmen des SFB 614 Transferprojektes T4 mit der Sysgo AG, Klein-Winterheim und der Bluestone Technology GmbH
- Im Rahmen des SATURN Projektes mit der Thales Security Systems und der Artisan Software Tools GmbH
- Im Rahmen des SANITAS und OSAMI Projektes mit der Siemens AG Deutschland
- Im Rahmen des SANITAS Projektes mit der TietoEnator GmbH
- Sagem Orga GmbH

**Wissenschaftliche Kooperationen
Scientific Cooperations**

- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

- Center for Embedded Computer Systems, UC Irvine, USA
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) in Porto Alegre, Brasilien
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) in Florianopolis, Brasilien
- Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe
- OFFIS – Institut für Informatik Oldenburg
- TU Berlin
- TU Braunschweig
- TU Kaiserslautern
- TU München

Regelungstechnik und Mechatronik Control Engineering and Mechatronics

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Publikationen Publications

Adelt, P.; Esau, N.; Hölscher, C.; Kleinjohann, B.; Kleinjohann, L.; Krüger, M.; Zimmer, D.: Hybrid Planning for Self-Optimization in Railbound Mechatronic Systems. Intelligent Mechatronics, Ganesh Naik (Ed.), ISBN: 978-953-307-300-2, InTech, 2011

Auerbach, T.; Adams, O.; Brockmann, M.; Gerloff, S.; Gierlings, S.; Herberger, J.; Keitzel, G.; Klocke, F.; Randecker, H.; Schäfers, E.; Trächtler, A.; Veselovac, D.; Wälder, G.; Wirtz, G.: Modellbasierte Steuerung und Regelung für flexible Fertigungsprozesse. Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium – AWK 2011, Aachen, 2011

Bielawny, D.; Krüger, M.; Reinold, P.; Timmermann, J.; Trächtler, A.: Iterative learning of Stochastic Disturbance Profiles Using Bayesian Networks. INDIN, 2011

Dellnitz, M.; Dignath, F.; Flaßkamp, K.; Hessel-von Molo, M.; Krüger, M.; Timmermann, R.; Zheng, Q.: Modelling and analysis of the nonlinear dynamics of the Transrapid and its guideway. ECMI 2010 Proceedings, Wuppertal, 2011

Krüger, M.; Witting, K.; Trächtler, A.; Dellnitz, M.: Parametric Model-Order Reduction in Hierarchical Multiobjective Optimization of Mechatronic Systems. 18th IFAC World Congress, Milano, Italy, 2011

Löffler, A.; Koert, D.; Schweers, C.; Trächtler, A.: Einführung in die modellbasierte Entwicklung im Bereich der Hausgerätektechnik. VDI Mechatronik, Tagungsband Mechatronik 2011, 2011

Löffler, A.; Schweers, C.; Fast, V.; Kruse, D.; Trächtler, A.: Multidomänen-Modell eines Waschvollautomaten für einen Hardware-in-the-Loop-Prüfstand. 8. Paderborner Work-

shop: „Entwurf mechatronischer Systeme“, 2011

Loh, C. C.; Trächtler, A.: Laser-sintered platform with optical sensor for a mobile robot used in cooperative load transport. 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society (IECON), 2011

Rustemeier, C.; Trächtler, A.; Gockel, F.-B.: ContainerRailCab – Die Alternative zum LKW-Transport im Hamburger Hafen. Ingenieurspiegel – Fachmagazin für Ingenieure, Ausgabe 2, 2011

Sondermann-Wölke, C.; Sextro, W.; Reinold, P.; Trächtler, A.: Zuverlässigkeitsorientierte Mehrzieloptimierung zur Aktorrekonfiguration eines X-by-wire-Fahrzeugs. Technische Tagung Zuverlässigkeit – TTZ 11, Leonberg, 2011

Timmermann, J.; Khatab, S.; Ober-Blöbaum, S.; Trächtler, A.: Discrete Mechanics and Optimal Control and its Application to a Double Pendulum on a Cart. 18th International Federation of Automatic Control World Congress – IFAC 2011, Milano, Italy, 2011

Weisske, A.; Gel, V.; Trächtler, A.: Fully Active Suspension System for a Military All-Terrain Transport Vehicle. 27th Applied Vehicle Technology Panel, Sofia, Bulgaria, 2011

Promotionen PhD Theses

Dr.-Ing. Torsten Bruns
Trajektorienplanung mittels Diskretisierung und kombinatorischer Optimierung (am Beispiel des autonomen Kreuzungsmanagements für Kraftfahrzeuge)

In der Arbeit wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem für niedrigdimensionale dynamische Systeme optimale und kollisionsfreie Trajektorien berechnet werden können. Im

Rahmen der Optimierung können weiterhin unterschiedliche Zielgrößen berücksichtigt werden, die ihren Ausdruck allerdings in Form einer "Wunsch"- bzw. Soll-Trajektorie finden müssen. Die Modellierung erfolgt auf Basis einer systematischen Diskretisierung der prinzipiell kontinuierlichen Systeme und ihrer Umwelt, so dass Verfahren aus dem Bereich der kombinatorischen Optimierung verwendet werden können. Dieser Ansatz ermöglicht eine Abschätzung und Skalierung des Berechnungsaufwands, was wiederum eine gute Eignung für die Anwendungen unter Echtzeitbedingungen bedeutet. Das Verfahren wird am Beispiel des autonomen Kreuzungsmanagements eingeführt und bewertet: Für autonome Fahrzeuge, die als lineare dynamische Systeme 2. Ordnung modelliert werden, werden kollisionsfreie Trajektorien für die Überquerung einer Kreuzung bzw. eines beliebigen Verkehrsknotenpunktes berechnet. Bei der Berechnung werden Optimierungszielgrößen wie Dauer, Komfort und Kraftstoffverbrauch berücksichtigt. Prinzipiell kann das Verfahren auf beliebige gleichartige Anwendungen übertragen werden, etwa auf die Trajektorienplanung von Robotern mit gemeinsamem Arbeitsraum oder in einer unbekanntem Umwelt. Die Dissertation ist in der HNI-Verlagsschriftenreihe erschienen (Band 299).

Dipl.-Ing. Maike Salfeld
Konzeption eines Regelungssystems zur gezielten Beeinflussung der Fahrdynamik in Unfallsituationen

In der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Fahrzeugsicherheit setzt sich in zunehmendem Maß die gesamtheitliche Betrachtung des Unfalls durch. Die Vernetzung vorhandener Systeme soll das Fahren in allen Unfallphasen sicherer gestalten. Nutzen Systeme der passiven Sicherheit bereits die Vorunfallphase, um den Schutz der Insassen in einer Kollision optimal zu gestalten, finden sich in der aktiven Sicherheit nur vereinzelt Ansätze, um die

Fahrdynamik nach einer Kollision gezielt zu beeinflussen. In der vorliegenden Arbeit wird die Konzeption eines fahrdynamischen Regelungssystems zur Beeinflussung der Fahrzeugbewegung in Unfallsituationen vorgestellt. Zentraler Bestandteil des Systementwurfs ist zum einen die Analyse von Realunfalldaten der GIDAS-Datenbank, zum anderen eine Metrik zur Bewertung der Fahrzeugtrajektorie hinsichtlich der Insassengefährdung. Diese erlaubt es, das allgemeine Ziel der Unfallschwereminderung auf Systemanforderungen abzubilden. Die optimale Eingriffstrategie zur Beeinflussung der Fahrzeugbewegung in der Unfallsituation ergibt sich aus der Optimierung einer Auswahl an Bewertungskriterien. Beispielhaft wird in dieser Arbeit ein System zur Minimierung der kinetischen Energie realisiert und in Simulation evaluiert.

