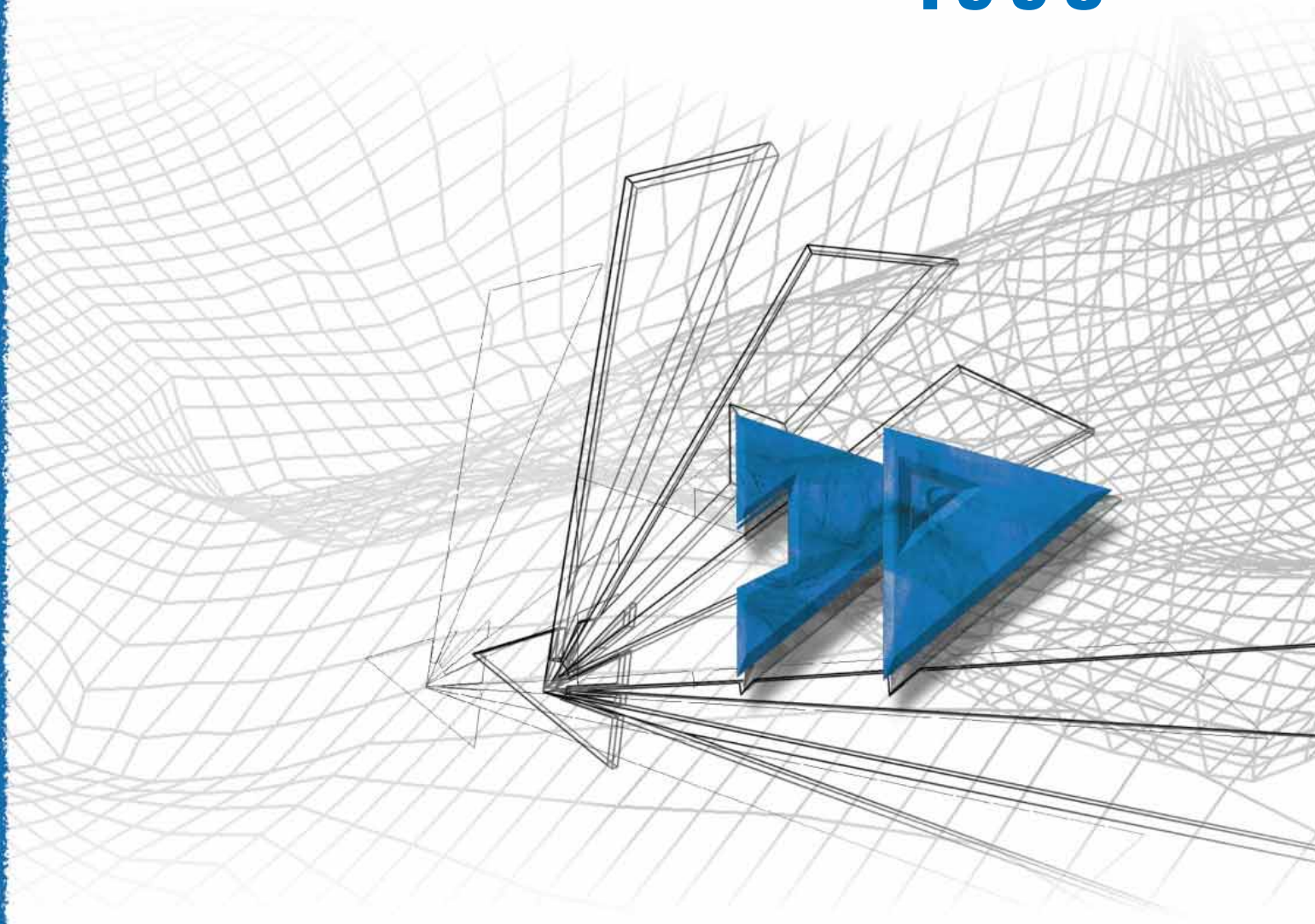
JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT
1998



C-LAB JAHRESBERICHT 1998

C-LAB ANNUAL REPORT 1998

Wolfgang Kern
Franz Josef Rammig

C-LAB
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn

URL: http://www.c-lab.de

INHALTSVERZEICHNIS
CONTENTS

VORWORT
FOREWORD 5

C-LAB HÖHEPUNKTE
C-LAB HIGHLIGHTS 9

AUSGEWÄHLTE PROJEKTE
SELECTED PROJECTS 15

HYBRIDE ELEKTRISCH-OPTISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK
HYBRID ELECTRO-OPTICAL INTERCONNECT TECHNOLOGY 15

C-LAB INTERACTIVE PATHFINDER
C-LAB INTERACTIVE PATHFINDER 23

ANWENDUNGSBEISPIEL: TRANSVIEW
SAMPLE APPLICATION: TRANSVIEW 31

INTERAKTIVE 3D-GRAFIK IM C-LAB
INTERACTIVE 3D GRAPHICS AT C-LAB 37

USABILITY SERVICES AND SOLUTIONS
USABILITY SERVICES AND SOLUTIONS 43

PROJEKTÜBERSICHTEN
PROJECT OVERVIEW 49

ENTWURF VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN
DESIGNING EMBEDDED SYSTEMS 49

ANALOG SYSTEM ENGINEERING IM C-LAB
ANALOG SYSTEM ENGINEERING AT C-LAB 55

GLOBAL ENGINEERING NETWORKING (GEN)
GLOBAL ENGINEERING NETWORKING (GEN) 61

PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT
PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS 71

GREMIEN DES C-LAB
BOARD MEMBERS 75

IMPRESSUM
IMPRESSUM 77

VORWORT

Das zurückliegende Jahr 1998 war auch im C-LAB gekennzeichnet durch eine weiter steigende Entwicklungsdynamik und zunehmende Arbeitsintensität auf allen Gebieten. Fast überall setzten wir unsere Penetration der wissenschaftlichen Themenbereiche und kommerziellen Märkte erfolgreich fort.

Das Arbeitsgebiet des C-LAB, die Visualisierung, Verteilung und effiziente Interaktion komplexer Informationen und Prozesse, lag auch im vergangenen Jahr genau im „Mainstream" des wissenschaftlichen und kommerziellen Interesses. Das Internet als Basistechnologie zur Realisierung der o. g. Anwendungen setzte seine boomartige Entwicklung fort. Seine zukünftige Bedeutung kann deshalb gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Leider bewerten gerade in Deutschland die potentiell Betroffenen diese Tendenzen noch nicht in angemessener Weise. Durch ein starkes Engagement in dem neu gegründeten Verein „InnoZent OWL – Zentrum für Internet-Technologie und Multimediakompetenz" möchte das C-LAB daher zumindest in der Region um Paderborn (Ostwestfalen-Lippe, OWL) helfen, das Defizit an Information und Know-how zu beseitigen. Dies geschieht auf Basis unserer fundierten Kenntnis der auf uns zukommenden Entwicklungen und der darin liegenden Chancen für alle Beteiligten.

Völlig neue Marketing- und Vertriebsaktivitäten, hochproduktive Prozesse zur Einbindung externer Geschäftspartner, effiziente Nutzung audio-visueller Telekommunikation und vieles mehr, gilt es, potentiellen Anwendern darzustellen und beispielhaft in praktische Anwendungen umzusetzen. Dies wollen wir tatkräftig tun und damit einmal mehr dokumentieren, daß das C-LAB nach der Neuorganisation des Industriepartners Siemens im Bereich Information & Communication genau richtig positioniert ist.

Und nicht nur das: Seit 1996 haben wir in der „Langfassung" unseres Namens neben der Information & Communication auch schon den nächsten Schritt berücksichtigt, nämlich die kooperative Anwendung und

FOREWORD

For C-LAB, too, 1998 was characterized by further increases in development dynamics and the intensity of work in all fields. We continued to penetrate scientific areas and commercial markets practically everywhere.

C-LAB's line of business – visualization, distribution and efficient interaction of complex items of information and processes – was again in the mainstream of scientific and commercial interest in the past year. The Internet continued to boom as a base technology for implementing the above-mentioned applications, and its significance in the future cannot be overestimated. Unfortunately, some parties likely to be affected do not seem to assess these tendencies appropriately yet – especially in Germany. With its heavy commitment to the new organization named InnoZent OWL, a center for Internet technology and multimedia skills, C-LAB wants to help overcome the shortcomings in information and know-how at least in the region around Paderborn (Ostwestfalen-Lippe, or OWL in brief). This is done on the basis of our sound know-how in current developments and the opportunities they provide for all involved.

Completely new marketing and sales activities, highly efficient processes to integrate external business partners, effective use of audiovisual telecommunications and much more besides – that is what we want to demonstrate to potential users and implement by way of example in practical applications. We want to do this energetically, and document yet again that, following the reorganization of the Information & Communication segment of our partner Siemens, C-LAB is positioned just right.

But that's not all: Since 1996, the full version of our name has stressed not only computing and communication but also the next step, namely cooperative use of these technologies. We are already preparing this inevitable next step in many projects and building up a lead that can be expected from an organization named Cooperative Computing & Communication Laboratory. It is

Nutzung all dieser Technologien. Dieser nächste, unweigerlich folgende Schritt wird von uns schon in vielen Projekten vorbereitet und sichert uns den Vorsprung, den man von einer Organisationseinheit mit Namen „Cooperative Computing & Communication Laboratory" auch zu recht erwartet. Gerade der Kooperations-Aspekt erfordert eine optimal auf die vielen ungeübten Nutzer angepaßte und einfach zu bedienende Technologie. Hierzu haben wir im zurückliegenden Jahr mit dem Projekt „Bauhaus der Kommunikation" einen deutlichen Schritt nach vorne getan. Ein mit internationaler Beteiligung im C-LAB durchgeführter Workshop hat viele Ideen für konkrete Projekte geliefert, die wir 1999 in Angriff nehmen wollen.

Im Zuge der permanenten Verbesserung unserer Positionierung haben wir das Themen-Portfolio des C-LAB weiter optimiert und uns von einem erfolgreich betriebenen, aber nicht mehr ins Spektrum des aktuellen Arbeitsgebietes passenden Thema getrennt. Dieses in der C-LAB-Historie dritte Spin-Off beweist wieder einmal, daß wir uns weiterhin als eine Einrichtung zum Technologietransfer verstehen. Die jeweiligen Themenfelder werden auf Basis der aktuellsten wissenschaftlichen Ergebnisse aufbereitet und im Rahmen des Prozesses „Breeding the Business" zu einem lebensfähigen Geschäft entwickelt. Anschließend werden sie im Rahmen der Siemens AG in dem dafür zuständigen Geschäftsbereich fortgesetzt.

Das C-LAB wird auch weiterhin offen und bereit sein, die besonders in der nächsten Zukunft zu erwartenden innovativen Entwicklungen und neuesten Tendenzen im Bereich der Information & Communication aufzunehmen und im Rahmen der Prozeßkette „Think, Realize and Exploit" zum Erfolg zu führen.

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

email: vorstand@c-lab.de

this aspect of cooperation, in particular, which necessitates technology that is easy to use and has been tuned to the requirements of the multitudes of inexperienced users. In the past year, we have taken a definite step forwards here with the Bauhaus of Communication project. An international workshop that was held at C-LAB delivered many ideas for specific projects that we want to tackle in 1999.

To keep improving our position, we have further optimized C-LAB's portfolio, and have spun off one project which was running successfully but no longer fitted in with our present operational plans. This third spin-off in the history of C-LAB shows once again that we still regard ourselves as a technology transfer organization. The subject areas that we deal with are prepared on the basis of the latest scientific findings, and turned into viable products in the course of the Breeding the Business process. They are then continued at Siemens AG in the relevant business area for this subject.

C-LAB will continue to be ready to embrace innovative developments that can be expected in the very near future, to follow and set the latest trends in the area of information and communication, and to succeed on the basis of the Think, Realize and Exploit process chain.

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

email: vorstand@c-lab.de

iN siDe C.LAB

C-LAB HÖHEPUNKTE

Im Laufe des Jahres 1998 konzentrierte sich das C-LAB erfolgreich auf seine Kernkompetenzen auf dem Gebiet „Distributed Multimedia". Dabei konnten wir die Positionen in den folgenden Themenfeldern weiter ausbauen:

Usability | **Teleengineering** | **3-D animation** | **Embedded real-time systems**

Optical PCB | **Internet technology** | **Database middleware** | **EMC-constrained systems**

Im Bereich „Usability" konnten wir bereits namhafte Kunden gewinnen. Die Dienstleistungen dieser hochprofessionell arbeitenden Gruppe des C-LAB werden innerhalb und außerhalb der Siemens AG hoch geschätzt. Für den Aufbau eines Usability-Labs sind erste Vorarbeiten geleistet worden. Damit sind wir in der Lage, in Zukunft ein durchgängiges Dienstleistungsspektrum vom „Usability Engineering" bis hin zur Überarbeitung vorhandener Benutzungsoberflächen anzubieten.

Mit großem Engagement haben wir die Projekte im Umfeld von „Global Engineering Networking (GEN)" vorangetrieben. Hier steht nun eine Technologie zur Verfügung, die es erlaubt, komplexe Ingenieuranwendungen in den frühen Projektphasen über das Internet abzuwickeln. Hierzu wurden verschiedene Suchalgorithmen für speziellen Anwendungsgebiete geschaffen. Die GEN-Technologie wurde konsequent für räumlich verteilte Datenbestände konzipiert. Verschiedene Intranets können über Internet/Extranet gekoppelt werden. Dies erlaubt es, die relevanten Datenbestände der Anbieter physikalisch in ihren Domänen zu belassen. Daraus resultieren erheblich geringere Aufwände und klare Zuständigkeiten bei der Wartung von Datenbeständen.

Auf dem Gebiet der 3D-Animation wurden die innovativen Arbeiten vom C-LAB im Berichtszeitraum weiterentwickelt. Durch eine Kombination von Objektorientierung, Agententechnologie und regelbasierter Wissensverarbeitung entstand ein leistungsfähiges Werkzeug für den schnellen Entwurf interaktiver 3D-Animationen. Dies soll

C-LAB HIGHLIGHTS

During 1998 C-LAB focused, successfully, on its core skills in the field of distributed multimedia, and managed to strengthen its position in the following subject areas:

We have already gained some well-known customers in the usability area. The services rendered by the highly professional team that works on this at C-LAB are esteemed both inside and outside Siemens AG. Initial action has now been taken to set up a usability lab. This will put us in a position to provide an end-to-end range of services in future – from usability engineering to the revision of existing user interfaces.

With great commitment we have driven on global engineering networking (GEN) projects, resulting in a technology which enables complex engineering applications to be handled over the Internet in the early phases of projects. This entailed the development of various search algorithms for special application areas. The GEN technology was designed consistently for distributed databases. Different intranets can be linked via extranets/the Internet. This makes it possible to leave providers' data physically in their domains, thus reducing effort considerably and ensuring there is clear responsibility for data maintenance.

C-LAB's innovative work in the area of 3D animation has evolved during the review period. A combination of object orientation, agent technology and rule-based knowledge processing gave rise to a powerful tool for rapid development of interactive 3D animations, which is now going to be extended into an authoring system for interactive 3D illustration. In developing and implementing the visual programming language SAM (Solid Agents in Motion), C-LAB carried out a research project which has

nun konsequent zu einem Autorensystem für interaktive 3D-Illustration ausgebaut werden. Mit der Entwicklung und Implementierung der visuellen Programmiersprache SAM (Solid Agents in Motion) hat das C-LAB ein international viel beachtetes Forschungsprojekt durchgeführt. Mit SAM ist es erstmalig möglich, interaktive, animierte 3D-Welten vollständig visuell zu programmieren.

Auf dem Gebiet der partiell optischen Leiterplatten konnte mit der im C-LAB aufgebauten Kompetenz ein größeres Forschungs- und Entwicklungsprojekt mit namhaften Industriepartnern aufgesetzt werden. Die Partner erhoffen sich, mit dieser Technologie hoch performante und elektronisch robuste Backplanes zu vertretbaren Preisen realisieren zu können. An der C-LAB-Kompetenz auf diesem Gebiet zeigten sich Unternehmen und Forschungsinstitute aus dem In- und Ausland und sogar aus den USA interessiert.

Im Frühjahr 1998 wurde das BMBF-Verbundprojekt METRO abgeschlossen. Bei diesem Vorhaben wurde eine durchgängige, auf verteilter Simulation basierende Entwurfsumgebung für komplexe mechatronische Systeme aus dem Automobilbereich geschaffen. Dieses Projekt hat in der Industrie und in der akademischen Fachwelt viel Aufsehen erregt und wurde allgemein als ungewöhnlich erfolgreich angesehen. Der C-LAB-Beitrag war unter anderem das Partitionierungs- und Mapping-Werkzeug ChaRy (C-LAB Hard Realtime System). Es beinhaltet auch eine präzise „Worst Case Execution Time"-Analyse unter Berücksichtigung von Caching und Pipelining auf den Zielprozessoren und nimmt international eine Spitzenstellung ein.

Die anerkannte Kompetenz des C-LAB bei der gesamten Internet-Technologie konnte weiter ausgebaut werden. Einen Schwerpunkt bildete hier die CORBA-Technologie (Common Object Request Broker Architecture). Dabei wurde das C-LAB zu einem gefragten Partner in Projekten und bei der Aus-und Weiterbildung.

Das Produkt OpenDM wurde technisch perfektioniert und bei verschiedenen Projekten in der Praxis eingesetzt. Hervorzuheben ist hier die Integration in das von Siemens Nixdorf entwickelte Netzwerkmanagementsystem TransView. Durch eine strategische Zusammenarbeit mit Versant, einem der bedeutensten Anbieter objektorientierter Datenbanken aus San Jose, Kalifornien, ist eine weitere Verbreitung von OpenDM zu erwarten. Wie andere C-LAB-Entwicklungen setzt OpenDM konsequent auf CORBA als interne Schnitt-

attracted a lot of international attention. SAM is the first language which makes it possible to program interactive, animated 3D environments on a completely visual basis.

The skills that have been acquired at C-LAB enabled us to set up a larger research and development project into partially optic circuit boards with well-known industrial partners. The partners hope to be able to implement high-performance, electronically robust backplanes at reasonable prices with this technology. Companies and research institutes from Germany and abroad, including the USA, have shown interest in C-LAB's skills in this area.

METRO, a joint project sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), was completed in spring 1998. It resulted in an end-to-end design environment based on distributed simulation for complex mechatronic systems in the automotive sector. This project attracted great attention both in industry and in academic circles, and was generally regarded as a particular success. C-LAB's contribution included the partitioning and mapping tool ChaRy (C-LAB Hard Realtime System). This tool incorporates precise worst case execution time analysis facilities which allow for caching and pipelining on the destination processors, and is international leading-edge technology.

We managed to expand C-LAB's recognized skills in overall Internet technology even further. A key aspect here was CORBA technology (Common Object Request Broker Architecture). C-LAB became a much sought-after partner in projects and in education/training.

The technology of the OpenDM product was perfected and put to use in various practical projects. A specially notable project was integration in the TransView network management system developed by Siemens Nixdorf. OpenDM can be expected to spread more widely as a result of a strategic alliance that C-LAB has entered into with Versant, a major vendor of object-oriented databases headquartered in San José, California. Like other C-LAB develop-ments, OpenDM is based consistently on CORBA as an internal interface. The result is a modular, highly flexible architecture.

Over the years C-LAB has turned into one of the most important competence centers for EMC-compliant design. Our position was consolidated in the review period with the successful completion of various projects. When C-LAB decided to concentrate on its core subjects of distributed multimedia, the software that we deve-

stelle. Ergebnis ist eine modulare, hochgradig flexible Architektur.

Über Jahre hinweg hat sich das C-LAB zu einem der wichtigsten Kompetenzzentren auf dem Gebiet des EMV-gerechten Entwurfs entwickelt. Diese Position wurde im Berichtszeitraum mit der erfolgreichen Durchführung verschiedener Projekte weiter ausgebaut. Deshalb konnte unsere in diesem Bereich entstandene Software im Zuge der Konzentration von C-LAB auf die Kernthematik „Distributed Multimedia" nahtlos an eine Projektgruppe des Fraunhofer-Instituts IZM, Berlin, übergeben werden. Diese Projektgruppe mit Sitz in Paderborn wird nun die Arbeiten konsequent weiterführen.

Besonders stolz sind wir, daß es uns im Berichtszeitraum gelungen ist, die im C-LAB entwickelte Technologie „Internet für Sehbehinderte" nicht nur technisch zu stabilisieren, sondern auch in ein marktgängiges Produkt umzusetzen. Damit ist es erstmals möglich, daß Blinde und stark Sehbehinderte aktuelle Information wie zum Beispiel die Tageszeitung aktiv abrufen und lesen können.

Im Jahre 1998 war das C-LAB erstmals mit einem eigenen Stand auf der CeBIT vertreten. Mit viel Engagement und Professionalität haben wir die Produkte und Dienstleistungen des C-LAB dem interessierten Fachpublikum präsentiert. Das Echo der Fachbesucher war sehr ermutigend. Deshalb soll unser CeBIT-Engagement im folgenden Jahr wiederholt werden. Besonderes Aufsehen hat der C-LAB-Pathfinder erregt, ein mobiler Roboter, der über das Internet durch entfernte Räume gesteuert werden kann. Dieser Pathfinder kam auch bei verschiedenen anderen Anlässen zum Einsatz und erwies sich stets als Publikumsmagnet.

Auch im Jahr 1998 besuchten uns hochrangige Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft. Der Vorstand der Siemens Nixdorf Informationssysteme AG ließ sich über den Leistungsstand von C-LAB informieren und war davon sehr beeindruckt. An dieser Stelle möchten wir uns bei den ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedern Herrn Gerhard Schulmeyer und Herrn Dr. Peter Pagé recht herzlich für die Unterstützung des C-LAB bedanken. Besonders Herr Dr. Pagé, in dessen direktem

loped in this area was passed on directly to a project group at the Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration (IZM), headquartered in Berlin. This project group, based in Paderborn, will now pursue this work.

We are especially proud of the fact that we managed, in the review period, not only to stabilize the Internet for the Visually Impaired technology that was developed at C-LAB but also to implement it in a marketable product.

Präsentation „Internet für Blinde" anlässlich der Informationstage des Bundespräsidenten Roman Herzog im Schloss Bellevue, Berlin.

Presentation „Internet for the Blind" on the occasion of the information days of the Bundespräsident Roman Herzog in Berlin, Schloss Bellevue.

This is the first product that allows blind and visually impaired persons to retrieve and read the latest information from the Internet, for instance from newspapers that have been published there.

In 1998 C-LAB had its own booth at CeBIT for the first time. Displaying great commitment and professionalism, we presented C-LAB's products and services to an interested audience from the trade. The echo from the visitors to our booth was very encouraging so we will be exhibiting services and products on our own booth at CeBIT again in 1999. C-LAB's Pathfinder, a mobile robot that can be controlled remotely via the Internet, drew a lot of attention. This Pathfinder was used on various other occasions and always turned out to be a hot favorite.

1998 also saw prominent persons from business, politics and science visit C-LAB. The Executive Board of Siemens Nixdorf Informationssysteme AG (SNI) came to find

Verantwortungsbereich das C-LAB angesiedelt war, hat unsere Aktivitäten mit Engagement und tatkräftiger Unterstützung gefördert und seine langjährige Industrieerfahrung in der Softwarebranche bei der thematischen Festlegung eingebracht. Wir freuten uns sehr über den Besuch von Frau Rosalie Zobel von der EU-Kommission und ihren Mitarbeitern. Ihr Interesse an der C-LAB-Initiative „Bauhaus der Kommunikation" ist sehr ermutigend. Sehr interessante Gespräche wurden mit Herrn Hubertus Benteler, Vorstandsvorsitzender der Benteler AG, Herrn Wolfgang Schübl, Geschäftsführer der Weidmüller Management International GmbH & Co.KG, und Herrn Hans Behringer, Geschäftsführer der Stadtwerke Paderborn sowie ihren leitenden Mitarbeitern geführt. Hier zeichnet sich eine längerfristige Zusammenarbeit ab. International renommierte Wissenschaftler wie Herr Prof. Gerhard Fischer, University Boulder; Herr Prof. Hans Hansen, Universität Uppsala; Herr Prof. Jochen Jess, Universität Eindhoven, um nur einige zu nennen, folgten gerne einer Einladung in das C-LAB. Mit Herrn Prof. Beat Schmid, Universität St. Gallen, wurde anläßlich seines Besuches und eines Gegenbesuchs eine neue, langfristige Kooperation vereinbart.

Unter den zahlreichen Seminaren und Workshops, die das C-LAB 1998 veranstaltete, ist der Workshop „Bauhaus der Kommunikation" besonders hervorzuheben. Wissenschaftler und Künstler aus ganz Europa diskutierten Fragen einer ganzheitlichen, am Menschen orientierten Gestaltung der Informationsgesellschaft. Aufgrund des C-LAB-Renommees in der Internet-Technologie wird der internationale VRML-Kongreß 1999 vom C-LAB organisiert und, erstmalig außerhalb der USA, in Paderborn stattfinden.

Mit Dissertationen auf höchstem Niveau, zahlreichen Veröffentlichungen und qualitativ hochstehenden Lehrveranstaltungen haben sich Mitarbeiter des C-LAB wissenschaftlich profiliert. C-LAB-Wissenschaftler wurden zu Tagungen eingeladen, gehörten Tagungsleitungen und Programmkomitees an und wirkten in zahlreichen wissenschaftlich-technischen Fachgruppen mit.

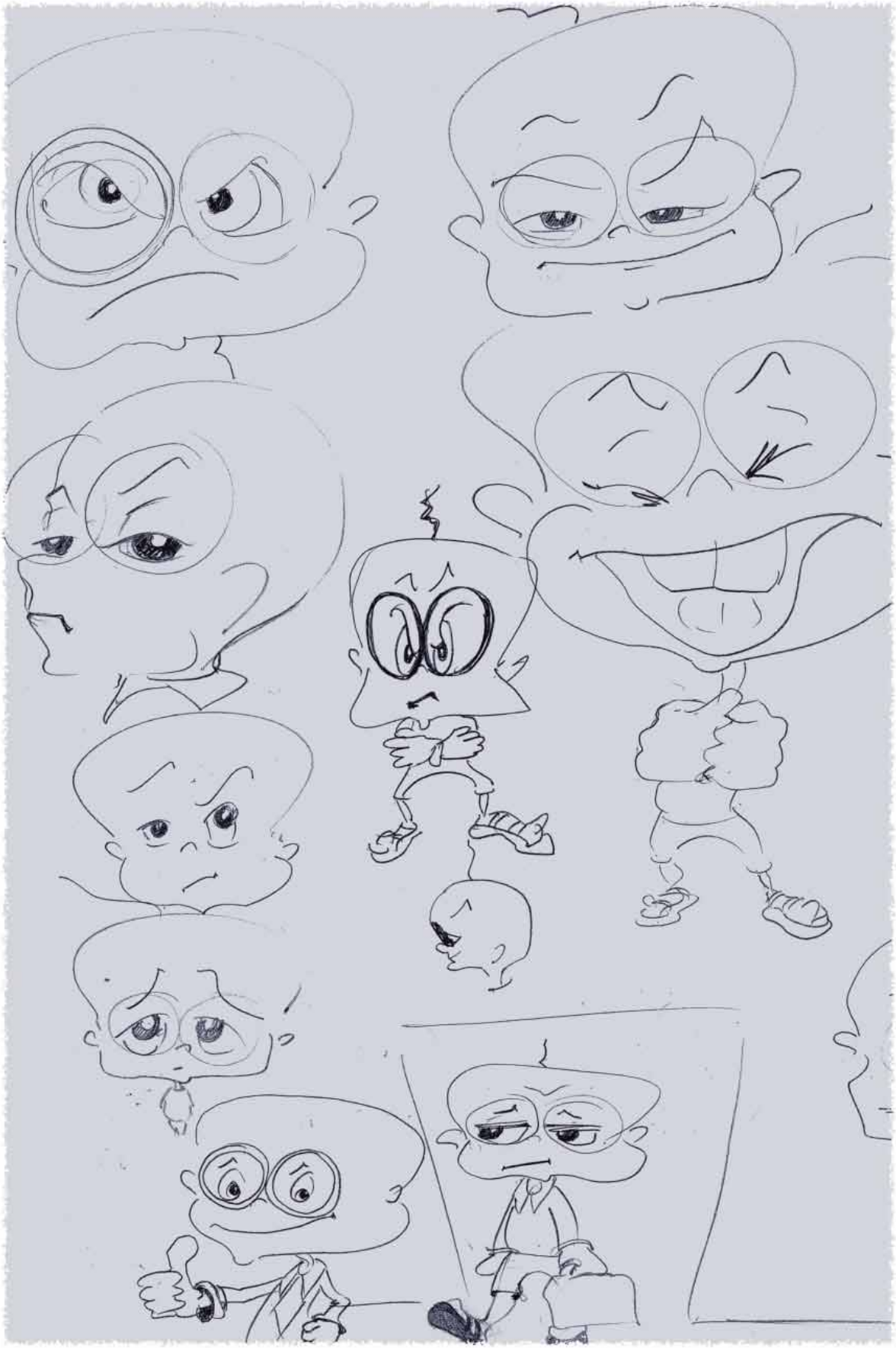
Die Positionierung des C-LAB als Kooperation zwischen Wissenschaft und Industrie, mit besonderem Engagement in der wissenschaftlichen Grundlagenarbeit, der technischen Umsetzung und der wirtschaftlichen Vermarktung („Think", „Realize", „Exploit") hat sich auch 1998 als überaus erfolgreich erwiesen. Wir gehen deshalb mit großer Zuversicht in das Jahr 1999.

out about C-LAB's level of performance, and was very impressed by it. At this point we would like to express our gratitude to Mr. Gerhard Schulmeyer and Dr. Peter Pagé, Executive Board members who have now left SNI, for the support they offered to C-LAB. In particular Dr. Pagé, who bore direct responsibility for interaction with C-LAB, was highly committed to our activities, gave us energetic support throughout, and brought in his years of experience in the software industry when it came to defining subjects to deal with. We were also extremely pleased to welcome Ms. Rosalie Zobel from the EU Commission and her colleagues. Her interest in C-LAB's Bauhaus of Communication initiative is very encouraging. Highly interesting talks were also held with Mr. Hubertus Benteler, President and CEO of Benteler AG, Mr. Wolfgang Schübl, Executive Director of Weidmüller Management International GmbH & Co.KG, and Mr. Hans Behringer, Executive Director of Stadtwerke Paderborn together with their colleagues. Cooperation over a longer period is on the cards here. Internationally renowned scientists – such as Prof. Gerhard Fischer, University of Boulder, Prof. Hans Hansen, University of Uppsala; Prof. Jochen Jess, University of Eindhoven, to name just a few – were pleased to accept an invitation to visit C-LAB. Long-term cooperation was agreed with Prof. Beat Schmid, University of St. Gallen, after he had visited us and we had paid him a return visit.

