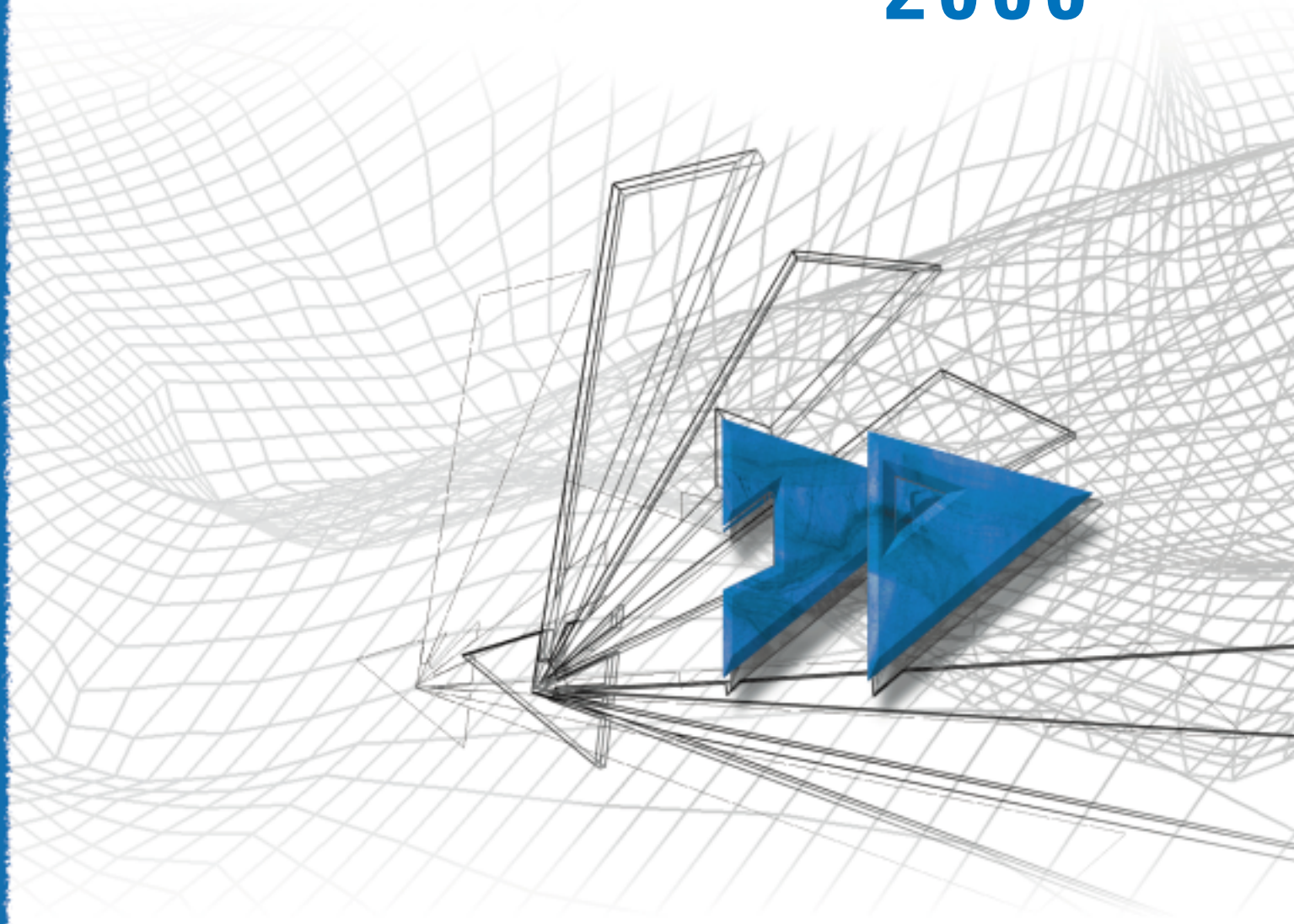
JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT
2006



C-LAB JAHRESBERICHT 2006

C-LAB ANNUAL REPORT 2006

Wolfgang Kern
Franz Josef Rammig

C-LAB
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn

www.c-lab.de

INHALTSVERZEICHNIS
CONTENTS

VORWORT
FOREWORD 5

C-LAB – HÖHEPUNKTE 2006
C-LAB – HIGHLIGHTS 2006 9

AUSGEWÄHLTE PROJEKTE
SELECTED PROJECTS 15

AUTO IMMUNE SYSTEMS
AUTO IMMUNE SYSTEMS 15

NUTZERORIENTIERTE EINFÜHRUNG VON INNOVATIONEN IN DER AUTOMOBILFERTIGUNG
USER-CENTERED INNOVATIONS IN AUTOMOTIVE MANUFACTURING PROCESSES 23

FASEROPTISCHER SENSOR ZUR MESSUNG VON WIRBELSÄULENBEWEGUNGEN
FIBER-OPTIC SENSOR TO MEASURE MOVEMENTS OF THE SPINE 29

SMART HOMES – VON DER HAUSAUTOMATISIERUNG ZUM INTELLIGENTEN WOHNEN
SMART HOMES – FROM HOME AUTOMATION TO SMART LIVING 39

PROJEKTÜBERSICHTEN
PROJECT OVERVIEW 51

INNOVATIONSMANAGEMENT
INNOVATION MANAGEMENT 51

EINGEBETTETE SYSTEME
EMBEDDED SYSTEMS 59

ORGANIC COMPUTING
ORGANIC COMPUTING 69

OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY
OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY 79

ACCESSIBILITY
ACCESSIBILITY 83

MOBILE AUGMENTED-REALITY-SYSTEME
DESIGNING MOBILE AUGMENTED REALITY SYSTEMS 89

MOBILITY
MOBILITY 95

AUFGABEN- UND NUTZERZENTRIERTE INNOVATIONSBEGLEITUNG UND TECHNOLOGIE-SCOUTING
TASK- AND USER-CENTERED INNOVATION GUIDANCE AND TECHNOLOGY SCOUTING 101

SECURITY
SECURITY 107

PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT
PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS 115

GREMIEN
BOARD MEMBERS 125

IMPRESSUM
IMPRESSUM 127

VORWORT

„Bildung, Forschung und leistungsbereite Menschen – das sind die eigentlichen Ressourcen, die wir in der Bundesrepublik Deutschland aufbringen können. Und das C-LAB ist dabei ein ganz wichtiger Baustein." Diese Charakterisierung des C-LAB durch Herrn Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär, Bundesministerium für Bildung und Forschung, anlässlich des Festaktes zum 20-jährigen Bestehen des C-LAB ist für uns Bestätigung und Ansporn zugleich. Bestätigt hat unsere langjährige erfolgreiche Arbeit auch Herr Ministerpräsident Dr. Jürgen Rüttgers, als er zum gleichen Anlass ausführte: *„Ich kenne C-LAB seit einiger Zeit, auch aus meinem früheren Leben als Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Ich weiß, das war damals immer schon einer dieser Orte, dieser Einrichtungen, mit denen man nach außen gut renommieren konnte. Ein Beispiel für andere."* Ein Beispiel für andere, dies sind wir über zwei Jahrzehnte gewesen, dies wollen wir auch in Zukunft sein.

C-LAB ist für uns eine ständige Herausforderung. Es ist eine enge Kooperation zum beiderseitigen Nutzen zwischen zwei Partnern, die unterschiedliche Aufträge zu erfüllen und hierzu unterschiedliche Ziele zu verfolgen haben. Der gesellschaftliche Auftrag einer öffentlichen Universität ist die Mehrung von Erkenntnis durch Forschung, die Vermittlung dieser Erkenntnis durch Lehre und der Transfer der Erkenntnis in die Praxis zum Nutzen der Allgemeinheit. Der Auftrag eines privatwirtschaftlichen Unternehmens ist die gewinnträchtige Bedienung seiner Kunden im Einklang mit den Gesetzen des Marktes. Die synergetische Verzahnung dieser zunächst so unterschiedlich klingenden Aufträge und Ziele erfolgt im Zusammenspiel von Industrie und Hochschulen in vielfältiger Weise, selten aber in so enger Verzahnung und mit der Nachhaltigkeit wie im C-LAB. Wichtig dabei ist, dass beide Partner, die Universität Paderborn und Siemens, ihre Identität, ihren Auftrag und ihre Ziele im vollen Maße

PREFACE

"Education, research and committed people – those are the resources that we can come up with in Germany. And C-LAB is an important part of that." This characterization by Mr. Thomas Rachel, Undersecretary of State at the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), on the occasion of C-LAB's 20th anniversary, is both an acknowledgement and an incentive for us. At the same occasion, Dr. Jürgen Rüttgers, Prime Minister of North Rhine-Westphalia, also acknowledged our longstanding successful work when he said: *"I have known C-LAB for some time, since my 'first life' as Federal Minister for Education, Science, Research and Technology. I know from those years that it was always one of those places, those institutions, that you could show off successfully. An example for others."* We've been this example for others for more than two decades now, and we want to keep it that way in the future, too.

For us, C-LAB means a constant challenge. It's a close cooperation for the mutual benefit of two partners who have different missions to fulfill and are pursuing different goals in doing so. The social mandate of a publicly-owned university is to increase knowledge through research, to impart knowledge through teaching, and to transfer knowledge to practical application for the benefit of society in general. The mission of a privately-owned company is to serve its customers while making a profit, and to do so in line with the realities of the market. There are many ways in which these missions and goals, which initially sound so divergent, interweave business with academia synergetically, but rarely on such a close and sustained basis as with C-LAB. In the process, it is critical that each partner – the University of Paderborn and Siemens – continues to pursue its identity, mission and goals to the full.

The C-LAB model can be regarded as a privileged partnership. Of course, the university is still committed to acquiring knowledge, and continues to publish its find-

weiter verfolgen. Man kann das Modell C-LAB als privilegierte Partnerschaft verstehen. Natürlich ist die Universität weiterhin dem Erkenntnisgewinn verpflichtet und selbstverständlich wird gewonnene Erkenntnis uneingeschränkt veröffentlicht, d. h. der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt. Durch den industriellen Partner Siemens aber basiert dieser Zugewinn an Erkenntnis in wesentlichen Teilen auch auf Marktkräften, wie sie nur ein vom Markt getriebenes Unternehmen aufgreifen und gestalten kann. Selbstverständlich setzt ein innovatives Unternehmen wie Siemens die Erkenntnisse unzähliger Hochschulen in die Entwicklung seiner Produkte und Dienstleistungen um, übernimmt durch die Einstellung von Absolventen vieler Hochschulen bestens ausgebildeten Nachwuchs. Über den akademischen Partner Universität Paderborn, mit dem Forschungsprojekte in enger Zusammenarbeit dauerhaft durchgeführt werden, wird aber dieser Informationsfluss beschleunigt und verstetigt, was einzelne neue Erkenntnisse und was den Nachwuchs herausragender Mitarbeiter angeht. Herr Josef Winter, Vorstand Region Deutschland der Siemens AG, fasste dies in die Worte: *„Für uns bei Siemens ist dieses C-LAB eine Innovationswerkstatt, in der nicht nur wichtige wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt werden, sondern in der auch vor allem innovative Produkte und Lösungen hergestellt werden. Ich meine, damit passt diese Einrichtung wie ein ideales Puzzleelement in das, was unser Haus seit der Gründung vor fast 160 Jahren ausgezeichnet hat“*, während Herr Prof. Dr. Nikolaus Risch, Rektor der Universität Paderborn, dies aus der Sicht der Hochschule so charakterisierte: *„Im C-LAB wird seit 20 Jahren gezeigt, dass in Deutschland eine enge Kooperation zwischen Hochschule und Industrie vorzüglich funktionieren kann. Die Universität Paderborn ist stolz auf die bisherigen Ergebnisse und sieht dort noch große Potenziale.“*

Mit über 20 Jahren ist C-LAB nun volljährig, aber immer noch voller Tatendrang und bei aller Erfahrung noch voller Neugier und fern stumpfer Routine. Auch im Jahr 2006 haben wir unseren im wahrsten Sinne des Wortes „spannenden“ Auftrag überaus erfolgreich erfüllt. Wir haben mit über 70, teilweise auch mit Auszeichnung versehenen Veröffentlichungen in herausragenden internationalen Foren unsere wissenschaftliche Spitzenstellung demonstriert. Vier Promotionen in den Gebieten Elektro-

ings without restriction, i. e. makes them available to the general public. But the business partner Siemens also makes sure that this acquisition of knowledge is largely based on market forces that only a market-driven company can take up and organize. Naturally, an innovative company such as Siemens draws upon the findings of many institutions of higher education in developing its products and services, and acquires highly skilled young scientists by employing graduates of these institutions. But when it comes to individual new findings and up-and-coming scientists, this flow of information speeds up and becomes more constant with the assistance of an academic partner – the University of Paderborn – who can ensure close, long-term collaboration in research projects. Mr. Josef Winter, member of the board of Siemens AG's Germany region, stated *"For us at Siemens, C-LAB is an innovation center that not only carries out important academic work but, above all, generates innovative products and solutions. In my opinion, this facility fits like the perfect piece of a jigsaw puzzle into what our company has stood for since it was founded almost 160 years ago."* And Prof. Nikolaus Risch, Rector of the University of Paderborn, declared from the point of view of the university that *"C-LAB has been showing for 20 years that close cooperation between a university and business can work excellently in Germany. The University of Paderborn is proud of the results that have been achieved to date and sees great potential for the future."*

C-LAB is over 20 years old now, which makes it an adult! But with all its experience, it's still full of drive and curiosity; unimaginative routine has no place here. In 2006, once again we fulfilled a mandate that "crackled" with energy both figuratively and literally. We demonstrated our leading academic position with more than 70 publications in outstanding international forums. Some of these publications received awards. Four doctoral degrees in the fields of electrical engineering, computer science and psychology document our contribution to the acquisition of scientific knowledge. C-LAB has made substantial contributions to many German and European network projects and, in commercial projects, has provided its customers with services based on the latest scientific findings. We examine topics through integrated interaction between processes, users and technology – a view that is probably unique! And we're convinced that

technik, Informatik und Psychologie dokumentieren unseren Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn. In zahlreichen nationalen und europäischen Verbundprojekten leistet C-LAB substanzielle Beiträge und in kommerziellen Projekten erbringen wir für unsere Kunden Leistungen auf der Basis neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse. In wohl einzigartiger Verbindung betrachten wir zu bearbeitende Themen im integrierten Zusammenspiel von Prozessen, Benutzerzentrierung und Technologie. Wir sind überzeugt, dass eben dieses Zusammenspiel wissenschaftlich wie kommerziell besonderen Nutzen stiftet.

Wir blicken aber auch voll Trauer auf das Jahr 2006. Unser überaus geschätzter Mitarbeiter Herr Diplom-Informatiker Michael Joosten verstarb nach schwerer Krankheit. Mit ihm haben wir einen Kollegen und Freund verloren, den wir immer voll Dankbarkeit in Erinnerung bewahren werden.

Der vorliegende Jahresbericht soll dem Leser einen Einblick in unsere Projektarbeit und unsere Leistungsfähigkeit gewähren. Neben einem Überblick über die in 2006 geleistete Arbeit und einer Bilanz der erbrachten Leistungen beinhaltet dieser Bericht ausführlichere Darstellungen ausgewählter Projekte aus unserem Themenspektrum. Damit wollen wir besonders auch unsere Denk- und Arbeitsweise erläutern.

Dr. Wolfgang Kern
Prof. Dr. Franz J. Rammig

E-Mail:
Wolfgang.Kern@c-lab.de
Franz-Josef.Rammig@c-lab.de

precisely this interaction between the academic and commercial aspects of our work offers particular benefits.

But we look back on 2006 with sorrow as well. Our highly-valued colleague Michael Joosten died after a severe illness. In him, we have lost a colleague and friend whom we will always recall with great gratitude.

This annual report is intended to give readers an insight into our project work and the services we have to offer. In addition to outlining the work we untertook in 2006 and reviewing the services we provided, this report offers detailed descriptions of selected projects from the range of subjects that we deal with. In doing this, we particularly want to explain our thoughts and our approach to this work.

Dr. Wolfgang Kern
Prof. Dr. Franz J. Rammig

email:
Wolfgang.Kern@c-lab.de
Franz-Josef.Rammig@c-lab.de

C-LAB – HÖHEPUNKTE 2006

Der herausragende Höhepunkt im abgelaufenen Jahr 2006 war ohne Zweifel die Feier zum 20-jährigen Bestehen des C-LAB. Am Anfang des Jahres 1986 nahm das damalige Cadlab seinen operativen Betrieb auf, nachdem im Mai des Vorjahres 1985 der Kooperationsvertrag von den Vertretern des Landes Nordrhein-Westfalen, der Universität-Gesamthochschule Paderborn und des Industriepartners unterschrieben worden war. Der damalige Industriepartner war die Nixdorf Computer AG, vertreten durch Herrn Heinz Nixdorf persönlich, der auch die Idee zu dieser – für die damalige Zeit – völlig neuen Art der Zusammenarbeit von öffentlichen und privaten Partnern hatte. Heute sind solche Public Private Partnerships in vielen Bereichen etabliert und ein fester Bestandteil zur Organisation der Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privatwirtschaftlichen Organisationen. In Bezug auf C-LAB kam ein weiterer für die damalige Zeit neuartiger Aspekt hinzu, nämlich dass eine Universität und ein Industrieunternehmen zum Zwecke des Know-how- und Technologietransfers unter einem Dach und an gleichen Themen so eng und dauerhaft zusammenarbeiten. Auch diese Art der Zusammenarbeit ist heute mehrfach vorhanden und insbesondere in der aktuell geführten Diskussion zur Stärkung der Innovationsfähigkeit des Standortes Deutschland ein gern genutztes Instrument.

Trotz aller prinzipiellen Vorteile stellen die tägliche Zusammenarbeit und die Berücksichtigung der Interessen des jeweils anderen Partners eine kontinuierliche Herausforderung dar. Insbesondere der Industriepartner hat in den 20 Jahren des Bestehens des C-LAB eine sehr

C-LAB – HIGHLIGHTS 2006

The outstanding highlight in 2006 was undoubtedly C-LAB's 20th anniversary. Cadlab, as it was called at the time, was the result of a cooperation agreement signed by representatives of the state of North Rhine-Westphalia, the University of Paderborn and the business partner in May 1985. At the beginning of 1986, Cadlab began productive operation. Cadlab's business partner was Nixdorf Computer AG, represented by Heinz Nixdorf personally. Heinz Nixdorf is also credited with the idea for a cooperation between public and private partners, which at the time represented a completely new approach. Today, public-private partnerships are a well-established feature in many industries and have become a standard approach to establishing cooperation between public and private organizations. However, what came to be known as C-LAB contributed another new feature of such partnerships: namely, a university and a company joining forces under one roof to share know-how and technology, and work closely over the long term on the same topics. Today, this type of cooperation has

Herr Ministerpräsident Dr. Jürgen Rüttgers mit dem C-LAB Vorstand auf der 20-Jahr-Feier

North Rhine Westphalia's Prime Minister Dr. Jürgen Rüttgers with C-LAB's Executive Board of Directors at the 20th anniversary celebrations

wechselvolle Veränderung durchlebt. Technologische Paradigmenwechsel mit nachfolgenden Veränderungen des Marktes und aller Marktteilnehmer waren dafür die Ursache. Ein Computer wurde in den späten 80er- und beginnenden 90er-Jahren zunehmend zu einem Commodity-Produkt, also einem Produkt, das man in vergleichbarer Funktion und zu einem ähnlichen Preis überall auf der Welt kaufen konnte. Die Folge war, dass große Unternehmen der Pionierzeit des Computers durch Zusammenschluss mit anderen oder Übernahme durch andere ihre Eigenständigkeit aufgeben mussten. Diese Veränderungen hatten im Cadlab zur Folge, dass man im Jahre 1995 den Namen änderte und nicht mehr den CAD-Aspekt, also die Unterstützung der Entwicklung und Simulation von Rechnersystemen, in den Mittelpunkt stellte. Der neue Name C-LAB beschreibt, dass man Anwendungen und Services erforscht, entwickelt und in den Markt bringt, die die Informations- und Kommunikationstechnologie nutzen. Insbesondere haben hierzu die aufkommende Verbreitung des Internets und die damit einhergehenden Veränderungen beigetragen. Heute konzentrieren wir uns auf die Gestaltung von Geschäftsprozessen, Nutzerprozessen und modernen Technologien zur Schaffung und Unterstützung von gesamtheitlichen innovativen Produkten, Lösungen und Dienstleistungen, die insbesondere für unseren Partner Siemens neue Geschäftspotenziale eröffnen und gleichzeitig den Stand der Wissenschaft voranbringen.

Die Universität Paderborn ist mit den Fächern Informatik, Elektrotechnik und Wirtschaftswissenschaften im C-LAB vertreten. In den 20 Jahren des Bestehens des C-LAB hat sie sich zu einer renommierten Profiluniversität (Universität der Informationsgesellschaft) entwickelt. Insbesondere die im C-LAB vertretenen Fächer Informatik und Wirtschaftsinformatik haben sich eine Spitzenstellung im Wettbewerb der Hochschulen erarbeitet, die in verschiedenen Rankings des angesehenen Zentrums für Hochschulentwicklung (CHE) der Bertelsmann Stiftung dokumentiert ist. Bei der Einführung der international anerkannten akademischen Abschlüsse Bachelor und Master hat die Universität Paderborn in Deutschland eine Pionierrolle gespielt. Mit der International Graduate School of Dynamic Intelligent Systems wird eine interdisziplinäre und internationale Eliteausbildung angeboten. Diese Entwicklungen haben für C-LAB

also become more common, and is a popular instrument in current discussions about fostering the innovativeness of Germany as an economic location.

Yet despite all the advantages in principle, working together every day and taking the other partner's interests into account are a continual challenge. The business partner in this cooperation, in particular, has experienced many changes in the 20 years of C-LAB's existence. Technological paradigm shifts have led to changes that have affected the market and all its stakeholders. By the end of the 1980s or beginning of the 1990s, computers had increasingly become commodities, i. e. products that could be bought with comparable functionality and at a similar price anywhere in the world. As a consequence of this development, companies from the pioneering age of computers had to give up their independence, merging with other companies or even being taken over. These changes precipitated Cadlab's decision in 1995 to change its name and cease focusing on computer-aided design in the development and simulation of computer systems. The new name, C-LAB, reflects the fact that we work on research and development of applications and services based on information and communications technology, and help launch them on the market. The spread of the Internet and the changes associated with it have played a particular role in this development. Today C-LAB concentrates on the engineering of business and user processes and the design of advanced technologies to create and support holistic innovative products, solutions and services that open up new business potential, especially for our partner Siemens, while simultaneously advancing the state of the art.

Representing the University of Paderborn at C-LAB are the faculties of Computer Science, Electrical Engineering and Business Administration and Economics. In the 20 years of its existence, C-LAB has evolved into a renowned profile institution (a university of the information society). The subjects of Computer Science and Business Information Systems represented at C-LAB have, in particular, acquired a leading position in the competition among institutions of higher education. This is documented by the various rankings published by the Bertelsmann Foundation's respected Center for Higher Education Development (CHE). The University of Paderborn, for exam-

auch auf Universitätsseite große Veränderungen bezüglich der Potenziale und Herausforderungen zur Folge. Die neue Hochschulgesetzgebung, mit dem Ziel einer höheren Autonomie der Hochschulen, wird sicherlich in der Zukunft zu weiteren signifikanten Veränderungen auf der Hochschulseite führen.

Insgesamt wird von allen Teilnehmern am wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Leben eine noch höhere Flexibilität zur Anpassung an neue Anforderungen verlangt. C-LAB hat, wie die oben aufgeführten Punkte zeigen, dies schon antizipiert und ist folglich für die weiteren Herausforderungen sehr gut aufgestellt. Und diese sind auch schon vorhanden. Der Partner Siemens hat seit Anfang des Jahres 2006 eine neue Strategie für den momentanen Heimatbereich des C-LAB kommuniziert, den Bereich Siemens Business Services. SBS soll mit konzentrierter IT-Kompetenz die anderen Bereiche von Siemens unterstützen, ihr jeweiliges Geschäft noch besser und effizienter zu gestalten.

Ein schönes Beispiel dazu war eine Veranstaltung am 04.12.2006 im alten Kaiserbahnhof in Potsdam, in der Visionen des Siemens-Konzerns gezeigt wurden, wie im Jahre 2020 Informationstechnologie das Wegweisen in Bahnhöfen und Zügen für Bahnbenutzer unterstützen kann. In diesem Rahmen wurde ein Demonstrator auf Basis von Augmented Reality, der in Zusammenarbeit von

Herr Mehdorn und Herr Dr. Kleinfeld beim Ausprobieren des innovativen Wegweisers in Bahnhöfen der Zukunft

Mr. Mehdorn and Dr. Kleinfeld while testing the innovative sign post in stations of the future

© Jet-Foto, Berlin

ple, played a pioneering role when the internationally recognized bachelor's and master's degrees were introduced in Germany. The university now offers interdisciplinary and elite international education at its International Graduate School of Dynamic Intelligent Systems. These developments have led to major changes for C-LAB on the university side in terms of both potential and challenges. And new legislation in Germany that aims to give institutions of higher education more autonomy will certainly lead to more significant changes on the university side in the future.

On the whole, the changing situation will demand greater flexibility of all participants in business and academic life. But as shown above, C-LAB has already anticipated these needs and is consequently in a very good position to meet further challenges – tasks that, in part, it is already facing. Since the beginning of 2006, our partner Siemens has communicated a new strategy for Siemens Business Services (SBS), the company that is currently C-LAB's Siemens partner. Through a concentration of IT skills, SBS is expected to support the other business units at Siemens in organizing their business activities more efficiently and productively.

A good example for this is an event which took place on 4 December 2006 at the old *Kaiserbahnhof* in Potsdam. At this event, visions of Siemens illustrated how information technology may support the sign-posting for travellers in stations and trains in 2020. A demonstrator based on Augmented Reality, which was built by C-LAB and mLab of Siemens Business Services jointly, was presented to Dr. Klaus Kleinfeld, chairman of the board of Siemens AG, and Hartmut Mehdorn, chairman of the board of Deutsche Bahn AG, as well as other highranking managers of both companies.

For a long time, the increasing "informatization" of all of the market's sectors, products, solutions and services has been a clearly identifiable trend and has characterized C-LAB's thoughts and actions. C-LAB has taken part

C-LAB und dem mLab von Siemens Business Services erstellt wurde, den Vorstandsvorsitzenden der Siemens AG, Herrn Dr. Klaus Kleinfeld, und der Deutschen Bahn AG, Herrn Hartmut Mehdorn, sowie anderen hochrangigen Führungskräften beider Firmen vorgestellt.

Die zunehmende „Informatisierung" aller Branchen, Produkte, Lösungen und Dienstleistungen ist ein schon seit längerem klar erkennbarer Trend und prägt die Denk- und Handlungsweise des C-LAB schon lange. Wir haben in vielen mit Beteiligung des C-LAB durchgeführten F+E-Projekten geeignetes Know-how aufgebaut. Genannt seien im Folgenden nur die Titel bzw. Themen, die an anderer Stelle des Jahresberichtes ausführlich beschrieben werden:

- Einsatz optischer Simulationsverfahren zur Visualisierung von Rückenbewegungen mittels eines Glasfasersensors
- Gestaltung benutzerfreundlicher Prozesse und Geräte zur Schweißnahtprüfung in einer Karosseriefertigung
- Mitarbeit bei der Entwicklung modernster Diagnosesysteme zur Selbstüberwachung und -reparatur von klassischen IT- und eingebetteten Infrastruktursystemen
- Einsatz von neuartigen mobilen Endgeräten und Softwarelösungen zur Unterstützung von Wartungsprozessen für komplexe Anlagen und Systeme
- Direkte Einbindung in und Versorgung von Maschinensteuerungen mit Daten und Informationen aus den ERP-Systemen mittels Nutzung von serviceorientierten Architekturen

Als F+E-Organisation an der Nahtstelle von Wissenschaft und Markt bauen wir unser Wissen kontinuierlich weiter aus und passen es den sich ändernden Anforderungen an. Hierzu arbeiten wir im nationalen und internationalen Rahmen mit den verschiedensten Partnern und Institutionen zusammen. Eine besonders wichtige Initiative ist ITEA, das EUREKA-Forschungscluster für softwareintensive und eingebettete Systeme und Services. Die durchzuführenden F+E-Projekte werden von den zuständigen nationalen Ministerien, in Deutschland dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), teilfinanziert. Sie werden vorher gemeinsam begutachtet, dann beantragt und nach ihrer Genehmigung mit europäischen Partnern durchgeführt.

in many R&D projects over the years, resulting in the development of extensive know-how. Below is a short list of the topics that are described in detail elsewhere in this annual report:

- Use of optical simulation methods based on a fiber-optic sensor to visualize movements of the back
- Engineering of user-friendly processes and equipment to test spotwelds in the manufacture of car bodies
- Collaboration in the development of state-of-the-art diagnostic systems for self-monitoring and self-repair of classic IT and embedded infrastructure systems
- Use of new mobile devices and software solutions to support maintenance processes for complex machinery and systems
- Direct integration in and supply of machine control units with data and information from ERP systems using service-oriented architectures

As an R&D organization operating on the border between academia and the market, we are continually expanding our knowledge and adapting it to changing requirements. In the process, we collaborate with various partners and institutions on the national and international levels. An especially important initiative is ITEA, the EUREKA research cluster for software-intensive and embedded systems and services. The R&D projects that we work on are partly financed by national ministries. In Germany, this is the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). These projects are first evaluated jointly, and then funding is requested. When it has been granted, the projects are carried out with European partners.

The first phase of ITEA began in 1999 and will continue until 2007. In 2006, the conditions were established for ITEA to move seamlessly to a second phase called ITEA2 that is likewise scheduled to last eight years. All the founding companies from the first phase will remain on board in the second phase. In addition to Siemens (which is represented by C-LAB), these include other well-known European companies such as Alcatel, Bosch, Daimler-Chrysler, Nokia, Philips, etc. These enterprises are working together in the pre-competition stage on projects to intensify knowledge of the development and deployment of software-intensive and embedded systems and services so that they can be used in various markets and industries as quickly as possible. An impressive array of

Im abgelaufenen Jahr 2006 wurden die Voraussetzungen geschaffen, die erste Phase von ITEA, die in 1999 begann und bis 2007 läuft, nahtlos in eine zweite, ebenfalls achtjährige Phase ITEA2 zu überführen. Alle Gründungsfirmen der ersten Phase werden auch in der zweiten Phase dabei sein. Neben Siemens, vertreten durch C-LAB, sind es weitere namhafte europäische Unternehmen wie Alcatel, Bosch, DaimlerChrysler, Nokia, Philips etc. Alle arbeiten im vorwettbewerblichen Bereich gemeinsam an Projekten, um das Wissen für die Entwicklung und den Einsatz von softwareintensiven und eingebetteten Systemen und Dienstleistungen für die Anwendung in den verschiedenen Domänen zu intensivieren und möglichst zeitnah zur Anwendung zu bringen. Auf dem jährlich stattfindenden ITEA Symposium, 2006 war Paris Austragungsort, wurde die eindrucksvolle Erfolgsbilanz einem internationalen Expertenkreis von über 350 Teilnehmern vorgestellt.

Auch das laufende Forschungsrahmenprogramm FP6 der Europäischen Union und das neue Programm FP7, welches mit dem 1. Call in 2007 aktiviert wird, sind für C-LAB ein wichtiges Instrument zur Durchführung innovativer F+E-Projekte mit europäischen Partnern.

C-LAB war im abgelaufenen Jahr insgesamt bei der Akquise neuer Projekte erfolgreich. Aber auch auf diesem Markt ist eine zunehmende Verschärfung des Wettbewerbs erkennbar, eine Situation, die sich unter anderem auf der Basis der zunehmenden Autonomie der Universitäten in Deutschland und der damit verbundenen steigenden Abhängigkeit von Drittmitteln weiter verschärfen wird.

Insgesamt war 2006 für C-LAB ein erfolgreiches Jahr und hat uns auf dem Weg zu den verschiedenen Zielen ein deutliches Stück vorangebracht. Das Portfolio wurde noch besser auf die Anforderungen unserer Partner Siemens und der Universität Paderborn fokussiert. Es gab wiederum herausragende wissenschaftliche Ergebnisse in Form von Promotionen und Konferenzbeiträgen sowie sehr erfolgreiche Projekte, sowohl im F+E-Bereich als auch im Bereich des Technologietransfers zu Siemens-Bereichen und zu externen Kunden. Nicht zuletzt durch die 20-Jahr-Feier konnte die Sichtbarkeit des C-LAB insgesamt sehr positiv gesteigert werden. Diese Erfolge sind dem Engagement, der Kompetenz und der Zielorientierung all unserer Mitarbeiter zu verdanken.

successes was presented to over 350 international experts from participating organizations at the annual ITEA Symposium that was held in Paris in 2006.

Moreover, the European Union's current research framework program FP6 and the new research framework program FP7, which will be initiated with the first call in 2007, are important instruments for C-LAB in carrying out innovative R&D projects with its European partners.

All in all, C-LAB was very successful in acquiring new projects this year. But competition is becoming increasingly intense in this market, too. And this situation will be aggravated, among other things, by the increasing autonomy of higher educational institutions in Germany and the greater dependence on third-party funding that this entails.

2006 was a successful year for C-LAB, and marked a significant step on our path toward achieving our various goals. We have oriented our portfolio more closely to the requirements of our partners Siemens and the University of Paderborn. And the year once again produced some notable scientific results in the shape of promotions and contributions to conferences as well as very successful projects relating to the research, development and transfer of technologies to Siemens business units and external customers. We also managed to raise the visibility of C-LAB very positively during 2006, not least because of our 20th anniversary.

These successes are due to the commitment, skills and goal orientation of all our employees.

AUSGEWÄHLTE PROJEKTE

AUTO IMMUNE SYSTEMS®[1]

Der Begriff der Immunität ist traditionell mit biologischen Systemen verknüpft und beschreibt ein aktives Reagieren auf Infektionen innerhalb eines Organismus ohne weitere externe Unterstützung. Für Lebewesen ist dieser Mechanismus in einer weitgehend feindlichen Umgebung lebenswichtig, da er die „Laufzeit" des biologischen Systems verlängert.

Ein IT-Dienstleister und Serviceprovider steht heute vor der ähnlichen Aufgabe, seine Systeme lauffähig zu halten und die Serviceverträge mit den Kunden zu erfüllen. Die „Gesundheit" der Systeme ist für ihn der Garant für ein erfolgreiches Geschäft und hohe Kundenakzeptanz. Die zentrale Idee hinter „auto-immunen Systemen" in der IT ist somit schnell formuliert: *„Ein auto-immunes System muss bei Beeinträchtigungen der von ihm zu erbringenden Dienste (möglichst) selbstständig durch geeignete Maßnahmen wieder den geforderten Sollzustand der Dienstverfügbarkeit erreichen."* Bislang kommen hier Callcenter mit ihren 1st, 2nd und 3rd Level Supports beziehungsweise Administratoren und Techniker zum Einsatz, denn die Kosten bei einem Ausfall der IT bei einem Kunden gehen leicht über die Millionengrenze pro Stunde, insbesondere bei IT-zentrierten Geschäftsmodellen.

Die Vision eines selbstheilenden Systems, welches sich veränderten Betriebsbedingungen anpasst und auf Fehler flexibel und möglichst ohne weitere Interaktion mit entsprechenden Korrekturmaßnahmen reagiert, spricht direkt den Betreiber von IT-Dienstleistungen an, da hierdurch personal- und zeitintensive Schritte durch Automatisierung reduziert werden können.

Den Umfang der Planung, Erbringung und Unterstützung von IT-Dienstleistungen beschreibt ITIL [2], die IT Infrastructure Library, welche inzwischen weltweit zum Quasi-Standard geworden ist. ITIL stellt somit einen Leitfaden für Systemmanager und IT-Serviceprovider dar, definiert aber nicht das Wie, sondern nur das Was.

SELECTED PROJECTS

AUTO IMMUNE SYSTEMS®[1]

Immunity is a term that is traditionally associated with biological systems. It describes an active response to infections in an organism, a response that takes place without any external support. For living things, this mechanism is vital in a largely hostile environment because it prolongs the existence of the biological system.

Providers of IT and other services are now facing the similar task of keeping their systems running while fulfilling service agreements that have been signed with the customer. For them, the "health" of the systems guarantees successful business and a high level of acceptance among customers. The key idea behind auto immune systems (AIS) in IT can therefore be formulated quickly: *"If services to be provided by an auto immune system are impaired, the AIS must take appropriate action on its own, as far as possible, to make them available again at the required level."* Up to the present this has entailed call centers with their 1st, 2nd and 3rd level support, administrators, and technicians. After all, the cost of failure of a customer's system can easily exceed a million euros an hour, especially in IT-centered business models.

The vision of a self-healing system – one that adapts to changing operating conditions and responds to faults flexibly and, if possible, by taking appropriate countermeasures without any interaction with users – is very attractive for providers of IT services. It means that labor-intensive, time-consuming steps can be reduced by means of automation.

The scope of planning, providing and supporting IT services is described by ITIL [2], the IT Infrastructure Library that has now practically become an international standard. ITIL is a guide for system managers and IT service providers, but rather than describing how to do things, it describes what must be done.

ITIL is the second pillar in IT management, and now represents both a source of orientation and a standard to

ITIL ist die zweite Säule im IT-Management, auf die sich jeder Serviceprovider inzwischen stützt und an der er sich messen lassen muss – für den Betrieb von Rechenzentren bis hin zu Serviceleistungen für Systeme bei Kunden. Daher ist die Vision von Auto Immune Systems® (AIS), möglichst automatisiert und proaktiv die Lauf- und Dienstleistungsfähigkeit zu sichern, ein vielversprechender Ansatz für ITIL-konforme Betriebsumgebungen.

DIE VISION AIS

Mit AIS haben die Siemens AG, Siemens Business Services und Fujitsu Siemens Computers begonnen, das Thema auto-immuner IT-Systeme im Bereich des IT-Managements von der Idee bis zur Realisierung zu tragen. Durch den Einsatz von AIS sollen Betriebsunterbrechungen wenn schon nicht verhindert, dann aber so kurz wie möglich gehalten werden.

Zudem wird es durch die steigende Komplexität und Konfigurierbarkeit der Systeme für Administratoren und IT-Manager zunehmend schwieriger, die Wechselwirkung der installierten Komponenten sowohl aus Hardware- als auch aus Softwaresicht im Fehlerfall treffend zu analysieren, ohne durch Wissensdatenbanken und intensive Recherchen unterstützt zu werden. Auch hier kann ein Ansatz wie in AIS durch Hinweise auf ähnliche Fehlerfälle und dort erfolgreich durchgeführte Behandlungen den Wartungsvorgang stark verkürzen.

AIS ist als lernendes System konzipiert, wobei einmal erfolgreich behandelte Störungen bei späterem Auftreten durch die unmittelbare „Immunreaktion" sofort behoben werden. Je nach Problemfall kann es sinnvoll sein, andere Systeme danach prophylaktisch zu „impfen", so dass diese spezielle Störung nicht mehr auftreten kann. In einem typischen Szenario mit beispielsweise 2000 betreuten Systemen wird klar, welches Potenzial dieser Ansatz birgt: Die Analyse des Fehlers wird einmal mit Unterstützung von AIS vorgenommen, es wird eine entsprechende Korrekturmaßnahme entwickelt und diese wird dann in den weiteren 1999 Fällen bei Auftreten des Problems automatisch angewandt.

Die Notwendigkeit eines leistungsfähigen weitgehend automatisch arbeitenden Systems ergibt sich aus der steigenden Komplexität und Heterogenität der Infrastrukturen, sowohl software- als auch hardwareseitig. Die Interferenz, also die Auswirkungen verschiedener Softmeet for service providers who operate data centers and provide customers with system services. The vision of auto immune systems, namely ensuring that systems keep running and delivering services in a way that is as automated and proactive as possible, is a promising approach for ITIL-compliant operating environments.

THE VISION OF AIS

With the AIS project, Siemens AG, Siemens Business Services and Fujitsu Siemens Computers have begun to deal with auto immune IT systems in IT management from the initial idea all the way to implementation. AIS is intended to keep operating disruptions as short as possible if it cannot actually prevent them.

In addition, if a fault occurs, the increasing complexity and configurability of systems is making it increasingly harder for administrators and IT managers to appropriately analyze the interplay of installed components from both the hardware and the software viewpoints without accessing knowledge databases and carrying out intensive investigations. Here, too, an approach such as AIS can greatly reduce maintenance operations by drawing attention to similar fault cases and the action that was successfully taken in them.

AIS has been conceived as a learning system in which faults that have already been treated successfully are resolved on the spot by direct immune reactions if they occur again. Depending on the problem in question, it may make sense to "inoculate" other systems prophylactically afterwards to ensure that this specific fault can no longer occur. A typical scenario with, for example, 2000 supported systems reveals the potential of this approach: the fault is analyzed once with the support of AIS, appropriate corrective action is developed, and this is then automatically applied if the same problem occurs in the other 1,999 cases.

The need for a powerful, largely automatic system stems from the increasing complexity and heterogeneity of infrastructures both in terms of software and hardware. Interference, i. e. the effects of different software versions and components, may make it necessary to install patches, for example, but only for certain software configurations. Here, the crucial factor for high-quality system management is timely and minimally invasive action.

wareversionen und -komponenten, bedingt beispielsweise das Einspielen notwendiger Patches, aber nur für bestimmte Softwarekonfigurationen. Entscheidend für ein qualitativ hochwertiges Systemmanagement ist hier ein zeitnahes und minimal-invasives Handeln.

AUFBAU UND FUNKTION DES AUTO IMMUNE SYSTEMS

Das typische AIS besteht aus den betreuten Systemen, der zentralen Service Engine und einem Fehlerbehandlungs- und Lösungsteil wie in Bild 1 dargestellt.

Die AIS-Service-Engine (SE) bildet dabei den Kern des Systems und enthält eine Datenbank aller bislang aufgetretenen Störungen (Symptome), deren Diagnose und der zugehörigen Korrekturmaßnahmen.

In einem AIS-verwalteten Systemverbund findet stark vereinfacht folgender Ablauf (siehe Bild 2) statt:

1. Das betreute System stellt eine Störung fest und meldet dies mit einigen Systemdaten der Service Engine.
2. Die Service Engine diagnostiziert aktiv die Störung gemäß vorhandener Diagnosealgorithmen.
3. Kann keine eindeutige Diagnose erstellt werden, wird durch das Fault-Management eine individuelle Diagnose und Behandlung festgelegt und dadurch die Service Engine erweitert.
4. Bei eindeutiger Diagnose und vorhandener Behandlung wird diese auf dem betreuten System eingespielt.

Prophylaktisch kann ein solches System nun ebenfalls „verdächtige“ betreute Systeme mit behandeln und beispielsweise notwendige Patches verteilen oder Updates initiieren.

Ein weiteres denkbares Szenario ist die Einführung eines neuen Softwarestandes. Bevor ein solcher Schritt unternehmensweit durchgeführt wird, können die Auswirkungen auf einer be-

STRUCTURE AND FUNCTION OF THE AUTO IMMUNE SYSTEM

The typical AIS consists of the supported systems, the central Service Engine and a fault treatment and solution part as shown in Fig. 1.

The AIS Service Engine (SE) is the core of the system and incorporates a database of all faults (symptoms) that have occurred to date, their diagnosis, and the associated corrective action.

Greatly simplified, the following procedure takes place in an AIS-managed system network (see Fig. 2).

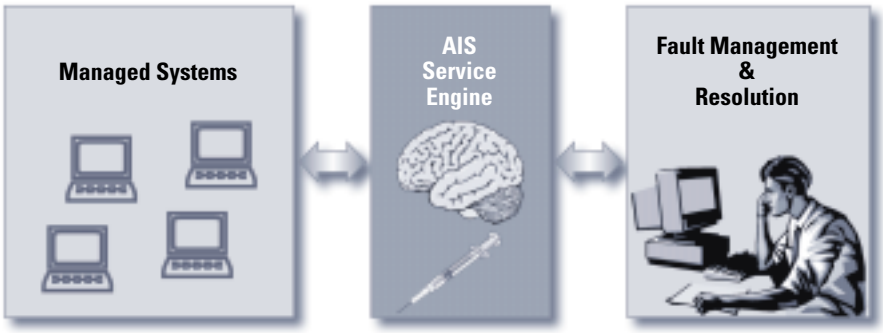


Bild 1: AIS-Szenario
Fig. 1: AIS scenario

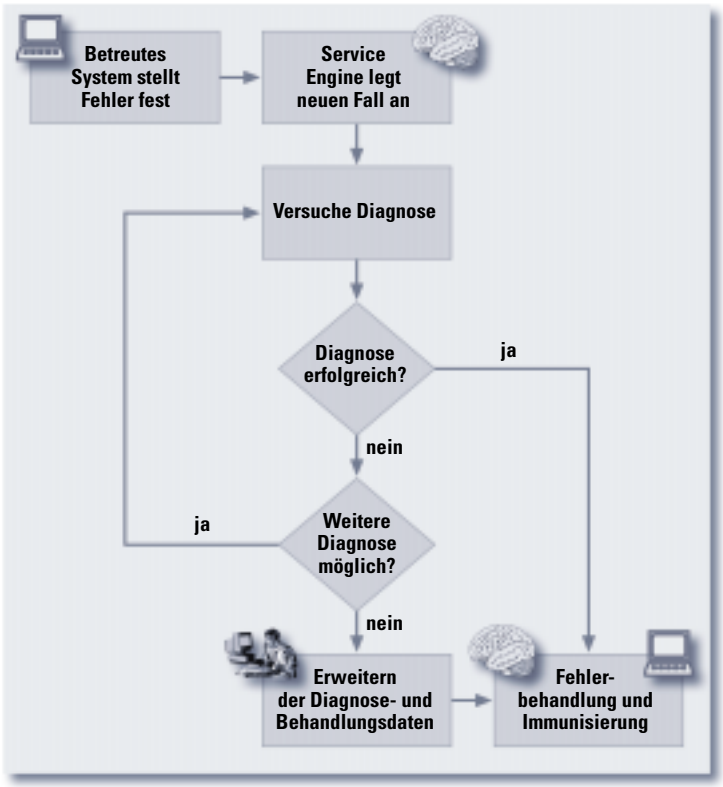


Bild 2: AIS-unterstützte Störungsbehebung
Fig. 2: AIS-supported fault resolution

grenzten Zahl von Systemen analysiert und kann die Behandlung von möglichen Seiteneffekten im AIS verankert werden, so dass beim finalen Rollout die Menge der typischen Umstellungsprobleme minimiert wird.

AIS-KOMPONENTEN

Die zentralen Komponenten von AIS sind die Service Engine und der Target Adapter. Die Schnittstellen zwischen den Komponenten sind als Webservice realisiert. Damit kann AIS flexibel in Internetszenarien eingesetzt werden und benutzt einen Standard, der breite Unterstützung erfährt.

Die AIS-Service-Engine

Die Webservice-Schnittstelle besteht aus den logischen Untereinheiten zur Datensammlung und Diagnose (Collection) und der Anwendung von Behandlungen.

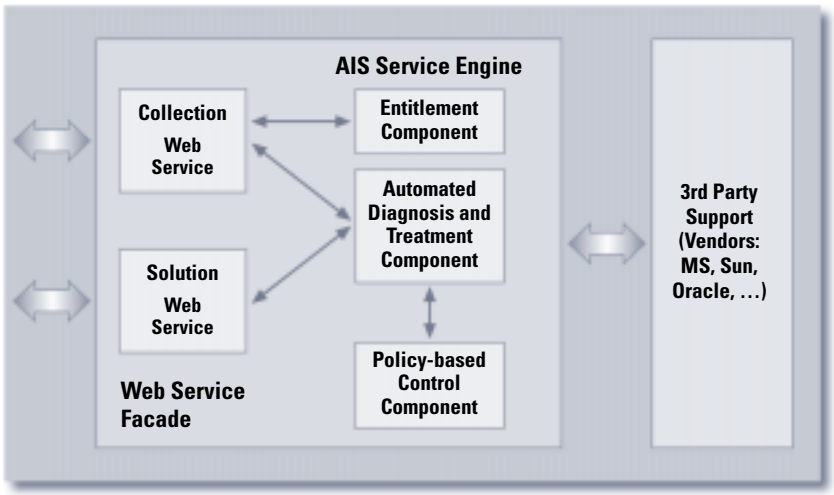


Bild 3: Die AIS-Service-Engine

Fig. 3: The AIS Service Engine

Die eigentliche Engine besteht aus den drei Komponenten Entitlement, Diagnosis and Treatment und Control. Das Entitlement überprüft die Berechtigung, den AIS-Dienst in Anspruch zu nehmen. Die Diagnosis-and-Treatment-Komponente erledigt die eigentliche Arbeit: das Auswerten der Systemdaten und die Wahl und Anwendung der Behandlung. Dies wird durch sogenannte „Policies“ gesteuert. Für diverse Produkte gibt es von den jeweiligen Herstellern bereits ausführliche Supportdatenbanken und Dienste. Durch die offene Architektur kann die Service Engine auch diese in die Diagnose- und Behandlungsprozesse einbinden.

1. A supported system detects a fault and reports this together with some system data to the Service Engine.
2. The Service Engine actively diagnoses the fault on the basis of existing diagnostic algorithms.
3. If no definite diagnosis can be made, fault management defines a specific diagnosis and treatment for this case, thus extending the Service Engine.
4. If a definite diagnosis is made and a treatment exists, it is loaded on to the supported system.

Such a system can now also help to treat “suspicious” systems that are being supported and, for instance, distribute the necessary patches and initiate updates.

Another conceivable scenario is to roll out a new software version. Before taking such a step throughout the enterprise, it is possible to analyze the impact on a limited number of systems and anchor the treatment of possible side-effects in the AIS so that the number of typical conversion problems is minimized during the final rollout.

AIS COMPONENTS

The central components of the AIS are the Service Engine and the Target Adapter. The interfaces between the components have been implemented as Web services. As a result, AIS can be deployed flexibly in Internet scenarios, and uses a standard that is widely supported.

The AIS Service Engine

The Web service interface consists of logical subunits for data collection and diagnosis and for the application of treatments.

The Service Engine itself consists of three components named Entitlement, Diagnosis and Treatment, and Control. Entitlement checks the authorization to use the AIS service. The Diagnosis and Treatment component does the actual work: analyzing system data and choosing and applying treatment. This process is controlled by policies. Detailed support databases and services for various products have already been provided by the re-

Mit der Entscheidung, ein XML-basiertes Nachrichtenprotokoll zu verwenden, sind auch die Informationen, die übertragen werden, selbst XML-Nachrichten und können daher flexibel verarbeitet werden. Basierend auf diesem allgemeinen Datenmodell wird die Service Engine in der nächsten Version neben spezifisch ausführbaren Behandlungsskripten und Programmen auch eine allgemeine Diagnose- und Behandlungssprache (AIS-DTL [3]) unterstützen.

Der AIS-Target-Adapter

Der Target Adapter (TA) bildet das Gegenstück zur Service Engine auf den zu betreuenden Systemen. Er realisiert das Diagnose- und Behandlungsprotokoll der Service Engine auf der Client-Seite und wickelt die Kommunikation mit der SE über die Webservice-Schnittstelle ab.

Bedingt durch die unterschiedlichen betreuten Endsysteme existiert prinzipiell für jeden Maschinentyp eine eigene Realisierung des Target Adapters. Allerdings ist der Grundaufbau identisch, wie in Bild 4 schematisch gezeigt: Der Incident Reader und der Target System Adapter stellen die Verbindung zum Gastsystem her und greifen direkt auf Ressourcen oder Softwarekomponenten zu. Damit sind sie verantwortlich für das Empfangen der Störungsmeldungen und die direkte Interaktion mit dem System. Der Incident Data Mapper bildet die systemtypischen Daten auf das generische AIS-Datenmodell ab. Neben diesen individuellen Komponenten bilden die übrigen Komponenten den generischen Teil des Target Adapters: die Kommunikationsschnittstelle, die semantische Steuerung des AIS-Protokollablaufs und die Komponenten für die Diagnose- und Behandlungsfunktionalität (obwohl es hier zu teilweisen Überschneidungen mit den systemspezifischen Implementierungen kommen kann).

AIS IM C-LAB

C-LAB ist am Projekt „Auto Immune Systems“ als Siemens-Innovationswerkstatt in verschiedenen Aufgabenstellungen dabei:

- Ausgewählte Studien und Analysen zur technologischen und strategischen Weiterentwicklung von AIS-Konzepten

spective manufacturers. Thanks to its open architecture, the Service Engine can also integrate them in its diagnostic and treatment processes.

The decision to use an XML-based message protocol means that the information to be transferred itself consists of XML messages and can therefore be processed flexibly. Based on this general data model, the Service Engine will support not only specific executable treatment scripts and programs but also a general Diagnosis and Treatment Language (AIS DTL [3]) in the next version.

The AIS Target Adapter

The Target Adapter (TA) is the counterpart of the Service Engine and runs on the supported systems. It implements the Service Engine's diagnosis and treatment protocol on the client side, and handles communication with the SE via the Web service interface.

Due to the different terminal systems that are supported there is, in principle, a specific implementation of the Target Adapter for every machine type. However, the basic structure is usually identical, as shown schematically in Fig. 4. The Incident Reader and the Target System Adapter establish the connection to the guest system and directly access resources or software components. This means they are in charge of receiving fault reports and direct interaction with the system. The Incident Data Mapper maps the system-typical data on to the generic AIS data model. Alongside these specific components, the other components form the generic part of the Target Adapter: the communication interface, semantic control of the AIS protocol and the components for diagnosis and treatment functionality (although there may be some overlapping here with system-specific implementations).

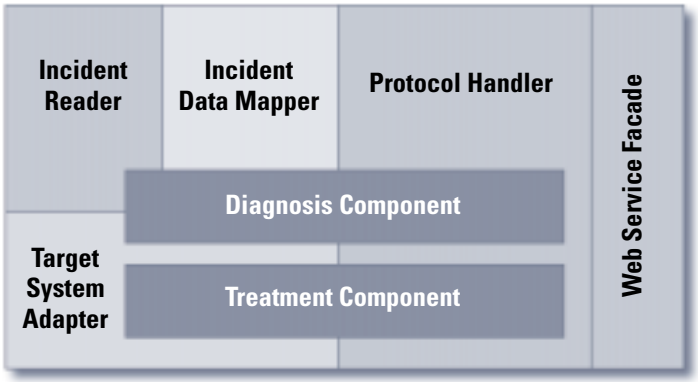


Bild 4: AIS-Target-Adapter (Grobstruktur)

Fig. 4: AIS Target Adapter (rough structure)

- Unterstützung in Systementwurf, -design und -realisierung
- Umsetzung und Anpassung von AIS-Komponenten beim Anwender

Als erstes Projekt mit einem AIS-Anwender wurde beispielsweise die Entwicklung eines Target Adapters für das HiPATH-4000-[4] System unterstützt, welches als skalierbares Realtime-System für IP-Kommunikation (VoIP) bei bis zu 100.000 Anwendern zum Einsatz kommt.

C-LAB beteiligt sich im laufenden Jahr am Entwurf und an der Entwicklung der generischen Target-Adapter-Komponenten und berät bei ausgewählten Fragestellungen im Umfeld des AIS-Service-Engine-Themas.

Der generische Target Adapter basiert auf einer erweiterbaren Architektur, die es erlaubt, verschiedene Quellen von System- und Applikationsfehlermeldungen zu integrieren. Damit ist er schnell an spezifische Systeme anzupassen, wie beispielsweise unterschiedliche Datenbanken. Ebenfalls kann ein solches Plugin die Integration von Systemmanagement- und Überwachungskomponenten von Drittanbietern ermöglichen, wie etwa Tivoli [5] oder Nagios [6]. Eine Referenzimplementierung in JAVA ist für aktuelle Betriebssystemversionen von Linux/Unix geplant und wird von Fujitsu Siemens Computers Inc. als einer der Basisbausteine für kundenspezifische Anpassungen angeboten werden.