Die Dissertation wird Anfang 2012 in der HNI-Verlagsschriftenreihe erscheinen.

Weitere Funktionen Additional Functions

- Sprecher Fraunhofer-Projektgruppe „Entwurfstechnik Mechatronik“
- Studiendekan (bis Sept. 2011)
- Projektleiter RailCab
- Leiter des VDI/VDE-GMA-Fachausschusses 7.62 (Steuerung und Regelung von Kraftfahrzeugen und Motoren)
- Mitglied im IFAC TC 7.1 Automotive Control
- Mitglied der Graduate School on Dynamic Intelligent Systems
- Mitarbeit in den VDI/VDE-GMA-Fachausschüssen 1.30 (Modellbildung, Identifikation und Simulation in der Automatisierungstechnik), 4.15 (Theoretische Verfahren der Regelungstechnik), 4.15 (Mechatronik), 7.61 (Automatisierung für Schienenverkehrssysteme)
- Vorstand des L-LAB

Spin-Offs Spin-Offs

MLaP GmbH

Mechatronik-Laboratorium Paderborn, gegründet 2006, bietet Dienstleistungen an in den Bereichen Entwurf mechatronischer Systeme, Regelungs- und Steuerungstechnik. Spezielle Anwendungen sind die Entwicklung elektrohydraulischer Aktoren für aktive Fahrwerksysteme und die Reglerauslegung für die Aktorsysteme und das Gesamtfahrzeugverhalten. Außerdem umfasst das Dienstleistungsangebot die Durchführung von Machbarkeitsstudien und Konzeptvergleichen, kundenspezifische Prüfstandsuntersuchungen in Hardware-in-the-Loop-Umgebungen und die Entwicklung und Erprobung von Prototypen und Prüfständen. Im 2. Halbjahr 2011 wurde das Mechatronik-Laboratorium Paderborn in die MLaP GmbH überführt.
www.mlapp.de

Aktuelle Forschungsprojekte Current Research Projects

SFB 614 Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus

Beteiligung an den Teilprojekten C3: OCM-Architektur für selbstoptimierende Regelungen, D1: Selbstoptimierende Funktionsmodule und D2: Vernetzte selbstoptimierende Module und Systeme. Ziel sind die Entwicklung und Realisierung selbstoptimierender mechatronischer Systeme in Hardware und Software und der Test der im SFB 614 gewonnenen Erkenntnisse, Methoden und Verfahren an anspruchsvollen Beispielen.
Förderinstitution: DFG

Aktives Fahrwerk für ein schweres Geländefahrzeug

Entwicklung und Entwurf eines aktiven Federungssystems für ein geländegängiges Radfahrzeug; modellgestützte Optimierung

der Fahrwerksabstimmung und Aktorik, bestehend aus reversierbaren Flügelzellenpumpen und Gleichlauf-HP-Zylindern; Entwurf und Optimierung der Fahrzeugregelung am Modell, Erprobung der Aktorik und Regler am Prüfstand; anschließend Einbau in ein Testfahrzeug und Fahrerprobung.
Förderinstitution: Bundeswehr

Aktive und semiaktive Federung eines leichten Kettenfahrzeugs

Inhalte des Projektes sind die Modellierung, Reglersynthese, Simulation, Konstruktion und Realisierung eines aktiven Fahrwerks mit Geländetauglichkeit.
Projektpartner: Bundeswehr

RailCab – Neue Bahntechnik Paderborn

Verbundprojekt zur Entwicklung eines innovativen Bahnsystems, das moderne Fahrwerkstechnologien mit dem fortschrittlichen Antrieb durch verschleißfreie Linearmotor-technik unter Nutzung der bestehenden Bahntrassen vereint. Schwerpunkt der Aktivitäten: Transfer der RailCab-Technologie in die Anwendung Containertransport.
Förderinstitution: Universität Paderborn

Chamäleon

Mechatronischer Entwurf und Realisierung eines elektrischen, vollaktiven X-by-Wire-Versuchsfahrzeugs „Chamäleon“. Das Fahrzeug soll als Demonstrator für die Vernetzung von Fahrdynamikregelsystemen sowie der Erprobung neuer Entwicklungsmethoden und Werkzeuge dienen.
Förderinstitution: internes Projekt

Mehrfachpendelsystem auf linear geführtem Wagen

Das unteraktivierte, nichtlineare Mehrfachpendelsystem dient zur Entwicklung und Analyse fortschrittlicher Steuer- und Regelstrategien. Es kann mit zwei oder auch drei Pendelarmen betrieben werden. Das chaotische Pendelsystem kann durch geeignete Steuerung und Regelung definierte Manöver

zum Beispiel zwischen verschiedenen Ruhe-lagen ausführen.

Förderinstitution: internes Projekt

ENTIME – Entwurfstechnik Intelligente Systeme

ENTIME ist ein Gemeinschaftsprojekt der Fachgruppen „Produktentstehung“, „Software-technik“ und „Regelungstechnik und Mechatronik“ mit der Beteiligung von neun Unternehmen aus der Region. Ziel ist die Anwendung von Semantic Web-Technologien zur Unterstützung des Entwicklers beim Entwurf mechatronischer Systeme. Die Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ erstellt Simulationsmodelle unterschiedlicher Modellierungstiefen mit dem Ziel, diese semantisch miteinander zu verknüpfen. Federführend ist die Fachgruppe außerdem bei der Konzipierung und dem Aufbau eines geeigneten Messe-Demonstrators.

Förderinstitution: EU, NRW

Test- und Trainingsumgebung für fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme (TRAFFIS)

Das Projekt „TRAFFIS“ wird vom Heinz Nixdorf Institut in enger Kooperation mit vier Industrieunternehmen durchgeführt. Ziel ist, die Entwicklung und Erprobung fortgeschrittener Fahrerassistenzsysteme entlang der gesamten Wertschöpfungskette deutlich zu verbessern und signifikant zu verkürzen. Im Kern des Vorhabens steht der Fahr-simulator: Durch neue Methoden zur effizienten Bildung virtueller Umgebungen und deren Echtzeitverarbeitung im Rahmen eines Hardware-in-the-Loop Ansatzes soll das Verhalten moderner Fahrzeugsysteme wirklichkeitstreu nachgebildet werden.

Förderinstitution: Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Kooperierende Miniroboter

Das Forschungsziel liegt in der Realisierung einer Kooperation zwischen mehreren Minirobotern zur Bewältigung einer gemeinsamen Aufgabe, z. B. das Tragen einer Last. Die Koordination der einzelnen Roboter ohne eine direkte Kommunikation untereinander stellt eine besondere Herausforderung dar. Durch den Einsatz geeigneter Steuerungs- und Regelungsalgorithmen und lokaler Sensoren werden Informationen über das Verhalten der anderen Teilnehmer gewonnen und eine Koordination aller Teilnehmer erreicht.

Förderinstitution: International Graduate School

Motion-Cueing Strategie für ein Fahr-simulationssystem

Inhalt des Projektes ist die Entwicklung einer Ansteuerungsstrategie für die Bewegungsplattform eines Fahr-simulationssystems. Die s.g. Motion-Cueing Strategie berechnet aus den simulierten Fahrzeugbewegungen eine Solltrajektorie für die Plattform, um dem Probanden ein realistisches Fahrgefühl zu vermitteln.