Among the numerous seminars and workshops that C-LAB held in 1998, the Bauhaus of Communication workshop deserves special mention. Scientists and artists from all over Europe discussed issues relating to holistic arrangement of the information society geared to people. Owing to C-LAB's renown in the field of Internet technology, the VRML Congress 1999 will be organized by C-LAB and will take place in Paderborn – the first time it will have been held outside the USA.

C-LAB's staff have established a pronounced scientific profile with high-level dissertations, numerous publications and top-quality teaching events. C-LAB scientists were invited to conferences, belong to the organizing committees of conferences and cooperated in many scientific/engineering workgroups.

C-LAB's position as a joint venture between academe and industry, with its special commitment to basic scientific work, technical implementation and business marketing (Think, Realize and Exploit) was a great success in 1998 again, and we are therefore approaching 1999 with confidence.



AUSGEWÄHLTE PROJEKTE

SELECTED PROJECTS

SCHLÜSSELTECHNOLOGIE FÜR INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSSYSTEME DER ZUKUNFT:

HYBRIDE ELEKTRISCH-OPTISCHE AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK

Der stetig steigende Informations- und Kommunikationsbedarf der modernen Wissensgesellschaft führt zu der Notwendigkeit, multimediale Daten zu jedem Zeitpunkt und an nahezu jedem Ort unmittelbar verfügbar zu machen. Neue digitale Dienste und Anwendungen wie elektronische Kiosksysteme, Telearbeitsplätze, Videokonferenzen und Video-on-demand setzen extrem breitbandige Datenübertragung voraus. Deshalb muß die Leistungsfähigkeit von Computern und Netzwerken ständig verbessert werden.

Die Effizienz der Systemarchitektur und insbesondere die Rechenleistung der verwendeten Mikroprozessoren sind wesentliche Voraussetzungen für die Leistungsfähigkeit elektronischer Systeme. Die Prozessorleistung hängt dabei stark von der Taktrate ab, die in der Regel auch als Maßstab für die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems verstanden wird. Gegenwärtig sind Mikroprozessoren mit Taktfrequenzen von 600 MHz erhältlich. Es ist jedoch abzusehen, daß zu Beginn des nächsten Jahrhunderts die 1 GHz-Grenze durch ständige Verkleinerung der Strukturen auf unter 100 nm überschritten werden kann. Nach Untersuchungen und Prognosen der Semiconductor Industry Association [1] werden im Jahre 2012 bereits 10 GHz möglich sein (Bild 1). Diese zunächst unrealistisch erscheinende Größenordnung relativiert sich, wenn man zugrunde legt, daß die Weiterentwicklung der Halbleitertechnologie in den kommenden 12 bis 15 Jah-

KEY TECHNOLOGY FOR INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS OF THE FUTURE:

HYBRID ELECTRO-OPTICAL INTERCONNECT TECHNOLOGY

Today's knowledge society needs more and more information and communications, and this has made it essential for multimedia data to be available any time and almost anywhere. New digital services and applications – such as electronic kiosk systems, teleworking, video conferences and video on demand – necessitate data communications with very high data rates. Computer and network performance therefore has to be enhanced constantly to meet these requirements.

The efficiency of the system architecture and, in particular, the performance of microprocessors are key to the overall performance of electronic systems. Processor speed is very dependent on clock rate, and this is generally regarded as a measure of the performance of the

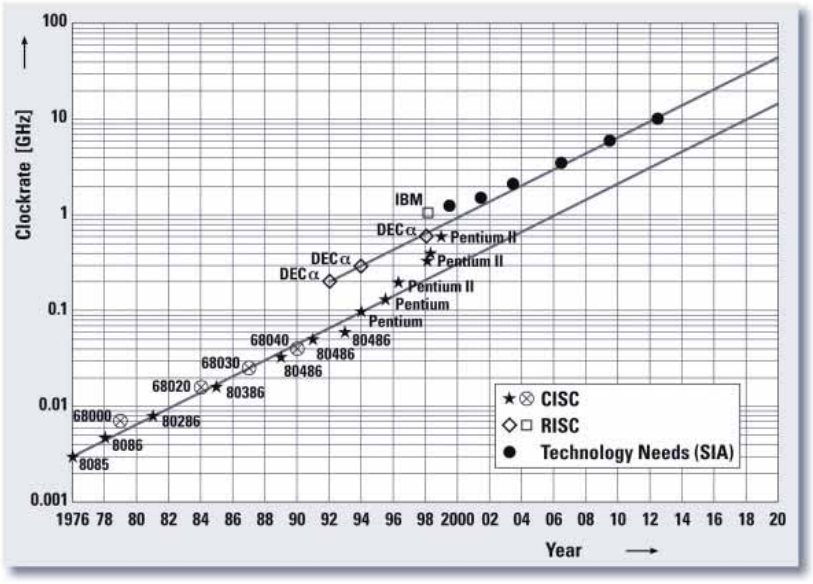


Bild 1: Entwicklung der Mikroprozessortaktraten (Stand: Juli 1998)

Fig. 1: Development of microprocessor clock rates (Status: July 1998)

ren nicht durch fundamentale physikalische Grenzen limitiert ist.

Die Signalübertragung innerhalb von Systemen stößt bei der gegenwärtigen elektrischen Aufbau- und Verbindungstechnik allerdings zunehmend an ihre Grenzen. Mit wachsender Bandbreite steigen Störaussendung und Störempfindlichkeit gegenüber externen elektromagnetischen Feldern. Insbesondere Kommunikationskanäle mit hoher Bandbreite, z. B. Chip-to-chip-Verbindungen auf Leiterplatten, begrenzen, trotz wachsender Leistungsfähigkeit der Prozessoren, die Performance des Gesamtsystems, so daß neue Konzepte erforderlich sind.

Die optische Übertragungstechnik besitzt ein weitaus größeres Potential: Damit könnten die erkennbaren Grenzen der elektrischen Übertragungstechnik überwunden werden. Ihre Leistungsfähigkeit wird bei den Long-Distance-Übertragungen im Bereich der Telekommunikation deutlich. Dort ist die optische Datenübertragung seit längerer Zeit Stand der Technik und gewährleistet sehr hohe Bandbreiten. In Kombination mit der existierenden Aufbau- und Verbindungstechnik stellt die optische Verbindungstechnik deshalb eine wesentliche Basistechnologie für elektronische Geräte in der Zukunft dar.

HEUTIGE EINSATZGEBIETE OPTISCHER KURZSTRECKENVERBINDUNGEN

Gegenwärtig werden bereits faseroptische Kurzstreckenverbindungen für Datenübertragungen zwischen Rechnern und ihren Peripheriegeräten genutzt. Die Datenraten dieser Verbindungen sind allerdings, verglichen mit optischen Übertragungstrecken der Telekommunikation, eher gering, weil möglichst preiswerte Sende- und Empfangselemente verwendet werden.

Die Vorzüge der optischen Übertragung gegenüber der elektrischen Übertragung sind ihre Unempfindlichkeit gegen äußere Störfelder, die geringe Aussendung eigener Störfelder und die gute Signalintegrität. Hinzu kommt der geringere Platzbedarf optischer Verbindungen. Zur Zeit stehen deutlich leistungsfähigere Module in bzw. kurz von der Markteinführung: parallele faseroptische Verbindungen für Datenraten von 800 Mbit/s bis 1,25 Gbit/s je Kanal mit über 10 bis 12 Kanälen. In Laborexemplaren werden sogar bis zu 2 Gbit/s je Kanal erreicht. Die Herstellung der Sende- und Empfangsmodule zu marktfähigen Preisen wurde durch neue, vertikal emittierende

system as a whole. Microprocessors with clock rates of 600 MHz are available at present, but the 1 GHz limit can plainly be exceeded by the beginning of the next century by gradually reducing structures to less than 100 nm. According to surveys and forecasts by the Semiconductor Industry Association [1], clock rates of 10 GHz will already be possible in 2012 (Fig. 1). This figure, which may appear unrealistic at first, is put into perspective when you consider that further development of semiconductor technology will not be confined by any fundamental physical limits in the next 12 to 15 years.

With current electrical interconnect technology, however, signaling within systems is approaching its limits. When bandwidth increases, more radiation is emitted and there is greater susceptibility to external electromagnetic fields. Communication channels with a high bandwidth, e.g. chip-to-chip interconnects on circuit boards, place particular constraints on the performance of the system as a whole despite the increase in performance of processors. This is why new concepts are required.

Optical transmission technology has much more potential, and the limits of electrical transmission, which are already looming, could be overcome with it. Its performance is especially noticeable in long-distance telecommunications. There, optical data transmission has been state of the art for some time, and provides very high bandwidths. In conjunction with existing technology, optical interconnect technology is therefore likely to be a foundation for electronic systems in the future.

CURRENT USES OF OPTICAL SHORT-DISTANCE INTERCONNECTS

Fiber-optic short-distance interconnects are already being used to transfer data between computers and their peripherals. Compared with optical telecommunications, however, the data rates achieved here are relatively low because low-cost transmission and receiving components are used.

The advantages of optical transmission over electrical transmission lie in its insensitivity to external electromagnetic fields, its low emission of electromagnetic fields, and its good level of signal integrity. Furthermore, optical interconnects take up less space. Much more powerful modules have recently been launched on the market or are about to be launched: parallel fiber-optic links for data rates ranging from 800 Mbits/s to 1.25 Gbits/s per

Halbleiterlaserdioden (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL), schnelle Fotodioden in GaAs-Technologie und neue Integrations- und Aufbautechniken möglich.

Diese Module eignen sich dazu, Signale zwischen Leiterplatten und anderen Systemkomponenten in Rechnern und in Vermittlungsanlagen der Telekommunikation mit Hilfe von Glas- oder Kunststoff-Faserbändchen sehr effizient und mit hoher Bandbreite zu übertragen. Ein massiver Einsatz dieser innovativen Signalübertragungstechnologie sollte deshalb schon beim Entwurf neuer elektronischer Systeme berücksichtigt werden. Dafür wird aber auch eine entsprechende Erweiterung der einzelnen Entwurfswerkzeuge bzw. des gesamten Entwurfsprozesses notwendig. Nur so können die besonderen Eigenschaften der optischen Übertragungsstrecken im Zusammenspiel mit den mikroelektronischen Komponenten berücksichtigt und optimal genutzt werden.

VISION EINER HYBRIDEN ELEKTRISCH/OPTISCHEN AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK FÜR LEITERPLATTEN

Da Leiterplatten auch in Zukunft die wichtigsten Komponenten elektronischer Systeme sein werden, wird die optische Signalübertragung auf elektrischen Leiterplatten und in System-Rückwänden immer wichtiger. An diesem Thema wird gegenwärtig in mehreren nationalen und internationalen Forschungsprojekten gearbeitet.

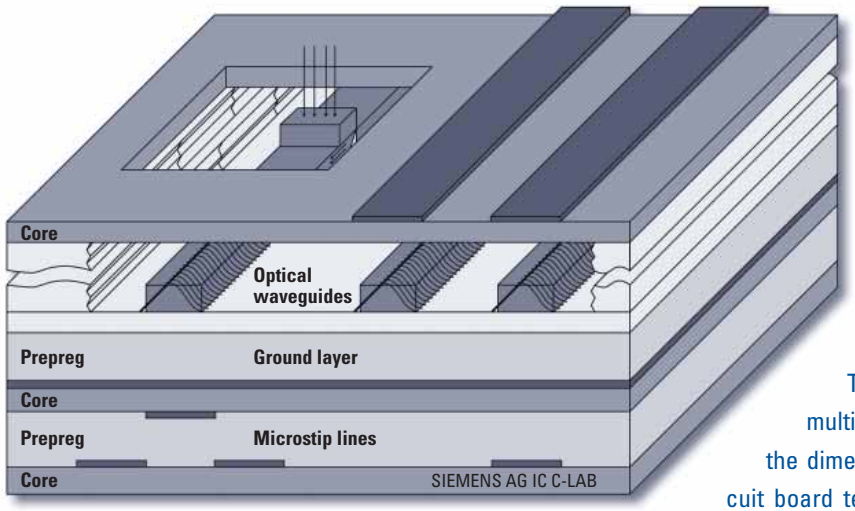


Bild 2: Konzept einer Leiterplatte mit integrierter optischer Lage
Fig. 2: Concept of a circuit board with integrated optical layer

Im C-LAB wird das Ziel verfolgt, Signale innerhalb konventioneller, mehrlagiger, elektrischer Leiterplatten optochannel with 10 to 12 channels or more. Rates of 2 Gbits/s per channel have even been reached in laboratory environments. It was possible to manufacture the transmission and receiving modules at marketable prices by using the new technology of vertical-cavity surface-emitting lasers (VCSELs), fast GaAs photodiodes, and new integrative and structural technologies.

These modules transmit signals very efficiently at high bandwidth between circuit boards and other system components in computers and telecommunications switching equipment using glass or plastic fiberribbons. Widespread use of this innovative signaling technology should be considered when designing new electronic systems. However, this necessitates an extension of the individual design tools and the overall design process. Only by doing that can the special properties of optical transmission interacting with microelectronic components be allowed for and used optimally.

VISION OF HYBRID ELECTRO-OPTICAL INTERCONNECT TECHNOLOGY FOR CIRCUIT BOARDS

Since circuit boards will remain the most important components of electronic systems in future, optical signaling on electrical circuit boards as well as on system buses is becoming more and more important. Work is being carried out on this subject in several national and international research projects.

C-LAB is pursuing the goal of transmitting signals optically within conventional multilayer electrical circuit boards. So-called optical layers containing optical waveguides (Fig. 2) are added to the circuit boards for this purpose. The optical waveguides are based on multimode technology, taking into account the dimensions and tolerances of current circuit board technology which lie in the region of 100 µm. Initial areas of use for such optical interconnects will be clock distribution and unidirectional links on multiprocessor boards.

The necessary design and manufacturing processes must be as compatible as possible with current methods in order to get this hybrid interconnect technology accepted by industry. For financial reasons, it will only be

tisch zu übertragen. Dazu werden Leiterplatten um sogenannte optische Lagen erweitert, die optische Wellenleiter enthalten (Bild 2). Unter Berücksichtigung der Abmessungen und Toleranzen der gegenwärtigen Leiterplattentechnologie, die im Bereich von 100 µm liegen, werden die optischen Wellenleiter in Multimode-Technologie ausgeführt. Erste Einsatzgebiete für derartige optische Verbindungen werden Taktverteilungen und unidirektionale Links auf Multiprozessor-Boards sein.

Für die industrielle Akzeptanz dieser hybriden Aufbau- und Verbindungstechnologie müssen die notwendigen Entwurfs- und Herstellungsprozesse eine größtmögliche Kompatibilität mit den gegenwärtigen Verfahren aufweisen. Denn ihre Einführung ist aus wirtschaftlichen Gründen ausschließlich evolutionär möglich.

Da die Ein- und Ausgänge der signalverarbeitenden mikroelektronischen Komponenten zunächst weiterhin elektrisch ausgeführt sein werden, muß unmittelbar hinter den Ausgängen und unmittelbar vor den elektrischen Eingängen eine elektrisch-optische bzw. eine optisch-elektrische Wandlung durchgeführt werden. Somit ergeben sich in der ersten Realisierungsstufe hybride Übertragungsstrecken wie in Bild 3 angedeutet.

In allen beteiligten Abschnitten einer derartigen Übertragungsstrecke erfahren die Signale Veränderungen und Verzögerungen, die durch die physikalischen Eigenschaften der beteiligten Komponenten hervorgerufen werden. Effekte wie Crosstalk, Delay, Skew, Dispersion und Dämpfung, die aus dem Bereich der elektrischen Signalübertragung bekannt sind, treten auch bei optischen Übertragungsstrecken auf (insbesondere bei Einsatz von Multimode-Wellenleitern). Sie sind deshalb bereits beim Systementwurf zu berücksichtigen. Insbesondere das in der Regel sehr genau einzuhaltene Timing der Signale stellt aufgrund der hohen Taktfrequenzen eine gravierende Einschränkung dar. Diese Timing-Randbedingungen spielen bei der konventionell eingesetzten optischen Übertragungstechnik im Long-Distance-Bereich eine untergeordnete Rolle. Dort wird im wesentlichen eine serielle Datenübertragung eingesetzt und durch Multiplexverfahren eine Erhöhung der Übertragungskapazität erreicht.

Mit den Arbeiten und Aktivitäten von C-LAB werden die derzeit noch fehlenden Software-Komponenten und Verfahren für die Entwicklung und die effektive Nutzung

possible to introduce this technology on an evolutionary basis.

Since the inputs and outputs of the signal-processing microelectronic components will continue to be of an electrical nature for the time being, there will have to be electro-optical and opto-electrical conversion facilities directly after and before the electrical outputs and inputs respectively. This will give rise to hybrid transmission links in the initial implementation phase as shown in Fig. 3.

In all sections of such a transmission link, signals are subject to changes and delays induced by the physical properties of the components involved. Effects such as

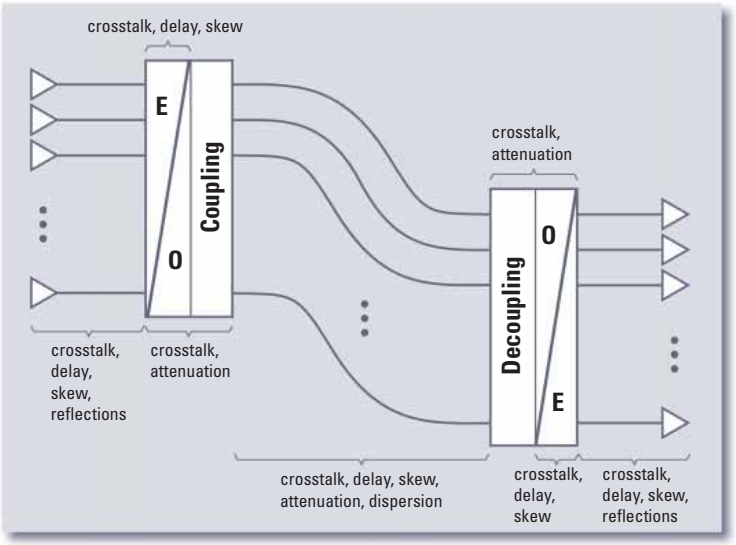


Bild 3: Hybride parallele Übertragungsstrecke (elektrisch-optisch-elektrisch)
Fig 3: Hybrid parallel transmission link (electrical – optical – electrical)

crosstalk, delay, skew, dispersion and attenuation, which are known from electrical signaling, also occur on optical transmission links (especially when multimode waveguides are used) so they have to be taken into account when the system is designed. Signal timing, which generally has to be very precise, is a major constraint owing to high clock rates. These timing conditions play a minor role in conventional optical transmission over long distances. There, data is basically transmitted serially, and transmission capacity is increased by means of multiplexing.

C-LAB's present activities are geared to preparing the missing software components and processes for developing and effectively using this key technology, and making them available in the foreseeable future:

dieser Schlüsseltechnologie bearbeitet und in absehbarer Zeit bereitgestellt:

- Entwicklung einer kombiniert elektrisch/optischen Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungsfähige, breitbandige Inter- und Intrasystemverbindungen,
- Erweiterung des konventionellen Entwicklungsprozesses von Systemen und Leiterplatten um die Integration optischer Verbindungen,
- Entwurf breitbandiger elektrisch/optischer Inter- und Intrasystemverbindungen,
- Entwicklung von Simulationsmodellen und -algorithmen für Multimode-Wellenleiter und passive optische Komponenten für Zeitbereichsanalysen,
- Entwicklung von Simulationsmodellen (Makromodellen) für aktive Komponenten (Laser- und Fotodioden).

MODELLIERUNG UND SIMULATION OPTISCHER MULTIMODE-WELLENLEITER FÜR ZEITBEREICHS-SIMULATIONEN

Für den industriellen Einsatz der neuen Technologie ist die Erweiterung des Entwurfsprozesses und der Entwurfswerkzeuge zwingend erforderlich. Wesentliche Aufgaben dabei sind die Entwicklung entsprechender Placement- und Routing-Regeln, die alle Eigenschaften und Anforderungen der passiven und aktiven optischen Komponenten berücksichtigen und, in Kombination mit den konventionellen elektrischen Komponenten, das gewünschte Optimum an Leistungsfähigkeit garantieren.

Weiterhin ist die Entwicklung und Bereitstellung von Simulationsmodellen für aktive Komponenten (Laser- und Fotodioden) sowie für passive optische Multimode-Wellenleiter unverzichtbar, um Zeitbereichssimulationen zur Untersuchung der Signalintegrität und des Timings während des Entwurfsprozesses zu ermöglichen. Insbesondere die letztgenannte Problemstellung stellt eine äußerst anspruchsvolle Aufgabe dar und soll im folgenden exemplarisch etwas detaillierter dargestellt werden. Anders als bei der Wellenausbreitung in optischen Single-Mode-Wellenleitern kann die Wellenausbreitung in Multi-Mode-Wellenleitern auf Leiterplatten nicht mit herkömmlichen numerischen Verfahren analysiert werden. Der Grund dafür liegt in den im Vergleich zur Wellenlänge des Lichts großen Querschnittsabmessungen der Wellenleiter. Dadurch ergibt sich eine sehr hohe Anzahl

- Development of combined electro-optical interconnect technology for high-performance broadband intersystem and intrasystem connections
- Enhancement of the conventional development process for systems and circuit boards to permit optical interconnects to be integrated
- Design of broadband electro-optical intersystem and intrasystem interconnects
- Development of simulation models and algorithms for multimode waveguides and passive optical components for time domain analyses
- Development of simulation macro models for active components (laser diodes and photodiodes)

MODELING AND SIMULATING OPTICAL MULTIMODE WAVEGUIDES FOR TIME DOMAIN SIMULATION

Design tools and the design process as a whole have to be extended for this new technology to be used by industry. Major tasks are to develop placement and routing rules which allow for all properties and requirements of passive and active optical components and, in conjunction with conventional electrical components, guarantee the desired level of performance.

Furthermore it is essential to develop and provide simulation models for active components (laser diodes and photodiodes) as well as for passive optical multimode waveguides to support time domain simulations in order to investigate signal integrity and timing during the design process. The latter problem, in particular, is an extremely demanding task, and will be presented here in rather more detail by way of example. Unlike the process in optical single-mode waveguides, wave propagation in multimode waveguides on circuit boards cannot be analyzed with conventional numeric methods. The reason for this lies in the large cross-sectional dimensions of the waveguides compared with the wavelength of the transmitted light. This results in very many modes (approx. 1,000 to 2,000) which preclude standard numeric approaches such as the Beam Propagation Method (BPM) and the Finite Element Method (FEM).

Ray tracing methods, which are based on geometric optics, are a way out of this problem. These methods also allow modeling of the coupling and uncoupling of waveguides and other passive structures such as splitters and combiners. The main prerequisites for these methods is that the geometrical dimensions of the objects to be ana-

geführter Moden (ca. 1000 bis 2000), die gängige numerische Verfahren wie die Beam Propagation Method (BPM) oder die Finite Element Method (FEM) ausschließen.

Einen Ausweg aus dieser Problematik stellt die Anwendung von sogenannten Ray Tracing-Verfahren dar, die auf der geometrischen Optik basieren. Damit können auch die Ein- und Auskopplung von Wellenleitern sowie andere passive Strukturen wie „Splitter" und „Combiner" modelliert werden. Die wesentliche Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens ist, daß die geometrischen Abmessungen der zu analysierenden Objekte sehr viel größer sein müssen als die Wellenlänge des Lichts. Dieses ist bei Wellenlängen von 650 - 850 nm und Querschnittsabmessungen der Wellenleiter von ca. 100 µm gegeben. Ray Tracing-Verfahren werden bereits in unterschiedlichen Bereichen erfolgreich eingesetzt, z. B. bei der Untersuchung von Ausleuchtungsproblemen und beim Rendering. Die existierenden Verfahren und Algorithmen eignen sich jedoch nicht für die Untersuchung der Signalausbreitung in Multimode-Wellenleitern. Eine wesentliche Eigenschaft der Wellenleiter, die fertigungsbedingte Wandrauhigkeit, kann mit den existierenden Konzepten nicht hinreichend genau berücksichtigt werden. Der Einfluß auf die Form und das zeitliche Verhalten der Signale durch z. B. Dämpfung, Dispersion und Ausbreitungsgeschwindigkeit läßt sich damit also nicht untersuchen bzw. vorausbestimmen.

Auswege bieten hier neue Modelle, mit denen Reflexion und Transmission von Licht an bzw. durch rauhe Oberflächen beschrieben werden können. Erste Ansätze beruhen auf der Analyse des Verhaltens ebener Wellen an rauhen Grenzflächen und die Adaption der Ergebnisse auf die Ray Tracing-Methodik. Basierend auf dieser kurz skizzierten Vorgehensweise werden im C-LAB Verfahren entwickelt, mit denen optische Multimode-Übertragungsstrecken modular beschrieben und analysiert werden können.

[1] Semiconductor Industry Association: The National Technology Roadmap for Semiconductors-Technology Needs, 1997 Edition, SIA (USA), 1997.

Kontakt:
Dr. Elmar Griese (eg@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/photonics

lyzed must be much greater than the wavelength of the guided light. This is the case with wavelengths of 650 – 850 nm and cross-sectional dimensions of waveguides of approx. 100 µm. Ray tracing methods are already being used successfully in various areas, e.g. in examining illumination problems and in rendering. However, the existing methods and algorithms are not suitable for examining signal propagation in multimode waveguides. A major property of waveguides – surface roughness as a result of the production process – cannot be allowed for adequately with existing concepts. The influence on the form and time behavior of the signals, e.g. through attenuation, dispersion and velocity of propagation, thus cannot be examined or determined in advance.

New models which can describe reflection and transmission of light from and through rough surfaces are a remedy for this problem. Initial approaches are based on analysis of the behavior of flat waves on rough surfaces and the adaptation of the results to the ray tracing method. Based on the approach outlined here C-LAB is developing methods with which optical multimode transmission links can be described and analyzed on a modular basis.

[1] Semiconductor Industry Association: The National Technology Roadmap for Semiconductors - Technology Needs, 1997 Edition, SIA (USA), 1997.

Contact:
Dr. Elmar Griese (eg@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/photonics

C-LAB INTERACTIVE PATHFINDER

Seit vielen Jahren beschäftigt sich das C-LAB mit dem Entwurf von eingebetteten Systemen. Insbesondere neue Entwurfsmethoden und Werkzeuge stehen im Mittelpunkt dieser Aktivitäten, die häufig in Kooperation mit Industriepartnern und weiteren Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Sollen die im C-LAB erarbeiteten Ergebnisse Dritten demonstriert werden, stellt sich aber das Problem, daß viele Anwendungen vertraulich zu behandeln oder nicht vor Ort verfügbar sind. Vor diesem Hintergrund wurde nach einem Anwendungsbeispiel gesucht, an dem die wesentlichen Eigenschaften der im C-LAB erstellten Entwurfsmethoden und Werkzeuge demonstriert werden können.

Im C-LAB arbeiten verschiedene Gruppen an Diensten, die im Internet zur Verfügung gestellt werden können. In diesem Umfeld entstand deshalb die Idee, auch eine Anwendung von eingebetteten Systemen im Internet anzubieten, um die eigenen Ergebnisse in attraktiver Weise vorzustellen und gleichzeitig der zunehmenden Vernetzung solcher Systeme Rechnung zu tragen.