PERSPEKTIVEN

Das AIS-Projekt ist als offenes Entwicklungs- und Forschungsprojekt angelegt, da es durch Weiterentwicklung an neue Technologien angepasst und portiert werden muss. Insbesondere der self-X-Aspekt, der auch eine Lernfähigkeit beschreibt, kann in der zukünftigen Entwicklung aus Ansätzen des „Organic Computing“ und den Erkenntnissen aus dem Bereich autonomer Systeme profitieren. So sind Verfahren denkbar, die aus existierenden „Rezepten“ bei ähnlichen Fehlermeldungen gewisse Behandlungsmuster vorschlagen, die dann nur noch von Spezialisten adaptiert oder parametrisiert werden müssen.

Generell wird die Bedeutung AIS-artiger Systeme für das IT-Systemmanagement zunehmen, da mit der steigenden Konzentration der Dienst- und Systemanbieter eine semi-automatische proaktive Fehlerdiagnose und

AIS AT C-LAB

C-LAB is engaged in the Auto Immune Systems project as an innovation center for Siemens and is working on various tasks:

- Selected studies and analyses of the further development of AIS concepts from technological and strategic aspects
- Support in system design and implementation
- Implementation and adaptation of AIS components on users’ systems

For example, in the first project with an AIS user we supported the development of a Target Adapter for the HiPATH 4000 [4] system which acts as a scalable real-time system for IP communication (VoIP) for up to 100,000 users.

In 2006, C-LAB took part in the design and development of the generic Target Adapter components, and provided consulting services for selected issues relating to the AIS Service Engine.

The generic Target Adapter is based on an expandable architecture that allows different sources of system and application fault reports to be integrated. This means that it can be adapted quickly to specific systems, such as databases for example. Such a plug-in can also support integration of system management and monitoring components from third-party vendors such as Tivoli [5] and Nagios [6]. A reference implementation in Java is planned for current versions of the Linux/Unix operating systems and is being offered by Fujitsu Siemens Computers Inc. as one of the basic modules for customizing.

OUTLOOK

The AIS project has been set up as an open research and development project because further development is required to adapt and port it to new technologies. In particular, the self-X aspect, which also describes learning capability, can benefit in the course of future development from organic computing approaches and the knowledge gained in the field of autonomous systems. For example, procedures are conceivable that suggest certain treatment patterns from existing “recipes” for fault reports which then only need to be adapted or parameterized by specialists.

-behandlung eine der wenigen kostenreduzierenden Möglichkeiten im Betrieb ist, die nicht mit einer Einschränkung der Servicequalität einhergeht.

[1] Auto Immune Systems® ist ein registriertes Warenzeichen der Fujitsu Siemens Computers IT Product Services GmbH & Co. OHG.
[2] http://www.itil.org
[3] AIS Diagnosis and Treatment Language
[4] HiPATH 4000 ist ein eingetragenes Warenzeichen der Siemens Enterprise Communications GmbH & Co. KG.
[5] Tivoli ist eingetragenes Warenzeichen der IBM Corporation.
[6] http://www.nagios.org

Kontakt:
Dr. Wolfgang Thronicke
E-Mail: Wolfgang.Thronicke@c-lab.de

In the light of increasing concentration among service and system providers, AIS-like systems will definitely become more significant for IT system management because semi-automatic, proactive diagnostics and treatment are one of the few ways of reducing operating costs without restricting service quality.

[1] Auto Immune Systems® is a registered trademark of Fujitsu Siemens Computers IT Product Services GmbH & Co. OHG.
[2] http://www.itil.org
[3] AIS Diagnosis and Treatment Language
[4] HiPATH 4000 is a registered trademark of Siemens Enterprise Communications GmbH & Co. KG.
[5] Tivoli is a registered trademark of IBM Corporation.
[6] http://www.nagios.org

Contact:
Dr. Wolfgang Thronicke
email: Wolfgang.Thronicke@c-lab.de

NUTZERORIENTIERTE EINFÜHRUNG VON INNOVATIONEN – MOBILE TECHNOLOGIEN IN DER AUTOMOBILFERTIGUNG

Auf dem Gebiet der industriellen Fertigung bieten Innovationen im Bereich mobiler Systeme, zum Beispiel durch Augmented-Reality-Systeme, Spracherkennung, neue Display-Techniken und immer leistungsfähigere mobile PC-Plattformen, ein großes Potenzial bei der Optimierung der Arbeitsprozesse, aber auch der Beschaffung und Wartung der eingesetzten Hardware.

Wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Integration solcher Innovationen in einen produktiven Einsatz sind die eingehende und verlässliche Analyse des vorgesehenen Einsatzes und die Entwicklung eines Anforderungsprofils für potenzielle Lösungen, anhand dessen Entwicklungs- und Beschaffungsentscheidungen abgeleitet werden können.

C-LAB unterstützt einen führenden europäischen Automobilhersteller dabei beratend sowohl bei der Analyse der Nutzungskontexte als auch im weiteren Projektablauf und in der weiteren Entwicklung und der Einführung der Lösungen.

Dabei steht die Zusammenführung von Technologie-Know-how und Nutzerprozessen im Vordergrund. C-LAB dient dabei mit seinem technischen Hintergrund und seinen Kompetenzen im Bereich des Usability-Consulting als idealer Partner für eine ganzheitliche Sicht auf die Anforderungen und bei der Konzeption darauf angepasster Lösungen.

MOBILER ULTRASCHALLPRÜFPLATZ

In einem Bereich ist Siemens Business Services als Beratungsdienstleister auf dem Gebiet Nutzerprozesse und Usability (Gebrauchstauglichkeit) tätig. Ziele sind die

USER-CENTERED INNOVATIONS – MOBILE TECHNOLOGIES IN AUTOMOTIVE MANUFACTURING PROCESSES

When it comes to industrial manufacturing, innovations in mobile systems – for example Augmented Reality, voice recognition, new display technologies and ever more powerful mobile PC platforms – offer great potential for optimizing work processes and the procurement and maintenance of the hardware used.

Key preconditions for successfully integrating such innovations in productive operation are an in-depth, reliable analysis of their intended use and the establishment of a requirements profile for potential solutions that can be used as a basis for making decisions about development and procurement.

To this end, C-LAB is supporting a leading European automotive manufacturer by providing consulting, both on an analysis of usage contexts and, at a later stage in the project, for further development and rollout of the solutions.

The focus of this endeavor is to bring technology know-how and user processes together. With its technological background and skills in usability consulting, C-LAB is an ideal partner for ensuring a holistic view of requirements and a solution concept designed to meet these requirements.

MOBILE ULTRASONIC TEST BENCH

In one area, Siemens Business Services is providing consulting services on the topic of user processes and usability. The goals are to reduce labor costs and to increase the efficiency, effectiveness and satisfaction of employees who will be using newly developed mobile test equipment.

Senkung der Arbeitskosten und die Steigerung der Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit der Mitarbeiter im Bereich einer neu entwickelten mobilen Prüfausrüstung.

Dabei wurden die praktischen Anforderungen im Produktionsprozess mit den Potenzialen mobiler Geräte, wie zum Beispiel Head-Mounted-Displays, abgeglichen und optimiert.

Ein weiteres Ziel war die Optimierung der Qualitätssicherungstätigkeiten in der täglichen Produktion und dabei eine Kostenreduktion sowohl bei Hard- und Software als auch bei den Arbeitskosten. Dazu diente eine Umgestaltung der Arbeitsplätze auf organisatorischer und technischer Ebene.

Überprüft wurde die Eignung von Head-Mounted-Displays und Audio-Interfaces für den vorgesehenen Einsatz in der Prüfung von Schweißpunkten. Dabei galt es, sowohl Umweltfaktoren (Lärm, Funkenflug, Verölung) als auch die Anforderungen der betroffenen Mitarbeiter (Gestaltung des Arbeitsprozesses, Ergonomie bei der Nutzung) und der sich wandelnden Aufgabe (Spezialisierung der Prüftätigkeit) zu berücksichtigen.

Ein Ergebnis war die Identifikation der Potenziale und Mängel der bisherigen Lösungen. Zusammen mit den aus der Analyse abgeleiteten Anforderungen konnten so bestehende und mögliche neue Lösungen miteinander verglichen und bewertet werden. C-LAB hat dazu verschiedene alternative Lösungsszenarien entwickelt und mit den Nutzungsanforderungen verglichen. Dabei wurden neben der Nutzungsqualität auch der Zeitpunkt der Machbarkeit und die Kostenaufwände berücksichtigt. Dies gab dem Auftraggeber die Möglichkeit, Nutzen und Aufwand verschiedener Alternativen abzuwägen und so eine Roadmap der weiteren Entwicklung in diesem Bereich zu planen.

SPRACHINTERFACES IN DER ENDKONTROLLE

In einem weiteren Teilprojekt werden aktuell Arbeitsplätze in der Endkontrolle der Fahrzeugfertigung untersucht. Bei diesen Aufgaben ist es essenziell, dass die Mitarbeiter die Hände für die Prüfaufgaben frei behalten und nicht – wie bisher – durch papier- und EDV-gestützte Systeme mindestens eine Hand blockiert wird.

Mit entsprechender Unterstützung aus dem C-LAB werden deshalb Einsatzszenarien erprobt, in denen der Prüfer mittels eines Sprachinterfaces sowohl die Prüffragen akustisch übermittelt bekommt als auch die Doku-

The practical requirements of the manufacturing process were compared with the potential of these mobile devices, such as head-mounted displays, and the requirements catalog was optimized.

Another goal was to optimize quality assurance activities in day-to-day manufacturing and, in the process, to reduce the costs of hardware, software and labor. Workplaces were restructured on the organizational and technical levels to achieve this goal.

Head-mounted displays and audio interfaces were examined to see if they were suitable for their intended use in the testing of welds. This process necessitated the consideration of both environmental factors (noise, sparks, oil fouling) and the requirements of the employees involved (work process engineering and ergonomics), including the changing nature of their tasks (specialization in testing).

One result was that the potential and shortcomings of the existing solutions were identified. Together with the requirements that were derived from the analysis, both existing and potentially new solutions could be compared and evaluated. To do this, C-LAB developed various alternative solution scenarios and compared them with requirements. In addition to the quality of use, we also considered the feasibility and the expense involved. This enabled the customer to appraise the benefits of and expenditures for the various alternatives and consequently plan a roadmap for further developments in this domain.

VOICE INTERFACES IN FINAL INSPECTION

Workstations in the final inspection phase of automotive manufacturing are being examined in another subproject that is currently in progress. When carrying out these tasks, it is essential for employees to have their hands free for inspection purposes and not – as was the case to date – have to use at least one hand for paper- or IT-based systems.

With support from C-LAB, scenarios are being tried out in which inspectors can hear the test questions via voice interface and can document their inspections with the aid of a microphone attached to a headset. As a result, for the entire duration of testing, inspectors do not need to use their hands to hold devices and can concentrate entirely on the manual inspection of vehicle parts.

mentation der Prüfung über ein Mikrofon an einem Headset vornehmen kann. So ist es ihm möglich, während der gesamten Prüfung kein Gerät in die Hand nehmen zu müssen und sich ganz auf die manuelle Prüfung von Fahrzeugteilen zu konzentrieren.

Auch in diesem Teilprojekt ist die initiale Analyse des Nutzungskontextes von entscheidender Bedeutung. Erst wenn sowohl die entscheidenden Anforderungen, wie zum Beispiel die Performanz des Sprachinterfaces im Vergleich zu anderen Lösungen, als auch die auf den ersten Blick weniger wichtig erscheinenden Randbedingungen des Einsatzes, zum Beispiel die Gespräche unter Kollegen, berücksichtigt werden, kann eine Lösung geplant und bewertet werden, die den Workflow der Mitarbeiter tatsächlich optimal unterstützt.

GANZHEITLICHER ANSATZ BEI DER INNOVATIONSPLANUNG

Im Mittelpunkt des Interesses des Auftraggebers, aber auch des C-LAB, steht die strukturierte Berücksichtigung aller am Entscheidungsprozess relevant beteiligten Faktoren.

In der Praxis müssen gerade Lösungen, die frisch aus der z. B. universitären Forschung erzeugt wurden, zunächst auf ihre Alltagstauglichkeit, aber auch auf Verfügbarkeit und Stabilität hin beleuchtet werden. Die enge Anbindung an die Universität Paderborn und den Mutterkonzern Siemens bringt C-LAB dabei in eine hervorragende Position. Technologietrends können einerseits sehr früh erkannt, andererseits von Anfang an mit den Augen eines Herstellers und Serviceanbieters realistisch beurteilt werden.

Aus dieser Fragestellung heraus entstand das neue Aufgabenbild eines „Technologie-Scouts“. Diese Aufgabe, die von C-LAB bei dem Auftraggeber eingeführt wurde, fügt den technik- und serviceorientierten Aspekt des Anbieters mit den profunden Kenntnissen der Bedürfnisse der Nutzer und ihrer Aufgaben zusammen. Das bedeutet praktisch, dass der Scout nicht nur Vorschläge für aktuelle innovative Technologien einbringt, sondern diese dann auch sofort mit den Erfordernissen des Einsatzes abgleicht und bewertet.

Dazu geht der Technologie-Scout zusammen mit Führungskräften und Mitarbeitern des Auftraggebers konkret in die Produktions- und Verwaltungsbereiche hinein

In this subproject, too, it is the initial analysis of the usage context that is crucial. Only after considering the essential requirements (such as performance of the voice interface compared with other solutions) and other factors that may seem less important at first sight (such as communication among colleagues) is it possible to plan and assess a solution that will actually support the employees' workflows optimally.

HOLISTIC APPROACH TO INNOVATION PLANNING

The customer's interest – and C-LAB's, too – is a structured consideration of all relevant factors involved in the decision-making process.

In practice, it is essential for solutions that have, for example, just come from university research, to be examined initially both with regard to their suitability for real life and to their availability and stability. Its close link to the University of Paderborn and the Siemens parent group puts C-LAB in an excellent position to do this. On the one hand, technology trends can be recognized at a very early stage and, on the other, they can be assessed realistically through the eyes of a manufacturer and service provider.

This consideration has resulted in the new job of technology scout. This task, which C-LAB has introduced at the customer's company, combines the supplier's technology- and service-oriented aspects with the users' profound knowledge of their requirements and jobs. In practice, this means that the scout not only makes suggestions concerning current innovative technologies but also compares and assesses them immediately to see if they meet requirements for use.

To do this, the technology scout goes directly into the manufacturing and administrative areas together with the customer's managers and employees to obtain an on-site overview of the current state, potential and directions of development. Existing user processes and technologies are captured and turned into structured requirements for the scenario that is being considered.

A typical result of this activity is finding out whether sufficiently mature products are already available to meet the requirements that have been identified, or when they might be ready. Conversely, the technology scout will identify the domains – for example automotive manufacturing – in which there is potential now to deploy cur-

und macht sich vor Ort ein Bild vom aktuellen Zustand, den Potenzialen und den momentanen Entwicklungstendenzen. Nutzerprozesse und vorhandene Technologien werden dabei aufgenommen und in einer strukturierten Form zu Anforderungen für das betrachtete Szenario weiterverarbeitet.

Ein typisches Ergebnis dieser Tätigkeit ist die Feststellung, ob bereits jetzt ausreichend reife Produkte zur Verfügung stehen, die die festgestellten Anforderungen erfüllen können bzw. bis wann damit zu rechnen ist. Umgekehrt identifiziert der Technologie-Scout, in welchen Einsatzfeldern, zum Beispiel in der Automobilproduktion, nun Potenziale für den Einsatz aktueller Produkte bestehen. Der Auftraggeber bekommt so eine unabhängige und verlässliche Unterstützung in der Innovationsplanung.

Ein weiteres Ergebnis dieser Herangehensweise ist die Etablierung eines definierten Prozesses zum Umgang mit Innovationsprojekten (siehe auch „Aufgaben- und nutzerzentrierte Innovationsbegleitung und Technologie-Scouting“, S. 101). Darin ist nun die Idee des nutzer- und aufgabenzentrierten Entwickelns (UCD – User Centred Design) zentraler Bestandteil. Der Nutzer und seine Erfordernisse bestimmen die Innovation und nicht umgekehrt. Erst nach einem gründlichen Verständnis von Aufgaben und Nutzern werden Entscheidungen über die Einführung neuer Technologien getroffen. Damit wird verhindert, dass neue Technik um ihrer selbst willen eingeführt wird und sich erst viel zu spät herausstellt, dass sie die Arbeit erschwert oder insgesamt nicht kosteneffizient einzusetzen ist.

rent products. This provides the customer with independent, reliable support for innovation planning.

Another result of this approach is the establishment of a defined process to deal with innovation projects (see also “Task- and user-centered innovation accompaniment and technology scouting” on page 101). The idea of task- and user-centered design (UCD) is a central component of this process. Users and their requirements drive innovation, not vice versa. Only when there is a thorough understanding of tasks and users can decisions be made about introducing new technologies. This cautiousness prevents new technologies from being introduced for their own sake and turning out – much too late – to complicate the work process or fail to be cost-effective in the long run.

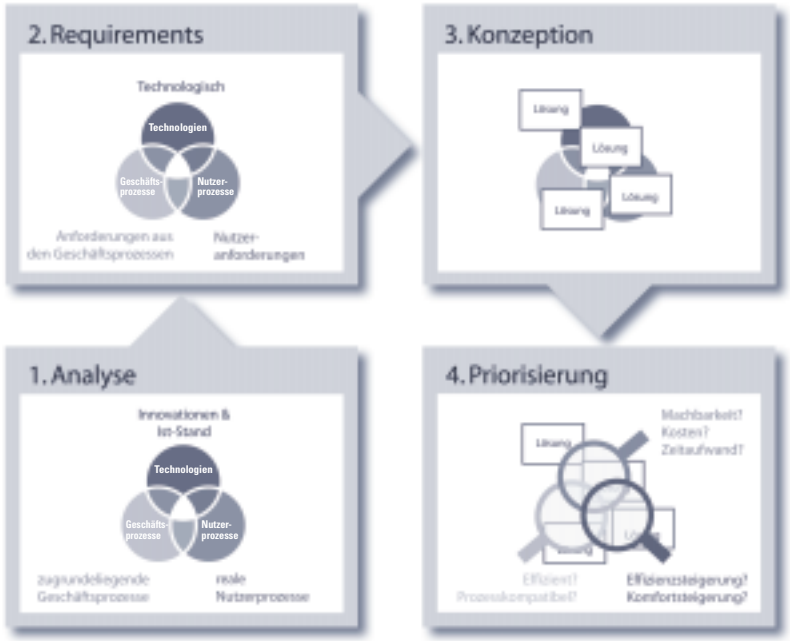


Bild 5: Vorgehen bei der pragmatischen Weiterentwicklung von Innovationsideen

Fig. 5: Approach of pragmatic enhancements of innovative concepts

C-LAB SCHWERPUNKTE IN DEN PROJEKTEN

C-LAB hat den Automobilhersteller zum Teil vor Ort, zum Teil im eigenen Labor in Zusammenarbeit mit Projektpartnern unterstützt (siehe Bild 5).

Vor-Ort-Analysen und Nutzertests mit verschiedenen Lösungen

Dieser Analysebestandteil im realen Einsatzumfeld ist unverzichtbar, um tatsächliche Workflows abzubilden und

C-LAB FOCAL POINTS WITHIN THE PROJECTS

In conjunction with project partners, C-LAB supported the automotive manufacturer partly on site and partly in its own laboratory (see Fig. 5).

On-site analyses and user tests with various solutions

On-site analyses in a real-life environment are indispensable for mapping actual workflows and avoiding the pursuit of idealized views that are not accurate. Only the

nicht idealisierten, aber unzutreffenden Darstellungen nachzufolgen. Nur die tatsächlichen Nutzer können valide beschreiben, wie ihre Arbeit in der Praxis gestaltet ist.

Entwicklung von Nutzungsanforderungen (Requirements) an Soft- und Hardware

Die Qualität sowohl der jetzigen als auch der möglichen neuen Lösungen kann nur unter der Voraussetzung beurteilt werden, dass man vorher verlässliche Aussagen über die Bedürfnisse und Anforderungen dokumentiert hat. Diese sind teilweise offensichtlich („Die Prüfsoftware muss die Prüfkurven so groß anzeigen, dass sie in einem Head-Mounted-Display noch gut zu erkennen sind."), teilweise nur indirekt aus der Analyse zu erschließen („Die Prüfsoftware muss die Prüfkurven ohne jeglichen Zeitverzug parallel anzeigen, da der Mitarbeiter daran die Haltung des Prüfkopfes ausrichtet.").

Konzepte für die Weiterentwicklung der Lösung und Unterstützung des Entwicklungsprozesses in Zusammenarbeit mit dem Gerätehersteller

Neben der Analyse und Bewertung von Bestehendem sowie der Anforderungsentwicklung bringt C-LAB auch seine Kompetenzen aus dem Bereich Konzeption mit in diese Projekte ein. In enger Zusammenarbeit mit Herstellern und Entwicklern werden Konzepte verschiedener Granularität und Tragweite konstruktiv mit eingebracht.

Diese Unterstützung reicht von der konkreten Planung und Umsetzung von Teilen der Software und ihrer Schnittstellen zum Nutzer (Sprache, Bildschirm, Head-Mounted-Display, Fernbedienung usw.) bis zu progressiven Vorschlägen für zukünftige Gerätegenerationen oder generelle technische Plattformen.

Priorisierung und Bewertung der Anforderungen bzgl. der Geschäftsprozesse, der Usability, der technischen Machbarkeit und der Kosten

Ein wichtiger Bestandteil der Beratungsleistung ist die Unterstützung des Auftraggebers bei der Bewertung der möglichen Lösungsalternativen.

- Welche Lösungen sind heute sofort machbar? Welche Einschränkungen und eventuellen Nachteile bringen sie (noch) mit sich?
- Welche Lösungen bedürfen einer weiteren Entwicklung, die aber noch im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten liegt? Wie hoch sind die Kosten für die-

actual users can provide valid descriptions of the way their work is organized in practice.

Developing software and hardware requirements

The quality of both the current and the potentially new solutions can only be assessed if reliable statements on requirements have been documented beforehand. Some of these requirements are obvious ("The test software must show the curves in a size that can be readily recognized on a head-mounted display."), whereas others can only be derived indirectly from analysis ("The test software must show the curves in parallel without any delay because the employee uses them to orient the position of the probe.").

Concepts for enhancing the solution and supporting the development process together with the equipment manufacturer

In addition to analyzing and assessing the existing situation and developing requirements, C-LAB also brings its design skills into these projects. In close collaboration with manufacturers and developers, we constructively introduce concepts of varying granularity and scope.

This support ranges from the specific planning and implementation of parts of the software and its user interfaces (voice, screen, head-mounted display, remote control, etc.) to progressive suggestions for future equipment generations or general technological platforms.

Prioritization and assessment of requirements for business processes, usability, technical feasibility and costs

An important part of the consulting services is to support the customer in assessing possible alternative solutions.

- Which solutions are immediately feasible? What restrictions and possible drawbacks do they entail?
- Which solutions require further development of a kind that is currently organizationally possible? How expensive is this development compared with the expected return on investment (ROI)?
- Which solutions will likely be more valuable in the future rather than at the moment, and should be looked at again a few years from now?

C-LAB is assisting the automotive manufacturer in this area by working together with the company's internal bo-

se Entwicklung im Vergleich zum erwarteten Gewinn (Stichwort „Return On Investment“ = ROI)?
- Welche Lösungen sind mehr ein Ausblick in die weitere Zukunft und sollten erst in ein paar Jahren noch einmal betrachtet werden?

C-LAB unterstützt den Automobilhersteller in diesem Bereich durch die Mitarbeit in innerbetrieblichen Gremien und Arbeitsausschüssen, in denen Innovationspotenziale aus verschiedenen Bereichen und von verschiedenen Anbietern diskutiert werden.

ERREICHTE ZIELE

Im Verlauf des bisherigen Projektes wurden Arbeitsplätze in verschiedenen Bereichen der Qualitätssicherung in der Produktion und der mobilen Unterstützung von Mitarbeitern generell untersucht, verbessert und mit Innovationen angereichert bzw. es wurden zusammen mit dem Auftraggeber entsprechende Entwicklungsprojekte aufgesetzt und begonnen.

Als Vorteile für den Auftraggeber stellten sich schon jetzt heraus:
- Die Arbeit mit den hoch spezialisierten Prüfgeräten wird effizienter und flexibler.
- Die Anpassung der Soft- und Hardware ist zielgenau entlang der Bedürfnisse der Nutzer und der Geschäftsprozesse priorisiert, so dass die Änderungskosten optimal eingesetzt und minimiert werden.
- Die stärkere Berücksichtigung von Standardkomponenten und wiederverwendbaren Bausteinen senkt die Kosten für Anschaffung und Wartung.
- Die Mitarbeiter erhalten eine Lösung, die einfacher und zuverlässiger zu bedienen ist und ihnen damit die tägliche Arbeit erleichtert.
- Durch die enge Zusammenarbeit mit den Betroffenen und Vor-Ort-Analysen werden ihre Bedürfnisse zuverlässig dokumentiert und bei der weiteren Entwicklung berücksichtigt.

Kontakt:
Ron Hofer
E-Mail: Ron.Hofer@c-lab.de

dies and committees to discuss potential innovations from various domains and various suppliers.

ACHIEVED OBJECTIVES

During the project to date, workstations at various quality assurance points in manufacturing have been examined both in general and with a view to providing mobile support for employees. These workstations have been improved by adding innovations, or development projects have been set up and started together with the customer.

The following benefits for the customer have been identified:
- Work with highly specialized test and inspection equipment becomes more efficient and more flexible.
- The adaptation of software and hardware is prioritized precisely in line with the requirements of users and business processes, so that the costs of change can be minimized and applied optimally.
- A greater use of standard components and reusable modules reduces the cost of procurement and maintenance.
- Employees receive a solution that is more usable and reliable, thus making their day-to-day work easier.
- Close collaboration with the parties involved and on-site analyses mean that requirements are documented reliably and can be taken into consideration in future developments.

Contact:
Ron Hofer
email: Ron.Hofer@c-lab.de

FASEROPTISCHER SENSOR ZUR MESSUNG VON WIRBELSÄULEN-BEWEGUNGEN

In diesem Projekt evaluieren C-LAB, das Fachzentrum Packaging and Assembly von Siemens Corporate Technology und Siemens VDO gemeinsam unter Federführung der Siemens Technology Accelerator GmbH das Nutzungspotenzial eines faseroptischen Sensorprinzips für den innovativen Einsatz in der Medizintechnik. Mit der Entwicklung des Prototypen eines Sensorsystems für die Messung von Bewegungen der menschlichen Wirbelsäule werden sowohl die technologische Machbarkeit als auch Aspekte hinsichtlich der kommerziellen Verwertbarkeit dieser Technologie im medizinischen Umfeld untersucht. Hieraus entstanden bereits eine Reihe von Erfindungen, die zu Patenten angemeldet wurden.

BACKGROUND, MOTIVATION UND ZIEL

Im Rahmen der vorangegangenen mehrjährigen Entwicklung eines faseroptischen Biegesensors für Automotive-Anwendungen [1] entstanden bei den Partnern Siemens VDO, Siemens CT und C-LAB spezielles technologisches Know-how, spezielle Versuchsanlagen sowie spezielle optische Simulationswerkzeuge für faseroptische Biegesensoren [2], [3]. Von diesen Assets ausgehend setzte sich Anfang 2006 eine Initiative von C-LAB, Corporate Technology und VDO das Ziel, das Nutzungspotenzial des in dieser Form in den verschiedenen Disziplinen (Optik-Design, Materialien, Aufbautechnik, Herstellung) einmalig vorhandenen Spezialwissens über faseroptische Biegesensoren weitergehend zu erschließen und ggf. kommerziell zu verwerten. Dazu wurde die Siemens Technology Accelerator GmbH als Partner gewonnen.

Im Rahmen einer seitens der Siemens Technology Accelerator GmbH durchgeführten Voruntersuchung wurde

FIBER-OPTIC SENSOR TO MEASURE MOVEMENTS OF THE SPINE

In this project, C-LAB, Siemens Corporate Technology's Packaging and Assembly Center and Siemens VDO are jointly evaluating the potential for innovative use of a fiber-optic sensor principle in medical engineering under the leadership of Siemens Technology Accelerator GmbH. In developing the prototype of a sensor system to measure movements of the human spine, the parties involved are examining both the technological feasibility of this technology as well as aspects of its commercial exploitation in the medical domain. These activities have already given rise to a variety of inventions for which patents are pending.

BACKGROUND, MOTIVATION AND GOALS

A previous project that was conducted in a partnership between Siemens VDO, Siemens CT and C-LAB over several years to develop a fiber-optic bending sensor for automotive applications [1] resulted in special technological know-how, special test systems and special optical simulation tools for fiber-optic bending sensors [2], [3] at C-LAB. Building on these assets, a joint initiative was established at the beginning of 2006 by C-LAB, Siemens Corporate Technology and Siemens VDO, with the goal of tapping this special knowledge, which is unique in this form in various disciplines (optical design, materials, optical integration technology, manufacturing) in order to look further into the potential for the use of fiber-optic bending sensors and their commercial exploitation where applicable. Siemens Technology Accelerator GmbH was won as a partner in this project.

A preliminary examination carried out by Siemens Technology Accelerator GmbH identified medical engineering as a promising application area for the innova-

die Medizintechnik als ein vielversprechendes Anwendungsgebiet für die innovative Nutzung faseroptischer Biegesensoren identifiziert. Ein mögliches hohes Marktpotenzial wurde insbesondere für den Bereich der Wirbelsäulen-Sensorsysteme ausgewiesen.

Ziel des im weiteren Verlauf von der Siemens Technology Accelerator GmbH initiierten Entwicklungsprojektes ist es, anhand von Forschungsprototypen eines faseroptischen Wirbelsäulen-Sensorsystems belastbare Aussagen hinsichtlich
a) der technologischen Machbarkeit,
b) des medizinischen Nutzens sowie
c) der zu erwartenden Kosten-/Nutzenrelation
für eine kommerzielle Verwertung dieser Technologie im medizinischen Umfeld zu gewinnen.

DIE ROLLE DES C-LAB

Die heute bekannten Entwicklungen faseroptischer Biegesensoren, insbesondere das Optik-Design derartiger Sensoren, basierten bisher im Wesentlichen auf messtechnisch gewonnenen Versuchsergebnissen. Nicht verfügbar hingegen waren geeignete mathematische Simulationsverfahren für faseroptische Sensoren. C-LAB hat im Rahmen der o. g. vorangegangenen mehrjährigen Entwicklung eines faseroptischen Biegesensors für Automotive-Anwendungen spezielle mathematische Simulationsmodelle und Programme entwickelt, die nun erstmalig eine effiziente Berechnung und damit den rechnerunterstützten Entwurf hoch multimodaler Sensorfasern ermöglichen. Unter Nutzung dieser Kompetenz sowie der im C-LAB vorhandenen Erfahrung auf den Gebieten optische Messtechnik, Messdatenverarbeitung, Softwareentwicklung und 3D-Visualisierung leistete das Entwicklerteam des C-LAB in mehreren Bereichen einen signifikanten Beitrag zur Entwicklung des ersten Forschungsprototypen eines faseroptischen Wirbelsäulen-Sensorsystems:

- Simulationstechnische Voruntersuchungen, Design und messtechnische Charakterisierung optischer Sensorfasern für die neue medizintechnische Anwendung
- Entwicklung von Softwaremodulen für die Bewertung und Visualisierung der Sensorsignale hinsichtlich medizinischer Gesichtspunkte

tive use of fiber-optic bending sensors. In particular, a high market potential was seen in the field of spine sensor systems.

The development project that was subsequently initiated by Siemens Technology Accelerator GmbH aims to make substantiated statements on
a) the technological feasibility,
b) the medical benefits and
c) the expected cost/benefit ratio
of this technology with a view to commercial exploitation in the medical sector.

C-LAB'S ROLE

So far, developments of fiber-optic bending sensors known at present have largely been based on the measured results of tests, especially when it comes to the optical design of such sensors. However, suitable mathematical simulation methods had not been available for fiber-optic sensors previously. Within several years of the above-mentioned development of a fiber-optic bending sensor for automotive applications, C-LAB developed the very first simulation models and programs allowing efficient computation and thus computer-aided design of highly multimodal sensor fibers. Applying these skills and C-LAB's experience in optical metrology, the processing of measured data, software development and 3D visualization, the C-LAB team made a significant contribution to the development of the first research prototype of a fiber-optic sensor system for the human spine in many domains:

- Simulation-based preliminary investigations, design and metrological characterization of optical sensor fibers for the new medical engineering application
- Development of software modules to assess and visualize sensor signals from a medical viewpoint
- Metrological characterization of components manufactured by Siemens CT and Siemens VDO (fiber-optic sensor ribbons, opto-electrical converter cards, etc.)
- Assembly, commissioning and metrological characterization of variants of the sensor system prototype

The following sections give an insight into these activities.

- Messtechnische Charakterisierung der von Siemens CT und VDO gefertigten Systemkomponenten (faseroptische Sensorbänder, opto-elektronische Wandlerkarten etc.)
- Zusammenbau, Inbetriebnahme und messtechnische Charakterisierung von Varianten des Prototypen des Sensorsystems

Die nachfolgenden Kapitel geben hierzu einen Einblick.

DAS SENSORPRINZIP

Das Funktionsprinzip eines faseroptischen Biegesensors basiert auf der detektierbaren Änderung des optischen Übertragungsverhaltens hoch multimodaler Fasern bei Veränderung des Faserverlaufs in Längsrichtung. Dieser seit langem qualitativ bekannte Effekt kann durch Manipulation der Faserstruktur im Kern-Mantel-Bereich verstärkt werden. Eine partielle Strukturierung der Kern-Mantel-Schicht bewirkt lokale Lichtverluste durch Streuung, wobei axiale Biegungen den Grad der Lichtverluste erhöhen oder erniedrigen. Hieraus resultiert eine Änderung der am Ausgang der Faser gemessenen Lichtleistung in Abhängigkeit von der Biegung. Bild 6 zeigt das Prinzip des faseroptischen Biegesensors.

DIE IDEE

Mithilfe faseroptischer Biegesensoren, welche entlang der menschlichen Wirbelsäule von außen auf dem Rücken eines Patienten angebracht sind, wird es möglich, die Bewegungen der Wirbelsäule quasi in Echtzeit zu detektieren. Der Fokus liegt dabei nicht auf der genauen Rekonstruktion der Wirbelsäule, sondern vielmehr auf einer Messung der zeitlichen Dynamik von Wirbelsäulenbewegungen. Das gesamte Sensorsystem sollte sich im Idealfall als kostengünstiges, kompaktes, robustes und portables Gerät implementieren lassen. Bild 7 zeigt die prinzipielle Anordnung zur Messung von Wirbelsäulenbewegungen.

Die wesentlichen Komponenten des Wirbelsäulen-Sensorsystems sind

- optische Lichtwellenleiter mit für die Sensoraufgabe geeignet dimensionierten Mikrostrukturierungen,

THE PRINCIPLE OF THE SENSOR

A fiber-optic bending sensor works on the basis of the detectable change in the optical transmission behavior of highly multimodal fibers when the fiber orientation changes in the longitudinal direction. This qualitatively well-established effect can be intensified by manipulating the fiber structure in the core cladding area. A partial structuring of the core cladding layer causes local light losses through scattering, with axial bends raising or lowering the degree of light loss. A bend results in a change of the light power measured at the output of the fiber. Fig. 6 shows the principle of the fiber-optic bending sensor.

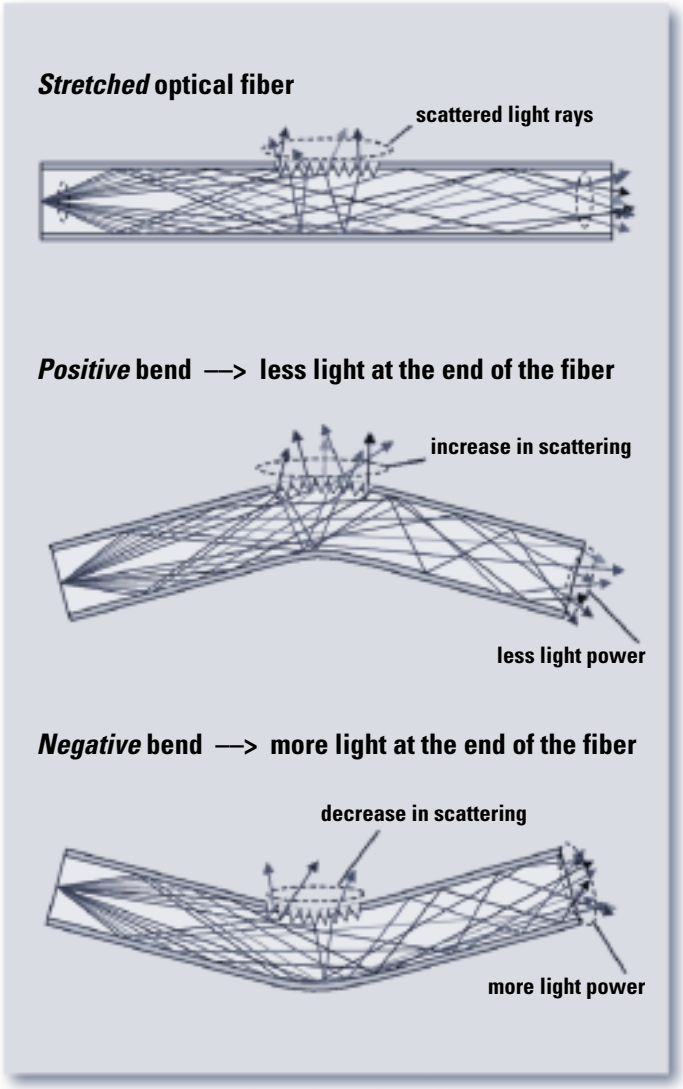


Bild 6: Prinzip des faseroptischen Biegesensors
Fig. 6: Principle of the fiber-optic bending sensor

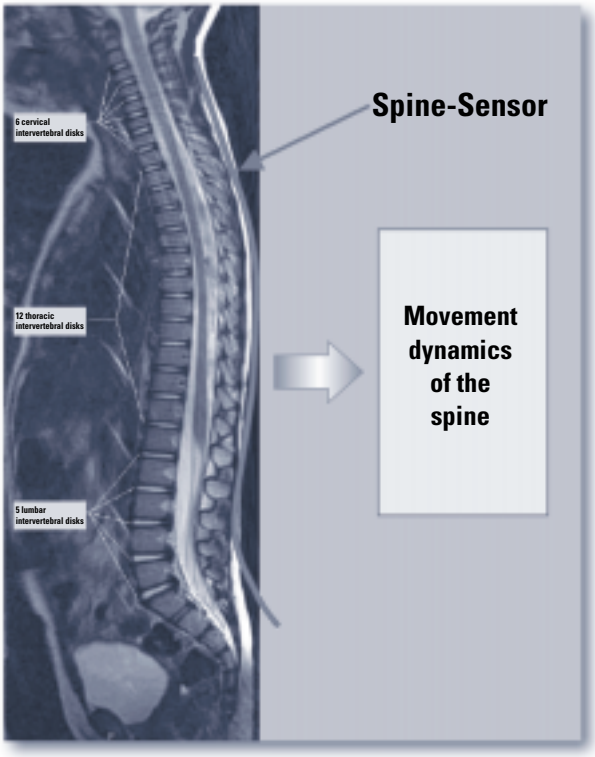


Bild 7: Prinzipielle Anordnung zur Messung von Wirbelsäulenbewegungen mithilfe von faseroptischen Biegesensoren

Fig. 7: Basic arrangement to measure spine movements using fiber-optic bending sensors

- geeignete Träger für die Anbringung der optischen Sensorfasern (sowie später der Elektronik) am Patienten,
- eine intelligente Opto-Elektronik für die Ansteuerung der Sensorfasern, eine A/D-Wandlung der Sensorsignale sowie eine Schnittstelle zu einem Rechner,
- ein Rechner für die Verarbeitung der Sensorsignale und
- eine leistungsfähige Software für die Aufbereitung und Auswertung der Sensorsignalinformationen sowie für die näherungsweise Visualisierung von Wirbelsäulenbewegungen.

ERFASSUNG VON WIRBELSÄULENBEWEGUNGEN AUS MEDIZINISCHER SICHT

Aus medizinischer Sicht sind drei Arten der Wirbelsäulenbewegungen von besonderem Interesse. Es sind dies die sogenannte Flexion/Extension, die Lateralflexion sowie die Torsion. Die Flexion/Extension beschreibt die Wirbelsäulenbewegungen innerhalb der sagittalen Ebene (Beugung des Oberkörpers nach vorne oder hinten, siehe

THE IDEA

Using fiber-optic bending sensors placed externally on a patient's back along the spine makes it possible to detect spine movements practically in real time. The focus is not on exact reconstruction of the spine but rather on measuring the time dynamics of spine movements. Ideally, it should be possible to implement the entire sensor system as an inexpensive, compact, robust and portable device. Fig. 7 shows the basic arrangement to measure spine movements.

The chief components of the spine sensor system are:

- Optical waveguides with microstructuring of suitable dimensions for the task of a sensor
- Suitable substrates to attach the optical sensor fibers (and later the electronics) to the patient
- Intelligent opto-electronics for the control of the sensor fibers, A-to-D conversion of sensor signals, and an interface to a computer
- A computer to process the sensor signals
- Powerful software to present and analyze sensor signal information and provide an approximate visualization of spine movements

ACQUISITION OF SPINE MOVEMENTS FROM A MEDICAL VIEWPOINT

Three kinds of spine movements are especially interesting from a medical viewpoint. These are flexion/extension, lateral flexion and torsion. Flexion/extension describes movements of the spine on the sagittal plane (bending the torso forward and backward, see Fig. 8). Lateral flexion describes movements of the spine on the coronal plane (bending the torso sideward, see Fig. 8). Torsion is the third kind of movement and describes twisting of the torso about the longitudinal axis (see Fig. 8). With these three kinds of spine movements and combinations of them it is possible to give an approximate description of all movements of the human torso.

The spine movement data that is acquired and medically analyzed can be used in diagnostics of the back, for example in order to reveal restricted flexibility of the spine (functional diagnostics). This requires these measurements to be carried out dynamically, with the bends be-

Bild 8). Die Lateralflexion beschreibt die Wirbelsäulenbewegungen innerhalb der coronaren Ebene (seitliches Beugen des Oberkörpers, siehe Bild 8). Die Torsion als dritte Bewegungsart beschreibt das Drehen des Oberkörpers um die Längsachse (siehe Bild 8). Mit diesen drei Arten der Wirbelsäulenbewegungen sowie Kombinationen aus diesen lassen sich annähernd alle Bewegungsabläufe des menschlichen Oberkörpers beschreiben.

Die Erfassung und medizinische Auswertung dieser Wirbelsäulenbewegungen kann in der Rückendiagnostik eingesetzt werden, z. B. um Einschränkungen in der Beweglichkeit der Wirbelsäule aufzudecken (funktionale Diagnostik). Dazu müssen diese Messungen dynamisch durchgeführt werden, wobei längs der Wirbelsäule die Biegungen ortsaufgelöst in den drei in Bild 8 dargestellten Schnittebenen aufgenommen werden. Ziel ist es, letztlich eine ortsaufgelöste kontinuierliche Bewegungsanalyse der Wirbelsäule durchführen zu können.

Im Bereich der Diagnostik könnten z. B. ungünstige Wirbelsäulenbewegungen bei Belastung identifiziert und analysiert werden. Hieraus wiederum könnten Orthopäden gezielt Maßnahmen ableiten, die diesen ungünstigen Bewegungen entgegenwirken (z. B. Arbeitsmedizin, Sportmedizin).

Im Bereich der medizinischen Rehabilitation könnten bei Rückenpatienten mit eingeschränktem Bewegungsapparat der Wirbelsäule therapeutische Fortschritte bei der Förderung der Beweglichkeit der Wirbelsäule überwacht werden.

Die Erfassung der Wirbelsäulenbewegung könnte auch zur Prävention genutzt werden, indem der Bewegungsablauf der Wirbelsäule durch eine portable Messeinrichtung permanent überwacht wird und dem Patienten ungünstige Bewegungen durch ein sogenanntes Bio-Feedback-Signal mitgeteilt werden. Hierdurch unterstützt könnte sich ein Patient z. B. bewusst Bewegungsmuster antrainieren, die übermäßige Belastungen der Wirbelsäule vermeiden helfen.

ENTWICKLUNG AUSGEWÄHLTER KOMPONENTEN

Bei der Entwicklung des Sensorsystems wurden mehrere unterschiedliche Ansätze und Varianten für die Implementierung der einzelnen Komponenten untersucht.

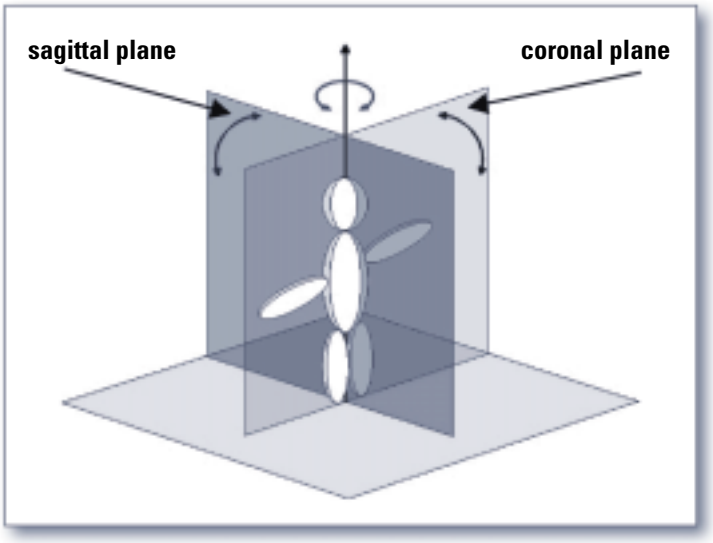


Bild 8: Schnittebenen des menschlichen Körpers

Fig. 8: Planes of the human body

ing acquired on a space-resolved basis along the spine on the three planes shown in Fig. 8. Ultimately, the goal is to enable space-resolved, continuous analysis of spine movements.

In the field of diagnostics, it would be possible to identify and analyze, for example, unfavorable spine movements under strain. On the basis of this data, orthopedic surgeons could then prescribe specific measures to counter these unfavorable movements (for instance industrial medicine, sports medicine).

In medical rehabilitation, patients with back trouble restricting the spinal locomotor system could be monitored to show therapeutic progress in fostering flexibility of the spine.

Acquisition of spine movements could also be used for prevention. This could be done by perpetually monitoring spine movements with a portable measuring instrument and notifying the patient of unfavorable movements via a biofeedback signal. Supported in this way, a patient could, for example, deliberately train themselves to use movement patterns that help to avoid excessive strain on the spine.

DEVELOPMENT OF SELECTED COMPONENTS

In developing the sensor system, we examined several different approaches and variants for implementation of the individual components. At this point we can only look into this work on the basis of two selected examples.

An dieser Stelle kann nur exemplarisch anhand von zwei ausgewählten Beispielen auf diese Arbeiten eingegangen werden.

A) Sensorfasern

Die Schlüsselkomponente des Wirbelsäulensensors sind optische Fasern mit geeigneten abschnittsweise eingebrachten Mikrostrukturen im Kern-Mantel-Bereich. Diese Mikrostrukturen bestimmen die lokale Biegesensitivität der Fasern. Um für die hier betrachtete sehr komplexe Sensoranwendung geeignete Faserverläufe sowie Dimensionierungen der Fasern und deren Mikrostrukturen zu finden, wurden zahlreiche simulationstechnische Voruntersuchungen mit den im C-LAB entwickelten Modellen und Berechnungswerkzeugen durchgeführt. Bild 9 zeigt ein Modell einer Sensorfaser mit lokalen Mikrostrukturen.

Um die Biegung eines bestimmten Abschnitts der Wirbelsäule mit einer Sensorfaser zu vermessen, ist u. a. die bewegungsbedingte Veränderung der Länge der Rückenoberfläche entlang der Wirbelsäule zu berücksichtigen. Da diese Veränderung der Länge der Rückenoberfläche bei Weitem die Elastizität einer optischen Sensorfaser übersteigt, kann die Sensorfaser nicht einfach in Längsrichtung auf den Rücken fest aufgebracht werden. Einen aus aufbautechnischer Sicht vielversprechenden Lösungsansatz stellt die Verwendung eines dehnungsfähigen Trä-

A) Sensor fibers

The key components of the spine sensor are optical fibers with microstructures that have been integrated locally in the core cladding area. These microstructures determine the local bending sensitivity of the fibers. In order to find suitable fibers and their dimensions and microstructures for the very complex sensor application that is under consideration here, many simulation-based preliminary examinations were carried out using models and computation tools developed by C-LAB. Fig. 9 shows a model of a sensor fiber with local microstructures.

To measure the bending of a certain section of the spine with a sensor fiber, it is necessary, among other things, to take into account the length change of the surface of the back along the spine that is induced by movement. Since this change in the length of the surface of the back exceeds the elasticity of an optical sensor fiber by far, the sensor fiber cannot simply be attached firmly to the back in the longitudinal direction. A promising approach from the setup point of view is to use a stretchable substrate to which several sensor fibers are attached in a meandering form. This substrate could be attached to the back along the spine. If the bending radii have the appropriate mechanical dimensioning, the meandering sensor fibers could follow the length changes in the surface of the back. This approach, too, was evaluated with the aid of a series of simulations to observe behavior

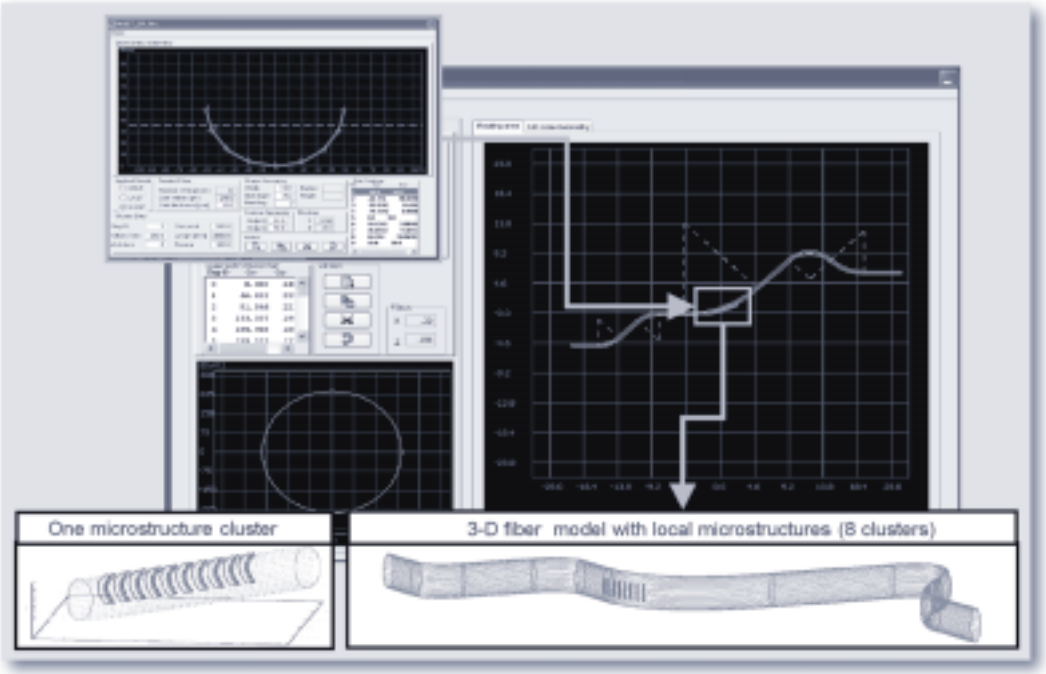


Bild 9: Modell einer Sensorfaser mit lokalen Mikrostrukturen

Fig. 9: Model of a sensor fiber with local microstructures

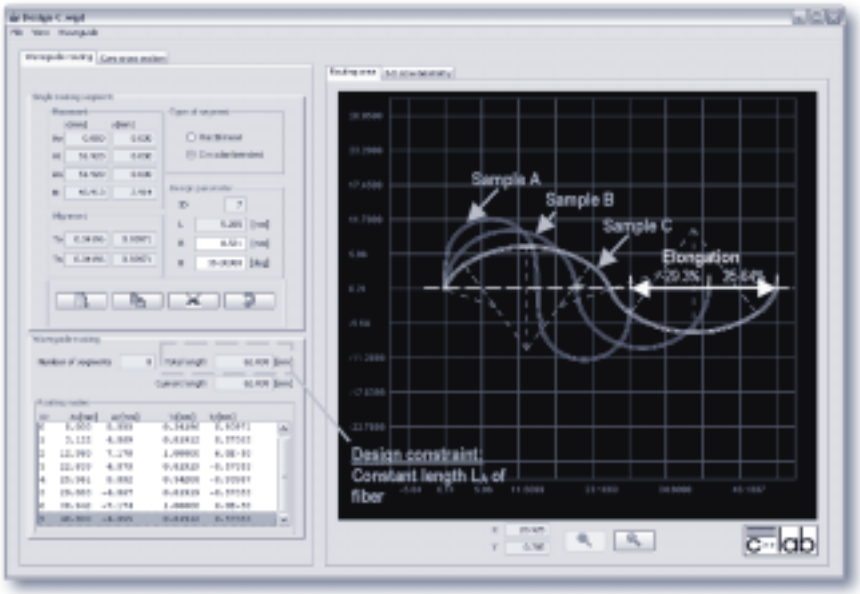


Bild 10: Simulation von Längenänderungen bei mäanderförmig verlaufenden Sensorfasern

Fig. 10: Simulation of length changes in meandering sensor fibers

gersubstrats dar, auf welchem mehrere Sensorfasern mäanderförmig aufgebracht werden. Dieses Trägersubstrat könnte dann entlang der Wirbelsäule auf dem Rücken angebracht werden. Die mäanderförmig angeordneten Sensorfasern könnten – bei entsprechender mechanischer Dimensionierung der Biegeradien – den Längenänderungen der Rückenoberfläche folgen. Auch dieser Ansatz wurde mithilfe von Simulationsreihen hinsichtlich seines Verhaltens bezüglich der optischen Biegesensitivität evaluiert. Eine besondere Herausforderung dabei war, zu berücksichtigen, dass die Längenänderung des Trägersubstrats auch zu einer steten Veränderung der Radien der mäanderförmig angeordneten Sensorfasern führt. D. h. bei Bewegung des Patienten entstehen in mehreren Ebenen sich gleichzeitig ändernde Biegungen der Sensorfasern. In den Bildern 10 und 11 sind Modelle der untersuchten mäanderförmig verlaufenden Sensorfasern dargestellt.

Neben diesem exemplarisch beschriebenen Ansatz wurden eine Reihe weiterer Ansätze simulationstechnisch untersucht, als Funktionsmuster implementiert und messtechnisch evaluiert. Bild 12 zeigt beispielsweise eine Anordnung mit mehreren Sen-

in respect of optical bending sensitivity. A particular challenge here was to take into account that the length change of the substrate also leads to a constant change of the radii of the meandering sensor fibers. When the patient moves, this means that simultaneously changing bends of the sensor fiber occur on several planes. Figs. 10 and 11 show models of the meandering sensor fibers that we examined.

In addition to this approach that we have described by way of example, various other approaches were examined by simulation, implemented as function patterns and evaluated metrologically. Fig. 12 shows an example of an arrangement with several sensor fibers attached to the back of a volunteer for test purposes.