Förderinstitution: International Graduate School

Methoden der Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechnik mechatronischer Systeme mit mehreren Betriebsstrategien

Das Hauptziel dieser Arbeit besteht in der Entwicklung von Strategien für den Nachweis der Zuverlässigkeit und Sicherheit mechatronischer Systeme. Bestehende Verfahren zur Analyse dieser Systemeigenschaften werden weiterentwickelt und für konkrete Anwendungen implementiert. Ein Anwendungsbeispiel ist das an der Fachgruppe „Regelungstechnik und Mechatronik“ entwickelte X-by-Wire Versuchsfahrzeug.

Förderinstitution: International Graduate School

Achsprüfstand

Zielsetzung des Projektes ist die Entwicklung einer HiL-Methodik zur Prüfung mechatronischer Achsen. Neben dem mechatronischen Entwurf und Aufbau des Prüfstands sind Forschungstätigkeiten für die Regelung der Anregungseinheiten geplant, um die erforderliche Bandbreite für die Simulation von Straßenanregungen zu erreichen. Weiterhin soll die indirekte Abbildung zusätzlicher Belastungsgrößen, wie z. B. der Aufwärtbewegung, durch die Anregungseinheiten, sowie die Reproduzierbarkeit der HiL-Simulationen untersucht werden.

Förderinstitution: Internes Projekt

Methodik zur virtuellen Inbetriebnahme von maschinenbaulichen Anlagen auf Basis von objektorientierten Verhaltensmodellen

Ziel des Projektes ist eine Methodik zur virtuellen Inbetriebnahme von maschinenbaulichen Anlagen mit wählbarer Modellierungstiefe. Damit soll die Zeit der Modellerstellung signifikant verkürzt werden. Den Kern der Methodik bilden die Dekomposition von komplexen Anlagen und die Modellierung des Verhaltens mit variablem Abstraktionsgrad. Die Methodik wird umgesetzt in einer durchgängigen Entwicklungsumgebung.

Förderinstitution: DFG

Aktuelle Industriekooperationen Current Industry Cooperations

Energiemanagement für Kraftfahrzeuge

Gegenstand der Forschung sind die Simulation der Energieflüsse im Kfz sowie die Optimierung des Energiemanagements. Ziel des Projektes ist die Ermittlung des Einsparpotenzials beim Primärenergiebedarf bzw. den CO₂-Emissionen von Kraftfahrzeugen.

Förderinstitution: Volkswagen AG

Modellbildung Papiertransport

Ziel ist die Erforschung der physikalischen Vorgänge beim Transport und beim Verein-

zeln von Banknoten mit Hilfe eines speziellen Prüfstands und deren Modellierung als Mehrkörpersysteme (MKS).

Förderinstitution: Wincor Nixdorf AG

Modellbildung Trockenprozess

Ein Projekt zur Untersuchung und zur Simulation des Trocknungsprozesses eines Wäschetrockners. Insbesondere wird die Modellierung des Bewegungsverhaltens der Wäsche in Kombination mit den thermodynamischen Prozessen und dem System Wäschetrockner betrachtet.

Förderinstitution: Miele & Cie. KG

Hardware-in-the-Loop-Prüfstand für Waschautomatensteuergeräte

Die wichtigste Komponente des HiL-Prüfstandes ist das physikalische Modell eines Waschautomaten, bestehend aus thermodynamischen, fluidmechanischen und mechanischen Teilsystemen. Auf einer Echtzeithardware wird der Waschautomat simuliert und über die Sensor- und Aktorsignale mit dem Steuergerät gekoppelt, d. h. die Gleichungen des Waschautomaten-Modells müssen in Echtzeit gelöst werden. Für das Steuergerät verhält sich die virtuelle Waschmaschine auf der Echtzeithardware genauso wie eine reale Waschmaschine; Steuergerätestests sind damit erheblich einfacher durchzuführen.

Förderinstitution: Miele & Cie. KG

Selbstkorrigierendes Stanz-/Biegewerkzeug

Während der Fertigung von Stanz-Biegeteilen können Formabweichungen im Endprodukt auftreten, was vorwiegend auf Schwankungen der Eigenschaften des Bandmaterials zurückgeführt wird. Tritt eine Formabweichung auf, müssen derzeit die Prozessparameter manuell nachjustiert werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer sich selbst korrigierenden Regelungsstrategie, die automatisch im Prozess Korrekturen vor-

nimmt und somit die Qualität des Endproduktes verbessert.

Förderinstitution: Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Projektpartner: Fa. Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Fa. Bihler GmbH & Co. KG

Automatisierte Profilmantelung

Eine neue Ummantelungsmaschine soll Rüstzeiten von etwa 5 Minuten erreichen, während aktuelle Systeme im Mittel 1,5 Stunden benötigen. Dazu werden bis zu 48 Industrieroboter in Verbindung mit einem automatischen Magazin- und Messsystem sowie einer intelligenten Konfigurationssoftware eingesetzt.

Projektpartner: düspohl Maschinenbau GmbH

Softwaretechnik

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

Publikationen Publications

Becker, S. Bilich, C.; Koziolok, A.; Koziolok, H.; Krogmann, K.; Mirandola, R.; Schlich, B.; Trifu, M.; Weiss, R.: An industrial case study on quality impact prediction for evolving service-oriented software. In Proceeding of the 33rd international conference on Software engineering, Software Engineering in Practice Track, ICSE ,11, pp. 776–785, New York, NY, USA, 2011. ACM, New York, NY, USA. Acceptance Rate: 18% (18/100).

Becker, S.; Dziwok, S.; Gewering, T.; Heinzemann, C.; Pohlmann, U.; Priesterjahn, C.; Schäfer, W.; Sudmann, O.; Tichy, M.: MechatronicUML – Syntax and Semantics. Tech. Rep., no. tr-ri-11 – 325. Software Engineering Group, Heinz Nixdorf Institute August 2011

Becker, S.; Dziwok, S.; Gewering, T.; Heinzemann, C.; Pohlmann, U.; Priesterjahn, C.; Schäfer, W.; Sudmann, O.; Tichy, M.: MechatronicUML – Syntax and Semantics. Tech. Rep., no. tr-ri-11 – 325. Software Engineering Group, Heinz Nixdorf Institute August 2011

Becker, S.; von Detten, M.: Combining Clustering and Pattern Detection for the Reengineering of Component-based Software Systems. In Proceedings of the 7th International Conference on the Quality of Software Architectures, QoSA 2011 (Boulder, Colorado, USA). ACM Press, 2011

Becker, S.; von Detten, M.: Combining clustering and pattern detection for the reengineering of component-based software systems. In 7th ACM SIGSOFT International Conference on the Quality of Software Architectures (QoSA 2011), 20–24 June 2011

Becker, S.; von Detten, M.; Heinzemann, C.; Rieke, J.: Structuring Complex Story Diagrams by Polymorphic Calls. Tech. Rep., no.

tr-ri-11 – 323. Software Engineering Group, Heinz Nixdorf Institute March 2011

Becker, S.; von Detten, M.; Heinzemann, C.; Rieke, J.: Structuring Complex Story Diagrams by Polymorphic Calls. Tech. Rep., no. tr-ri-11 – 323. Software Engineering Group, Heinz Nixdorf Institute, March 2011