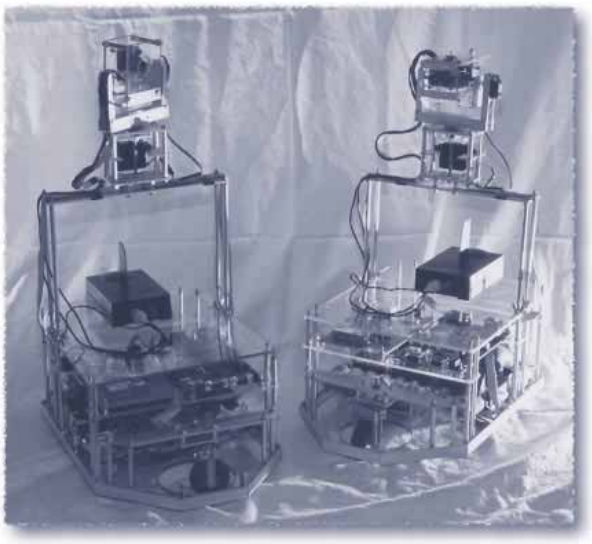


Bild 4: C-LAB Pathfinder

Fig. 4: C-LAB Pathfinder

Hierfür wurde zunächst ein kleines Fahrzeug – als Prototyp eines eingebetteten Systems – konstruiert (siehe Bild 4). Dieses Fahrzeug läßt sich drahtlos betreiben und über eine Funkstation fernsteuern. Die Steuerbefehle können von beliebigen Internetbenutzern über eine Web-Seite erzeugt werden. Als Rückmeldung wird dem Benutzer das Bild einer auf dem Fahrzeug montierten Kamera angezeigt. Diese Kamera läßt sich

C-LAB INTERACTIVE PATHFINDER

C-LAB has been engaged in the field of embedded systems design for many years. These activities, which frequently involved cooperation with industry partners and other research organizations, focus on new design methods and tools. However, when the results of C-LAB's work need to be demonstrated to third parties, there is the problem that many applications have to be treated confidentially and are not available on site. To overcome this backdrop, a sample application was needed that could be used to show the major properties of the design methods and tools developed by C-LAB.

C-LAB has various groups working on services that can be rendered on the Internet. This gave rise to the idea of providing an embedded system application on the Internet in order to present our results in an attractive manner and at the same time to have a distributed and networked system.

The first step in this process was to design a small vehicle as a prototype of an embedded system (see Fig. 4). This vehicle is wireless-operated, and can be controlled from a remote radio station. Control commands can be generated by any Internet user via a Web page. The feedback that the user gets is an image taken by a camera that is mounted on the vehicle. This camera can be rotated and tilted under remote control so that different image sections can be selected. A total of three vehicles were built. Every Internet user can basically reserve a vehicle for a fixed time span and drive through C-LAB with it to get an impression of the premises. This

ferngesteuert drehen und neigen, so daß verschiedene Bildausschnitte wählbar sind. Insgesamt wurden drei Fahrzeuge gebaut. Jeder Internet-Anwender kann sich prinzipiell ein Fahrzeug für eine festgelegte Zeitspanne reservieren und damit frei durch das C-LAB fahren, um sich einen Eindruck von den Räumlichkeiten zu verschaffen. Durch die Analogie mit dem Pathfinder-Projekt der NASA zur Erkundung des Mars erhielt das Szenario bald den Titel „C-LAB Interactive Pathfinder". Aktuell ist der Pathfinder nur zeitweise aktiviert, weil Funktionen zum automatischen Laden der Akkus, die für den drahtlosen Betrieb erforderlich sind, noch nicht realisiert wurden.

EINSATZ DES PATHFINDERS

Die erste längere Betriebsphase lief während der CeBIT 98. In dieser Zeit standen die Fahrzeuge tagsüber durchgängig zur Verfügung. Die Besucher des C-LAB Messestands in Hannover (und natürlich auch andere externe Anwender) erhielten so die Möglichkeit, sich „online" und interaktiv einen Eindruck von der realen Umgebung des C-LAB zu verschaffen.

Während des Betriebs zur CeBIT nutzten viele Anwender die Fahrzeuge nicht nur zur Orientierung, sondern auch spielerisch. So wurde z. B. ein Pathfinder dabei „erwischt", wie er einen leeren Papierkorb durch die Gänge des C-LAB schob. Auch „Wettrennen" zwischen verschiedenen Anwendern konnten beobachtet werden. Weiterhin gab es Versuche, mit den Mitarbeitern des C-LAB Kontakt aufzunehmen. Durch das Bewegen der Kamera konnte ein externer Anwender „Ja/Nein-Antworten" imitieren. Mittels kurzer Texte, die im C-LAB auf einen Zettel geschrieben und vor die Kamera gehalten wurden, konnte eine rudimentäre Kommunikation aufgebaut werden. Bei geschlossenen Bürotüren wurde einfach solange gegen die Tür gefahren, bis ein Mitarbeiter diese Tür öffnete. Nach den anfänglichen Erfahrungen muß allerdings festgestellt werden, daß ein unreglementierter Dauerbetrieb für die im C-LAB arbeitenden Mitarbeiter nur schwer vorstellbar ist.

Zu einem weiteren interessanten Einsatz kam es anläßlich eines „Tages der offenen Tür" im Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn. Dazu wurden die Fahrzeuge und ihre Technik in das Museum gebracht. Dort ist eine sogenannte „Spieleinsel" installiert, wo Kinder und Jugendliche verschiedene Computerspiele nutzen können. Zusätzlich konnten an diesem Tag über die dort vor-

scenario was soon named C-LAB Interactive Pathfinder in analogy to NASA's Pathfinder project to explore Mars. At present, Pathfinder is only activated at times because functions to automatically load the batteries that are needed for wireless operation have not been realized yet.

OPERATIONS OF PATHFINDER

The first longer phase of operation was during CeBIT 98 when the vehicles were available during the day throughout the show. Visitors to the C-LAB booth in Hannover (and, of course, other external users) had the opportunity of getting an impression of the real premises of C-LAB online and interactively.

During CeBIT many users not only used the vehicles for orientation but also played with them. For example, one Pathfinder was "caught" pushing an empty wastepaper bin through the C-LAB corridors. Races between different users were also observed. Attempts were made to get in touch with the C-LAB staff. Users could imitate Yes/No answers by moving the camera. A rudimentary form of communication was established by means of brief texts that were written on notepaper at C-LAB and held up to the camera. If an office door was closed, a vehicle would just continue driving against the door until a C-LAB employee opened it. After these initial experiences, however, the C-LAB staff found it hard to imagine long-term unregulated operation of the vehicles.

Another interesting presentation of the vehicles was at an open day at Heinz Nixdorf MuseumsForum (HNF) in Paderborn. The vehicles and their technology were taken to the museum where there are games booths at which children and adolescents can play various computer games. On this day, it was possible to control the three Pathfinders via the terminals there. It turned out that visitors preferred to control the Pathfinders although the computer games were still available as an alternative. The vehicles were in continuous use. Another option was to control the Pathfinders remotely from a museum bus which was in the town and had an Internet connection. Basic functions of a museum robot were available on this day.

TECHNICAL IMPLEMENTATION

The architecture of the Pathfinder application (Fig. 5) shows the major components of the vehicle on the left,

handen Terminals die drei Pathfinder gesteuert werden. Selbst in dieser Umgebung gaben die Besucher der Steuerung des Pathfinders gegenüber den als Alternative zur Verfügung stehenden Computerspielen den Vorzug. Die Fahrzeuge waren durchgängig belegt. Darüber hinaus war die Fernsteuerung der Pathfinder aus einem Museumsbus mit Internetanschluß in der Innenstadt möglich, so daß an diesem Tag ansatzweise die Funktion eines Museumsroboters zur Verfügung stand.

TECHNISCHE REALISIERUNG

Die Gesamtarchitektur der Pathfinder-Anwendung (Bild 5) zeigt links die wichtigsten Komponenten des Fahrzeugs, in der Mitte die Server- und rechts die Client-Komponenten. Bei den Softwarekomponenten mußte nicht nur auf einen ausreichenden Datendurchsatz geachtet werden, sondern es mußte auch die Latenzzeit möglichst gering gehalten werden. Die Software auf den Fahrzeugen wurde in speziellen Entwicklungsumgebungen in C/C++ programmiert, wobei zunehmend Modelle und Werkzeuge höherer Abstraktionsebenen zum Einsatz kamen. Die Server- und Client-Software wurde, wie üblich, in C/C++ oder JAVA erstellt. Soweit möglich, fanden existierende Standardkomponenten aus dem Internet Verwendung.

Der Pathfinder ist ca. 40 cm lang. Er hat drei Räder, von denen das vordere frei beweglich ist. Die beiden hinteren Räder werden von je einem Motor angetrieben. Die Lenkung erfolgt, wie bei einem Autoscooter, über die unterschiedliche Ansteuerung dieser Motoren. Diese instabil fahrende Konstruktion wurde bewußt gewählt, um eine Beispielanwendung für eine rückgekoppelte Regelung zu erhalten. Die Drehzahlen der Motoren werden über Sensoren abgenommen, so daß ein guter Geradeauslauf eingeregelt werden kann. Außerdem können die gefahrene Strecke und der erreichte Drehwinkel des Fahrzeugs aus den Sensordaten errechnet werden.

Die Regler-Software auf dem Fahrzeug ist z. Z. auf einem Board mit einem 8-Bit 8051-Mikrocontroller implementiert. Für zusätzliche Regelungen können bis zu

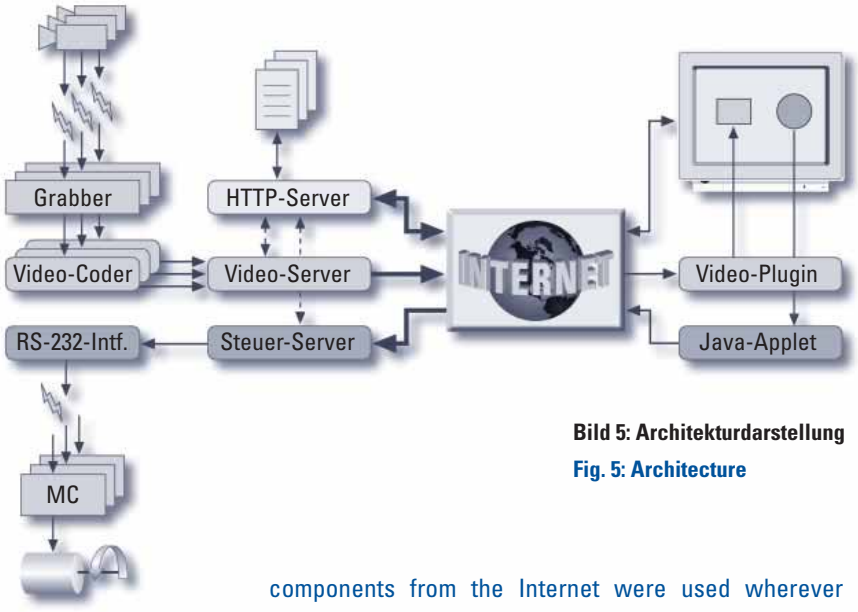


Bild 5: Architekturdarstellung
Fig. 5: Architecture

the servers in the middle, and the client components on the right. During the design of the software components we not only had to ensure that data throughput was adequate but also had to keep latency as low as possible. Initially, the software on the vehicles was written in special development environments in C/C++, using more and more models and tools from higher abstraction levels afterwards. The server and client software was, as usual, implemented in C/C++ or Java. Existing standard components from the Internet were used wherever possible.

The Pathfinder is about 40 cm long and has three wheels. The front wheel is freely movable. Each of the two rear wheels is driven by a motor. The Pathfinder is steered like a scooter car by these engines. This unstable design was chosen deliberately to provide a sample application of feedback control. The speed of the motors is detected via sensors so that a good straight run can be guaranteed. Furthermore, the distance traveled and the vehicle's rotation angle can be calculated from the sensor data.

The controller software on the vehicle is currently implemented on a board with an 8-bit 8051 microcontroller. Up to five additional boards linked by a CAN bus can be installed in the vehicle to provide extra control. An intrinsic design goal was to have a heterogeneous network of microcontrollers (8051 derivatives or 16-bit C16x series from Siemens etc.) on the vehicle. The Pathfinder receives control data for the journey and the camera settings via a 433 MHz radio link, whereas the image signal from the camera is sent via 2.4 GHz link.

5 weitere, über einen CAN-Bus vernetzte Boards in das Fahrzeug eingebaut werden. Dafür ist bewußt ein heterogenes Netzwerk von Mikrocontrollern (8051-Derivate oder die 16-Bit C16x Serie von Siemens etc.) vorgesehen. Steuerdaten für die Fahrt und die Einstellung der Kamera empfängt der Pathfinder über eine 433 MHz-Funkverbindung, während das Bildsignal der montierten Kamera über eine 2.4 GHz-Stecke versendet wird.

Richtungs- und Geschwindigkeitsänderungen, die der Anwender in seinem Internet-Browser eingibt, werden zunächst an einen in Java implementierten Steuer-Prozeß auf dem Web-Server übertragen, von wo aus sie zu dem Steuer-PC gelangen. Über die serielle Schnittstelle dieses PCs werden die Kommandos an die Sendeeinheit übergeben.

Zur Steuerung steht ein virtueller Joystick zur Verfügung (siehe Bild 6). Setzt ein Anwender seinen Mauszeiger an einen beliebigen Punkt in den inneren Kreis des Bedienelements der Fahrzeugsteuerung, wird daraus eine Drehrichtung und eine Fahrtgeschwindigkeit ermittelt. Die Fahrtgeschwindigkeit nimmt dabei zum Rand des Kreises hin zu. Die Drehrichtung ist auf der senkrechten Achse 0 Grad, auf der waagerechten Achse 90 Grad. Die obere Kreishälfte ist für Vorwärtsbewegungen, die untere für Rückwärtsbewegung zuständig. Mit diesem Bedienelement läßt sich eine hohe Dynamik in der Fahrtbewegung erzielen. Durch Verzögerungen bei der Übertragung der Signale im Internet ist jedoch bisweilen eine präzise Steuerung erschwert. Deshalb haben wir zwei zusätzliche Bedienelemente eingeführt. In dem äußeren Kreis sind definierte Drehrichtungen und in dem Balken entsprechende Fahrtstrecken wählbar, die vom Fahrzeug dann selbsttätig umgesetzt werden. Für die bewegliche Kamera existiert ein weiteres Steuerelement, mit dem die Dreh- und Kippwinkel eingestellt werden können.

Für die Bilddarstellung wird das RealPlayer-Plugin von RealNetworks benötigt. Dieses Plugin ist kostenlos für verschiedene Betriebssysteme erhältlich und wird vielfach zur Übertragung von Videoströmen im Internet verwendet.

Obwohl der Pathfinder bereits heute voll funktional einsetzbar ist, ergeben sich im Betrieb einige Einschränkungen, die Anlaß für Verbesserungen sein werden:

- **Verrauschte Bilder:** Durch die Übertragung der Steuersignale und Bilddaten per Funk sind kurzzeitige Bildstörungen auch unter guten Bedingungen nicht zu vermeiden. Die Bildqualität wird mit zunehmender

Changes of direction and speed which a user enters into an Internet browser are first transferred to a control process that has been implemented in Java on the Web server and then forwarded to the control PC from there. The commands are sent to the transmitter via this PC's serial port.

A virtual joystick is available for control purposes (see Fig. 6). When a user moves the mouse pointer to any

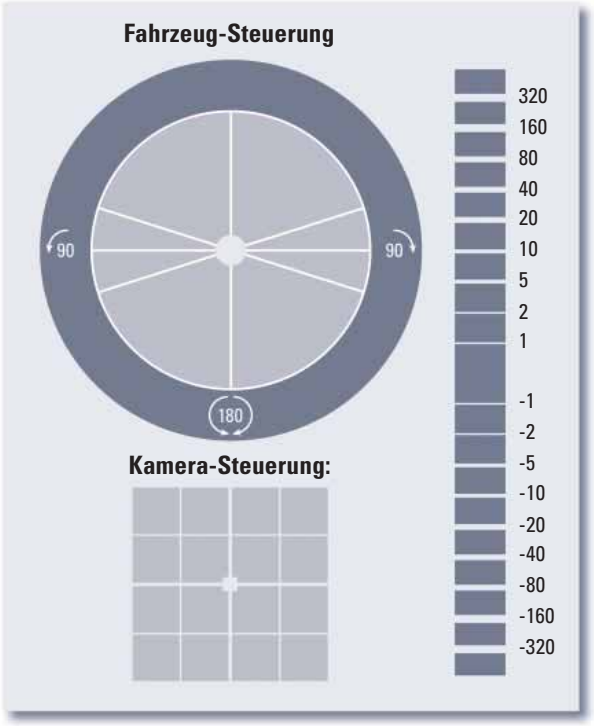


Bild 6: Bedienelemente
Fig. 6: Controls

point within the inner circle of the vehicle control element, a new value for the vehicle's rotation and speed are emitted. The vehicle speed increases towards the border of the circle. The value of direction is 0° on the vertical axis and 90° on the horizontal axis. The upper half of the circle is responsible for forward motion, and the lower half for backward motion. A high level of dynamics can be achieved with this control. Delays in the transfer of signals over the Internet, however, sometimes make precise control difficult. We have therefore introduced two additional controls. Defined values of direction can be selected in the outer circle, and distances can be selected on the bar. These commands are then executed automatically by the vehicle. There is another control for the movable camera allowing angles of rotation and tilt to be set.

Entfernung von der zentralen Basisstation schlechter. An der Reichweitengrenze ist schließlich keine Steuerung mehr möglich. Hier soll in Zukunft eine digitale Übertragungsstrecke für Video-, Audio- und Kontrollsignale eingesetzt werden.

- **Schnelle Drehungen:** Da die Lenkung über eine Differenzansteuerung der beiden Motoren erfolgt, hat das Fahrzeug eine sehr hohe Drehdynamik. Um diesem Effekt zu begegnen, ist der Bereich im virtuellen Joystick, der Anteile für Vorwärts- bzw. Rückwärtsfahrt enthält, größer ausgelegt. Hier schaffen die zusätzlichen Bedienelemente Abhilfe.

- **Verzögerungen in der Reaktion:** Durch die Übertragung des Bildstroms im Internet und durch Pufferungen im Video-Plugin werden die Reaktionen auf die Steuerbefehle erst nach einigen Augenblicken sichtbar. Verzögerungsfreies Fahren wird erst über das Internet II möglich sein, wo Bandbreiten und Latenzzeiten im Internet reserviert werden können.

WEITERE ENTWICKLUNG

Die Erfahrungen zeigen deutlich, daß mit dem Pathfinder im C-LAB mehr als nur ein einfaches Anwendungsbeispiel für ein eingebettetes System geschaffen wurde. Die Kombination eines kamerabestückten Fahrzeugs mit einer Anbindung an das Internet hat eine neue Form der Telepräsenz ermöglicht. Im C-LAB werden daher in nächster Zeit auch Fragestellungen verstärkt untersucht, die sich aus dieser Telepräsenz ergeben.

Diese Arbeiten verdeutlichen, wie das Internet nicht nur passiv zur Informationsbeschaffung, sondern auch aktiv zur Erzeugung von Wirkung genutzt werden kann. Weiterhin dienen die Fahrzeuge als Beispiel dafür, wie sich die Informationsverarbeitung in ihnen durch komfortable Beschreibungsmittel ausdrücken läßt, ohne daß eine manuelle Programmierung erfolgen muß. Der Pathfinder läßt sich als ein den Menschen unterstützender technischer Dienstleister auffassen. Er empfängt Befehle – entweder indirekt über eine graphische Oberfläche und dann über das Internet, oder in Zukunft direkt über aktives Verstehen von Sprache. Zur Ausführung dieser Befehle orientiert sich der Pathfinder im Raum und interagiert mit weiteren Geräten, z. B. um über eine Funksteuerung die Tür zu einem Lift zu öffnen. Sprachaus-

The RealPlayer plug-in from RealNetworks is needed to display images. This plug-in is available free of charge for various operating systems, and is often used on the Internet to transfer video streams.

Although the Pathfinder is already fully functional, there are some limitation in operation which are scheduled for improvement:

- **Noisy images:** Brief image interference is inevitable, even in good conditions, as a result of the analog transfer of control signals and image data via radio. Image quality deteriorates the further the vehicle moves away from the central base station. Finally, no further control is possible at the range limit. A digital communications link is planned to be used in future for video, audio and control signals.

- **Fast rotations:** Since steering is accomplished by means of differential actuation of the two motors, the vehicle's rotary dynamics are very high. To counter this effect, the sensitivity areas for forward and backward motion within the virtual joystick have been enlarged. The additional controls for defined movements further improve the control over the vehicles.

- **Response delays:** As a result of the transfer of the image stream over the Internet and buffering in the video plug-in, responses to control commands only become apparent after a few instants. Delay-free motion will only be possible with Internet II in which bandwidths and latencies can be reserved on the Internet.

FURTHER DEVELOPMENT

C-LAB's experiences clearly show that, in Pathfinder, more than just a simple example of an embedded system application has been created. The combination of a camera-bearing vehicle with a link to the Internet has given rise to a new form of telepresence. In the future, C-LAB will be examining issues resulting from this telepresence.

These activities show how it is not only possible to use the Internet passively to obtain information but also actively to generate effect. The vehicles are also an example how information processing in them can be expressed by means of model based description facilities without requiring manual programming. The Pathfinder

gabe und Bildverarbeitung werden den Funktionsumfang des Gerätes ergänzen. Weiterhin sollte es in der Lage sein, sich an eine Umgebung anzupassen und zu lernen.

Auf verschiedenen Abstraktionsebenen kann ein Anwender Kontrolle über den Pathfinder erlangen. Mit zunehmend höheren Abstraktionsebenen steigen die Freiheitsgrade des Fahrzeugs, der Umfang der Umgebungsmodelle und die Komplexität der Anweisungen. Das soll am Beispiel eines fiktiven Museumsroboters näher erläutert werden:

Joachim Stroop – einer der Väter des Pathfinders

Joachim Stroop – one of the fathers of the pathfinder

- Auf der untersten Ebene hat der Roboter keine wirklichen Freiheitsgrade. Ein Anwender gibt physikalische Bewegungsdaten vor, die vom Roboter nahezu direkt umgesetzt werden (vgl. den inneren Kreis der Roboter-Steuerung in Abbildung 6).

- Auf der nächsten Ebene gibt ein Anwender Bewegungsmuster vor, z. B. in Form von Anweisungen wie „Fahre 120 cm nach vorne". Der Roboter führt diese Anweisung aus, kann jedoch die Geschwindigkeit abhängig von Sensordaten selbst festlegen. Eine Rampe wird er dann anders meistern als eine ebene Fläche.

- Verfügt der Roboter über einen Lageplan des Museums, so können Befehle wie „Fahre in die Mitte von Raum 19" umgesetzt werden. Hier kann der Roboter eine eigene Route berechnen, ggf. Hindernissen ausweichen und bei verschlossenen Zwischentüren alternative Routen bestimmen.

- Sind in dem Umgebungsmodell auch semantische Daten vorhanden, z. B. eine Klassifikation der Ausstellungsobjekte, so kann der Roboter Anweisungen wie „Fahre der Reihe nach zu allen Objekten, die aus dem Jahr 1964 stammen" ausführen.

can be regarded as a technical service provider to support people. It receives commands either indirectly via a graphical user interface and then over the Internet or, in future, directly via active speech recognition. To execute these commands, the Pathfinder orientates itself in the room and interacts with other devices, e.g. to open the door to an elevator via radio control. Voice output and image processing will increase the functionality of the device. Furthermore, it ought to be able to adapt to its environment and to learn.

Users can control the Pathfinder on various abstraction levels: higher abstraction levels are related to greater degrees of freedom of the vehicle and increasingly complex environment models and commands. This is explained here in more detail using a fictional museum robot by way of example:

- On the lowest level, the robot does not have any real degrees of freedom. A user specifies physical motion data which the robot implements almost directly (cf. the inner circle of the robot control in Fig. 6).

- On the next level a user specifies motion patterns, like commands such as "Drive forward 120 cm". The robot executes this command, but defines the speed itself on the basis of sensor data. It will drive up a ramp differently than across a flat surface.

- If the robot has a map of the museum, commands such as "Drive to the middle of room 19" can be implemented. Here, the robot can calculate its own route, avoid any obstacles, and decide on alternative routes if doors are locked.

- If semantic data is also available in the environment model, e.g. a classification of the exhibits at the muse-

- Weiterhin ist es denkbar, aus dem Internet dynamisch neue Handlungsstrategien auf den Roboter zu laden, um zusätzliche Verhaltensmuster zu ermöglichen. Bei spielsweise könnte er so in die Lage versetzt werden, auf die Ansprache von Museumsgästen sinnvoll zu reagieren.

- Auf der höchsten Ebene schließlich könnte ein (teil)-autonomes Verhalten erreicht werden, das ohne permanente Beeinflussung durch einen Anwender auskommt und diesen zu einem Beobachter der Aktionen des Roboters macht.

Neben der Grundidee, es einem Internet-Benutzer durch einen weitgehend autonomen Roboter zu ermöglichen, sich aktiv Sinneseindrücke von einem entfernten Ort zu verschaffen, könnten entsprechende Weiterentwicklungen ganz neue Ziele verfolgen. So wäre es denkbar, daß der Roboter in Zeiten ohne Steuerung durch einen Benutzer selbsttätig agiert und eigene Aufgaben erledigt. Zum Beispiel weiteren Daten aus seiner Umgebung erfaßt. Entsprechend konfigurierte Chat-Programme könnten dabei zur Kontaktaufnahme mit Personen in der realen Umwelt dienen.

Kontakt:
Dr. Bernd Kleinjohann (bernd@c-lab.de)
Joachim Stroop (jost@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/~pathfinder/

um, the robot can execute commands such as “One after another, drive to all exhibits originating from 1964“.

- It is also conceivable to dynamically load new action strategies onto the robot from the Internet in order to generate additional behavior patterns. For example, the robot could be made to react sensibly when it is addressed by visitors to the museum.

- At the highest level, (semi-)autonomous behavior could be achieved, making it possible for the robot to operate without permanent control by a user. This would turn the user into an observer of the robot’s actions.

In addition to the basic idea of enabling Internet users to get active impressions of a remote location through a largely autonomous robot, further development activities could pursue brand new goals. For instance, it would be conceivable for the robot to act on its own to perform its own tasks at times when it is not being controlled by a user, e.g. recording data from its own environment. Specially configured chat programs could serve to establish contact with persons in the real environment.

Contact:
Dr. Bernd Kleinjohann (bernd@c-lab.de)
Joachim Stroop (jost@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/~pathfinder/

OPENDM MACHT DATENBANKGESTÜTZTE ANWENDUNGEN UNABHÄNGIG VOM EINGESETZTEN DATENBANK-MANAGEMENTSYSTEM

ANWENDUNGSBEISPIEL: TRANSVIEW

TransView ist ein Software-Produkt zum Netzwerk- und Systemmanagement in großen (auch heterogenen) Rechnernetzen. Es wurde von Siemens Nixdorf entwickelt. Mit TransView lassen sich Ressourcen wie einzelne Rechner oder ihre Komponenten, Treiberprogramme oder auch installierte Software hinzufügen, entfernen oder ändern. Durch automatisierte Statusabfragen und Reports wird der Operator umgehend über Störungen informiert und kann so schnell und gezielt reagieren. Die Informationen über alle Ressourcen im Netz werden in einer spezifischen Datenbank abgelegt, dem TransView Network Repository (kurz TransView NR). Die einzelnen TransView-Programmkomponenten greifen über eine spezielle Schnittstelle auf dieses Repository zu, um bei Änderungen der Systemkonfiguration die entsprechenden Modifikationen an den Ressourcen-Informationen vorzunehmen.

Die jüngste Überarbeitung des TransView NR hatte folgende Zielsetzungen aus Datenbanksicht:

1. **Datenbankunabhängigkeit**
   TransView setzt bisher auf einem Datenbanksystem von Informix auf. Kunden, die bereits ein anderes Datenbanksystem einsetzen, möchten aber in der Regel kein weiteres Datenbanksystem für den Einsatz von TransView anschaffen. Ziel war es also, mit TransView das evtl. beim Kunden bereits vorhandene Datenbanksystem mitzubenutzen. Als weitere Option für kleine und mittlere Anwendungen sollte alternativ ein eigenes Dateisystem zum Einsatz kommen, um die Kosten für den Kunden gering zu halten.

OPENDM ALLOWS DATABASE-SUPPORTED APPLICATIONS TO OPERATE INDEPENDENTLY OF THE DATABASE MANAGEMENT SYSTEM USED

SAMPLE APPLICATION: TRANSVIEW

TransView is a software product developed by Siemens Nixdorf for network and system management in large (also heterogeneous) computer networks. Resources such as individual computers or their components, driver programs or also installed software can be added, removed or modified with TransView. Operators can be informed immediately about disruptions thanks to automated status queries and reports and can hence respond quickly and effectively. Information concerning all of the resources in the network is stored in a specific database, the TransView Network Repository (or TransView NR for short). The individual TransView program components use a special interface to access this repository so that the resource information can be modified in the event of changes to the system configuration.