B) Software to evaluate the research prototype

The software to evaluate the research prototype was also developed by C-LAB, and was implemented in a Matlab/Simulink environment. It is split up into functional modules, namely *data acquisition/preprocessing, analy-*

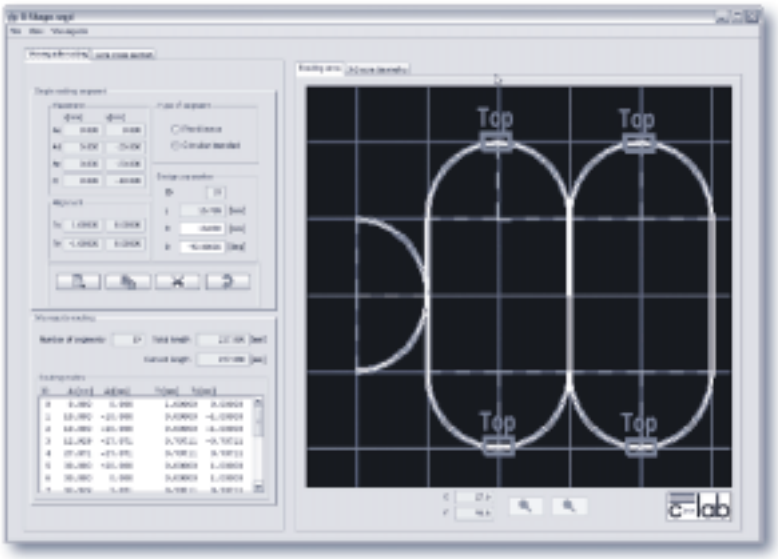


Bild 11: Simulationsmodell für mäanderförmig verlaufende Sensorfasern

Fig. 11: Simulation model for meandering sensor fibers

sorfasern, welche für Versuchszwecke auf dem Rücken einer Testperson angebracht sind.

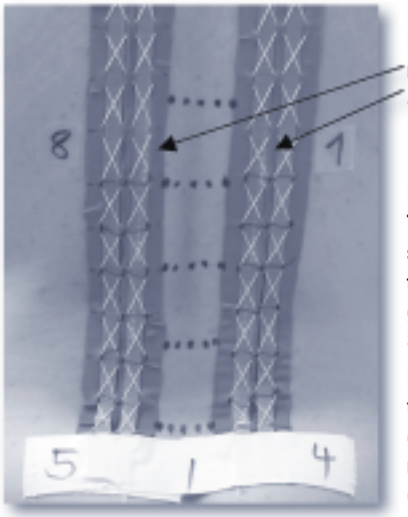
B) Auswertungssoftware für den Forschungsprototypen

Die Auswertungssoftware für den Forschungsprototypen wurde ebenfalls im C-LAB entwickelt und in einer Matlab/Simulink-Umgebung implementiert. Sie unterteilt sich funktional in die Module *Messwertaufnahme/Vorverarbeitung*, *Auswertung/Torsionsbestimmung*, ein mechanisches *Festkörpermodell* sowie die *Visualisierung* mittels einer 3D-VRML-Darstellung. Bild 13 zeigt die Struktur der für den Forschungsprototypen implementierten Matlab/Simulink-Umgebung als Übersicht.

Mittels einer erweiterten Matlab-Funktionalität innerhalb des Moduls Messwertaufnahme/Vorverarbeitung werden zwei sogenannte Data-Acquisition-Boxen direkt angesteuert und ausgelesen. Die Steuerung der Messungen sowie ein automatischer Offset-Abgleich der Ruheposition und der maximalen bzw. minimalen Auslenkungen werden ebenfalls in diesem Modul behandelt. Die gewonnenen Daten werden während des Betriebs in Dateien protokolliert und parallel an das Modul Auswertung/Torsionsbestimmung weitergegeben.

Das Modul Auswertung/Torsionsbestimmung wertet prototypisch die von den faseroptischen Sensoren gelieferten Sensorsignaländerungen aus und generiert daraus mithilfe von Fuzzy-Modellen eine Aussage über die nicht direkt messbare Torsionsbewegung.

Die so gewonnenen Bewegungswerte werden in der nächsten Stufe auf die eigentlich gesuchten Bewegungen der Wirbelsäule übertragen. Da die Messungen teilweise über mehrere Wirbelgruppen hinweg erfolgen



Light emergences in the microstructured core cladding area of the sensor fibers

Bild 12: Beispiel einer von vielen Testanordnungen. Zu erkennen sind die leuchtenden Lichtaustritte an den Mikrostrukturierungen im Kern-Mantel-Bereich der Sensorfasern.

Fig. 12: Example of one of many test arrangements. The light emergences can be recognized at the microstructuring in the core cladding area of the sensor fibers.

sis/torsion identification, a mechanical *solid model* and *visualization* based on 3D VRML. Fig. 13 shows an overview of the structure of the Matlab/Simulink environment that was implemented for the research prototype.

Two data acquisition boxes are used and are read directly using an extended Matlab function in the data acquisition/preprocessing module. This module also handles control of measurements, automatic offset synchronization of the motionless position, and the maximum and minimum deflections. The acquired data is logged in files during operation and passed on in parallel to the analysis/torsion identification module.

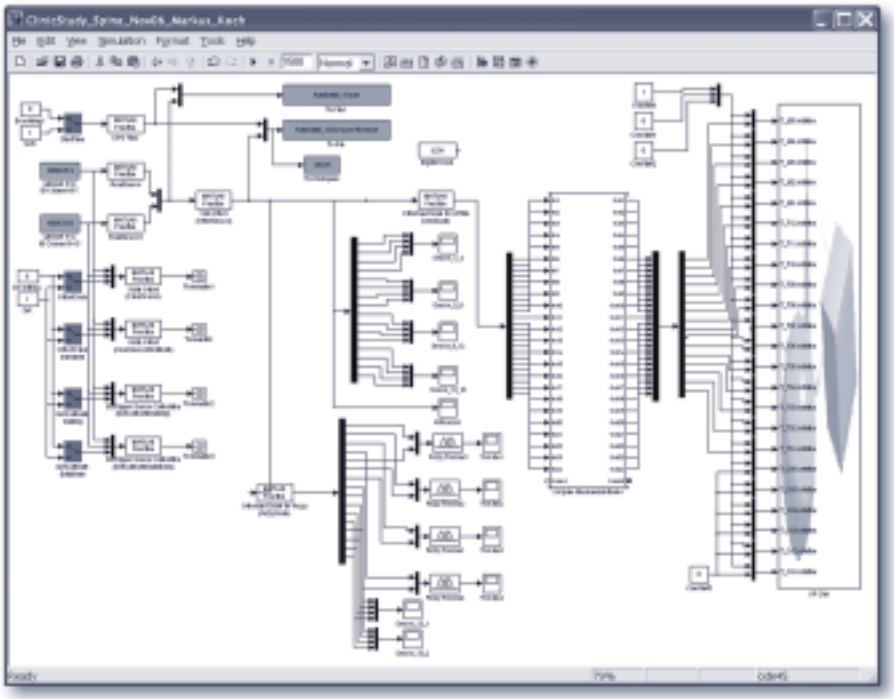


Bild 13: Struktur der Matlab/Simulink-Umgebung

Fig. 13: Structure of the Matlab/Simulink environment

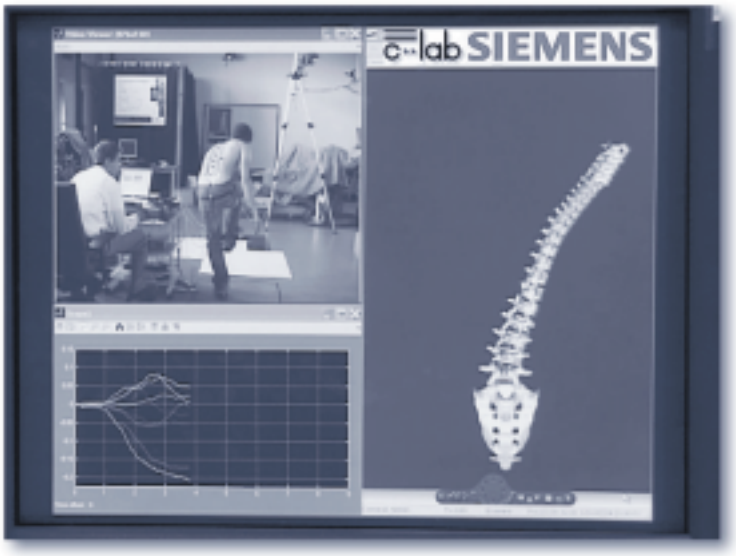


Bild 14: Momentaufnahme einer Versuchsmessung mit Probanden (Videoausschnitt zeigt Proband, zugehörige Sensorsignale und zugehörige Wirbelsäulendarstellung mittels VRML-Modell)

Fig. 14: Snapshot of a test measurement with volunteers (video section showing a volunteer, the associated sensor signals, and the associated visualization of the spine by means of the VRML model)

und diese Wirbelgruppen sich auch während der Messung bzgl. des Sensors verschieben können, müssen die gewonnenen Bewegungsinformationen auf ein Wirbelsäulenmodell abgebildet werden. Zu diesem Zweck wurde ein mechanisches Festkörpermodell mit den Wirbeln und Gelenken erstellt. Um eine Visualisierung der näherungsweise berechneten Wirbelsäulenbewegungen zu ermöglichen, werden die auf das mechanische Modell übertragenen Bewegungen ausgelesen und in einem 3D-VRML-Modell einer menschlichen Wirbelsäule dargestellt (siehe Bild 14, rechte Bildhälfte). Unter medizinischen Gesichtspunkten belastbare Aussagen lassen sich aus dieser Form der Visualisierung jedoch nicht ableiten. Vielmehr handelt es sich um eine relativ grobe Näherung der realen Wirbelsäulenbewegungen, welche sich als Orientierungshilfe für den Anwender als hilfreich erweist.

Hinsichtlich einer medizinischen Nutzung der Sensordaten existieren verschiedene Ansätze, welche direkt auf den nicht-manipulierten Sensorrohdaten aufsetzen. Die Leistungsfähigkeit dieser Ansätze ist im weiteren Verlauf des Projektes noch genauer zu untersuchen. Hierzu dient u. a. das für Evaluierungszwecke zusätzlich in das Gesamtsystem eingefügte Modul *Videoquelle*. Mit diesem Modul können Videoaufzeichnungen von Versuchsmessungen mit Probanden direkt mit in die Auswertung der jeweiligen Versuchsmessung einbezogen werden. Die in Bild 14 dargestellte Momentaufnahme einer solchen Versuchsmessung zeigt den Videoausschnitt, die zugehörigen Messsignale (Rohdaten) und die zugehörige 3D-Visualisierung mittels des VRML-Modells.

The analysis/torsion identification module prototypically analyzes the sensor signal changes delivered by the fiber-optic sensors and uses fuzzy models to generate information from them on torsional movement that cannot be measured.

In the next stage, the movement data acquired in this way is transferred to the spine movements that are actually being looked for. Since some of the measurements take place over several groups of vertebrae and these groups of vertebrae can also shift in relation to the sensor during the measurement process, the acquired movement information must be mapped on to a model of the spine. A mechanical solid model incorporating the vertebrae and joints was developed for this purpose. To enable the approximately computed spine movements to be visualized, the movements that are transferred to the mechanical model are read out and presented in a 3D VRML model of a human spine (see the right half of Fig. 14). Under medical aspects, however, substantiated statements cannot be derived from this form of visualization. Rather, this is a relatively rough approximation of real spine movements that are a helpful guide for users.

When it comes to medically usable analysis of the sensor data, there are various approaches that build directly on the non-manipulated raw sensor data. The efficiency of these approaches needs to be examined in more detail in the further course of the project. Among other things, the *video source* module that has also been included in the overall system is used to evaluate this. This module makes it possible to include videos of test measurements on volunteers directly in the analysis of the respective test measurement. The snapshot of such a test measurement in Fig. 14 shows the video section, the associated measurement signals (raw data) and the associated visualization by means of the VRML model.

AUSBLICK

Aufbauend auf den vielversprechenden Ergebnissen der bisherigen Arbeiten sind sowohl weitergehende Entwicklungs- als auch Evaluierungsarbeiten zur Verifikation des Ansatzes notwendig. Bei Redaktionsschluss ist u. a. in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München eine Studie geplant, bei der das auf dem faseroptischen Biegesensor basierende System mit einem zweiten System, welches auf einem alternativen Prinzip beruht, verglichen wird.

Dazu werden effiziente Analyseverfahren für die Auswertung der sehr umfangreichen Messdatenmengen notwendig. Hierzu wurden im C-LAB bereits erste Auswertungsroutinen unter Matlab programmiert. Sie stellen z. B. Histogramm- und Zeitauswertungen zur Verfügung. Letztlich ist es das Ziel, eine gute Korrelation der mit beiden Systemen gewonnenen Informationen nachzuweisen.

Des Weiteren soll untersucht werden, inwieweit sich die Verwendung und Integration zusätzlicher Simulatoren für die Evaluierung diverser Teilaspekte (z. B. Sensoroptik-/Bewegungssimulation) anbietet. Eine Plattform hierfür stellt der hausinterne Simulationsserver COMMUVIT dar.

[1] Miedreich, M.; Schober, H.: „Pedestrian Protection System, Featuring Fiber Optic Sensor“, ATZ worldwide 03/2005 Volume 107, pp. 15 – 19

[2] Schrage, J.: „Optical Interconnection Technology – Faseroptischer Sensor für Fußgängerschutzsysteme im Automobil“, C-LAB Jahresbericht 2005, Ausgewählte Projekte, S. 33 – 36, C-LAB, Paderborn, 2006

[3] Bierhoff, Th.; Stübbe, O.; Schrage, J.: „Modellierung und Simulation eines faser-optischen Biegesensors“, Tagungsband zur ORT 2006, Siegen, Deutschland, 2006

Kontakt:
Dr. Jürgen Schrage, C-LAB
Dr. Dirk Goldbeck, STA GmbH

E-Mail:
Juergen.Schrage@c-lab.de
Dirk.Goldbeck@siemens.com

OUTLOOK

Building on the promising results of the work to date, further development and evaluation work is required to verify the approach that has been taken. At the copy deadline, our plans include collaboration with the Munich University of Technology on a study in which the system based on the fiber-optic bending sensor is compared with another system that is based on an alternative principle.

This will require efficient methods to analyze the huge volume of measurement data. For this purpose, initial analysis routines have already been programmed at C-LAB using Matlab. They provide, for example, histogram and time analyses. Ultimately, the goal is to demonstrate a good correlation of the information that is acquired with the two systems.

In addition, the extent to which additional simulators could be integrated and used to evaluate various subaspects (for example sensor optics/movement simulation) still needs to be examined. A platform for this is C-LAB's internal simulation server COMMUVIT.

[1] Miedreich, M.; Schober, H.: “Pedestrian Protection System Featuring a Fiber Optic Sensor”, ATZ worldwide 03/2005 Volume 107, pp. 15 – 19

[2] Schrage, J.: “Optical Interconnection Technology – Fiber-Optic Sensors for Pedestrian Protection Systems in Vehicles”, C-LAB Annual Report 2005, Selected Projects, pp. 33 – 36, C-LAB, Paderborn, 2006

[3] Bierhoff, Th.; Stübbe, O.; Schrage, J.: “Modellierung und Simulation eines faser-optischen Biegesensors” (“Modeling and Simulation of a Fiber-Optic Bending Sensor”), conference transcript for ORT 2006, Siegen, Germany, 2006

Contact:
Dr. Jürgen Schrage, C-LAB
Dr. Dirk Goldbeck, STA GmbH

email:
Juergen.Schrage@c-lab.de
Dirk.Goldbeck@siemens.com

SMART HOMES – VON DER HAUSAUTOMATISIERUNG ZUM INTELLIGENTEN WOHNEN

Durch die zunehmende Verfügbarkeit von PC-Netzwerken und Kleincomputern in Mehrpersonenhaushalten gewinnen die Thematik der Hausautomatisierung und ihre Anbindung an IP-basierte Netzwerke immer mehr an Bedeutung. Ein großes Marktpotenzial wird hier im Bereich des *intelligenten Wohnens (Smart Homes)* erwartet. So meldet elektroniknet [5] einen potenziellen Markt von 34 Mio. Haushalten allein in Deutschland und die Aberdeen Boston Group errechnet, dass in Deutschland 4,1 Mrd. Euro p. a. zur Investition in diesem Bereich zur Verfügung stehen werden. Eine Umfrage der Gesellschaft für Konsumforschung [3] ergab, dass drei Viertel aller befragten Elektronikfachhändler einen kurzfristig steigenden Markt für *Smart-Home*-Produkte erwarten. Neben den reinen Lifestyle-Technologien für gesteigerten Komfort und Unterhaltung im Wohnbereich werden auch große Potenziale auf den Gebieten der Hausüberwachung und des betreuten Wohnens gesehen. Aus dieser kommerziellen Bedeutung resultieren durch die Vernetzung und Automatisierung von Geräten im Wohnbereich auch Forschungsaktivitäten. Hierbei sind weniger die einzelnen Komponenten und Standardnetzwerke, welche schon heute kommerziell zu erwerben sind, von Interesse, sondern vielmehr deren Integration und ihr stabiler kombinierter Betrieb sowie die komfortable Benutzbarkeit des Gesamtsystems unter dem Aspekt der Sicherheit und des Datenschutzes.

AMBIENT INTELLIGENCE

Konzepte und Technologien, die über die einfache Hausautomatisierung hinausgehen und zur Realisierung von computerunterstützten intelligenten Wohnbereichen Verwendung finden, werden heutzutage unter dem Be-

SMART HOMES – FROM HOME AUTOMATION TO SMART LIVING

Personal computers and networks based on them are becoming increasingly common in multiperson households. As a consequence, home automation and connection to IP-based networks are also gaining in significance. The topic of *smart homes*, or *smart living* as it is often called, is believed to have great market potential. For example, elektroniknet [5] reports a potential market of 34 million households in Germany alone, and the Aberdeen Boston Group estimates that a total of 4.1 billion euros a year will be available in Germany for investment in this field. A survey conducted by Gesellschaft für Konsumforschung [3] revealed that three quarters of the electronics retailers polled expect the market for smart home products to rise in the short term. In addition to lifestyle technologies aimed at providing more convenience and entertainment at home, great potential is also seen for the areas of monitoring/surveillance and attended housing. This commercial significance of networking and automation at home has triggered a variety of research activities. Even so, the interest of researchers is focused less on the individual components and standard networks that are already available than on the integration of these components and networks, their stable operation in combination, and the usability of the overall system under the aspect of security and data protection.

AMBIENT INTELLIGENCE

The term *ambient intelligence* is used these days to describe concepts and technologies that extend beyond simple home automation and serve to implement smart homes based on computer technology [1]. Ambient intelligence has largely evolved from the visions of *ubiquitous*

griff *Ambient Intelligence* zusammengefasst [1]. *Ambient Intelligence* wurde im Wesentlichen aus den Visionen des *Ubiquitous Computing* und der *Calm Technologies* entwickelt und zeichnet sich durch den unkomplizierten Umgang mit nicht mehr direkt wahrnehmbaren (calm), aber allgegenwärtigen vernetzten Computern aus.

So findet man heutzutage bereits einige Produkte, die sich mit diesem Attribut schmücken, wie z. B. der interaktive Spiegel und das Ambilight™ von Philips.

Hier lässt sich jedoch feststellen, dass diese Technologien mehr in den Lifestylebereich fallen und zurzeit nicht unbedingt etwas mit der Vision der Vernetzung und der benutzungszentrierten multimodalen Interaktion zu tun haben.

Resultierend aus den kommerziell verfügbaren Produkten ergeben sich auf dem Gebiet der Ambient Intelligence im Wesentlichen drei große Herausforderungen, denen sich die Gruppe ADT (Advanced Design Technologies) des C-LAB momentan in der Forschung stellt:

- Vernetzung dedizierter heterogener Hardware- und Softwarekomponenten
- Multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen und -Interaktion
- Sicherheit bezüglich des Zugriffs und Schutz vor Datenmissbrauch

VERNETZUNG

Viele Mehrpersonenhaushalte sind heutzutage mit mehreren Computern ausgestattet, die über LAN und WLAN vernetzt sind und potenziell unterschiedliche Steueraufgaben für den Wohnbereich übernehmen können. So stellt ein PC zum einen die Verbindung zum externen Internet dar und erlaubt – falls mit den geeigneten Schnittstellen ausgerüstet – zusätzlich die Ansteuerung und Kontrolle diverser elektrischer Geräte, z. B. über LON, EIB oder KNX. Somit können jetzt schon über diese Technologien relativ einfach Lampen, Rollläden und andere elektrische Geräte wie Waschmaschinen und Klimaanlagen geschaltet und kontrolliert werden. Nichtsdestotrotz bieten diese Hausautomatisierungsstandards Insellösungen, die für größere Bürogebäude entwickelt wurden und sich als nicht unbedingt erschwinglich für den Durchschnittshaushalt herausstellen. Hier sind zurzeit andere Insellösungen zur Steuerung durch das vorhandene Stromnetz (Powerline) mit dem X10-Protokoll

computing and *calm technologies*, and is characterized by the uncomplicated use of networked computers that are longer noticed directly as such (calm), but are to be found everywhere.

There are already products available that feature this attribute, such as interactive mirrors and Ambilight™ from Philips.

However, these tend to be lifestyle technologies and currently do not necessarily have anything to do with the vision of networking and usage-centered multimodal interaction.

Products that are commercially available have presented us with three major challenges in the ambient intelligence domain that C-LAB's Advanced Design Technologies (ADT) group is researching:

- Networking of dedicated, heterogeneous hardware and software components
- Multimodal human-machine interfaces and interaction
- Security issues (access, and protection against data abuse)

NETWORKING

Many multiperson households now have several computers that are integrated in LANs and WLANs and have the potential to handle various control tasks at home. PCs can establish connections to the external Internet and, if equipped with suitable interfaces, can also allow various items of electrical equipment to be controlled and monitored, for example via LON, EIB or KNX. These technologies can already be used relatively easily to control lights, blinds and other electrical equipment such air-conditioning systems and washing machines. Nonetheless, these home automation standards deliver isolated solutions that were actually developed for larger office buildings, and the average household cannot necessarily afford them. Other isolated control solutions that use the existing power supply network (Powerline) together with the X10 protocol and an 868.35 MHz RF connection are far more widespread. However, wireless PC networks based on WLAN, Bluetooth, Wireless USB or IrDA provide an additional infrastructure that can also be used for home automation in conjunction with USB-based interfaces or devices. By using solutions based purely on PCs, these technologies will foster the sustained convergence of camera-based security systems, communications and

und einer RF-Verbindung mit 868.35 MHz wesentlich weiter verbreitet. Drahtlose PC-Netzwerke mit WLAN, Bluetooth, Wireless USB und IrDA bieten hier jedoch eine zusätzliche Infrastruktur, die auch zur Hausautomatisierung in Kombination mit USB-basierten Schnittstellen bzw. Geräten genutzt werden kann. Diese Technologien werden die Konvergenz von kamerabasierten Sicherheitssystemen, Kommunikation und Unterhaltungselektronik nachhaltig durch den Einsatz rein PC-basierter Lösungen fördern. Die überragende Herausforderung der nächsten Zeit wird in diesem Bereich die Integration der einzelnen Technologien zu einer bedienbaren stabilen und erschwinglichen Gesamtlösung auf Basis einer zuverlässigen Middleware sein.

Zum experimentellen integrierten Betrieb verschiedener Technologien auf Basis heterogener Netzwerke betreibt die Gruppe ADT des C-LAB das sogenannte Ambient Computing Laboratory (AC-LAB, siehe Bilder 15 und 16) [2]. Innerhalb des AC-LAB befindet sich neben der Möblierung eine Vielzahl von steuerbaren Hausanwendungen, die von der einfachen Beleuchtung bis zur Unterhaltungselektronik und VoIP-Kommunikation reichen. Weiterhin sind unterschiedliche Ein- und Ausgabegeräte installiert, die von einfachen Schaltern bis hin zu multimodalen Kontrollen diese Anwendungen und Geräte steuern können. Zur Netzwerkintegration stehen eine Vielzahl von Standardprotokollen wie LAN, WiFi, GSM, UMTS, RF, EIB, Bluetooth und IrDA, aber auch die Automobilstandards CAN und Flexray zur Verfügung. Letztere wurden installiert, da sie sich durch die Verfügbarkeit von Hardwarekomponenten mit hohen Stückzahlen und entspre-

Bild 15: Sitzecke im AC-LAB

Fig. 15: Corner seating unit at the AC-LAB

consumer electronics. The outstanding challenge here in the near future will be to integrate the individual technologies to form an easy-to-use, stable and affordable overall solution based on reliable middleware.

C-LAB's ADT group is running the Ambient Computing Laboratory (AC-LAB, see Figs. 15 and 16) in order to experiment on the integrated operation of various technologies based on heterogeneous networks [2]. In addition to its furnishings, the AC-LAB has a variety of controllable home applications ranging from simple lighting to consumer electronics and VoIP communication. Various input and output devices have also been installed there. They extend from simple switches to multimodal units for controlling these applications and devices. A variety of standard network integration protocols is available, such as LAN, WiFi, GSM, UMTS, RF, EIB, Bluetooth and IrDA, as well as the automotive standards CAN and Flexray. The latter two have been installed because hardware components manufactured in high volume (and therefore affordably priced) are available for them, which definitely makes them attractive for use at home, too.

The core of this integration at the AC-LAB is a self-developed middleware that can manage generic profiles – such as user, device and network profiles – flexibly using a database. Among other things, this middleware is used both for

Bild 16: Innenansicht AC-LAB

Fig. 16: Interior view of the AC-LAB

chend niedrigen Stückkosten auszeichnen, wodurch sie für den privaten Bereich durchaus attraktiv werden.

Den Kern der Integration bildet eine selbst entwickelte Middleware zur flexiblen datenbankbasierten Verwaltung von generischen Profilen wie z. B. Benutzer-, Geräte- und Netzwerkprofilen. Diese wird u. a. sowohl zur generellen Verwaltung von Eigenschaften und Präferenzen einzelner User als auch von serverbasierten Services wie z. B. Telefonanlage und Authentifizierungsserver verwendet.

SENSORIK UND LOKALISIERUNG

Die Erfassung diverser Umgebungs- und Lokalisierungsdaten durch verschiedenste Arten von Sensoren bildet die grundlegende Basistechnologie, um den Schritt von der reinen Hausautomatisierung hin zum intelligenten Wohnen zu vollziehen. Beispiele sind Helligkeit, Temperatur und Luftfeuchtigkeit, aber auch die momentane Geräuschkulisse sowie die Positionsbestimmung von Personen und Objekten. Je dichter die jeweilige Umgebung mit Sensoren besetzt ist, desto genauer können sich hier die Services auf den einzelnen User einstellen, d. h. desto komfortabler und individueller kann der situationsabhängige Service des Systems gestaltet werden. Aufgrund der Menge von Sensoren spricht man hier auch von dedizierten Sensornetzwerken.

Neben dem stabilen Betrieb von Sensornetzwerken spielen hierbei auch die adäquate Datenfilterung und -verarbeitung von Sensordaten eine wichtige Rolle.

Für das Anbieten von situationsabhängigen Services ist es insbesondere im Bereich der Hausautomatisierung von großer Bedeutung, die Position von Personen zu bestimmen. Etablierte Verfahren wie GPS- oder GSM-Positionierung sind für den Innenbereich jedoch aufgrund mangelnder Präzision nicht geeignet.

Das momentan praktikabelste Verfahren für den Nahbereich, das auch im Rahmen des AC-LAB installiert ist, ist die Verwendung von transmitterbasierter Erkennung, wie sie z. B. mit Active Badges oder auch RFID-Tags realisiert werden kann. An bestimmten Positionen werden hierzu im Raum RF- oder Infrarot-Transmitter angebracht, welche ihre Identifikationsnummer abstrahlen. Befindet sich nun ein Badge in Reichweite, so wird der per Infrarot empfangene Code per Funk an eine Basisstation weitergeleitet.

general management of individual users' characteristics and preferences, and for server-based services such as a private branch exchange and an authentication server.

SENSORS AND TRACKING

Different kinds of sensors to capture various kinds of environment and tracking data form the basic technology needed to make the leap from relatively simple home automation to smart homes as such. Examples include monitoring and control of brightness, temperature and air humidity, identification of background noise, and locating persons and objects. The greater the density of sensors in the environment, the more accurately these services will adapt to individual users. In other words, situation-based services provided by the system can be made more convenient and more personal. The installation of many sensors has given rise to the term *dedicated sensor networks*. Sensor networks need to operate stably, but it is also important that the data they deliver has to be filtered and processed adequately.

To provide situation-based services in smart homes, it is particularly important to be able to locate people. Established methods such as GPS and GSM positioning, however, are not suitable for use indoors because of their lack of precision. The most practicable short-range method at the moment – and the one that has also been installed at the AC-LAB – is transmitter-based detection. This can be implemented, for example, with active bad-

Bild 17: Außenansicht AC-LAB mit Großleinwand
Fig. 17: Exterior view of the AC-LAB with a big screen

tion weitergeleitet, die wiederum mit dem Lokalisierungsdienst verbunden sein kann, welcher den Code einer Position zuordnet. So können z. B., wie im Rahmen des AC-LAB entwickelt, Videodaten jeweils auf dem Monitor, in dessen Nähe sich der Benutzer befindet, angezeigt oder – wie in Bild 17 dargestellt – auf eine Großbildleinwand projiziert werden. Diese Anwendung wurde soweit verfeinert, dass sich individuelle Informationen wie E-Mails, Nachrichten oder Wetterbericht auf einem halbdurchlässigen Badezimmerspiegel einblenden lassen (siehe Bild 18).

Ein Active-Badge-System hat jedoch inhärente technische Nachteile für die Anwendung im privaten Bereich. Zum einen muss jede Person mit einem batteriebetriebenen Badge ausgestattet sein, was im Wohnbereich nicht unbedingt auf uneingeschränkte Akzeptanz stoßen dürfte. Zum anderen können nur diskrete vordefinierte Bereiche zur Positionierung verwendet werden.

Leider ist deshalb festzustellen, dass solche transmitterbasierten Verfahren zur Lokalisierung von Personen im Hausbereich nicht unbedingt geeignet sind. Alternative Verfahren, die zusätzlich im Rahmen des AC-LAB evaluiert bzw. entwickelt wurden, bieten hier andere Nachteile, so dass die Entwicklung eines einigermaßen kostengünstigen und praktikablen Systems durchaus noch als Forschungsgegenstand für die mittlere Zukunft gesehen werden kann.

So kann z. B. für eine Ortung von Personen durch Ultraschall die Identität einer Person nicht festgestellt werden und es ist eine flächendeckende Bestückung mit Ultraschallsensoren erforderlich.

Die Ortung von WLAN-Endgeräten liefert zwar eine Genauigkeit von ein bis zwei Metern, jedoch bedarf es dazu den Betrieb mehrerer WLAN-Access-Points. Ferner muss zur Positionsbestimmung immer das Endgerät mitgeführt werden.

Zukunftsträchtig scheint hier die kamerabasierte Lokalisierung zu sein, da zu erwarten ist, dass Kameras im Wohnbereich als Sicherheitstechnologie zukünftig weite Verbreitung finden werden und die schon installierten Kameras somit auch für alternative Services zur Verfügung stehen. Gegenwärtig untersucht bzw. entwickelt C-LAB Verfahren zur kamerabasierten Lokalisierung von Personen, welche mittels optischer Mustererkennung genaue Ergebnisse im Zentimeterbereich liefern und keine Nachteile wie das Tragen von Badges mit sich bringes or RFID tags. For this purpose, RF or infrared transmitters are installed at certain positions in the room and emit their identification numbers. When a badge is in range, a code is received wirelessly via infrared and is passed on to a base station which, in turn, can be connected to the tracking service and links the code to a position. As implemented in the AC-LAB, for instance, video data can be output on the monitor that is closest to the user in question or, as shown in Fig. 17, can be projected on to a big screen. This application has been refined to allow personal information such as e-mails and other messages or tailored weather reports to be shown on a semitransparent bathroom mirror (see Fig. 18).

Bild 18: Spiegel mit Anzeige aktueller Nachrichten und Krawattenbindeanleitung im AC-LAB

Fig. 18: Mirror at the AC-LAB showing current news and explaining how to tie a tie

However, an active badge system has inherent technical drawbacks when it comes to use at home. For one thing, each person must be equipped with a battery-operated badge, and this is unlikely to be accepted easily at home. Additionally, only discrete, predefined areas can be used for positioning. It must therefore be concluded that such transmitter-based methods are not necessarily suitable for tracking people at home. Alternative methods, which are also being evaluated or developed in the

gen. Einen momentanen Forschungsschwerpunkt bildet hier die stabile Erkennung bei schwankenden Lichtverhältnissen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass beim Einsatz dieser Technologie erhebliche Bedenken der Nutzer bzgl. Datenschutz auftreten können, was nur durch eine weitgehende Durchdringung und den Einsatz von Verschlüsselungs- und Authentifizierungstechnologien in Kombination mit SmartCards gelöst werden kann.

MULTIMODALE INTERAKTIONEN

Das intelligente Haus der Zukunft wird mit einer Vielzahl von sogenannten eingebetteten und somit unsichtbaren Computern bestückt sein. Hinzu kommt der Einsatz einer großen Anzahl von mobilen Computern wie zum Beispiel PDAs (Personal Digital Assistants), Smart Phones, Mobiltelefonen, Notebooks und anderen Arten potenzieller Fernbedienungen. All diese Geräte sind völlig verschiedenartig in Bezug auf Bildschirmgröße, Ein- und Ausgabemöglichkeiten wie Sprache und Stift, Speicher, Datenzugriff und Datenverarbeitung. Wichtig für die Akzeptanz dieser im Netzwerk verbundenen Technologien ist nicht zuletzt eine möglichst natürliche und einfache Interaktion mit den individuellen Nutzern. So sollte das Einschalten einer Lampe nicht komplizierter sein als den entsprechenden Schalter zu drücken. Sich durch ein kompliziertes grafisches Menü zu bewegen, um einen passenden Eintrag für die zu schaltende Lampe zu finden, wäre hier für einen Großteil der Nutzer inakzeptabel. Daher liegt ein weiterer Forschungsschwerpunkt der C-LAB Arbeiten in dem Zusammenspiel multimodaler Interaktionskonzepte. So lässt sich zum Beispiel eine Lampe auch durch Sprachkommandos aktivieren und einfache Gesten können zur Steuerung der Musikwiedergabe verwendet werden, wenn die Geräuschkulisse eine Sprachsteuerung nicht erlaubt.

Um Benutzungsschnittstellen für die Vielzahl unterschiedlicher Endgeräte nicht alle ständig neu zu definieren, wurde ein Ansatz zur Spezifikation abstrakter Benutzungsschnittstellen erarbeitet, die dann der individuellen Person und Situation entsprechend auf den verschiedenen Ein- und Ausgabegeräten interpretiert und dargestellt werden können. Basierend auf der User Interface Markup Language (UIML) wurde hierfür die Sprache Dialog and Interaction Specification Language (DISL) entwickelt. Die Konzepte der Dialogbeschreibungssprache

AC-LAB, involve other drawbacks. For this reason, the development of a relatively inexpensive and practicable system can be regarded as a medium-term research objective. For example, if ultrasound is used to locate people, it is impossible to identify a particular individual. In addition, this approach necessitates a dense installation of ultrasonic sensors. Locating WLAN devices is accurate to a degree of one or two meters, but this makes it necessary to operate several WLAN access points. Furthermore, people must always have the terminal device with them in order to be located.

Camera-based tracking seems to be a promising approach because cameras can be expected to be used widely at home in the future for security purposes. Cameras that have already been installed for surveillance can then be used for alternative services as well. C-LAB is examining and developing methods of locating persons by camera. This localization process uses optical pattern recognition to deliver precise results in the centimeter range and does not come with drawbacks such as the need to wear badges. A key aspect of our current research here is stable recognition in fluctuating light conditions. It should be noted, however, that this technology can cause users to have grave doubts about privacy that can only be dispelled by the widespread use of encryption and authentication technologies in combination with smart cards.

MULTIMODAL INTERACTIONS

The smart home of the future will feature a variety of embedded and therefore invisible computers. There will also be many mobile computers and computer-like devices such as personal digital assistants (PDAs), smart phones, mobile phones, notebooks and other kinds of potential remote controls. All these devices differ considerably when it comes to screen size, input and output options (such as voice and pen), storage, data access and data processing. For these network technologies to be accepted, it is important for them to interact naturally and easily with individual users. For instance, turning on a light should not be more complicated than pressing a switch in the conventional way. Most users would find it unacceptable to have to navigate through a complicated graphical menu to find the command to turn a light on or off. Another key aspect of C-LAB's work therefore lies in

DISL flossen maßgeblich in die Standardisierung der OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) ein und werden als Teil der UIML 4.0 verfügbar sein.

Zur effizienten Implementierung eines Systems zur Realisierung situationsbasierter multimodaler Interaktion wurde die RDL/TT (Rule Description Language for Tree Transformation) entwickelt. RDL/TT bietet eine regelbasierte Java-orientierte Sprache zur Auswahl von Modalitäten und deren Umsetzung, der sogenannten Transkodierung bzw. Transmodierung. Zur einfacheren Spezifikation von unscharfen Attributen, so wie sie in der Realität häufig anzutreffen sind, wurde RDL/TT um eine Fuzzy-Komponente erweitert.

Zur Realisierung eines gewissen Grades an Bedienkomfort in Bezug auf die Vielzahl der steuerbaren Anwendungen und Geräte in Verbindung mit unterschiedlichen Interaktionsmechanismen und Benutzungssituationen müssen Benutzervorlieben und -gewohnheiten gespeichert, ausgewertet und für Voreinstellungen herangezogen werden, um z. B. häufig wiederkehrende Vorgänge zu automatisieren.

C-LAB arbeitet gegenwärtig hierzu auch an benutzungsfreundlichen interaktiven Konzepten der multimodalen Interaktion, die die Steuerung durch mehrere Personen umfassen. Da z. B. manche Entscheidungen eines vollautomatischen Systems unpassend oder unerwünscht sind, muss ein Nutzer jederzeit die Möglichkeit haben, Teilentscheidungen einer Steuerung einfach zu revidieren oder den Zustand der Konfiguration auf einen bestimmten Punkt zurückzusetzen. Dies sollte mit jeder der gerade zur Verfügung stehenden Interaktionsmodalitäten möglich sein, wobei sich allerdings auch Einschränkungen bezüglich der gegenwärtigen Konfiguration ergeben. Eine große Herausforderung ergibt sich hier in Umgebungen, in denen mehrere Personen interagieren, da diese in der Regel unterschiedliche Präferenzen haben, die dann zur Zufriedenstellung aller Beteiligten aufgelöst werden müssen – eine schier unlösbare Aufgabe für ein vollautomatisches System, weshalb hier unbedingt eine geeignete halbautomatische Realisierung angestrebt werden sollte.

Fortgeschrittene multimodale Interaktionen sollten sich nahtlos mit sogenannten *Calm Technologies* kombinieren. Diese bezeichnen Verfahren, um Informationen als Zustände alltäglicher elektronischer und elektrischer Ge-

concepts for multimodal interactions. Examples include voice commands that could be used to turn a light on and off, or gestures that could be used to control music if the background noise does not allow voice control.

To make sure there is no need to keep redefining user interfaces for a variety of devices, a method of specifying abstract user interfaces has been developed that can then be interpreted and presented on the various input and output devices in line with individuals and their specific situations. The Dialog and Interaction Specification Language (DISL), which is based on the User Interface Markup Language (UIML), was developed for this purpose. The concepts of DISL have been included in the standardization work of OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards), and will be available as part of UIML 4.0.

The Rule Description Language for Tree Transformation (RDL/TT) has been developed to implement a system for situation-based, multimodal interaction. RDL/TT is a rule-based, Java-oriented language for selecting and implementing modalities; that is, for transcoding and transmoding. A fuzzy component has been added to RDL/TT to make it easier to specify the imprecise attributes that occur frequently in reality.

To make it easier to handle the wide variety of controllable applications and devices in conjunction with various interaction mechanisms and situations of use, it is necessary to store and analyze user preferences and habits and use them as defaults so that, for example, frequent operations can be automated. Here, C-LAB is working on easy-to-use multimodal interaction concepts that include control by several persons. Some decisions reached by a fully automatic system will be inappropriate or unwanted. Users must therefore always be able to simply revise some of the decisions that a control makes or reinstate the configuration that was in effect at a certain point in time. This should be possible with each of the interaction modalities that are available at a certain time. However, this may result in some restrictions concerning the current configuration. There is a big challenge here in environments in which several persons are interacting. They are each likely to have different preferences that need to be interpreted to the satisfaction of each. This is a task that a fully automatic system simply cannot handle, and that calls for envisioning a suitable semi-automatic implementation.

räte darzustellen, wie z. B. die Lichtstärke einer Lampe und die Höhe der Wassersäule eines Springbrunnens. Im AC-LAB werden z. B. der Börsenkurs der Siemens-Aktie als Lichtstärke einer Deckenleuchte und die verschiedenen Telefonanrufer als unterschiedliche Farbtöne von anderen Deckenleuchten angezeigt.

In einem anderen Demonstrator besteht die Möglichkeit, individuelle Informationen, wie z. B. den Wetterbericht, in einen Badezimmerspiegel einzublenden.

Zur effektiven Integration in das Gesamtsystem ist es wichtig, diese Arten von Anzeigegeräten als eigenständige Einheiten mit individuellen Eigenschaften ansprechen zu können. So ist z. B. im AC-LAB ein mit Hochleistungs-LEDs realisiertes Ambient Light installiert, das über einen CAN-Bus angesteuert werden und somit für jegliche Arten der Ausgabe Verwendung finden kann. Zum einen kann das Licht, wie eben schon erwähnt, als Anzeige für ankommende Telefongespräche genutzt werden. Zum anderen kann es bei Bedarf mit dem Videosignal eines PCs oder DVD-Spielers beschaltet werden, um so den gesamten Raum in einen dem momentanen Videobild entsprechenden Farbton zu hüllen (siehe Bild 19). Mithilfe von FPGA-basierter Bildsignalauswertung können hier Lichtverzögerungsraten von weniger als einem Frame realisiert werden. Im Gegensatz zur Ambilight™-Technologie von Philips bei Plasma-TVs können durch die auf Hochleistungs-LEDs basierten Leuchten wesentlich größere Lichtstärken und eine beliebige Vernetzung mit anderen Geräten erreicht werden. Ferner erlauben die neun zurzeit mit CAN-Bus integrierten Leuchten den Einsatz für unterschiedlichste interaktive Visualisierungen und durch die Einzelansteuerung die Realisierung feinster Nuancen.

SICHERHEIT UND DATENSCHUTZ

Da die Verwaltung von intelligenten Wohnbereichen auch persönliche Daten von einzelnen Personen, wie bestimmte Vorlieben oder Gesundheitsdaten, umfasst, muss sichergestellt werden, dass nur autorisierte Anwendungen und Personen Zugriff auf kritische Daten, insbesondere die personenbezogenen Daten, haben. Zu diesem Zweck wurde im C-LAB die Middleware zur Hausautomatisierung auf Basis einer dedizierten Sicherheitsarchitektur entworfen und implementiert, die den Anforderun-

It should be possible to combine advanced multimodal interactions seamlessly with so-called *calm technologies*. This term refers to methods of presenting information as states of common electronic and electrical equipment such as the intensity of a light or the height of a jet of water from a fountain. At C-LAB, for example, the stock market price of Siemens shares is indicated by the intensity of a ceiling light, and various people who phone in are shown as different colors of other ceiling lights. In another demonstrator, individual items of information such as the weather report can be shown in a bathroom mirror.

In order to be integrated effectively in the overall system, it is important for these types of displays to be addressable as independent units with their own properties. For example, an ambient light implemented with high-power LEDs has been installed in the AC-LAB and can be controlled via a CAN bus, allowing it to be used for all kinds of output. On the one hand, the light can be used to indicate incoming phone calls as mentioned above. But it can also be connected to the video output of a PC or DVD player in order to bathe the entire room in a color that complements the video image (see Fig. 19). Using FPGA-based image signal evaluation, it is possible to implement light delay rates of less than one frame. With lights based on high-power LEDs, it is possible to achieve much greater intensities than with Philip's Ambilight™ technology in plasma TVs, and to network them in

Bild 19: Ambient-Light-Installation im AC-LAB

Fig. 19: Ambient light installation in the AC-LAB

gen von privaten Anwendungen gerecht wird. So wird z. B. zwischen unterschiedlichen Sicherheitsebenen unterschieden, von Anwendungen, für die keine speziellen Anforderungen gelten müssen (z. B. Licht einschalten), bis zu hochkritischen Anwendungen (z. B. Homebanking oder Gesundheitsdaten). Anhand der Sicherheitsebenen wird entschieden, welche Kombination von Authentifizierungsverfahren verwendet werden muss, um die Sicherheit weiter zu erhöhen. Zur Akzeptanz dieser Technologie ist aber immer auf die Kombination größtmöglicher Sicherheitsstandards in Verbindung mit hohem Benutzungskomfort zu achten. Hier die richtige Balance zu finden, wird auch noch in den nächsten Jahren Gegenstand intensiver Forschungstätigkeit sein.

Zweifelsohne ist zu erwarten, dass die Java-basierte SmartCard (JavaCard) eine wesentliche Basis zukünftiger Sicherheitstechnologien im privaten Wohnbereich sein wird. Schon heute haben SmartCards und andere Chipkarten Einzug in unser tägliches Leben gehalten, z. B. im Gesundheits- und Transportwesen und als SIM-Karte im Mobiltelefon. Im Zuge einer weiter fortschreitenden Automatisierung in vielen Bereichen wird eine Konvergenz der Technologien und damit die Integration mehrerer Services auf einer Karte erwartet, womit auch die kombinierte Verwendung von SmartCards für den privaten Hausbereich geöffnet wird. Potenzielle Anwendungen in näherer Zukunft umfassen hier Türschließanlagen und Authentifizierung für Computernetzwerke, aber auch die Speicherung individueller Voreinstellungen für bestimmte Konfigurationen in der Unterhaltungselektronik, wie z. B. eine Liste der Lieblingssender oder -interpreten.

Als große Herausforderungen können momentan die geringe Rechenleistung, der beschränkte Speicher und die niedrigen Datenübertragungsraten von SmartCards gesehen werden, was derzeit wesentliche Einschränkungen bei der Verwendung einiger Technologien, z. B. biometrischer Daten, impliziert. Daher werden dedizierte Lösungen im Bereich der Hausautomatisierung benötigt. Hieraus ergeben sich ähnliche Fragestellungen wie im Bereich der eingebetteten Systeme.

KOOPERATIONEN

Grundlegende Arbeiten in dem Bereich der Hausautomatisierung wurden im C-LAB vor ca. sechs Jahren im Rahmen des ITEA-Verbundprojektes VHE-Middleware ini-

any way with other devices. Furthermore, the nine lights that are presently integrated via a CAN bus can be used for various kinds of interactive visualizations, and extremely fine nuances can be achieved since they can be controlled individually.

SECURITY AND DATA PROTECTION

Since the management of smart homes also covers the personal data of individuals, such as certain preferences or even health data, it must be ensured that only authorized applications and persons have access to critical data, and especially to this personal data. For this purpose, C-LAB has designed and implemented its home automation middleware on the basis of a dedicated security architecture that meets the requirements of home applications. For example, there are different security levels for applications that do not need to meet special requirements (such as turning on a light) and for highly critical applications (such as home banking or where health data is involved). To raise security, a decision is made on the basis of these levels about the combination of authentication methods that must be used. For this technology to be accepted, though, it is essential to combine the maximum security standard with a high level of usability. Finding the right balance here will be the object of intense research in the years ahead.

Undoubtedly, Java-based smart cards (JavaCards) can be expected to form a key basis for future security technologies at home. Smart cards and other chip-based cards have already become part of our daily lives. Examples include healthcare and transport as well as SIM cards in mobile phones. With automation progressing in many domains, technologies can be expected to converge even more, making it necessary to integrate several services on one card. This opens up the possibility of the combined use of smart cards at home. Potential applications in the near future include door-locking systems and authentication for computer networks, as well as storage of personal settings for certain configurations in consumer electronics – such as lists of favorite TV and radio stations or musicians.

The low computing power, restricted storage capacity and slow data transfer rates of smart cards can be seen as big challenges at present. These currently imply major restrictions in the use of some technologies such as bio-

tiiert, welches die Konzeption, Entwicklung und Erprobung einer Software-Infrastruktur, bestehend aus kooperierenden Diensten für den Hausbereich, thematisierte. *Virtual Home* bezeichnet hier, dass ein Nutzer nicht nur innerhalb des Wohnbereiches sein Haus steuern kann, sondern auch von außerhalb Zugriff auf die Hausfunktionalität hat, was somit den Wohnungsbereich virtuell erweitert. Das Projekt wurde vom BMBF gefördert und fand in Kooperation u. a. mit Bosch, Fujitsu Siemens Computers, Nokia, Orga Systems und Philips statt. Wesentliche Teile der Sicherheitstechnologien wurden in Kooperation mit French Telecom, Telefonica, Orga Systems, INRIA und den Universitäten von Barcelona, Malaga und Madrid im Rahmen von UBISEC (Ubiquitous Networks with a Secure Provision of Services, Access, and Content Delivery) durchgeführt, einem von der EU geförderten FP6-Projekt.

Das AC-LAB hat sich im Zuge dieser Projekte zudem als ideale Plattform für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit weiteren Firmen und Universitäten herausgestellt, was sich unter anderem durch die erfolgreiche Verwendung als Demonstrator für die abschließende Bewertung des UBISEC-Projektes dokumentiert. So wurde in Zusammenarbeit mit Orga Systems ein Gesichtserkennungssystem in Kombination mit einer kontaktlosen JavaCard mit dem Raumzugangssystem des AC-LAB kombiniert, wodurch ein Zutritt des Labors nur durch den Abgleich biometrischer Merkmale ermöglicht wird. Auch wurde zusammen mit Orga Systems die Fernkontrolle mit einem Mobiltelefon über einen speziellen Servicekanal (USSD – Unstructured Supplementary Services Data) prototypisch realisiert, was für Mobilfunkanbieter u. a. neue Geschäftsfelder eröffnet, z. B. durch das Anbieten einer Haussteuerungs-Flatrate.

Eine weitere Anwendung wurde mit der Universidad Carlos III de Madrid erstellt. Basierend auf dem dort entwickelten JCCM (Java Card Certificate Management) wird eine Zertifikatsüberprüfung auf einer JavaCard ermöglicht. Eine solche Karte wurde für das AC-LAB sozusagen als Notschlüssel verwendet. Da hier aber keine biometrische Verifikation stattfindet und somit der Zugang unrechtmäßig erfolgt sein kann, wird zusätzlich eine SMS an ein Mobiltelefon gesendet. Durch Kameras kann dann von extern kontrolliert werden, wer sich im Wohnbereich aufhält.

Ein besonderer Dank gilt hier der Wincor Nixdorf International GmbH, die eine Kiosksäule zur Raumsteuerung

metric data. This is why dedicated solutions are needed in the field of home automation, which gives rise to issues similar to those for embedded systems.

COLLABORATIONS

Basic work on home automation was initiated at C-LAB about six years ago in the course of the networked ITEA project called VHE Middleware, which dealt with the design, development and testing of a software infrastructure consisting of cooperating services at home. *Virtual home* means that users can access home functions both at home and remotely, which virtually extends the concept of home. This project was funded by the BMBF and entailed cooperation with Bosch, Fujitsu Siemens Computers, Nokia, Orga and Philips among others. Major parts of the security technologies were handled in collaboration with French Telecom, Telefonica, Orga Systems, INRIA and the Universities of Barcelona, Malaga and Madrid in the course of the UBISEC project (Ubiquitous Networks with a Secure Provision of Services, Access, and Content Delivery), an FP6 project that was funded by the European Union.

During these projects, the AC-LAB proved to be the ideal platform for joint research and development activities with other companies and universities. This is documented, among other things, by its successful use as the demonstrator for the final assessment of the UBISEC project. In collaboration with ORGA Systems, a face recognition system was implemented using a contactless JavaCard together with the AC-LAB's room access system. As a result, people can only enter the laboratory when their biometrical features are successfully compared with stored images. With ORGA Systems again, we implemented the prototype of a remote control using a mobile phone and a special service channel (USSD – Unstructured Supplementary Services Data). This opens up the possibility of new lines of business for, among others, mobile telephony providers, for instance a flat rate for home control.

Another application was implemented together with Universidad Carlos III de Madrid. It is based on Java Card Certificate Management (JCCM), which was developed there, and supports certificate verification on a JavaCard. Such a card was used for the AC-LAB as an emergency key, so to speak. Because approach does not use

Bild 20: Raumsteuerung des AC-LAB durch Wincor-Nixdorf-Kiosksäule

Fig. 20: Room control at the AC-LAB via a kiosk from Wincor Nixdorf

beisteuerte (siehe Bild 20). Von hier aus können interaktiv die einzelnen Geräte bedient bzw. kontrolliert und die verschiedenen Displays inkl. der Großleinwand mit diversen Quellen, wie z. B. Galeriebilder, Videos oder Fernsehkanäle, verschaltet werden.

Zukünftige Anwendungen und Kooperationen sind im Rahmen des SmartHome Paderborn e. V. [4] geplant, einer Initiative, um Produkte und Dienstleistungen rund um das intelligent vernetzte Haus Interessenten aus den Bereichen Handel, Handwerk und Architektur sowie Bauherren zu präsentieren. Zur deren Demonstration steht in Paderborn ab 2007 ein Niedrigenergiehaus mit digitaler Vernetzung zur Verfügung.

C-LAB erwartet hier eine engere Zusammenarbeit der Forschung mit Industrie und Handwerk auf dem Gebiet realisierbarer innovativer intelligenter Konzepte im Wohnbereich.

[1] IST Advisory Group. Ambient Intelligence – From Vision to Reality, Draft Consolidated Report, 2003.
[2] AC-LAB – www.c-lab.de/aclab
[3] Gesellschaft für Konsumforschung e. V. – www.gfk.de
[4] SmartHome Paderborn e. V. – www.smarthomepaderborn.de
[5] WEKA Fachzeitschriften-Verlag GmbH – www.elektroniknet.de

Kontakt:
Dr. Wolfgang Müller
Dipl.-Inform. Robbie Schäfer

E-Mail:
Wolfgang.Mueller@c-lab.de
Robbie.Schaefer@c-lab.de

biometric verification, a text message is additionally sent to a mobile phone in order to report a potentially illegal access. Cameras can then be used remotely to check who is inside the premises.

Special thanks are due here to Wincor Nixdorf International GmbH for contributing a kiosk for room control (see Fig. 20). From this kiosk, it is possible to operate and control the individual devices interactively and to connect the various displays, including the big screen, to various sources such as gallery images, videos and TV channels.

Future applications and collaborations are planned as part of SmartHome Paderborn e. V. [4]. This is an initiative to present products and services relating to the smart networked home to interested retailers, tradespersons, architects, future homeowners and the like. A low-energy, digitally networked house will be available in Paderborn from 2007 to demonstrate this technology. Here, C-LAB is expecting closer collaboration with industry and trade to research innovative smart concepts that can be implemented at home.

[1] IST Advisory Group. Ambient Intelligence – From Vision to Reality, Draft Consolidated Report, 2003
[2] AC-LAB – www.c-lab.de/aclab
[3] Gesellschaft für Konsumforschung e. V. – www.gfk.de
[4] SmartHome Paderborn e. V. – www.smarthomepaderborn.de
[5] WEKA Fachzeitschriften-Verlag GmbH – www.elektroniknet.de

Contact:
Dr. Wolfgang Müller
Dipl.-Inform. Robbie Schäfer

email:
Wolfgang.Mueller@c-lab.de
Robbie.Schaefer@c-lab.de

PROJEKTÜBERSICHTEN

INNOVATIONSMANAGEMENT

Eine hohe Entwicklungsdynamik und zunehmende Komplexität neuer Informations- und Kommunikationstechnologien bei gleichzeitig wachsenden Anforderungen durch die Anwender stellen jedes Innovationsmanagement vor besondere Herausforderungen. Es gilt, die technologischen Möglichkeiten („Technolgy-Push“) mit den durch den Anwender formulierten Erfordernissen („Technology-Pull“) konsensfähig zu machen, ohne dabei die Innovationskraft einer neuen Lösung aufzugeben. Genau an dieser Schnittstelle nutzt C-LAB den Vorteil einer engen Verzahnung von Theorie und Praxis, um zeitnah und präzise die Anforderungen des Marktes mit neuesten technologischen Entwicklungen zu verknüpfen.