Becker, S.; von Detten, M.; Travkin, O.: Towards the combination of clustering-based and pattern-based reverse engineering approaches. In Proceedings of the 3rd Workshop of the GI Working Group L2S2 – Design for Future 2011, 2011

Becker, S.; Brüseke, F.; Engels, G.: Palladio-based performance blame analysis. In Ralf Reussner, Clemens Szyperski, and Wolfgang Weck, editors, Proc. 16th International Workshop on Component Oriented Programming (WCOP'11), 2011

Brink, C.; Greenyer, J.; Hahn, M.; Schäfer, W.; Tichy, M.: Simulation von hybridem Verhalten in CAMEL-View. In Wissenschaftsforum Intelligente Technische Systeme 2011, Paderborn. May 2011

Eckardt, T.; Heinzemann, C.: Providing Timing Computations for FUJABA. In Proceedings of the 8th International Fujaba Days (University of Tartu, Estonia). May 2011

Eckardt, T.; Heinzemann, C.; Henkler, S.; Hirsch, M.; Priesterjahn, C.; Schäfer, W.: Modeling and Verifying Dynamic Communication Structures based on Graph Transformations. In Computer Science - Research and Development, pp. 1–20. Springer Berlin / Heidelberg, July 2011. 10.1007/s00450-011-0184-y.

Frieben, J.; Tichy, M.: Automatic Deployment of IEC 61499 Function Blocks onto Interconnected Devices. In In Proc. of SPS/IPC/DRIVES 2011. November 2011

Gausemeier, J.; Schäfer, W.; Anacker, H.; Bauer, F.; Dziwok, S.: Einsatz semantischer Technologien im Entwurf mechatronischer Systeme. In 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme, HNI-Verlagsschriftenreihe, vol. 294, pp. 7–35. Jürgen Gausemeier and Franz Rammig and Wilhelm Schäfer and Ansgar Trächtler, May 2011

Greenyer, J.; Pook, S.; Rieke, J.: Preventing Information Loss in Incremental Model Synchronization by Reusing Elements. In Robert France, Jochen M. Kuester, Behzad Bordbar, Richard F. Paige (eds.): Proceedings of the Seventh European Conference on Modeling Foundations and Applications (ECMFA 2011), Lecture Notes in Computer Science, vol. 6698, pp. 144–159. Springer Berlin/Heidelberg, June 2011.

Greenyer, J.; Rieke, J.; Schäfer, W.; Sudmann, O.: The Mechatronic UML Development Process. In Tarr, Peri L. and Wolf, Alexander L. (eds.): Engineering of Software - The Continuing Contributions of Leon J. Osterweil, pp. 311-322. Springer Berlin Heidelberg, 2011

Heinzemann, C.; Henkler, S.: Reusing Dynamic Communication Protocols in Self-Adaptive Embedded Component Architectures. In Proceedings of the 14th International Symposium on Component Based Software Engineering (CBSE-2011). June 2011

Heinzemann, C.; Henkler, S.: Timed Story Driven Modeling. Tech. Rep., no. tr-ri-11 – 326. Software Engineering Group, Heinz Nixdorf Institute, July 2011

Heinzemann, C.; Schäfer, W.; Suck, J.: Formalizing Model Checking on Timed Graph Transformation Systems. Tech. Rep., no. tr-ri-11 – 316. September 2011

Hölscher, C.; Priesterjahn, C.; Sondermann-Wölke, C.; Tichy, M.: Component-based Hazard Analysis for Mechatronic Systems. In

Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing Workshops , IEEE International Symposium on Object/Component/Service-oriented Real-time Distributed Computing (ISORC), pp. 80–87. IEEE Computer Society, (Los Alamitos, CA, USA) March 2011

Holtmann, J.; Meyer, J.: Eine durchgängige Entwicklungsmethode von der Systemarchitektur bis zur Softwarearchitektur mit AUTOSAR. In Holger Giese; Michaela Huhn; Jan Philipps; Bernhard Schätz (eds.): Tagungsband des Dagstuhl-Workshop MBEES: Modellbasierte Entwicklung eingebetteter Systeme VII, pp. 21–30. fortiss GmbH, 2011

Holtmann, J.; Meyer, J.; Meyer, M.: A Seamless Model-Based Development Process for Automotive Systems. In Ralf Reussner; Alexander Pretschner; Stefan Jähnichen (eds.): Software Engineering 2011 – Workshopband (inkl. Doktorandensymposium), GI-Edition Lecture Notes in Informatics (LNI), vol. P-184, pp. 79–88. Bonner Köllen Verlag, 2011

Meyer, J.; Holtmann, J.; Meyer, M.: Formalisierung von Anforderungen und Betriebssystemeigenschaften zur frühzeitigen Simulation von eingebetteten, automobilen Systemen. In Jürgen Gausemeier; Franz Rammig; Wilhelm Schäfer; Ansgar Trächtler (eds.): 8. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme, HNI-Verlagsschriftenreihe, vol. 294, pp. 203–215. Heinz Nixdorf Institut, 2011

Nobel, D.: Modellgetriebene Qualitätsanalyse von Service component Architecture Anwendungen mittels des Palladio Component Model. Master's thesis, Universität Paderborn, 2011

Pohlmann, U.; Tichy, M.: Modelica code generation from ModelicaML state machines extended by asynchronous communication.

In Proc. of the 4th International Workshop on Equation-Based Object-Oriented Modeling Languages and Tools, Zurich, Switzerland. September 2011

Priesterjahn, C.; Steenken, D.; Tichy, M.: Component-based Timed Hazard Analysis of Self-healing Systems. In Proc. of the Workshop on Assurances for Self-Adaptive Systems at ESEC/FSE 2011, Szeged, Hungary. September 2011

Tichy, M.: A Master Level Course on Modeling Self-Adaptive Systems with Graph Transformations. In Proc. of the 8th International Fujaba Days 2011, Tartu, Estonia. May 2011

von Detten, M.: Towards Systematic, Comprehensive Trace Generation for Behavioral Pattern Detection through Symbolic Execution. In Proceedings of the 10th ACM SIGPLAN/SIGSOFT Workshop on Program Analysis for Software Tools and Engineering (PASTE) (Szeged, Hungary). September 2011

von Detten, M.; Becker, S.; Travkin, O.: Towards the Combination of Clustering-based and Pattern-based Reverse Engineering Approaches. In Proceedings of the 3rd Workshop of the GI Working Group L2S2 - Design for Future 2011 (Karlsruhe, Germany). February 2011

von Detten, M.; Fockel, M.; Travkin, D.: Interpreting Story Diagrams for the Static Detection of Software Patterns. In Proceedings of the 8th International Fujaba Days (University of Tartu, Estonia). May 2011

von Detten, M.; Heinzemann, C.; Lauder, M.; Rieke, J.; Travkin, D.: A new Meta-Model for Story Diagrams. In Proceedings of the 8th International Fujaba Days (University of Tartu, Estonia). May 2011

von Detten, M.; Holtmann, J.; Meyer, J.: Automatic Validation and Correction of

Formalized, Textual Requirements. In Proceedings of the IEEE Fourth International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW) 2011, pp. 486–495. IEEE Computer Society, 2011

von Detten, M.; Platenius, M.; Travkin, D.: Visualization of Pattern Detection Results in Reclipse. In Proceedings of the 8th International Fujaba Days (University of Tartu, Estonia). May 2011