The objectives of the latest TransView NR redesign focused on databases included:

1. **Database independence**
   To date, TransView has used an Informix database. However, this posed problems for customers using other databases since, as a rule, they did not want to acquire an additional database system in order to use TransView. The aim was, therefore, for TransView to be able to use whatever database system the customer had installed. A further option for small and medium-sized applications was to enable customers to use their own file system and hence minimize their costs.

2. **Object orientation**
   The TransView NR was to be updated using modern object-oriented methods and languages. The aim here

2. Objektorientierung

Die Überarbeitung des TransView NR sollte mit modernen objekt-orientierten Methoden und Sprachen erfolgen. Ziel war es hierbei, die Lücke zwischen objektorientierter Implementierung und der Nutzung von relationalen Datenbanksystemen zu schließen.

Die Lösung brachte das C-LAB-Produkt OpenDM (Open Database Middleware), eine objektorientierte Datenbankmiddleware. OpenDM bietet eine Vielzahl von Schnittstellen zu heterogenen Datenbanksystemen. Zentrale Aufgabe der Middleware ist es hierbei, ein logisches Datenbanksystem aufzubauen und die Abbildung zwischen Datenbankanwendungen (hier TransView) und Datenbanksystem zu automatisieren. Dazu verfügt OpenDM über ein internes objektorientiertes Datenmanagement. Bildlich gesprochen legt sich OpenDM zwischen Anwendung und Datenbank und liefert beiden die Ein- und Ausgaben in den von ihnen jeweils erwarteten Formaten. Diese Adaptertechnik läßt sich leicht an die spezifischen Gegebenheiten eines Projektes anpassen. Allgemein ermöglicht OpenDM Lösungen für folgende Problemstellungen:

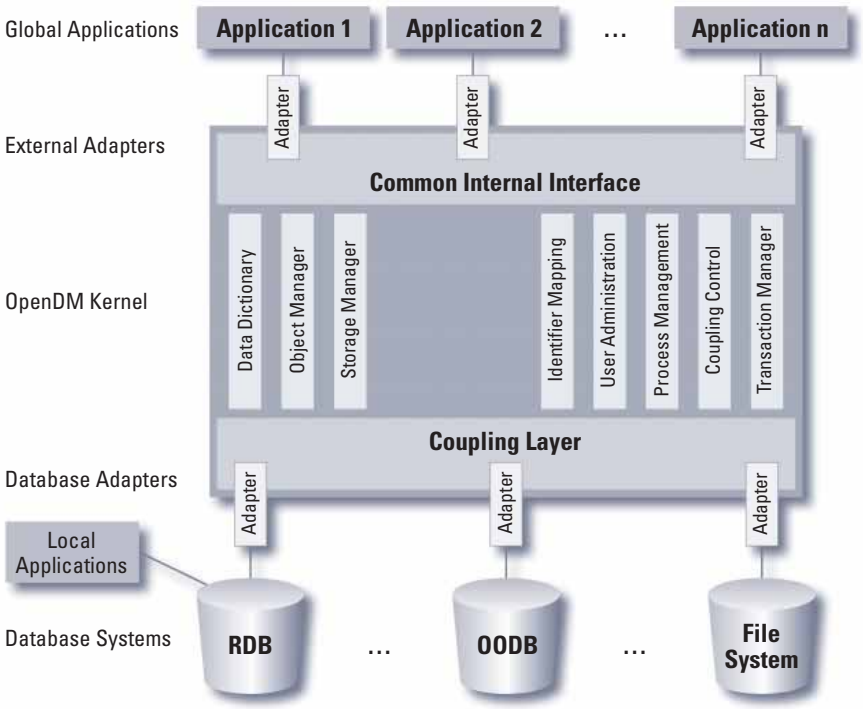
- Datenbankunabhängige Realisierung von Anwendungen
- Aufbau logischer Datenbanksysteme mit mehreren beteiligten Datenbanksystemen und
- Migrations- und Replikationsunterstützung von Daten im heterogenen Datenbankumfeld.

Die oben dargestellten Zielsetzungen zur TransView NR-Realisierung lassen sich hervorragend und sehr einfach mit OpenDM erreichen:

Datenbankunabhängigkeit: OpenDM ermöglicht die Ankopplung von TransView NR an beliebige Datenbank-

was to close the gaps between object-oriented implementation and the use of relational database systems.

The solution was provided in the form of the OpenDM (Open Database Middleware) object-oriented database middleware from C-LAB. OpenDM offers a variety of interfaces for heterogeneous database systems. The core activity of the middleware is to set up a logical database system and to automate the mapping between database applications (TransView in this case) and the database



OpenDM System-Architektur
OpenDM system architecture

system. OpenDM uses internal object-oriented data management for this purpose. To visualize this, OpenDM lies between the application and the database and supplies input and output for both in the format and functions each expects. This adapter mechanism can be customized easily to suit specific project requirements. In general terms, OpenDM provides solutions for the following requirements:

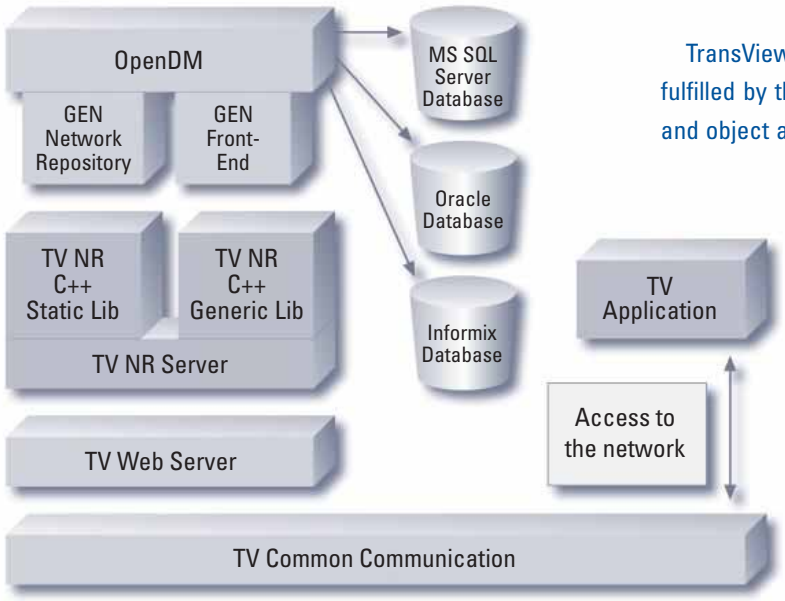
- Database-independent implementation of applications
- Construction of logical database systems involving several database systems

systeme. Modifikationen, Neukompilierungen oder -bindungen sind nicht nötig. Darüber hinaus offeriert OpenDM auf Basis der Dateiverwaltung eines Betriebssystems eine eigene Datenhaltung und erlaubt den TransView-Einsatz auch ohne ein „großes" Datenbank-Managementsystem.

Objektorientierung: Durch das ODMG-Front-End (Open Database Management Group) von OpenDM als Anwenderschnittstelle lassen sich C++ oder Java Datenbankwendungen unabhängig vom darunterliegenden Datenbanksystem realisieren. Die notwendigen Abbildungen von ODMG auf das Datenbanksystem wird von OpenDM automatisch vorgenommen. TransView NR konnte hierdurch objektorientiert entworfen und mittels C++ realisiert werden.

OPENDM BEWEIST SEINE HOHE FLEXIBILITÄT AUCH BEI SONDERWÜNSCHEN

Das TransView NR hat eine besondere Anforderung, die vom dem ODMG-Standard nicht erfüllt wird: Datenbankdefinition und Objektzugriffe sollen über eine typ-



TransView System-Architektur
TransView system architecture

- Migration and replication support for data in heterogeneous database environments

The objectives outlined above for implementing TransView NR can be achieved optimally and easily with OpenDM:

Database independence: OpenDM allows TransView NR to be coupled to any database systems with no need for modifications, recompiling or relinking. In addition, OpenDM offers its own data storage on the basis of operating system file management and permits TransView to be used also without a „big" database management system.

Object orientation: C++ or Java database applications can be implemented independently of the underlying database system using the OpenDM ODMG (Open Database Management Group) front-end as the user interface. The necessary mapping of ODMG onto the database system is performed automatically by OpenDM. This meant that TransView NR could be developed in an object-oriented manner and implemented in C++.

OPENDM ALSO PROVES ITS EXCELLENT FLEXIBILITY WITH SPECIAL REQUIREMENTS

TransView NR had a special requirement that was not fulfilled by the ODMG standard: The database definition and object access should be performed using a type-independent, uncompiled interface. The advantage of this is that TransView NR can be extended online by new object types, which are then immediately available for object management. To deal with this, C-LAB extended the ODMG standard by adding on a so-called dynamic data dictionary (DynDD) and a generic programming interface (G-API). In addition to this extension of the ODMG standard, other system adaptations were also made to deal with the TransView NR requirements. OpenDM was consequently able to demonstrate its excellent flexibility in responding to the most diverse enhancement requirements (such as

unabhängige, nicht-kompilierte Schnittstelle erfolgen. Dies hat den Vorteil, daß das TransView NR im laufenden Betrieb durch neue Objekttypen erweitert werden kann, die für das Objektmanagement sofort zur Verfügung stehen. Dazu wurde im C-LAB eine Erweiterung des ODMG-Standards um ein sogenanntes Dynamisches Data Dictionary (DynDD) und eine generische Programmierschnittstelle (G-API) realisiert. Neben dieser ODMG-Erweiterung nahmen wir noch weitere Anpassungen des System gemäß den TransView NR-Anforderungen vor. Hierbei hat OpenDM seine hervorragende Flexibilität bewiesen, auf die unterschiedlichsten Zusatzanforderungen (wie z. B. Parallelität und Performance) zu reagieren. So haben wir die verschiedenen OpenDM-Komponenten (wie z. B. den Objectcache oder das Datenbankabbild) für das TransView-Einsatzfeld einzeln und insbesondere im Zusammenspiel noch weiter optimiert. Letztlich wurden alle Anforderungen erfüllt und eine komplette Abnahme des „customized" OpenDM durch den Auftraggeber erzielt.

Das TransView-Beispiel zeigt, wie OpenDM von einem Hersteller im Umfeld der objektorientierten Datenbank-Anwendungsentwicklung auf relationalen Datenbanksystemen erfolgreich eingesetzt wurde. Durch die Effizienz und Flexibilität von OpenDM ist dieses Anwendungsbeispiel aber auch auf andere Produkthersteller oder Softwarehäuser übertragbar. Auch sie können bei der Realisierung anspruchsvoller Lösungen im gleichen Maße von den OpenDM-Vorteilen profitieren.

Kontakt:
Dr. Gerd Kachel (geka@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/opendm

parallelism and performance). The various OpenDM components (such as the object cache and the database map) were further fine-tuned for the TransView environment both individually and interactively. Finally, all requirements were fulfilled leading to a full client sign-off of the customized OpenDM.

The TransView example shows how OpenDM has been used successfully by a vendor to develop object-oriented database applications on relational database systems. And thanks to the efficiency and flexibility of OpenDM, this sample application can also be made available for other product suppliers and software houses, which can also profit to the same extent from the advantages of OpenDM in implementing their demanding solutions.

Contact:
Dr. Gerd Kachel (geka@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/opendm

INTERAKTIVE 3D-GRAFIK IM C-LAB

Die Illustration komplexer Zusammenhänge von dynamischen Vorgängen und räumlichen Strukturen läßt sich mit einer Kombination aus gedruckten Texten und Bildern nur schwer vermitteln. Daher ergänzt man zum Beispiel in der Aus- und Weiterbildung heute Lehrbücher oft durch Lehrfilme und Modelle. In elektronischen multimedialen Präsentationen, etwa in Form einer CD-ROM, lassen sich all diese Informationsträger kombinieren. Die meisten existierenden Anwendungen beschränken sich allerdings auf 2D-Animationen oder Videosequenzen mit minimaler Interaktion. Die Verwendung interaktiver 3D-Animationen für Illustrationszwecke bietet demgegenüber in vielen Bereichen Vorteile:

- Die räumliche Dimension kann genutzt werden, um zusätzliche Informationen intuitiv zu vermitteln oder Illustrationen realitätsnäher zu gestalten.

- Durch animierte Darstellungen werden dynamische Vorgänge für den Betrachter unmittelbar nachvollziehbar. Sie ermöglichen die anschauliche Beschreibung von Entwicklungen im Zeitablauf. Bewegte Bilder ziehen automatisch die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich. Dadurch eignen sich Animationen auch besonders für Illustrationen, bei denen das Erregen von Aufmerksamkeit im Vordergrund steht, also zum Beispiel für Messepräsentationen.

- Mit Hilfe von Interaktionsfunktionen paßt der Benutzer die Illustration an seine speziellen Bedürfnisse an. Im Gegensatz etwa zu Videodarstellungen, kann der Benutzer damit gezielt die für ihn relevanten Situationen ansteuern und die Sicht auf die Szene entsprechend anpassen. Durch Kopplung der Illustration mit einer Simulation wird eine explorative Lernumgebung geschaffen, in welcher der Benutzer komplexe Zusammenhänge erforschen kann.

INTERACTIVE 3D GRAPHICS AT C-LAB

With a combination of printed texts and pictures, illustrations of complex relationships between dynamic processes and spatial structures can only be conveyed to the target audience with difficulty so, in education and training for instance, books are being supplemented by films and models. All of these information carriers can be combined in electronic multimedia presentations – for example on CD-ROMs. However, most existing applications are restricted to 2D animations or video sequences with minimal interaction. Interactive 3D animations provide advantages in many areas:

- 3D can be used to impart additional information in an intuitive way or to make illustrations more realistic.

- Animations make dynamic processes directly comprehensible for viewers as they enable trends to be described vividly. Moving pictures automatically attract viewers' attention, thus making them ideal when that is the prime objective, for example in presentations at tradeshows.

- Users can adapt illustrations to their specific requirements with the aid of interactive functions. In contrast to video presentations, for instance, users can focus on situations that are relevant to the particular task in hand and adjust the view to the scene accordingly. Coupling illustrations with simulations creates an explorative environment in which users can research complex relationships.

TOOLS AND APPLICATION AREAS FOR INTERACTIVE 3D ANIMATIONS

A potential application area for interactive, animated 3D illustrations is the presentation of virtual objects – for example at tradeshows, in interactive catalogs on CD-

TOOLS UND EINSATZBEREICHE FÜR INTERAKTIVE 3D-ANIMATIONEN

Ein potentielles Anwendungsgebiet für den Einsatz interaktiver, animierter 3D-Illustrationen ist die Präsentation virtueller Objekte. Zum Beispiel auf Messen, in interaktiven Katalogen auf CD-ROM oder im WWW. Auch in den klassischen Anwendungsgebieten multimedialer Präsentation wie der Unterhaltung und der Aus- und Weiterbildung lassen sich die Vorteile interaktiver, dreidimensionaler Animation nutzen: etwa in interaktiven Kursen oder Museumspräsentationen. Einige der vielversprechendsten Anwendungsgebiete für interaktive 3D-Animationen sind jedoch technische Bedienungs- oder Montageanleitungen, in denen komplexe Vorgänge erklärt, dreidimensional dargestellt und evtl. trainiert werden müssen.

Damit sich der Entwickler derartiger 3D-Illustrationen auf den Inhalt statt auf die technische Umsetzung konzentrieren kann, sind Autorenwerkzeuge notwendig, welche die erforderliche Funktionalität einfach benutzbar und effizient zur Verfügung stellen. Für Anwendungen im konventionellen Multimedia-Umfeld sind Werkzeuge wie Macromedia Director oder Asymetrix Toolbook ein Schritt in diese Richtung. Für interaktive 3D-Animationen sind jedoch zur Zeit keine derartigen Systeme verfügbar.

Im C-LAB wird derzeit in der Arbeitsgruppe Visual Interactive Systems (VIS) an Werkzeugen für den schnellen Entwurf interaktiver 3D-Illustrationen und Animationen gearbeitet. Ziel ist es, auf Basis der zugrundeliegenden Informationen eine Darstellung zu entwickeln, die das angestrebte Kommunikationsziel wirksam erreicht und dem Betrachter zugleich einen hohen Grad an Interaktion mit der Illustration ermöglicht. Da die technischen Anwendungsgebiete überwiegen, müssen insbesondere räumliche und dynamische Zusammenhänge durch 3D-Animationen geeignet dargestellt werden. Mit Hilfe umfangreicher Eingriffsmöglichkeiten des Benutzers in die Illustration und einer Kombination mit anderen Darstellungstechniken wie Sound, Bildern oder Video soll eine schnelle Erreichung der Lernzieles sichergestellt werden. Dies erfordert den Einsatz von fortgeschrittenen 3D-Animations- und Interaktionstechniken.

Neben dem Einsatz technischer Illustrationsmittel wie Annotationen oder Explosionsanimationen ist dabei auch die Art der Inhaltsvermittlung für die Erreichung des

ROM or on the World Wide Web. Benefits can also be gained from interactive 3D animations in classical application areas of multimedia presentation such as entertainment and education/training. This can include interactive courses and museum presentations. Some of the most promising application areas for interactive 3D animations, however, are to be found in technical operating or assembly instructions in which complex processes need to be explained and possibly trained.

Developers of such 3D illustrations need to have authoring tools which provide the required functionality in an easy-to-use and efficient way so that they can concentrate on the actual content rather than on technical implementation. Tools such as Macromedia Director and Asymetrix Toolbook are a step in this direction for conventional multimedia application environments, but no systems are available at present for interactive 3D animations.

At C-LAB, the Visual Interactive Systems (VIS) workgroup is working on tools for rapid design of interactive 3D illustrations and animations. The goal is to develop a method of presentation on the basis of the underlying information which effectively achieves the communication target and gives viewers wide-ranging facilities to interact with illustrations. Since technical application areas will predominate it is particularly important to output special and dynamic relationships as 3D animations. To ensure the training goal is achieved quickly, users will have extensive options to manipulate illustrations and will have access to a combination of other technologies such as sound, imaging and video. This requires advanced 3D animation and interaction technologies.

To achieve the communication goal, it is not only important to consider which technical resources are to be used, for instance annotations and exploded animations, but also how the content is going to be conveyed. It is often worthwhile using a presenter or guide to inform people (e.g. at tradeshows or museums) about the functionality of an object. Virtual characters as an anthropomorphic interface to the computer have therefore been examined for a long time as a promising approach to illustration. However, virtual presenters are only credible, and thus effective, if they seem both appealing and competent. Design elements (modeling, animation, representation, behavior to users, and the environment) are important factors in simulating a certain personality. Some VIS projects therefore seek to effectively design

Kommunikationsziels wichtig. Oft ist der Einsatz eines Präsentators oder Führers sinnvoll, wenn sich jemand (z. B. auf Messen oder in Museen) über die Funktionalität eines Objektes informieren will. Virtuelle Charaktere als „anthropomorphe" Schnittstelle zum Computer werden deshalb im Bereich der Illustration bereits seit längerem als vielversprechender Ansatz untersucht. Glaubwürdig und damit wirksam ist ein virtueller Präsentator jedoch nur, wenn er sowohl „ansprechend" als auch „kompetent" wirkt. Die gestalterischen Elemente (Modellierung, Animation, Repräsentation, aber auch das Verhalten gegenüber Benutzer und Umgebung) sind dabei wichtig, um eine gewisse „Persönlichkeit" zu simulieren. Ziel der VIS-Projekte ist deshalb die wirksame Gestaltung und Animation virtueller Präsentatoren. Bei der Gestaltung der Interaktion mit ihnen greift man auf Grundlagenwissen aus verwandten Bereichen wie Filmtechnik, Kunst, Design oder Ergonomie zurück. Die Kombination des Präsentators mit den zuvor erwähnten Illustrationstechniken ist ein weiterer wichtiger Aspekt.

ERFOLGREICHE UMSETZUNGEN IN DER PRAXIS

Im Geschäftsjahr 1997/1998 konzentrierten sich die Arbeiten im Bereich VIS auf Pilotanwendungen, in denen Anforderungen an den Entwurf interaktiver animierter 3D-Illustrationen gesammelt wurden. Auch die prototyphafte Entwicklung eines Systems zum schnellen Entwurf interaktiver 3D-Animationen war ein Kernabeitsgebiet:

Basierend auf verschieden wissenschaftlichen Arbeiten, die in enger Kooperation mit dem Heinz-Nixdorf-Institut und der Universität-GH Paderborn durchgeführt wurden, entwickelte C-LAB VIS ein System für den Entwurf von interaktiven 3D-Objekten mittels Skriptsprachen und Editoren. Als Prototyp wurde die Erweiterung der ursprünglich von der Berkeley Universität entwickelten Skriptsprache Tcl/Tk um beliebige 3D-Funktionalität mittels einer textuellen Beschreibungsdatei realisiert. Das entwickelte System „Ishells" ermöglicht die schnelle prototyphafte Entwicklung von interaktiven 3D Objekten in der gleichen Weise, wie Tcl/Tk die Erzeugung von 2D-Benutzerschnittstellen unterstützt. Das System wurde auf SGI UNIX Workstations und Windows 95/NT PCs entwickelt. Mit Ishells entwickelte Anwendungen laufen vollständig quellcodekompatibel auf OpenGL-basierten Systemen. Neben kleineren Anwendungen wie 3D-Tic-

and animate virtual presenters. In designing interaction with them, we draw upon basic knowledge from related areas such as film technology, art and ergonomics. An important aspect is the combination of the presenter with the above mentioned illustration technologies.

SUCCESSFUL IMPLEMENTATIONS IN PRACTICE

In 1997/1998, work in VIS focused on pilot applications with a view to gathering requirements for the design of interactive, animated 3D illustrations. Another key area was to develop a prototype of a system for rapid design of interactive 3D animations.

C-LAB VIS developed a system for designing interactive 3D objects by means of scripting languages and editors on the basis of various scientific activities that had been carried out in close cooperation with the Heinz Nixdorf Institute and Paderborn University. The prototype that was implemented extended the Tcl/Tk script language, which was originally developed at Berkeley University, by adding 3D functionality using a textual description file. The system named Ishells supports rapid prototyping of interactive 3D objects in the same way as Tcl/Tk supports the generation of 2D user interfaces. This system was developed on SGI UNIX workstations and Windows 95/NT PCs. Ishells applications are completely source code compatible with OpenGL-based systems. In addition to minor applications, such as 3D Tic Tac Toe, the system is already being used for an interactive illustration of the history of animation. The concepts of the items described (e.g. historical animation machines) can be tried out directly. Additionally, it is in use in computer science courses at Paderborn University. Ishells will be generally available by the end of 1998.

A multimedia application was developed to the 105th anniversary of the founding of Westfalia Separator AG, a leading company on the international market for mechanized separation technologies. Among other things, this multimedia application included a speech by the Chief Executive Officer who gave a virtual presentation of the major events of the company's history. The events were presented to the 3,000 attendees as a multimedia show on several large screens using images, sound and 3D animations. SAM, a 3D figure that was designed and animated especially for this project, accompanied the presentation as a mascot. This presentation is currently being revised in a follow-up project so that it can be

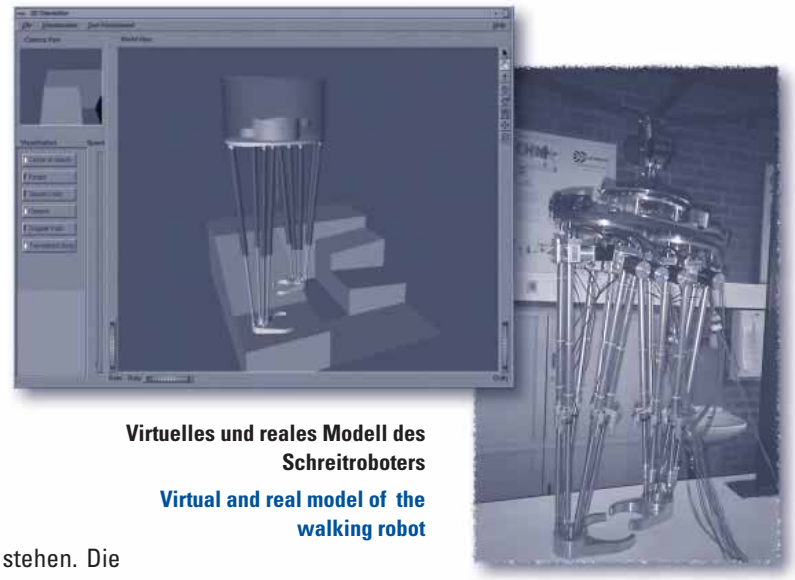
Tac-Toe wird das System bereits auch für eine interaktive Illustration der Geschichte der Animation eingesetzt. Dabei können die Konzepte der beschriebenen Entwicklungen (z. B. historische Animationsmaschinen) direkt ausprobiert werden. Ishells ist bereits in der Informatikausbildung an der Universität-GH Paderborn im Einsatz und wird Ende 1998 allgemein verfügbar sein.

Für die Westfalia Separator AG, einem international führenden Unternehmen im Bereich maschineller Trenntechnik, wurde anläßlich ihres 105-jährigen Bestehens eine Multimedia-Anwendung entwickelt. Diese unterstützte u.a. die Festrede des Vorstandsvorsitzenden, der im Rahmen der Feierstunde auf einem virtuellen Gang durch die Firmenhistorie die bedeutendsten Ereignisse des Unternehmens vorstellte. Auf mehreren Großleinwänden wurden den 3000 Anwesenden die Ereignisse in Bild, Ton und 3D-Animation multimedial präsentiert. Bei diesem Projekt wurde eigens eine spezielle 3D-Figur, SAM, für den Kunden gestaltet und animiert, die als Maskottchen die Darstellung begleitete. In einem Nachfolgeprojekt wird diese Präsentation derzeit überarbeitet, um dem Kunden in Form eines Videos und einer interaktiven CD-ROM zur Verfügung zu stehen. Die Westfalia Separator AG prüft außerdem zur Zeit, ob die entworfene Figur als offizielles Firmenmaskottchen weltweit geschützt werden soll. Das C-LAB entwickelt darüber hinaus bereits Designvorschläge, um SAM im Betriebsalltag zu etablieren, z. B. als Teil des Eingangsschildes der Betriebskantine im Hauptwerk Oelde.

Auch in Forschung und Lehre arbeitete man am Entwurf interaktiver 3D-Illustrationen. Im Wintersemester 1997/98 wurde vom C-LAB in Kooperation mit der Universität-GH Paderborn (HNI und LKL) eine Projektgruppe durchgeführt. Ziel war die Entwicklung einer Steuerung für einen 1,70 m großen zweibeinigen Schreitroboter. Sie wurde zunächst in einer virtuellen 3D-Welt getestet und dann auf das reale System angewandt. Die Ergebnisse dieser Arbeit konnten bereits nach vier Monaten Projektlaufzeit auf der deutschen Industriemesse DIM98 in Hannover präsentiert werden. Neben der Veröffentlichung in zahlreichen Zeitungs- und Fernsehberichten strahlte auch das Pro7 Wissenschaftsmagazin „Welt der Wunder“ einen längeren Beitrag dazu aus.

made available to the customer as a video and interactive CD-ROM. Westfalia Separator is also considering protecting the SAM figure worldwide as the company's official mascot. Furthermore, C-LAB is preparing design proposals to establish SAM in company life, e.g., as part of the sign at the entrance to the canteen in the main plant at Oelde.

Work on the design of interactive 3D illustrations is also being carried out in academic circles. In the winter semester 1997/1998, C-LAB set up a project group in cooperation with Paderborn University (HNI und LKL) with a view to developing a control for a two-legged walking robot that is 1.7 meters tall. This control was first tested in a virtual 3D environment, and then applied to the real system. The results of this work were presented at the DIM Hannover Trade Fair 1998 when the project had been running for just four months. Reports on this control have appeared in the press and on television numerous times, including in the Pro7 TV scientific series named Welt der Wunder (Miracle World).



Virtuelles und reales Modell des Schreitroboters

Virtual and real model of the walking robot

In a project that was part of the basic computer science syllabus, a Java-based tool was developed in the summer semester 1998 which imports AutoCad format (e.g., the ground plans of buildings), supports interactive editing and then generates a complex 3D scene in the WWW standard format VRML.

Furthermore, a 3D visual programming language named SAM (Solid Agents in Motion) was developed at C-LAB as a prototype which allows programs to be designed visually at a high abstraction level with animated

In einer Lehrveranstaltung im Grundstudium Informatik wurde im Sommersemester 1998 ein Java-basiertes Werkzeug entwickelt, das Grundrißpläne im AutoCad-Format (z. B. von Gebäuden) einliest, eine interaktive Bearbeitung ermöglicht und daraus eine komplexe 3D-Szene im WWW-Standardformat VRML generiert.