Aus diesem Grunde wurde im vergangenen Jahr das Thema Innovationsmanagement in der Arbeitsgruppe Business Development ganz besonders unter dem Transfergedanken zwischen Wissenschaft und Wirtschaft vorangetrieben. Die Idee, durch Kooperation und Transfer einen Mehrwert sowohl für die Wissenschaft als auch für die Wirtschaft zu generieren, spiegelt sich deshalb in einer Vielzahl von Aktivitäten im Jahr 2006 wider. Diese sind an den unterschiedlichen Schnittstellen des Innovationsprozesses zu finden und fokussieren nicht nur die Weiterentwicklung spezifischer Innovationsmanagementmethoden, sondern auch deren konkrete Anwendung in der Unternehmenspraxis.

SZENARIEN ZUM ZUKÜNFTIGEN EINSATZ INNOVATIVER TECHNOLOGIEN

Um F+E-Arbeiten Erfolg versprechend auszurichten, werden zukünftige gesellschaftliche Bedingungen sowie das Markt- und Konsumentenverhalten von morgen vorgedacht. Nur auf dieser Grundlage ist es möglich, in den Projekten Technologien zu entwickeln und prototypisch zu implementieren, die die Herausforderungen der Zu-

PROJECT OVERVIEW

INNOVATION MANAGEMENT

Innovation management is facing particular challenges that are caused by the dynamics of development and the growing complexity of new information and communication technologies in the face of users' increasing demands. What is technologically possible ('technology push') needs to be brought in line with the requirements expressed by users ('technology pull') without restricting the innovativeness of new solutions. It is at precisely this interface that C-LAB benefits from a tight interweaving of theory and practice in order to link market requirements to the latest technological developments in a timely and precise manner.

In 2006, C-LAB's Business Development group therefore pushed ahead with the issue of innovation management and concentrated, in particular, on the idea of transfer between academia and business. The notion of adding value both for academia and business by means of cooperation and transfer is consequently reflected in a wide range of activities that were carried out in 2006. These activities can be found at various interfaces in the innovation process and focus not only on the enhancement of specific innovation management methods but also on their actual use in business practice.

SCENARIOS FOR THE FUTURE USAGE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES

In order to guarantee the commercial success of research projects, it is necessary to consider the development of societies as well as the future market and consumer behavior. Only on this basis is it possible to develop technologies and to implement project prototypes that address the challenges of the future. Future scenarios are therefore being drawn up in many research projects. These scenarios are intended to help determine what requirements should drive technological development.

kunft adressieren. Daher werden in vielen Forschungsprojekten zunächst Szenarien der Zukunft entworfen, um darauf basierend Anforderungen für die Technologieentwicklung abzuleiten. Dieser dynamische Innovationsprozess, der die Umsetzung der Idee im Forschungsprojekt bis zur Marktreife durch die Einbeziehung und Berücksichtigung externer Einflussfaktoren begleitet und anleitet, wird durch Bild 21 verdeutlicht.

Markttrends, Konsumententrends und Kundenanforderungen spielen auch in der zunehmenden Konkretisierung von Lösungen bei der Entwicklung von Zukunftsszenarien eine große Rolle. Business Developer, Marktanalysten und Konsumforscher stehen hierbei vor der Aufgabe, die Szenarien einerseits hoch innovativ, auf der anderen Seite aber auch realitätsnah und konsumentengerecht zu gestalten. Daher werden im C-LAB Methoden und Techniken des Innovationsmanagements bei der Gestaltung von Szenarien eingesetzt und weiterentwickelt. Zum Beispiel wurden im Projekt Hydra (Networked Embedded System middleware for Heterogeneous physical devices in a distributed architecture) gleich zu Beginn Szenario-Workshops mit internationalen Experten in den Domänen Smart Home, Health sowie Agriculture durchgeführt. Dabei wurden zunächst multiple Einflussfaktoren der Zukunft gesammelt, die mithilfe einer spezifischen Methodik wiederum verdichtet und zu vier unterschiedlichen Zukunftsvisionen entwickelt wurden. Für jede der vier Visionen wurden schließlich detaillierte Szenarien beschrieben. Im Rahmen des Hydra-Projektes sind somit in jeder der drei Domänen vier verschiedene Zukunftsszenarien entstanden. Der Workshop zur Domäne Smart Home fand im vergangenen Oktober mit 14 Smart-Home-Experten aus diversen Unternehmen und mit unterschiedlichem Background im C-LAB statt.

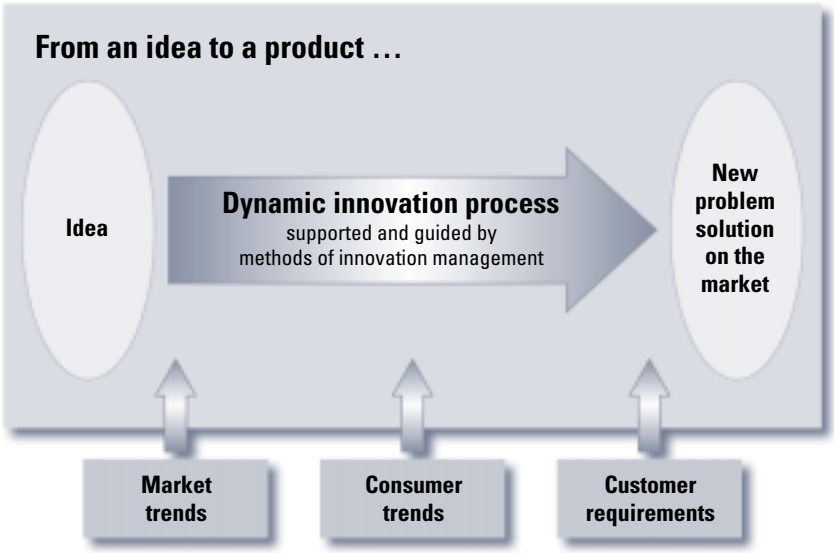


Bild 21: Management des Innovationsprozesses

Fig. 21: Management of the innovation process

FRÜHZEITIGE BEWERTUNG INNOVATIVER IDEEN FÜR IT-BASIERTE DIENSTLEISTUNGEN

Um den Herausforderungen komplexer und hoch dynamischer technologischer Entwicklungen zu begegnen,

Fig. 21 illustrates this dynamic innovation process, which accompanies and guides the implementation of ideas from research projects all the way to market maturity by integrating and considering external factors.

Market and consumer trends and customer requirements also play a major role in the increasing concretion of solutions in the development of future scenarios. Business developers, market analysts and consumer researchers are confronted with the task of designing scenarios that are highly innovative, yet realistic and consumer-driven. For this reason, methods and techniques for innovation management are used and enhanced at C-LAB in the design of these scenarios. In the Hydra project (Networked Embedded System middleware for Heterogeneous physical devices in a distributed architecture), for example, scenario workshops were held with international experts at the very beginning of the project. The workshops addressed the areas smart home, health and agriculture. At these workshops, we first gathered numerous factors that will have an impact on the future. The factors were then condensed with the aid of a specific methodology and developed into four different visions of the future. Finally, detailed scenarios were described for each of these four visions. Thus, four different future scenarios were generated in each of the three areas within the framework of the Hydra project. The workshop for the smart home area was held in October at C-LAB in conjunction with 14 smart home experts

ist es essenziell, jedem Innovationsprozess eine frühzeitige Marktausrichtung zugrunde zu legen. Dies gilt bereits für den Schritt der Bewertung und der Auswahl innovativer Ideen, die anschließend im betrieblichen Innovationsprozess weiterentwickelt werden sollen. Nur eine konsequente initiale Bewertung kann ineffiziente und ineffektive Folgeprozesse verhindern. Darüber hinaus bestehen bei der Ideenbewertung IT-basierter Dienstleistungen besondere Herausforderungen, da sie andere Charakteristika als „klassische" Produktinnovationen aufweisen. Die Expertise und Sensibilität bei der Entwicklung integrierter Produkt- und Dienstleistungsinnovationen konnte der Bereich Business Development in einem konkreten Innovationsprozess nutzen und umsetzen. So lieferte er Innovationsmanagern der Siemens Business Services (SBS) im Erstellungsprozess eines IT-basierten Ideenbewertungstools wertvolle Anregungen

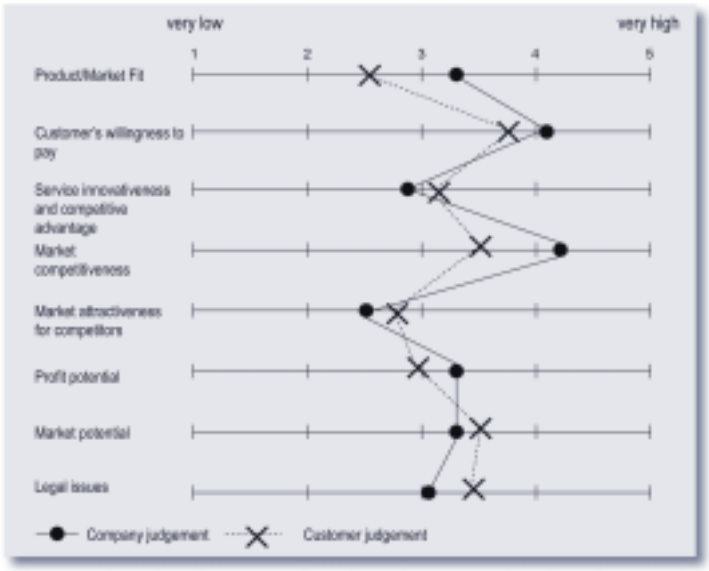


Bild 22: Beispiel einer Ideenbewertung

Fig. 22: Example of idea assessment

und Ideen. In Fortführung der aus der Praxis formulierten Anforderungen wurde in der Gruppe Business Development ein Werkzeug zur Bewertung dienstleistungsbasierter Innovationsideen im Business-to-Business-Bereich hergeleitet. Die Besonderheit dieses Werkzeuges liegt darin, dass bereits in einem frühen Stadium die Perspektive der zukünftigen Kunden integriert ist. Die Bewertung einer innovativen Idee erfolgt hier nicht nur durch eine Expertengruppe des Anbieters, sondern auch durch Experten von nachfragenden Unternehmen (siehe Bild 22).

who came from various companies and different backgrounds.

EARLY ASSESSMENT OF INNOVATIVE IDEAS FOR IT-BASED SERVICES

To meet the challenges of complex and highly dynamic technological developments, it is essential for every innovation process to be market-oriented at an early stage. This already applies to the stage in which innovative ideas are assessed and selected for further development in the corporate innovation process. Only a rigorous initial assessment can prevent inefficient and ineffective downstream processes. In addition, particular challenges arise when it comes to assessing ideas for IT-based services because their characteristics differ from those of "classic" product innovations. In 2006, the Business Development group was able to draw upon and realize its expertise and sensitivity regarding the development of integrated product and service innovations within the scope of a specific innovation process. In the process, the group provided innovation managers at Siemens Business Services (SBS) with valuable suggestions and ideas for the development of an IT-based idea assessment tool. Following up this idea, the Business Development group worked on a concept to assess service-based innovation ideas in the business-to-business arena. The special feature of this approach is that the perspective of future customers is integrated at an early stage. Innovative ideas are assessed here not just by groups of experts from the product or service supplier, but also by experts from potential customer companies (see Fig. 22).

Subsequent analysis shows explicitly whether further development is likely to be successful and whether certain aspects of the innovation idea need to be revised. A decision matrix delivers the simple result "go" when the supplier's experts and those from customer companies conclude that the idea has great potential for success. And the decision is "no go" when the two groups involved rate the potential for success as low. If the two groups' assessments do not match, additional research is needed to reveal the cause of this divergent perception and how to proceed with the innovation idea in question. This tool was presented by the Business De-

Die anschließende Auswertung zeigt explizit auf, ob eine Weiterentwicklung Erfolg versprechend ist und ob an bestimmten Teilaspekten der Innovationsidee weitere Überarbeitungen notwendig sind. Eine entsprechende Entscheidungsmatrix liefert das einfache Ergebnis „go", wenn die Expertengruppe des Unternehmens und die Kunden der Idee ein hohes Erfolgspotenzial bescheinigen. Die Entscheidung lautet „no go", wenn beide Akteursgruppen übereinstimmend das Erfolgspotenzial als gering bewerten. Stimmen beide Gruppen in ihrer Bewertung nicht überein, so muss nachgeforscht werden, durch was die divergierende Wahrnehmung zu erklären und wie mit der Innovationsidee im Weiteren zu verfahren ist. Präsentiert wurde dieses Werkzeug durch die Gruppe Business Development auf der Konferenz der Academy of Marketing des Jahres 2006 in London.

Die Relevanz frühzeitiger Marktorientierung zeigt sich nicht nur für den Prozess der Ideenbewertung, sondern sie ist – unter der hier gesetzten Prämisse eines mit vielfältigen Feedbackschleifen behafteten Innovationsprozesses – auch in den folgenden Phasen immer wieder zu fokussieren. Dieses Vorausschauen im Innovationsprozess erweist sich insbesondere dann als hilfreich, wenn es gilt, eine innovative Lösung erfolgreich am Markt zu platzieren.

Der Aspekt, IT-basierte Dienstleistungen methodisch geleitet zu einem marktfähigen Portfolio zu entwickeln, ist auch Thema des Projektes Serv.Biz (Business Transformation für hybride Wertschöpfungsnetzwerke), das im Herbst 2006 gestartet ist.

BRANCHENANALYSEN

Damit innovative Angebote im ersten Schritt marktgerecht entwickelt und in einem zweiten Schritt auch erfolgreich am Markt platziert werden können, ist eine eingehende Analyse der relevanten Branchen und ihrer Hauptakteure notwendig. Fragestellungen wie: „Wie ist die Branche grundsätzlich strukturiert?", „Welche Strategien und Positionierungen kennzeichnen die Mitbewerber in der Branche?" oder „Welche neuen Herausforderungen sind in der Branche absehbar und, was sind die Treiber für diese Entwicklungen?" müssen eingehend untersucht und beantwortet werden. Mithilfe der erlangten Informationen können zielgerichtet neue Angebote und Lösungen entwickelt und differenzierend zum Portvelopment group at the 2006 conference of the Academy of Marketing in London.

The relevance of market orientation at an early stage is not only apparent in the idea assessment process, it also needs to be kept in focus in the later phases. This presupposes an innovation process with a variety of feedback loops. This kind of forward focus in the innovation process is particularly helpful when it comes to marketing an innovative solution successfully.

The idea of turning IT-based services into a marketable portfolio under methodical guidance is also the subject of the Serv.Biz project (Business Transformation for Hybrid Value-Added Networks) which was initiated in the fall of 2006.

SECTOR ANALYSES

To ensure that innovative offerings are developed in line with market requirements in the first stage and successfully launched on the market in a second stage, it is necessary to analyze the relevant sectors and their key participants in depth. Questions such as "What is the basic structure of the sector?", "Which strategies and positionings characterize the competitors in the sector?" and "What new challenges can be identified in the sector, and what is driving these trends?" need to be considered and answered in depth. Using the information that has been obtained, it is possible to develop new offerings and solutions purposefully and position them on the market in a way that differentiates them from competitors' portfolios. By analyzing the future development of an industry and its specific requirements against the background of competitive structures, methods and tools for launching innovations successfully can be identified.

Among other things, C-LAB carried out a sector analysis for mobility solutions on behalf of mLab (SBS's mobility lab) in 2006. Firstly, this analysis entailed evaluation of studies to find out the general market potential for mobility offerings that can be expected in the years ahead, and the sectors in which these offerings are most likely to be used. The second part of this analysis examined the positioning of SBS's competitors for mobility solutions in different sectors. In this part of the study, the focus was on the strategies competitors are pursuing in individual sectors, what they have to offer in these sectors, and how they address potential customers. This study then served

folio der Mitbewerber am Markt positioniert werden. Indem die zukünftige Entwicklung der Branche sowie auch der konkrete Bedarf in der Zukunft vor dem Hintergrund der Wettbewerbsstrukturen analysiert werden, kann Handlungsbedarf für die erfolgreiche Einführung von Innovationen abgeleitet werden.

Im vergangenen Jahr hat C-LAB z. B. eine Branchenanalyse für Mobility-Lösungen für das mLab (MobilityLab von Siemens Business Services) durchgeführt. Dazu wurden zum einen Studien hinsichtlich der Fragestellung ausgewertet, welche Marktpotenziale allgemein für Mobility-Angebote in den nächsten Jahren zu erwarten sind und in welchen Branchen dabei besondere Potenziale für deren Einsatz liegen. Im zweiten Teil der Branchenanalyse wurde die Positionierung der Mitbewerber von Siemens Business Services in unterschiedlichen Branchen untersucht. Hier ging es vor allem um die Frage, welche Strategien die Mitbewerber in den einzelnen Branchen verfolgen, welche Angebote sie in diesen Branchen platzieren und wie sie potenzielle Kunden ansprechen. Die Studie diente dann als Basis für die weitere Ausrichtung der Vertriebsstrategie des mLab unter dem Aspekt, welche Branchen insbesondere adressiert werden sollten und welche Angebote potenziellen Kunden in diesen Branchen gemacht werden könnten. Im Rahmen dieser Tätigkeiten setzt das mLab als Koordinator der SBS-Mobility-Aktivitäten seine Zusammenarbeit mit dem C-LAB fort.

DIFFUSIONSBARRIEREN ANTIZIPIEREN UND ÜBERWINDEN

Eine innerhalb der Siemens AG aktive Community of Practice richtet regelmäßig Konferenzen zum Thema Innovationsmanagement aus. Die Gruppe Business Development hat im vergangenen Jahr an dieser Konferenz in Toulouse teilgenommen und dort einen Beitrag zu Determinanten erfolgreicher Technologiediffusion präsentiert. Technologiediffusion beschreibt die Geschwindigkeit, mit der sich technologische Innovationen am Markt ausbreiten und widmet sich als Forschungsfeld den Erfolg bestimmenden Determinanten einer solchen Entwicklung. Diese wird nicht nur durch den Nutzen und die Kosten einer neuen Technologie bestimmt, sondern ebenso durch Netzwerkeffekte sowie technologische

as the basis for the further orientation of mLab's sales strategy under consideration of the sectors that should be addressed in particular and the offerings that could be made to potential customers in these sectors. As the coordinator for SBS's mobility activities, mLab is continuing its collaboration with C-LAB in this field.

ANTICIPATING AND OVERCOMING BARRIERS TO DIFFUSION

A Community of Practice active at Siemens AG regularly organizes conferences on the subject of innovation management. In 2006, the Business Development group took part in one of these conferences in Toulouse, and gave a presentation about the determinants of successful technology diffusion. Technology diffusion describes the rate at which technological innovations spread on the market and, as a field of research, deals with the determinants of the success of such a development. This is defined not just by the benefits and costs of a new technology but also by network effects and technological and market uncertainties (see Fig. 23, page 56). The core of C-LAB's research in this domain consisted of establishing a methodology for early identification of the interdependencies among these factors and potential problems in the diffusion of new technologies.

Using radio frequency identification (RFID) as an example, we showed how technology diffusion problems could have been avoided at an early stage by following the methodology we presented. Using the methodology clearly showed that failure to consider data protection aspects adequately annulled technological progress in certain RFID applications. This problem delayed diffusion of this technology. Altogether, the resulting methodology helps to develop technological innovations since it not only visualizes the technology's potential at an early stage but simultaneously gives guidance to anticipate and structure the challenges involved. Users of this concept are able to control the innovation process for specific applications of a new technology on a proactive and lasting basis.

SUSTAINABILITY OF RESEARCH RESULTS

Development of scenarios for the use of innovative ideas, assessment of ideas early on, analysis of sectors

Bild 23: Bestimmungsfaktoren der Technologiediffusion

Fig. 23: Factors affecting technology diffusion

Determinants of technology diffusion		Promoting factors	Hampering factors
1. Benefits		Clear relative advantage compared to the old technology	Incremental innovations of old technologies
2. Costs of Adoption	Costs of acquisition	Decreasing prices	
	Switching costs	Short term ROI, low switching costs	Recent investment in current technology, i. e. high switching costs
3. Network Effects	Direct network effects	Size of "network"; business partners using compatible technology	Negative "critical mass"-effect at the beginning of diffusion
	Indirect network effects	Integration in existing landscape	
4. Information and Uncertainty		Multiplier-effects	Technological and economic uncertainty

und marktliche Unsicherheiten (siehe Bild 23). Der Kern der Forschungsarbeit im C-LAB bestand in der Herleitung einer Methodik, mit der Abhängigkeiten dieser Einflussfaktoren und potenzielle Probleme der Verbreitung neuer Technologien frühzeitig identifiziert werden können.

Anhand des Fallbeispiels RFID (Radio Frequency Identification) wurde illustriert, wie Probleme der Technologiediffusion bei Beachtung der vorgestellten Methodik frühzeitig hätten verhindert werden können. So wurde mit Anwendung der Methodik deutlich, dass in bestimmten RFID-Anwendungen aufgrund mangelnder Beachtung von Datenschutzaspekten die technologischen Fortschritte ausgehebelt wurden. Das hatte insgesamt eine verzögerte Technologiediffusion zur Folge. Im Ergebnis wird damit eine Methodik an die Hand gegeben, mit der bei der Entwicklung technologischer Innovationen frühzeitig ihr Potenzial, aber gleichzeitig auch ihre Herausforderungen strukturiert und sichtbar gemacht werden. Ein Anwender dieses Konzeptes wird in die Lage versetzt, den Innovationsprozess für spezifische Anwendungen einer neuen Technologie proaktiv und nachhaltig zu steuern.

NACHHALTIGKEIT VON FORSCHUNGSERGEBNISSEN

Die Entwicklung von Szenarien zum Einsatz innovativer Ideen, die frühzeitige Bewertung von Ideen, Branchenanalysen und die Berücksichtigung von potenziellen Diffusionsbarrieren sind wichtige Instrumente, um die Nachhaltigkeit von Forschungsprojekten zu gewährleisten. Aus diesem Grund kommen die genannten Methoden im Rahmen des internen Project Alignments im C-LAB zum Einsatz. Durch das Project Alignment, für das die Gruppe Business Development verantwortlich ist, werden Forschungsprojekte während ihrer gesamten Laufzeit begleitet. Im Rahmen des Project Alignment wird mit den Projektleitern und -mitarbeitern erarbeitet, welche Ergebnisse in den jeweiligen Projekten entwickelt

and consideration of potential barriers to diffusion are important instruments in ensuring the sustainability of research results. For this reason, C-LAB uses the above-mentioned methods in its internal Project Alignment. Project Alignment, which is the mandate of the Business Development group at C-LAB, accompanies research projects throughout their duration. In the course of Project Alignment, project managers and staff work out the intended results of specific projects and how to put these results into long-term use. With regard to commercial exploitation, in particular, parties who are likely to be interested in the results of a project are identified and addressed in an early phase of the project. And these interested parties are not just at SBS; they can often be found at other Siemens AG business units as well.

PATENTING OF RESEARCH RESULTS

The results of research should be protected by patents, especially if they are suitable for commercial exploitation. In Germany, employees of higher-education institutions are obliged by section 42 of the Employee Invention Act to report their research results and inventions to their institutions. When an invention has been reported at the University of Paderborn, the UniConsult transfer unit consults experts and determines whether the university should apply for a patent for it. A project that C-LAB conducted together with kachel GmbH and UniConsult succeeded in analyzing and engineering the University of Paderborn's entire patent handling and decision-making process, and provided IT support for it. All

werden und wie diese Ergebnisse einer langfristigen Nutzung zugeführt werden können. Insbesondere im Hinblick auf eine kommerzielle Verwertung werden bereits in einer frühen Phase der Projektlaufzeit potenzielle Interessenten für die Projektergebnisse identifiziert und angesprochen. Häufig finden sich solche Interessenten nicht nur bei SBS, sondern auch in anderen Geschäftsgebieten der Siemens AG.

Bild 24: Erfindungsmeldung im Patentworkflow

Fig. 24: Invention report in patent workflow

PATENTIERUNG VON FORSCHUNGSERGEBNISSEN

Forschungsergebnisse sollten, insbesondere wenn sie sich für eine kommerzielle Vermarktung eignen, durch Patente geschützt werden. Auch die Mitarbeiter einer Hochschule sind durch den § 42 des Arbeitnehmererfindungsgesetzes dazu verpflichtet, ihre Forschungsergebnisse und Erfindungen der Hochschule zu melden. Anhand der eingereichten Erfindungsmeldung prüft zum Beispiel die Transferstelle UniConsult der Universität Paderborn unter Einbeziehung von Experten, ob diese Erfindung durch die Hochschule zum Patent angemeldet wird. In einem Projekt, das C-LAB zusammen mit der kachel GmbH und UniConsult durchgeführt hat, ist es gelungen, den gesamten Bearbeitungs- und Entscheidungsprozess der Universität Paderborn zu analysieren, zu gestalten und informationstechnisch zu unterstützen. Alle relevanten Dokumente liegen in elektronischer Form vor und sind für alle Prozessbeteiligten zugreifbar. Es wird ein reibungsloser und durchgehender Prozess ohne Medien- und Systembrüche von der Erfindungsmeldung bis zur Patenterteilung gewährleistet. So können sich zum Beispiel alle Beteiligten den Bearbeitungsstand einer Erfindungsmeldung sehr schnell anzeigen lassen. Zur Realisierung dieser Lösung wurden das Wissensmanagementsystem ProCoBa (Project Collaborelevant documents are available in electronic form and are accessible to all parties involved in the process. This ensures a smooth end-to-end process from the reporting of an invention to the granting of a patent without any media or system discontinuities. As a result, everyone involved can very quickly see, for example, the status of a reported invention. Both the ProCoBa knowledge management system and the Ginger business process management system were used in the implementation of this solution. Fig. 24 shows the first step of the patent workflow in which the employees describe their inventions. In the next stage, this solution will be offered to other universities.

Contact:
Dr. Gernot Gräfe
email: Gernot.Graefe@c-lab.de

ration Base) und das Geschäftsprozessmanagementsystem „Ginger“ eingesetzt. Den ersten Schritt des Patentworkflows zeigt Abb. 24. Hier beschreiben die Arbeitnehmer ihre Erfindung. Im nächsten Schritt soll die entwickelte Lösung auch anderen Universitäten angeboten werden.

Kontakt:
Dr. Gernot Gräfe
E-Mail: Gernot.Graefe@c-lab.de

EINGEBETTETE SYSTEME

Durch die zunehmende Miniaturisierung auf den Gebieten der eingebetteten und autonomen Systeme sowie der Kommunikations- und Sensortechnik ist schon jetzt eine Umgebung vorstellbar, in der nahezu alle Objekte unseres Alltagslebens mit eingebetteten Mikroprozessoren, kabelloser Kommunikation und eingebetteter Software zur Wahrnehmung, Ausführung und Steuerung einer Vielzahl von Aufgaben und Funktionen ausgestattet sind.

Auch die Vernetzung dieser allgegenwärtigen informationstechnischen Dienste nimmt ständig zu. Des Weiteren ist zu beobachten, dass zunehmend komplexe und intelligente Aufgaben mittels eingebetteter Software realisiert werden. Sie kommen bereits jetzt in vielen Bereichen von der Automobil- und Bahntechnik über die Informations- und Kommunikationstechnik (z. B. digitales Fernsehen oder Mobiltelefon) bis hin zu elektronischem Spielzeug zum Einsatz. Beispiele sind unter anderem automatische Einparkhilfen oder eine dem Film angepasste Hintergrundbeleuchtung eines Fernsehers.

C-LAB arbeitet an der Realisierung solcher intelligenten autonomen eingebetteten Systeme. Begleitend werden auch Entwurfsmethoden und Werkzeuge für eingebettete Systeme untersucht. Dies geschieht in internationalen, nationalen und lokalen Projekten, die unterschiedliche Anwendungsbereiche wie Automobiltechnik, Bahntechnik, Kommunikationstechnik oder Robotik adressieren.

Des Weiteren war C-LAB maßgeblich an der Veranstaltung „IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems“, DIPES 2006, beteiligt. In diesem Umfeld gaben wir zusammen mit R. Machado (Universität Minho, Portugal), C. E. Pereira (UFRGS, Brasilien) und P. S. Thiagarajan (National University of Singapore) ein Buch mit dem Titel „From Model-Driven De-

EMBEDDED SYSTEMS

Increasing miniaturization in the fields of embedded and autonomous systems as well as communications and sensor technology means that an environment is already conceivable in which nearly all the objects of our daily life will feature embedded microprocessors, wireless communication and embedded software that perceive, perform and control a wide range of tasks and functions.

These ubiquitous information technology services are increasingly being networked. It is also apparent that ever more complex and intelligent tasks are being implemented via embedded software. Embedded systems are already being used in many areas, ranging from automotive and railroad engineering to information and communication technology (for example digital TV, mobile phones) and electronic toys. Examples include automatic parking systems and television backlighting that is adapted to the movie being shown. C-LAB is working on the implementation of intelligent, autonomous embedded systems such as these. In addition, design methods and tools for embedded systems are being investigated in international, national and local projects that address different application areas such as automotive, railroad and telecommunications engineering as well as robotics.

C-LAB employees were also significantly involved in managing and organizing DIPES 2006, the

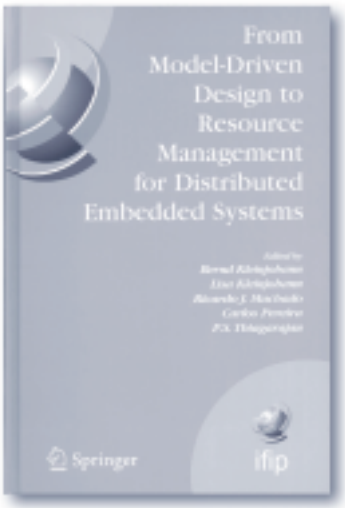


Bild 25: From Model Driven Design to Resource Management for Distributed Embedded Systems

Fig. 25: From Model Driven Design to Resource Management for Distributed Embedded Systems

sign to Resource Management for Distributed Embedded Systems“ im Springer-Verlag heraus. Im Rahmen der DIPES 2006 wurde auch die IFIP Working Group 10.2 Embedded Systems gegründet, in der wir den Vice Chair und den Publication Chair übernahmen.

Bezüglich Entwurfsmethoden und Werkzeugen war C-LAB im Berichtszeitraum auf den Gebieten der System-on-Chip-Modellierung mithilfe von UML, der modellbasierten Validierung sowie der Verlustleistungsreduktion bei der Hardware-Synthese aktiv.

Zur Unterstützung von Vernetzungs- und Verteilungsaspekten wurden insbesondere Quality-of-Service- und Netzwerkaspekte bearbeitet. Als Anwendungen wurden intelligente eingebettete Systeme aus dem Robotikbereich, wie die Roboterfußballmannschaft Paderkicker und der Roboterkopf MEXI, weiterentwickelt. Ein weiteres Anwendungsgebiet waren mechatronische Systeme aus dem Bereich der Neuen Bahntechnik (siehe Kapitel Organic Computing).

Aktuelle Arbeiten zu diesen Themen werden in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

SYSTEMS-ON-CHIP-MODELLIERUNG MIT UML

Ein wichtiger Aspekt der Modellierung eingebetteter und elektronischer Systeme ist die domänenspezifische Anpassung und Anwendung der UML. Zur Anwendung der UML auf dem Gebiet der Modellierung, Analyse und Synthese von Systems-on-Chip (SoCs) initiierten wir 2004 zusammen mit den Cadence Berkeley Labs einen Workshop der Design Automation Conference, welcher 2006 zum dritten Mal erfolgreich durchgeführt wurde. Der Workshop etablierte sich mittlerweile als international anerkanntes Forum zur Anwendung der UML im Bereich der C/C++-basierten Modellierung elektronischer bzw. eingebetteter Systeme. Inzwischen entwickelte sich hieraus ein eigenständiges Forschungsgebiet, um u. a. domänenspezifische UML-Verfeinerungen, wie z. B. das UML-Profil für SoCs und die SysML (Systems Modelling Language), in die industrielle Anwendung zu bringen. Zu diesem Thema wurden im Jahr 2006 von C-LAB Mitarbeitern auch mehrere Tutorials und Keynote-Speeches auf größeren Konferenzen wie DATE, FDL, Codes/ISSS und der ICCAD gegeben. Weitergehende Arbeiten auf diesem Gebiet finden in Kooperation mit 16 der führenden europäischen Halbleiterfirmen, wie z. B. ARM, Infineon,

IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems. Together with R. Machado (University of Minho, Portugal), C. E. Pereira (UFRGS, Brazil) and P. S. Thiagarajan (National University of Singapore), at the conference we presented a book entitled “From Model-Driven Design to Resource Management for Distributed Embedded Systems” which was published by Springer-Verlag. IFIP Working Group 10.2 (Embedded Systems) was also set up at DIPES 2006, and C-LAB employees were elected as vice-chair and publication chair of this working group.

As far as design methods and tools are concerned, during the period under review C-LAB was active in system-on-a-chip modeling with the aid of UML, model-based validation, and reduction of power loss in hardware synthesis.

In the field of networking and distribution, C-LAB focused on networks and quality of service. Further development work went into existing intelligent embedded systems based on robots, including a robotic soccer team called the Paderkickers and a robotic head named MEXI. Another research area was self-optimizing mechatronic systems and their application in the New Rail Technology project (see “Organic computing”).

Our work in progress on these topics is described in more detail in the sections below.

SYSTEM-ON-CHIP MODELING WITH UML

An important aspect of modeling embedded and electronic systems is domain-specific adaptation and use of the Unified Modeling Language (UML). With regard to using UML in the modeling, analysis and synthesis of systems on a chip (SoCs), we initiated a Design Automation Conference workshop back in 2004 together with Cadence Berkeley Labs, and this was held successfully for the third time in 2006. This workshop has now established itself as an internationally recognized forum for the use of UML in the field of C/C++-based modeling of electronic and embedded systems. An independent field of research has evolved in the meantime. Among other things, it has the goal of transferring domain-specific UML refinements to use in business; examples of this include the UML profile for SoCs and the Systems Modeling Language (SysML). In 2006, C-LAB employees also held several tutorials on this topic and gave keynote speeches at

NXP und ST Microelectronics, im Rahmen des von der EU geförderten SPRINT-Projektes (Open SoC Design Platform for Reuse and Integration of IPs) statt. Hier soll durch die UML eine gemeinsame Sicht zum IP-Management auf Basis des IEEE-Standards SystemC und SPIRIT IP-XACT™ realisiert werden.

Andere technische Arbeiten auf diesem Gebiet konzentrieren sich in Kooperation mit der Fachgruppe von Prof. Engels (Institut für Informatik der Universität Paderborn) auf die Untersuchung von ausführbaren Spezifikationen auf der Grundlage von UML 2.0. Die Ausführbarkeit von UML wird erreicht, indem eine UML-Teilmenge um eine spezielle wohldefinierte Semantik und entsprechende Spezialisierungen der UML-Diagramme samt einer Action Language zur Beschreibung einzelner Aktionen in diesen Diagrammen erweitert wird. Unser Interesse konzentriert sich dabei besonders auf die Domäne der eingebetteten und elektronischen Systeme mit ihren spezifischen Anforderungen, wie z. B. Echtzeitverhalten. Zur Spezifikation dieser Systeme verwenden wir auf Basis eines UML-Profils neben Klassendiagrammen zur Strukturbeschreibung eine Kombination von Aktivitäten-, Sequenz- und StateMachine-Diagrammen zur Verhaltensbeschreibung. StateMachines wurden für diesen Anwendungsbereich noch um Basiskonzepte wie z. B. zur Definition von Interrupts erweitert und ermöglichen zudem die Spezifikation von Timeouts. Im Zuge dieser Arbeiten wird ferner untersucht, inwieweit sich Aktivitätendiagramme zur Beschreibung feingranularer Parallelität auf der Basis einer plattformunabhängigen Ausführung auf einer sogenannten UML Virtual Machine (UVM) verwenden lassen.

MODELLBASIERTE VALIDIERUNG

Ein anderer äußerst wichtiger Aspekt im Kontext des modellbasierten Entwurfs ist die Verfügbarkeit effizienter Validierungs- und Verifikationsmethoden. In diesem Umfeld fanden Arbeiten im Bereich des modellbasierten Tests zur Entwicklung von Steuergeräten im Automobilbau statt. Diese Arbeiten wurden im Rahmen des IMMOS-Projektes (Integrierte Methodik zur MOdellbasierten Steuergeräteentwicklung) in Kooperation mit DaimlerChrysler, dSPACE, Fraunhofer FIRST, FZI Karlsruhe und IT Power abgeschlossen und werden zurzeit im Teilprojekt B3 des SFB 614 weitergeführt. Ziel ist es, existierende modellbasierte

larger conferences such as DATE, FDL, Codes/ISSS and ICCAD. Additional work in this field is taking place in conjunction with 16 of the leading semiconductor companies in Europe – such as ARM, Infineon, NXP and ST Microelectronics – as part of the EU-funded SPRINT project (Open SoC Design Platform for Reuse and Integration of IPs). UML is intended to implement a common view of IP management on the basis of the IEEE standard SystemC and SPIRIT IP-XACT™.

In cooperation with Prof. Engels' group (Department of Computer Science at the University of Paderborn), other technical work in this field is focusing on examining executable specifications on the basis of UML 2.0. The executability of UML is achieved by extending a UML subset through special well-defined semantics and corresponding specializations of UML diagrams together with an action language to describe individual actions in these diagrams. Here, our primary interest is in the domain of embedded and electronic systems with their specific requirements, such as real-time behavior. To specify these systems, we use, on the basis of a UML profile, class diagrams for structure description and a combination of activity, sequence and statechart diagrams for behavior description. For this application area, statecharts are also extended by some basic concepts such as the definition of interrupts and the specification of timeouts. We are also investigating the extent to which activity diagrams can be used to describe finely granular parallelism on the basis of platform-independent execution on what is known as a UML virtual machine (UVM).

MODEL-BASED VALIDATION

Another extremely important aspect of model-driven development is the availability of efficient validation and verification methods. In this area, C-LAB worked on model-based testing in the development of automotive control units. This work was completed as part of the IMMOS project (Integrated Method for the MOdel-based Development of Automotive Control Units) in collaboration with DaimlerChrysler, dSPACE, Fraunhofer FIRST, FZI Karlsruhe and IT Power, and is being continued in subproject B3 of collaborative research center 614. The goal is to integrate existing individual model-based technologies – such as model-based requirements engineering, code generation and testing – to form a uniform development

sierte Einzeltechniken, wie das modellbasierte Requirements Engineering, die modellbasierte Codegenerierung und den modellbasierten Test, zu einer einheitlichen Entwicklungsmethodik zu integrieren. Unsere Arbeiten konzentrieren sich auf den modellbasierten Test auf Basis der Klassifikationsbaummethode für eingebettete Systeme (Classification Tree Method for Embedded Systems – CTM_{EMB}) und Model-/Hardware-in-the-Loop-Testumgebungen, wobei in diesem Rahmen ausschließlich Matlab/Simulink zur Modellbildung verwendet wurde. Weitergehende Arbeiten befassten sich mit der Entwicklung eines XML-basierten Testaustauschformats (TestML) und mit einer Erweiterung der CTM_{EMB} zum strukturierten Entwurf von Überdeckungsmetriken und Zufallstests mit SystemVerilog-Codegenerierung.

Zur Realisierung heterogener Simulationsumgebungen entstand im C-LAB eine Laufzeitplattform zur generischen Anbindung von Simulatoren und Visualisierungen. Basis der Plattform ist der Kommunikationsserver COMMUVIT, der das Zusammenschalten verschiedener Werkzeuge in einem Baukastensystem ermöglicht (siehe Bild 26). Zur Simulation einzelner Teilkomponenten können verschiedene Simulationsmodelle wie z. B. Matlab/Simulink und SystemC über eine generische Schnittstelle eingebunden werden. Zur Beschleunigung einzelner Simulationen können Algorithmen auf FPGAs implementiert und leicht in die Laufzeitplattform integriert werden.

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachgruppen der Universität, dem PC² und dem L-LAB, einer Kooperation der Universität Paderborn mit der Hella AG, erfolgte u. a. in der Zielvereinbarung VisSim eine praktische Anwendung der COMMUVIT-Umgebung als Laufzeitplattform zur verteilten Simulation und Visualisierung des Nachtfahrsimulators Virtual Night Drive der Arbeitsgruppe Prof. Gausemeier. Dieser dient zur realitätsnahen Simulation innovativer Scheinwerfersysteme. Das System visualisiert detailliert die komplexen Leuchteigenschaften moderner Pkw-Scheinwerfer. Im Rahmen einer simulierten Nachtfahrt steuert der Anwender von Virtual Night Drive ein Fahrzeug im Computer über eine virtuelle Versuchsstrecke. Dabei wirken die Fahrzeugbewegungen unmittelbar auf die Ausleuchtung des Straßenraums

methodology. Our work is focusing on model-based testing using the Classification Tree Method for Embedded Systems (CTM_{EMB}) and model/hardware-in-the-loop test environments. Exclusively Matlab/Simulink was used for modeling here. Other work dealt with the development of an XML-based test exchange format (TestML) and a CTM_{EMB} extension for the structured design of coverage metrics and random tests with SystemVerilog code generation.

To implement heterogeneous simulation environments, C-LAB developed a run-time platform for the generic connection of simulators and visualizations. The basis of the platform is the COMMUVIT server, which supports the connection of various tools in a modular fashion (see Fig. 26). In order to simulate individual subcomponents, it is possible to connect various simulation models in Matlab/Simulink and SystemC via a generic communication interface. To accelerate individual simulations, algorithms can be implemented on FPGAs and easily integrated in the run-time platform.

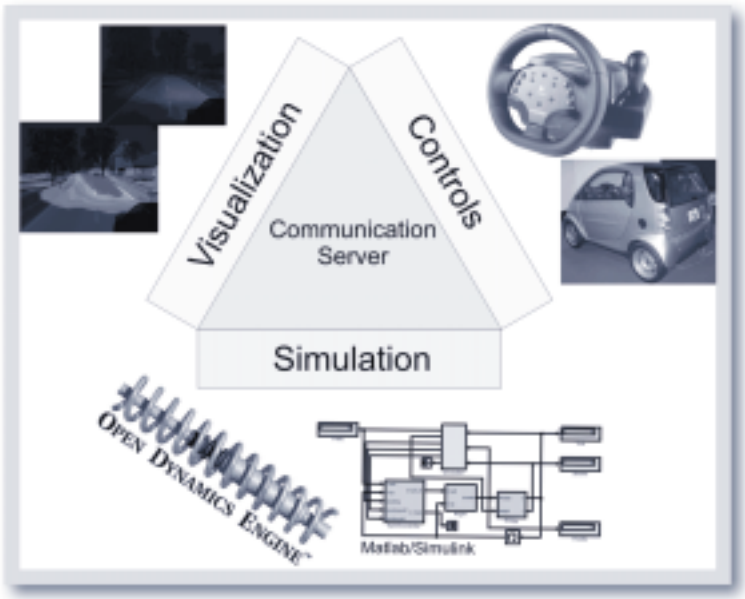


Bild 26: COMMUVIT-basierte Simulationsplattform

Fig. 26: COMMUVIT-based simulation platform

Collaboration with various groups at the university, L-LAB (a joint venture between the University of Paderborn and Hella AG) and PC², in part under the VisSim target agreement, led to a practical application of the COMMUVIT environment as a run-time platform for the distributed simulation and visualization of Virtual Night Drive, the night driving simulator from Prof. Gausemeier's

Bild 27:
Installation von Virtual Night Drive im Fahrsimulator des L-LAB

Fig. 27:
Installation of Virtual Night Drive in L-LAB's driving simulator

vor dem Fahrzeug ein, so dass die Qualität des Scheinwerferlichtes direkt überprüft werden kann. Im Rahmen dieses Projektes wurde der L-LAB-Fahrsimulator auf Basis eines umgebauten *smart* (siehe Bild 27) zusammen mit einer Matlab/Simulink-basierten Simulation der Fahrdynamik und weiteren Peripheriegeräten wie z. B. Joystick und Herzschlagerfassung zu einer gemeinsamen Simulationsumgebung integriert. Die Steuerung der Umgebung ist hierbei durch COMMUVIT realisiert.

NETZWERKE UND MIDDLEWARE

Auf dem Gebiet der Netzwerke und Middleware war und ist C-LAB unter anderem an den Projekten EuQoS und SIRENA beteiligt.

In dem von der EU geförderten Projekt EuQoS wird eine integrative Lösung zur Etablierung von Quality-of-Service- (QoS) Sitzungen über heterogene Access-Netzwerke entwickelt. Als Access-Netzwerke finden dabei xDSL, Ethernet, Wifi, UMTS, GMPLS und Satellitennetzwerke Anwendung. Der Beitrag der Universität Paderborn liegt in der Integration der EuQoS-Lösung in einer Middleware, welche die Etablierung der Sitzung hinter einem wohldefinierten und standardisierten Interface versteckt. Um ein möglichst schnelles und daher kosteneffizientes Rollout der EuQoS-Lösung zu ermöglichen, ist die Middleware durch eine Referenzimplementierung der standardisierten UPnP (Universal Plug and Play)/QoS-Architektur realisiert. Der EuQoS-Manager, der eine Erweiterung des UPnP/QoS-Managers darstellt, ermöglicht es jedem UPnP-fähigen Gerät in einem Netzwerk, QoS-Sitzungen gemäß den Applikationsanforderungen zu starten. Dafür wird ein Signalisierungsansatz verwendet, der

group. This tool provides a realistic simulation of innovative headlight systems. The system visualizes the complex lighting properties of modern car headlights in detail. During a simulated night drive, the user of Virtual Night Drive steers a vehicle over a virtual test track. The movements of the vehicle have a direct impact on the illumination of the road ahead of the vehicle so that the quality of the headlights can be tested directly. During this project, the L-LAB driving simulator was integrated with a Matlab/Simulink-based simulation of driving dynamics and other peripherals, such as a joystick and heartbeat recorder, to form a joint simulation environment (see Fig. 27). The car involved was an adapted Smart. COMMUVIT controls the environment in this process.

NETWORKS AND MIDDLEWARE

In the networks and middleware domain, C-LAB continued to be involved in the EuQoS and SIRENA projects, among other things. An integrative solution to establish quality-of-service (QoS) sessions over heterogeneous access networks is being developed in the EU-funded EuQoS project. Ethernet, xDSL, Wifi, UMTS, GMPLS and satellite networks are being used as access networks. The University of Paderborn's contribution lies in integrating the EuQoS solution in middleware that hides session establishment behind a well defined, standardized interface. In order to allow the EuQoS solution to be rolled out as fast as possible, and therefore cost-effectively, the middleware has been realized via a reference implementation of the standard Universal Plug and Play (UPnP)/QoS architecture. The EuQoS Manager, which is

die Ressourcenanforderungen in den jeweiligen Access-Netzwerken allokiert. Das von der Universität implementierte QSSN- (Quality of Service Signaling and Service Negotiation) Modul identifiziert zunächst eine zu den Anforderungen passende Netzwerkklasse. Es ist dann die Aufgabe der Admission Control zu bestimmen, ob ein weiterer Traffic Flow in einem Netzwerk zugelassen werden kann, ohne die bereits akzeptierten Flows in ihren Ressourcenanforderungen zu behindern. Hierfür hat die Universität eine Admission Control für Ethernet-Netzwerke entwickelt. Um die Anfragen nach Ressourcen in einem Netzwerk möglichst früh antizipieren zu können, wurde in dem Projekt ebenfalls eine neue Methode zur Vorhersage von Ressourcenanforderungen implementiert.

In dem nunmehr abgeschlossenen vom BMBF geförderten ITEA-Projekt SIRENA (Service Infrastructure for Realtime Embedded Networked Applications) wurde in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern das Konzept der serviceorientierten Kommunikation auf eingebettete Systeme angewendet, wobei die Anforderungen von Realzeitsystemen berücksichtigt wurden.

In einer „Service-oriented Architecture“ (SOA) wird ein in einem Netzwerk bereitgestelltes Leistungsangebot als eine Menge von möglichst unabhängigen und zustandslosen Diensten zur Verfügung gestellt, die plattformunabhängig verwendet werden können. Im Bereich des Datenaustausches zwischen Unternehmen (B2B) ist SOA mittlerweile fest etabliert und löst immer mehr ältere Standards und Konzepte zum Datenaustausch ab.

Im Bereich der eingebetteten Systeme wurden bislang vielfach auf Anwendungsebene ad-hoc gewachsene oder wenig verbreitete Protokolle verwendet, da volle Implementationen etablierter Standards als zu groß, zu langsam und nicht realzeitgeeignet galten. Dies führt jedoch zu geringer Softwareproduktivität und erheblichen Wartungsaufwänden.

Daher hat SIRENA das SOA-Konzept auf eingebettete Systeme mit Realzeitbedingungen übertragen. Da SOA vom Konzept her unabhängig von der Implementation ist, wurde zunächst ein Vergleich der existierenden Lösungen veröffentlicht [1]. Aus heutiger Sicht nicht überraschend, wurden als Basis SOAP und darauf aufbauend die Webservice-Standards des W3C, insbesondere das von Microsoft entwickelte Profil DPWS (Devices Profile for Web Services), zur Grundlage der weiteren Arbeiten

an extension of the UPnP/QoS Manager, enables every UPnP-capable device in a network to start QoS sessions in accordance with application requirements. This involves a signaling approach that allocates resource requirements in the corresponding access networks. The QSSN module (Quality of Service Signaling and Service Negotiation) that the university implemented first identifies a network class that fulfills the requirements. It is then the task of Admission Control to determine whether another traffic flow can be allowed in a network without impairing the already accepted flows with regard to their resource requirements. To this end, the university developed an Admission Control module for Ethernet networks. In order to be able to anticipate requests for resources in a network as early as possible, a new method of predicting resource requirements was also implemented in the course of this project.

In the ITEA project SIRENA (Service Infrastructure for Real-time Embedded Networked Applications), which was funded by BMBF, the concept of service-oriented communication was applied to embedded systems in collaboration with national and international partners, and incorporating the requirements of real-time systems.

In a service-oriented architecture (SOA), a range of services is available on a network, and a set of preferably independent and stateless services is provided that can be used on a platform-independent basis. SOA has now become firmly established when it comes to exchanging data between businesses (B2B), and is increasingly replacing older data exchange standards and concepts.

To date, ad hoc or less common protocols have often been used on the application level in the field of embedded systems because complete implementations of established standards are regarded as too large, too slow, and unsuitable for real-time. However, this reduces software productivity and leads to considerable maintenance overhead. SIRENA therefore transferred the SOA concept to embedded systems with real-time conditions. Since the SOA concept is independent of implementation, a comparison of existing solutions was published first [1]. Unsurprisingly from the current point of view, SOAP and the W3C Web service standards were chosen as the basis for further work. Among the W3C standards, especially the DPWS (Devices Profile for Web Services) that was developed by Microsoft, were used together with the UPnP protocol, which similarly involves SOAP.

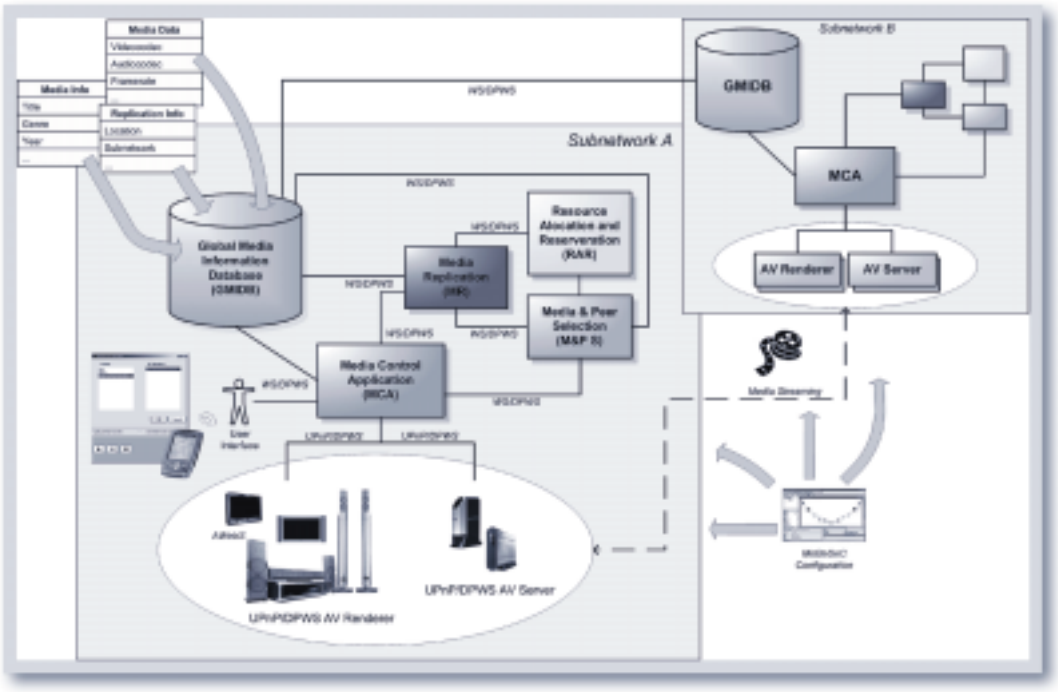


Bild 28: Architektur des SIRENA-Home-Demonstrators

Fig. 28: Architecture of the SIRENA home demonstrator

genommen, wobei das gleichfalls SOAP verwendende UPnP-Protokoll über Schnittstellenwandler mit eingesetzt wurde.

Um die generelle Anwendbarkeit zeigen zu können, wurden Demonstratoren in den vier Bereichen Industriesteuerung, Steuerung von Kommunikationsnetzwerken, Vernetzung im Automobil sowie dezentrale und verteilte Bereitstellung von Medien im Heimumfeld (siehe Bild 28) erstellt, zusätzlich wurde eine domänenübergreifende Benutzung (Automobil und Heim) realisiert.

Die C-LAB Partner haben insbesondere für den Home-Demonstrator den Systementwurf (siehe Bild 28) auf Basis von Webservices realisiert, mit denen ein für den Anwender transparentes dezentrales Speichern und Replizieren von Media-Daten möglich ist. Hierzu wurde eine Reihe von Diensten zur Replizierung (Media Replication, MR) und Ressourcenverwaltung (Resource Allocation and Reservation, RAR) entworfen und mit Webservices zur Kommunikation umgesetzt. Dazu gehört auch eine Peer-to-Peer-Datenbank (Global Media Information Database, GMIDB), die zur Kopplung der Instanzen gleichfalls Webservices verwendet. Lediglich zur Integration handelsüblicher Media-Geräte wurde UPnP verwendet, das über einen weiteren Dienst (Media Control Application, MCA) auf Webservices abgebildet wurde.

Die Ergebnisse sind in zahlreichen Publikationen veröffentlicht. Es stellte sind dabei heraus, dass die für SOA

To be able to show general usability, demonstrators were developed in the four fields of industrial control, communication network control, automotive networking and decentralized and distributed provisioning of media at home (Fig. 28). In addition, cross-domain use (car and home) was implemented.

C-LAB implemented the system design, especially for the home demonstrator (Fig. 28), on the basis of Web services, enabling media data to be stored and replicated decentrally in a way that is transparent for users. To achieve this, various services were designed for replication (Media Replication, MR) and resource management (Resource Allocation and Reservation, RAR), and implemented with Web services for communication. This also includes a peer-to-peer database (global media information database, GMIDB) that uses Web services to couple instances. UPnP was only used to integrate customary media devices. It was mapped on to Web services via another service (Media Control Application, MCA).

The results have appeared in many publications. It turned out that the state of independence of services that is postulated for SOA is impracticable in the field of embedded and real-time systems in particular. Thus it is necessary to take a variety of measures into account when designing a system in order to avoid transient errors due to concurrency [2].

postulierte Zustandsunabhängigkeit der Services insbesondere im Umfeld der eingebetteten und Realzeitsysteme nicht praktikabel ist, so dass im Systementwurf eine Reihe von Maßnahmen zu berücksichtigen ist, um transiente Fehler aufgrund der Nebenläufigkeit zu vermeiden [2].

SIRENA hat eindrucksvoll demonstriert, dass die SOA-Technologie im Bereich der eingebetteten Systeme erfolgreich eingesetzt werden kann. Sie bietet nicht nur die Möglichkeit, die für Webservices entwickelten Entwicklungsumgebungen zu verwenden und damit (nach der inhärenten Einlernphase) die Produktivität drastisch zu steigern, sondern sie bietet auch die Möglichkeit einer durchgängigen Architektur von eingebetteten Geräten bis zur Kommunikation zwischen Unternehmen.