Promotionen PhD Theses

Dr. Joel Greenyer

Scenario-based Design of Mechatronic Systems

Fortschrittliche mechatronische Systeme müssen heute zunehmend komplexe Aufgaben in vielseitigen, teils sicherheitskritischen Situationen erfüllen. Um diese Komplexität während des Entwurfs zu beherrschen, basiert der Entwurf typischerweise auf Szenarien, in welchen Ingenieure beschreiben, welche Abläufe in einer bestimmten Situation möglich, erforderlich oder unzulässig sind. Szenarien erlauben es dem Menschen, auch komplexe Anforderungen an ein System zu erfassen; es kann jedoch während des Entwurfs zu Widersprüchen zwischen Szenarien kommen. Werden diese nicht früh erkannt, kann es zu teuren Iterationen in der Entwicklung oder zu Fehlern im System führen. Daher erweiterte Herr Greenyer zunächst einer formalen Variante von UML Sequenzdiagrammen, sodass Szenarien nun auch mit Echtzeiteigenschaften und Umweltannahmen präzise spezifiziert werden können. Dann bildete er die Suche nach Widersprüchen zwischen Szenarien auf ein Zweispielersproblem ab. So können effiziente Algorithmen genutzt werden, um zu zeigen, ob ein System in allen denkbaren Situationen alle Anforderungen einhalten können wird. Um der Komplexität dieses

Problems zu begegnen, entwickelte Herr Greenyer zudem eine formale Methode um das Problem in kleinere Teilprobleme zu dekomponieren und er verbesserte einen existierenden Algorithmus für die Simulation von Szenarien. Die entwickelten Techniken wurden in Werkzeugen umgesetzt und u.a. im Kontext des Projekts Neue Bahntechnik Paderborn/RailCabs validiert.

Messen, Tagungen, Seminare Fairs, Conferences, Seminars

Hannover Messe

4. April 2011
Hannover
Präsentation des Projekts „Zukunftsmobile“

GIBU 2011 Dagstuhl

18. – 19. April 2011
Wadern
www.dagstuhl.de/en/program/calendar/evhp/?semnr=11162

8. Paderborner Workshop "Entwurf mechatronischer Systeme"

19. – 20. Mai 2011
Paderborn
www.hni.uni-paderborn.de/wintsys/entwurf-mechatronischer-systeme

International Conference on Software Engineering (ICSE) 2011

22. – 28. Mai 2011
Waikiki, Honolulu, Hawaii
http://2011.icse-conferences.org

European Conference on Modelling Foundations and Applications (ECMFA)

5. – 9. Juni 2011
Birmingham
www.ecmfa-2011.org

European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/ FSE)

5. – 9. September 2011
Szeged, Ungarn
http://2011.esec-fse.org

Keynote auf der Fachkonferenz Funktionale Sicherheit ISO 26262 – Elegante Wege der Umsetzung, Düsseldorf

2. November 2011
Düsseldorf
www.mks.com/resources/data/mks-events/regional-events/instances/fachkonferenz-funktionale-sicherheit

Palladio Day

17. – 18. November 2011
Karlsruhe
www.palladio-days.org

Software Engineering 2011

21. – 25. Februar
Berlin
http://se2011.ipd.kit.edu

International Conference on Performance Engineering (ICPE)

14. – 16. März
Karlsruhe
http://icpe2011.ipd.kit.edu

Weitere Funktionen Additional Functions

- Vizepräsident für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs
- Mitglied im DFG Fachkollegium Informatik, Fach Softwaretechnologie
- Chair der International Graduate School „Dynamic Intelligent Systems“
- Sprecher des PACE-Instituts (Paderborn Institute for Advanced Studies)

- Stellvertretender Sprecher des Sonderforschungsbereichs 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“
- Stellv. Vorsitzender des Vorstandes der InnovationsAllianz der Hochschulen NRW. e.V. (bis zur Mitgliederversammlung am 24.03.2011)
- Gutachter für die DFG, Christian-Doppler-Gesellschaft, NSERC (Kanada), NSF (USA)
- Mitherausgeber Software Process Improvement and Practice, Wiley
- Mitherausgeber IEEE Transactions on Software Engineering
- Geschäftsführer der Zukunftsmobile Fürstenallee Projektentwicklungsgesellschaft mbH
- Sprecher der AG-Prorektoren für Forschung

Spin-Offs Spin-Offs

Büro für Softwaretechnik

Das Büro für Softwaretechnik bietet umfangreiche und innovative Dienstleistungen rund um die Eclipse-Plattform an. Einen besonderen Schwerpunkt bildet die Entwicklung individueller, domänenspezifischer Anwendungen sowie aufeinander abgestimmter Werkzeugketten zur modellbasierten Softwareentwicklung.
www.wagner-gt.de

Aktuelle Forschungsprojekte Current Research Projects

SFB 901 „On-The-Fly Computing“

Die Zielsetzung des SFB 901 On-The-Fly Computing (OTF Computing) liegt in der Entwicklung von Techniken und Verfahren zur automatischen on-the-fly Konfiguration und Ausführung von individuellen IT-Dienstleistungen aus Services, die auf weltweit verfügbaren Märkten gehandelt werden. Die

Fachgruppe ist an folgenden Teilprojekten maßgeblich beteiligt: Teilprojekt B1: Parametrisierte Servicespezifikation, Teilprojekt B3: Kompositionsanalyse in unsicheren Kontexten
Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Sonderforschungsbereich 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“

Ziel ist, die Grundlage und Potentiale der Selbstoptimierung zu erforschen, sie anhand eines Demonstrators zu verifizieren und deren Entwicklung durch eine umfassende Entwicklungsmethodik zu unterstützen. Die Fachgruppe ist an folgenden Teilprojekten maßgeblich beteiligt: Teilprojekt B1: Entwurfstechniken, Teilprojekt B2: Entwurfsmethoden
Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft

RailCab – Neue Bahntechnik Paderborn:

Ziel ist die Entwicklung eines neuartigen Bahnsystems, das moderne Fahrwerkstechnologie mit den Vorteilen des Transrapid und der Nutzung der bestehenden Bahntrassen vereint. Schwerpunkt der Aktivitäten: Entwicklung der Software für die Koordination und Kommunikation.
Förderinstitutionen: Land NRW / Universität Paderborn

UML for Automotive Systems

Die meisten Innovationen in modernen Fahrzeugen werden heutzutage durch Software realisiert, beispielsweise in Fahrerassistenzsystemen. Die jetzige Entwicklungsmethode ist aber dem steigenden Anteil der Software und ihrer Komplexität nicht mehr gewachsen. Angesichts dieser Entwicklungen werden neue Entwicklungsmethoden benötigt, die Lösungen für diese Problematik anbieten. Daran arbeitet die Fachgruppe „Softwaretechnik“ und das Software Quality Lab in enger Kooperation mit dem weltweit

agierenden Automobilzulieferer Hella KGaA Hueck & Co. aus Lippstadt.
Fördergeber: Hella KGaA Hueck & Co.