Des weiteren wurde im C-LAB als Prototyp die 3D-visuelle Programmiersprache SAM („Solid Agents in Motion") entwickelt. Mit diesem Ansatz lassen sich auf hoher Abstraktionsebene Programme visuell konstruieren und während der Programmausführung animieren. Die Erzeugung der Programme mit Hilfe eines entsprechenden 3D-Editors wurde ebenfalls berücksichtigt. Die im C-LAB entwickelte Sprache ist weltweit z. Z. die einzige, die eine 3D-visuelle Programmierung im virtuellen Raum erlaubt. Sie fand dementsprechend auf wichtigen Konferenzen in diesem Forschungsbereich (u. a., in Deutschland, Kanada und Australien) reges Interesse.

In zukünftigen Aktivitäten wollen wir auf Grundlage der bisherigen Erfahrungen ein System entwickeln, mit dem interaktive 3D-Illustrationen einfach und schnell zu entwickeln sind. Dabei soll neben der Unterstützung gängiger 3D-Bibliotheken wie OpenGL und DirectX auch eine Entwurfsunterstützung durch vorgefertigte Illustrationstechniken zur Verfügung gestellt werden. Eine Integration des Systems in existierende Multimedia-Autorensysteme mittels der Active-X-Technologie ist dabei ein zentrales Ziel.

Kontakt:
Dr. Wolfgang Müller (wolfgang@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/vis

program execution. The programming environment supports program generation with the aid of a 3D editor. This language is currently the only one in the world which supports 3D visual programming in virtual space. Accordingly, it attracted great interest at major conferences in this area of research (in Germany, Canada, Australia and other countries).

In future activities we are going to develop a system on the basis of our experiences which will enable interactive 3D illustrations to be developed easily and quickly. It is not only intended to support common 3D libraries such as OpenGL and DirectX but also to provide ready-made illustration technologies to support the design process. One of our prime goals is to integrate the system in existing multimedia authoring systems by means of the ActiveX technology.

Contact:
Dr. Wolfgang Müller (wolfgang@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/vis

USABILITY SERVICES AND SOLUTIONS

USABILITY HAT EINEN ZENTRALEN STELLENWERT ERLANGT

Die Kommunikations- und Informationsindustrie, vor allem mit den Schwerpunkten Computer und Internet, hat sich aufgrund ihrer weltweiten Bedeutung zu einer wichtigen und einflußreichen Branche entwickelt. Informations- und Kommunikationstechnologie begleitet Menschen in zunehmendem Umfang auch im Alltag. Damit wird der Kreis der privaten und vor allem der beruflichen Nutzer ständig größer.

Zunehmend setzt sich jedoch die Erkenntnis durch, daß zwar die zur Verfügung stehenden Mittel hilfreich und sinnvoll sind, der Gebrauch dieser „Werkzeuge" dagegen oft Probleme aufwirft. Die kritische Frage ist also nicht mehr die technische Machbarkeit. Es geht vielmehr um eine den Nutzerbedürfnissen angemessene Funktionalität und einen entsprechenden Zugang zu den angebotenen Informationen und Diensten. Oft genug sind einzelne Funktionen, die von Anwendern gewünscht werden, nicht vorhanden, oder aber es werden zu viele Funktionen angeboten, die nicht genutzt werden. Dies trifft beispielsweise für die Programmierung und Benutzung eines Videorecorders genauso zu wie für das Mobiltelefon, den ständigen Begleiter vieler Menschen. Dies gilt auch für standardisierte Arbeitswerkzeuge wie Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation.

Diese Feststellungen werden durch zahlreiche Studien untermauert. So stellte u. a. die TÜV-Rheinland GmbH fest, daß weit mehr als die Hälfte aller Anwender mit der Gebrauchstauglichkeit von Computerprogrammen unzufrieden ist. Natürlich hängt dies auch vom einzelnen Nutzer und seiner subjektiven Einschätzung ab. Wenn man sich aber vor Augen führt, daß in Deutschland durchschnittlich 20% der Arbeitszeit an Computersystemen aufgrund von Benutzungsproblemen verloren geht, bekommt dieser Sachverhalt schon eine andere, für die

USABILITY SERVICES AND SOLUTIONS

USABILITY COMES TO THE FORE

The communication and information industry has grown in importance throughout the world and become an influential sector – especially with the area of computers and the Internet. People are encountering information and communication technology more and more in their day-to-day lives. This results in a constantly growing number of users at home and, in particular, at work .

Although it has become more and more apparent that the available tools are helpful and meaningful, using them is often problematical. The critical issue is no longer technical feasibility. Instead the focus is on functionality that is appropriate to users needs, and an easy access to information and services. Often individual functions that users want are not available, or too many functions are provided and many of them are left unused. This applies, for instance, to the programming and use of a VCR as well as to the ubiquitous mobile phone. It also applies to standard tools such as word processing and spreadsheet software.

A number of studies come to the same conclusions. TÜV-Rheinland GmbH found, for instance, that more than 50% of software users were dissatisfied with the programs' usability. Of course this also depends on individual users and their subjective opinions, but considering that an average of 20% of working time on computer systems is lost in Germany owing to usability problems, this issue takes on another dimension which is relevant for the entire productivity of work. The same problems exist for the Internet. The latest investigations of Internet pages published by large companies show that the required information is frequently not found fast enough, causing 62% of users to give up searching for a product that they wanted to order online.

gesamte Arbeitsproduktivität relevante Dimension. Diese Problematik erstreckt sich auch auf den Bereich des Internets. Neueste Untersuchungen der Internet-Seiten großer Unternehmen ergaben, daß gesuchte Informationen häufig nicht schnell genug gefunden werden und daß deshalb 62% der Nutzer die Suche nach einem Produkt, das sie online bestellen möchten, frühzeitig aufgeben.

Diese Probleme entstehen immer wieder, weil die Anforderungen zukünftiger Benutzer nicht in den Entwicklungsprozeß einbezogen wurden. Vielfach bestehen bei den Entwicklern gar keine klaren Vorstellungen über die zukünftigen Nutzer. In vielen Fällen hat sich eine mehr auf den Menschen statt auf die Technik bezogene Perspektive noch nicht durchgesetzt.

Das Arbeitsgebiet Usability beschäftigt sich mit genau diesem Problemfeld. Die Aufgabe von Usability-Experten bzw. Software-Ergonomen besteht darin, Produkte im Hinblick auf ihre Benutzbarkeit und Gebrauchstauglichkeit zu prüfen und die spätere problemlose Handhabung bereits während des Entwicklungsprozesses sicherzustellen. Hierbei ist die Einbeziehung der Nutzer ein wesentlicher Bestandteil.

SO LÄUFT EIN USABILITY ENGINEERING PROZESS AB

In einer ersten Phase werden die Anforderungen an das jeweilige zu entwickelnde System spezifiziert. Sie ergeben sich aus Nutzer-, Aufgaben- und Organisationsanalysen. Die Ergebnisse dieser Analysephase werden dann in Prototypen – beispielsweise in Form von Layout-Skizzen, schnell realisierbaren Prototypen oder Computer-Simulationen – umgesetzt. An dieser Stelle erfolgt der Übergang zum Usability Design, da nun die Benutzungsschnittstelle das Ziel der konkreten Entwicklung ist. Verschiedene Entwürfe der Benutzungsschnittstelle durchlaufen wiederholt unterschiedliche Testphasen. Dabei sollten bereits frühzeitig potentielle Nutzer mit einbezogen werden. Solche Überprüfungen bezeichnet man als Usability Testing, aber auch sogenannte Review-Verfahren, die von Software-Experten mittels Software-ergonomischer Checklisten durchgeführt werden, gehören zum typischen Vorgehen.

USABILITY IM C-LAB

Der Startschuß zum Aufbau des Arbeitsgebiets Usability im C-LAB erfolgte im März 1997. In diversen

Problems like these keep arising because future users with their requirements are not integrated in the development process. Developers frequently have no clear picture of future users. In many cases the change of perspective from a technocratic view to a more human centered approach hasn't been achieved yet.

This is where C-LAB's usability section comes in. The job of usability and human factors experts is to test products for their usefulness and ease of use, and to ensure usability of the future product already during the development process. Inclusion of users is a major part of this process.

PHASES OF A USABILITY ENGINEERING PROCESS

The requirements for a system that is about to be developed are specified in an initial phase by analyzing users, tasks and organizational structures. The results of this analysis phase are then implemented in prototypes – for example in the shape of layout sketches, rapid prototypes or computer simulations. This is the step to usability design because the focus of the development project is now on the user interface. Various UI-designs repeatedly run through different test phases. Potential users should be included in this process at an early stage. Such tests are referred to as usability testing, alongside with reviews, which are carried out by experts using checklists for software ergonomics.

USABILITY AT C-LAB

The usability section at C-LAB started up in March 1997. In various consulting projects for Siemens and Siemens Nixdorf, analyses and reviews of existing solutions were carried out in the areas of Web usability, self-service products, application software and financial services. Proposals were drawn up for a redesign of products. These projects focused primarily on the third phase of the usability engineering process, i.e. evaluation and enhancement of a product's ergonomic properties.

USABILITY LABORATORY

A usability laboratory is currently being set up at C-LAB with a view to rounding off the services offered in the third phase – evaluation of software. The laboratory

Beratungs-Projekten für Siemens und Siemens Nixdorf wurden in den Bereichen Web Usability, Self Service Products, Anwendungssoftware und Finanzdienstleistungen Analysen und Reviews vorhandener Lösungen durchgeführt. Dabei wurden Vorschläge für ein Redesign der Produkte erarbeitet. Der Schwerpunkt dieser Projekte lag vornehmlich in der dritten Phase des Usability Engineering Prozesses, d. h. der Evaluation und Verbesserung der Produkte im Hinblick auf Software-ergonomische Eigenschaften.

USABILITY LABOR

Derzeit wird im C-LAB ein Usability Labor aufgebaut, mit dem Ziel, das Angebot in der dritten Phase – der Evaluation von Software – zu komplettieren. Die Labor-Umgebung soll Tests in der realen Arbeitsumgebung ergänzen und eine bessere Kontrollierbarkeit der Umgebungseinflüsse sicherstellen.

Das Usability-Labor erlaubt es, Prototypen von Software oder Web-Anwendungen durch potentielle Benutzer in einem kontrollierten Umfeld auf Gebrauchstauglichkeit und Benutzungsfreundlichkeit zu testen. Hierbei wird die Interaktion der Benutzer mit dem System auf Video aufgezeichnet, digitalisiert und kategorisiert. So läßt sich die Software in Bezug auf Kriterien wie Fehlerrate, Effizienz und Robustheit bewerten.

Die Ausstattung umfaßt einen Versuchsrechner, auf dem die zu testende Software installiert ist, eine digitale Videokamera sowie einen Beobachtungsrechner, auf dem das eingehende Video von einer speziellen Beobachtungssoftware mit Zustands- und Aktionsdaten versehen wird. Die Beobachtungssoftware erzeugt und berechnet dabei die Daten, aus denen sich die Realisierung der Evaluations-Kriterien ableiten läßt. Die Ergebnisse liefern, im Vergleich zu den eher qualitativen Expertenbewertungen, quantitative und objektive Kriterien für die Gesamtbewertung von Softwareprodukten.

Der Aufbau des Labors stellt einen Arbeitsschwerpunkt des Usability-Teams dar. Wir engagieren uns jedoch stark in Richtung eines umfangreicheren Usability Engineering Prozesses, d. h. die Entwicklung und Sicherstellung der Benutzbarkeit über den kompletten Software-Entwicklungs-Zyklus hinweg. Insofern ist das Labor ein Baustein in unserem Angebot. Eine Verlagerung der Schwerpunkte auf die Phase der Anforderungsanalyse und des Usability Designs erscheint notwendig,

environment is intended to supplement tests in a real working environment, and ensure better controllability of environmental factors.

The usability laboratory will allow to test software or Web applications for usability with potential users in a controlled environment. The users' interaction with the system will be recorded on video, digitized and categorized. In this way it will be possible to rate the software with regard to criteria as error rate, efficiency and robustness.

The equipment includes a test computer where the software to be tested is installed, a digital video camera and an observation computer where a special software adds state and action data to the incoming video. The observation software generates and calculates the data from which the implementation of evaluation criteria can be assessed. Compared with expert reviews, which tend to be of a qualitative nature, this process delivers quantitative, objective criteria for rating software products as a whole.

Setting up the laboratory is one of the usability team's main activities at present, but our team is also heavily committed to a more complete usability engineering process, i.e. the development and assurance of usability across the entire software development cycle. As such, the laboratory is just one component of our facilities. Additionally, it will be necessary to shift the focus to the requirements analysis and usability design phases because classical software ergonomics, as practiced for years in the sense of subsequent quality testing, frequently leads to unsatisfactory results. The main reason for this is that changes are difficult to implement once late product development stages are reached.

SOME CURRENT PROJECTS

We are currently integrating usability engineering in the development process in several application areas. One area is the EU-sponsored PROCAT-GEN project in which a system for generating and publishing electronic product catalogs is being developed. Throughout another project in cooperation with an American partner we work on a customized point-of-sale system. The basis for the usability engineering process was built at a customer workshop in which we gathered the requirements for the new POS system together with future users. The requirements that were ascertained are now being im-

da die klassische Software-Ergonomie, wie sie viele Jahre hindurch im Sinne einer nachträglichen Qualitätsprüfung praktiziert wurde, häufig zu unbefriedigenden Ergebnissen führt. Dies liegt in erster Linie daran, daß im späten Produkt-Entwicklungs-Stadium Änderungen nur schwer umsetzbar sind.

AUSGEWÄHLTE AKTUELLE PROJEKTE

Die Integration des Usability Engineerings in den Entwicklungsprozess realisieren wir zur Zeit in mehreren Anwendungsbereichen. Hier ist zum einen das von der EU geförderte Projekt PROCAT-GEN zu nennen, in dem ein System zur Erstellung und Publikation elektronischer Produktkataloge entwickelt wird. In einem anderen Projekt geht es in Kooperation mit einem amerikanischen Partner um ein spezielles Kassensystem. Der Grundstein zum Prozeß des Usability Engineering wurde in einem Kundenworkshop gelegt, in dem wir gemeinsam mit zukünftigen Anwendern die Anforderungen an das neue Kassensystem erarbeitet haben. Die ermittelten Anforderungen werden nun schrittweise umgesetzt und den Nutzern in Form von schnell realisierbaren Prototypen präsentiert. Durch diese Vorgehensweise können die Funktionalitäten, Dialogabläufe oder fehlende bzw. überflüssige Funktionen ermittelt werden. Die Ergebnisse werden dann in der jeweils nächsten Version des Prototypen umgesetzt und einer erneuten Prüfung unterzogen. Nach Abschluß dieser Design- und Redesign-Phasen mit kurzen Testdurchläufen entsteht ein lauffähiges Vorprodukt, das die gesamte geforderte Funktionalität abdeckt. Anschließend kann ein umfangreicherer Test im Usability-Labor durchgeführt werden.

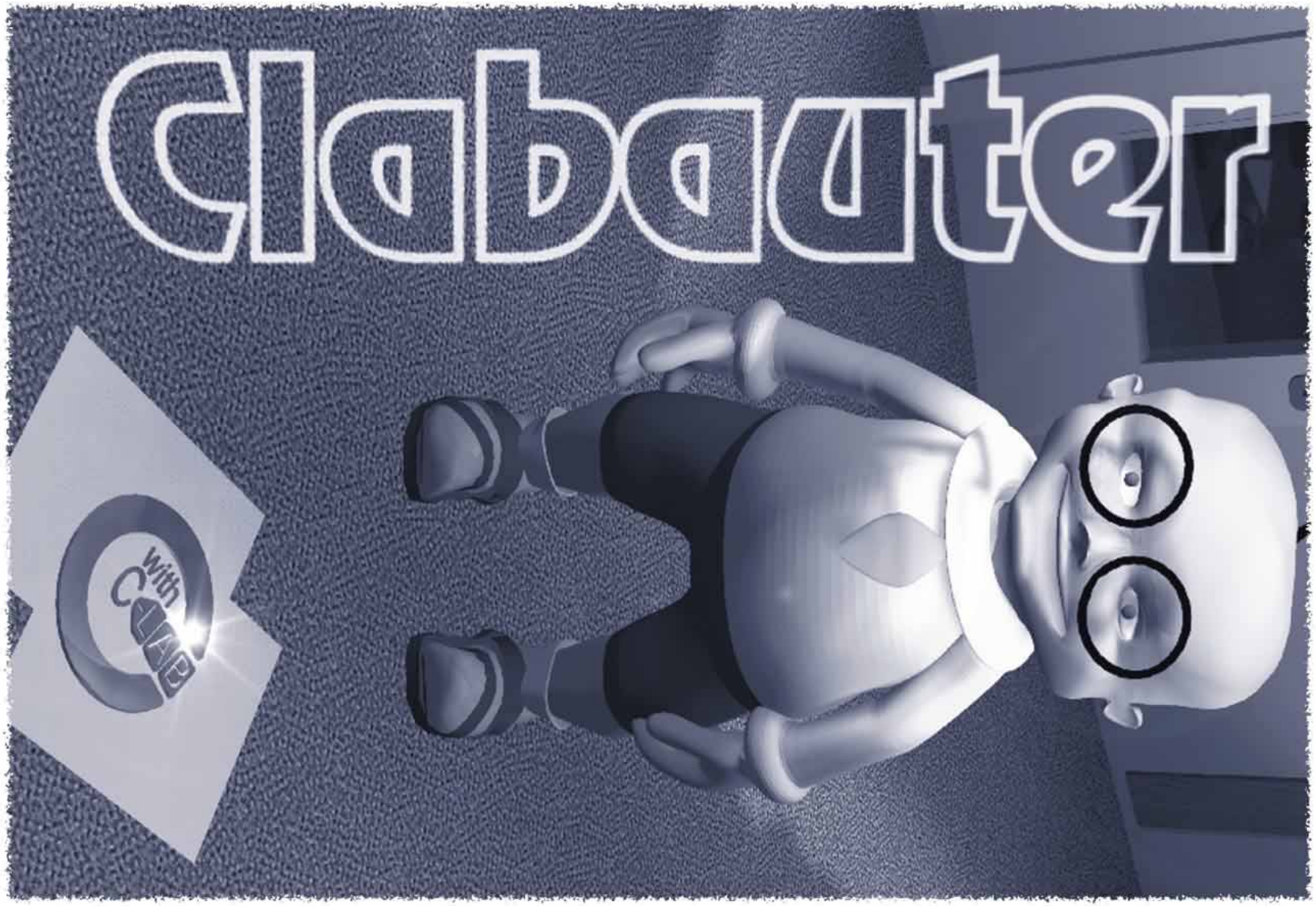
Die hohe Akzeptanz der aus einem systematischen Usability-Prozeß hervorgehenden Produkte und Lösungen sowie die meßbar gestiegene Arbeitsproduktivität bestärken uns in der Gewißheit, daß wir im C-LAB mit unserem Engagement für eine bessere Nutzbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnik auf dem richtigen Weg sind.

Kontakt:
Dr. Barbara Majonica (majonica@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/usability

plemented step by step, and are being presented to users as rapid prototypes. This proceeding enables us to determine required functions and dialogues as well as missing or superfluous functions. The results will then be implemented in the next version of the prototype, and this will be subjected to another test. When these design and redesign phases with short test runs have been completed, there will be an executable preliminary product covering the entire functionality that is required. Then an extensive test can be carried out in the usability laboratory.

The high level of acceptance of products and solutions resulting from a systematic usability process and the measurably increased productivity of work confirm that C-LAB is on the right track with its commitment to better usability of information and communication technology.

Contact:
Dr. Barbara Majonica (majonica@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/usability


Clabauter
with CLAB

PROJEKTÜBERSICHTEN

ENTWURF VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN

Eingebettete Systeme werden heute schon in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt. Beispiele hierfür finden sich in der Automobiltechnik, bei Hausgeräten, in der Unterhaltungselektronik oder bei Kommunikationsgeräten. Obwohl diese informationstechnischen Systeme einen wesentlichen Beitrag zur Funktionalität leisten, ist ihr Vorhandensein in den Endprodukten meistens nicht offensichtlich. Eingebettete Systeme realisieren typischerweise die Systemsteuerung, wie zum Beispiel in der KFZ-Elektronik (ABS, Airbag, Schließanlage etc.), oder die Daten- und Signalverarbeitung, die beispielsweise bei der Echtzeitübertragung von Multimedia-Daten (Video/Audio) eine bedeutende Rolle spielt. Aufgrund der steigenden Nutzung von Netzwerken wie z. B. dem Internet werden eingebettete Systeme in Zukunft auch in diesen Bereich vordringen (siehe „Pathfinder"-Anwendung). Durch die Verwendung multimedialer Darstellungen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle wird auch die Bedienung eingebetteter Systeme immer benutzerfreundlicher.

Das C-LAB beschäftigt sich mit dem Entwurf von eingebetteten Systemen unter den Gesichtspunkten

- Entwurfsmethode und Entwurfswerkzeuge,
- Hardware-Architekturen für eingebettete Systeme sowie
- Anwendungen im Automobil-, Roboter- und Medienkontext.

ENTWURFSMETHODE

Technische Systeme bestehen aus verschiedensten Komponenten wie Hardware, Software, Mechanik etc. Zur Spezifikation dieser Komponenten werden unterschiedliche anwendungsspezifische Sprachen eingesetzt: SDL für Telekommunikation, C/C++ für Software,

PROJECT OVERVIEW

DESIGNING EMBEDDED SYSTEMS

Embedded systems are already in use in many areas, for instance automotive technology, household appliances, entertainment electronics and communications equipment. Although these information technology systems play a major part in the functionality of these devices, their existence in the end products is generally not apparent. Embedded systems typically implement system control, for example in automotive body electronics (ABS, airbags, locking systems etc.), or process data and signals such as in real-time transfer of multimedia data (video/audio). Networking, such as the Internet, is of increasing interest and embedded systems will penetrate this area in future (see the Pathfinder application). Multimedia at the man-machine interface is making embedded systems more and more user friendly.

C-LAB is looking at the design of embedded systems under the following aspects:

- Design methods and tools
- Hardware architectures for embedded systems
- Applications in automotive, robot and media contexts

DESIGN METHODS

Technical systems consist of various components such as hardware, software, mechanical parts etc. Different application-specific languages are used to specify these components: SDL for telecommunications, C/C++ for software, VHDL for hardware, Statecharts for discrete controls, and differential equations for physical system components. However, none of these languages meets all developer requirements for the specification of embedded systems. Since tools for the subsequent design steps build on these specifications, the individual system components are frequently designed separately.

VHDL für Hardware, Statecharts für diskrete Steuerungen oder Differentialgleichungen für physikalische Systemkomponenten. Keine dieser Sprachen erfüllt jedoch allein alle Entwickleranforderungen zur Spezifikation eingebetteter Systeme. Da Werkzeuge für den weiteren Entwurf auf den jeweiligen Spezifikationen aufsetzen, werden die einzelnen Systemkomponenten häufig separat entworfen. Fehler, insbesondere an den Schnittstellen, können deshalb oft erst sehr spät entdeckt werden. Eine Durchgängigkeit des Systementwurfs ist weder für die Systemmodelle noch für die Entwurfswerkzeuge gegeben.

Errors, especially at interfaces, are therefore often detected at a very late stage. There is no end-to-end system design either for the system models or for design tools.

This situation has given rise to the European COMITY project (EU 23015) which aims to develop an end-to-end design system for embedded systems. Existing industrial tools for automotive and aviation technology as well as telecommunications will be coupled in order to reduce time-consuming, error-prone manual steps.

Furthermore, a foundation is being established to allow system descriptions in various design languages to

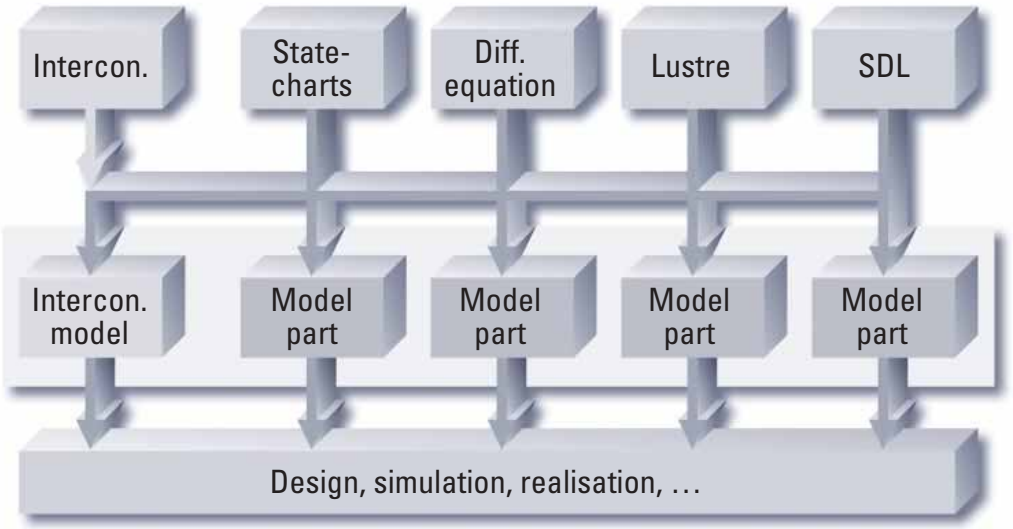


Bild 7: Entwurfsmethodik mit einem einheitlichen Modell
Fig. 7: Design methodology based on a uniform model

Aus diesem Grund wird in dem europäischen Projekt COMITY (EU 23015) an einem durchgängigen Entwurfssystem für eingebettete Systeme gearbeitet. Um zeitaufwendige und fehleranfällige manuelle Zwischenschritte zu vermindern, werden vorhandene, industriell genutzte Werkzeuge für die Anwendungsbereiche Automobil- und Luftfahrttechnik sowie Telekommunikation gekoppelt.

In einem weiteren Schritt wird eine Grundlage erarbeitet, um Systembeschreibungen in verschiedenen zur Zeit eingesetzten Entwurfssprachen zu einem einheitlichen Gesamtmodell verbinden zu können (siehe Bild 7). Dies erlaubt zum einen eine frühzeitige Überprüfung der Systemfunktionen oder des Zeitverhaltens. Zum anderen setzen Entwurfswerkzeuge auf diesem Gesamtmodell auf und unterstützen so den Entwickler z. B. bei der endgülti-

be combined into a uniform overall model (see Fig. 7). On the one hand this enables system functions or time behavior to be checked early on. On the other hand, design tools build on this overall model and thus support developers, for instance in final partitioning and the associated definition of an optimum implementation technique.

C-LAB is heavily involved in the definition of a uniform overall model, in software partitioning and in software synthesis as described below.

SOFTWARE SYNTHESIS

At C-LAB we are focusing on the software side of implementing a system specification for distributed

gen Partitionierung und der damit verbundenen Festlegung einer optimalen Realisierungstechnik.

An der Definition eines einheitlichen Gesamtmodells sowie an der Software-Partitionierung und der im folgenden beschriebenen Software-Synthese arbeitet das C-LAB intensiv mit.

SOFTWARE-SYNTHESE

Im C-LAB konzentrieren wir uns auf die softwaretechnische Realisierung einer Systemspezifikation für verteilte Microcontroller-Systeme, die im Automobilbereich verstärkt eingesetzt werden. Hier arbeiten wir eng mit BMW zusammen. Zu diesem Zweck wurde der bereits erstellte Prototyp eines Übersetzers von „Statecharts"[1] nach C-Code an die bei BMW verwendete Microcontroller-Hardware angepaßt und am Beispiel eines KFZ-Subsystems evaluiert, das für die Servicefunktionen (elektrische Steuerung von Spiegeln, Sitzen oder des Lichts) zuständig ist.

In Zusammenarbeit mit einem Werkzeuganbieter erstellten wir den Prototyp eines Übersetzers von „Stateflow" nach Seriencode, einer C-ähnlichen Zwischensprache. Ziel für beide Übersetzer war, daß sie möglichst schnellen und schlanken Code erzeugen. Denn nur so genügen sie den Echtzeitanforderungen und den Ressourceneinschränkungen, die für eingebettete Systeme typisch sind.

Zukünftige Arbeiten werden sich vermehrt mit der automatischen Partitionierung einer Systemspezifikation auf mehrere Microcontroller befassen.

RAPID PROTOTYPING

Ein weiteres Arbeitsgebiet des C-LAB ist der methodische Hardware-Entwurf für verteilte, parallele, eingebettete Echtzeitsysteme. Die Aufgabe, für eine Anwendung der Signalverarbeitung möglichst schnell einen ersten Hardware-Prototypen zu erstellen, wird im Projekt REDA bearbeitet. REDA wird von der DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Rapid Prototyping für integrierte Steuerungssysteme mit harten Echtzeitbedingungen" gefördert. In diesem Projekt wurde das Architekturkonzept FLYSIG (dataFLow oriented delaY insensitive SIGnal processing) entwickelt. Aufgrund einer konsequenten Top-Down-Entwurfsmethode konnten Zeitinvarianz, Multiringarchitektur und Konfigurierbarkeit in

microcontroller systems which are being used more and more in automobiles. Here, we are cooperating closely with BMW. In this project, the prototype of an existing Statecharts [1] to C translator has been adapted to the microcontroller hardware that BMW uses, and has been evaluated on the basis of a vehicle subsystem which handles service functions (electrical control of mirrors, seats and light).