Auf dem diesjährigen ITEA-Symposium in Paris gewann das SIRENA-Projekt gegen große Konkurrenz den „ITEA – Achievement Award 2006". Damit wird das SIRENA-Projekt als europäisches Schlüsselprojekt gewürdigt, das große Bereiche eingebetteter und verteilter Systeme beeinflusst.

INTELLIGENTE MOBILE SYSTEME

Im C-LAB werden zurzeit zwei Robotertypen entwickelt, die Fußballroboter *Paderkicker* und der Roboterkopf *MEXI* (siehe auch Kapitel „Organic Computing").

Im Rahmen einer studentischen Projektgruppe werden die *Paderkicker*, ein Team von vollständig autonomen Fußball spielenden Roboterfahrzeugen, entwickelt.

Sie dienen damit zum einen als Anwendungsprojekt für die Entwicklung eingebetteter Systeme in der Lehre. Zum anderen werden sie auch in verschiedenen Projekten wie dem SFB 614 oder dem SFB 376 als Anwendungsbeispiel für die Selbstoptimierung bzw. das Lernen von Verhaltensweisen eingesetzt (siehe Kapitel „Organic Computing").

In diesem Jahr nahmen die Paderkicker an zwei offiziellen RoboCup-Wettbewerben (http://www.robocup.org) teil, den Dutch Open, die im April in Eindhoven ausgetragen wurden, und der RoboCup-Weltmeisterschaft, die im Juni

SIRENA has impressively demonstrated that the SOA technology can be employed with success in embedded systems. It not only supports the use of development environments that have evolved for Web services – with the associated boost in productivity after the inherent learning phase – but also supports an end-to-end architecture for embedded devices, extending to communication between businesses. At the ITEA Symposium in Paris, the SIRENA project won the ITEA Achievement Award 2006 in the face of great competition. This award recognizes SIRENA as a key European project, one with a significant impact on large areas of embedded and distributed systems.

INTELLIGENT MOBILE SYSTEMS

Two types of robots are currently being developed at C-LAB – soccer robots called the *Paderkickers* and a robotic head named *MEXI* (see also "Organic computing").

The Paderkickers – a team of completely autonomous, soccer playing robotic vehicles – are being developed by a project group made up of students. The Paderkickers are being used in two ways: as an application project for the development of embedded systems at the university, and in various projects, such as collaborative research centers 614 and 376, as an application example for self-optimization or the learning of behaviors (see "Organic computing").

Bild 29: Neue Robotergeneration

Fig. 29: New robot generation (robot on far left and far right)

in Bremen stattfand. Bei der Weltmeisterschaft spielten die Paderkicker in einem gemischten Team mit den Robotern von Tech United aus Eindhoven. Dies wurde insbesondere durch den hierfür entwickelten Teamserver ermöglicht, der die Koordination dieser unterschiedlichen Robotertypen und die Realisierung eines Teamverhaltens in dieser gemischten Mannschaft unterstützt (siehe Kapitel „Organic Computing"). Im Bereich der eingebetteten Systeme lag der Schwerpunkt der Arbeiten bei der Softwareumstellung auf die bereits im letzten Jahr entwickelte neue Mechanik und Hardware. Insbesondere mussten die Steuerung auf die selbst entwickelten Mikrocontroller-Boards angepasst sowie das Fahrverhalten auf die neuen Omni Directional Drives umgestellt werden.

Der zweite Robotertyp ist der Roboterkopf *MEXI* (Machine with Emotionally eXtended Intelligence), der künstliche Emotionen mithilfe seiner Gesichtsmimik und der Betonung seiner gesprochenen Sprache ausdrücken kann. MEXI nimmt seine Umgebung mithilfe zweier Kameras und zweier Mikrofone wahr. Um Rückschlüsse auf die Stimmung des Betrachters ziehen zu können, werden die natürlichsprachlichen Äußerungen des Betrachters auf bestimmte Schlüsselwörter und die Satzmelodie hin analysiert. Unter anderem wurde im Berichtszeitraum eine

In 2006, the Paderkickers took part in two official RoboCup competitions (http://www.robocup.org), namely the Dutch Open that was held in Eindhoven in April and the RoboCup World Cup that took place in Bremen, Germany, in June. In the World Cup, they played in a mixed team with TechUnited robots from Eindhoven. This was made possible by a specially developed team server that coordinates these different types of robots and implements team behavior among them (see "Organic computing"). Their work on aspects of embedded systems focused on software adjustment to the new mechanics and hardware that were developed in 2005. In particular, it was necessary to adapt control to our self-designed microcontroller boards and to convert driving behavior to the new omnidirectional drives.

The second type of robot is the robotic head called MEXI (Machine with Emotionally eXtended Intelligence) that can display artificial emotions by changing its facial expressions and adding emphasis to its spoken language. MEXI perceives its environment with the aid of two cameras and two microphones. To be able to draw conclusions about the observer's mood, MEXI analyzes his or her natural-language utterances for certain keywords and for prosody. Among other things, in the period under review a component to analyze facial expressions

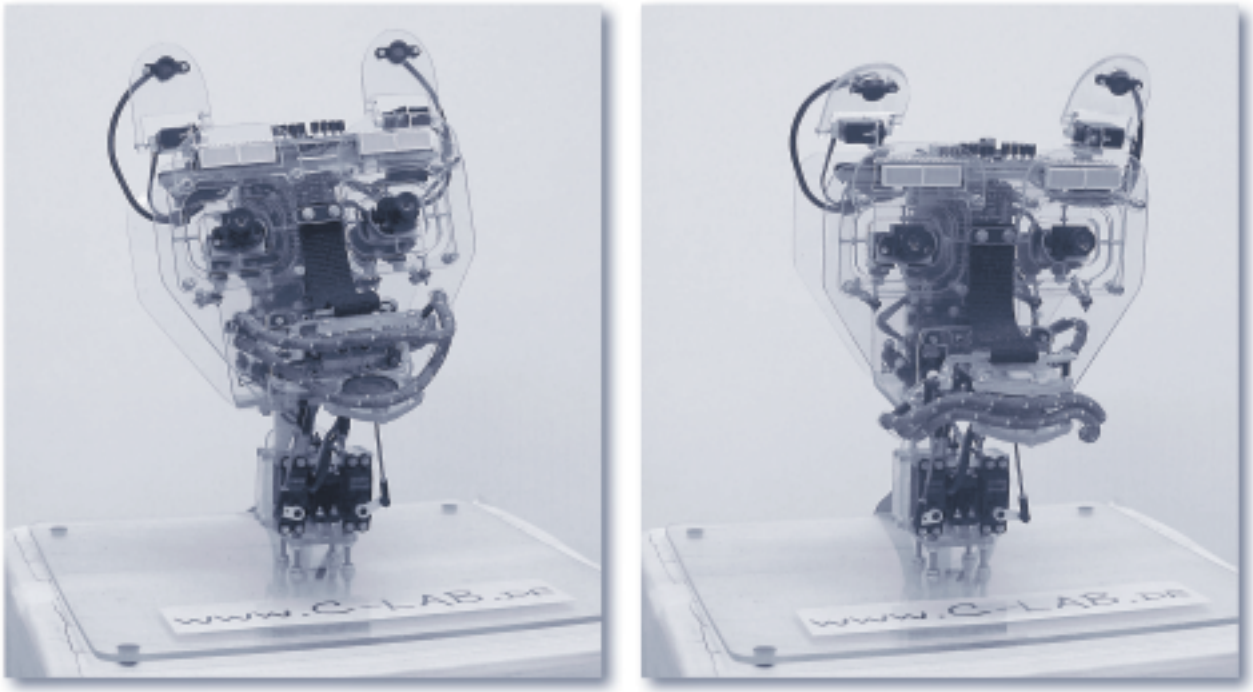


Bild 30: MEXI mit freudigem und traurigem Gesichtsausdruck
Fig. 30: MEXI with happy and sad facial expressions

Komponente zur Mimikanalyse aus Bildsequenzen für MEXI entwickelt (siehe Kapitel „Organic Computing“).

[1] SIRENA Final Technology Evaluation Report (http://www.sirena-itea.org)
[2] R. Glaschick, B. Oesterdiekhoff, C. Loeser: Service Oriented Interface Design for Embedded Devices; ETFA 2005

Kontakt:
Dr. Bernd Kleinjohann
E-Mail: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

from image sequences was developed for MEXI (see “Organic computing”).

[1] SIRENA Final Technology Evaluation Report (http://www.sirena-itea.org)
[2] R. Glaschick, B. Oesterdiekhoff, C. Loeser: Service Oriented Interface Design for Embedded Devices; ETFA 2005

Contact:
Dr. Bernd Kleinjohann
email: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

ORGANIC COMPUTING

In vielen Bereichen gehört bereits heute der Einsatz informationstechnischer Systeme zum Alltag. Neben dem technischen Umfeld, welches schon weitgehend durch die Informationstechnik geprägt ist, tritt immer mehr auch das gesellschaftliche Umfeld in Bereichen wie dem Gesundheitswesen oder der Integration einer alternden Bevölkerung in den Vordergrund. Damit steigen auch die Anforderungen des Anwenders an die Verfügbarkeit und Sicherheit dieser informationstechnischen Dienste und Systeme. Sie sollen zu jedem Zeitpunkt an jedem Ort verfügbar sein, auch wenn sie gewartet, optimiert oder auf eine neuere Version umgestellt werden. Des Weiteren sollen informationstechnische Systeme robust gegen Störungen und unberechtigte Einflussnahme sein sowie sich zur Laufzeit selbst optimieren und flexibel an die Bedürfnisse ihrer Umwelt und ihrer Anwender anpassen.

Aus Sicht eines Anbieters solcher Servicefunktionen oder Dienste wünscht man sich eine weitgehende Automatisierung aufwendiger Arbeiten wie der Installation, Anpassung und Optimierung, dem Support und der Reparatur solcher Systeme. Eine besondere Herausforderung ergibt sich daraus für vernetzte Systeme, die aus mehreren Rechenknoten bestehen. Sie müssen sich zur Betriebszeit bezüglich einer Vielzahl unterschiedlicher Aspekte wie z. B. der Anzahl der Rechenknoten, der Aufgabenverteilung oder der Vernetzungsstruktur möglichst automatisch auf die Anforderungen ihrer Umwelt einstellen.

Zusammengefasst soll sich ein solches System wie ein Organismus verhalten und sich selbstständig an die Bedürfnisse der Umwelt, seiner Anwender und den jeweiligen Nutzungskontext anpassen. Daher wurden die Begriffe „Organic Computing“ (GI) oder „Autonomic Computing“ (IBM) für derartige Systeme geprägt.

Charakteristisch für Organic Computing sind sogenannte self-X-Eigenschaften, die ein solches System aufweisen soll. Es ist

ORGANIC COMPUTING

Information technology systems are already an integral part of daily life in many areas. In addition to the technical area, which is now permeated by IT to a large extent, information technology is also being applied increasingly to social environments such as healthcare and the integration of an aging population. Typically, users in such environments have strict requirements regarding the availability and security of IT services and systems. They have to be available anywhere, anytime even while they are being maintained, optimized or updated. Furthermore, IT systems should be robust in the face of problems and unauthorized manipulation, and be able to optimize themselves at run-time and adapt flexibly to the requirements of their environments and users.

In addition, system providers require a high degree of automation for time-consuming tasks, such as system installation, adaptation, optimization or maintenance. This means a particular challenge for networked systems consisting of several computer nodes. They need to be able to adjust a variety of features – such as the number of nodes, task distribution and networking structure – as automatically as possible to the requirements of their environments during run-time.

In summary, such a system should behave like an organism and adjust automatically to the requirements of the environment, its users and the context in which it is being used. This is why terms such as organic computing (GI) and autonomic computing (IBM) have been coined for such systems.

Organic computing is characterized by so-called self-X properties that such a system should feature. It is

- self-organizing,
- self-configuring,
- self-optimizing,
- self-healing,

- selbst-organisierend,
- selbst-konfigurierend,
- selbst-optimierend,
- selbst-heilend,
- selbst-schützend und
- selbst-erklärend.

Grundlegende Voraussetzung für das Erreichen von self-X-Eigenschaften ist, dass ein System dezentral (verteilt) realisiert ist und eine Schnittstelle für Selbstmodifikationen zur Verfügung stellt. Außerdem müssen die einzelnen Komponenten in der Lage sein, ihre jeweilige Umwelt, auch wenn es sich nur um eine informationstechnische Umwelt handelt, wahrzunehmen, um adäquate kontext-sensitive Verhaltensweisen zu lernen.

C-LAB wendet die Prinzipien des Organic Computing besonders im Bereich der eingebetteten Systeme an. Insbesondere wurden folgende Themen bearbeitet, die unten detaillierter beschrieben sind:

- Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus
- Selbstkonfigurierende Fahrzeugelektroniksysteme
- Intelligente autonome Systeme
- Lernen robuster Verhaltensweisen

Aber auch im IT-Management finden sich die Prinzipien des Organic Computing bereits in der Anwendung. So bietet Siemens Business Services schon heute eine in Zusammenarbeit mit der Siemens AG und Fujitsu Siemens Computers entwickelte Lösung zur Erhöhung der Sicherheit und Verfügbarkeit von Client-Server-Systemen an. C-LAB ist an diesem Projekt namens „Auto Immune Systems“ als Siemens-Innovationswerkstatt an verschiedenen Aufgabenstellungen beteiligt (siehe Kapitel „Auto Immune Systems“).

SELBSTOPTIMIERENDE SYSTEME DES MASCHINENBAUS

Der Sonderforschungsbereich 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“ beschäftigt sich mit der Erforschung handlungsfähiger maschinenbaulicher Systeme mit inhärenter Intelligenz, die in der Lage sind, selbstständig und flexibel auf veränderte Betriebsbedingungen zu reagieren. C-LAB bearbeitet in diesem Forschungsprogramm des Sonderforschungsbereiches zwei Teilprojekte.

- self-protecting and
- self-explanatory.

The basic prerequisites for a system in achieving self-X properties are a decentralized (distributed) implementation and the availability of an interface for self-modification. In addition, the individual components must be able to perceive their specific environment – even if it is just an IT environment – in order to learn adequate context-sensitive behaviors.

C-LAB applies the principles of organic computing especially in the field of embedded systems. In particular, we have worked on the following topics, which are described in more detail later:

- Self-optimizing mechatronic systems
- Self-configuring vehicle electronic systems
- Intelligent autonomous systems
- Learning robust behaviors

But the principles of organic computing are also already being used in IT management. For example, Siemens Business Services is already offering its customers a solution that was developed together with Siemens AG and Fujitsu Siemens Computers to raise the security and availability of client/server systems. C-LAB is involved in this project, which is called Auto Immune Systems, as an innovation center for Siemens, and is working on various tasks in this context (see “Auto Immune Systems”).

SELF-OPTIMIZING MECHATRONIC SYSTEMS

Collaborative research center 614 (Self-Optimizing Mechatronic Systems) is examining adaptive mechatronic systems with inherent intelligence that are able to respond independently and flexibly to changed operating conditions. C-LAB is dealing with two subprojects in the framework of this collaborative research center.

Subproject A2 (Behavior-Based Self-Optimization) is examining new methods of planning for self-optimizing systems in constantly changing environments. Work on this subproject involves cooperation with research groups from the Heinz Nixdorf Institute, in particular Computer-Integrated Manufacturing and Business Computing, especially CIM. Subproject C3 aims to implement hierarchical, self-optimizing, behavior-based controllers

Im Teilprojekt A2 „Verhaltensbasierte Selbstoptimierung“ werden neue Verfahren zur Planung selbstoptimierenden Verhaltens in sich stetig ändernden Umgebungen untersucht. Das Teilprojekt wird in Kooperation mit den Fachgruppen für Wirtschaftsinformatik, insbesondere CIM und Rechnerintegrierte Produktion des Heinz Nixdorf Instituts bearbeitet. Die Realisierung hierarchischer, selbstoptimierender und verhaltensbasierter Regler und deren Strukturierung in einer agentenbasierten Operator-Controller-Modul- (OCM) Architektur ist Ziel des Teilprojektes C3. Dies geschieht in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik der Universität Paderborn.

Die klassische modellbasierte Optimierung eines mechatronischen Systems geschieht auf Basis von mathematischen Modellen der Strecke und der Regler und benötigt eine teilweise sehr aufwendige und langwierige Modellbildung auf der Grundlage von Differenzialgleichungssystemen. Bei der verhaltensbasierten Selbstoptimierung wird die Veränderung der Umgebung eines Systems wahrgenommen und analysiert. Dabei wird auf Erfahrungswissen zurückgegriffen, ohne eine explizite mathematische Modellbildung zu benötigen.

Im Rahmen des Teilprojektes C3 wurden auf Unschärfe basierende Verfahren zur verhaltensbasierten Selbstoptimierung untersucht und unter Verwendung von Erfahrungswissen in selbstoptimierenden Systemen eingesetzt. Die Validierung erfolgte anhand eines Szenarios aus dem Bereich der *Neuen Bahntechnik Paderborn* [1]. Der Schwerpunkt lag auf der selbstoptimierenden Bildung einer optimalen Durchfahrtreihenfolge von schienengebundenen Fahrzeugen, den so genannten RailCabs (http://nbp-www.upb.de/), durch einen Weichenbereich. Ziel der aktuellen Förderphase des Sonderforschungsbereiches ist es, über mehrere Streckenabschnitte mittels Approximationen eine Planungsarchitektur aufzubauen, die es ermöglicht, sowohl über diskrete Klassifikationsaufgaben als auch zukünftig über kontinuierliche Vorgänge Pläne zu erstellen.

Um über kontinuierliche Verläufe in der Zukunft Aussagen treffen zu können, müssen hinreichend genaue Approximationen des Systemverhaltens und der zu erwartenden Strecke vorliegen. Als Grundlage dieser Approand to structure them in an agent-based operator controller module (OCM) architecture. This is taking place in close cooperation with the chair for Control Engineering and Mechatronics at the University of Paderborn.

Classic model-based optimization of a mechatronic system is based on mathematical models of the controlled system and controllers, and requires modeling on the basis of differential equation systems, which can be very complex and time-consuming in some cases. In behavior-based self-optimization, changes to the environment of a system are perceived and analyzed. Empirical knowledge is used here without requiring explicit mathematical modeling.

Subproject C3 has examined fuzzy methods of behavior-based self-optimization and has used them in self-optimizing systems on the basis of empirical knowledge. Validation was based on a scenario from the *Neue Bahntechnik Paderborn* project, which is also referred to as NBP or Paderborn New Rail Technology project [1]. The focus lay on the generation of a self-optimizing sequence of passage of RailCabs (shuttles) through a switch area (http://nbp-www.upb.de/). The goal of the current phase of this special research center is to establish a planning architecture by means of approximation over several rail sections, allowing plans to be created both on discrete classification tasks and, in the future, on continuous processes.

To be able to anticipate the future behavior of continuous processes, sufficiently accurate approximations of the system behavior and of the expected conditions on subsequent track sections are needed. A scalable, data flow-oriented fuzzy library was developed as the basis for these approximations [2]. Ongoing work is looking at the successive creation of behavior-based models from observations of the system. The fuzzy approximations obtained in this way form the basis for a discrete/continuous planning component. In order to evaluate the overall system, work has started on hybrid planning of the tracking of a RailCab. An initial prototype is shown in Fig. 31 by an example.

In the example shown, the planning component has been implemented by means of an expert system based on CLIPS and makes it possible to have a direct effect on the tracking module. A VRML model was used for visualization. The feedback blocks reflect the course of the rail track. This example is being continued in close coopera-

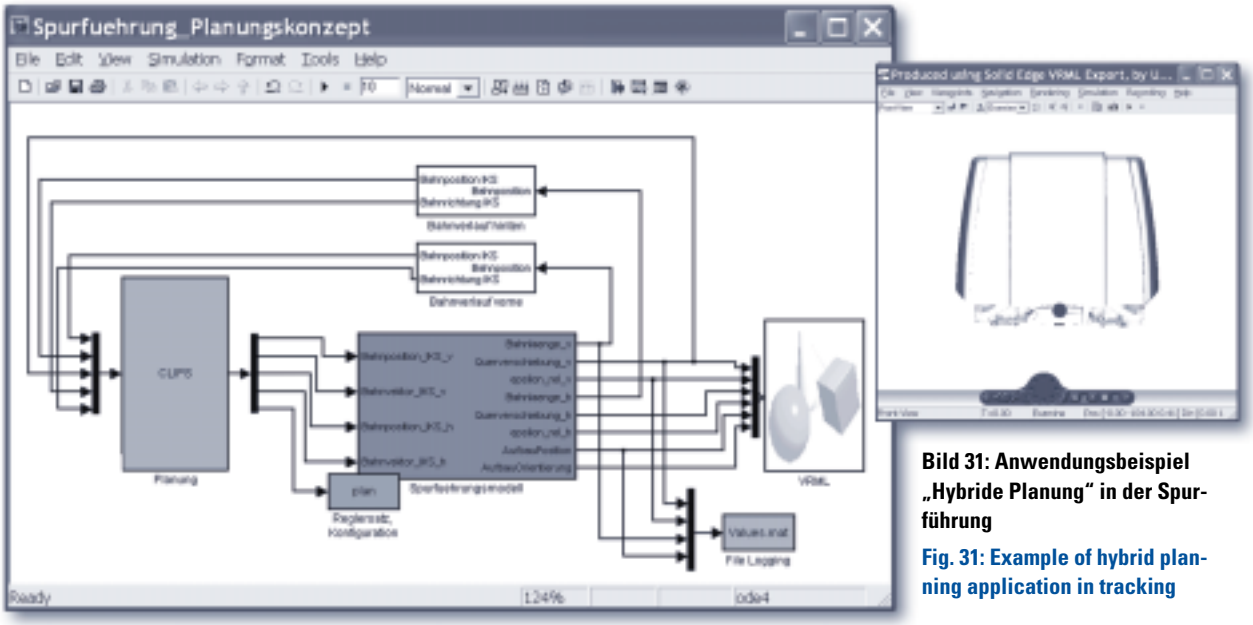


Bild 31: Anwendungsbeispiel „Hybride Planung" in der Spurführung

Fig. 31: Example of hybrid planning application in tracking

ximationen wurde eine skalierbare datenflussorientierte Fuzzy-Bibliothek entwickelt [2]. Laufende Arbeiten beschäftigen sich mit der sukzessiven Erstellung verhaltensbasierter Modelle aus Beobachtungen des Systems. Die so gewonnenen Fuzzy-Approximationen sind Grundlage einer diskret/kontinuierlichen Planungskomponente. Zur Evaluierung des Gesamtsystems wurde mit Arbeiten zur hybriden Planung der Spurführung eines RailCabs begonnen. In Bild 31 ist ein erster Prototyp beispielhaft dargestellt.

Die Planungskomponente ist in dem abgebildeten Beispiel mittels eines Expertensystems auf der Basis von CLIPS realisiert und ermöglicht es, direkt Einfluss auf das Spurführungsmodul zu nehmen. Zur Visualisierung wurde ein VRML-Modell genutzt. Den Bahnverlauf spiegeln die Rückführungsblöcke wider. Das Beispiel wird in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für Regelungstechnik und Mechatronik fortgeführt.

[1] Koch, M.; Richert, W.; Saskevic, A.: „A self-optimization approach for hybrid planning and socially inspired agents". Second NASA GSFC/IEEE Workshop on Radical Agent Concepts NASA Goddard Space Flight Center Visitor's Center Greenbelt, MD, USA, September 2005

[2] Schäfers, L.: „Entwicklung einer skalierbaren, datenflussorientierten Fuzzy-Bibliothek", Studienarbeit Universität Paderborn, September 2006

tion with the chair for Control Engineering and Mechatronics at the University of Paderborn.

[1] Koch, M.; Richert, W.; Saskevic, A.: "A self-optimization approach for hybrid planning and socially inspired agents". Second NASA GSFC/IEEE Workshop on Radical Agent Concepts NASA Goddard Space Flight Center Visitor's Center Greenbelt, MD, USA, September 2005

[2] Schäfers, L.: "Entwicklung einer skalierbaren, datenflussorientierten Fuzzy-Bibliothek", thesis at the University of Paderborn, September 2006

SELF-CONFIGURING VEHICLE ELECTRONIC SYSTEMS

Future application scenarios for vehicle electronic systems include simultaneous access to a number of mobile devices that build ad hoc networks with the built-in devices and utilize network-based services. Due to the nature of automotive systems (simple intuitive interfaces that are highly integrated with the vehicle environment), there is a strong need to provide a platform that is capable of hiding the inherent complexity of the system from the user while still enabling advanced features and making optimal use of resources as and when they become available. This imposes very high demands on the configuration flexibility and scalability of the systems, which cannot be fulfilled by current high-end vehicle electronic architectures (see Fig. 32).

SELBSTKONFIGURIERENDE FAHRZEUGELEKTRONIKSYSTEME

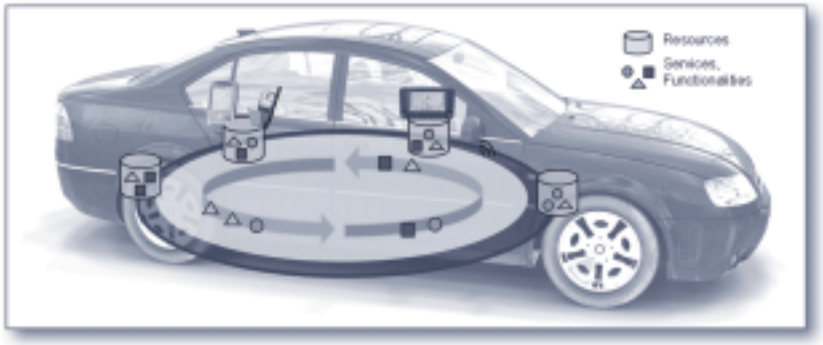


Bild 32: Verteilung von Diensten und Funktionalitäten innerhalb des Infotainment-Netzwerkes eines Fahrzeuges

Fig. 32: Distribution of services and functionalities in an infotainment network of a vehicle

Zukünftige Anwendungsszenarien für Fahrzeugelektroniksysteme sehen einen gleichzeitigen Zugriff auf mehrere mobile Geräte vor, die Ad-hoc-Netzwerke mit den fest eingebauten Geräten aufbauen und netzbasierte Dienste verwenden. Aufgrund der Beschaffenheit von Fahrzeugsystemen (einfache intuitive Schnittstellen, die in hohem Maße in die Fahrzeugumgebung integriert sind) ist dringend eine Plattform erforderlich, welche die dem System eigene Komplexität vor dem Benutzer verbirgt und dabei dennoch die hoch entwickelten Leistungsmerkmale bereitstellt und die Ressourcen, sobald verfügbar, optimal nutzen kann. Dies stellt hohe Anforderungen an die Konfigurationsflexibilität und die Skalierbarkeit der Systeme, die von der gegenwärtigen High-End-Elektronikarchitektur im Fahrzeug nicht erfüllt werden können (siehe Bild 32).

In dem durch die EU geförderten DySCAS-Projekt (Dynamically Self-Configuring Automotive Systems) werden die grundlegenden Mechanismen und Konzepte für eine Rekonfiguration der Systeme entwickelt bzw. bearbeitet werden, die von Algorithmen zur Laufzeitkonfiguration über Middleware-Lösungen bis zu grundlegenden Software-Implementierungstechnologien reichen, z. B. Betriebssysteme und Kommunikationsnetze. DySCAS wird zudem die Strukturen für ein Software-Schichtenmodell zur Verfügung stellen, das für den Einsatz in Fahrzeugsteuersystemen geeignet ist und die allgemeine Bereitstellung von Selbstorganisationsprinzipien (Selbstkonfiguration, Selbstheilung, Selbstoptimierung und Selbstschutz) unterstützt. Die DySCAS-Ergebnisse werden durch die Implementierung von Demonstrationsapplikationen bestätigt werden, die Leistungsmerkmale wie automatische Ermittlung neuer Geräte, Softwaredownload und Softwareverschiebung präsentieren sollen.

C-LAB wird sich im Rahmen des DySCAS-Projektes mit der Lastverteilung innerhalb des Infotainment-Netzes eines Fahrzeuges beschäftigen. Dabei müssen insbesondere bereits existierende Scheduling-Strategien angepasst und gegebenenfalls neue entwickelt werden. Zusätzlich

The EU-funded DySCAS project (Dynamically Self-Configuring Automotive Systems) will develop or adapt basic mechanisms and concepts for the dynamic reconfiguration of systems, ranging from algorithms for runtime configuration to middleware solutions and basic software implementation technologies, e. g. operating systems and communication networks. DySCAS will also provide the structures for a layered software architecture that is suitable for deployment in automotive control systems and supports the general provision of self-organization principles (self-configuration, self-healing, self-optimization and self-protection). The DySCAS results will be validated by implementing demonstrator applications to testify to features such as automatic discovery of new devices, software downloading and software relocation.

In the DySCAS project, C-LAB will deal with load balancing in the infotainment net of a vehicle. Existing scheduling strategies must be adapted and, if necessary, developed from scratch in this process. It will also be necessary to consider the real-time requirements of both the application to be distributed and the reconfiguration methods.

INTELLIGENT AUTONOMOUS SYSTEMS

As already described in the section “Embedded systems,” two types of robots are being developed at C-LAB – the Paderkickers, a team of soccer robots, and a robotic head called MEXI. This section focuses on their autonomous behavior and autonomous adaptation to their environments, as well as on the intelligent interpretation of their perceptions that is needed to accomplish this.

sind Echtzeitanforderungen der zu verteilenden Anwendung und der Rekonfiguration zu berücksichtigen.

INTELLIGENTE AUTONOME SYSTEME

Im C-LAB werden – wie bereits im Kapitel „Eingebettete Systeme" beschrieben – zwei Robotertypen entwickelt, die Fußballroboter *Paderkicker* und der Roboterkopf *MEXI*. In diesem Kapitel bilden ihr selbstständiges Verhalten und ihre selbstständige Anpassung an ihre Umgebung sowie die dazu notwendige intelligente Interpretation ihrer Wahrnehmungen den Schwerpunkt.

Der Roboterkopf MEXI (Machine with Emotionally eXtended Intelligence) kann künstliche Emotionen mithilfe seiner Gesichtsmimik und der Betonung seiner Sprache ausdrücken. Das Ziel bei seiner Entwicklung ist die intelligente Interaktion mit dem Menschen, in der sich der Roboterkopf auch auf die Emotionen seines menschlichen Gegenübers einstellt. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde MEXI im Berichtszeitraum mit einigen neuen Komponenten der Mensch-Roboter-Interaktion versehen. So wurde MEXI um die Fähigkeit erweitert, auf gesprochene Sprache zu reagieren. Dafür wurde das kommerzielle Spracherkennungssystem ViaVoice 10 von IBM mithilfe des Java Speech API in MEXI's System eingebunden. Bislang erfolgte die Eingabe von Sätzen über die Tastatur. Mittels der Spracherkennung kann der Benutzer nun auf natürliche Art und Weise über gesprochene Sprache mit dem Roboterkopf kommunizieren. Die Antworten werden von dem Chatbot ALICE generiert und von einer Sprachausgabe mit einem emotionalen Tonfall wiedergegeben. Der Chatbot wurde um ein Kurz- und Langzeitgedächtnis ergänzt, damit der Roboterkopf einige Informationen über seinen Gesprächspartner behalten und bei der Konversation wiederverwenden kann.

Um die Kommunikation mit MEXI noch authentischer zu machen, wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein neues Modul zur automatischen Emotionserkennung aus Bildsequenzen entwickelt und realisiert. Die Mimikerkennung basiert auf Fuzzy-Logik und beinhaltet Funktionen für das Verfolgen (Tracking) von Gesichtern in einer Bildsequenz und die Gesichtsanalyse, die mittels Merkmalsextraktion und Fuzzy-Klassifikation der Gesichtsausdrücke die aktuellen Emotionen eines Menschen ermittelt. Im Verlauf der Mimikerkennung wird zuerst ein Gesicht im Bild detektiert, das in den Bildsequenzen verfolgt wird.

The robotic head MEXI (Machine with Emotionally Xtended Intelligence) can express artificial emotions with the aid of its facial expressions and the intonation of its speech. The current development aims at enabling MEXI to interact intelligently with a human being by adjusting to the emotions of its human counterpart. In order to achieve this goal, MEXI's software was extended with several new human/robot interaction components in the period under review. For instance, MEXI was extended by the ability to respond to speech. To implement this, we used the Java speech API to integrate IBM's commercial voice recognition system ViaVoice 10 in the MEXI system. Prior to this time, sentences had been entered via the keyboard. Voice recognition now enables the user to communicate with the robotic head in a natural way using spoken language. The answers are generated by the ALICE chat bot, and are pronounced with an emotional prosody by a freely-available speech synthesis module. Short-term and long-term memories have been added to the chat bot to enable the robotic head to retain some information about its human counterpart and reuse it in communication.

To make communication with MEXI even more authentic, in the course of a thesis project a new module was designed and developed to recognize emotions from sequences of images automatically. This is based on fuzzy logic and incorporates functions to track faces in an image sequence and to analyze facial expressions and identify a human's current emotions by extracting features of the face and applying a fuzzy classification. To recognize these expressions, the system first detects a face in an image and then tracks it in the sequence of images that follows. During tracking, characteristic features of the face are extracted from the images. Facial characteristics, such as the position of the angles of the mouth and the eyebrows, are calculated on the basis of their coordinates. These are evaluated with the aid of a fuzzy rule base and the facial expression is classified. The system can recognize five emotional states – happiness, sadness, fear, anger and a neutral expression. Fig. 33 shows an example of the results of automatic recognition of facial expressions.

MEXI's next task is to learn to respond suitably to the emotional state that it has recognized. In order to implement "realistic" human-machine communication, our activities to develop recognition of emotions on the basis of

Während des Tracking werden charakteristische Merkmalspunkte aus den Gesichtsbildern extrahiert. Aufgrund ihrer Koordinaten werden mimische Merkmale, wie z. B. die Stellung der Mundwinkel oder der Augenbrauen, berechnet. Diese werden mittels einer Fuzzy-Regelbasis ausgewertet und der entsprechende Gesichtsausdruck wird klassifiziert. Das System ist in der Lage, die fünf emotionalen Zustände Glück, Trauer, Angst, Ärger und Neutral zu erkennen. Bild 33 zeigt ein Beispiel für die Resultate der automatischen Mimikerkennung.

Bild 33: Resultate der mimikbasierten Emotionserkennung (Beispiele)

Fig. 33: Results of recognition of emotions based on facial expressions (examples)

Demnächst soll MEXI lernen, auch in geeigneter Weise auf den erkannten emotionalen Zustand zu reagieren. Um eine „realistische" Mensch-Maschine-Kommunikation zu ermöglichen, wurde daher bei der Entwicklung der mimikbasierten Emotionserkennung besonders auf die Echtzeitfähigkeit, die Personenunabhängigkeit und die Robustheit gegenüber gestörten Hintergründen geachtet.

Bei den Paderkickern lag im Berichtszeitraum der Schwerpunkt auf der Entwicklung einer Komponente zur Koordination der Roboter, um ein wirkliches Teamverhalten zu unterstützen. Diese Aufgabe übernimmt der sogenannte Teamserver, der ähnlich wie ein Trainer im realen Fußballspiel agiert. Den Kern des Teamservers bildet ein Expertensystem, das abhängig von der jeweiligen Spielsituation jedem Roboter im Team seine Rolle zuteilt und damit über seine jeweilige Spielstrategie entscheidet. Diese Strategie wird dann autonom von jedem Roboter umgesetzt. Das nötige Wissen über die aktuelle Situation, wie z. B. ihre Position oder die Position des Balles, übermitteln die Roboter über WLAN an den Teamserver. Eine besondere Anforderung an den Teamserver war die einfache Handhabbarkeit heterogener Teams, die aus unterschiedlichen Robotern bestehen, die an unterschiedlichen Orten unabhängig entwickelt werden. Diese Fähigkeit wurde während der RoboCup-Weltmeisterschaft in Bremen unter Beweis gestellt. Dort spielten die Paderkicker gemeinsam in einem gemischten Team mit TechUnited-Robotern aus Eindhoven, Niederlande. Der Teamserver verfügt über eine graphische Benutzeroberfläche, die in Bild 34 gezeigt ist. Neben der Darstellung der aktuellen Spielsituation und der automatischen Auswahl der Strategie kann diese Benutzeroberfläche auch zur interaktiven Übergabe der Schiedsrichterentscheidungen wie Anstoß, Unterbrechungen und Spielende verwendet werden.

facial expressions focused, above all, on real-time capability, independence of a particular person, and robustness in the event of noisy backgrounds.

In 2006, our Paderkicker activities focused on developing a component to coordinate the robots in order to support real team behavior. This task is handled by a team server that acts like a coach in a real soccer match. The core of the team server is an expert system that assigns a role to every robot in the team on the basis of the match situation, and thus defines the strategy for the game. This strategy is then implemented autonomously by every robot. The robots transfer the necessary knowledge about the current situation, such as their own position or the position of the ball, to the team server via a WLAN. A special requirement for the team server was easy handling of heterogeneous teams that consist of different robots being developed independently at various locations. This capability was demonstrated at the RoboCup World Championships in Bremen, Germany. There, the Paderkickers played together in a mixed team with TechUnited robots from Eindhoven, Netherlands. The team server features a graphical user interface that is shown in Fig. 34. In addition to showing the current match situation and automatically selecting the strategy, this user interface can also be used for interactive transfer of the referee's actions and decisions such as the kick-off, interruptions and the end of the match.

LEARNING ROBUST BEHAVIORS

The growing complexity and performance of autonomous robotic systems are increasingly turning the manual programming of the underlying behaviors into a Herculean task. This is compounded by the fact that developers can no longer predict future situations in which the systems will have to continue acting intelligently.

kicker-Roboter mit den Robotern des Teams TechUnited, Eindhoven, in einer gemischten Mannschaft. Der Teamserver verfügt über eine grafische Oberfläche, die in Bild 34 dargestellt ist. Neben der Abbildung der aktuellen Spielsituation und der automatischen Strategieauswahl ist hierüber auch die interaktive Übermittlung von Schiedsrichteraktionen und Entscheidungen, wie z. B. Spielstart, -ende oder -unterbrechung, möglich.

Bild 34: Grafische Oberfläche des Paderkicker-Teamservers

Fig. 34: Graphical user interface of the Paderkicker team server

LERNEN ROBUSTER VERHALTENSWEISEN

Mit zunehmender Komplexität und Leistungsfähigkeit autonomer Robotersysteme wird auch immer mehr das manuelle Ausprogrammieren der zugrunde liegenden Verhaltensweisen zur Herkulesaufgabe. Erschwerend kommt hinzu, dass der Entwickler zukünftige Situationen, in denen das System weiterhin intelligent agieren soll, nicht mehr vollständig überblicken oder vorhersagen kann. Für diesen Zweck wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 376 der DFG eine Lernkomponente entwickelt

To counteract this, we developed a learning component (skill learning/adaptation in Fig. 35) within the DFG funded collaborative research center 376 that can autonomously learn behavior on the lowest level and make it available to the strategy or planning level above. This learning module is able to carry out experiments on its own in order to examine regularities with a view to its own possible actions and their effects on the environment. When the Exploiter does not find any appropriate behavior for the current goal in the skill database or when the Progress Monitor detects a significant variance from precomputed environmental changes, the Explorer takes control of the system and tries to find usable behaviors for the situation in question. This is done by randomly exploring the potential actions and then approximating their effects on the basis of predefined models stored in the model database. Regularities that have been identified are stored as skills in the skill

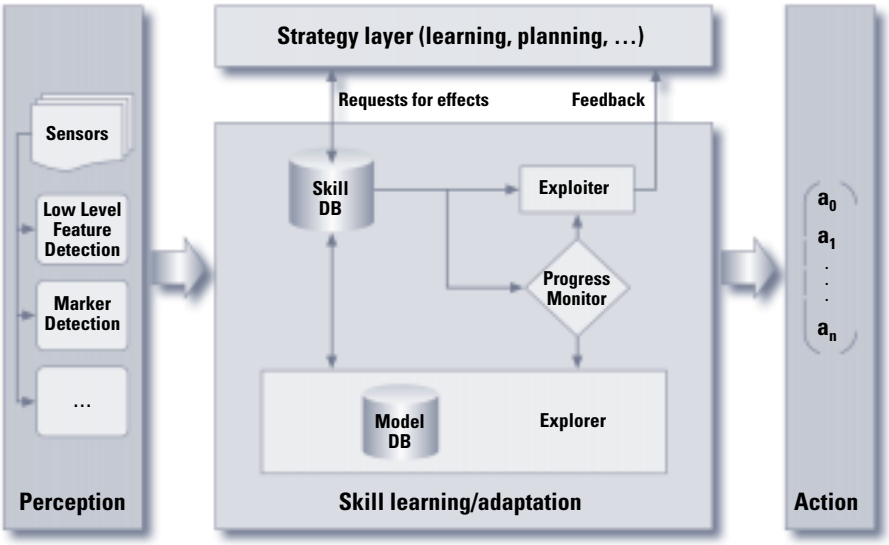


Bild 35: Robotikframework mit integrierter Lernkomponente für robuste Verhaltensweisen

Fig. 35: Robotic framework with integrated learning component for robust behaviors

(„Skill learning/adaptation“ in Bild 35), die Verhalten auf unterster Ebene autonom lernen kann und dieses der darüber angeordneten Strategie- oder Planungsebene zur Verfügung stellt. Das Lernmodul ist in der Lage, selbstständig Experimente durchzuführen, um Gesetzmäßigkeiten bzgl. der eigenen Aktionsmöglichkeiten und deren Auswirkungen auf die Umwelt zu erforschen. Sobald der Exploiter in der Verhaltensdatenbank („Skill DB“) keine passende Verhaltensweise für das gerade aktuelle Ziel findet oder der Progress Monitor eine signifikante Abweichung von den zuvor vorausberechneten Umweltänderungen erkannt hat, übernimmt der Explorer die Kontrolle über das System und versucht für die aktuelle Situation wieder brauchbare Verhalten zu finden. Dies geschieht durch randomisierte Exploration der möglichen Aktionen, deren Auswirkungen dann anhand vordefinierter Modelle aus der Modelldatenbank („Model DB“) approximiert werden. Erfolgreich erforschte Gesetzmäßigkeiten werden in Form von sogenannten „Skills“ zusammen mit notwendigen Metadaten (Umweltsituation etc.) in der Verhaltensdatenbank abgelegt und stehen der höheren Schicht als Aktionen zur Verfügung.

In Bild 36 sind die Ergebnisse eines Simulationsexperimentes zu sehen, in dem ein mobiler Roboter lernt, auf ein Ziel zuzufahren. Dies wird dadurch erschwert, dass ihm keine weiteren Informationen über seinen Differenzialantrieb (linkes und rechtes Rad getrennt ansteuerbar) mitgeteilt werden und er für die verschiedenen Situationen selber Manöver erforschen muss. Mit der Zahl zur Verfügung stehender Verhalten (obere Kurve) nimmt die Zeit, die der Roboter braucht, um das Ziel zu erreichen (untere Kurve), ab.

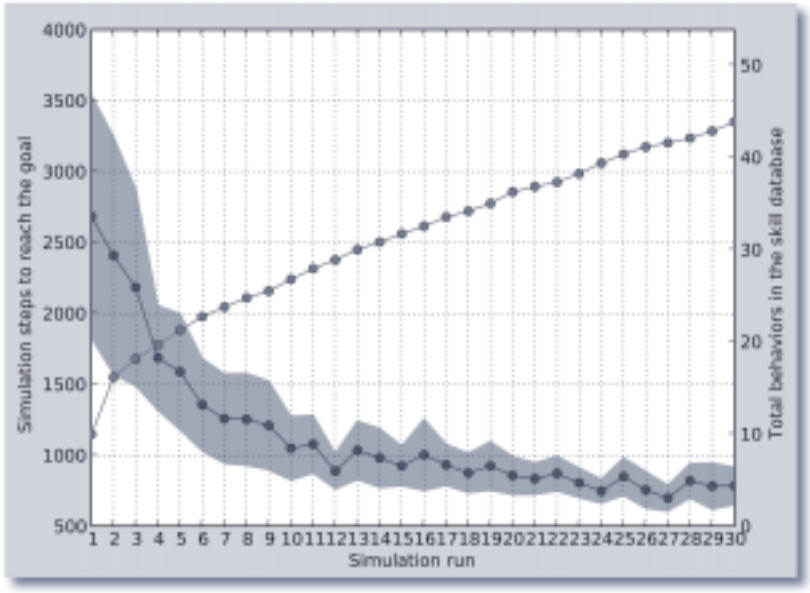


Bild 36: Simulationsverlauf eines Lernexperimentes. Die benötigte Zeit zur Erreichung des Ziels (untere Kurve) nimmt mit der Anzahl der Verhalten (obere Kurve) ab.

Fig. 36: Simulation of a learning experiment. The time needed to reach the goal (lower curve) decreases with the number of behaviors that are available (upper curve).

Kontakt:
Dr. Bernd Kleinjohann
E-Mail: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

database together with the necessary metadata (environmental situation, etc.), and are then available as actions for the higher layer.

Fig. 36 shows the results of a simulation experiment in which a mobile robot learns to move toward a goal. This is made more difficult by the fact that the robot is not given any further information about its differential drive (the left and right wheels are separately controllable) so that it has to examine maneuvers for various situations itself. The more behaviors available (upper curve), the less time the robot needs to reach the goal (lower curve).

Contact:
Dr. Bernd Kleinjohann
email: Bernd.Kleinjohann@c-lab.de

OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY

Generell gilt heute für die Entwicklung und den Einsatz neuer Technologien in verschiedensten Anwendungsbereichen, dass ohne die Verfügbarkeit leistungsfähiger mathematischer Simulationsverfahren eine effiziente und wettbewerbsfähige Produktentwicklung (Fehlerminimierung, Designoptimierung, Entwicklungszeit- und -kostenreduktion) kaum mehr möglich ist. Ein Vorgehen nur nach der Methode Versuch und Irrtum ist teuer und langwierig. Im Arbeitsgebiet Optical Interconnection Technology befasst sich C-LAB mit der mathematischen Simulation, dem Entwurf und der messtechnischen Charakterisierung von sogenannten hoch multimodalen optischen Wellenleitern. Ziel dieser Arbeiten ist die Erschließung und Nutzung des technologischen Innovationspotenzials derartiger Wellenleiter für verschiedenste Anwendungsbereiche wie die optische Verbindungstechnik für elektrisch-optische Baugruppen oder die Nutzung von speziellen Lichtwellenleitern im Sensorikbereich. Hierbei liefert die mathematische Simulation ein tieferes Verständnis für die relevanten Mechanismen und unterstützt zeit- und kostengünstigere Entwicklungen. Die mathematischen Methoden werden mit Experimenten und Messungen abgeglichen und diese Kombination erzeugt dann einen nachweisbar hohen Nutzen für die industrielle Praxis.

ELEKTRISCH-OPTISCHE LEITERPLATTE

Mit den seit 1998 kontinuierlich geleisteten Beiträgen gehört C-LAB weltweit zu den Pionieren auf dem Gebiet der optischen Verbindungstechnik für Leiterplatten und Baugruppen. Bild 37

OPTICAL INTERCONNECTION TECHNOLOGY

In various application areas, it is now almost impossible to develop and use new technologies and products efficiently and competitively (error minimization, design optimization, reduction of development time and cost) without powerful mathematical simulation methods. A trial-and-error approach is expensive and time-consuming. The Optical Interconnection Technology group at C-LAB deals with mathematical simulation and the design and metrological characterization of multimode optical waveguides. The goal of this work is to tap and exploit the technological innovation potential of such waveguides for a variety of application areas, such as optical interconnection technology (OIT) for electro-optical circuit boards or special waveguides used in sensors. Mathematical simulation deepens our understanding of the relevant mechanisms, and allows development to proceed more rapidly and at lower cost. Mathematical methods are synchronized with experiments and measurements – a combination that delivers demonstrably high benefits for industrial practice.

ELECTRO-OPTICAL CIRCUIT BOARDS

With the contributions it has made continuously since 1998, C-LAB is one of the worldwide pioneers in the field

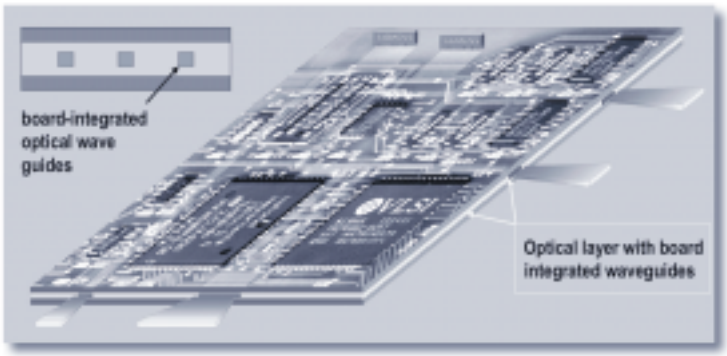


Bild 37: Vision der elektrisch-optischen Leiterplatte
Fig. 37: Vision of the electro-optical board

veranschaulicht die Vision dieser Zukunftstechnologie. Grundlegend ist dabei die Verwendung von zusätzlichen, in die konventionelle elektrische Leiterplatte integrierten, hoch multimodalen optischen Kanalwellenleitern z. B. für die Realisierung optischer Verbindungen in Computer-Backplanes bis hin zu optischen Chip-to-Chip-Verbindungen. Auf diese Weise entsteht eine völlig neuartige hybride elektrisch-optische Verbindungstechnik (Electro-Optical Circuit Board (EOCB) technology), welche entsprechend dem rasant ansteigenden Bedarf an Bandbreite und Bandbreitendichte in zukünftigen Generationen informationsverarbeitender Systeme skaliert werden kann. Auch in 2006 hat C-LAB gemeinsam mit den entsprechenden Abteilungen von Siemens Corporate Technology die Entwicklung dieser innovativen Technologie vorangetrieben. Neben der messtechnischen Charakterisierung zahlreicher Versuchsmuster von optischen Wellenleitern im eigenen Optiklabor konzentrierten sich die Arbeiten von C-LAB in diesem Bereich vor allem auf die kontinuierliche Weiterentwicklung des Forschungssimulators sowie der Designwerkzeuge für optische Verbindungen in Leiterplatten.

OPTISCHE SENSORIK

Ein weiterer Anwendungsbereich für hoch multimodale optische Wellenleiter, der sich von der optischen Verbindungstechnik für Baugruppen völlig unterscheidet, findet sich im Bereich der Sensorik. Hier werden Eigenschaften hoch multimodaler optischer Wellenleiter in unterschiedlicher Weise entweder direkt für Sensoraufgaben genutzt oder es werden verschiedene Ausprägungen derartiger Wellenleiter als Komponente innerhalb von Sensorsystemen eingesetzt. Die Anfang 2004 begonnenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an mathematischen Simulationsverfahren im Bereich der faseroptischen Sensorik wurden in 2006 erfolgreich fortgesetzt. Hierbei gelang es C-LAB, wesentliche in vorangegangenen kommerziellen Projekten im Bereich der faseroptischen Sensorik erzielte Ergebnisse und gewonnenes Know-how an ein neues Aufgabenfeld im Bereich der Medizintechnik zu adaptieren (siehe Seite 29 – 38: „Faseroptischer Sensor zur Messung von Wirbelsäulenbewegungen“). C-LAB festigt damit seine führende Stellung im Bereich der Computersimulation faseroptischer Sensoren. Bild 38 zeigt als Beispiel eine Sensorfaser mit

of optical interconnection technology for printed circuit boards. Fig. 37 shows the vision of this future technology. The underlying approach is to use highly multimodal, optical channel waveguides that have been integrated additionally in a conventional electric circuit board. Examples range from the implementation of optical interconnects in computer backplanes to optical chip-to-chip interconnects. This creates a totally new hybrid technology – electro-optical circuit board (EOCB) technology – that can be scaled in line with the rapidly increasing bandwidth requirements and bandwidth density in future generations of information processing systems. In 2006 C-LAB continued its collaboration with the corresponding departments of Siemens Corporate Technology on the development of this innovative technology. In addition to the metrological characterization of many prototypes of optical waveguides in our own optics laboratory, C-LAB's work in this field focused mainly on the continued development of the research simulator and design tools for optical interconnects in boards.

OPTICAL SENSORS

Another application area for highly multimodal optical waveguides lies in sensors; but this is very different from optical interconnection technology for boards. Here, the properties of highly multimodal optical waveguides are used in different ways: either directly for sensor tasks or, in various versions of such waveguides, as components in sensor systems. The research and development work that we started in 2004 on mathematical simulation methods in the domain of fiber-optic sensors continued successfully in 2006. C-LAB managed to adapt the most significant results and know-how gained from previous commercial projects involving fiber-optic sensors to a new field of research in medical technology (see pages 29 – 38, “Fiber-optic sensor to measure movements of the spine”). In doing so, C-LAB has consolidated its leading position in the field of computer simulation of fiber-optic sensors. As an example, Fig. 38 shows a sensor fiber with light emergence in the microstructured core cladding area.

In another project, C-LAB successfully completed a feasibility study on sensor technology on behalf of a leading manufacturer. On the basis of the results we obtained in this study, we are now tackling another optical sensor development project.

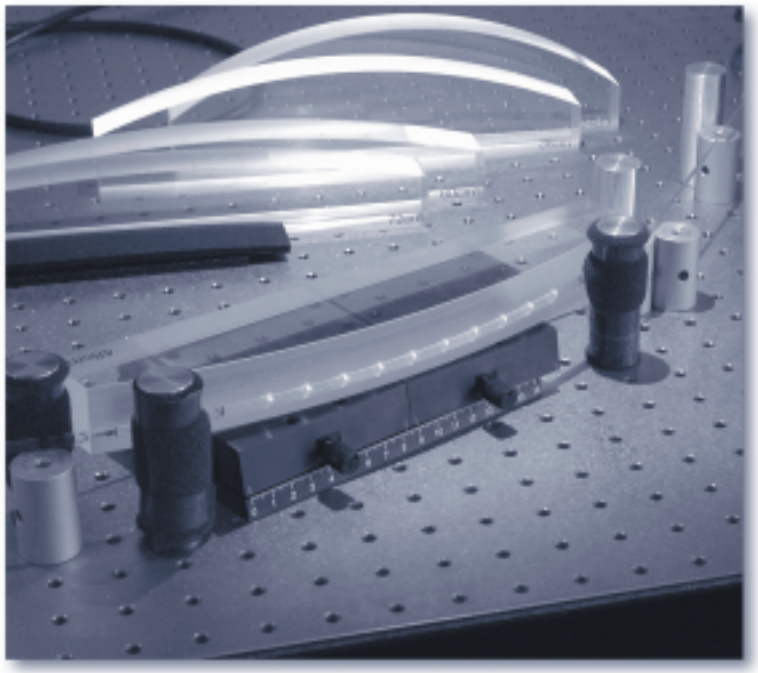


Bild 38: Sensorfaser mit Lichtaustritt im mikrostrukturierten Kern-Mantel-Bereich

Fig. 38: Sensor fiber with light emergence in the microstructured core cladding area

Lichtaustritt im mikrostrukturierten Kern-Mantel-Bereich. In einem weiteren Projekt wurde im Auftrag eines führenden Herstellers für Sensortechnik eine Machbarkeitsstudie erfolgreich abgeschlossen. Aufbauend auf den dabei gewonnenen Ergebnissen wird nun ein weiterführendes Entwicklungsprojekt im Bereich optische Sensorik angegangen.

KOMMERZIELLE VERWERTUNG VON F+E-ERGEBNISSEN

Sehr erfolgreich verliefen die Aktivitäten von C-LAB hinsichtlich des Ausbaus der bereits in 2004 begonnenen kommerziellen Nutzung und Verwertung von F+E-Ergebnissen und Kompetenzen aus dem Arbeitsgebiet Optical Interconnection Technology. So wurden im Rahmen von industriellen Dienstleistungsprojekten im Bereich des Optical Engineering das – u. a. auch in nationalen und europäischen Förderprojekten – erzielte Know-how sowie Forschungsergebnisse in signifikantem Umfang der kommerziellen Nutzung und Verwertung zugeführt. Darüber hinaus entstanden in enger Zusammenarbeit mit Siemens Corporate Technology mehrere Erfindungen, die zum Patent angemeldet wurden.