SPES 2020: Innovationsallianz „Software Plattform Embedded Systems 2020“

Im Rahmen der nationalen Innovationsallianz „Software Plattform Embedded Systems 2020“ werden Lösungen für die branchenübergreifende und modellbasierte Entwicklung von eingebetteter Software erarbeitet. An den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind 21 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft aus ganz Deutschland beteiligt. Gemeinsam mit der Hella KGaA Hueck & Co und der dSPACE GmbH erforscht die Fachgruppe „Softwaretechnik“ eine Entwicklungsmethodik für automotiv Steuergeräte, welche Requirements Engineering, Systemarchitektur- sowie Software-/Hardwarearchitekturdesign modellbasiert miteinander verknüpft. Die Ergebnisse fließen in die branchenübergreifende SPES-Methodik ein.
Förderinstitution: BMBF

Entwurfstechnik Intelligente Mechatronik (ENTIME)

Im Rahmen von ENTIME will die Universität Paderborn eine fachgebietsübergreifende Entwurfstechnik für mechatronische Produkte erstellen und durch die Verbindung mit Techniken des Semantic Web für einen effektiven Austausch von Lösungswissen entlang der Branchenwertschöpfungsketten sorgen.
Förderinstitution: Land NRW / Europäischer Fond für Regionale Entwicklung (EFRE)

Testautomatisierung für Telekommunikationsnetze

Die Telefónica Germany GmbH & Co. OHG betreibt mit einem Next Generation Network (NGN) ein Telekommunikationsnetzwerk, bei dem Sprach- und Datennetze zu einem großen Netzwerk integriert werden. Dass das NGN die gewünschte Funktionalität bietet, wird u.a. mit Hilfe von Testfällen

überprüft. Diese Testfälle liegen in Form natürlich-sprachlicher Ablaufbeschreibungen vor, die manuell abgearbeitet werden. Ziel des Projektes ist, eine automatisierte Ausführung und Auswertung von Testfällen zu ermöglichen.
Fördergeber: Telefónica Germany GmbH & Co. OHG

Softwarequalitätssicherung in der Medizintechnik

Heutzutage kommt eine Vielzahl von komplexen medizinischen Geräten zum Einsatz, um Ärzte bei Diagnose- und Eingriffsverfahren zu unterstützen. Viele der Funktionen sind durch Software realisiert. Da die Gerätesicherheitskritisch sind, müssen sie korrekt und zuverlässig sein. Ziel des Projekts ist es den hohen Qualitätsstandard im Entwicklungsprozess bei Siemens AG Healthcare Sector weiter zu verbessern. Es soll eine höhere Effizienz und Effektivität im Softwareentwicklungsprozess durch den Einsatz von modellbasierten Techniken und durch Erhöhung des Automatisierungsgrads erreicht werden.
Fördergeber: Siemens AG Healthcare Sector

Performanceprognose für Kompaktsteuerungen

Das Projekt untersucht, inwieweit die für die Ausführung einer geplanten Anwendungssoftware benötigte Leistungsklasse einer Kompaktsteuerung bereits im Voraus abgeschätzt werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die einzelnen Faktoren, die einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Gerätes haben, entsprechend des nötigen Detailgrades nachmodelliert. Durch eine Simulation können so die gewünschten Informationen zu Werten wie CPU- und Netzwerklast generiert und analysiert werden.
Fördergeber: PHOENIX CONTACT ELECTRONICS GmbH

WUS-Austria: Degree Development Structure: PhD in ICT in Bosnien Herzegowina

Das Projektziel ist die Entwicklung eines Konzepts für das strukturierte PhD-Studium im ICT-Bereich an der Universität Banja Luka, in Bosnien und Herzegowina. Im Rahmen des Projekts wird die Universität Banja Luka bei der Kursentwicklung im ICT-Bereich unterstützt. Des Weiteren finden Dozenten-schulungen, die Entwicklung von gemeinsamen Forschungsprojekten im ICT-Bereich und ein Doktoranden- und Dozentenaustausch statt.

Förderinstitution: Austrian Development Agency (ADA)

European Research and Educational Collaboration with Asia – EURECA

Ziel des Projekts ist die Bildung eines euro-asiatischen akademischen Mobilitätsnetz für das Erreichen von hervorragender Leistung in der Forschung, im Technologietransfer und in der Lehre, die für den sozialen und technologischen Fortschritt und den beiderseitigen Nutzen der asiatischen Länder Indien, Pakistan und Sri Lanka sowie der EG wesentlich sind. Projekt wird in an Mälardalen Universität (Schweden) koordiniert und besteht aus 16 vernetzten Bildungseinrichtungen.

Förderinstitution: EU

ERASMUS Mundus, Action 2: Partnerships with Third Country higher education institutions and scholarships for mobility

EUROWEB – European Research and Educational Collaboration with Western Balkans
Ziel des Projekts ist die Bildung eines europäischen und westbalkanisches akademisches Mobilitätsnetz für das Erreichen von hervorragender Leistung in der Forschung, im Technologietransfer und in der Lehre, die für den sozialen und technologischen Fortschritt und den beiderseitigen Nutzen der Westbalkanländer sowie der EU-Ländern wesentlich sind. Das Projekt wird von der Mälardalen Universität (Schweden) koordiniert und besteht aus 17 vernetzten Universitäten.

Förderinstitution: EU-Kommission

**Aktuelle Industriekooperationen
Current Industry Cooperations**

- dSPACE GmbH, Paderborn
- Hella KGaA Hueck & Co., Lippstadt
- UNITY AG, Büren
- Robert Wagner, Büro für Softwaretechnik, Gütersloh
- iXtronics GmbH, Paderborn
- Beckhoff Automation GmbH, Verl
- Neuenkirchener Maschinenfabrik Emil Kemper GmbH, Rietberg
- Miele & Cie. KG, Gütersloh
- Wincor Nixdorf International GmbH, Paderborn
- OWL Maschinenbau e.V., Bielefeld
- Lenze SE, Aerzen
- myview systems GmbH, Büren
- Siemens AG, Healthcare Sector, Forchheim
- Telefónica Germany GmbH & Co. OHG, München
- ABB Cooperate Research, Ladenburg, Deutschland
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold
- PHOENIX CONTACT ELECTRONICS GmbH, Bad Pyrmont
- PROMETO GmbH, Paderborn
- SAP Research, Karlsruhe

**Wissenschaftliche Kooperationen
Scientific Cooperations**

- Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA, Prof. M. J. Harrold
- Faculty of Informatics, University of Lugano, Lugano, Schweiz. Prof. M. Pezze
- Fraunhofer-Institut, Experimentelles Software Engineering, Kaiserslautern,

Deutschland, Prof. P. Liggesmeyer, Prof. D. Rombach

- Technische Universität Darmstadt, FG Real-Time Systems, Darmstadt, Deutschland, Prof. A. Schürr
- Technische Universität München, Institut für Informatik, Garching, Deutschland, Prof. M. Broy
- Universität Zagreb, Kroatien, Prof. M. Zagar
- Mälardalen Universität, Schweden, Prof. I. Crnkovic, Prof. S. Punnekkat
- Universität Duisburg-Essen, Prof. K. Pohl,
- University of Massachusetts, Amherst, USA, Prof. L. Osterweil
- Universität Augsburg, Prof. W. Reif
- FH Dortmund, Prof. S. Sachweh, Prof. M. Hirsch
- Universität Kassel, Prof. A. Zündorf
- Hasso-Plattner-Institut Potsdam, Deutschland, Prof. H. Giese
- OFFIS e.V., Oldenburg, Deutschland, Prof. W. Damm
- KIT und FZI Forschungszentrum Karlsruhe, Prof. R. Reussner, Dr. V. Pankratius
- Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico Di Milano, Mailand, Italien, Prof. R. Mirandola
- Charles University, Prague, Prof. F. Plasil
- TU Kaiserslautern, Deutschland, Jun.-Prof. L. Grunske

Wissenschaftstheorie und Philosophie

Prof. Dr. Volker Peckhaus

**Publikationen
Publications**

Heinemann, A.-S.: Rezension von T. v. Zantwijk: Heuristik und Wahrscheinlichkeit in der logischen Methodenlehre, in: *History and Philosophy of Logic* 32 (2011), 3, S. 294 – 298.