In cooperation with a tool vendor we developed the prototype of a translator from Stateflow to a C-like intermediate language as the target code. For both translators our goal was to generate code that is as fast and lean as possible since this is the only way they can meet real-time requirements and cope with resource restrictions that are typical for embedded systems.

Future work will deal more with automatic partitioning of a system specification on multiple microcontrollers.

RAPID PROTOTYPING

Another area of work for C-LAB is methodical hardware design for distributed, parallel embedded real-time systems. The REDA project aims to create an initial hardware prototype for a signal processing application that is as fast as possible. REDA is being sponsored by DFG as part of a program for rapid prototyping of integrated control systems under hard real-time conditions. The FLYSIG architecture concept (dataFLow oriented delaY insensitive SIGnal processing) was developed in the course of this project. Owing to a consistent top-down design method, it was possible to integrate time invariance, a multiring architecture and configurability in one design. The rapid prototyping strategy that has been developed supports high-performance multimedia applications. Examples of this include filters for data processing in digital speech and image recognition.

HARDWARE-IN-THE-LOOP SIMULATION OF MECHATRONIC SYSTEMS

In 1998 the METRO project, which was sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), has been finished successfully. The result of the project is an advanced software infrastructure for development of mechatronic systems. Model-based development and early analysis of behavior are particularly important here owing to the heterogeneous nature of such

einem Entwurf vereinigt werden. Die entwickelte Rapid-Prototyping-Strategie erlaubt die schnelle Prototyp-Implementierung hochperformanter Multimedia-Anwendungen. Beispiele dafür sind Filter für die Datenvorverarbeitung bei der digitalen Sprach- und Bilderkennung.

HARDWARE-IN-THE-LOOP-SIMULATION MECHATRONISCHER SYSTEME

Mit dem erfolgreichen Abschluß des vom BMBF geförderten Projekts METRO steht eine fortschrittliche Software-Infrastruktur für die Entwicklung mechatronischer Systeme zur Verfügung. Durch die heterogene Natur solcher Systeme kommt der modellbasierten Entwicklung und frühzeitigen Analyse ihres Verhaltens besondere Bedeutung zu. Die Infrastruktur bietet dazu im Kern eine parallele, echtzeitfähige Simulationsplattform, die sich mit Modellen von unterschiedlichen Werkzeugen nutzen läßt. Außerdem können an die Hardware des verwendeten Parallelrechners reale Komponenten angeschlossen und während der Simulation betrieben werden (sogenanntes Hardware-in-the-Loop). Im C-LAB wurden drei Komponenten dieser Infrastruktur entwickelt:

- eine Analyse- und Softwaresynthese-Komponente für Echtzeitanwendungen,
- eine Modellierungskomponente für reaktive Systemteile und
- eine objektorientierte Datenbankanbindung.

Diese Konzepte wurden am Beispiel eines hybriden Kraftfahrzeug-Antriebsstranges auf einem Prüfstand demonstriert. Der hybride Antriebsstrang besteht aus einem Verbrennungsmotor mit Generator, einer Batterie sowie Elektromotoren für den Antrieb.

ANWENDUNGEN

Die Automobiltechnik ist ein wichtiger Anwendungsbereich, in dem das C-LAB die in verschiedenen Projekten erstellten Werkzeuge evaluierte. Im Projekt METRO wurde an der Universität-GH Paderborn bei Prof. Lückel ein Antriebsstrang auf einem Prüfstand aufgebaut, der die im C-LAB entwickelten Werkzeuge und Teile der Steuerung im Praxiseinsatz zeigte. Im COMITY Projekt wurden unsere Werkzeuge an Anwendungsbeispielen

systems. The infrastructure basically provides a parallel real-time simulation platform which can be used with models from various tools. In addition, real physical components can be connected to the hardware of the parallel computer and can be used and operated during the simulation (so-called hardware-in-the-loop). Three components of this infrastructure have been developed at C-LAB:

- An analysis and software synthesis component for real-time applications
- A modeling component for reactive system components
- A connection to an object-oriented database

These concepts have been demonstrated at a test bed using a hybrid vehicle drive system by way of example. This hybrid drive system consists of an internal combustion engine with a generator, battery and electric motors for the drive.

APPLICATIONS

Automotive technology is an important application area in which C-LAB has evaluated the tools that have been created in various projects. In the METRO project, a drive system was set up in a test bed at the mechatronics laboratory MLaP, headed by Professor Lückel, at the University of Paderborn. This demonstrated the tools developed at C-LAB and parts of the control in a practical application. In the COMITY project, our tools were evaluated on the basis of sample applications for service functions of BMW vehicles.

Another application, the above-mentioned Pathfinder, contains elements of robot technology and networks (the Internet) which have been linked in an unusual manner.

Media and networks also play an important part in the third key application that C-LAB will be tackling in future: digital television. Here, C-LAB is already cooperating with program developers, network operators, equipment manufacturers and hardware makers in designing a set top box for digital television.

Quality of service (QoS) for multimedia services is another area on which C-LAB is focusing. This involves, for instance, providing the necessary bandwidth on intranets or on the Internet for applications such as video/audio transfers. Such issues are being examined in the

für Service-Funktionen von BMW-Fahrzeugen evaluiert.

Eine weitere Anwendung, der oben schon beschriebene „Pathfinder", enthält Elemente der Anwendungsgebiete Robotertechnik und Netzwerke (Internet), die hier auf ungewöhnliche Weise gekoppelt wurden.

Medien und Netzwerke spielen auch eine entscheidende Rolle im dritten Anwendungsschwerpunkt, den das C-LAB in Zukunft verstärkt angehen wird: das digitale Fernsehen. Hier arbeitet das C-LAB bereits zusammen mit Programmanbietern, Netzwerkbetreibern, Geräteherstellern und Hardwareherstellern am Entwurf einer Set-Top-Box für das digitale Fernsehen.

Quality-of-Service (QoS) für Multimedia-Dienste ist ein weiteres Arbeitsgebiet im C-LAB. Dabei geht es z. B. darum, im Intranet oder Internet die notwendige Bandbreite für Anwendungen wie Video-/Audio-Übertragungen verläßlich bereitzustellen. Derartige Fragestellungen werden seit Mitte 1998 im BMBF-geförderten Projekt HiQoS - hier unter Leitung von C-LAB - und im durch die EU geförderten Projekt ROXY bearbeitet.

[1] Statecharts ist eine Spezifikationssprache, die auf der Theorie endlicher Automaten basiert.

Kontakt:
Dr. Bernd Kleinjohann (bernd@c-lab.de)

HiQoS project, which has been sponsored by BMBF since mid-1998, under the leadership of C-LAB and in the EU-sponsored ROXY project.

[1] Statecharts is a specification language based on the theory of finite automata.

Contact:
Dr. Bernd Kleinjohann (bernd@c-lab.de)

ANALOG SYSTEM ENGINEERING IM C-LAB

Zum 1. Oktober 1998 wurde nach intensiver Vorbereitung der Wechsel des Bereichs Analog System Engineering des C-LAB in das Fraunhofer Institut Zuverlässigkeit und Mikrointegration-Berlin (FhG/IZM) vollzogen. Die dazu neu gegründete Projektgruppe ist unter anderem auf den folgenden Arbeitsgebieten tätig:

- Untersuchung und Modellierung von integrierten Schaltungen und Leiterplatten unter elektromagnetischen Aspekten
- Simulationsverfahren und Analyseumgebungen
- Plazierungs- und Verdrahtungsverfahren sowie
- Netzbasierte Trainingskonzepte

Das Themenfeld *Simulationsverfahren und Analyseumgebungen* beinhaltet die Entwicklung einer Plattform (Lean Integration Platform), mit der „beliebige" Abläufe beschrieben werden können. Mit Hilfe dieser Plattform ist es unter anderem möglich, netzübergreifendes Arbeiten zu realisieren.

Der Bereich *netzbasierte Plazierungs- und Verdrahtungsverfahren* bekam aufgrund von Anforderungen aus der Industrie die Aufgabe, den Detaillierungsgrad geometrischer Anordnungen bei der Plazierung von Bauelementen (z. B. von ICs) auf einer Leiterplatte deutlich zu erhöhen. Die Bearbeitung dieser Anforderung erfolgte im Rahmen des Projektes „Distributed and Parallel Application of PCB Placement Methods for EMC Driven Design", das Ende des Jahres auslief.

Im Bereich *Trainingskonzepte* wurde der Prototyp eines EMV-Schulungssystems entwickelt. Es ermöglicht unter anderem die Aus- und Weiterbildung direkt am Arbeitsplatz. Dadurch können Unternehmen Zeit und Kosten einsparen. Das Schulungssystem wurde unter Verwendung von HTML, Java und Javascript entwickelt,

ANALOG SYSTEM ENGINEERING AT C-LAB

After intense preparation the change over from Analog System Engineering of C-LAB to Fraunhofer Institute of Reliability and Integration Berlin (FhG/IZM) was carried out on the first of October 1998. The recently founded project group in Paderborn among other things is active in the following areas of activity:

- Investigation and modeling of integrated circuits and printed circuit boards under electromagnetic aspects
- Simulation methods and analysis environments
- Placement and wiring methods
- Network-based training concepts

Simulation methods and analysis environments cover the development of a lean integration platform that can be used to describe any processes. With the aid of this platform it is possible to implement cross-network operations among other things.

Owing to requirements from industry, the *placement and wiring methods* department was given the task of noticeably increasing the degree of detailing of geometric arrangements in the placement of components (e.g. ICs) on a printed circuit board. These requirements were satisfied in the course of the *Distributed and Parallel Application of PCB Placement Methods for EMC-Driven Design* project that was completed at the end of the year.

The prototype of an EMC training system was developed as part of our *network-based training concepts*. Among other things, it supports education and training at the workplace, enabling companies to save both time and money. This training system was developed with HTML, Java and Javascript so that it can run on various platforms (e.g. PC and Sun workstations).

Investigation and modeling of integrated circuits and printed circuit boards under electromagnetic aspects are activities which look into the simultaneous switching noise (SSN) of integrated circuits. This includes the irra-

wodurch es auf verschiedenen Plattformen (z. B. PC und SUN-Workstation) lauffähig ist.

Im Rahmen der *Untersuchung und Modellierung von integrierten Schaltungen und Leiterplatten unter elektromagnetischen Aspekten* erfolgt u.a. die Untersuchung des Simultaneous Switching Noise (SSN) integrierter Schaltungen. Dabei bildet das Abstrahlungsverhalten von Schaltungen unter Berücksichtigung der Gehäusestruktur (z. B. Aperturen in Gehäusen), das Abstrahlungsverhalten von Leiterplatten sowie die Berücksichtigung elektromagnetischer Wechselwirkungen mikroelektronischer Systemkomponenten ebenfalls den Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die einzelnen Zusammenhänge innerhalb dieses Themengebietes sind in Bild 8 graphisch dargestellt.

EMV-Analysen von Systemen konzentrieren sich im wesentlichen auf die Signalintegrität (SI) und die Abstrahlungsproblematik. Die parasitären Einflüsse des Package und interner Kopplungsmechanismen werden zur Zeit nur bei SI Analysen/Simulationen ausreichend erfaßt, während reine Abstrahlungsanalysen lediglich die Leitungsführung auf dem Printed Circuit Boards (PCB´s) berücksichtigen.

diation behavior of circuits allowing for the package structure (e.g. slits), irradiation from printed circuit boards and electromagnetic interference in microelectronic system components. The individual relationships of this subject area are shown as a graphic in Fig. 8.

EMC analyses of systems basically look at signal integrity (SI) and irradiation problems. The parasitic effects

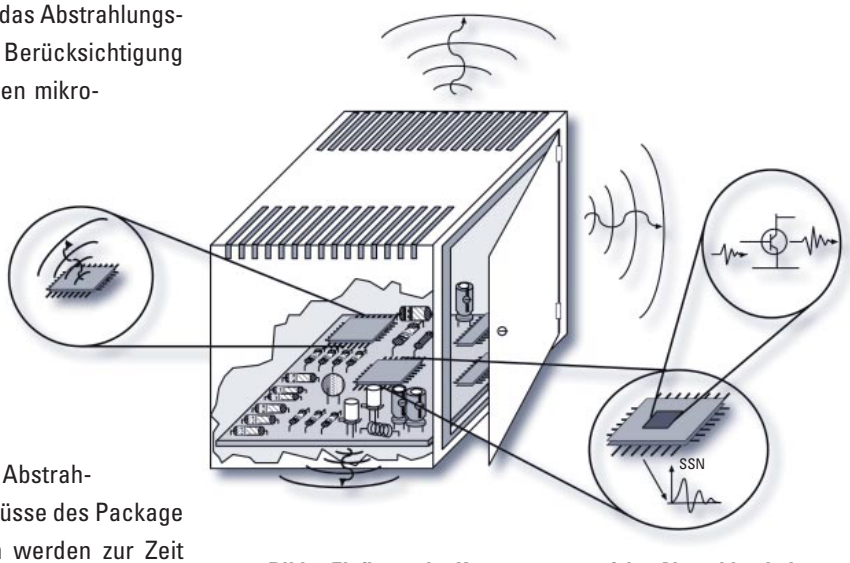


Bild 8: Einflüsse der Komponenten auf das Abstrahlverhalten eines Systems

Fig. 8: Effects of components on the irradiation behavior of a system

RADIATED EMISSIONS

Die auf MCM/IC Ebene auftretenden Strahlungsanteile lassen sich wie folgt unterteilen:

- Direkte Abstrahlung durch das Die
- Abstrahlung durch das Package
- Abstrahlung durch Kühlkörper
- Abstrahlung im Rahmen der Leitungsführung auf dem Chipträger.

Bei der Betrachtung des Gesamtsystems spielt der Anteil der direkten Abstrahlung durch das Halbleiterelement („Die“) nur eine untergeordnete Rolle, da die entsprechenden Strukturgrößen im relevanten Frequenzbereich klein gegenüber der Wellenlänge sind.

Verbesserte Produktionsverfahren erlauben heutzutage Chipgrößen von bis zu 20 x 20 mm. Dabei können Leitungslängen von einer halben bis zu einer ganzen Die-

of the package and internal coupling mechanisms are only taken into account at present by such SI analyses/simulations, whereas pure irradiation analyses only cover the wiring arrangement on the printed circuit board (PCB).

RADIATED EMISSIONS

Radiation occurring on the MCM/IC level can be classified as follows:

- Direct irradiation through the die
- Irradiation through the package
- Irradiation through the heat sink
- Irradiation through the wiring arrangement on the chip carrier

When considering the system as a whole, the share of direct irradiation through the die only plays a subordinate

Seitenlänge auftreten [1] (z.B. clock lines oder on-chip Bussysteme).

Bei der Analyse von Abstrahlungseffekten auf Die-Level müssen lediglich diese relativ langen On-Chip-Leitungen betrachtet werden. In Bild 9 ist ein Chip mit seinen Bestandteilen Leadframe, Bonding und Die und in Bild 10 ein Querschnitt durch fünf Metallisierungslagen eines Chips dargestellt [1].

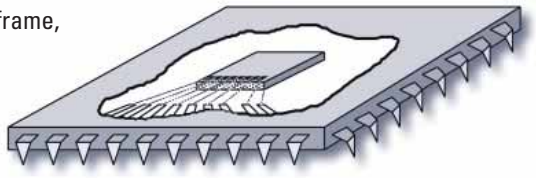


Bild 9: Chip, bestehend aus Leadframe, Bonding und Die

Fig. 9: Chip consisting of lead frame, bonding and die

Dabei stellt die rechte Leitung in der Ebene M5 eine Taktleitung und die linke Leiterbahn die dazugehörige Referenzleitung dar. In der Ebene M3 liegt das Power-Bus-System.

Bezüglich der Analyse des Strahlungsverhaltens eines IC-Gehäuses liegen bisher noch keine umfangreichen Untersuchungen vor. Lediglich im Bereich der Bestimmung parasitärer Parameter für SI-Analysen (RLGC-Parameter) liegen einige Ergebnisse und Werkzeuge vor. Ebenfalls weitgehend ungeklärt ist der Einfluß der Leitungsführung auf dem Chipträger auf das EMI-Verhalten des integrierten Schaltkreises. Aufgrund der Größe und der unmittelbaren Nähe zur Emissionsquelle stellen auch Kühlkörper integrierter Schaltkreise eine potentielle Emissionsquelle dar [2] (Flächenresonanzen).

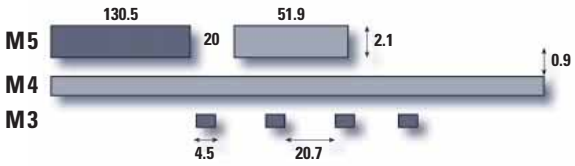


Bild 10: Teilquerschnitt On-Chip Wiring. Alle geometrischen Angaben in µm

Fig. 10: Partial cross-section of on-chip wiring (all geometric details in µm)

Die Abstrahlungscharakteristik eines solchen Kühlkörpers ähnelt der einer Microstrip Patch Antenne. Dabei nicht berücksichtigt werden jedoch Einflüsse von Inhomogenitäten in der Oberfläche (Kühlrippen usw.), endliche Leitfähigkeit des Metalls, Dielektrika sowie entsprechende Anregungsmeachnismen (Modell des Chips/Package). Exaktere Ergebnisse lassen sich z. B. mit Hilfe von Finite Difference Time Domain (FDTD) Simulationen gewinnen. Dabei werden z.Zt. bereits Dielektrika und eine vereinfachte geometrische Beschreibung berücksichtigt, als Anregungsmechanismen jedoch lediglich elementare Dipole angenommen [2].

Ebenfalls weitgehend ungeklärt ist der Einfluß des Gehäuses bzw. Bondings auf die Emissionen. Insgesamt liegen im Bereich der Abstrahlunganalysen von Chip-

part because the structure sizes in the relevant frequency range are small compared with the wavelength.

Enhanced production methods now permit chip sizes of 20 x 20 mm. There can be wiring lengths of a half or full die side length [1] (e.g. clock lines, on-chip bussystems etc.).

In analyzing irradiation effects on die level, only these "relatively long" on-chip wires must be considered. Fig. 9 shows a chip with its lead frame, bonding and die components, and Fig. 10 shows a cross section through five metalization layers of a chip [1].

The right-hand wire on layer M5 is the clock line, and the left-hand wire is the associated reference line. The power bus system is on layer M3.

No extensive research has been carried out so far into the radiation behavior of an IC package. There are only some results and tools from/for the determination of parasitic parameters for SI analyses (RLGC parameters). Another unclarified point is the impact that the wiring arrangement on the chip carrier has on EMI behavior of an integrated circuit. Owing to their size and direct proximity to the emission source, heat sinks in integrated circuits are also a potential source of emission (surface resonances) [2]. The irradiation characteristic of such a heat sink is similar to a microstrip patch antenna. However, the effects of inhomogeneities in the surface (cooling fins etc.), conductivity, dielectrics and excitation mechanisms (model of the chip/package) have not been taken into account. More precise results can be obtained, for example, with the aid of finite difference time domain (FDTD) simulations. These do take dielectrics and simplified geometric dimensions into account, but only assume ordinary dipoles as excitation mechanisms [2].

Yet another unclarified issue is the effect of the package or bonding on emissions. All in all, no adequate analyses and models are available as yet regarding irradiation through the packaging and heat sink.

gehäusen (Packages) und Kühlkörpern noch keine ausreichenden Ergebnisse und Modelle vor.

CONDUCTED EMISSIONS

Alle leitungsgebundenen Störungen werden unter dem Begriff „Conducted Emissions" zusammengefaßt. Nahezu sämtliche Störquellen, welche zur Abstrahlung von integrierten Schaltkreisen beitragen, stellen auch Quellen für leitungsgebundene Störungen dar. Sie können deshalb auch EMI-Effekte auf PCB- bzw. Systemebene hervorrufen.

EINFLUSSPARAMETER

Im folgenden werden Einflußgrößen, welche das Abstrahlungsverhalten beeinflussen können, näher erläutert. Dazu gehören neben den geometrischen Größen auch Prozeßparameter, Toleranzen innerhalb der Fertigung, verschiedene Technologiestufen sowie die bei programmierbaren Schaltkreisen verwendete Software. Jede Veränderung dieser Parameter kann die Form (risetime, falltime usw.) eines digitalen Signals (chip-intern, aber auch extern) und damit auch die elektromagnetischen Emissionen beeinflussen.

Zu folgenden Einflußfaktoren liegen bereits Untersuchungsergebnisse vor:

- Prozeßparameter (Dotierung, Polysiliziumdicke usw.)
- Shrinklevel/Fertigungstechnologie
- Gate Oxid Dicke
- Temperatur
- Produktionsstätten, Die-Level, Produktionsdatum
- Software.

Zur Untersuchung der Auswirkung von Veränderungen des Abstrahlungsverhaltens wurden mit unterschiedlichen Parametersätzen die Eckpunkte (worst-case, best-case usw.) eines jeweiligen Fertigungsprozesses definiert. Zu diesen Parametern gehören zum Beispiel parasitäre Kapazitäten, Elektronenbeweglichkeit sowie die NMOS und PMOS MOSFET Transitspannung. Unter Fertigungsgesichtspunkten können Variationen dieser Parameter zum Beispiel durch Veränderungen der Dotierung, der Polysiliziumdicke und Metallisierungslagen auftreten [3]. Weiterhin spielen neben den reinen Herstellungsparametern auch externe Größen wie Tempera-

CONDUCTED EMISSIONS

All wire-related interferences are referred to collectively by the term conducted emissions. Nearly all interference sources which contribute to irradiation from integrated circuits are also sources for conducted emissions. They can therefore also induce EMI effects on the PCB or system level.

INFLUENCING FACTORS

Factors that influence irradiation behavior are explained below. In addition to geometric factors, these include process parameters, tolerances, technology levels and the software used for programmable circuits. Every change to these parameters can have a significant impact on the form (rise time, fall time, etc.) of a digital signal (inside the chip, but also outside), and thus also affect the electromagnetic emissions of the Chip/Package or MCM.

Results of investigations are already available for the following influencing factors:

- Process parameters (doping, polysilicon thickness etc.)
- Shrink level/manufacturing technology
- Gate oxide thickness
- Temperature
- Production plants, die level, date of manufacture
- Software

Various sets of parameters (worst case, best case etc.) were defined for the key aspects of a particular manufacturing process in order to investigate the impact of changes. These parameters include, for instance, parasitic capacities, electron mobility, as well as NMOS and PMOS MOSFET transition voltage. From a manufacturing point of view, variations of these parameters can occur as a result of, for example, changes to doping, polysilicon thickness and metalization layers [3]. In addition to pure manufacturing parameters, external factors such as temperature and operating voltage also play a part. For instance, electron mobility changes with rises in temperature. All these parameters have an effect on the switching behavior of the CMOS levels, and thus have a direct impact on signal rise and fall times. Measurements have shown that changes to the process parameters

tur und Betriebsspannung eine Rolle. So ändert sich zum Beispiel mit steigender Temperatur auch die Elektronenbeweglichkeit. Alle diese Parameter beeinflussen das Schaltverhalten der CMOS-Stufen und haben somit direkte Auswirkungen auf die Signalanstiegs- und -abfallzeit. Wie Messungen ergeben haben, zeigen Veränderungen der Prozeßparameter den stärksten Einfluß auf das abgestrahlte Feld, gefolgt von der Betriebs- bzw. Sperrschichttemperatur. Veränderungen der Betriebsspannung spielen in dieser Hinsicht nur eine geringe Rolle.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß neben den geometrischen Einflußparametern wie Plazierung, Package, Kühlkörper und Leitungsführung auch bisher kaum berücksichtigte produktionsbedingte Größen Auswirkungen bezüglich elektromagnetischer Emissionen zeigen.

Literaturverzeichnis

[1] A. Deutsch; „Electrical Characteristics of Interconnections for High-Performance Systems", Proceedings of the IEEE Vol. 86, 1998.

[2] K. Li, Ch. Lee, S. Poh; „Application of FDTD Method to Analysis of Electromagnetic Radiation from VLSI Heatsink Configurations", IEEE Transactions on EMC Vol. 35, No 2, May 1993.

[3] J. T. DiBene, J. L. Knighten; „Effects of Device Variations on the EMI Potential of High Speed Digital Integrated Circuits", IEEE International Symposium on EMC, Austin 1997.

Kontakt:
Fraunhofer Gesellschaft
Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
Advanced System Engineering
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn
email: ase-sek@izm.fhg.de

have the greatest impact on the irradiated field, followed by operating and junction temperatures.

In summary it can be stated that production-related factors which have not been given much consideration in the past have an impact on electromagnetic emissions – in addition to geometric parameters such as placement, package, heat sink and wiring arrangement.

References

[1] A. Deutsch; "Electrical Characteristics of Interconnections for High-Performance Systems", Proceedings of the IEEE Vol. 86, 1998.

[2] K. Li, Ch. Lee, S. Poh; "Application of FDTD Method to Analysis of Electromagnetic Radiation from VLSI Heatsink Configurations", IEEE Transactions on EMC Vol. 35, No. 2, May 1993.

[3] J.T. DiBene, J.L. Knighten; "Effects of Device Variations on the EMI Potential of High-Speed Digital Integrated Circuits", IEEE International Symposium on EMC, Austin 1997.

Contact:
Fraunhofer Gesellschaft
Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
Advanced System Engineering
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn
email: ase-sek@izm.fhg.de

GLOBAL ENGINEERING NETWORKING (GEN)

Der globale Wettbewerb ist gekennzeichnet von anhaltendem Preisdruck sowie stetig wachsenden Anforderungen an Qualität, Service und Produktfunktionalität. Hinzu kommt die Notwendigkeit, die Entwicklungszeit (time to market) zu verringern und kontinuierlich die Produktivität zu erhöhen.

Besonders kleine und mittlere Unternehmen sind dabei aufgrund ihrer Spezialisierung auf Know-how-intensive Produkte in hohem Maße auf die intellektuellen Fähigkeiten ihrer Mitarbeiter angewiesen. Nur durch Erfahrung und Spezial-Know-how sind sie in der Lage, frühzeitig auf Marktveränderungen zu reagieren und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Die Fähigkeit, Wissen richtig anzuwenden und es schnell in innovative Produkte und Dienstleistungen umzusetzen, ist oft ihr entscheidender Erfolgsfaktor.

Die Initiative „Global Engineering Networking *(GEN)*" hat das Ziel, diese Herausforderungen wirksam zu unterstützen. Sie wurde 1994 als eine offene Kooperation von Industrie und Hochschulen ins Leben gerufen mit dem Ziel , einen globalen elektronischen Marktplatz für Ingenieure zu schaffen. Basis des GEN-Konzeptes ist ein öffentliches Netzwerk mit intelligenten Knoten und Diensten für die Bereitstellung von breit gestreutem Ingenieurwissen. Die angeschlossenen Organisationen sollen damit imstande sein, den stetigen Wandel durch schnellere Konstruktion und Produktion flexibler zu bewältigen. Insbesondere kleinere Unternehmen werden von einer solchen Infrastruktur profitieren, denn die Kooperationen finden jeweils auf Basis von Entwicklungsprojekten statt und sind von der Größe einer Organisation völlig unabhängig.

Die wesentlichen Ziele von GEN sind:

Angebot eines einfachen Zugriffs auf erstklassiges Fachwissen in der ganzen Welt

- Online-Zugriff auf vielfältige Informationen und

GLOBAL ENGINEERING NETWORKING (GEN)

Today, global competition is characterized by ongoing pressure on prices and constantly rising quality, service and product functionality requirements. The need to reduce the time to market and keep raising productivity are additional factors.

Small and medium-sized enterprises (SMEs) are particularly reliant on the intellectual skills of their staff owing to their specialization in products requiring intense know-how. Only through experience and special know-how they are able to react to market changes at an early stage and to increase their competitiveness. The ability to use knowledge in the right way and implement it quickly in innovative products and services is often the decisive factor in the success of a company.

The *Global Engineering Networking* (GEN) initiative aims to give effective support in meeting these challenges. It was initiated in 1994 as an open cooperation between industry and universities with the goal of creating a global electronic marketplace for engineers. The basis of the GEN concept is a public network with intelligent nodes and services to provide a wide range of engineering knowledge. This is intended to enable the connected organizations to cope more flexibly with constant change by means of faster design and production. Small businesses, in particular, will profit from such an infrastructure because cooperation always takes place on the basis of development projects, and is completely independent of the size of an organization.