PUBLIKATION WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER ERGEBNISSE

Die auf dem Gebiet der optischen Verbindungstechnik erzielten wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse wurden im Rahmen von Beiträgen zu nationalen und internationalen Workshops, Symposien, Konferenzen etc. publiziert (u. a. Photonics West 2006, San Jose, CA, USA; ESTC 2006, Dresden, Deutschland; Z-DAC 2006, Ulm, Deutschland; Forum der SMT2006, Nürnberg, Deutschland; ORT 2006, Siegen, Deutschland; Photonics Symposium at Electronica 2006, München, Deutschland). Darüber hinaus präsentierte C-LAB auch in 2006 auf der internationalen Fachmesse SMT/HYBRID/PACKAGING 2006 in Nürnberg die neuesten Ergebnisse seiner Forschungs-

COMMERCIAL EXPLOITATION OF R&D RESULTS

C-LAB's activities to expand the commercial exploitation of R&D results and skills from the optical interconnection technology domain began in 2004 and have been very successful. For example, the know-how and research results from industrial service projects related to optical engineering (including German and European sponsored projects) have been utilized commercially to a significant extent. In addition, close cooperation with Siemens Corporate Technology has led to several inventions for which patents are pending.

PUBLICATION OF SCIENTIFIC AND ENGINEERING RESULTS

The scientific and engineering results obtained in the field of optical interconnection technology were published in various papers for national and international workshops, symposia, conferences, etc. (including Photonics West 2006, San Jose, CA, USA; ESTC 2006, Dresden, Germany; Z-DAC 2006, Ulm, Germany, SMT2006 Forum, Nuremberg, Germany; ORT 2006, Siegen, Germany; Photonics Symposium at Electronica 2006, Munich, Germany). In addition, C-LAB attended the international SMT/HYBRID/PACKAGING 2006 tradeshow in Nuremberg last year, as it has in the past, and presented the lat-

und Entwicklungsarbeiten, insbesondere im Bereich der Simulation und des rechnergestützten Entwurfs optischer Verbindungen für Leiterplatten. Die Softwaredemonstrationen wurden mit großem Interesse von den Fachleuten aus der Leiterplattenindustrie verfolgt.

AUSBLICK FÜR 2007

Neben der Fortführung laufender Projekte werden sich auch in 2007 die Arbeiten auf die Bereitstellung und den bedarfsgerechten Ausbau der vorhandenen Kompetenzen konzentrieren:

- Ausbau des spezifischen Know-hows im Bereich des Electro-Optical Engineering, insbesondere für hoch multimodale Wellenleiter sowie die optische Kopplung von optoelektronischen und mikrooptischen Komponenten an diese Wellenleiter
- Anwendungsspezifische Weiterentwicklungen des Forschungssimulators für den rechnergestützten Entwurf hoch multimodaler optischer Verbindungssysteme mit Verbindungslängen bis zu mehreren Metern
- Weiterentwicklung der spezifischen Labormesstechnik für die Charakterisierung optoelektronischer und mikrooptischer Komponenten und Wellenleiter

Ziel ist es darüber hinaus, in 2007 die kommerzielle Verwertung der vorhandenen Kompetenzen und erzielten F+E-Ergebnisse fortzusetzen. Dies umfasst sowohl die Fortführung der laufenden Aktivitäten in den Anwendungsbereichen optische Sensorik und optische Intrasystem-Verbindungstechnik als auch die Erschließung weiterer Anwendungspotenziale.

Für die internationale Fachmesse SMT/HYBRID/PACKAGING 2007 (SMT2007, 24. – 26.04.2007, Nürnberg, Deutschland) ist die Präsentation der neuen weiterentwickelten Simulations- und Designwerkzeuge für den rechnergestützten Entwurf optischer Verbindungen für Leiterplatten geplant.

Kontakt:
Dr. Jürgen Schrage
E-Mail: Juergen.Schrage@c-lab.de

est results of its research and development work, especially in the areas of simulation and computer-aided design of optical interconnects for boards. Our software demonstrations were followed with great interest by experts from the printed circuit board industry.

OUTLOOK FOR 2007

In addition to continuing our work on projects in progress, in 2007 we will focus on providing and expanding our existing expertise to meet requirements as described below:

- Extension of specific electro-optical engineering knowledge, especially of highly multimodal waveguides and the optical coupling of opto-electronic and micro-optical components to these waveguides.
- Application-specific enhancements of the research simulator for the computer-aided design of highly multimodal optical interconnect systems with connections extending up to several meters.
- Further development of specific laboratory measurement technology for the characterization of opto-electronic and micro-optical components and waveguides

Beyond that, in 2007 we intend to continue the commercial exploitation of our expertise and R&D results. Here we will continue our current activities related to optical sensors and optical intrasystem interconnection technology and pursue other potential application areas.

For the international SMT/HYBRID/PACKAGING 2007 tradeshow (SMT2007, April 24 – 26, 2007, Nuremberg, Germany) we are planning to present the new enhanced simulation and design tools for the computer-aided design of optical interconnects for boards.

Contact:
Dr. Jürgen Schrage
email: Juergen.Schrage@c-lab.de

ACCESSIBILITY

DESIGN FOR ALL/GESTALTUNG FÜR ALLE

Das Accessibility Competence Center berät bei der barrierefreien Gestaltung von Produkten, Software und Diensten.

Die Begriffe „barrierefreie Gestaltung", „Design for All", „Universal Design" und „Accessibility" beschreiben in der Praxis aus unterschiedlichen Blickwinkeln dasselbe Ziel: die grundsätzliche Nutzbarkeit von Produkten und Diensten auch für Menschen mit eingeschränkten Fähigkeiten, also Menschen mit Behinderungen.

Angestoßen durch das Deutsche Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) vom Mai 2002, das in den meisten Bundesländern durch Landes-BGGs flankiert wird, setzen die „Träger öffentlicher Gewalt" nach und nach die gesetzlichen Anforderungen praktisch um. Aber auch die Wirtschaft hat in der Zwischenzeit erkannt, dass ein entsprechendes Engagement für ihre Auftraggeber und die Konsumenten wichtig ist.

Um diese Entwicklung zu stimulieren, ist Accessibility seit 2005 Kriterium im europäischen öffentlichen Vergaberecht. Im Auftrag der Europäischen Kommission (Mandate 376: „Standardisation Mandate to CEN, CENELEC and ETSI in Support of European Accessibility Requirements for Public Procurement of Products and Services in the ICT Domain") wird nun an entsprechenden Verfahren zur (Dritt-) Zertifizierung und Kennzeichnung gearbeitet.

Wir helfen unseren Kunden, das Konzept der Barrierefreiheit bei der Gestaltung von Alltagsprodukten, Dienstleistungen, Software und Internetportalen sinnvoll und wirtschaftlich umzusetzen, zu dokumentieren sowie den einschlägigen Gesetzen und Normen gerecht zu werden.

WARUM BARRIEREFREIE GESTALTUNG?

In den westlichen Ländern und Japan haben behinder-

ACCESSIBILITY

DESIGN FOR ALL

The Accessibility Competence Center provides advice on designing barrier-free products and services, i. e. products and services that are accessible to all.

In practice, the terms accessible design, barrier-free design, design for all, universal design and accessibility all describe the same objective from different perspectives: The basic ability of persons with disabilities to use products.

The public sector has gradually been meeting these requirements since the passage of disabilities legislation, such as a federal act governing equal rights for the disabled that came into force in Germany in May 2002 and has been supplemented by various state laws. In the meantime, business has also recognized that a commitment to the principles of design for all is important for customers and consumers. In order to encourage this development, accessibility has been a criterion for public procurement in Europe since 2005. Work is now in progress on establishing procedures for (third-party) certification and labeling on behalf of the European Commission (Mandate 376: "Standardisation Mandate to CEN, CENELEC and ETSI in Support of European Accessibility Requirements for Public Procurement of Products and Services in the ICT Domain").

We help our customers implement accessibility principles in a reasonable and economical way when designing mainstream products, services, software and Internet portals. We also help them document their accessibility-related activities and comply with accessibility-related legislation and standards.

te Menschen einen Anteil an der Bevölkerung von ca. 8 %. In Deutschland leben mehr als 8 Millionen Menschen mit staatlich anerkannten Behinderungen, wovon ca. 30 % im erwerbsfähigen Alter sind. Jedoch ist die Arbeitslosigkeit bei behinderten Menschen mit mehr als 70 % besonders hoch.

Alter und eingeschränkte Fähigkeiten stehen in einem engen Zusammenhang, denn zu mehr als 85 % sind Krankheiten die Ursache für eine Behinderung. Aufgrund der bekannten demografischen Entwicklungen – es werden weniger Kinder geboren und die Lebenserwartung der Menschen steigt – erhält das Thema „barrierefreie Gestaltung" steigende gesellschaftliche und ökonomische Bedeutung. Aber auch für die Gestaltung von Arbeitsplätzen spielt es eine Rolle, denn die Lebensarbeitszeit wird sich ebenfalls signifikant erhöhen und Arbeitgeber müssen sich mittelfristig auf ältere („leistungsgewandelte") Mitarbeiter einstellen.

Für ältere und behinderte Menschen eröffnen sich durch die Informations- und Kommunikationstechnik neue Möglichkeiten der Teilnahme am gesellschaftlichen Leben. Internet, mobile Kommunikation, moderne Hausgeräte und ein barrierefreier öffentlicher Personenverkehr sowie barrierefreie Gebäude verbessern die Lebensqualität behinderter Menschen und sind Voraussetzungen für ihre Teilhabe an Gesellschaft und Beruf. Mit dem verstärkten Einsatz moderner Techniken steigt jedoch dann die Gefahr der Ausgrenzung und Benachteiligung behinderter und älterer Menschen, wenn die neuen Produkte und Dienstleistungen nicht barrierefrei gestaltet, also für diese Gruppen kaum oder gar nicht mehr nutzbar sind.

Behinderte Menschen können nur durch Integration ihre Begabung und Kreativität ausleben. Auch das Marktpotenzial dieser Bevölkerungsgruppe sollte nicht unberücksichtigt bleiben. Gesamtgesellschaftlich entstehen durch fehlende Möglichkeiten, ein weitgehend selbstständiges und eigenbestimmtes Leben bis ins hohe Alter zu führen, erhebliche Folgekosten, die mittelfristig aufgrund der demografischen Entwicklungen nicht mehr bezahlbar sind. Konsequenterweise steuert die Politik auf allen Ebenen mit Programmen und Initiativen gegen: Beim Konzept der sogenannten „Seniorenwirtschaft" spielt auch die barrierefreie Gestaltung eine wesentliche Rolle.

Bei der barrierefreien Gestaltung kann man vereinfacht vier Gruppen von Produkten unterscheiden:

WHY ACCESSIBLE DESIGN?

In western countries and Japan, disabled persons make up about 8 % of the population. Currently, there are over 8 million people with state-recognized disabilities living in Germany alone, and about 30 % of them are of working age. However, unemployment is particularly high among disabled persons: it affects more than 70 % of them.

Old age and limited abilities are closely related because more than 85 % of disabilities are caused either by illness or by the aging process. Accessible design is increasing in both social and economic importance in the light of known demographic trends: fewer children are being born and life expectancy is rising, resulting in a proportionally older population. These trends also play a part in the design of workplaces; the average person's working life will increase significantly, and in the medium term employers must adapt to the needs of older employees, some of whom may have reduced abilities .

Information and communication technologies have opened up new opportunities for elderly and disabled persons to take part in society. The Internet, mobile communication, modern household appliances and accessible public transport and buildings have improved the quality of life for the disabled, and are the prerequisites for their taking part in society and work. However, society's increasing reliance on modern technologies means that the disabled and elderly run the risk of being marginalized and disadvantaged if they are forced to use new products and services that are not accessible – and as a result, can use them only little, if at all.

Disabled persons can only realize their talents and creativity through integration in society. In addition, it is simply unwise to ignore the market potential of this section of the population. A lack of opportunities to lead a largely independent, self-determined life to an advanced age is the source of considerable follow-up costs for society as a whole. These costs are no longer affordable in the medium run, given the current demographic trends. For this reason, politicians have developed programs and initiatives on all levels to counter this problem: accessible design plays a major role when it comes to an aging society.

From the point of view of accessible design, there are four basic categories of products:

1. Alltagsprodukte:

Der Nutzer ist zugleich der Käufer des Produktes, das er selbst auch nutzt. Er entscheidet individuell, welches Produkt mit welchen Eigenschaften seinen Bedürfnissen, also auch seiner möglichen Behinderung, am besten entspricht. So wird ein Mensch mit Sehbehinderung eher Wert auf ein gut lesbares Display legen, während ein Mensch mit motorischen Einschränkungen eher nach einer Sensortastatur Ausschau hält. Ein Blinder hingegen kann eine Sensortastatur nicht bedienen und wird wohl kaum Geld für ein hochwertiges Farbdisplay ausgeben.

So ist es wichtig, dass die am Markt befindlichen Produkte die unterschiedlichen, sich teilweise gegenseitig ausschließenden Anforderungen abdecken. Andererseits scheint es oft an der Information zu scheitern, die der Kunde benötigt, das für ihn geeignete Produkt zu finden.

2. Öffentlich zugängliche Produkte und Dienstleistungen:

Der Nutzer ist nicht der Käufer des Produktes, sondern das Produkt oder die Dienstleistung wird durch einen Dritten zur Verfügung gestellt. Hier entsteht eine umfassende Anforderung zur Barrierefreiheit, denn die potenziellen Nutzer können sehr unterschiedliche Behinderungen haben. Typische Beispiele sind Internetportale, alle Arten von Automaten, öffentlicher Personenverkehr usw. Hier ist es häufig notwendig, zusätzliche Eigenschaften – wie z. B. eine Sprachausgabe bei Geldautomaten oder alternativen Text in Internetseiten – einzubauen, die durchaus mit Mehrkosten verbunden sind.

3. Adaptierte Produkte:

Hierbei handelt es sich um Alltagsprodukte, die für eine bestimmte Behinderung durch Dritte angepasst werden. Solche Adaptionen reichen vom Anbringen von taktilen Markierungen bis zu umfangreichen Umbauten.

4. Hilfsmittel:

Hierunter sind Produkte zu verstehen, die exakt auf die Bedürfnisse einer bestimmten Behinderung zugeschnitten sind. Hier ist vor allem sicherzustellen, dass die Interoperabilität mit Alltagsprodukten gewährleistet ist.

DAS ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER

Um die geschilderten Entwicklungen schon frühzeitig und aktiv berücksichtigen zu können und um der sozialen

1. Mainstream products:

Customers buy these products for their own use; thus they decide on their own which products and features best meet their requirements, including considering any disabilities that may affect their use. Visually impaired persons will attach greater importance to a clearly readable display, for example, whereas those with motoric disabilities will tend to opt for a sensor keyboard. The blind, on the other hand, cannot operate sensor keyboards and are hardly likely to spend money on high-quality color displays. Therefore, it is important for the market to offer products covering different requirements – some of them mutually exclusive. However, customers often have difficulty finding information to help them identify products that are suitable for them.

2. Publicly available products and services:

The user does not purchase the product or service; instead, it is provided by a third party. Consequently, accessibility requirements are comprehensive because potential users may have very different levels of disability. Typical examples include Internet portals, all types of self-service machines, public transport, and so forth. Here, it is often necessary to integrate additional features such as voice output for automated teller machines or alternative text on Internet pages, and these features may well be associated with extra costs.

3. Adapted products:

These are mainstream products that have been adapted to a certain disability by third parties. Such adaptations range from merely adding tactile markings to making extensive conversions.

4. Assistive technology:

These are products that are tailored precisely to the requirements of a certain disability. Here it is necessary, above all, to ensure interoperability with mainstream products.

ACCESSIBILITY COMPETENCE CENTER

Siemens Corporate Technology (CT) set up the Siemens Access Initiative (SAI) in 1999 to ensure early and active consideration of the trends described above and to do justice to Siemens' social responsibility. The SAI is

Verantwortung des Unternehmens gerecht zu werden, wurde 1999 die „Siemens Access Initiative“ (SAI) vom Siemens-Bereich Corporate Technology (CT) ins Leben gerufen. Sie wird inzwischen von allen Siemens-Bereichen als Querschnittsaufgabe gemeinsam getragen.

Die verantwortliche Leitung und Koordination der SAI sowie die behindertenspezifische technisch-fachliche Beratung der Siemens-Bereiche ist Hauptaufgabe des Accessibility Competence Center (ACC), das seit 2000 von SBS C-LAB betrieben wird.

Das ACC-Team hat bereits langjährige Erfahrungen mit der barrierefreien Gestaltung von Produkten, der Nutzung spezieller Hilfsmittel und im Umgang mit behinderten Kunden. Der Austausch mit Interessenverbänden, Hilfsmittelherstellern und behinderten Menschen sowie die Präsenz auf Fachmessen und bei Vorträgen gehören zu den Aufgaben des ACC. Herr Wegge vertritt das Haus Siemens in entsprechenden Gremien bei diversen Industrieverbänden (z. B. EICTA, CECED, BITKOM und ZVEI) und ist über den DIN, CEN und ISO aktiv an der Gestaltung der internationalen Normung im Accessibility-Umfeld beteiligt.

Die gute Kenntnis aller relevanten Regulierungen, Normen und Richtlinien ist Voraussetzung für die erfolgreiche Beratung und Produktevaluierung in konkreten Projekten in den unterschiedlichen Siemens-Bereichen oder bei externen Kunden. Hierbei legen die teilweise selbst betroffenen Experten des ACC besonders großen Wert auf die technische und wirtschaftliche Machbarkeit sowie den erzielbaren Nutzen für behinderte Menschen.

AUS DER ARBEIT DES ACC IN 2006

In der ISO-Arbeitsgruppe „Ergonomics for People with special requirements“, die ein Ergänzungsdokument zum ISO Guide 71 „Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities“ erarbeit, wurde unter Mitwirkung des ACC als Grundlagenpapier der in den Vorjahren entwickelte DIN Technical Report 124 „Products in Design for All“ eingebracht.

Bei der Durchführung von Workshops und Schulungen zu allgemeinen Themen wie Gesetze, relevante Normen und Guidelines sowie zu konkreten Produktentwicklungen bildeten im letzten Jahr barrierefreies Internet, Softwareaccessibility, Hausgeräte und Verkehrstechnik wesentliche Schwerpunkte. Durch die Kooperation mit Siemens Professional Education (SPE) absolvierten vier Aus-

now backed jointly by all Siemens units as an enterprise-wide function.

The main task of the Accessibility Competence Center (ACC), which has been run by SBS C-LAB since 2000, is to manage and coordinate the SAI and to provide technical and functional advice on disability issues to the individual Siemens units.

The ACC team already has many years of experience in the design of accessible products and the use of assistive devices, as well as in dealing with customers with disabilities. Among other things, the team members cooperate with disability-related associations, manufacturers of assistive devices, and disabled persons; and also attend tradeshows and conferences on this topic. Klaus-Peter Wegge, manager of the ACC, represents Siemens on committees that have been set up by various industrial associations (for example EICTA, CECED, BITKOM, ZVEI) and is actively involved in shaping international accessibility standards via DIN, CEN and ISO.

Sound knowledge of all the relevant regulations, standards and guidelines is the key to successful consulting and product evaluation in specific projects for the various Siemens units and for external customers. The ACC's experts, themselves disabled in part, attach particular value to technical and economic feasibility and the benefits they provide to the disabled.

FROM THE ACC'S WORK IN 2006

DIN Technical Report 124 (“Products in Design for All”), which was developed in previous years with assistance from the ACC, has been submitted as a basic paper to the ISO working group Ergonomics for People with Special Requirements, which is preparing a complementary document for ISO Guide 71 (“Guidelines for Standards Developers to Address the Needs of Older Persons and Persons with Disabilities”).

In 2006, accessible Internet, software accessibility, household appliances and transport engineering were the main focus of workshops and training courses on general subjects such as legislation, relevant standards/guidelines, and concrete product developments. Collaboration with Siemens Professional Education (SPE) led to a long-term internship at the ACC for four trainees who will be taking their experiences to their new jobs.

zubildende ihre Langzeitpraktika im ACC. Sie werden ihre gesammelten Erfahrungen mit in ihre künftigen Arbeitsgebiete tragen.

Auf dem Siemens-Gemeinschaftsstand auf der Messe RehaCare 2006 (Düsseldorf) stellte das ACC zu folgenden Themen aus:

- Behindertenfreundliche Siemens-Hausgeräte:
  Neben den aus dem Vorjahr bekannten Produkten waren der Liftbackofen und der Staubsaugerroboter Besuchermagneten.
  Die vorgestellte *Serve@home-Technologie* vernetzt Hausgeräte miteinander; ihre Steuerung und Überwachung ist über Internet, Tablet-PC oder Mobiltelefon möglich.
- Linux für Sehbehinderte und Blinde:
  Besondere Schwerpunkte waren hier auch 2006 die Einbindung individuell konzipierter Linux-Arbeitsplätze in heterogene Netzwerke, Linux und Windows gleichzeitig auf dem Desktop sowie erstmals barrierefreie Thin-Client-Lösungen.
- Barrierefreies Internet
- Siemens-Schnurlostelefone für alle

Als besondere Projekte sind hervorzuheben:

- Auf dem Siemens Innovationstag 2006 Region Nordrhein, bei welchem die neuesten Lösungen, Services und Produkte aus dem Hause Siemens vorgestellt wurden, präsentierte das ACC seine barrierefreien Open-Source-Lösungen. Von besonderem Interesse waren der barrierefreie Linux-Arbeitsplatz sowie die barrierefreie Thin-Client-Lösung.
- Im Rahmen der internationalen Konferenz „ICT for an Inclusive Society“ in Riga, wo durch Ministerinnen und Minister aus 34 europäischen Staaten das eInclusion-Aktionsprogramm für 2008 beschlossen und eine entsprechende Erklärung verabschiedet wurde, hielt das ACC eine Präsentation zum Thema „The Industry's approach to Design for All“.
- Das ACC beteiligt sich am EU-Projekt ENABLED (Enhanced Network Accessibility for the Blind and Visually Impaired). In dem von ACC betreuten Arbeitspaket „Mobile Computing“ wird u. a. ein universell einsetzbares Navigationssystem für Blinde entwickelt.
- Das ACC arbeitet an dem im September 2006 angelaufenen EU-Projekt I2HOME (Intuitive Interaction für Everyone with Home Appliances based on Industry

The ACC held presentations in the following fields at the Siemens joint booth at the RehaCare 2006 tradeshow in Düsseldorf:

- Design-for-all Siemens household appliances:
  The liftMatic wall oven and a robotic vacuum cleaner were at the center of attention in addition to products familiar from the previous year.
  The *serve@home technology* was also presented. It networks household appliances and allows them to be monitored and controlled via the Internet, a tablet PC or a mobile phone.
- Linux for the visually impaired and blind:
  In 2006, too, the focus in this area was on integrating custom-designed Linux workplaces in heterogeneous networks, the use of Linux and Windows simultaneously on the desktop, and accessible thin-client solutions.
- Accessible Internet
- Siemens cordless phones for all

The following special projects are particularly noteworthy:

- The latest solutions, services and products from Siemens were presented at Siemens Innovation Congress 2006 in the North Rhine region, and the ACC took this opportunity to display accessible open source solutions. An accessible Linux workplace and an accessible thin client solution proved to be particularly interesting.
- The ACC held a presentation on “The Industry's Approach to Design for All” at the international conference ICT for an Inclusive Society in Riga, where ministers from 34 European countries adopted the eInclusion plan of action for 2008 and made a declaration.
- The ACC is taking part in the EU's ENABLED project (Enhanced Network Accessibility for the Blind and Visually Impaired). One of the aspects of the Mobile Computing work package, which the ACC is looking after, lies in the development of a universally usable navigation system for the blind.
- The ACC is also collaborating in the EU I2HOME project (Intuitive Interaction for Everyone with Home Appliances Based on Industry Standards) which kicked off in September 2006. This project aims to make it possible for persons with sensory, motoric and cogni-

Standards) mit, das es sich zur Aufgabe gemacht hat, Unterhaltungselektronik, Mobiltelefone, Hausgeräte und Fernbedienungen für Personen mit sensorischen, motorischen und kognitiven Behinderungen, ältere Menschen und Personen mit fehlender bzw. geringer technischer Affinität nutzbar zu machen. Zentrale Komponente wird dabei ein Universal Control Hub (UCH) sein, der die Kommunikation mit den einzelnen Geräten übernimmt. Durch eine intelligente und individuell anpassbare Bedienoberfläche wird der UCH es ermöglichen, dass sowohl Menschen mit Behinderungen als auch ältere Menschen in der Lage sein werden, moderne Geräte zu bedienen.

- Das MonAMI- (Mainstreaming on Ambient Intelligence) Projekt wird aufzeigen, wie man der älteren Bevölkerung in Europa barrierefreie Dienste sowie technische Hilfsmittel über gängige Systeme und Plattformen zur Verfügung stellen kann. Im Rahmen von MonAMI wird die Accessibility-Evaluation die Hauptaufgabe des ACC sein. Diese Accessibility-Evaluierung erfolgt in den drei Phasen
  (1) Anforderungssammlung von Nutzern mit verschiedenen Behinderungen,
  (2) Erhebung von weiteren Anforderungen durch Beobachtung einer teilnehmenden Gruppe von Behinderten in ihrem alltäglichen Umfeld und
  (3) Abgleich und Verifizierung der Anforderungen von Menschen mit verschiedenen Behinderungen gegen Accessibility-Normen sowie übergreifende, im Projekt erhobene Anforderungen.

Im kommenden Jahr werden vor allem Arbeiten zur internationalen (ISO IEC) und europäischen Normung zentrale Aufgaben des ACC sein. Hinzu kommen vermehrt Beratungen und Evaluierungen in Projekten in den unterschiedlichen Siemens-Bereichen sowie bei externen Kunden. Die nachhaltige Integration der barrierefreien Gestaltung in die Produktentwicklung ist eine besondere Herausforderung. Hierzu werden gemeinsam mit den Spezialisten des jeweiligen Bereichs Pflichtenhefte oder Checklisten entwickelt. Dieses sind wichtige Schritte auf dem Weg zu einer barrierefreien Gesellschaft.

Kontakt:
Klaus-Peter Wegge
E-Mail: Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de

tive disabilities, the elderly, and persons with no or low technical affinity to use consumer electronics, mobile phones, household appliances and remote controls. A key component will be a universal control hub (UCH) for communicating with the individual devices. Thanks to a smart customizable user interface, the UCH will put both disabled and elderly persons in a position to operate modern devices.

- The MonAMI project (Mainstreaming on Ambient Intelligence) will show how accessible services and assistive technology can be made available to the elderly population in Europe via common systems and platforms. Accessibility evaluation will be the ACC's main task in the MonAMI project. This will be evaluated in three phases:
  (1) Collection of requirements from users with various disabilities
  (2) Identification of other requirements by observing a participating group of disabled persons in their day-to-day environment
  (3) Comparison and verification of the requirements of persons with various disabilities with regard to accessibility standards and overarching requirements that have been identified in the project

The ACC's key tasks in the year ahead will be to work on international (ISO IEC) and European standardization. There will also be more consulting and evaluation in projects at the various Siemens units and external customers. It is a special challenge to ensure that accessible design is integrated in product development on a lasting basis. To do this, specifications and checklists are being drawn up together with specialists from the respective units. These are important steps on the path to a barrier-free society.

Contact:
Klaus-Peter Wegge
email: Klaus-Peter.Wegge@c-lab.de

MOBILE AUGMENTED-REALITY-SYSTEME

Der schnelle Zugriff auf die richtigen Informationen zur richtigen Zeit und deren effiziente Darstellung – sei es in betrieblichen Bereichen, bei der Präsentation neuer Produkte, aber auch im Edutainment wie z. B. in der Tourismusbranche – gewinnt insbesondere durch die Flut an digitalen Informationsquellen immer mehr an Bedeutung. Die Vermittlung solcher Informationen erfolgt heute weitestgehend mithilfe klassischer Darstellungsformen und Materialien wie Bücher, Videofilme, Seminare etc. Die Augmented-Reality-Technologie bietet eine innovative Möglichkeit, Informationen auf eine völlig neue Art und Weise genau dort zu präsentieren, wo sie benötigt wird: im Blickfeld des Anwenders.

WAS IST AUGMENTED REALITY? VISION: VERSCHMELZUNG VON REALER UMWELT UND DIGITALER INFORMATION

Augmented (= erweiterte) Reality (kurz: AR) ist eine neue Form der Mensch-Technik-Interaktion, bei der virtuelle Objekte in realen, durch eine Videokamera bereitgestellten Szenen in Echtzeit so eingefügt werden, dass sie räumlich korrekt positioniert sind und so das reale Bild ergänzen. Auf diese Weise verschmilzt die digitale Information mit der Umwelt des Benutzers. Dadurch wird ermöglicht, dass der Nutzer die aktuell wichtigen Informationen direkt an dem Ort erhält und sieht, an dem er sie benötigt. Erweiterte Realität ist immer dann unschlagbar, wenn die Objekte nicht physisch verändert werden können; entweder, weil sie nicht abschaltbar (wie z. B. in Produktionsanlagen) oder weil sie Unikate (in Museen etc.) sind.

Je nach Art und Ausrichtung der Anwendung (z. B. Grad der Mobilität, Infrastruktur, freihändige Bedienung) kann eine adäquate Darstellungsform ausgewählt wer-

DESIGNING MOBILE AUGMENTED REALITY SYSTEMS

The massive increase in sources of digital information, in particular, has made it even more important to be able to access the right information quickly and at the right time and to present it efficiently, whether in a corporate environment, when demonstrating new products, or in an edutainment environment such as tourism. At the moment, such information is generally presented with the aid of classic media and materials such as books, videos, courses and so on. Augmented Reality (AR) is a totally new approach to displaying information exactly where it is needed: in the user's field of vision.

WHAT IS AUGMENTED REALITY? THE VISION OF MERGING THE REAL WORLD AND DIGITAL INFORMATION

Augmented Reality (AR) is a new kind of human-computer interaction in which virtual objects are inserted in real-time into real scenes delivered by a video camera in such a way that they are positioned correctly and thus supplement the real image. In this way, digital information merges with the users' world, enabling users to retrieve and view important information directly where it is needed. Augmented reality is unbeatable whenever it is impossible to change objects physically either because they cannot be shut down (for example, a production plant) or because they are unique (for example, museum exhibits).

An appropriate method of presentation can be chosen to match the type of application and its orientation (for example, the degree of mobility, the infrastructure, or hands-free operation). What counts is the size of the device's screen, its usability and the mechanisms that are available for interaction. Information can be output, for instance, via data goggles, tablet PCs, personal digital

Bild 39: Augmented-Reality-Museumsführer
Fig. 39: Augmented Reality Museum Guide

den. Wesentlich sind dabei die Bildschirmgröße des Gerätes, dessen Handhabbarkeit sowie die zur Verfügung stehenden Interaktionsmechanismen. Präsentiert werden kann z. B. über eine Datenbrille, einen Tablet-PC, einen PDA (Personal Digital Assistant) oder ein Fotohandy. Die Einblendung geschieht kontextabhängig, d. h. passend und abgeleitet vom betrachteten Objekt, z. B. einem Bauteil in der Montage. So wird das reale Sichtfeld beispielsweise eines Monteurs durch eingeblendete Montagehinweise um für ihn wichtige Informationen erweitert. In diesem Falle kann Augmented Reality unter anderem das herkömmliche Montagehandbuch ersetzen bzw. fallspezifisch ergänzen.

POTENZIELLE EINSATZFELDER VON AUGMENTED REALITY

Im Folgenden werden Branchen und Anwendungsfelder geschildert, in denen die Informationsvermittlung auf der Basis von Augmented Reality einen Mehrwert bietet. Die Szenarien werden der Übersichtlichkeit halber in drei sich zum Teil überlappende Bereiche gegliedert:

Präsentation & Visualisierung:

Die ansprechende und innovative Vermittlung von Informationen ist insbesondere in den Unternehmensbereichen Vertrieb und Public Relations von hoher Bedeutung, z. B. bei der Präsentation eines neuen Produktes. Mit Augmented Reality können nicht nur sonst schwer vermittelbare Produktinformationen wie z. B. die Laufweise eines Motors dargestellt werden, sondern das Unternehmen erhält darüber hinaus die Chance, sich als innovativ zu präsentieren, was bei dem Kunden oftmals zu einer Übertragung dieser Wahrnehmung auf das beworbene Produkt führt.

Industrie:

Auch im industriellen Einsatz zeigt Augmented Reality ein erhebliches Potenzial. Hier können nicht nur Kosten gespart und Stillstandszeiten durch eine zeiteffizientere

assistants (PDAs), mobile camera phones, etc. The display of information is context-dependent, i. e. it is suited to and derived from the object observed. An example is a component in an assembly process. The real field of vision of the assembly line worker is enriched by important information relating to the assembly process. In this example, Augmented Reality can replace the conventional assembly manual or supplement it in specific cases.

POTENTIAL USES OF AUGMENTED REALITY

The list below describes sectors and fields of use in which implementing Augmented Reality to present information will create added value. The scenarios are split up into three areas to make things clearer:

Presentation and visualization:

Showing information in an appealing and innovative way is particularly important when it comes to sales and public relations, for example when presenting a new product. Augmented Reality enables companies not only to display product information that would be difficult to convey otherwise – for example, how an engine runs – but also to present themselves as innovative, and this will often cause customers to perceive the product in question in the same light.

Industry:

Augmented Reality has considerable potential in industry, too. Here, it is not only possible to reduce costs and downtime through more time-efficient maintenance but

Wartung reduziert, sondern auch Risiken, z. B. bei Ausbildung und Training, vermindert werden.

Edutainment:

Der Konsumentenanspruch an eine unterhaltsame Vermittlung von Wissen wird in der Zukunft ständig weiter zunehmen. Dieses liegt zum einen in dem Trend nach einem „Life-long Learning" begründet, das es selbst für die Generation ab 50 sowohl notwendig als auch wünschenswert macht, sich auch über die eigentliche Berufslaufbahn hinaus fortzubilden. Auf der anderen Seite ist der Konsument aber auch durch die permanente Zunahme mehr oder weniger spektakulärer Unterhaltungsangebote auf der ständigen Suche nach neuen und unverwechselbaren Erlebnissen. Durch die natürlichere Interaktion mit dem Computer, die Augmented Reality ermöglicht, können digitale Erlebniswelten geschaffen werden, die den Konsumenten intensiver als gewöhnlich mit einbeziehen und so die Identifikation mit dem Erlebten verstärken. Wird nun Augmented Reality zur Vermittlung von Wissensinhalten herangezogen, kann dadurch nicht nur dem Nutzer eine sehr innovative und Spaß machende Form der Informationsdarstellung angeboten werden, sondern es besteht auch die Möglichkeit, Wissen zu präsentieren, das mit den herkömmlichen Methoden der Wissensvermittlung nicht erlebbar ist.

AUGMENTED REALITY ALS BEDIENUNGSANLEITUNG (EINSATZFELD PRÄSENTATION & VISUALISIERUNG)

Durch den Einsatz von Consumer-Hardware ist es möglich, Augmented Reality auch für Endkunden anbieten zu können. Neben PDAs mit Kamera bieten sich hier als Plattform Mobiltelefone an, da sie zu einem großen Teil bereits mit einer Kamera ausgestattet sind und eine sehr hohe Marktdurchdringung aufweisen. Insbesondere leistungsstarke Smartphones, wie beispielsweise das Nokia N80 oder auch das schon ältere Siemens SX1, bieten sehr gute Voraussetzungen für die Realisierung von Augmented-Reality-Anwendungen. Ein mögliches Beispiel wäre hier eine Bedienungsanleitung für technische Geräte, ähnlich der Lösung des AR-PDA-Projektes, in diesem Fall angewandt auf die Bedienung von Kraftfahrzeugen. Gerade Geschäftsreisende sind oft in der Situation, immer wieder einen anderen Fahrzeugtyp als Mietwagen benutzen zu müssen. Während sich die grundlegenden

also to reduce risk, for example through education and training.

Edutainment:

In the future, consumers' demands for an entertaining presentation of the knowledge they seek will continue to rise. One reason for this lies in the trend toward life-long learning, which makes it both necessary and desirable even for older workers to continue to learn, whether inside or outside the scope of their actual careers. On the other hand, the perpetual increase in more or less spectacular entertainment offerings is making consumers search constantly for new and unique experiences. Augmented Reality makes it possible to interact with the computer more naturally, with the result that digital-experience worlds can be created that involve consumers more intensively than before and thus increase their identification with what they have experienced. If Augmented Reality is used to present knowledge content, then it will not only be possible to deliver information to users in a manner that is both innovative and fun, but also to impart knowledge that cannot be experienced using traditional methods.

AUGMENTED REALITY FOR OPERATING INSTRUCTIONS (PRESENTATION AND VISUALIZATION)

With consumer hardware, Augmented Reality can also be offered to end customers. In addition to PDAs featuring cameras, mobile telephony offers itself as a platform because many mobile phones have cameras and the market penetration of the mobile phone is particularly high. In particular, powerful smartphones such as the Nokia N80 and the older Siemens SX1 are very good for implementing Augmented Reality applications. A possible example lies in operating instructions for technical equipment, similar to the solution in the AR-PDA project but applied in this case to the operation of motor vehicles. Business travelers in particular, for example, are often in the situation of having to drive unfamiliar models when they rent vehicles. The basic controls of a car (such as steering wheel, pedals and directional indicators) are in the same positions in all vehicles and are therefore generally uncomplicated to use, but the handling of other important functions (such as lighting and reverse gear) can differ considerably from maker to

Bild 40: Augmented Reality zur Erklärung der Bedienelemente eines Mietfahrzeugs

Fig. 40: Augmented Reality to explain the controls of a rented vehicle

Bedienelemente (z. B. Lenkrad, Pedale oder Blinker) bei allen Autos an denselben Positionen befinden und so in der Regel eher unkompliziert zu nutzen sind, unterscheidet sich die Bedienung anderer ebenfalls wichtiger Funktionen (z. B. Beleuchtung oder Rückwärtsgang) von Hersteller zu Hersteller sehr deutlich. Dieser Unterschied wird umso größer, je spezifischer die Funktionen sind, da die Automobilhersteller oftmals versuchen, sich durch die Gestaltung der Bedienelemente voneinander abzugrenzen. Beispiele sind die Belüftung (Klimaanlage, Klimaautomatik etc.) oder das Radio bzw. das Navigationssystem. Hier bietet sich beispielsweise für eine Autovermietung die Möglichkeit, gegenüber Mitwettbewerbern einen Servicevorsprung zu erlangen, indem eine AR-Anwendung für Mobiltelefone angeboten wird, die auf einfache Weise die Funktionen des gemieteten Wagens erläutert und dem Fahrer direkt zeigt (natürlich nicht während der Fahrt), wo sich der gesuchte Schalter befindet. Bild 40 stellt dies beispielhaft für die Positionierung des Abblendlichtes dar.

AUGMENTED REALITY ALS MÖGLICHKEIT DES FERNSUPPORTS (EINSATZFELD INDUSTRIE)

Möglich ist es ebenfalls, mithilfe von Augmented Reality einen Fernsupport bei der Lösung technischer Probleme oder auch im medizinischen Bereich durchzuführen. Durch die Kamera kann das zu behandelnde Körperteil oder das zu reparierende Maschinen- oder Systemteil erfasst und an einen Experten gesendet wer-

maker. The more specific the functions, the greater this difference, because automotive manufacturers often try to differentiate themselves from their competitors in the design of the vehicle's controls. Examples include ventilation (air conditioner, automatic climate control etc.), the radio and the navigation system. Vehicle rental companies could, for example, obtain a service lead over their competitors by offering an AR application for mobile phones that explains the functions of the rented vehicle in a simple manner and shows drivers exactly where the switches they need are located (not while driving, of course). Figure 40 shows exemplary the positioning of the dimmed headlight.

AUGMENTED REALITY AS A REMOTE SUPPORT OPTION (INDUSTRY)

Augmented Reality can also be used to implement remote support in order to resolve technical or medical problems. The part of the body to be treated or the part of the machine or system to be repaired can be acquired via the camera and sent to an expert. He or she can then tell the team on site what has to be done and show this directly by inserting components in the image (see fig. 41). This direct interactive support makes it possible to provide much more precise help than a purely oral approach.

AUGMENTED REALITY FOR HIGHLY INTERACTIVE LOCATION-BASED SERVICES (VISUALIZATION AND EDUTAINMENT)

Location-based services for mobile users (for instance navigation based on interests) are a market with promising growth forecasts. The ITEA project LOMS (Local Mobile Services; German subproject D-LOMS funded by BMBF) is dealing with these mobile, location-based serv-

Bild 41: Augmented Reality zur Unterstützung des Fernsupports
Fig. 41: Augmented Reality in remote support

den. Dieser kann dann verbal und mithilfe virtueller, direkt in das Bild eingeblendeter Komponenten dem Einsatzteam vor Ort zeigen, was zu tun ist (siehe Bild 41). Diese direkte interaktive Unterstützung ermöglicht eine deutlich präzisere Hilfestellung als es rein mündlich möglich ist.

AUGMENTED REALITY FÜR HOCH INTERAKTIVE ORTSBEZOGENE DIENSTE (EINSATZFELD VISUALISIERUNG & EDUTAINMENT)

Ortsbezogene Dienste für den mobilen Nutzer (beispielsweise interessenbezogene Navigation) stellen einen Markt mit vielversprechenden Wachstumsprognosen dar. Das ITEA-Projekt LOMS (Local Mobile Services; deutsches Teilprojekt D-LOMS, gefördert vom BMBF) beschäftigt sich mit diesen mobilen ortsabhängigen Diensten. Im Vordergrund steht dabei die einfache Erstellung dieser Dienste auch für nicht technisch geschulte Personen. Im Rahmen dieses Projektes leitet C-LAB die Aktivitäten im Arbeitspaket 5 „Benutzerschnittstellen und Endgeräte“. Da die bisher üblichen ortsbezogenen Dienste nur wenig interaktiv sind (ähnlich den heutigen Webapplikationen), können viele Anwendungsfelder zum jetzigen Zeitpunkt nicht angesprochen werden. In diesem Zusammenhang arbeitet C-LAB an einer Softwarearchitektur, die es ermöglicht, hochgradig interaktive Techniken, wie 3D-Darstellung oder Augmented Reices. The focus is on allowing these services to be created easily, even by persons without technical backgrounds. In this project, C-LAB is in charge of the activities in work package 5 (User Interfaces and Devices). Since most location-based services to date are not very interactive (similar to current Web applications), many fields of use cannot be addressed currently. In this respect, C-LAB is working on a software architecture that will make it possible to integrate highly interactive technologies such as 3D and Augmented Reality into next-generation mobile services. To illustrate the use of Augmented Reality in location-based services, C-LAB and SBS mLab have developed a demonstrator that shows how a business traveler is guided to the right train platform through the display of navigation details with the correct perspective in the user's field of vision. Since

Bild 42: Augmented Reality in ortsbezogenen Diensten
Fig. 42: Augmented Reality in location-based services

ality, in die mobilen Dienste der nächsten Generation mit einzubinden. Um die Nutzung von Augmented Reality in ortsbezogenen Diensten zu verdeutlichen, wurde von C-LAB in Kooperation mit dem SBS mLab ein Demonstrator entwickelt, der zeigt, wie ein Geschäftsreisender durch die perspektivisch korrekte Einblendung von Navigationshinweisen in das Blickfeld zunächst zum richtigen Gleis, von dem sein Zug abfährt, geführt wird. Da bis zur Abfahrt des Zuges noch einige Zeit verbleibt, wird der Reisende basierend auf seinen persönlichen Interessen auf verschiedene Zeitschriftenangebote aufmerksam gemacht und danach pünktlich zu seinem Zug und entsprechend seiner Reservierung zum korrekten Abteil geleitet (siehe Bild 42).

Beim Deutsche Bahn – Siemens Day am 4. Dezember 2006 in Potsdam im alten Kaiserbahnhof wurden Visionen des Siemens-Konzerns gezeigt, wie im Jahre 2020 Informationstechnologie den Bahnbetrieb unterstützen kann. In diesem Rahmen wurde der Demonstrator den Vorstandsvorsitzenden Dr. Klaus Kleinfeld (Siemens) und Hartmut Mehdorn (DB) sowie anderen hochrangigen Führungskräften von Siemens und DB vorgestellt.

Kontakt:
Christian Reimann
E-Mail: Christian.Reimann@c-lab.de

there is still some time until the train is due to depart, the traveler is made aware of various news media offerings based on his personal interests and is then guided punctually to his train and to the compartment that he has booked (see Fig. 42).

The Siemens group's visions of how information technology could support railroad operations in the year 2020 were presented at the Deutsche Bahn – Siemens Day that took place at the old Kaiserbahnhof in Potsdam on December 4, 2006. At this event, the demonstrator was presented to the CEOs Dr. Klaus Kleinfeld (Siemens) and Hartmut Mehdorn (DB) as well as other high-ranking managers at Siemens and DB.

Contact:
Christian Reimann
email: Christian.Reimann@c-lab.de

MOBILITY

Die Mobilisierung elektronischer Dienste (sogenannter E-Services) wird schon seit geraumer Zeit als aussichtsreicher Zukunftsmarkt betrachtet. Gemeinhin werden hier *Business-to-Consumer-* (B2C), *Business-to-Business-* (B2B) und *Business-to-Employee-* (B2E) Dienste bezüglich der interagierenden Parteien unterschieden:

- **B2C:** einfache mobile Datendienste wie SMS/MMS, mobile Nachrichten- und Informationsdienste, mobile Suche, mobile personalisierte Reiseauskunft für unterschiedliche Verkehrsmittel (Bahn oder Flugzeug), Reiseauskunft für spezielle Ereignisse (z. B. anlässlich der Fußball-WM 2006), Routenplanung/-beratung, mobile Bezahlvorgänge/mobiles Ticketing, mobile Gewinnspiele etc.
- **B2B:** mobile Überwachung von Prozessen, mobiles Personalmanagement (z. B. im Hinblick auf die Einsatzplanung) etc.
- **B2E:** mobiles Büro, mobiler Vertrieb, mobile Leistungserfassung (z. B. der Arbeitszeiten bei einem Vor-Ort-Einsatz) etc.

Für die separate Betrachtung dieser Bereiche sind die Ziele der mobilen Bereitstellung der Dienste maßgeblich: Für den Bereich B2C sind diese in der Offerierung eines Mehrwertes durch die Unterstützung von Mobilität zu sehen, der die *Erschließung neuer Kundengruppen* oder die *festere Bindung* von existierenden Nutzergruppen erlaubt. In den Bereichen B2B und B2E ist die Aussicht, die *Informationsqualität* und *-verfügbarkeit verbessern* und *Prozesse beschleunigen* zu können, von hoher Wichtigkeit.

MOBILE DIENSTE BEI WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

C-LAB beschäftigt sich hier mit der Schaffung der technischen Grundlagen in Form von Plattformen zur Un-

MOBILITY

The mobilization of electronic services (e-services) has been regarded as a promising future market for some time now. Generally, a distinction is drawn here between *business-to-consumer* (B2C), *business-to-business* (B2B) and *business-to-employee* (B2E) services to indicate the various parties that interact:

- **B2C:** Mobile services such as simple SMS/MMS, messaging and information services, searches, personalized travel information for different means of transport (rail or air), travel information for special events (e. g. FIFA World Cup 2006), route planning and advice, payments and ticketing, prize competitions, etc.
- **B2B:** Mobile services such as monitoring of processes and management of human resources (for instance, staff deployment), etc.
- **B2E:** Mobile services such as office functions, sales, recording of activities (e. g. times worked during on-site calls), etc.

To view these domains separately, it is necessary to consider the goals of providing mobile services. For B2C, the goals lie in offering added value by supporting mobility. This permits new customer groups to be tapped and existing user groups to be integrated more firmly. The important issue for B2B and B2E is being able to improve the quality and availability of information and to accelerate processes.

MOBILE MAINTENANCE AND REPAIR SERVICES

Here C-LAB is working on establishing the technical foundation in the shape of platforms that support mobility, especially for the conception and implementation of B2E e-services. The focus is on maintenance and repair processes, in particular aircraft maintenance (see

terstützung von Mobilität speziell im Hinblick auf die Konzeption und Umsetzung von B2E-E-Services. Der Fokus liegt dabei auf Prozessen aus der Domäne Wartung und Instandhaltung und hier speziell bei der Wartung von Flugzeugen (siehe Bild 43). Der Vorzug einer solchen Plattform ist in der effizienteren Erstellung von Klassen von Anwendungen aus derselben Domäne (Wartung und Instandhaltung für verschiedene Arten von Wartungsobjekten) und ggf. sogar aus derselben Service-Kategorie zu sehen. Dies ist naheliegend, denn es lassen sich einzelne E-Services der obigen Aufstellung mehr als einer Kategorie zuordnen.

Die Anforderungen an eine Lösungsplattform zur Unterstützung mobiler E-Services sind vielfältig und komplex. C-LAB hat dabei drei wesentliche Aspekte identifiziert, die zumindest für E-Services im Bereich B2E wesentlich sind:

Bild 43: Wartung/Instandhaltung im Bereich Flugzeugbau

Fig. 43: Aircraft maintenance/repair

- **Analyse und Unterstützung von Mobilität:**
  Der Nutzen der Mobilisierung ergibt sich bei Wartungs- und Instandhaltungsprozessen aus der Zeitersparnis bei der Durchführung, die bei den von uns betrachteten Anwendungsfällen zwischen 50 % und 70 % liegen kann. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Produktivität steigt, wenn dem Wartungsingenieur eine integrierte Dienstumgebung, zum Beispiel Informations- und Analysedienste, an Ort und Stelle zur Verfügung stehen.

  Insofern ist die *Benutzermobilität* im Wartungsareal zu unterstützen. Da auf Wartungsdaten über ein mobiles Endgerät oder ein stationäres Terminal zugegriffen werden kann, sind die *Endgerätemobilität* in dem gegenwärtigen Szenario nur eingeschränkt und die *Dienstmobilität* gar nicht zu berücksichtigen. Anforderungen entstehen hier aus der diskontinuierlichen Kommunikationsumgebung. Die hierbei spontan auftretenden temporären Unterbrechungen der drahtlo-

Fig. 43). The advantage of such a platform is that application classes can be generated more efficiently from the same domain (maintenance and repair of different kinds of objects) and possibly even from the same service category. The benefits are obvious: the individual e-services listed above can then be linked to more than one category.

The requirements for a solution platform to support mobile e-services are varied and complex. C-LAB has identified three significant aspects that are key to B2E e-services.

- **Analysis and support of mobility:**
  When it comes to maintenance and repair processes, the benefits of mobilization come from the time that is saved in carrying them out. In the cases that we have considered, the savings can amount to between 50 % and 70 %. In the process, we assume that productivity is boosted when maintenance engineers have an integrated service environment on site – for example, information and analysis services.

  This means that *user mobility* must be supported in the maintenance zone. Since it is possible to access maintenance data via a mobile device or a stationary terminal, *device mobility* only needs to be considered in this scenario to a limited extent, and *service mobili-*

sen Kommunikation erfordern die Berücksichtigung nomadischer Zugriffsmuster, d. h. Wartungsdaten müssen lokal vorgehalten werden, um die Fortsetzung der Arbeit im Falle einer Unterbrechung der Kommunikation zu gewährleisten.

- **Adaptivität:**
  Im Rahmen der realisierten Projekte im Wartungsumfeld von Flugzeugen hat eine eingehende Analyse gezeigt, dass für die Steuerung der Abläufe unterschiedliche Eingabemodalitäten (Text, Sprache, Gestik) und deren Kombination zur Produktivitätssteigerung zu berücksichtigen sind. Erst damit wird die geforderte Effizienz erzielt. Dies ist auch dadurch bedingt, dass neben dem mobilen Endgerät zeitgleich ein weiteres Werkzeug bedient werden muss. Gleiches gilt für die Ausgabemodalitäten; hier ist in bestimmten Situationen die Kombination von Sprach- und Bildausgabe erforderlich. So kann z. B. Spracheingabe mit Gestik und Ausgabe auf visuellen Ausgabegeräten gekoppelt werden.
  Aus Sicht des Nutzers ist nun die Konfiguration der Modalitäten von Bedeutung. Adaptivität in diesem Zusammenhang meint, dass ein Wechsel der Modalität (Umstellung von Text- auf Spracheingabe) in Abhängigkeit von einer Änderung des Kontextes des Benutzers (es wird ein Abschnitt der Wartungsprozedur ausgeführt, während der ein handfreies Arbeiten erforderlich ist) weitgehend automatisch ausgeführt wird. Ebenso kann die Wartungsprozedur in Abhängigkeit von einem Ortswechsel vorkonfiguriert werden.

- **Service- und Prozessintegration:**
  In die eigentliche Wartungsanwendung müssen verschiedene Dienste integriert werden. Zunächst wird die Wartungsdokumentation über einen entsprechenden Dienst bereitgestellt. Die Kommunikation mit dem Hintergrundsystem wird über einen multimodalen Interaktionsdienst koordiniert. Schließlich lassen sich dedizierte Kommunikationsdienste zur Kommunikation mit Sachbearbeitern und Experten integrieren, die den kontinuierlichen Kommunikations- und Informationsbedarf bei der Durchführung der Wartungsprozeduren unterstützen.
  Die funktionalen Erfordernisse hinsichtlich nomadischer Mobilitätsunterstützung des Benutzers, der

ty not at all. In this scenario, the discontinuous communication environment could pose problems for the user. Wireless communication may suffer temporary, spontaneous interruptions that make it necessary to take nomadic access patterns into account, i. e. maintenance data must be kept locally to ensure that work can continue if communication is disrupted.

- **Adaptivity:**
  An in-depth analysis of aircraft maintenance projects that have been undertaken has shown that it is necessary to take various input methods (text, voice, gesticulation) and their combinations into account in order to control procedures and boost productivity. It is only possible to achieve the required efficiency when this is the case. For one thing, another tool must be used at the same time as the mobile device. The same applies to output methods; here, voice and image data will need to be output in combination in certain situations. For example, voice input can be coupled with gestures, and be output to visual devices.
  From the user's point of view, it is the configuration of these methods that matters. Adaptivity in this context means that a change of method (for instance from text to voice input) is largely triggered automatically on the basis of a changed user context (when, for example, part of the maintenance procedure requires the hands to be free). It is also possible to configure the maintenance procedure on the basis of a change of location.

- **Service and process integration:**
  The actual maintenance application needs to have various services integrated. To begin with, maintenance documentation is provided via an appropriate service. Communication with the background system is coordinated via a multimode interaction service. Finally, dedicated communication services can be integrated in order to communicate with office staff and experts. These services must support the continuous need for communication and information during maintenance procedures.
  The functional requirements for mobile support of nomadic users, mobility of devices and adaptivity of applications are satisfied by providing services to cache maintenance data offline and to manage ses-

Endgerätemobilität und der Adaptivität der Anwendung werden durch die Bereitstellung von Diensten zum Offline-Caching von Wartungsdaten sowie zum Management von Sitzungen (Session-Manager) und Annotationen (Annotation-Manager) unterstützt.
Die Wartung als solche ist Teil von Geschäftsprozessen, die planerischer Kontrolle unterliegen und gemäß definierter Qualitätskriterien erfüllt werden müssen. Durch die Unterstützung mit mobilen Geräten und Diensten wird der eigentliche – bislang händische – Wartungsprozess in den Gesamtprozess integrierbar und ist nicht mehr auf eine Schnittstelle am Anfang oder Ende eines Wartungsvorgangs beschränkt, wenn die Daten in das System übertragen werden.
Für den nomadischen Arbeiter ergibt sich so der Vorteil, dass die notwendigen Daten und die korrekte Schrittabfolge automatisch erfasst bzw. vorgegeben werden. Auch kann ein mobiles System ganze Workflows vorhalten, die auch ohne permanente Verbindung mit dem Hintergrundsystem korrekt durchlaufen werden.
Eine besondere Bedeutung gewinnt die nahtlose Prozessintegration bei der Realisierung von Ad-hoc-Abläufen und der kollaborativen Bearbeitung von Wartungen. Beispielsweise kann ein freier Wartungsingenieur bei noch ausstehenden Wartungsschritten sofort eingesetzt werden, wenn Prozesszustand und -ablaufplan direkt auf seine mobilen Geräte übertragen werden können.