Heinemann, A.-S.: Leibniz' Monaden im Spiegel der strukturellen Grundlegung von Alfred N. Whiteheads ‚organismischer Naturphilosophie‘, in: H. Breger; J. Herbst; S. Erdner (eds.): *Natur und Subjekt. IX. Internationaler Leibniz-Kongress, Vorträge 2. Teil*, Hannover 2011, S. 443 – 452.

Peckhaus, V.: Frege, Friedrich Ludwig Gottlob, in: N. Koertke (ed.): *New Dictionary of Scientific Biography*, v. 3: *Fairey-Hypatia*. Charles Scribner's Sons, Detroit, 2008, S. 69 – 73.

Peckhaus, V.: Robert and Hermann Grassman's Influence on the History of Formal Logic, in: H.-J. Petsche et al. (eds.): *Hermann Graßmann. From Past to Future: Graßmann's Work in Context*. Graßmann Bicentennial Conference, September 2009. Birkhäuser, Basel, 2001, pp. 221 – 228.

Peckhaus, V.: Leibniz' Logik und die sprachliche Erschließung der Welt der Moderne, in: H. Busche (ed.): *Departure for Modern Europe. A Handbook of Early Modern Philosophy (1400 – 1700)*. Meiner, Hamburg, 2011, S. 908 – 917.

Peckhaus, V.; Wahrig, B.: Einleitung: Räume zwischen Materialisierung und Idealisierung, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 34 (2011), S. 99 – 101.

Peckhaus, V.: Logik und Mathematik in der Philosophie Leonard Nelsons, in: A. Berger; G. Raupach-Strey; J. Schroth (eds.): *Leonard Nelson – ein früher Denker der Analytischen*

Philosophie. Ein Symposium zum 80. Todestag des Göttinger Philosophen. LIT, Berlin, 2011, S. 193 – 211.

Peckhaus, V.: 3 Rezensionen in: *Mathematical Reviews* 2010.

Peckhaus, V.: 5 Rezensionen in: *Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete* 2010.

**Weitere Funktionen
Additional Functions**

- Dekan der Fakultät für Kulturwissenschaften der Universität Paderborn (Wiederwahl 2010)
- Mitglied des Senats der Universität Paderborn
- Mitglied der Interakademischen Leibniz-Kommission (Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften)
- Mitglied des Vorstands der Deutschen Vereinigung für Mathematische Logik und Grundlagenforschung der exakten Wissenschaften (DVMLG)
- Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte
- Ständiger Vertreter des Deutschen Nationalkomitees der Division for Logic, Methodology and Philosophy of Science im Deutschen Nationalkomitee der Division of History of Science in der International Union of the History and Philosophy of Science
- Editor-in-Chief der Zeitschrift *History and Philosophy of Logic*
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift *The Review of Modern Logic*
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift *Historia Mathematica*
- Mitglied des Comité Scientifique der Zeitschrift *Philosophia Scientiae*

Philosophy of Science and Technology

Prof. Dr. Volker Peckhaus

- Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Zeitschrift *Philosophisches Jahrbuch der Görres-Gesellschaft*
- Mitglied des Editorial Boards der Buchreihe *History of Analytic Philosophy*
- Mitglied des Editorial Boards der Zeitschrift *British Journal for the History of Philosophy*
- Mitglied des Scientific Committees der Zeitschrift *Aporía. Revista internacional de investigaciones filosóficas*

**Aktuelle Forschungsprojekte
Current Research Projects**

- Mitwirkung im Editionsprojekt Oskar Becker, gefördert durch die DFG (Prof. Dr. phil. V. Peckhaus)
- Deutsch-argentinische Kooperation: Form und Inhalt in der Geschichte der modernen Logik, gefördert im Rahmen des Programms DFG/CONICET 2008 (Prof. Dr. phil. V. Peckhaus)
- Englische Übersetzung von David Hilbert/Paul Bernays, *Grundlagen der Mathematik*, Bd. 1, 1934 (Prof. Dr. phil. Volker Peckhaus; Expertenteam)
- Herausgabe der Werke von Paul Bernays (Prof. Dr. phil. V. Peckhaus; Mitwirkung)
- *Algebra der Logik und Logische Algebra – Zu einer Vorgeschichte der Modelltheorie* (A.-S. Heinemann, M.A.)
- Untersuchungen zu Begründungen von Vagheitstheorien (A. Nowak, M.A.)
- *Vergessene Aspekte in der Logik und Methode Kants*. Dargelegt und interpretiert unter besonderer Berücksichtigung der ‚Kritik der Urteilskraft‘ (M. Schepelmann, M.A.)
- *Phänomen und Konstrukt*. Oskar Beckers Philosophie der Mathematik (Dr. phil. habil. W. Becker)
- *Émilie du Châtelets Institutions physiques im Kontext der Mechanik Newtons und der vis viva-Kontroverse* (A. Reichenberger, M.A.)

So finden Sie uns

How to find us

Anreise mit dem Auto

Verlassen Sie die Autobahn A33 an der Ausfahrt Paderborn-Elsen. Biegen Sie auf die Bundesstraße B1 und folgen der Beschilderung nach Bad Lippspringe/Detmold. Nach 1,5 km fahren Sie an der Ausfahrt Paderborn/Schloss-Neuhaus von der B1 ab. An der Ampelkreuzung (Heinz-Nixdorf-Ring, Dubelohstraße) fahren Sie geradeaus auf den Heinz-Nixdorf-Ring und biegen an der nächsten Ampelkreuzung (Heinz-Nixdorf-Ring, Fürstenallee) links in die Fürstenallee. Das Heinz Nixdorf Institut liegt nach 300 m auf der rechten Seite.

Travelling by car

From the A33 take the exit Paderborn-Elsen. Turn onto main road B1 towards Bad Lippspringe/Detmold. After 1.5 km leave B1 at the exit Paderborn/ Schloss Neuhaus. Continue straight ahead at the traffic lights (Heinz-Nixdorf-Ring, Dubelohstraße) onto the Heinz-Nixdorf-Ring and turn left at the next set of lights (Heinz-Nixdorf-Ring, Fürstenallee) onto Fürstenallee. The Heinz Nixdorf Institute is 300 m along this street on the right-hand side.

Anreise mit dem Flugzeug

Vom Flughafen Paderborn/Lippstadt nehmen Sie ein Taxi (25 Minuten, ca. 35 Euro) oder die Buslinie 400/460 in Richtung Paderborn HBF. Vom Hauptbahnhof fahren Sie mit der Linie 11 in Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle MuseumsForum (Gesamtfahrzeit ca. 50 Minuten)

Travelling by air

From Paderborn/Lippstadt airport take a taxi (25 minutes, approx. 35 Euro) or take bus No. 400/460 towards Paderborn main station. From the main station take bus No. 11 towards Thuner Siedlung and get off at the MuseumsForum stop (total journey time approx. 50 minutes).