The main goals of GEN are:

To offer easy access to first-class technical know-how throughout the world

- Online access to a wide variety of information and services from various providers in various countries
- Uniform access to internal and external knowledge
- Support for cooperation between engineers at different locations

Dienstleistungen von unterschiedlichen Anbietern in verschiedenen Ländern
- Einheitlicher Zugriff auf internes und externes Wissen
- Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren an unterschiedlichen Standorten

Steigerung der **Effizienz** bei der Ingenieurarbeit
- Präzise und zweckmäßige Suche nach Spezialwissen oder Experten
- Stets aktuelle Informationen (auch wenn sie in speziellen Datenformaten vorliegen)

Die europäischen und nationalen Regierungen haben damit begonnen, eine Reihe von Projekten mit dieser Thematik zu unterstützen. Zum Beispiel GENIAL (ESPRIT, EP 22.284), GEN-Elektronik (BMFT 01BN627/6) , MATES (ESPRIT, EP 20598), PROCAT-GEN (Telematik, IE 8035) oder BRAIN (BMBF 28.410). GEN ist Bestandteil des G7-Programms zur „Förderung des Einsatzes von Electronic Commerce bei kleinen und mittleren Unternehmen" (Projekt-Nr. 10: „Globaler Martplatz für kleine und mittlere Unternehmen").

Mit dem GEN e.V. ist ein Forum für alle Fragen der Kommerzialisierung und Verbreitung der Projektergebnisse geschaffen worden.

Kontakt:
Franz-Josef Stewing (stewing@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/gen

MATES

Die Mitglieder eines Entwicklungsteams oder einer Gruppe innerhalb eines Global Engineering Networks arbeiten oft weitgehend unabhängig oder sogar asynchron. Allerdings benötigen sie einen gesteuerten Zugriff auf gemeinsame Ressourcen und müssen mit ihren entfernten Kollegen kommunizieren können. Aber auch die Kommunikation und der Datenaustausch mit anderen Bereichen, wie zum Beispiel Marketing, Produktion, Logistik und Service sind äußerst wichtig.

Aus funktionaler Sicht ist die folgende Aufteilung aller Dienstleistungen zur Unterstützung der Zusammenarbeit in verteilten Projekten sinnvoll:
- Kommunikationsdienste wickeln den synchronen oder asynchronen Austausch aller projektrelevanten

To increase the **efficiency** of engineering work
- Precise practical searches for special knowledge or experts
- Information always up to date (even if it is available in special data formats)

Government organizations on the European and national levels have begun to support various projects relating to this subject, for instance GENIAL (ESPRIT, EP 22.284), GEN-Elektronik (BMFT, 01BN627/6), MATES (ESPRIT, EP 20598), PROCAT-GEN (Telematics, IE 8035), and BRAIN (BMBF 28.410). GEN is part of the G7 program to promote the use of electronic commerce at SMEs (project no. 10: *Global Marketplace for Small and Medium-Sized Enterprises*).

With the GEN association a forum has been set up for all questions related to commercialization and information dissemination.

Contact:
Franz-Josef Stewing (stewing@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/gen

MATES

The members of a development team or group often work within a Global Engineering Network largely on an independent or even asynchronous basis. However they need controlled access to joint resources, and therefore have to be able to communicate with remote colleagues. Communication and data interchange with other departments, such as marketing, production, logistics and service, are also extremely important.

From a functional viewpoint, it is worthwhile subdividing services to support collaboration in distributed projects:

- Communication services handle synchronous or asynchronous interchange of all project-relevant data between the members of a defined group of recipients.
- Cooperation services put users in a position to make their (interim) results generally available, and to take part in discussion forums. It should be possible to control access by groups of persons to the data involved.

Daten zwischen den Mitgliedern eines definierten Empfängerkreises ab;

- Kooperationsdienste versetzen die Nutzer in die Lage, ihre (Zwischen-) Ergebnisse allgemein verfügbar zu machen und an Diskussionsforen teilzunehmen. Es sollte dabei möglich sein, den Zugriff von Personengruppen auf die betreffenden Daten zu kontrollieren;
- Koordinationsdienste ermöglichen den Teilnehmern die organisierte und kontrollierte Arbeit an den gemeinsamen Datenbeständen. Mit anderen Worten, der Service soll auch den sinnvollen Zugriff auf laufende Prozesse realisieren.

Alle oben erwähnten Dienste müssen von dem an ein (wide area) Netzwerk angeschlossenen Arbeitsplatzrechner des Ingenieurs bereitgestellt werden. Eine wichtige Forderung ist außerdem, daß die Funktionen innerhalb der gewohnten grafischen Benutzeroberfläche zur Verfügung stehen und bei der Projektarbeit direkt genutzt werden können.

Das Projekt MATES befaßte sich mit diesen Zusammenarbeitsdiensten und wurde am 30. Juni erfolgreich beendet. Folgende Ergebnisse und Produkte gingen daraus hervor:

- mStar und mShare, das MATES Conferencing und Remote Presentation Package (inkl. Application Sharing); diese Produkte basieren auf Internet Multicasting (Mbone);
- MATES ProjectShell ermöglicht den entfernten Zugriff auf alle Projekt-Informationen und die verteilte Verwaltung der Daten;
- LIP bietet ein Workflow-System mit Integrationsdiensten auf Basis von CORBA-Komponenten zum Aufruf von entfernten Anwendungen (remote applications);
- Eine CORBA-basierte Integration wurde auch bei der Entwicklung von „MATES Software Configuration Management" (MSCM) benutzt.

Basis all dieser Entwicklungen war die in MATES definierte MATES Framework Integration Referenz-Architektur. Die Ergebnisse von MATES wurden für die Entwicklung eines interaktiven Fernwartungssystems und verteilter SW-Entwicklungsumgebungen genutzt.

Kontakt:
Franz-Josef Stewing (stewing@c-lab.de)
URL: http://mates.cdt.luth.se

- Coordination services enable participants to work with joint databases in an organized and controlled manner. In other words, this service should also implement meaningful access to current processes.

All of the above-mentioned services must be provided by the engineer's workplace computer which is connected to a (wide area) network. Another important requirement is that the functions have to be available in the normal graphical user interface, and can be used directly in project work.

The MATES project has dealed with the above mentioned collaboration services and was completed successfully on June 30, 1998, and generated the following results and products:

- mStar and mShare, the MATES Conferencing and Remote Presentation Package (incl. application sharing); these products are based on Internet Multicasting (Mbone)
- MATES ProjectShell supports remote access to all project information, and distributed administration of data
- LIP provides a workflow system with integration services on the basis of CORBA components to call remote applications
- CORBA-based integration was also used in developing MATES Software Configuration Management (MSCM)

The MATES Framework Integration Reference Architecture, which was also defined in the course of the MATES project, is the basis for all these developments. The results of MATES were used to develop an interactive remote maintenance system and distributed software development environments.

Contact:
Franz-Josef Stewing (stewing@c-lab.de)
URL: http://mates.cdt.luth.se

GENIAL: INTELLIGENTER ZUGRIFF AUF INGENIEURWISSEN

Die Grundidee des GENIAL-Projektes ist der schrittweise Zusammenschluß von elektronischen Marktplätze zu einem globalen, verteilten Netzwerk. Der Ingenieur benötigt dann für seine Recherchen nur noch eine einzige WWW-Adresse und sucht aber transparent auf den Marktplätzen mehrere Firmen oder Dienstanbieter. Er kann seine Suche nach Fachgebiet, Parametern und Schlüsselwörtern eingrenzen. Die Anbieter behalten ihre Daten auf ihren eigenen Rechnern oder senden sie zu einem GEN-Dienstleistungsanbieter ihrer Wahl. Die Suche beschränkt sich dabei nicht nur auf HTML-Seiten wie bei herkömmlichen Internet-Suchmaschinen, sondern umfaßt auch andere Dateiformate wie zum Beispiel EXCEL-Dateien oder Datenbanksysteme.

GENIAL: INTELLIGENT ACCESS TO ENGINEERING KNOWLEDGE

The underlying idea of the GENIAL project is to build up electronic marketplaces step by step in order to form a global distributed network. For their search, engineers then only require a single WWW address, and can search transparently on the marketplaces of multiple companies or service providers. They can restrict their searches by application areas, parameters and keywords. Providers keep their data on their own computers, or send them to a GEN service provider of their choice. Searching is not restricted to HTML pages as in conventional Internet search engines but covers other file formats, too, such as Excel files and database systems.

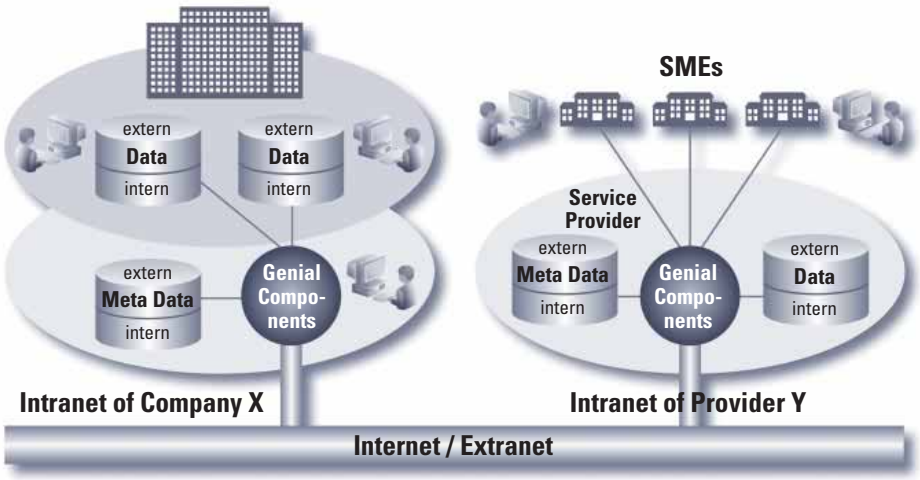


Bild 11: Logische Architektur von GENIAL

Fig. 11: Logical architecture of GENIAL

Bild 11 zeigt, wie zwei GEN- Marktplätze verbunden sind, so daß Mitarbeiter der Firma X nicht nur auf ihre eigenen Firmendaten zugreifen, sondern auf die gleiche Weise auch externe Informationen eines anderen Anbieters erhalten können.

Um den einheitlichen Zugriff auf Datenbestände unterschiedlicher Unternehmen zu ermöglichen, extrahieren GENIAL-Komponenten zunächst überall die zugehörigen „Meta-Daten". Ein Vorgang, der für solche verteilte und heterogene Architekturen besonders wichtig ist. Diese Meta-Daten beinhalten die Zugriffsinformationen, wie Dateitypen und -bezeichnungen, und „wissen" wo die einzelnen Informationsteile gespeichert sind.

Fig. 11 shows how two GEN marketplaces are linked so that employees of Company X cannot only access their own company's data but also external information from another provider in the same way.

To provide uniform access to data from different companies, the GENIAL components first extract the associated metadata. This is a process which is especially important for such distributed, heterogeneous architectures. This metadata contains the access details, such as file types and names, and „knows" where the individual items of information are stored.

Kontakt:
Dr. Elke Radeke (elke@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/genial

Contact:
Dr. Elke Radeke (elke@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/genial

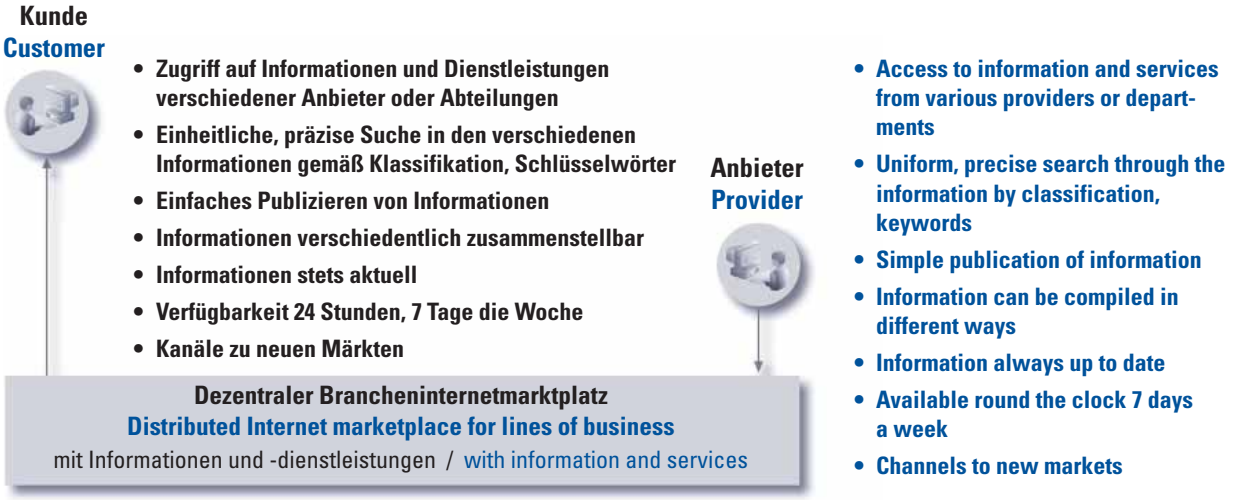
BRAIN: BRANCHEN-INTERNET-MARKTPLATZ

Im Rahmen des Projekts BRAIN werden für die deutschen Maschinen- und Anlagenbauer die Grundlagen für den elektronischen Handel von Produkten und Dienstleistungen im Internet gelegt. BRAIN ermöglicht den Maschinenanbietern mit seinem *dezentralen* Ansatz, die Kommunikation mit den Kunden über Online-Medien aktiv mitzugestalten. Die Unternehmen behalten dabei die Kontrolle über die produktbegleitenden Informationen und erhalten zusätzlich die Chance, eine Vielzahl intelligenter Dienstleistungen rund um das Produkt zeitnah und individuell anzubieten.

BRAIN: INTERNET MARKETPLACE FOR LINES OF BUSINESS

The foundations for electronic commerce with products and services on the Internet will be laid for German mechanical and plant engineering companies in the BRAIN project. BRAIN enables machine and plant vendors with their *distributed* approach to actively shape communication with customers via online media. The companies keep control of their product information, and also gain the opportunity to offer a variety of intelligent services relating to the product on a timely, custom basis.

In synergy with the GENIAL project above, the technology base for a distributed/decentralized marketplace is



In Anlehnung an das Projekt GENIAL (s. o.) wird hierzu zunächst die Technologiebasis für einen verteilten/dezentralen Marktplatz erarbeitet. Auch die Definition eines Betriebsplanes für diesen Marktplatz gehört zu den Aufgaben des Projektes BRAIN.

Beispiele für Anwendungen, die im Rahmen von BRAIN realisiert werden:

- Entwicklung einer sogenannten interaktiven Referenzliste
- Aufbau eines Werkzeugkataloges und die komfortable Suche darin
- Erstellung einen Ersatzteilemarktes.

elaborated first. Definition of an operating plan for this marketplace also belongs to the tasks of the BRAIN project.

Sample applications to be implemented in the BRAIN project:

- Development of an interactive reference list
- Establishment of a tool catalog with convenient search facilities
- Creation of a spare part market.

Kontakt:
Dr. Elke Radeke (elke@c-lab.de)
URL: http://www.brain.vdma.org

Contact:
Dr. Elke Radeke (elke@c-lab.de)
URL: http://www.brain.vdma.org

PROCAT-GEN

Produktentwickler benötigen oft detaillierte Informationen über Bauteile oder Komponenten, damit alle Bestandteile später im Verbundprodukt ihre Funktion effektiv erfüllen können. Heute übliche Kataloge vermitteln aber nur Basisinformationen über die Komponenten in einer statischen Form. Auch CD-ROM- oder Web-Kataloge sind oft nur Kopien der Papierkataloge und stellen daher keinen echten Mehrwert dar. GEN stellt Ingenieuren nutzbare Daten bereit, die über die heute verfügbaren statischen Informationen in Form von Papier- oder CD-ROM-Katalogen weit hinausgehen. Ein aktiver Online-Service eröffnet alle Möglichkeiten zur Ausschöpfung der gesamten Bandbreite von Produktinformationen aus den Anbieterdatenbanken und bietet dem Nutzer eine wesentlich vollständigere Dienstleistung.

Das Ziel von PROCAT-GEN ist es, die Anforderungen an einen Multimedia-Online-Katalog zu ermitteln und, in Zusammenarbeit mit Nutzern und Anbietern, eine Beispielanwendung mit echten Inhalten zu entwickeln. Mit Hilfe mehrerer Prototypen soll diese dann anschließend versuchsweise in zwei Entwicklungsbereichen eingeführt werden:

1. Maschinenbauanwendung in Belgien
2. Entwicklung elektronischer Systeme in Finnland.

Jedes Pilotprojekt beinhaltet reale Geschäftsprozesse, in die Komponentenzulieferer, Distributoren und Endnutzer eingebunden sind. Dabei werden mit GENIAL-Werkzeugen Informationen aus der Komponenten- Entwicklung für den intelligenten Zugriff bereitgestellt.

Kontakt:
Franz-Josef Stewing (stewing@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/procat

PROCAT-GEN

Product developers often need detailed information on assemblies or components so that all parts can function effectively in the overall product. The catalogs that are normally available today, however, only provide basic information on the components in a static form. CD-ROM or Web catalogs are often just copies of paper catalogs, and therefore do not constitute any real added value. PROCAT-GEN provides engineers with useful data which extends far beyond the static information available at present in paper or CD-ROM catalogs. An active online service opens up all possibilities for exploiting the entire range of product information from vendor databases, and gives users a much more complete service.

The goal of PROCAT-GEN is to ascertain the requirements for a multimedia online catalog and, in conjunction with users and vendors, to develop a sample application with real contents. With the aid of several prototypes, trials are then due to be held in two development areas:

1. Mechanical engineering application in Belgium
2. Development of electronic systems in Finland

Each pilot project incorporates real business processes in which component suppliers, distributors and ultimate users are integrated. GENIAL tools are used to provide information from component development for intelligent access.

Contact:
Franz-Josef Stewing (stewing@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/procat

GEN-ELEKTRONIK: GLOBAL ENGINEERING NETWORKING FOR MICROELECTRONIC APPLICATIONS

Die optimierte Entwicklung elektronischer Geräte hinsichtlich Zeit, Kosten und Vermeidung physikalischer, insbesondere elektromagnetischer Interferenzen benötigt zunehmend Spezialinformationen und Fachwissen. Dieses ist aber üblicherweise gerade in kleinen und mittleren Betrieben heute nicht verfügbar. Dabei ist Expertenwissen in der Regel auch bereits in sehr frühen Entwicklungsstadien notwendig. Um dem ständig wachsenden Wettbewerbsdruck standhalten zu können, brauchen Industrieunternehmen deshalb einen einfachen und schnellen Online-Zugriff auf externes Know-how, Designtools und andere entwicklungsrelevante Informationen und Dienstleistungen.

Ziel des Projektes GEN-Elektronik war die Bereitstellung von Methoden, Schnittstellen und Designtools für die Entwicklung von Leiterplatten unter EMC-Gesichtspunkten. Dabei sollten die nötigen Informationen, Fachwissen und Beratungsleistung über einen Online-Zugriff abrufbar sein. Die Entwicklung basierte auf Technologien und Tools aus anderen GEN-Projekten, wie z. B. GENIAL und MATES, und konzentrierte sich auf die Anforderungen von Kunden und Anbietern. Das Projekt wurde Ende Juli 1998 erfolgreich abgeschlossen.

GEN-ELEKTRONIK: GLOBAL ENGINEERING NETWORKING FOR MICROELECTRONIC APPLICATIONS

An optimized design of electronic devices needs more and more special information and technical knowledge in order to meet the hard requirements concerning time, costs and avoiding physical interference, especially of electromagnetic origin. However, this special information and technical knowledge is generally not available in companies, in particular not in small and medium-sized enterprises. Expert knowledge is usually required at very early stages of the design process. To face up to the growing pressure of competition, industrial companies therefore need fast and easy online access to external know-how, design tools and other information and services that are of relevance to the design and development process.

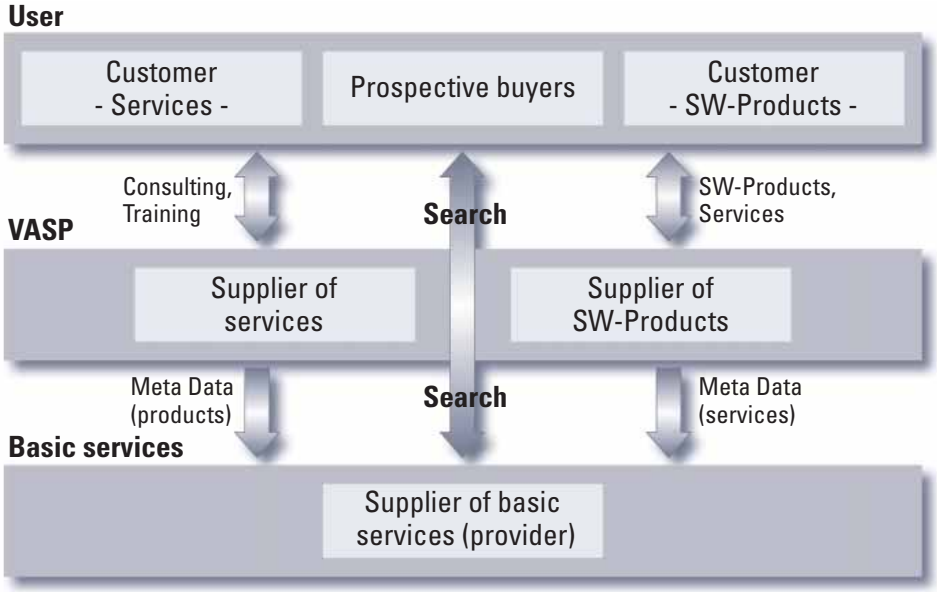


Bild 12: GEN-Elektronik Szenario

Fig. 12: Scenario of GEN-Elektronik

The goal of the GEN-Elektronik project was to provide methods, interfaces and tools for supporting the design and development process of printed circuit boards under EMC constraints by providing online access to the required information, knowledge, services and consultance. The overall scenario of GEN-Elektronik is depicted in figure 12.

The development was based on technologies and tools from other GEN projects, such as GENIAL and

Insbesondere folgende Ergebnisse konnten erzielt werden:

- Entwicklung hierarchischer Datenbankstrukturen, die einen beliebigen Entwicklungsprozeß abbilden können,
- Entwicklung JAVA-basierter Client-Programme für Anbieter, Benutzer und Administratoren, die eine effiziente Angebotspräsentation, eine einfache und schnelle Suche nach Produkten und Dienstleistungen sowie die notwendige Administration ermöglichen,
- Entwicklung von Werkzeugen und Methoden für eine effektive Unterstützung und Hilfestellung während des gesamten Entwicklungsprozesses mittels Video Conferencing und shared Applications,
- Erarbeitung von Werkzeugen und Methoden für die Analyse der Signalintegrität auf kompletten Leiterplatten.

Kontakt:
Dr. Elmar Griese (eg@c-lab.de)
URL: http://www.c-lab.de/gen

MATES, and focused on the requirements of customers and vendors alike. The project was completed successfully at the end of July 1998.

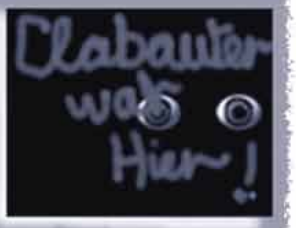
The main results of the GEN-Elektronik project are:

- Hierarchical database structures applicable for arbitrary design processes,
- Java based user-, supplier- and administrator clients supporting the efficient offer and search of products and services as well as the necessary administration,
- Tools supporting a remote technical service for complex software products like design- and simulation tools through the internet (e.g. virtual user group),
- Tools and methods allowing an efficient support and advisory during the entire design process by means of video conferencing and shared applications,
- Tools and methods supporting an the signal integrity analysis process of complex printed circuit boards, applicable for tele-engineering applications.

Contact:
Dr. Elmar Griese (eg@c-lab.de)
URL:http://www.c-lab.de/gen

What's his Story?!

CLABauter is the eyes and ears of C-LAB, always about and ready to tell his side of the story. A mischievous little bloke, whom you could choose to blame for all that goes right or wrong, or a little wonky in C-LAB.



PUBLIKATIONEN, FÖRDERPROJEKTE UND WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT

PUBLICATIONS, FUNDED PROJECTS AND SCIENTIFIC COLLABORATIONS

WORKSHOPS & VERANSTALTUNGEN DURCHGEFÜHRT VOM C-LAB / WORKSHOPS & EVENTS ORGANIZED BY C-LAB

C-LAB Focus „CORBA – Ein Überblick"; February 11th, 1998

C-LAB Focus „Nutzerorientierte Entwicklung von Electronic Publishing Produkten"; March 19th, 1998

ITEA Workshop; April 20th to 21st, 1998

C-LAB Focus „Groupware und Workflow Management am Beispiel Lotus Notes"; May 27th, 1998

First International „bauhaus der kommunikation" Workshop; June 15th to 17th, 1998

7th GENIAL Workshop; November 2nd to 5th, 1998

GENIAL PSC Meeting; November 16th, 1998

ROXY Analysis Working Meeting; November 16th to 17th, 1998

C-LAB Focus „Web-Autorensysteme"; November 25th, 1998

3. Workshop „Optik in der Rechentechnik" (ORT ´98); December 8th, 1998

Telematics IE Sector Concertation Meeting on Usability; December 15th, 1998

Usability Workshop; December 16th, 1998

PROCAT-GEN Technical Project Meeting; December 17th, 1998

PROCAT-GEN PMT Meeting; December 18th, 1998

C-LAB BERICHTE / C-LAB REPORTS

W. Hardt, B. Kleinjohann: Flysig – Dataflow Oriented Delay-Insenitive Processor for Rapid Prototyping of Signal Processing; 01/98

D. Carr, L. Motyèková: An Overview of Reliable Multicasting; 02/98

D. Wagenblaßt: Studie zur Layoutanalyse einer digitalen Schaltung; 03/98

D. Wagenblaßt: Statusbasierte Datentypen und physikalische Einheiten; 04/98

P. Kralicek: Anwendung des hybriden MoM-MTL Verfahrens zur Berechnung von Mehrfachleitersystemen; 05/98

S. Kolmschlag, G. Engels: Electronic Commerce Systeme als Anwendungsbeispiel für Evolutionstechniken; 06/98

B. Gutkauf: The Bauhaus and its Potential Influence on Today's Communication Media; 07/98

C. Rust, J. Stroop, J. Tacken: The Design of Embedded Real-Time Systems using the SEA Environment; 08/98

D. Stichling, B. Kleinjohann, J. Stroop: JORSY – Eine OSEK-Implementierung auf Basis einer realzeitfähigen Java Virtual Machine; 09/98

W. Hardt, G. Del Castillo: High-Level Simulation of Complex HW/SW-Systems based on Abstract State Machine Models; 10/98

W. Hardt, P. Altenbernd, C. Böke, G. Del Castillo, C. Ditze, E. Erpenbach, U. Glässer, B. Kleinjohann, G. Lehrenfeld, F.-J. Rammig, C. Rust, F. Stappert, J. Stroop, J. Tacken: PARADISE - Design Environment for Parallel & Distributed, Embedded Real-Time Systems; 11/98

W. Thronicke: A Toolset for Reusable Parametrization Modules; 12/98

W. Thronicke, R. Scholz, J. Lessner: LIP – A Collaborative Multi-Platform Workflow Environment; 13/98

W. Hardt, A. Rettberg: Towards an Automated Approach for Design of Testable Dataflow-Orientated Delay-Insensitive Processors; 14/98

J. Kirchhof, H.T. Mammen, W. John, T. Pielenz: Modellierungsansatz zur Berücksichtigung von elektromagnetischen Interferenzen in mikroelektronischen Systemkomponenten; 15/98

D. Zimmer, R. Unland: A General Model for the Specification of the Semantics of Complex Events in Active Database Management Systems; 16/98

W. Müller, J. Sturm: Visuelle Spezifikations- und Modellierungstechniken; 17/98

C. Geiger: Prototyping Interactive Animated Objects; 18/98

C. Geiger, W. Müller: Visuelle Spezifikation, Modellierung und Animation im Systementwurf; 19/98

C. Geiger, G. Lehrenfeld, T. Lehmann, V. Paelke, C. Reimann: Design of interactive illustrations using 3D animation and spatial sound; 20/98

C. Geiger, V. Paelke, R. Zelder: An integrated designtool for 3D widgets; 21/98

C. Geiger, V. Paelke: Enhancing 3D User Interfaces with Animation Principles Encapsulated in Agents; 22/98

M. Dücker, W. Müller, J. Rubart: VIPspace – A Visually Programmable Shared Workspace; 23/98

C. Geiger, W. Rosenbach, W. Müller: SAM – An Animated 3D Programming Language; 24/98

C. Geiger, G. Lehrenfeld, W. Müller: Authoring Communicating Agents in Virtual Environments; 25/98

E. Radeke, L. Seifert: GENIAL: Enabling Intelligent Access to Internal and External Engineering Information; 26/98

E. Radeke, E. Buckley, G. Carpentier, P. Debras, D. Leonard, V. Salminen, F. G. Schürmann, L. Seifert, P. Kesteloot: GEN - Global Engineering Networking; 27/98