Für die von C-LAB zusammen mit Partnern im Rahmen des Projektes SNOW (Services for Nomadic Workers) entwickelte Lösung wurde eine Evaluierung vorgenommen. Diese ist komplex und wurde für einzelne Teile im Wartungszentrum bei einem Flugzeughersteller (Airbus) über einen Dienstleister in Toulouse durchgeführt. Dieser übernimmt auch Reparaturen und Überholungen, die in Bordeaux durchgeführt werden. Ein Online-Maintenance-Zentrum befindet sich in Paris am Flughafen Charles de Gaulle. Durch die hier vorgestellte Lösung (siehe Bild 44) können die allgemeinen Arbeitsbedingungen (großes Wartungsareal, die erforderlichen technischen und organisatorischen Daten sind nicht direkt am Arbeitsplatz abrufbar, 20 bis 50 % der Arbeitszeit innerhalb der Wartungsprozeduren werden für die Suche nach Informationen und Annotationen (Session Manager/Annotation Manager).
Maintenance as such is part of business processes. It must be planned and controlled, and be fulfilled in accordance with defined quality criteria. With support from mobile devices and services, it is possible to integrate the actual maintenance process, which has been largely manual to date, in the overall process. As a result, there is no longer any restriction to an interface at the beginning or end of a maintenance operation, when the data is transferred to and from the system.
The benefit for nomadic workers is that the necessary data and correct sequence of steps is recorded or specified automatically. A mobile system can also hold entire workflows that can be run through correctly without a permanent connection to the background system.
Seamless integration of processes is particularly important when it comes to implementing ad hoc procedures and handling maintenance activities collaboratively. For example, maintenance engineers whose time is free can be deployed immediately for other unfinished maintenance steps if the state and the workflow of the process can be transferred directly to their mobile devices.

The solution that was developed by C-LAB in conjunction with partners in the SNOW (Services for Nomadic Workers) project has been evaluated. This complex evaluation was undertaken for individual parts at the maintenance center of an aircraft manufacturer (Airbus) via a service provider based in Toulouse. This service provider also repairs and overhauls aircraft in Bordeaux. An online maintenance center is located at the Charles de Gaulle airport in Paris. The solution presented here (see Fig. 44) can significantly improve the general working conditions (the maintenance zone is large, the necessary technical and organizational data cannot be retrieved directly at the workplace, 20 % to 50 % of working time in the maintenance procedures involves searching for information, and there is no way of directly accessing expertise outside the maintenance zone). An extrapolation of the results so far indicates a reduction in average turnaround times of 30 % to 65 % in relation to the overall process.

Bild 44: Realisierung einer Lösung für mobile Wartung/Instandhaltung

Fig. 44: Implementation of a solution for mobile maintenance and repair

nen verwandt, es gibt keine Möglichkeit, auf Expertise außerhalb des Wartungsareals direkt zuzugreifen) signifikant verbessert werden. Die Extrapolation der bisherigen Teilergebnisse lässt auf eine Reduktion der durchschnittlichen Durchlaufzeiten um 30 bis 65 % hinsichtlich des gesamten Prozesses schließen.

AUSBLICK

Bei der Mobilisierung von Diensten tritt gegenwärtig eine gewisse Widersprüchlichkeit zutage: Auf der einen Seite ist die Verbreitung mobiler Endgeräte und damit die Grundlage der mobilen Nutzung elektronischer Informations- und sonstiger Dienste signifikant gestiegen, auf der anderen Seite konnten geschäftliche Erwartungen bislang nicht oder zumindest nicht vollständig erfüllt werden. Dies wird auch als „Advanced mobile services paradox" bezeichnet und beschreibt, dass die Erwartungen in kritischer Weise mit der Erfüllung der Kosten-Nutzen-Relation zusammenhängen. Diese ist für nicht wenige Geschäftsmodelle (z. B. durch zu hohe Kommunikationskosten) vor allem im Bereich B2C nicht gegeben. In den Bereichen B2B und B2E sehen wir dies für die mobile Wartung und Instandhaltung komplexer Produkte speziell bei einer serviceorientierten Umsetzung, welche die Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit im Hinblick auf ande-

OUTLOOK

Currently, the mobilization of services is affected by a few seeming contradictions: on the one hand, the use of mobile devices has spread significantly – and with them the basis for mobile use of electronic information and other services. But on the other hand, business expectations of mobile solutions have not been met so far, or at least not completely. This is called the advanced mobile services paradox, which describes how expectations are critically associated with fulfillment of the cost/benefit ratio. These expectations have not been met for quite a few business models (e. g. due to excessively high communication costs), especially in the B2C domain. In B2B and B2E, however, we see expectations fulfilled for the mobile maintenance and repair of complex products – especially when it comes to a service-oriented implementation that can be expanded and adapted for other applications. Approaches have also been developed to support service processes with suitable software platforms.

The solution developed by C-LAB and partners can also be used in the B2E/B2B domains for maintenance processes and in the manufacture of complex products in other industries (automotive, ship and plant engineering, etc.). In addition, C-LAB is examining adaptations of the

re Anwendungen ermöglicht, für gegeben, und es existieren einige Ansätze, Serviceprozesse durch geeignete Softwareplattformen zu unterstützen.

Die von C-LAB zusammen mit Partnern entwickelte Lösung kann im Bereich B2E/B2B auch für Wartungsprozesse und bei der Fabrikation von komplexen Gütern in anderen Industrien (Automobil-, Schiffs-, Anlagenbau etc.) eingesetzt werden. Des Weiteren untersucht C-LAB die Adaptionen der Plattform für mobile Prozesse bei der medizinischen Versorgung und im Bereich Notfallmanagement.

Kontakt:
Dr. Heinz-Josef Eikerling
Dr. Wolfgang Thronicke

E-Mail:
Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de
Wolfgang.Thronicke@c-lab.de

platform for mobile processes in healthcare and in emergency management.

Contact:
Dr. Heinz-Josef Eikerling
Dr. Wolfgang Thronicke

email:
Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de
Wolfgang.Thronicke@c-lab.de

AUFGABEN- UND NUTZERZENTRIERTE INNOVATIONSBEGLEITUNG UND TECHNOLOGIE-SCOUTING

Im Rahmen eines mehrjährigen Projektes werden in einem Werk der Automobilindustrie die Potenziale neuartiger mobiler Lösungen erprobt und bewertet. Ziel ist die Identifikation neuer Technologien, die für einen produktiven Einsatz bereit sind, bzw. der noch zu überbrückenden Lücken dazu.

Ein besonders wichtiger Aspekt bei der Bewertung und Weiterentwicklung solcher Systeme, die dann als Werkzeuge im täglichen Einsatz dienen sollen, ist die Nutzungsqualität. Es muss sichergestellt werden, dass die Nutzer dieser neuen Lösungen auch tatsächlich ihre Aufgaben am Ende effektiver, effizienter und für sie befriedigender erledigen können.

Neben der Usability werden die Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit bereits bei der initialen Betrachtung der vorgesehenen Einsatzkontexte berücksichtigt. Dieser ganzheitliche Ansatz (siehe Bild 45) ist eine Konkretisierung des C-LAB-Selbstverständnisses der Vereinigung von Geschäfts- und Nutzerprozessen mit technischem Know-how.

C-LAB unterstützt dabei durch Analysen des Nutzungskontextes in initialen Workshops und Vor-Ort-Prozessaufnahmen. Die bestehenden Arbeitsprozesse werden hierbei zunächst grob gesichtet und auf ihre Verbesserungspotenziale hin untersucht. Das bedeutet konkret, dass die Defizite bestehender Lösungen eine wichtige Basis für die Innovation neuer Wege darstellen.

Aus den erhobenen Analysedaten werden zunächst Anforderungen abgeleitet, die dann die Basis für die spätere Bewertung alternativer Lösungsansätze darstellen.

Dann wird zusammen mit Technologiepartnern sowohl aus dem C-LAB als auch dem Hause Siemens und mit anderen Kooperationspartnern im Projekt das Portfolio ver-

TASK- AND USER-CENTERED INNOVATION GUIDANCE AND TECHNOLOGY SCOUTING

The potential for new mobile solutions is being examined and assessed at a production plant in the automotive industry in the course of a project lasting several years. The goal is to identify both new technologies that are ready now for real use and the gaps that still need to be bridged in order to deploy such technologies.

A particularly important aspect in assessing and enhancing such systems for daily operations is their quality of use. It must be ensured that users of these new solutions can actually carry out their tasks more effectively and more efficiently and in a way that is more satisfying for them.

From the very beginning, feasibility, cost effectiveness, the intended usage contexts and usefulness and usability are all examined. This holistic approach (see Fig. 45)

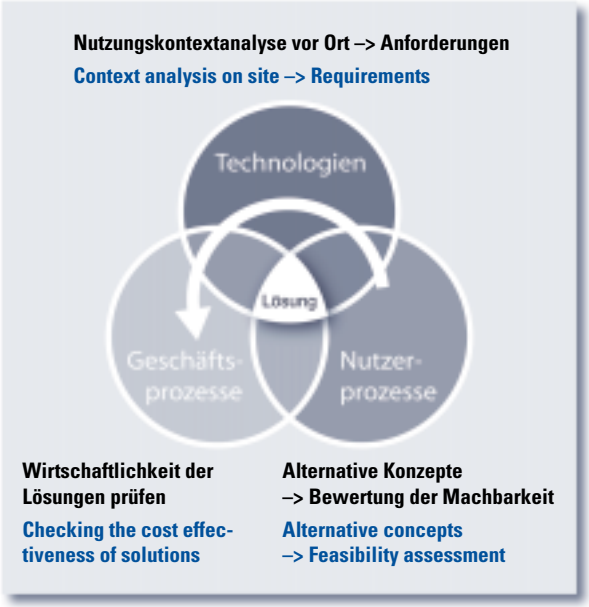


Bild 45: Nutzerzentrierte Innovation in der Anforderungserhebung

Fig. 45: User-centered innovation in establishing requirements

fügbarer (hier mobiler) Lösungen, aber auch aktueller Innovationen auf mögliche Lösungen für das analysierte Problem hin überprüft. Aufgrund seiner besonderen Stellung als Innovationslabor von Siemens und der gleichzeitigen Forschungsnähe zur Universität Paderborn verfügt C-LAB über ideale Voraussetzungen, hier als „Technologie-Scout" nicht nur die neuesten Technologien zu kennen, sondern diese auch mit den Methoden eines strukturierten und nachvollziehbaren aufgaben- und nutzerzentrierten Qualitätsmanagementprozesses verlässlich bewerten zu können.

Die Nutzungsanforderungen sind dabei neben der Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit ein gleichberechtigtes Kriterium bei der Entscheidung über den weiteren Projektverlauf. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass Neuerungen nicht um ihrer selbst willen eingeführt werden, sondern in der Praxis auch nützlich sind.

Im Verlauf der weiteren Projektentwicklung unterstützt C-LAB den Prozess mit tiefer gehenden Analysen der Aufgaben und der Nutzereigenschaften und verfeinert auf diese Weise die bestehenden Anforderungen. Zusätzlich liefert C-LAB konkrete Konzepte für die Weiterentwicklung der Systeme (siehe Bild 46).

2006 wurde auf diese Weise ein System zur mobilen Überprüfung von Schweißpunkten entwickelt, das nun in den produktiven Betrieb übernommen wurde (siehe auch „Nutzerorientierte Einführung von Innovationen in der Automobilfertigung", Seite 23). Daneben sind weitere Projekte aktuell in Bearbeitung, in denen zum Teil konkrete Weiterentwicklungen vorzunehmen, zum Teil aber auch zunächst initiale grundsätzliche Entscheidungen zu treffen sind.

Die aufgaben- und nutzerzentrierte Innovationsbegleitung (User Centered Innovation UCI) des C-LAB ist dabei nun fester Bestandteil des Innovationsprozesses und findet auch immer mehr Anwendung in verwandten Innovationsprojekten im Hause C-LAB, bei Siemens und bei weiteren externen Kunden.

PROZESS- UND METHODEN-COACHING IM BEREICH USABILITY-ENGINEERING

Viele Unternehmen haben den Bedarf an nutzungsoptimierten Produkten und Websites für sich identifiziert. Nur durch die Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit der Werkzeuge in der täglichen Nutzung, aber auch in

reflects C-LAB's understanding of how business and user processes are linked with technical know-how.

C-LAB is providing support by analyzing the usage context in initial workshops and recording processes on-site. First, a rough overview of the existing work processes is aquired and potential for improvement is checked. This means that shortcomings of existing solutions act as an important basis for innovation. Requirements are derived from the analysis results, and these form the foundation for the assessment of alternative approaches later on.

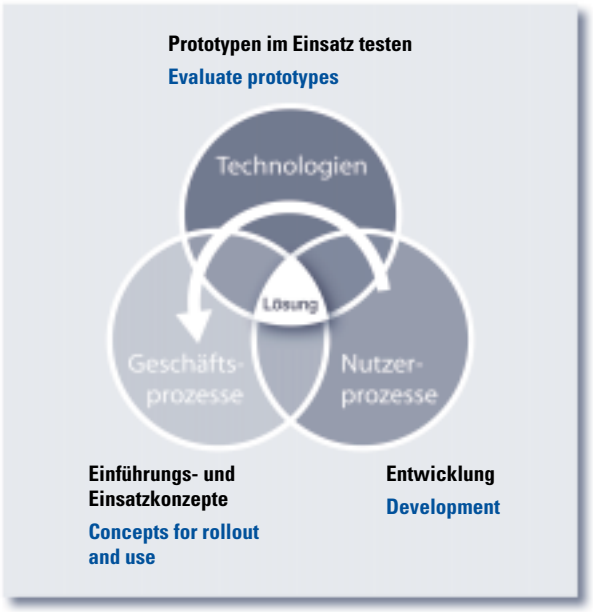


Bild 46: Iterative Fortführung des Innovationsprozesses im Prototyping

Fig. 46: Iterative approach to prototyping in the innovation process

Together with C-LAB and Siemens technology partners and other organizations involved in the project, the portfolio of available solutions (in this case, mobile ones) and current innovations are then examined to see whether they offer solutions to the problem that is being analyzed. Its special status as an innovation laboratory for Siemens and its proximity to research taking place at the University of Paderborn make C-LAB an ideal technology scout: C-LAB is not only familiar with the latest technologies but is also in a position to assess them using the methods of a structured and traceable task- and user-centered quality management process.

Requirements, feasibility and cost-effectiveness are all weighted equally when it comes to determining the fu-

der Außendarstellung zu Kunden und Interessenten können sie so Spitzenpositionen behaupten.

Eine Vorreiterrolle in Sachen Accessibility und Usability strebt dabei die Verwaltungsberufsgenossenschaft VBG an. Durch eigene Labors und hausinterne Beratung sollen nachhaltig sowohl die eingesetzten selbst entwickelten ERP-Lösungen im Hause als auch das Webportal in Bezug auf Zugänglichkeit und Gebrauchstauglichkeit optimiert werden. C-LAB unterstützt die VBG dabei durch eine nachhaltige Kooperation im Bereich des Usability-Consulting.

Die Beratung umfasst zwei Schwerpunkte:

- **Methoden-Coaching** = Mitarbeiter der VBG erlernen und vertiefen ihre Kenntnisse in den Methoden des Usability-Engineering.
- **Prozess-Coaching** = Die Entwicklungs- und Beschaffungsprozesse der VBG werden um Maßnahmen und Tätigkeiten ergänzt, die die Nutzungsqualität sicherstellen.

Daneben unterstützt C-LAB die VBG auch in konkreten Projekten, indem es Usability-Tests und Reviews durchführt und die Evaluationsergebnisse dann in die Entwicklungs- und Entscheidungsprozesse der VBG mit einbringt.

Das Methoden-Coaching findet in Form von Consulting-Sitzungen statt, in denen ausgewählte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der VBG zunächst mit Usability-Engineering-Methoden vertraut gemacht werden und diese dann selbst in ihren Projekten anwenden. Berater des C-LAB begleiten die Mitarbeiter dann über die gesamte Projektlaufzeit. Dabei wird in der Praxis und direkt in relevanten Projekten das durch mehrjährige Beratungserfahrung in verschiedenen Projekten erworbene Know-how in das Unternehmen transferiert. Dieses Vorgehen stellt sowohl die Qualität als auch die Relevanz und Nachhaltigkeit des vermittelten Wissens sicher.

Das Prozess-Coaching baut dann auf der Basis von entsprechend vorbereiteten Mitarbeitern auf und ergänzt behutsam, aber dauerhaft die bisherigen Entwicklungs-, Entscheidungs- und Einkaufsprozesse um eine aufgaben- und nutzerzentrierte Komponente. Dort, wo bisher vornehmlich Pflichten- und Lastenhefte mit funktionalen Spezifikationen die Entwicklung bestimmen, werden so

ture course of a project. This approach ensures that innovations are not simply introduced for their own sake but are also useful in practice.

C-LAB accompanies the project as it develops by providing ever more detailed analyses of the characteristics of tasks and users and the resultant requirements. In addition, C-LAB delivers concrete concepts for the further development of the systems (see Fig. 46).

A mobile system to test welds was developed in this way in 2006, and it has now gone live (see also "User-centered innovations in automotive manufacturing processes" on page 23). Other projects are also in progress. Some of them entail concrete enhancements whereas others are confined at the moment to basic decision-making.

C-LAB's approach to task- and user-centered innovation (UCI) is now a firm part of the innovation process, and is being followed increasingly in various related innovation projects at C-LAB, at Siemens and with external customers.

PROCESS AND METHOD COACHING IN USABILITY ENGINEERING

Many companies have recognized the need to optimize the way their products and websites can be used. They can only maintain or achieve leading positions by ensuring the usability of their tools and the way they present themselves to actual and prospective customers.

For example, VBG, an employer's liability insurance association in Germany, aims to be in the forefront when it comes to usability and accessibility. Drawing upon its own laboratories and internal consulting, VBG wants to optimize both the ERP solution, which has been tailored to its needs and its Web portal with regard to usability and accessibility. In a long-term cooperation, C-LAB is supporting VBG in this project by providing usability consulting services.

Consulting covers two main aspects:

- **Method coaching**: VBG employees learn about or extend their knowledge of usability engineering methods.
- **Process coaching**: Measures and activities are added to VBG's development and procurement processes to ensure the quality of use.

nach und nach auch Best Practices wie Use Cases und Usability-Tests in den Entwicklungsablauf integriert.

Die Unterstützung des C-LAB ist dabei durch die enge und langfristige Bindung an den Kunden belastbar und vertrauensvoll genug, um auch unternehmenskritische Entscheidungen zu begleiten.

Im Jahr 2006 wurden im Rahmen dieser Zusammenarbeit verschiedene Teilprojekte der VBG adressiert. Schwerpunkte sind die Weiterentwicklung und Optimierung der ERP-Lösung „BG-Standard" in Zusammenarbeit mit der Herstellerfirma Entitec, der Bereich der Lernmedien zur Prävention von Unfällen und Erkrankungen sowie der Webauftritt der VBG.

Die zentrale Software „BG-Standard" wurde beispielsweise während der Projektlaufzeit um einen elektronischen Posteingang ergänzt. Mithilfe des C-LAB wurde die Gebrauchstauglichkeit dieser zentralen Umstellung von Arbeitsprozessen bewertet und sichergestellt. Dabei kamen neben Workshops mit Betroffenen und Projektmitgliedern auch Befragungen und Vor-Ort-Usability-Tests zum Einsatz. So konnte in enger Zusammenarbeit mit Mitarbeitern, Personalvertretungen, Entwicklern und Projektleitung eine für alle Seiten akzeptable Lösung gefunden und dokumentiert werden, die nun produktiv im Einsatz ist.

Daneben werden aktuell die Beschaffungsprozesse im Bereich der Lernmedien betrachtet und um nachvollziehbare Anforderungskataloge ergänzt, die die Usability betreffen. Den Anbietern solcher Medien steht somit eine erfüllbare Liste von Usability-Anforderungen zur Verfügung, die auch gleichzeitig Hinweise auf die ggf. notwendigen Anpassungen liefern. Im Bereich der Website der VBG werden die vorhandenen Lösungen bzgl. ihrer Zugänglichkeit und Gebrauchstauglichkeit untersucht, um so deren kontinuierliche Verbesserung zu steuern.

PROJEKTBEGLEITUNG UND SCHULUNG

Einführung der Use-Case-Methodik bei Siemens Med – Orientierung am Workflow der Kunden

Im Jahr 2006 konnte die Usability-Gruppe ihre erfolgreiche Zusammenarbeit mit Siemens Med in zwei Projekten fortsetzen.

Zum einen unterstützte sie Siemens Med CTS im Projekt Somaris. Im Rahmen dieses Projektes wurde die Be-

In addition, C-LAB is assisting VBG in concrete projects by carrying out usability tests and reviews and then introducting the results from the evaluations into VBG's development and decision-making processes.

Method coaching takes place in consulting sessions to familiarize selected VBG employees with usability engineering methods that can be applied to their own projects. C-LAB's consultants then accompany VBG's employees throughout the various projects. In the process, VBG benefits from C-LAB's consulting experience from a variety of projects over many years; this know-how can be put into practice and made available directly in relevant projects. This approach ensures the quality, relevance and permanence of the knowledge that is transferred.

Process coaching thus builds on the foundation of well-prepared employees, and then adds – carefully but for the long-term – a task- and user-centered component to the association's existing development, decision-making and purchasing processes. As a result, best practices such as use cases and usability tests are gradually integrated in the development process to enhance the functional specifications that used to be the primary driver of development activities.

C-LAB's close, long-term relationship with this customer means that its support is reliable and trustworthy enough for it to be involved in the customer's mission-critical decisions.

In 2006 various VBG subprojects were addressed as part of this cooperation. Primary examples include the enhancement and optimization of the "BG Standard" ERP solution in conjunction with Entitec, the company that developed it, media to teach the prevention of accidents and illness, and VBG's Website.

For example, an electronic mailbox was added to the key "BG Standard" software during the project. The usability of this major change to VBG's work processes was assessed and ensured with the help of C-LAB. This process involved workshops with the affected parties and team members as well as surveys and on-site usability tests. Working closely with employees and their representatives, developers and project managers were able to find and document a solution that was acceptable to all parties and has now been deployed.

In addition, the procurement processes for teaching media are currently being reviewed so that meaningful

diensoftware der Siemens-Computertomografen weiterentwickelt. Dies ist bereits das zweite Projekt in Folge, bei dem C-LAB Siemens Med CTS bei der Etablierung und der Anpassung der in der Usability-Gruppe entwickelten Use-Case-Methodik unterstützt. Dies geschieht auf der Basis langjähriger Erfahrungen bei der Use-Case-Entwicklung, insbesondere im Bereich der Medizintechnik.

Die Use-Case-Methodik bietet ein Vorgehen, mit dem die Aufgaben und Arbeitsabläufe (Workflows) der Nutzer eines Systems dokumentiert werden. Die Ergebnisdokumente, sogenannte Use Cases, beschreiben die von den Nutzern benötigten Funktionen und Eigenschaften und stellen eine ideale Nutzer-System-Interaktion dar. Use Cases sind essenzielle Dokumente bei der nutzerzentrierten Entwicklung von Systemen, dem sogenannten User Centered Design. Sie halten Nutzeranforderungen an ein System umgangssprachlich fest und dokumentieren seine Funktion.

Zur Erstellung eines Use Cases werden im Vorfeld die potenziellen Nutzer eines Systems mit ihren Aufgaben und der Nutzungskontext analysiert. Die Ergebnisse werden dann strukturiert und aufbereitet in Use-Case-Dokumenten verdichtet. Use Cases sind Ergebnisdokumente der Kontextanalyse und liefern Input für die sich anschließende Konzeption eines Systems. Sie beschreiben die relevanten Funktionen und die benötigten Informationen, die das System aus Nutzersicht bereitstellen muss. Use Cases bieten sowohl eine detaillierte textuelle Beschreibung der Systeminteraktion als auch einen grafischen Überblick über den Ablauf.

Mithilfe von Use Cases werden Firmen in die Lage versetzt, den Workflow der Nutzer bei der Systementwicklung zu berücksichtigen. Da sich durch den Einsatz von Use Cases der Fokus der Entwicklung auf die Arbeitsabläufe der Nutzer verschiebt, werden im Sinne der Gebrauchstauglichkeit bessere Systeme entwickelt, die die Nutzer optimal bei der Erledigung ihrer Aufgaben unterstützen.

Soll die Use-Case-Methodik im Entwicklungsprozess eines Unternehmens verankert werden, geht die Usability-Gruppe wie folgt vor: Zuerst werden die Inhalte der Methodik vor Ort in Schulungen vermittelt. Anschließend werden die Use-Case-Verantwortlichen im Unternehmen aktiv bei der Use-Case-Erstellung unterstützt.

Diese Vorgehensweise wurde auch bei dem Projekt Somaris angewandt. Da im Rahmen des Vorgängerpro-

usability requirements catalogs can be drawn up. This will give suppliers of such teaching media a fulfillable list of usability requirements, one that also indicates any adaptations that may be needed. As far as VBG's Website is concerned, the existing solutions are being examined for accessibility and usability so that its ongoing improvement can be controlled.

PROJECT GUIDANCE AND TRAINING

Introduction of the use case methodology at Siemens Med in line with the customer's workflow

In 2006, C-LAB's Usability group continued its successful collaboration with Siemens Med in two projects.

One of these was the Somaris project in which C-LAB supported Siemens Med CTS in the further development of the software to operate Siemens computer tomographs. This is the second project in succession in which C-LAB has helped Siemens Med CTS establish and adapt the use case methodology that the Usability group has developed. This collaboration is based on our longstanding experience in the development of use cases, especially in the realm of medical engineering.

Our use case methodology provides a way of documenting the tasks and workflows of the users of a system. The documents that are generated – use cases – describe the functions and features that users need, and represent an ideal interaction between users and a system. Use cases are essential documents in the user-centered design of systems. They record users' requirements for a system in a plain and comprehensible way, and document its function.

In drawing up a use case, the first thing is to analyze the potential users of a system, their tasks and the usage context. The results are then structured and presented in condensed format in use case documents. Use cases document the results of context analysis and deliver input for the system design phase that follows. They describe the relevant functions and the information that the system must provide from the viewpoint of its users. Use cases provide both a detailed verbal description of system interaction and a graphical overview of system processes.

Use cases enable companies to take users' workflows into account when designing a system. They lead to better systems in terms of system usability, because they

jektes die Use-Case-Verantwortlichen bereits geschult worden waren, begann das Projekt mit Nutzerbefragungen, die die Usability-Gruppe zusammen mit den Projektverantwortlichen durchführte. So wurden die Nutzeranforderungen an das System ermittelt und bereits getroffene Annahmen zu den Arbeitsabläufen der Nutzer verifiziert. Im Anschluss daran unterstützte C-LAB Siemens Med CTS bei der Erstellung der Use Cases vor Ort. Nach der Fertigstellung der Dokumente wurden Validierungssessions durchgeführt, bei denen die Inhalte der Use Cases mit Nutzern des Systems diskutiert und verifiziert wurden. So wurde sichergestellt, dass die beschriebenen Workflows des späteren Systems die Nutzer bestmöglich unterstützen.

Außerdem führte die Usability-Gruppe im Rahmen eines Siemens-Med-weiten Kooperationsprojektes Schulungen von mehr als 100 Personen durch, bei denen die Grundlagen der Use-Case-Methodik und das Vorgehen vorgestellt wurden. Die Schulungen zeigten die Vorteile dieser Methodik auf und stellten die sich aus einer Workflow-Orientierung ergebenden Vorteile heraus.

„Das Use-Case-Training über die Geschäftsgebietsgrenzen hinweg war ein spürbar großer Erfolg. Am meisten hat mich fasziniert, die Wandlung bei den Teilnehmern des Trainings zu beobachten: Zuerst waren sie eher skeptisch bis ablehnend – aber den Trainern ist es gelungen, sie ‚mitzunehmen', ihr Interesse zu wecken und sie von dieser Methodik zu überzeugen."
(U. Mohr, Siemens MED CTS CI, Produktanalystin)

Zusätzlich wurden im Rahmen dieses Projektes Use-Case-Verantwortliche vor Ort geschult und bei der Use-Cases-Erstellung praktisch unterstützt.

Kontakt:
Ron Hofer
E-Mail: Ron.Hofer@c-lab.de

shift the focus of design to the users' workflows, allowing them to perform their tasks in an optimal manner. When its use case methodology will be anchored in a company's development process, C-LAB's Usability group proceeds as follows: first, the content of the methodology is ascertained on site in training sessions, and then the managers of use cases at the company are actively supported in generating them.

This was also the approach taken in the Somaris project. Since the use case managers had already been trained in the previous project, this project began with user surveys that were conducted by our Usability group together with the project managers. These surveys identified user requirements for the system and verified the assumptions that had already been made about user workflows. C-LAB then helped Siemens Med CTS draw up the use cases on site. When the documents had been completed, validation sessions were held in which the content of the use cases were discussed with the users of the system and verified. This ensured that workflows described for the system would provide users with the best possible support.

As part of a cooperation project relating to Siemens Med as a whole, the Usability group also carried out training for over 100 people, presenting the basics of the use case methodology and the specific approach taken. This training showed the overall benefits of the use case methodology and the advantages of orientation to workflows.

"Use case training across our various divisions was a noticeably great success. The most fascinating thing for me was to observe the change in those who attended the training. To begin with, they were all rather skeptical about or even adverse to use cases, but the trainers managed to "pull them along," raise their interest, and convince them of the methodology."
(U. Mohr, product analyst at Siemens MED CTS CI)

Another part of this project was to provide both training and practical support in the generation of use cases on-site for case managers.

Contact:
Ron Hofer
email: Ron.Hofer@c-lab.de

SECURITY

Das Themenfeld Sicherheit ist sehr vielfältig und beinhaltet alle technischen und organisatorischen Aspekte zur Erreichung der wesentlichen Sicherheitsziele, also Vertraulichkeit, Verfügbarkeit, Verbindlichkeit und Systemintegrität. Entsprechende Techniken und Lösungen adressieren einen sehr großen Markt, der im kommenden Jahr (2007) ein geschätztes Volumen von 23,5 Milliarden US-Dollar annehmen wird. Durch die Verbreitung des Einsatzes von IT-Komponenten zur Automation von Abläufen und Prozessen werden Sicherheitsanforderungen zum einen zusehends allgegenwärtig, zum anderen aber auch kritischer.

Dabei ist die Einstellung der Nutzer von Technologien, die im Hinblick auf die Sicherheit mit einem Gefahrenpotenzial behaftet sind, durchaus widersprüchlich. Auf der einen Seite löste im Jahre 2003 die Einführung von RFID-Etiketten im Future-Store der Metro AG großes Unbehagen bei den Verbrauchern aus, da dadurch nicht nur die Konzernlogistik der Metro AG verbessert, sondern auch in Verbindung mit anderen Daten das individuelle Verbraucherverhalten überwacht werden kann. Auf der anderen Seite erleben wir zurzeit einen Boom im Bereich des sogenannten „Social Computing", zu dem man Anwendungen wie Foren, Blogs, „Social Bookmarking/Tagging" oder Wikis im Rahmen des Web 2.0 zählt. Auf Plattformen wie MySpace, OpenBC/Xing, Flickr und YouTube werden teilweise recht persönliche Informationen preisgegeben. Auch hier können durch einfache Korrelationen zwischen unterschiedlichen Datenbeständen missbrauchbare Informationen generiert werden. Als aktuelles Beispiel (Oktober 2006) sei an dieser Stelle die Aktion des früheren Hackers Kevin Poulsen erwähnt, der ungefähr ein Drittel der Profile von MySpace-Usern eingelesen und mit einer in den USA öffentlich zugänglichen Datenbank für Sexualstraftäter abgeglichen hatte. Dabei konnten 497 Personen ermittelt werden, die als pädo-

SECURITY

Security is a wide-ranging topic. In this context, it covers all the technical and organizational aspects of achieving the primary security targets of confidentiality, availability, non-repudiability and system integrity. Various techniques and solutions address a very big market – one that is estimated to reach a volume of 23.5 billion US dollars in 2007. The continual increase in the use of IT components to automate procedures and processes means that security requirements are becoming both more omnipresent and more important.

Yet users of technologies that could pose security risks continue to hold very contradictory attitudes toward security. On the one hand, for example, the introduction of RFID tags at Metro AG's Future Store in 2003 made consumers feel uneasy: this technology, in addition to improving logistics at the Metro AG group, can also be used in conjunction with other data to keep track of individual consumers' purchasing behavior. On the other hand, we are currently experiencing a boom in so-called social computing – which includes applications such as forums, blogs, social bookmarking/tagging and wikis as part of Web 2.0. This has led, in part, to the disclosure of very personal information on platforms such as MySpace, OpenBC/Xing, Flickr and YouTube. Here, too, it is possible to generate information that can be abused simply by correlating different sets of data. A recent example of this (October 2006) involves the actions of former hacker Kevin Poulsen, who read roughly one third of the profiles of MySpace users and synchronized the data with a sex offender database that is publicly accessible in the USA. In the process, he identified 497 people who had either become known as persons with pedophilic tendencies or who were listed in conjunction with child molestation. This carelessness in dealing with security-critical information is partly caused by the fact that many users find

phil aufgefallen waren oder wegen Kindesmissbrauchs geführt werden. Diese Sorglosigkeit im Umgang mit sicherheitskritischen Informationen liegt auch daran, dass der Einsatz von Sicherheitsverfahren vom Benutzer in der Regel als umständlich und unverständlich empfunden wird.

C-LAB BEITRÄGE

C-LAB beschäftigt sich mit dem Thema Sicherheit im Hinblick auf die standardbasierte Bereitstellung von Mechanismen zur Nutzeridentifizierung, Authentifizierung und Verschlüsselung (auf Endgeräten und bei Übertragung) sowie zur Einschätzung der Seriosität von Diensten und Anbietern für End-to-End-Sicherheit. Derartige Verfahren werden für das *stationäre* Web bereits seit Jahren untersucht und im Hinblick auf neue Anforderungen („Social Computing", siehe oben) auch kontinuierlich verfeinert und verbessert. Durch die Mobilisierung von Diensten, Geräten und Nutzern ergeben sich hier neue Anforderungen (z. B. Dezentralisierung, Skalierung, Adaption an die Einschränkungen durch die mobile Umgebung, d. h. der Geräte, Netzwerke und Dienste), deren Behandlung durch eine einfache Adaption der für das stationäre Web bekannten Verfahren nicht möglich ist. Die Annahme ist, dass sich analog zum stationären Fall *Mobile Communities* ergeben werden, die durch geeignete integrative und sichere Systemplattformen zu unterstützen sind. Dabei stehen die leichte Nutzbarkeit und die Transparenz für den Anwender, d. h. dass die Implikationen seiner Entscheidungen einsehbar sind, im Vordergrund.

Im Folgenden wird auf zwei Aspekte näher eingegangen: die „nomadische Sicherheit", bei der es um die nahtlose Nutzung verschiedener Netzwerke (Provider) geht, sowie die Nutzung mobiler über die Netzwerke angebotener Dienste.

Nomadische Sicherheit

Bei der nahtlosen (*seamless*) Mobilität kann die Handhabung von Sicherheitsaspekten durch ein kontinuierlich vorhandenes Netzwerk und darüber zugängliche Dienste geregelt werden. Im Rahmen des von C-LAB initiierten und geleiteten Projektes UBISEC (Ubiquitous Networks with a Secure Provision of Services, Access, and Content Delivery) wurden Sicherheitsmechanismen zur Unsecurity procedures bothersome and difficult to understand.

CONTRIBUTIONS BY C-LAB

C-LAB investigates security aspects with regard to providing standard-based mechanisms for user identification and authentication as well as data encryption (at terminals and during transmission), and with a view to assessing the integrity of end-to-end security services and their providers. Such procedures have been examined for the *stationary* Web for years now, and are continuously being refined and improved to meet new requirements such as social computing (see above). The mobilization of services, devices and users is giving rise to new requirements here (for instance decentralization, scaling, and adaptation to the constraints of a mobile environment, i. e. devices, networks and services) that cannot be handled simply by adapting familiar procedures for the stationary Web. The assumption is that *mobile communities* will form themselves in the same way as stationary communities did, and that they will need to be supported by means of suitable integrative and secure system platforms. The focus is on ease of use and transparency for users, i. e. that the implications of their decisions are apparent.

This article takes a closer look at two aspects of this phenomenon: nomadic security, which involves the seamless use of different networks (providers), and the use of mobile services over these networks.

Nomadic security

When it comes to *seamless mobility*, it is possible to deal with security aspects via a continuously available network and the services that can be accessed via this network. In the UBISEC (Ubiquitous Networks with a Secure Provision of Services, Access, and Content Delivery) project that C-LAB initiated and directed, security mechanisms have been implemented to support nomadic mobility. Nomadic use places additional demands on security concepts because security-relevant information (for authentication, for instance) must also be available in offline situations.

An enhanced public key infrastructure (ePKI) has been defined and implemented as a prototype in the course of this project. It integrates various authentication and autho-

terstützung nomadischer Mobilität realisiert. Die nomadische Nutzung stellt zusätzliche Anforderungen an das Sicherheitskonzept, da sicherheitsrelevante Informationen (z. B. für die Authentifizierung) auch in Offline-Situationen vorhanden sein müssen.

Im Rahmen des Projektes wurde dazu eine ePKI (Enhanced Public Key Infrastructure) definiert und prototypisch realisiert. Diese integriert verschiedene auf die nomadische Nutzung hin zugeschnittene Authentifizierungs- und Autorisierungsverfahren:

- Zur Herstellung von Vertrauen (*Trust*) zwischen interagierenden Entitäten wird die Verwendung eines PTM (Pervasive Trust Model) auf Basis einer kontinuierlichen Skala zur Authentifizierung angeboten.
- Alternativ können auch Berechtigungsnachweise (*Credentials* wie Passwörter oder Zertifikate) für Authentifizierungs- und Autorisierungszwecke herangezogen werden. Der Mechanismus zur Invalidierung von Zertifikaten (*Certificate Revocation*) wurde dabei für die nomadische Nutzung im Rahmen des Projektes durch Verwendung einer entsprechenden Datenstruktur (*Authenticated Dictionary Merkle Hash Trees*) angepasst.
- Autorisierungsfunktionen zur Kontrolle des Zugriffs auf Ressourcen werden durch eine *Privilege Management Infrastructure* (PMI) abgedeckt. Autorisierungsentscheidungen werden dabei auf Basis von Attributzertifikaten, welche die vertrauenswürdige Zuordnung von Attributen zu einem (Nutzer-) Zertifikat (*ohne* das Originalzertifikat ändern zu müssen) ermöglichen, vorgenommen.

Für den Zugriff auf die beiden Infrastrukturen PKI und PMI werden zwei Arten von Clients unterschieden:

- In mobile Geräte oder in darauf laufende Anwendungen eingebettete Client-Komponenten können Sicherheitsanfragen (Ausstellung, Invalidierung und Prüfung von Zertifikaten) stellen (*User Client*).
- Die von der PKI/PMI verwalteten Ressourcen (z. B. Netzwerk) können in Form eines Clients Validierungsanfragen an die Infrastruktur stellen (Resource Manager Client).

In beiden Fällen wird die Zugriffskontrolle durch eine im Rahmen des Projektes von C-LAB beigesteuerte *Ac-*

rization methods that have been tailored to nomadic use.

- To establish trust between interacting entities, there is a *pervasive trust model* (PTM) based on a continuous scale for authentication.
- Alternatively, it is possible to use *credentials* such as passwords and certificates for authentication and authorization purposes. The *certificate revocation* mechanism has been adapted to nomadic use in the project by utilizing a suitable data structure (*authenticated dictionary Merkle hash trees*).
- Authorization functions to control access to resources are covered by a *privilege management infrastructure* (PMI). Decisions on authorization are based on attribute certificates that support trustworthy assignment of attributes to a (user) certificate without requiring that the original certificate be changed.

There are two kinds of clients for access to the two infrastructures (PKI and PMI):

- Client components embedded in mobile devices or in the applications running on them can deal with security requests by issuing, verifying and revoking certificates (*user client*).
- Resources managed by the PKI/PMI, such as a network, can issue validation requests to the infrastructure in the form of a client (*resource manager client*).

In both cases, access control is standardized by means of an *access control engine* (ACE) that C-LAB contributed to the project. This makes it possible to manage authorization data for access to practically any resource. For example, files in a file system or access to other services can be considered resources; the authorization data then describes access rights in relation to the respective users.

Our ACE uses the OASIS standard XACML (version 2.0) which defines access rights in the form of policies and formats to formulate authorization requests and responses (*XACML requests/responses*). A policy is described by specifying

1. a set of users (*subjects*),
2. a set of *resources* (for example files whose reference is described by a URI),
3. a set of *actions* to be authorized and
4. *rules* that combine the above-mentioned information in the form of an access authorization.

cess Control Engine (ACE) vereinheitlicht. Diese ermöglicht die Verwaltung von Autorisierungsdaten für den Zugriff auf nahezu beliebige Ressourcen. Als solche Ressourcen können z. B. Dateien in einem Dateisystem oder auch Zugriffe auf andere Services betrachtet werden, wobei die Autorisierungsdaten dann die Zugriffsrechte bezogen auf die jeweiligen Nutzer beschreiben.

Die ACE verwendet den OASIS-Standard XACML (Version 2.0), der die Definition von Zugriffsrechten in Form von Policies sowie Formate zur Formulierung von Autorisierungsanfragen (*XACML Requests*) und Autorisierungsantworten (*XACML Responses*) vorsieht. Eine Policy wird dabei durch die Angabe

1. einer Menge von Benutzern (*Subjects*),
2. einer Menge von Ressourcen (*Resources*, z. B. Dateien, deren Referenz jeweils durch einen URI beschrieben wird),
3. einer Menge von zu autorisierenden Aktionen (*Actions*) und
4. Regeln (*Rules*), welche die o. g. Informationen in Form einer Zugriffsberechtigung kombinieren,

beschrieben.

Die Access Control Engine unterstützt dabei die folgenden Operationen:

- Verwaltung von Policies:
  – Erzeugen neuer Policies
  – Löschen von Policies
  – Anpassen von Policies (Einschränkung oder Erweiterung von Zugriffsrechten)
- Evaluierung von Berechtigungen auf Basis der von der ACE verwalteten Policies

Auf Basis dieses weithin akzeptierten und mächtigen Standards lassen sich Autorisierungsanfragen homogen in andere Systeme integrieren. Die ACE in der gegenwärtigen Form automatisiert dabei die persistente Speicherung von Berechtigungen und vereinfacht die Beschreibung von Autorisierungsanfragen und die Auswertung von Autorisierungsantworten durch teilweise Eliminierung des semantischen Overheads in den nativen XACML-Nachrichten.

So wurde z. B. die Integration der Access Control Engine in die *Mobile Application Platform* (MAP) der SBS vorgenommen. Die ACE kann hier für Autorisierungsanfragen innerhalb von MAP-Workflows verwendet werden.

Our access control engine supports the following operations:

- Management of policies
  – Policy creation
  – Policy deletion
  – Policy modification (restriction or extension of access rights)
- Evaluation of rights based on policies managed by the ACE

Authorization requests can be integrated homogeneously in other systems on the basis of this widely accepted and powerful standard. In its present form, our ACE automates the persistent storage of rights, and makes it simpler to describe authorization requests and evaluate authorization responses by partly eliminating the semantic overhead in the native XACML messages.

This access control engine has, for example, been integrated in SBS's *mobile application platform* (MAP). Here, the ACE can be used for authorization requests in MAP workflows.

Security in the context of mobile services

Mobile devices are becoming ever more powerful and network coverage (mobile telephony, WLAN, etc.) is increasing all the time. Consequently, mobile services (i. e. services used typically via mobile phones or PDAs) can be expected to become increasingly significant, economically as well as logistically. In this field, a situation can therefore be expected like the one for Web-based services on the Internet. Two factors that could hinder this are insufficient trust when using such services and the lack of an environment that makes it easy for non-experts to set up mobile services. C-LAB is addressing both of these factors. In contrast to the previous section, though, the focus here is not on developing new security methods but on integrating existing ones in this usage context.

Mobile services are particularly critical when it comes to security in its various forms because several of the following factors usually obtain:

- Users are in an environment that is unfamiliar to them.
- The services that are offered or required are being used for the first time because the usage context is new.

Sicherheit im Kontext mobiler Services

Mobile Endgeräte werden immer leistungsfähiger und die Netzwerkabdeckung (Mobiltelefonie, WLAN etc.) nimmt laufend zu. So ist zu erwarten, dass mobile Services, d. h. typischerweise über Mobiltelefon oder PDA genutzte Dienste, eine immer größere (auch wirtschaftliche) Bedeutung erlangen werden. Daher ist auf diesem Feld eine Entwicklung zu erwarten, wie sie die webbasierten Dienste im Internet genommen haben. Zwei hinderliche Faktoren hierbei sind das Fehlen von hinreichendem Vertrauen bei der Nutzung solcher Dienste sowie das Fehlen einer Erstellungsumgebung, die es auch Nichtexperten leicht macht, mobile Dienste zu erstellen. C-LAB adressiert beide Faktoren im Zusammenhang. Hierbei steht im Gegensatz zum vorherigen Abschnitt nicht die Entwicklung neuer Sicherheitsverfahren, sondern die Einbeziehung existierender in den Nutzungszusammenhang im Vordergrund.

Mobile Services sind besonders kritisch, was Sicherheit in ihren verschiedenen Ausprägungen angeht, da oft mehrere der folgenden Faktoren gegeben sind:

- Der Nutzer befindet sich in einer ihm unvertrauten Umgebung.
- Die angebotenen oder benötigten Dienste werden erstmalig genutzt, da der Nutzungskontext neu ist.
- Die Kleinheit der Endgeräte schränkt die Lesbarkeit von Informationen (z. B. zur Beurteilung der Sicherheitslage) ein und macht die Interaktion (z. B. Eingabe von Passwörtern) mühsam.
- Die Aufmerksamkeit des Nutzers ist durch Umgebungsfaktoren oder gleichzeitig durchgeführte andere Handlungen eingeschränkt.

Es gibt heute für fast jede Sicherheitsbedrohung technische Schutzvorkehrungen wie sie teilweise auch im vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurden (Verschlüsselung, Authentifizierungsverfahren, Zertifikate, Trustcenter, Anonymisierungsverfahren, Gerätefunktionen usw.). In der Praxis bleiben die Diensteanwender jedoch weitgehend ungeschützt, weil sie diese Mechanismen ungenutzt lassen. Hier setzt C-LAB an:

- Die Nutzung von Sicherheitsverfahren soll für den Anwender vereinfacht werden.
- Die Implikationen von Sicherheitsentscheidungen sollen für den Nutzer kontextbezogen transparent wer-

- The small size of the devices makes it hard to read information (for example to assess the security situation) and makes it awkward to interact (for example to enter passwords).
- The attention of users is restricted by environmental factors or other actions taking place at the same time.

These days, there are technical mechanisms to provide protection against almost every security threat. Some of these mechanisms were mentioned in the previous section (encryption, authentication methods, certificates, trust centers, anonymization procedures, device functions and so on). In practice, however, users of services largely remain unprotected because they do not use these mechanisms. This is where C-LAB comes in:

- The use of security procedures should be made easier for users.
- The implications of decisions about security should become transparent for users in context (that is, the remaining risks and/or a restricted functionality through security levels).
- Developers of mobile services should be supported in the integration of security technology.

As far as users are concerned, C-LAB is taking the following approaches to raise user-friendliness:

- Evaluation of the user context to classify security risks
- Presentation of situation-based security options
- Profile-based filtering of available services in line with the situation
- Automatic management of certificates
- Automatic input of security parameters wherever possible
- Access to (and storage of) users' own and third-party assessments (*mobile communities*)
- Automatic integration of background services (trust centers, rating services, mobile communities)
- Development of innovative concepts for gradual or partial security that can be used when classic security mechanisms ("either secure or insecure") are not applicable or acceptable

As far as developers are concerned, C-LAB is working on:

- Development of templates to integrate security mechanisms in services

den (verbleibende Risiken bzw. Funktionseinschränkungen durch Sicherheitsstufen).
- Der „Einbau“ von Sicherheitstechnologie soll für den Ersteller von mobilen Services unterstützt werden.

Hinsichtlich der Anwenderseite verfolgt C-LAB dabei die folgenden Ansätze zur Steigerung der Nutzerfreundlichkeit:
- Auswertung des Nutzerkontextes, um Sicherheitsrisiken zu klassifizieren
- situationsgerechte Präsentation der Sicherheitsoptionen
- situationsgerechtes profilgestütztes Filtern von angebotenen Diensten
- automatische Zertifikatverwaltung
- automatische Eingabe von Sicherheitsparametern, wo immer möglich
- Zugriff auf (und Ablegen von) eigenen und fremden Beurteilungen (*Mobile Communities*)
- automatische Einbindung von Hintergrunddiensten (Trustcenter, Rating-Dienste, Mobile Community)
- Entwicklung innovativer Konzepte „gradueller“ oder partieller Sicherheit, die dann zum Einsatz kommen, wenn die klassischen Sicherheitsmechanismen („entweder sicher oder unsicher“) nicht anwendbar oder akzeptabel sind

Für die Erstellerseite arbeitet C-LAB an:
- Entwicklung von „Templates“ zur Einbindung von Sicherheitsmechanismen in die Nutzdienste
- Sicherstellung der Einhaltung einer bestimmten „Sicherheitsklasse“ bei der Zusammenstellung (Komposition) eines Nutzdienstes aus verschiedenen Diensten

Diese Arbeiten werden im Rahmen des Mitte 2006 gestarteten EU-Forschungsprojekts SMS (Simple Mobile Services) durchgeführt. Die Ergebnisse werden u. a. in einem Pilotversuch im Passagierbereich des Flughafens von Athen validiert.

AUSBLICK

Sicherheit stellt ein Querschnittsthema mit zunehmender Bedeutung speziell für dezentral und spontan vernetzte Systeme dar. Aufgrund der gemachten Erfahrungen –

- Compliance with a certain “security class” when creating composite services from single services.

This work is being done as part of the EU’s Simple Mobile Services (SMS) research project, which began in mid-2006. The results will be validated in pilot testing in Athens Airport’s passenger area, among other places.

OUTLOOK

Security is a cross-disciplinary topic that is gaining in significance, especially for decentralized and spontaneously networked systems. On the basis of experience gained in other contexts than those mentioned here, it is very important to take security requirements into consideration from the very beginning, particularly when it comes to the mobility scenarios that will emerge in the future.

C-LAB is endeavoring to identify essential security requirements and to encapsulate them as functions and components in a practical way to permit their widespread use.

Contact:
Dr. Heinz-Josef Eikerling
Matthias Niemeyer

email:
Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de
Matthias.Niemeyer@c-lab.de

auch in anderen als den hier genannten Kontexten – ist die Berücksichtigung von Sicherheitsanforderungen speziell im Hinblick auf die sich zukünftig entwickelnden Mobilitätsszenarien von Beginn an von eminenter Bedeutung.

C-LAB ist hier bemüht, essenzielle Sicherheitsanforderungen zu identifizieren und in Form von Funktionen und Komponenten praxisnah so zu kapseln, dass sie einer möglichst breiten Anwendung zugeführt werden können.