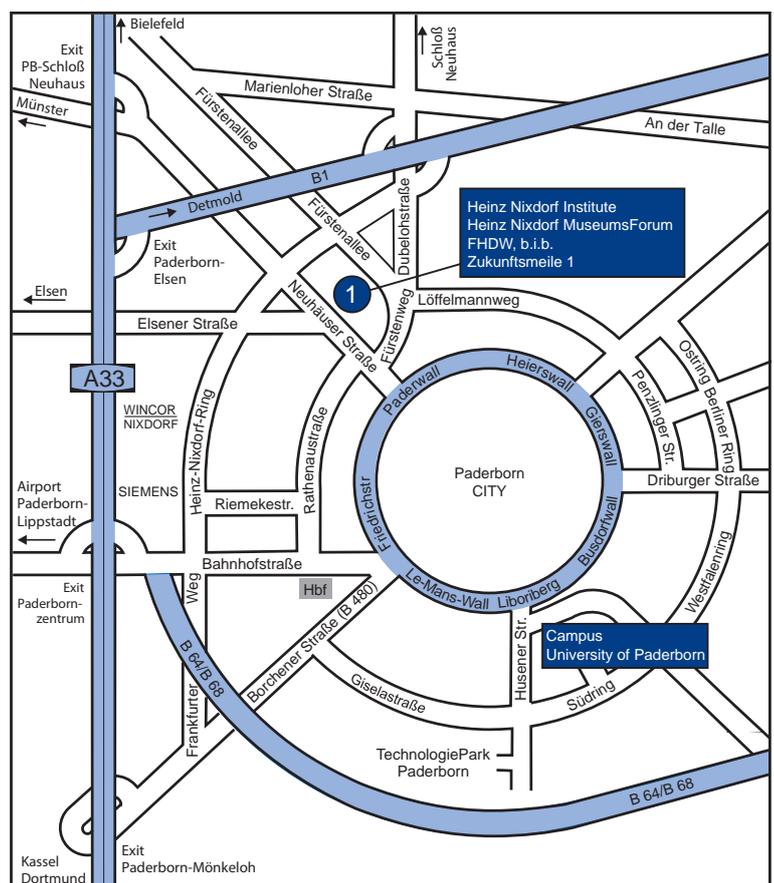
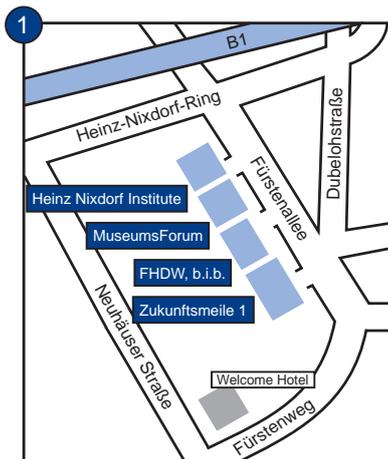
Anreise mit der Bahn

Vom Paderborner Hauptbahnhof nehmen Sie ein Taxi (10 Minuten, ca. 8 Euro) oder die Buslinie 11 in Richtung Thuner Siedlung bis zur Haltestelle MuseumsForum (ca. 10 Minuten).

Travelling by train

From Paderborn main station take a taxi (10 minutes, approx. 8 Euro) or take bus No. 11 towards Thuner Siedlung and get off at the MuseumsForum stop (approx. 10 minutes)

Heinz Nixdorf Institut
Fürstenallee 11
33102 Paderborn



Impressum

Herausgeber

Heinz Nixdorf Institut
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
(Vorstandsvorsitzender)

Redaktion & Koordination

Dipl.-Medienwiss. Franziska Reichelt
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 13
E-Mail: redaktion@hni.upb.de

Kontakt

Kerstin Hille
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenalle 11
33102 Paderborn
Telefon: +49 (0) 52 51 | 60 62 11
Telefax: +49 (0) 52 51 | 60 62 12
www.hni.uni-paderborn.de

Auflage

1.500 Exemplare

Realisierung und Herstellung

Birgit Goldbecker
Sven Lindhorst-Emme
Franziska Reichelt
Anna Steinig

Bildnachweise

Seiten 58, 72, 86, 100, 114, 128, 142, 154, 166:
Anna Schiwitza, Universität Paderborn
Seiten 16/17: © Fotolia, Sapsiwai
Seiten 20/21: © Fotolia, arahan
Seiten 28/29: © Phomax, Dietmar Flach
Seiten 32/33: © Fotolia, Victoria
Seiten 56/57: © Fotolia, trialhuni
Seiten 88/89: © Fotolia, tom
Seiten 102/103: © iStockphoto
Seiten 116/117: © iStockphoto
Seite 121: © Fotolia, Paylessimages
Seiten 130/131: © Fotolia, Rainer Plendl
Seiten 133/136: © Fraunhofer IPT
Seiten 144/145: © Fotolia, Victoria

Druck

W.V. Westfalia Druck GmbH | Eggertstraße 17
33100 Paderborn | www.westfaliadruck.de

Berichtszeitraum

1. Januar bis 31. Dezember 2011

ISSN 1619-3679

Der Jahresbericht des Heinz Nixdorf Instituts erscheint weitestgehend auf der Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibung.

© Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Imprint

Publisher

Heinz Nixdorf Institute
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
(President)

Editor & Coordination

Dipl.-Medienwiss. Franziska Reichelt
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 13
E-mail: redaktion@hni.upb.de

Contact

Kerstin Hille
Heinz Nixdorf Institute
University of Paderborn
Fuerstenalle 11
33102 Paderborn
Phone: +49 (0) 52 51 | 60 62 11
Fax: +49 (0) 52 51 | 60 62 12
www.hni.uni-paderborn.de/en

Circulation

1,500 Copies

Realisation and Production

Birgit Goldbecker
Sven Lindhorst-Emme
Franziska Reichelt
Anna Steinig

Picture Credits

Pages 58, 72, 86, 100, 114, 128, 142, 154, 166:
Anna Schiwitza, University of Paderborn
Pages 16/17: © Fotolia, Sapsiwai
Pages 20/21: © Fotolia, arahan
Pages 28/29: © Phomax, Dietmar Flach
Pages 32/33: © Fotolia, Victoria
Pages 56/57: © Fotolia, trialhuni
Pages 88/89: © Fotolia, tom
Pages 102/103: © iStockphoto
Pages 116/117: © iStockphoto
Page 121: © Fotolia, Paylessimages
Pages 130/131: © Fotolia, Rainer Plendl
Pages 133/136: © Fraunhofer IPT
Pages 144/145: © Fotolia, Victoria

Printed by

W.V. Westfalia Druck GmbH | Eggertstraße 17
33100 Paderborn | www.westfaliadruck.de

Period of Review:

1 January until 31 December 2011

ISSN 1619-3679

The Heinz Nixdorf Institute's annual report is, to the greatest extent, published in accordance to the latest official German orthography rules.

© Heinz Nixdorf Institute, University of Paderborn
All rights, in particular the right for copies and circulation as well as translation are reserved. Every use is prohibited without the accordance of the publisher.



HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn

Fürstenallee 11
33102 Paderborn
Telefon: +49(0) 52 51 | 60 62 11
Telefax: +49(0) 52 51 | 60 62 12

www.hni.uni-paderborn.de



HEINZ NIXDORF INSTITUTE
University of Paderborn

Fuerstenallee 11
33102 Paderborn
Phone: +49(0) 52 51 | 60 62 11
Fax: +49(0) 52 51 | 60 62 12

www.hni.uni-paderborn.de/en