Kontakt:
Dr. Heinz-Josef Eikerling
Matthias Niemeyer

E-Mail:
Heinz-Josef.Eikerling@c-lab.de
Matthias.Niemeyer@c-lab.de

PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT

PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS

LEHRVERANSTALTUNGEN / LECTURES

Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik
Institut für Informatik

B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Eingebettete Systeme (WS 2006/2007)

B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: Intelligenz in eingebetteten Systemen (SS 2006)

B. Kleinjohann, W. Richert, M. Koch: Projektgruppe Paderkicker V, Teil 1 (WS 2006/2006) und Teil 2 (SS 2006)

F. J. Rammig: Introduction to Real Time Operating Systems (WS 2005/2006 und WS 2006/2007)

F. J. Rammig: Real Time Operating Systems (SS 2006)

F. J. Rammig: Proseminar Engineering Eingebetteter Systeme (SS 2006)

F. J. Rammig: Seminar Artificial Immune Systems (WS 2006/2007)

A. Rettberg: Übung Grundlagen der Technischen Informatik (SS 2006)

A. Rettberg: Übung Grundlagen der Rechnerarchitektur (WS 2006/2007)

BÜCHER, KONFERENZ UND JOURNALBEITRÄGE / BOOKS, CONFERENCE AND JOURNAL PAPERS

M. Baier: „Determinants of Successful Technology Diffusion: The Case of Radio Frequency Identification (RFID)"; 8th Siemens Community of Practice Innovation Management Conference, Toulouse, France, September 2006

M. Baier, G. Gräfe, E. Römer: „Screening new Service Ideas for Business Markets: The Case of IT Business Services"; Academy of Marketing Conference London, Great Britain, hosted by Middlesex University, July 2006

F. Berger, H.-J. Eikerling: „A Broker Concept for the Adaptation of Nomadic Access to Multimedia Content Delivery Services"; 20th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Vienna, Austria, April 2006

F. Berger, S. Bublitz, H.-J. Eikerling: „Mobilisierung und Adaption von e-Services am Beispiel von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen"; 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, Workshop: Mobile Anwendungssysteme im beruflichen und privaten Bereich, Dresden, Germany, October 2006

Th. Bierhoff, O. Stübbe, J. Schrage: „Modellierung und Simulation eines faseroptischen Biegesensors"; 9. Workshop „Optik in der Rechentechnik", Siegen, Germany, October 2006

Th. Bierhoff, J. Schrage: „Computer Aided Design of Optical Interconnects for PCB"; Forum der SMT2006, Nürnberg, Germany, 2006

R. Burmeister, C. Pohl, S. Bublitz, P. Hugues: „SNOW – A Multimodal Approach for Mobile Maintenance Applications"; Proceedings of the fifteenth IEEE International Worshops on enabling echnologies: Infrastructure for collaborative Enterprises, Mancheseter, United Kingdom, June 2006

M. Conrad, A. Krupp: „An Extension of the Classification-Tree Method for Embedded Systems for the Description of Events"; Second Workshop on Model Based Testing, Vienna, Austria, March 2006

F. Dittmann, A. Rettberg: „Design of Partially Reconfigurable Systems: From Abstract Modelling to Practical Realization"; 1st International Workshop on Reconfigurable Computing Education, Karlsruhe, Germany, March 2006

F. Dittmann, A. Rettberg, R. Weber: „Towards the Implementation of Path Concepts for a Reconfigurable Bit-Serial Synchronous Architecture"; Proceedings of the 3rd International Conference on ReConFigurable Computing and FPGA, San Luis Potosi, Mexico, September 2006

M. Ditze, T. Bresser: „Resource Adaptation for Audio-Visual Devices in the UPnP QoS Architecture"; Proceeding of the IEEE AINA 2006, Volume II, Vienna, Austria, 2006

M. Ditze: „Resource Adaptation for Mobile AV Devices in the UPnP QoS Architecture"; Journal of Mobile Multimedia, December 2006

H.-J. Eikerling: „Efficient Policy-based Access Control in Web-based Personalisation Management"; WebIST Conference, Setúbal, Portugal, April 2006

N. Esau, L. Kleinjohann, B. Kleinjohann: „Emotional Communication with the Robot Head MEXI."; International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV 2006), 5 – 8 Dezember, Singapore, December 2006

A. Förster, T. Schattkowsky, G. Engels, R. Van Der Straeten: „A Pattern-driven Development Process for Quality Standard-conforming Business Process Models"; In Proc. IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), 2006

J. Gausemeier, J. Wallaschek, F. J. Rammig, W. Schäfer, A. Trächtler: „Entwurf mechatronischer Systeme"; Band 189 2006, HNI Verlagsschriftenreihe, Paderborn, 4. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme 30. und 31. März 2006 Heinz Nixdorf Institut, Paderborn, Germany, 2006

H. Giefers, A. Rettberg: „Energy Aware Multiple Clock Domain Scheduling for a Bit-serial, Self-timed Architecture"; Proceedings of the 19th Symposium on Integrated Circuits and System Design (SBCCI), Ouro Preto, Brazil, August 2006

M. Götz, A. Rettberg, C. E. Pereira: „Run-time Reconfigurable Real-Time Operating System for Hybrid Execution Platforms"; Proceedings of the 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM), Saint-Etienne, France, May 2006

M. Götz, A. Rettberg: „Communication-aware Component Allocation Algorithm"; Proceedings of the Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006

J. Grossmann, M. Conrad, I. Fey, A. Krupp, K. Lamberg, C. Wewetzer: „TestML – A Test Exchange Language for Model-based Testing of Embedded"; Automotive Software Workshop, San Diego, March 2006

J. Grossmann, W. Müller: „A Formal Behavioral Semantics for TestML"; ISOLA 06, Paphos, Cyprus, November 2006

T. Happel, M. Franke, H. Nanai, J. Schrage: „Demonstration of optical interconnection- and assembly technique for PCB at data rates of 10 Gbps/ch"; Electronics Systemintegration Technology Conference (ESTC) 2006, Dresden, Germany, September 2006

R. Hartwig, K. Nebe, T. Koopmann: „Umsetzung eines Nutzerzentrierten Prozesses in der Entwicklung einer Lösung aus dem Gesundheitswesen“; Presentation at Mensch und Computer 2006, Gelsenkirchen-Buer, Germany, September 2006

H. Hohensohn: „Virtual Knowledge Management“; Zülch, Barrantes, Steinhäuser (Hrsg.): Unternehmensführung in dynamischen Netzwerken, Springer Verlag, 2006

P. Janacik, T. Heimfarth, F. J. Rammig: „Emergent Topology Control Based on Division of Labour in Ants“; Proceedings of the IEEE 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2006), Vienna, Austria, April 2006

B. Kleinjohann, W. Richert, M. Koch: „The Paderkicker Team: Autonomy in Realtime Environments“; Proceedings of the Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006

B. Kleinjohann, L. Kleinjohann, R. J. Machado, C. E. Pereira, P.S. Thiagarajan: „From Model-Driven Design to Resource Management for Distributed Embedded Systems“; Proceedings of the Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006

A. Krebs, M. Rese, G. Gräfe, M. Welling: „Do Auctions on the Internet Forward the Occurrence of Opportunistic Behavior? – An Analysis of Confronting or Conforming Factors in Buyer-Supplier-Relationships“; 22. IMP Group Conference (Industrial Marketing and Purchasing Group), Milan, Italy, September 2006

A. Krupp, W. Müller: „Classification Trees for Random Test and Functional Coverage“; Design, Automation and Test in Europe (DATE 2006), Munich, Germany, March 2006

L. Lavagno, W. Müller: „UML: A Next-Generation Language For SoC Design“; Electronic Design (Web Exclusive), ED Online ID #12552, May 2006

S. Lietsch, J. Berssenbrügge, H. Zabel, V. Wittenberg, M. Eikermann: „Light Simulation in a Distributed Driving Simulator“; 2nd Inernational Symposium on Visual Computing (ISVC2006), Lake Tahoe, Nevada, USA, November 2006

Ch. Loeser, G. Schomaker, M. Schubert, T. Schattkowsky: „Fairness Considerations in Replication and Placement Strategies for large Documents in heterogeneous Content Delivery Networks“; Proc. of the 5th International Conference on Networking (ICN-2006), IEEE Press, Mauritius, Best Paper Award, April 2006

W. Müller, H. Zabel: „Towards a Unified Behavioral Language - A Simulation Framework Based Approach“; Proceedings of the UML-SoC Workshop, San Francisco, USA, July 2006

W. Müller, A. Rosti, S. Bocchio, E. Riccobene, P. Scandurra, W. Dehaene, Y. Vanderperren: „UML for ESL Design – Basic Principles, Tools, and Applications“; Embedded Tutorial. Proc. of ICCAD'06, San Jose, USA, November 2006

W. Müller, Y. Vanderperren, W. Dehaene: „UML and Model-Driven Development for SoC Design“; CODES/ISSS Workshop, Seoul, Korea, October 2006

W. Müller, Y. Vanderperren, W. Dehaene: „UML and Model-Driven Development for SoC Design“; Proc. of DATE 2006, Munich, Germany, March 2006

W. Müller: „UML – The Emerging Hardware Description Language?“; Proc. of FDL'06, Darmstadt, Germany, September 2006

K. Nebe, L. Grötzbach, R. Hartwig: „Integrating User Centered Design in a Product Development Lifecycle Process: A Case Study“; Presentation at the 2006 International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP '06), Las Vegas (NV), USA, June 2006

K. Nebe, L. Grötzbach: „Aligning User Centered Design Activities with established Software Development Practices“; Presentation at nordiCHI 2006, Oslo, Norway, October 2006

K. Nebe, L. Grötzbach: „Integration von User-Centered Design und Softwareentwicklung zur Optimierung von Workflow-Unterstützung“; Presentation at World Usability Day, Berlin, Germany, November 2006

K. Nebe: „User Centered Software Engineering: Sicherstellung der Integration von Usability Aktivitäten in Software Engineering Prozessen“; Guest Lecture at Cologne University of Applied Sciences, Germany, December 2006

Y. Pan, F. J. Rammig, H. Schmeck, M. Solar: „Biologically Inspired Cooperative Computing“; 2006 IFIP WG 10.5, Springer-Verlag, 2006

F. J. Rammig, W. Dangelmaier, H. Karl, B. Mertsching, F. Meyer auf der Heide, A. Trächtler: „Self-Coordinating Systems: The Next Challenge in Research on Distributed Systems“; Proceedings of the 6th International Heinz Nixdorf Symposium, HNI Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Germany, 2006

F. J. Rammig: „Towards Self-Coordinating Ubiquitous Computing Environments“; Proceedings of the EUC 2006, Seoul, South Korea, 2006

F. J. Rammig, M. Götz, T. Heimfarth, P. Janacik, S. Oberthür: „Real-time Operating Systems for Self-coordinating Embedded Systems“; Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Object and component-oriented Real-time distributed Computing (ISORC 2006), Gyeongju, Korea, April 2006

A. Rettberg, F. J. Rammig: „A New Design Partitioning Approach for Low Power High-Level Synthesis“; Third IEEE International Workshop on Electronic Desing, Test and Applications (DELTA 2006), Kuala Lumpur, Malaysia, January 2006

A. Rettberg, F. J. Rammig: „Integration of Energy Reduction into High-Level Synthesis by Partitioning“; Proceedings of the Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006

A. Rettberg, F. J. Rammig, B. Kleinjohann: „Partitioning-based Energy Reduction Methods integrated into High-Level Synthesis“; Fundamentals & Methods for Low-Power Information Processing (Editors: B. Mertsching), Springer Publishers, 2006

W. Richert, B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: „Trading off impact and mutation of knowledge by cooperatively learning robots“; IFIP Conference on Biologically Inspired Cooperative Computing (BICC 2006), Santiago, Chile, August 2006

W. Richert, B. Kleinjohann: „Self-organization at the lowest level: Proactively learning skills in autonomous systems“; GI 2006 – Organic Computing Workshop, Dresden, Germany, Oktober 2006

W. Richert, B. Kleinjohann: „Robust skill learning with prediction guided autonomy“; Proceedings of the 2006 IEEE Mountain Workshop on Adaptive and Learning Systems (IEEE SMCals 2006), Logan, USA, Juli 2006

E. Römer, M. Baier, G. Gräfe: „Screening new Service Ideas for Business Markets: The Case of IT Business Services“; Working Paper No. 06/09, Bradford University – School of Management, April 2006

M. L. Sbodio, W. Thronicke: „Context processing within an open, component-oriented, software framework“; 3rd International Forum on Applied Wearable Computing, Bremen, Germany, March 2006

R. Schäfer, S. Bleul: „Towards Object Oriented, UIML-based Interface Descriptions for Mobile Devices“; 6th International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces (CADUI´2006), Bucharest, Romania, June 2006

R. Schäfer, M. Ziegler, W. Müller: „Securing Personal Data in Smart Home Environments“; Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2006), Proceedings of the Workshop on Privacy-Enhanced Personalization, Montreal, Canada, April 2006

R. Schäfer, S. Bleul, W. Müller: „Dialog Modelling for Multiple Devices and Multiple Interaction Modalities“; 5th International Workshop on Task Models and Diagrams for UI design TAMODIA'2006), Hasselt, Belgium, October 2006

R. Schäfer, W. Müller, J. Groppe: „Profile Processing and Evolution for Smart Environments“; 3rd International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC-06), Wuhan and Three Gorges, China, September 2006

T. Schattkowsky, A. Rettberg, R. Doemer: „Design Space Exploration through Interactive Model Mappings for UML-based Specifications“; UML-SoC Workshop, San Francisco, USA, July 2006

T. Schattkowsky, A. Förster, Ch. Loeser: „Secure Storage for physically exposed Web- and Application Servers“; Proc. of the 5th International Conference on Networking (ICN-2006), IEEE Press, Mauritius, April 2006

T. Schattkowsky, J. H. Hausmann, G. Engels: „Using UML Activities for System-on-Chip Design and Synthesis“; Proc. ACM/IEEE 9th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MoDELS 2006), Genova, Italy, October 2006

T. Schattkowsky: „Capturing Implementation Aspects in UML-based Functional Specifications“; Proc. 2nd Asian Workshop on Aspect-Oriented Software Development (AOAsia), Tokyo, Japan, September 2006

C. Schneider, N. Esau, L. Kleinjohann, B. Kleinjohann: „Feature based Face Localization and Recognition on Mobile Devices.“; Proceedings of the 9th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV 2006), 5 – 8 Dezember, Singapore, December 2006

J. Schrage, Y. Sönmez, T. Happel, U. Gubler, P. Lukowicz, G. Mrozynski: „WDM package enabling high-bandwidth optical intrasystem interconnects“; SPIE Photonics West 2006, San Jose, CA, USA (Invited Paper), January 2006

J. Schrage, Y. Sönmez: „WDM package enabling high-bandwidth optical intrasystem interconnects“; PhotonicsWest2006, San Jose, CA, USA, Conference (invited), January 2006

J. Schrage: „Electro-Optical Circuit Board (EOCB) – Technology and Design“; Zuken Design Automation Conferences (Z-DAC) 2006, Ulm, Germany, October 2006

D. Stichling, N. Esau, B. Kleinjohann, L. Kleinjohann: „Real-Time Camera Tracking for Mobile Devices: The VisiTrack System.“; Real-Time Systems, The International Journal of Time-Critical Computing Systems, Springer Science + Business Media, 2006

O. Stübbe, J. Schrage, G. Mrozynski: „Ansatz zur analytischen Bestimmung der Übertragungseigenschaften von multimodalen Wellenleitern basierend auf Strahlenoptik“; 9. Workshop „Optik in der Rechentechnik“, Siegen, Germany, October 2006

M. Welling, M. Rese, G. Gräfe, A. Krebs: „Fördern Internetauktionen Opportunismus? Eine Analyse zum Wandel von Geschäftsbeziehungen am Beispiel von Handelsmarkenstrategien“; Gemeinschaften in Neuen Medien 2006 (GeNeMe), Dresden, Germany, September 2006

M. Welling, A. Krebs, G. Gräfe: „Pandora's Box: Does Electronic Commerce Increase the Optimal Amount of Fraud?“; Fritz, M. / Rickert, U. / Schiefer, G. (Eds.): Trust and Risk in Business Networks, 99th European Seminar of the EAAE, February 2006

H. Zabel, A. Rettberg: „Prototyping an Ambient Light System – a Case Study“; Proceedings of the Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006

D. Zimmermann, N. Woletz, K. Nebe, M. Freymann: „User-Centred Design und Software Engineering: Integration, Prozessbewertung und Auswirkungen auf die Produkt- und Prozessqualität“; Presentation at Mensch und Computer 2006, Gelsenkirchen-Buer, Germany, September 2006

D. Zimmermann, J. Anderson: „User Interface Design at Siemens Medical Solutions“; P. Sherman (ed.), „Usability Success Stories: How Organizations Improve by Making Easier-To-Use Software and Web-Sites“, Gower Publishing, 2006

DOKTORARBEITEN / PhD THESES

Bierhoff, Thomas: „Strahlenoptische Analyse der Wellenausbreitung und Modenkopplung in optisch hoch multimodalen Wellenleitern“, Prof. G. Mrozynski (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik, Theoretische Elektrotechnik), Prof. F. J. Rammig (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik)

Der schnellen Entwicklung der Taktraten innerhalb hochintegrierter elektronischer Schaltkreise steht eine vergleichsweise langsam anwachsende Übertragungsrate konventioneller, elektrischer Verbindungstechniken heutiger Leiterplattensysteme gegenüber. Aufgrund physikalisch bedingter Leistungsgrenzen in der Datenübertragung schränkt die elektrische Verbindungstechnik mit zunehmendem Maße die erreichbare Leistungsfähigkeit der gesamten Baugruppe ein. Da die Anforderungen an die Datenübertragungsraten kontinuierlich ansteigen, sind gegenwärtig hybride elektrisch-optische Leiterplatten mit in der Leiterplatte planar integrierten, optisch hoch multimodalen Wellenleitern in der Entwicklung. Diese erreichen weit höhere Übertragungsraten als die elektrische Verbindungstechnik und weisen somit das Potenzial auf, den zukünftigen Engpass der Verbindungstechnik auf Leiterplatten zu überwinden. Neben den Herstellungstechnologien für eine hybride elektrisch-optische Leiterplatte sind auch durchgängige Lösungen für deren Entwurf erforderlich. In Analogie zum Entwurf konventioneller elektrischer Leiterplatten werden für die neue, optische Verbindungstechnik ebenso rechnergestützte Simulations- und Analysewerkzeuge benötigt, mit denen das Übertragungsverhalten optischer Verbindungen berechnet, analysiert und optimiert werden kann.

Hierzu wurde im Rahmen dieser Arbeit ein hybrid strahlenoptisches Analyseverfahren entwickelt, das unter Berücksichtigung spezifischer Wellenleitereigenschaften die Wellenausbreitung und Modenkopplung in optisch hoch multimodalen Wellenleitern auf Grundlage der elektromagnetischen Feldtheorie lokal ebener Wellen berechnet. Unter Einbeziehung eines speziell entwickelten wellenoptischen Modells zur mathematischen Beschreibung der Streuung ebener Wellen an nano-rauen dielektrischen Grenzflächen konnte der Einfluss rauer Kerngrenzflächen erstmalig mit in die Analyse einbezogen werden. Die softwaretechnische Umsetzung des entwickelten Analyseverfahrens ermöglicht die effiziente Berechnung des stationären als auch transienten Übertragungsverhaltens optisch vielmodiger Wellenleiter unter Berücksichtigung spezifischer Eigenschaften dieser neuen optischen Verbindungstechnologie.

Bierhoff, Thomas: “Ray-optical analysis of wave propagation and mode coupling in highly multimode optical waveguides”, Prof. G. Mrozynski (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik, Theoretische Elektrotechnik), Prof. Dr. F. J. Rammig (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik)

The rapid development of higher clock rates in highly integrated electronic circuits stands in contrast to the relatively slow increase in the transfer rates of conventional electrical interconnections in today's printed circuit board technology. Due to the physical limits of electrical interconnections in terms of their transfer rate, electrical data transfer between integrated circuits is increasingly restricting the overall performance of the entire system. Since the demand for higher data transfer rates between integrated circuits is continually rising, new hybrid electro-optical boards are being developed with board-integrated highly multimode optical waveguides. These optical waveguides provide much higher data transfer rates than conventional electrical interconnects, and therefore show great potential to cope with the emerging bottleneck in board-level interconnection systems. In addition to appropriate manufacturing technologies for a hybrid electro-optical board, there is also a need for end-to-end computer-aided design to enable the optical transfer behavior of board-integrated optical waveguides to be predicted and optimized.

In the scope of this thesis, a hybrid ray-optical analysis technique was developed that enables the computation of wave propagation and mode coupling in highly multimode optical waveguides under the consideration of specific waveguide properties (e.g. intrinsic absorption, surface roughness, mode dispersion, etc.). The technique that was introduced is based on the electromagnetic field theory of local plane waves and allows the user-friendly design and precise simulation of almost arbitrarily routed optical waveguides. The integration of a specially developed wave-optical model to analyze plane wave scattering at nano-rough dielectric interfaces made it possible, for the first time, to include the surface roughness of core/cladding interfaces in the analysis. Software implementation of this new ray-optical analysis technique enables wave propagation and mode coupling in board-integrated, highly multimode optical waveguides to be calculated efficiently, taking their specific properties into consideration. It allows the prediction and supports the optimization of the static and transient transmission behavior of optical waveguides in matters of their designed geometry, the applied material and launch condition.

Rettberg, Achim: „Low Power Driven High-Level Synthesis for Dedicated Architectures“, Prof. F. J. Rammig (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Institut für Informatik, Entwurf paralleler Systeme), Prof. M. Platzner (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Institut für Informatik, Technische Informatik)

Heutzutage spielt die Reduktion der Verlustleistung für mobile und eingebettete Endgeräte eine immer größere Rolle. Die Leistungsaufnahme der in diesen Endgeräten enthaltenen ICs (Integrated Circuits) hat beim Entwurf stark an Bedeutung gewonnen und ist mittlerweile gleichzusetzen mit der Laufzeit- und Flächenoptimierung. Die High-Level-Synthese wurde daher in letzter Zeit um die Energieoptimierung erweitert. In der Doktorarbeit wurde ein „Power Scheduler“ entwickelt, der versucht, eine möglichst optimale Partitionierung der Schaltung vorzunehmen, um Energie einzusparen. Die einzelnen Partitionen können separat aktiviert und deaktiviert werden. Das bedeutet, nicht aktive Bereiche der Schaltung können abgeschaltet werden, wodurch Energie eingespart wird. Dabei können drei verschiedene Konzepte der Abschaltung integriert werden: Gated Clock, Guarded Evaluation und Power Down.

Ausgehend von einem Kontrolldatenflussgraphen (CDFG) werden eine ASAP- und eine ALAP-Ablaufplanung (Scheduling) vorgenommen, um den zeitlichen Freiheitsgrad, wann eine Operation ausgeführt werden könnte, zu ermitteln. Anschließend wird eine Pfadanalyse durchgeführt, bestehend aus einer Tiefensuche und der Ermittlung aller Pfade zwischen Aufspaltungs- und Vereinigungsknoten sowie spezieller Pfade ausgehend von Kontrollknoten. Aus diesen Pfaden wird von dem Power Scheduler ein Kompatibilitätsgraph konstruiert, in dem zunächst jeder Pfad einem Knoten entspricht. Durch die Berücksichtigung der zeitlichen Freiheitsgrade (Mobilität) kann es jedoch mehrere Knoten zu einem Pfad geben. Die Kanten des Kompatibilitätsgraphen geben an, ob zwei Knoten miteinander kombiniert werden können. Nach der Konstruktion des Graphen wird eine Cliquensuche durchgeführt. Die gefundenen Cliquen entsprechen den Partitionen, die im Sinne der Energieoptimierung aktiviert bzw. deaktiviert werden können. Die Ausgabe des Power Schedulers ist ein partitionierter Kontrolldatenflussgraph.

Die Evaluierung des Power Schedulers wurde an verschiedenen Zielarchitekturen, wie z. B. der MACT-Architektur, vorgenommen. Bei MACT handelt es sich um eine selbststeuernde voll rekonfigurierbare bitserielle Pipelinearchitektur. Ein Teil des MPEG-2-Algorithmus wurde in MACT mit Hilfe des Power Schedulers implementiert.

Werner, Lars: „Typografiegewichtete Information Retrieval Verfahren in Dokumentenmanagementsystemen“, Prof. F. J. Rammig (Entwurf paralleler Systeme), Prof. S. Böttcher (Electronic Commerce und Datenbanken) (Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik)

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien, insbesondere das Internet, ermöglichen die schnelle weltweite Verbreitung von Informationen und den globalen Zugriff auf Dokumentenbestände. War es früher schwierig und mühsam, überhaupt an Informationen zu gelangen, so liegt die Schwierigkeit heute darin, die tatsächlich benötigte Information aus dem Überangebot herauszufiltern und Relevantes von Irrelevantem zu trennen.

Dokumentenmanagementsysteme (DMS) werden zur Unterstützung von Wissensmanagementprozessen in Unternehmen eingesetzt und bilden häufig deren technische Basis. In Verbindung mit den in dieser Arbeit vorgestellten und für den DMS-Einsatz evaluierten Information-Retrieval-Technologien können intelligente Dokumentenmanagementsysteme realisiert werden, die den modernen Wissensarbeiter dabei unterstützen, die für ihn relevante Information zu erhalten und Dokumente effizient abzulegen bzw. zu strukturieren.

In der Arbeit wird ein neues Verfahren zur typografischen Gewichtung von Termen entwickelt, welches versucht, zusätzlich zu der obligatorischen frequenzbasierten Termgewichtung Typografieinformationen aus Textdokumenten in der Weise zu berücksichtigen, wie sie vom Autor des Dokuments beabsichtigt wurde. Die Evaluierung dieses neuen Verfahrens anhand von Verfahren zur automatischen Textklassifikation und dem automatischen Clustern von Textdokumenten zeigt, dass sich durch die zusätzliche Typografieinformation bessere Ergebnisse erzielen lassen. Die Evaluierung der in dieser Arbeit neu entwickelten relativen Feature-Bewertungsverfahren für Textklassifizierer macht darüber hinaus deutlich, dass die Berücksichtigung der Typografieinformation bei der Feature-Bewertung zu einer besseren Feature-Auswahl führt. Dies ist daran ersichtlich, dass es möglich ist, mit wesentlich we-

Rettberg, Achim: “Low Power Driven High-Level Synthesis for Dedicated Architectures”, Prof. F. J. Rammig (University of Paderborn, Faculty of Computer Science, Electrical Engineering and Mathematics, Department of Computer Science, Parallel Systems Design), Prof. M. Platzner (University of Paderborn, Faculty of Computer Science, Electrical Engineering and Mathematics, Department of Computer Science, Technical Computer Science)

These days, reduction of power loss is playing an ever greater role when it comes to mobile and embedded devices. The power consumption of integrated circuits (ICs) in these devices has won much more importance in the design phase, and is now equivalent to optimization of run-time and space. High-level synthesis has therefore been extended recently to cover power optimization. In the dissertation project, a power scheduler was developed that attempts to partition ICs optimally in order to save power. The individual partitions can be enabled and disabled separately. This means that inactive areas of the circuit can be disabled to save power. Three different shutdown concepts can be integrated: gated clock, guarded evaluation, and power-down.

ASAP and ALAP scheduling is performed on the basis of a control data flow graph (CDFG) to identify the degree of freedom in timing the execution of an operation. This is followed by path analysis, which consists of a depth-first search and identification of all paths between split nodes and union nodes as well as special paths from control nodes. From these paths, the power scheduler builds a compatibility graph in which every path initially corresponds to a node. As the degrees of freedom for timing the execution of operations (mobility) are taken into account, however, there may be several nodes for one path. The edges of the compatibility graph specify whether two nodes can be combined together. A clique search is executed when the graph has been built. The cliques that are found correspond to the partitions that can be enabled or disabled in order to optimize power consumption. The power scheduler’s output is a partitioned control data flow graph.

The power scheduler was evaluated on the basis of various target architectures such as MACT. MACT is a self-controlling, fully reconfigurable, bit-serial pipeline architecture. Part of the MPEG 2 algorithm was implemented in MACT with the aid of the power scheduler.

Werner, Lars: “Typography-Weighted Information Retrieval Methods in Document Management Systems”, Prof. F. J. Rammig (Parallel Systems Design), Prof. S. Böttcher (Electronic Commerce and Databases) (University of Paderborn, Faculty of Computer Science, Electrical Engineering and Mathematics)

Modern information and communication technologies, especially the Internet, make it possible to disseminate information quickly throughout the world and to access documents globally. Whereas it used to be difficult to obtain information at all, today the problem lies in filtering out necessary information from the flood that is available, and separating the relevant from the irrelevant.

Companies use document management systems (DMS) to support their knowledge management processes, and the DMS often forms the technological basis for the company’s knowledge management process. Information retrieval technologies are presented in this dissertation and evaluated for their suitability for use in a DMS. In conjunction with these technologies, it is possible to implement intelligent document management systems that help today’s knowledge workers find individually relevant information and store and structure their documents efficiently.

In the course of this dissertation project, a new typographic term weighting method is developed. In addition to the obligatory weighting of terms on the basis of their frequency, this method tries to interpret typography information in text documents in the way that the authors of these documents intended. Evaluation of this new method using procedures to automate both text classification and document clustering shows that better results can be achieved by incorporating typographic information. In addition, evaluation of the relative feature selection methods for text classifiers that were developed in this project makes it clear that taking typographic information into account in weighting features leads to better selection of features. This becomes apparent through the fact that the same classification quality can be achieved with far fewer terms and consequently less computing effort. A newly developed method for the relative determination of the number of category features results in an additional improvement of classification quality.

The combination of methods for classifying text documents in a DMS that is proposed in this dissertation shows that it is possible to assign documents reliably to existing categories with the aid of statistical methods. The low ab-

niger Termen und damit mit weniger Rechenaufwand die gleiche Klassifikationsqualität zu erreichen. Ein neu entwickeltes Verfahren zur relativen Bestimmung der Anzahl der Kategorie-Features führt zu einer weiteren Verbesserung der Klassifikationsqualität.

Die in dieser Arbeit vorgeschlagene Kombination der Verfahren zur Klassifikation von Textdokumenten in DMS zeigt, dass es möglich ist, mit Hilfe statistischer Verfahren Dokumente zielsicher in bestehende Kategorien einzuordnen. Die geringen absoluten Trefferraten zeigen aber auch, dass es nicht unkritisch ist, solche Verfahren vollständig automatisiert einzusetzen. Sinnvoll ist es aber in jedem Fall, einem DMS-Benutzer Vorschläge für die geeignete thematische Ablage eines neu eingestellten Dokuments zu unterbreiten und ihn dadurch bei der Dokumentablage zu unterstützen.

Woletz, Natalie: „Evaluation eines User-Centred Design-Prozessassessments – Empirische Untersuchung der Qualität und Gebrauchstauglichkeit im praktischen Einsatz“, Prof. N. Schaper (Universität Paderborn, Fakultät für Kulturwissenschaften, Institut für Humanwissenschaft, Psychologie), Prof. R. Keil (Universität Paderborn, Heinz-Nixdorf Institut, Fachgruppe Informatik und Gesellschaft)

Das Thema der Dissertation ist die Evaluation eines Assessmentverfahrens für den User-Centred Design-Prozess, das auf den Normen ISO/PAS 18152 und ISO/IEC 15504 beruht. Ziel der Evaluation ist die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit, Validität, Reliabilität und Objektivität des Verfahrens. Zu diesem Zweck wurde es bei Siemens Medical Solutions – Health Services (HS) Soarian Clinicals (SC) in den USA angewendet, um den dortigen UCD-Prozess zu bewerten.

In der Dissertation werden mehrere Modelle des User-Centred Design bzw. des Usability Engineering vorgestellt, bewertet und in einem verallgemeinerten Prozessmodell zusammengefasst. Ebenso werden Assessment-Ansätze vorgestellt und bewertet. Aus diesen wird die ISO/PAS 18152 ausgewählt, um gemeinsam mit der ISO/IEC 15504 als Prozess-Assessmentverfahren angewendet und evaluiert zu werden.

Die Arbeit beschreibt das Vorgehen der Evaluation ebenso wie die Durchführung des Assessments, das Unternehmen, in dem das Assessment stattgefunden hat sowie den untersuchten UCD-Prozess und dessen Capability-Bewertung.

Es werden die Evaluierungsergebnisse und Verbesserungsvorschläge vorgestellt, die sowohl für die Weiterentwicklung des Assessmentverfahrens als auch von praktisch tätigen Assessoren genutzt werden können.

Die Arbeit schließt mit einem Ausblick auf mögliche Forschungsthemen bzw. praktische Weiterentwicklungen.

solute hit rates reveal, however, that using such methods on a completely automated basis is not uncritical. But it definitely does make sense to provide DMS users with suggestions on how they can store new documents in a manner that is appropriate for the topic in question, and thus help them with their filing.

Woletz, Natalie: “Evaluation of a User Centred Design Process Assessment – Empirical Analysis of Quality and Usability in a Real World Application”, Prof. N. Schaper (Universität Paderborn, Fakultät für Kulturwissenschaften, Institut für Humanwissenschaft, Psychologie), Prof. R. Keil (Universität Paderborn, Heinz-Nixdorf Institut, Fachgruppe Informatik und Gesellschaft)

The thesis deals with the evaluation of a user centred design process assessment, which is based on the ISO/PAS 18152 and ISO/IEC 15504 standards. The evaluation aims at determining the usability, validity, reliability and objectivity of the assessment. Therefore the assessment was conducted at Siemens Medical Solutions – Health Services (HS) Soarian Clinicals (SC), Malvern, USA.

The thesis provides an overview of different user centred design process models. The models are compared and a new generalized process model is generated. Furthermore, assessment approaches are introduced and discussed. Out of these models and approaches, the models described in ISO/PAS 18152 and ISO/IEC 15504 were chosen as reference model and assessment framework for the process assessment, which was conducted and evaluated.

The author describes the procedure of the assessment as well as the assessed user centred design process and the outcome of the assessment – the process capability. Furthermore, the evaluation of the process assessment and its results are described. Based on these findings, measures for improvement are derived, which can be used for further assessment development, as well as hints and recommendations for practitioners, e. g. assessors or process managers.

The dissertation concludes with an outlook on possible future research topics and on further development of process assessments.

DIPLOMARBEITEN/BACHELORARBEITEN/STUDIENARBEITEN / MASTER THESES

Feldmann, Tobias: Analyse von Referenzmodellen zur Unterstützung der Informationstechnologie – Konstruktion eines Vergleichsrahmens für die Auswahl und Bewertung von Referenzmodellen; Universität Paderborn, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Department 3, Wirtschaftsinformatik; Prof. L. Suhl

Freymann, Maximiliane: Auswirkungen von User-Centered-Design auf ein medizinisch-radiologisches Softwareprodukt; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Prof. G. Szwillus

Giefers, Heiner: Integration eines Verfahrens zur Verlustleistungsreduktion mittels dynamischer Taktung in die High-Level-Synthese einer speziellen Prozessorarchitektur; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Prof. F. J. Rammig, A. Rettberg

Hein, Andrej: Entwicklung eines Programms zur Validierung des Aufbaus von board-integrierten optischen Wellenleitern; Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik; Prof. U. Kramer, O. Stübbe

Lindemann, Matthias: Open Source Software – Unterstützung für sehbehinderte Benutzer auf der Basis von Linux; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Prof. F. J. Rammig, Prof. W. Hauenschild

Meyer, Jolita: Messung und Erfassung des Innovationsklimas in einer Public Private Partnership Organisation; Universität Paderborn, Fakultät für Kulturwissenschaften, Institut für Humanwissenschaften, Fachbereich Psychologie; Prof. N. Schaper

Papenberg, Florian: Lokalisierung mobiler Roboter durch Partikelfilter, Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Dr. B. Kleinjohann,

Quest, Christoffer: Entwurf eines eingebetteten Systems zur Steuerung von bürstenlosen Gleichstrommotoren in Bankautomaten; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Dr. B. Kleinjohann

Schäfers, Lars: Entwicklung einer skalierbaren datenflussorientierten Fuzzy-Bibliothek; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Dr. B. Kleinjohann

Schneider, Christian: Konzeption und Realisierung eines Personenerkennungs-Systems für mobile Endgeräte; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Dr. B. Kleinjohann, Prof. O. Kao

Wetzel, Evgenija: Emotionserkennung mittels Gesichtsanalyse aus Bildsequenzen; Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik; Dr. B. Kleinjohann, Prof. O. Kao

FÖRDERPROJEKTE / FUNDED PROJECTS

NATIONALE FÖRDERPROJEKTE / NATIONALLY FUNDED PROJECTS

SFB 376 (Teilprojekt B1 „Methodischer Entwurf Massiv Paralleler Realzeitsysteme“)
Universität Paderborn: Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Fakultät für Naturwissenschaften, Fakultät für Maschinenbau, PC² – Paderborner Zentrum für Paralleles Rechnen, Heinz Nixdorf Institut, C-LAB – Cooperative Computing & Communication Laboratory, PaSCo – Paderborn Institute für Scientific Computation, Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistikorientierte Betriebswirtschaft, International Graduate School on Dynamic Intelligent Systems

SFB 614 (Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus; Teilprojekt B3 „Virtual Prototyping“ und Teilprojekt C3 „Agentenbasierte Regler“)
Universität Paderborn: Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Fakultät für Maschinenbau, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, C-LAB - Cooperative Computing & Communication Laboratory

SIRENA; Dienste-Infrastruktur für echtzeitkritische, eingebettete vernetzte Anwendungen; (ITEA-Projekt im Rahmen des internationalen EUREKA-Projektes) 10/03 – 03/06
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG, Universität Paderborn, ESC GmbH, Fraunhofer FIRST, INVERNA GmbH, iXtronics GmbH, Kachel IT Beratung und Lösungen, MATERNA GmbH Information & Communications, Traveltrainer GmbH, Universität Dortmund, Universität Rostock

IMMOS; Integrierte Methodik zur modellbasierten Steuergeräteentwicklung; 01/2004 – 10/2006
Fraunhofer-Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (FIRST), DaimlerChrysler AG, dSPACE GmbH, IT Power Consultants, Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe, Universität Paderborn

D-LOMS; Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung, Bereitstellung und Nutzung von ortsabhängigen mobilen Services; 03/2006 – 02/2008
Communology GmbH, Technische Universität Berlin/DAI-Labor, dpa-infocom GmbH, Fraunhofer IAO, Infoman AG, ORGA Systems enabling services GmbH, Siemens Business Services GmbH & Co. OHG, Universität Paderborn, Universität Rostock

EUROPÄISCHE FÖRDERPROJEKTE / EUROPEAN FUNDED PROJECTS

SNOW; Services for Nomadic Workers; 10/2004 – 09/2006
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), EADS CCR (FR), Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e. V. (DE), LOQUENDO S.P.A. (IT), Advanced Computer Vision GmbH (AT), Technische Universitaet Graz (AT) und SAP AG, Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung (DE)

SIMPLICITY; Secure, Internet-able, Mobile Platforms Leading Citizens Towards simplicity; 01/2004 – 02/2006
Consorzio Universita Industria – Laboratori di Radiocomunicazioni (IT), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), DOCOMO Communications Laboratories Europe GmbH (DE), University of Lancaster (UK), Ludwig-Maximilians-Universität Muenchen (DE), Institute of Communication and Computer Systems (GR), SIEMENS Aktiengesellschaft (DE), TRIAGNOSYS GmbH (DE), Telecom Italia Learning Services S.P.A. (IT), SIEMENS Aktiengesellschaft Österreich (AT) und Technical Research Centre of Finland (FI)

UBISEC; Ubiquitous Networks with a Secure Provision of Services, Access, and Content Delivery; 01/2004 – 02/2006
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), Universität Paderborn (DE), ORGA Systems GmbH (DE), France Telecom S.A. (FR), Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (FR), Telefonica Investegation Y Desarrollo SA Unipersonal (ES), Universidad Carlos III de Madrid (ES), Universidad de Malaga (ES) und Universitat Polotecnica de Catalunya (ES)

wearIT@work; Empowering the mobile worker by wearable computing; 06/2004 – 11/2008
Universität Bremen (DE), Verein zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in der freien Hansestadt Bremen E. V. (DE), BIA Bremer Innovations-Agentur GmbH (DE), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), ComArch S.A. (PL), EADS CCR (FR), Universität Paderborn (DE), EDNA PASHER PH.D and Associates Management Consultants Ltd. (IL), Ekahau Oy (FI), Ente per le Nuove Technologie, l'Energia E l'Ambiente (IT), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (CH), Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e. V. (DE), Oberösterreichische Gesundheits- und Spitals AG (AT), Giunti Interactive Labs S.R.L. (IT), Hewlett Packard Italiana S.R.L. (IT), InfoConsult Gesellschaft für Informationstechnik mbH (DE), IONIAN Technologies Ltd. (GR), Europäisches Microsoft Innovations Center GmbH (DE), Mobile Solution Group GmbH (DE), Mobilera Bilisim ve Iletisim Teknolojileri Ticaret A.S. (TR), Mobile Internet Technology A/S (DK), MULTITEL (BE), Fundacion Tekniker (ES), Karada Italia (IT), Brigade de Sapeurs Pompiers de Paris (FR), Systema Human Information Systems GmbH (AT), Rosenbauer International Aktiengesellschaft (AT), SAP AG, Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung (DE), AKODA AUTO A.S. (CZ), SONY International (Europe) GmbH (DE), TEAM Tecnologie Energia Ambiente Materiali S.r.l. (IT), Thales Communications S.A. (FR), UNITY Aktiengesellschaft fuer Unternehmensfuehrung und Informationstechnologie (DE), Institut für Medizinische Informatik und Technik Tirol GmbH (AT), Carl Zeiss (DE) und Nikolaos Petrakopoulos Commercial Industrial Societe Anonyme (GR)

EuQoS; End-to-end Quality of Service support over heterogeneous networks; 09/2004 – 08/2007
TELEFONICA Investigacion Y Desarrollo SA Unipersonal (ES), Consorzio Pisa Ricerche S.C.A.R.L. (IT), DATAMAT S.P.A. (IT), Centre National de la Recherche Scientifique (FR), France Telecom S.A. (FR), Universität Paderborn (DE), Polska Telefonia Cyfrowa SP. Zo. O. (PL), Martel GmbH (CH), National ICT Australia Ltd. (AU), PointerCom S.P.A. (IT), Telekomunikacja Polska (PL), Portugal Telecom Inovacao, S.A. (PT), RED ZINC Limited (IE), SILOGIC S.A. (FR), Soluziona Telecomunicaciones, S.A. (ES), TELSCOM A. G. (CH), Universitat Politecnica de Catalunya (ES), Universitaet Bern (CH), Centro di Ricerca in Matematica Pura ed Applicata c/o University of Rome „La Sapienza“ (IT), Faculdade Ciencias e Tecnologia da Universidade de Coimbra (PT), Politechnika Warszawska – Warsaw University of Technology (PL), Ericsson Espana S.A. (ES) und Hospital Divino Espirito Santo (PT)

BETSY; BEing on Time Saves energYContinuous multimedia experiences on networked handheld devices; 09/2004 – 02/2007
Philips Electronics Nederland B. V. (NL), CSEM Centre Suisse D'electronique et Microtechnique SA – Recherche et Developpment (CH), Interuniversitair Micro-Electronica Centrum vzw, IMEC (BE), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), Industrial Systems Institute / Integrated Researchinformation Society (GR), Mälardalen Hoegskola (SE), Technische Universiteit Eindhoven (NL) und University of Cyprus (CY)

ENABLED; Enhanced Network Accessibility for the Blind and Visually Impaired; 09/2004 – 08/2007
Queen's University of Belfast (UK), Fundación LABEIN (ES), Lunds Universitet (SE), VirTouch Ltd (IL), Commissariat à l'Energie Atomique (FR), Omicron Technology Ltd (UK), Tekever, LDA (PT), Kuratorium OFFIS e. V. (DE), NetUnion (CH), British Telecommunications Plc (UK), SOLUZIONA TELECOMUNICACIONES, S.A. (ES), ALVA B. V. (NL), CAS Software AG (DE) und Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE)

SPRINT; Open SoC Design Platform for Reuse and Integration of IPs; 02/2006 – 07/2008
Philips Research Labs Eindhoven (NL), ST France (FR), ST Belgium (BE), Infineon Technologies AG (DE), Evatronix S.A. (PL), Syosil ApS (DK), Prosilog S.A. (FR), Universität Paderborn (DE), Kees DA (FR), TIMA/ADR (FR), Philips Semiconductors B.V. (NL), KTH (SE), Spiratech (UK), ECSI (FR), ARM (UK) und Lauterbach (DE)

DySCAS; Dynamically Self-Configuring Automotive Systems; 06/2006 – 11/2008
Volvo Technology AB (SE), DaimlerChrysler AG (DE), Enea Embedded Technology AB (SE), Robert Bosch GmbH (DE), University of Greenwich (UK), Universität Paderborn (DE), Kungliga Tekniska Högskolan (SE), ZealCore Embedded Solutions AB (SE) und Movimiento AB (SE)

PLASTIC; Providing dependable and Adaptive Service Technology for pervasive Information and Communication; 02/2006 – 07/2008
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (FR), 4D Soft Szamitastechnikai KFT (H), Consiglio Nazionale delle Richerche (IT), International Business Machines Belgium (BE), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), Telefonica Investigacion Y Desarrollo SA (ES), University College London (UK), Universita degli Studi di L'Aquila (IT), Universita della Svizzera Italiana (CH), Virtual Trip LTD (GR) und Pragmatica Technologies S.A. (RA)

HYDRA; Networked Embedded System middleware for Heterogeneous physical devices in a distributed architecture; 07/2006 – 06/2010
C. International Ltd. (UK), CNET Svenska AB (SE), Fraunhofer Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V. (DE), In-Jet APS (DK), Priway APS (DK), T-Connect S.R.L. (IT), Telefonica Investigacion Y Desarrollo SA Unipersonal (ES), Aarhus Universitet (DK), Innova S.P.A. (IT), The University of Reading (UK), MESH-Technologies A/S (DK), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE) und Technicka Universita V Kosiciach (SK)

SMS; Simple Mobile Services; 06/2006 – 11/2008
Consorzio Universita Industria – Laboratori di Radiocomunicazioni (IT), Athens International Airport S.A. (GR), France Telecom SA (FR), Institute of Communication and Computer Systems (GR), Ludwig-Maximilians-Universität München (DE), SAGEM ORGA GmbH (DE), Siemens Business Services GmbH & CO. OHG (DE), Rome International University S.R.L., TriaGnoSys GmbH (DE), Lancaster University (UK), Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (FI) und XIWRITE di Walker John Richard E C. S.A.S. (IT)

E-CAB; E-enabled Cabin and Associated Logistics for Improved Passenger Services and Operational Efficiency; 07/2006 – 06/2009
Airbus Deutschland GmbH (DE), Ascom Ltd. (CH), B&W Engineering GmbH & Co. KG (DE), CeBeNetwork France S.A.R.L. (FR), Centre National de la Recherche Scientifique (FR), Dassault Aviation (FR), Diehl Luftfahrt Elektronik GmbH (DE), Dansk Teknologi Udviklingsaktieselskab (DK), EADS Deutschland GmbH (DE), Bucher Leichtbau AG (CH), Cranfield University (UK), GIUNTI Interactive Labs S.r.l. (IT), University of Malta (M), Centro IBERLog (PT), IDENTEC SOLUTIONS AG (AT), Jettainer GmbH (DE), Microtech International Ltd. Sp. Z o.o. (PL), OnAir N.V. (NL), Rheinmetall Defence Electronics GmbH (DE), Fundacion Robotiker (ES), SELEX COMUNICATIONS SPA. (IT), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), Siemens Business Services spol. S r.o. (CZ), ULTRA Electronics Limited trading as ULTRA Electronics Airport Systems (UK), Scieete International de Telecommunications Aeronautiques (BE), Thales Avionics UK (UK), Terma A/S (DK), TriaGnoSys GmbH (DE), Thales Avionics SA (FR), Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (NL) und Universität Bremen (DE)

I2 HOME; Intuitive interaction for everyone with home appliances based in industry standards; 09/2006 – 08/2009
Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz GmbH (DE), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), Ceske Vysoke Uceni Technicke V Praze (CZ), Hjalpmedelsinstitutet (SE), Meticube – Sistemas de Informacao, Comunicacao E Multimedia LDA (PT), Zentrum für graphische Datenverarbeitung e. V. (DE), Gottfried Zimmermann – Access Technologies Group (DE), Asociacion Centro de Tecnologias de Interaccion Visual Y Comunicaciones-Vicomtech (ES) und Fundacion Instituto Gerontologico Matia – Ingema (ES)

MonAMI; Mainstreaming on Ambient Intelligence; 09/2006 – 08/2010
Swedish Handicap Institute (SE), OpenHub (UK), University of Zaragoza (ES), France Telecom (FR), Electricité de France (FR), Kungliga Tekniska Hoegskolan (SE), London School of Economics (UK), HMC International (BE), Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (DE), Telefonica I+D (ES), Trialog (FR), Technical University of Kosice (SK), University of Passau (DE) und Europ Assistance France (FR)

AUSSTELLUNGEN / EXHIBITIONS

20-Jahr-Feier C-LAB, HNF Paderborn, 2. – 3. März

University Booth der Design Automation and Test in Europe (DATE), München, 6. – 9. März

Tag der Technik 2006, Universität Paderborn, 19. Mai

SMT/HYBRID/PACKAGING 2006 Spezialmesse für Systemintegration in der Mikroelektronik, Nürnberg, 29. Mai – 1. Juni

University Booth der Design Automation Conference (DAC), San Francisco, 24. – 27. Juli

Informatik überzeugt – Eine regionale Veranstaltung der GI/FhG-Reihe „Zukunft entwickeln", 1. – 2. September

SBS interner Mobility Workshop für PetroaSA, München, 27. September

VoiceDays, Bonn, 18. Oktober

Siemens Innovationstage – Hausmesse, RD MTE, Hannover, 6. – 7. Dezember

WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT / COLLABORATION IN TECHNICAL SCIENTIFIC BODIES

GI, GMM, ITG:

Member of GI FB 3 „Technical Informatics“ (F. J. Rammig)

IFIP:

Vice Chair of IFIP WG 10.2 Embedded Systems (B. Kleinjohann)

Publication Chair of IFIP WG 10.2 Embedded Systems (L. Kleinjohann)

Chair of IFIP WG 10.5 SIG Embedded Systems (B. Kleinjohann)

Member of IFIP WG 10.5 SIG Embedded Systems (L. Kleinjohann)

Chair of IFIP TC10 (F. J. Rammig)

Member of IFIP WG 10.5 (F. J. Rammig)

Member of IFIP WG 10.5 SIG Embedded Systems (A. Rettberg)

Member of IFIP WG 10.2 Embedded Systems (A. Rettberg)

ACM, IEEE:

Member of ACM SIGGRAPH (C. Reimann)

Member of ACM SIGCHI (R. Schäfer)

Member of IEEE (A. Rettberg)

ITEA:

Member of the ITEA Board (Information Technology for European Advancement) (W. Kern)

Member of the ITEA Board Support Group (Information Technology for European Advancement) (M. Niemeyer)

Member of the ITEA Steering Group (Information Technology for European Advancement) (R. Glaschick)

OTHERS:

Mitglied von acatech, Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (F. J. Rammig)

Vorstandsmitglied Software Quality Lab (s-lab) (F. J. Rammig)

Chairman of the Board InnoZent OWL e. V. (Regional Association for the Promotion of Internet Technologies and Multimedia Competencies) (W. Kern)

Mitglied der Nordrhein-Wesfälischen Akademie der Wissenschaften (F. J. Rammig)

Mitglied des zentralen Vergabeausschusses der Alexander von Humboldt Stiftung (F. J. Rammig)

Vorstandsmitglied der Paderborner International Graduate School on Dynamic Intelligent Systems (F. J. Rammig)

Vorstandsmitglied des Paderborner Center for Parallel Computing (F. J. Rammig)

Member of the OASIS UIML Technical Committee (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) (R. Schäfer)

Mitglied des Architekturboards der LiSoG – Linux Solutions Group e. V. (H. Hohensohn)

PROGRAM COMMITTEES, ORGANIZATION OF SESSIONS AT CONFERENCES:

Program Committee Member, SMT/HYBRID/PACKAGING 2006, Nürnberg, Germany, June 2006 (J. Schrage)

Program Committee Member, Optik in der Rechentechnik 2006, Siegen, Germany (J. Schrage)

General Chair and Session Chair, IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006 (B. Kleinjohann)

Program Committee, 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2006), Paris, France, November 2006 (B. Kleinjohann)

Program Committee, 20th Annual European Simulation and Modelling Conference (ESM 2006), Toulouse, France, October 2006 (B. Kleinjohann)

Program Committee, Forum on Specification and Design Languages (FDL 06), Darmstadt, Germany, September 2006 (B. Kleinjohann)

Program Committee and Session Chair, IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006 (L. Kleinjohann)

Program Committee Member, 15th IST Mobile & Wireless Communication Summit, Myconos, Greece, June 2006 (H.-J. Eikerling)

Program Committee and Session Chair, Third IEEE International Workshop on Electronic Design, Test & Applications (DELTA 2006), Kuala Lumpur, Malaysia, Januar 2006 (A. Rettberg)

Program Committee, IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES 2006), Braga, Portugal, October 2006 (A. Rettberg)

Reviewer for ASP Journal of Low Power Electronics (JOLPE) (A. Rettberg)

Reviewer for EURASIP Journal on Embedded Systems (A. Rettberg)

Reviewer for IEEE Transactions on Very Large Scale Integration Systems (A.Rettberg)

General Co-Chair IFIP International Conference on Biologically Inspired Cooperative Computing (BICC), Santiago, Chile, 2006 (F. J. Rammig)

GREMIEN / BOARD MEMBERS

VORSTAND / EXECUTIVE BOARD OF DIRECTORS

Herr Dr. Kern
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

Herr Prof. Dr. Rammig
Universität Paderborn

VORSITZENDER DES BEIRATES / CHAIRMAN OF THE ADVISORY BOARD

Herr Dr. Sauer

MITGLIEDER DES BEIRATES / MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Herr Prof. Dr. Engels
Universität Paderborn

Herr Glässer
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

Herr Prof. Dr. Hauenschild
Universität Paderborn

Herr Holz
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG
(bis 28.02.2006)

Herr Korder
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

Herr Dr. Luhn
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG
(ab 23.06.2006)

Herr Prof. Dr. Mrozynski
Universität Paderborn

KOOPTIERTE MITGLIEDER DES BEIRATES / ASSOCIATED MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Herr Ahle
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

Herr Bublitz
Siemens Business Services GmbH & Co. OHG

Herr Prof. Dr. Böttcher
Universität Paderborn

Frau Prof. Dr. Domik
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Gilroy
Universität Paderborn

Herr Kappler
Fujitsu Siemens Computers GmbH

Herr Prof. Dr. Kleine-Büning
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Meerkötter
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Rosenberg
Universität Paderborn

Herr Prof. Dr. Rückert
Universität Paderborn

Stand 01.12.2006 / Position as per 01.12.2006

IMPRESSUM:

C-LAB
Cooperative Computing & Communication Laboratory
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn
Fon: +49 (0) 52 51 / 60 60 60
Fax: +49 (0) 52 51 / 60 60 66
URL: www.c-lab.de
E-Mail: c-lab@c-lab.de

ISSN 1439-5797

© Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (seit 15.01.2007 Siemens IT Solutions and Services GmbH & Co. OHG) und Universität Paderborn 2007

Alle Rechte sind vorbehalten.
Insbesondere ist die Übernahme in maschinenlesbare Form sowie das Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (seit 15.01.2007 Siemens IT Solutions and Services GmbH & Co. OHG) und der Universität Paderborn gestattet.

All rights reserved.
In particular, the contents of this document or extracts thereof are only permitted to be transferred into machine-readable form and stored in information systems when written consent has been obtained from Siemens Business Services GmbH & Co. OHG (since 15 January 2007 Siemens IT Solutions and Services GmbH & Co. OHG) and the University of Paderborn.

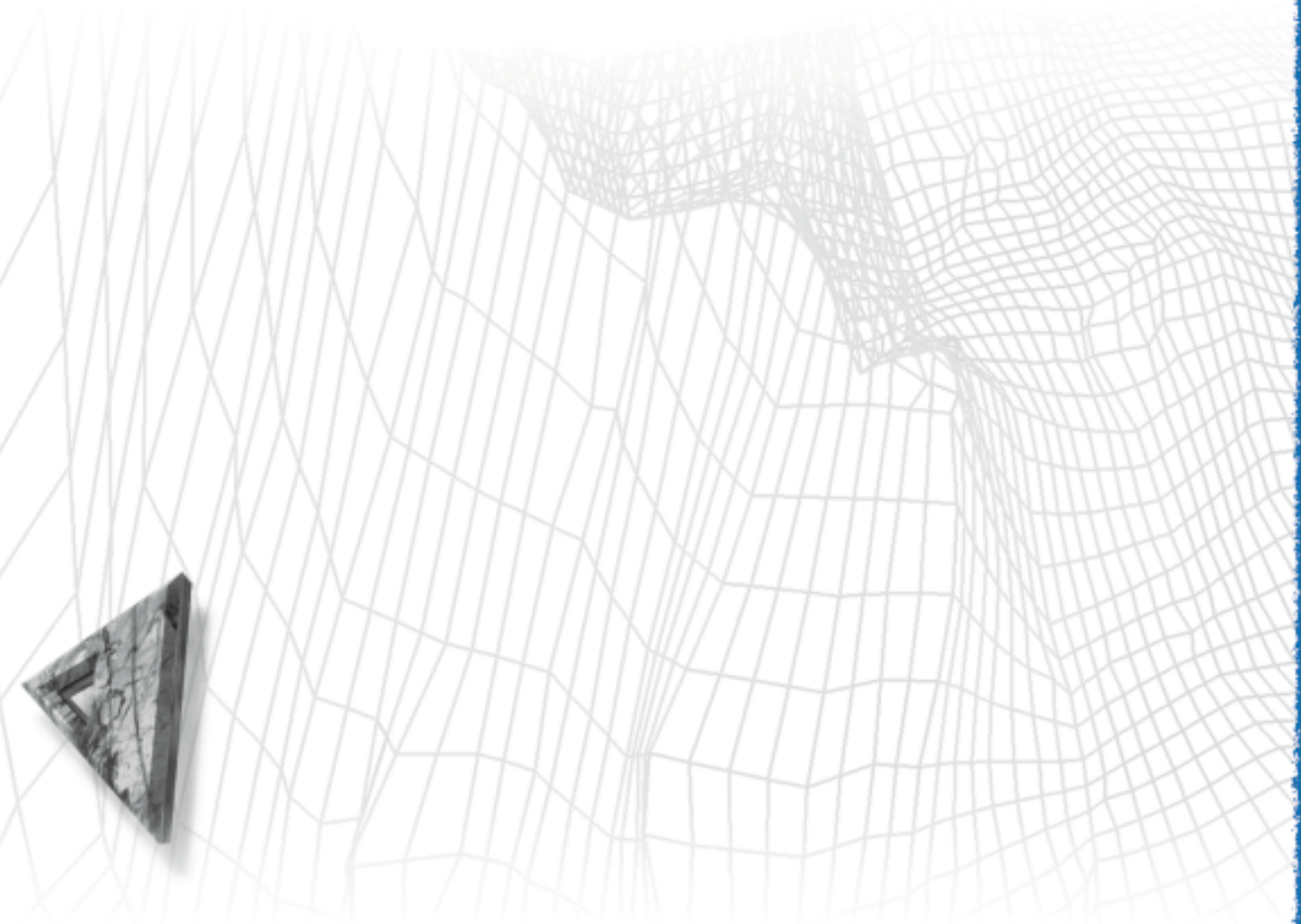
Redaktion:
Edited by:
Marina Scheiderbauer
E-Mail: marina.scheiderbauer@c-lab.de

Grafik und Layout:
Graphic design and layout:
ClickArts · Harald Niesen
D-33649 Bielefeld · Hubertusstraße 22
Fon: +49 (0) 5 21 / 44 99 80
URL: www.ClickArts.de
E-Mail: info@ClickArts.de

Übersetzung:
Translation:
LS Language Services GmbH
A Siemens Company
D-33106 Paderborn · Riemekestraße 160
Fon: +49 (0) 52 51 / 8 - 115 49
URL: www.ls-international.com
E-Mail: mary.tannert@siemens.com

Druck:
Printed by:
Westfalia Druck Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG
D-33100 Paderborn · Eggertstraße 17
Fon: +49 (0) 52 51 / 180 41 - 4 00
URL: www.westfaliadruck.de
E-Mail: info@westfaliadruck.de

Alle in diesem Dokument genannten Marken gehören den jeweiligen Inhabern.
All brands mentioned in this document are the property of their owners.



ISSN 1439-5797