G. Del Castillo, W. Hardt: Fast Dynamic Analysis of Complex HW/SW-Systems based on Abstract State Machine Models; 28/98

W. Hardt, B. Kleinjohann: Flysig – Towards High Performance Special Purpose Architectures by Joining Paradigms; 29/98

W. Thronicke: Effizienter Entwurf wiederverwendbarer Parametrisierungsmodule; 30/98

C. Berhörster: Das BAUHAUS DER KOMMUNIKATION – Eine Idee und ihre Umsetzung; 31/98

W. Hardt, A. Rettberg, B. Kleinjohann: The Reconfigurable Delay-Insensitive FLYSIG Architecture; 32/98

A. Himmler, H. Diekmann: Lösung allgemeiner Eigenwertprobleme, die bei Anwendung der TVFEM entstehen; 33/98

H. Holzheuer: How to use Knowledge in an Analysis Process; 34/98

BÜCHER, KONFERENZ UND JOURNAL BEITRÄGE / BOOKS, CONFERENCE AND JOURNAL PAPERS

W. Hardt, A. Rettberg: Automated Approch for Design of Testable Dataflow-Oriented Delay-Insensitive Processors; Proc. 1st Workshop on Design, Test and Applications, pages 125-128, Dubrovnik, Croatia, June 1998

J. Engblom, P. Altenbernd, A. Ermedahl: Facilitating Worst-Case Execution Times Analysis for Optimized Code; Proc. 10th Euromicro Workshop on Real Time Systems (WRTS), Berlin, Germany, June 1998

G. Del Castillo, W. Hardt: Towards a Unified Analysis Methodology of HW/SW Systems based on Abstract State Machines - Modelling of Instraction Sets; Proc. GI/ITG/GMM Workshop „Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen"; Paderborn, Germany, March 1998

W. Hardt, B. Kleinjohann: Flysig – Dataflow Oriented Delay-Insensitive Processor for Rapid Prototyping of Sinal Processing; Proc. 9th IEEE International Workshop on Rapid System Prototyping, Leuven, Belgien, March 1998

F. Sabath, H. Garbe: Analyse realer Leiterplatten mit einem automatisierten hybriden Feldsimulationstool; 6. Internationale Fachmesse und Kongreß für Elektromagnetische Verträglichkeit EMV '98, pages 307-314, Düsseldorf, Germany, February 1998

W. John, M. Ramme, F. Sabath, H. Garbe: Integration des Leiterplattenentwurfs in die EMV-gerechte Systementwicklung; 6. Internationale Fachmesse und Kongreß für Elektromagnetische Verträglichkeit EMV '98, pages 351-358, Düsseldorf, Germany, February 1998

W. Hardt, B. Kleinjohann: FLYSIG – Towards High Performance Special Purpose Architectures by Joining Paradigms; Proc. NASA Symposium on VLSI Design, Albuquerque, New Mexico, USA, October 1998

P. Altenbernd, H. Hansson: The Slack Method – A New Method for Static Allocation of Hard Real-Time Tasks; Real-Time Systems, No. 02, pages 103-130, Boston, USA, September 1998

W. Hardt, P. Altenbernd, C. Böke, G. Del Castillo, C. Ditze, E. Erpenbach, U. Glässer, B. Kleinjohann, G. Lehrenfeld, F.J. Rammig, C. Rust, F. Stappert, J. Stroop, J. Tacken: PARADISE – Design Environment for Parallel & Distributed, Embedded Real-Time Systems; Proc. of the International IFIP WG 10.3 / WG 10.5 Workshop on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES '98), 1998

E. Radeke, L. Seifert: GENIAL – Enabling Intelligent Access to Internal and External Engineering Information; Proc. Conf. on Computer Aided Design (CAD98), Darmstadt, Germany, Spring 1998

E. Radeke, E. Buckley, G. Carpentier, P. Debras, D. Leonard, V. Salminen, F. G. Schürmann, L. Seifert, P. Kesteloot: GEN – Global Engineering Networking; Proc. Conf. on Integration in Manufacturing (IiM), Göteburg, Sweden, October 1998

B. Gutkauf, H. Hohensohn, M. Dücker: What I see is not what you get – an empirical study on colour discrimination in Java; Proc. of First International Conference on Colour Imaging in Multimedia, Colour & Imaging Institute, University of Derby, UK, 1998

J. Blume, B. Gutkauf: An Empirical Study on Computer Based Colour-Specification-Systems; Proc. of First International Conference on Colour Imaging in Multimedia, Colour & Imaging Institute, University of Derby, UK, 1998

S. Kolmschlag, G. Engels: Unterstützung der Flexibilität eines Electronic Commerce Systems durch Evolutionstechniken; Proc. Workshop Integration heterogener Softwaresysteme IHS 98, GI-Jahrestagung Informatik 1998, pages 13-24, Magdeburg, Germany, September 1998

W. Thronicke, R. Scholz, J. Lessner: LIP – A Collaborative Multi-Platform Workflow Environment; 5th European Concurrent Engineering Conference, Erlangen, Germany, April 1998

W. Thronicke: A Toolset for Reusable Parametrization Modules; 2nd GI/ITG/GMM-Workshop „Reuse Techniques for VLSI Design", Karlsruhe, Germany, September 1998

B. Gutkauf, F.-J. Stewing, (eds.): An Interdisciplinary Approach to Media Based Communication and its Place in a User Friendly Information Society; Workshop Report – First International „bauhaus der kommunikation" Workshop 1998, Paderborn, Germany, June 15th to 17th, 1998

C. Berhörster: Das BAUHAUS DER KOMMUNIKATION – Eine Idee und ihre Umsetzung; EVA 97 Berlin, Germany, November 11th to 13th, 1998

C. Ditze, B. Kleinjohann, E. Radeke, F. J. Rammig, F.-J. Stewing, J. Stroop, J. Tacken: WEB-Supported Engineering of Computer Based Systems; Proc. of the International Conference on Engineering of Computer Based Systems (ECBS-98), Jerusalem, Isreal, April 1998

G. Lehrenfeld, R. Naumann, R. Rasche, C. Rust, J. Tacken: Integrated Design and Simulation of Hybrid Systems; in Hybrid Systems: Computation and Control, International Workshop, Berkeley, California, April 1998

C. Rust, J. Stroop, J. Tacken: The Design of Embedded Real-Time Systems using the SEA Environment; Proc. of the 5th Annual Australasien Conference on Parallel And Real-Time Systems (PART '98), Adelaide, Australia, September 1998

J. Tacken: Using extended Predicate/transition-Nets for the Specification, Analysis and Systhesis of Embedded Real-Time Systems; Proc. of the International IFIP WG 10.3 / WG 10.5 Workshop on Distributed and Parallel Embedded Systems (DIPES '98), Paderborn, Germany, October 5th to 6th, 1998

R. Naumann, R. Rasche, J. Tacken: Managing autonomous vehicles at intersections; in IEEE Intelligent Systems and their applications, May/June 1998

E. Griese, D. Linnenbrügger, K. Meerkötter, M. Ramme: Transient Simulation of Lossy Transmission Line Systems by Wave Digital Filter Principles; Proc. EUROEM '98, page 147, Tel Aviv, Israel, June 1998

J. Kirchhof, H. T. Mammen, W. John, T. Pielenz: Modellierungsansatz zur Berücksichtigung von elektromagnetischen Interferenzen in mikroelektronischen Systemkomponenten; 12. Symposium für Simulationstechnik ASIM '98, Zürich, Switzerland, September 15th to 18th, 1998, ISBN 3 7281 2653 5

E. Griese: Eine hybride elektrisch/optische Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungsfähige Informations- und Kommunikationsgeräte; 3. Workshop Optik in der Rechentechnik, Paderborn, Germany, December, 1998

E. Griese, A. Himmler: Conventional Printed Circuit Boards with Integrated Optical Interconnects; Proc. Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS), page 781, Nantes, France, July 1998

A. Himmler: Analysis of Gradient Index Waveguide Lenses by Means of the Finite Element Method; Proc. Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS), page 1069, Nantes, France, July 1998

H. Diekmann, A. Himmler: Lösung allgemeiner Eigenwertprobleme, die bei Anwendung der TVFEM entstehen; Kleinheubacher Berichte 1998, Band 42, Vorträge und Berichte der gemeinsamen Tagung des U.R.S.I.-Landesausschusses in der Bundesrepublik Deutschland und der ITG-Fachausschüsse, Kleinheubach/Main, Germany, October 1998

E. Griese, A. Himmler: Replacing Electrical by Optical Interconnections within High-Speed Electronic Systems; IEEE Workshop on Signal Propagation on Interconnects, Travemünde, Germany, May 1998

T. Bierhoff, E. Strake, A. Himmler, E. Griese, G. Mrozynski: Ein Ansatz für ein statistisches Ray Tracing-Verfahren zur Modellierung optischer Multimode-Wellenleiterstrukturen; 3. Workshop Optik in der Rechentechnik, Paderborn, Germany, December 1998

A. Himmler, T. Bierhoff, A. Wallrabenstein, E. Griese, G. Mrozynski: Untersuchungen zur Berücksichtigung der Modenkopplung in Multimodewellenleitern mit rauhen Oberflächen für Ray Tracing-Analysen; 3. Workshop Optik in der Rechentechnik, Paderborn, Germany, December 1998

W. Müller, F. J.Rammig (Hrsg.): Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen; Tagungsband GI/ITG/GMM Workshop, HNI, Paderborn, HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, Germany, March 9th to 11th, 1998

W. Müller, J. Sturm: Visuelle Spezifikations- und Modellierungstechniken; in it+ti Themenheft Spezifikation, Oldenbourg Verlag, München, March 1998

C. Geiger, W. Müller, W. Rosenbach: SAM - An Animated 3D Programming Language; IEEE Symposium on Visual Languages, Halifax, Canada, September 1998 (Best Presentation Award)

M. Dücker, W. Müller and J. Rubart: VIPspace – A Visually Programmable Shared Workspace; IEEE Symposium on Visual Languages, Halifax, Canada, September 1998

C. Geiger, G. Lehrenfeld, W. Müller: Authoring Comminicating Agents in Virtual Environments; Annual Conference for the Computer Human Interaction, Adelaide, Australia, December 1998

C. Geiger, V. Paelke: Enhancing 3D User Interfaces with Animation Principles Encapsulated in Agents; ECAI '98 Workshop „Combining AI and Graphics for the Interface of the Future", Brighton, UK, August 1998

C. Geiger, V. Paelke, R. Zelder: An integrated designtool for 3D widgets; IASTED International Conference on Computer Graphics and Imaging, Nova Scotian, Halifax, Canada, June 1st to 3rd, 1998

C. Geiger, G. Lehrenfeld, T. Lehmann, V. Paelke, C. Reimann: Design of interactive illustrations using 3D animation and spatial sound; IASTED International Conference on Computer Graphics and Imaging, Nova Scotian, Halifax, Canada, June 1st to 3rd, 1998

C. Geiger: Prototyping Interactive Animated Objects; Simulation und Visualisierung 98, Magdeburg, Germany, 1998 (Best Paper Award)

C. Geiger, W. Müller: Visuelle Spezifikation, Modellierung und Animation im Systementwurf; Simulation und Visualisierung 98, Magdeburg, Germany, 1998

C. Geiger, R. Hunstock, V. Paelke, F. J. Rammig: Schneller Entwurf dreidimensionaler Computer-Animationen; Zeitschrift Forschungsforum Paderborn, Paderborn, Germany, 1998

DOKTORARBEITEN / PhD THESES

D. Zimmer: Ein Meta-Modell für die Definition der Semantik von komplexen Ereignissen in aktiven Datenbankmanagementsystemen; veröffentlicht unter: Dissertation, Shaker Verlag, 1998 (ISBN 3-8265-3744-0)

B. Gutkauf: Improving Design & Communication of Business Graphs Through User Adaptive Critiquing

C. Geiger: Schneller Entwurf interaktiver dreidimensionaler Computeranimationen

J. Schrage: Mehrebenenanalyse von Übersprechproblemen in hochintegrierten digitalen Schaltungen

DIPLOMARBEITEN / MASTER THESES

C. Berhörster: Aspekte stochastischer Musik; Universität-GH Paderborn, Prof. Dietz, Fachbereich 17 Informatik/Mathematik, November 11th, 1997

T. Bierhoff: Untersuchung multimodaler Wellenleiter mit Ray-Tracing-Verfahren; Universität-GH Paderborn, Fachbereich 14 Elektrotechnik, Robert Bosch GmbH, October 1998

H. Diekmann: Lösung allgemeiner Eigenwertprobleme, die bei Anwendung der TVFEM entstehen; Universität-GH Paderborn, Fachbereich 14 Elektrotechnik, September 1998

T. Lehmann. Interaktiver 3D-Sound für Echtzeitanimationen; Universität-GH Paderborn, Januar 1998

F. Ullmann: Generierung von 3D-Audio mittels eines Raytracing Verfahrens; Universität-GH Paderborn, Juni 1998

J. Rubart: VIPspace - Ein plattformuebergreifender gemeinsamer Informationsraum mit visuell programmierbarer Benutzungsschnittstelle; Universität-GH Paderborn, Juli 1998

FÖRDERPROJEKTE / FUNDED PROJECTS

NATIONALE FÖRDERPROJEKTE / NATIONALLY FUNDED PROJECTS

EMV-SENSOR; BMBF; 01/97 – 06/99;
SNI, Institut für Mobil-Satellitenfunktechnik, MICROSENS, INCASES, GMS

HiQoS; High Performance Multimediadienste mit Quality of Service Garantien; 05/98 – 04/01;
Siemens (IC C-LAB und ZT), APE Ptacek Engineering, Axcent, Pixelpark, IEZ, Universität-GH Paderborn (Auftragnehmer)

GEN-Elektronik; BMBF; 02/97 – 07/98;
SNI, INCASES, TRIMERICS, WIDIS, Universität-GH Paderborn

LABS; GFal; 10/96 – 06/98;
Universität-GH Paderborn, GFal

METRO; BMBF; 01/95 – 06/98;
TU Chemnitz, Daimler Benz, Mannesmann Sachs, ETAS, SIEMENS, GMD, Universität-GH Paderborn (C-LAB, FB17, FB10)

MIMOSYS; BMBF; 07/95 – 06/99;
IIS, EAS, FH Wiesbaden, Universität-GH Paderborn, TU Ilmenau, Universität Bremen, SNI, ANACAD, CiS, INCASES, BOSCH, etc.

PARASITICS; BMBF; 05/97 – 10/00;
BOSCH, IBM, INCASES, LFI, Philips, SIEMENS, SNI

REDA; DFG; 06/96 – 05/98;
versch. Universitäten

REDA II; DFG; 06/98 – 05/00;
versch. Universitäten

SADE; BMBF; 01/98 – 12/00;
ITWM, BOSCH, SICAN FuE, SIEMENS, Universität-GH Paderborn, TEMIC Telefunken

SESAM; BMBF; 07/97 – 06/01;
INCASES, Universität-GH Paderborn, Profi Engineering, SYSTEMS, TU Ilmenau, Mannesmann, BOSCH, etc.

BRAIN; BMBF; 10/97 – 9/00;
SNI/Siemens, VDMA, FhG IAO, Leitz, Homag, Siempelkamp, Eloterm

EOCB – Electrical/Optical Circuit Board; BMBF; 03/98 – 02/01;
Robert Bosch GmbH, Siemens AG, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, Andus Electronic GmbH, Mikropack GmbH, FhG IZM Berlin, Universität-GH Paderborn, FPM Space Sensor GmbH

OptoSys – Optische Verbindungssysteme; BMBF; 04/98 – 03/02;
Siemens AG, ILFA Feinstleitertechnik GmbH, DaimlerChrysler AG, Universiät Dortmund, Universität-GH Paderborn, Universität Ulm, FhG IAF Freiburg

EUROPÄISCHE FÖRDERPROJEKTE / EUROPEAN FUNDED PROJECTS

COMITY; ESPRIT IV; 01/97 – 03/99;
Verilog (F), Aerospatiale (F), BMW (D), INTRACOM (G), Universität-GH Paderborn (D), DIT/UPM (E), INPG/ZIMA (F), ISI (F)

ROXY; The Internet Live Initiative; 09/98 – 08/00;
Viewrope (S), Siemens IC C-LAB (D), Bertelsmann Telemedia (D), FhG IGD Darmstadt (D), Thomson Multimedia R&D (F), Telia (S), CDT (S), TV4 (S), UR (S)

DAPPER; ESPRIT IV; 06/97 – 11/98;
WIDIS (D); Universität-GH Paderborn (D); INCASES (D); BOSCH (D)

FOST; ESPRIT IV; 01/97 – 05/98;
GMD (D), SNI (D), Politecnico di Torino (I), Technische Universität Wien (A), Universität-GH Paderborn (D)

GENIAL; ESPRIT IV; 10/96 – 03/99;
SNI (D), BBRI (BEL), BIC/DIT (IRL), CADBAS (D), CSTB (F), FIMET (SF), FHG-IAO (D), HAI (G), ST (F), Taylor-Woodrow (UK), Universität-GH Paderborn (D), WTCM (BEL)

MATES; ESPRIT IV; 02/96 – 06/98;
Dassault Electronique (F), Lulea University (S), Philips (NL), SNI (D), Telefonica (E)

TUDOR; ESPRIT IV; 12/96 – 05/99;
MID (D), SNI (D), Engineering Ingegneria Informatica (I), Dassault Electronique (F), Health Software Ltd. (IRL)

WONDA; ESPRIT IV; 02/98 – 01/00;
BIC (IRL), CSTB (F), Dassault Electronique (F), University of Delft (NL), ING Bank (NL), SNI (D)

EMC-SafeDesign; Innovative Programme; 04/98 – 10/98;
ESI (D), BOSCH (D), SNI (D)

PROCAT-GEN; TELEMATICS RTD-Programme, Information Engineering Sector; 05/96 – 12/99;
SNI (D), FIMET (SF), WTCM (BEL), Unity (D), Pindar (GB)

WISSENSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT / COLLABORATION IN TECHNICAL SCIENTIFIC BODIES

GI, GMM, ITG:

Vice President of GI (F. J. Rammig)

Member of RSS-LG (GI FA 3.5, GMM FB 8, ITG FA 8.2) (F. J. Rammig)

Member of GMM Technical Committee 4.7 „Informationstechnik für Mikrosysteme“ (W. John)

Member of Steering Committee for Working Group GI 3.5.7/ITG 5.2.2 „Hardwarebeschreibungssprachen und Modellierungsparadigmen“ (W. Müller)

General Chair of GI/ITG/GMM Workshop „Methods and Description Languages for Specification and Verification of Circuits and Systems“, Paderborn, Germany, March 9th to 11th, 1998(W. Müller)

Member of GI FG 2.5.1 „Datenbanken“ (G. Kachel, E. Radeke)

Member of GI FG 3.1.1 „Architekturen für hochintegrierte Schaltungen“ (W. Hardt)

Member of GI FG 3.5.1 „Allgemeine Methodik und Unterstützung von Entwurfsprozessen für Schaltungen und Systeme“ (W. Hardt)

Member of GI FG 3.5.4 „Beschreibungssprachen und Modellierung von Schaltungen und Systemen“ (W. Hardt)

IFIP:

National representative for Germany in IFIP TC10 (F. J. Rammig)

Member of IFIP WG 10.5 (F. J. Rammig)

Member of IFIP WG 10.5 SIG VHDL (F. J. Rammig, W. Müller)

Member of IFIP WG 10.5 SIG CODES (F. J. Rammig)

OTHERS:

IEEE Taskforce on the Engineering of Computer-Based Systemes, ECBS (F.-J. Stewing)

Member of a Mission of European Industrialists to Japan (H. Gerber)

Member of DIN NAM 96.4.4 (W. Müller)

Members of GEN e.V. (T. Buchmann, F. J. Rammig, G. Schulz, F.-J. Stewing)

Member of URSI Commission E „Electromagnetic Noise and Interference“ (E. Griese)

Member of Taskforce „Numerical Methods“ of the IEEE German EMC Chapter (E. Griese, U. Keller, F. Sabath)

PROGRAM COMMITTEES, ORGANIZATION OF SESSIONS AT CONFERENCES:

Member of VDI Conference Committee „Der Ingenieur im Internet“ (H.Gerber)

Member of EURO-DAC / EURO-VHDL Steering Committee (F. J. Rammig)

Member of ED&TC Steering Committee (F. J. Rammig)

Tutorial Chair of Euro-DAC 96, Geneva, Switzerland 1996 (F. J. Rammig)

Vice Program Chair of ED&TC 95, Paris, France 1995 (F. J. Rammig)

PC Member EURO-DAC 95, Geneva, Switzerland 1996 (F. J. Rammig)

PC Member EURO-VHDL 95, Geneva, Switzerland 1996 (F. J. Rammig)

General Chair IFIP WG10.3/10.5 DIPES '98 (F. J. Rammig)

Technical Program Chair DATE '98 (F. J. Rammig)

Invited Session Chair of PIERS 1998 Progress in Electromagnetics Research Symposium, Nantes, France (E. Griese)

Chairman DIN NBü-3 „EDI/EDIFACT – Elektronischer Geschäftsverkehr“ (T. Buchmann)

Member EBES „European Board of EDI/EC Standardisation“ (T. Buchmann)

Member UN/ECE/TRADE/WP.4 „UN/EDIFACT“ (T. Buchmann)

Chairman UN/ECE/TRADE/WP.4 „UN/EDIFACT Multilingualism“ (T. Buchmann)

Member UN/ECE/TRADE/WP.4 AC.1 „Next Generation of EDI“ (T. Buchmann)

Member UN/ECE/TRADE/WP.4 BSR „Basic Semantic Repository“ (T. Buchmann)

Member ISO/TC 154 „EDI/EDIFACT“ (T. Buchmann)

PC Member ECBS 98, Jerusalem, Isreal (F.-J. Stewing, F. J. Rammig)

Member of FDL 99, Lyon, France, Programme Committee (W. Müller)

Member of DATE 99, Munich, Germany, Conference Committee (W. Müller)

Member of DATE 98, Paris, France, Conference Committee (W. Müller)

Minitrack Chair of EuroMedia 98, Leicester, UK (W. Müller)

PC Member 11th Euromicro Conference on Real-Time Systems, York, UK, 1999 (P. Altenbernd)

GREMIEN / BOARD MEMBERS

VORSTAND / EXECUTIVE BOARD OF DIRECTORS

Dr. W. Kern,
Siemens Nixdorf Informationssysteme AG

Prof. Dr. F. J. Rammig,
Universität-GH Paderborn

VORSITZENDER DES BEIRATES / CHAIRMAN OF THE ADVISORY BOARD

Prof. Dr. W. Hauenschild,
Universität-GH Paderborn

MITGLIEDER DES BEIRATES / MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Herr R. Hoog,
Siemens Nixdorf Informationssysteme AG

Prof. Dr. U. Kastens,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. U. Rückert,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. W. Schäfer,
Universität-GH Paderborn

Herr K.-H. Stiller,
Siemens Nixdorf Informationssysteme AG

KOOPTIERTE MITGLIEDER DES BEIRATES / ASSOCIATED MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Prof. Dr. F. Belli,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. S. Böttcher,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. B. Domik,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. G. Engels,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. J. Gausemeier,
Universität-GH Paderborn

Herr B. Gutkauf,
C-LAB

Prof. Dr. W. Hauenschild,
Universität-GH Paderborn

Herr H. Heckl,
Siemens Nixdorf Informationssysteme AG

Dr. W. Kern,
Siemens Nixdorf Informationssysteme AG

Prof. Dr. H. Kleine-Büning,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. K. Meerkötter,
Universität-GH Paderborn

Prof. Dr. G. Mrozynski,
Universität-GH Paderborn

Dr. P. Pagé

Prof. Dr. F. J. Rammig,
Universität-GH Paderborn

Dr. A. Sauer

Herr R. Schwendt,
Siemens AG

Prof. Dr. G. Szwillus,
Universität-GH Paderborn

Herr H. Vogt,
Siemens Nixdorf Informationssysteme AG

Stand 30.9.98 / Position as per 30.9.98

IMPRESSUM:

C-LAB
Cooperative Computing & Communication Laboratory
Fürstenallee 11
D-33102 Paderborn
Tel: +49-52 51-60-60 60
Fon: +49-52 51-60-60 66
URL: http://www.c-lab.de
email: c-lab@c-lab.de

© Siemens AG und Universität-GH Paderborn 1999

Alle Rechte sind vorbehalten.
Insbesondere ist die Übernahme in maschinenlesbare Form sowie das Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung der Siemens AG und der Universität-GH Paderborn gestattet.

All rights reserved.
In particular transfer of data into machine readable form as well as storage into information systems, (even extracts) is only permitted prior to written consent by Siemens AG and Universität-GH Paderborn.

Redaktion:
Gerhard Schulz
email: gerd@c-lab.de

Grafik und Layout:
Graphic design and layout:
ClickArts · Harald Niesen
D-33649 Bielefeld · Hubertusstraße 22
Tel: +49-5 21-44 08 75
URL: http://www.ClickArts.de
email: ClickArts@aol.com

Textrevision:
Text revision:
Brevis GmbH · Ralf Bäumer
D-33100 Paderborn · Eggertstraße 28
Tel: +49-52 51-54 24 04
URL: http://www.brevis.de
email: brevis-pb@t-online.de

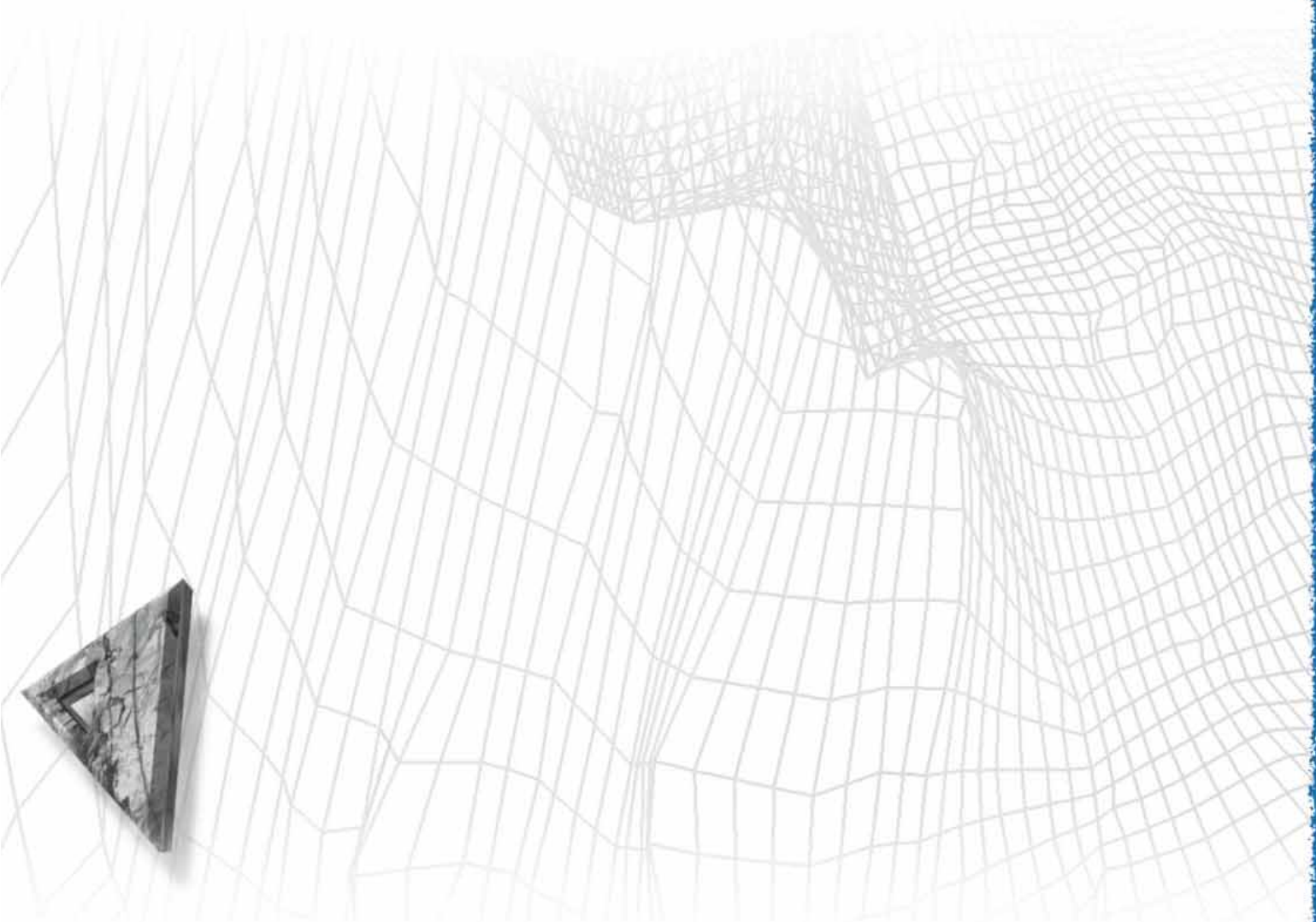
Übersetzung:
Translation:
Siemens Business Services GmbH & Co OHG
SBS TS SprachenDienst
D-33106 Paderborn · Heinz-Nixdorf-Ring 1
Tel: +49-52 51-8-1 15 57
URL: http://www.siemens.de/sprachendienst
email: Thomas.Heine@pdb.sbs.de

Druck:
Printed by:
PDC Westfalia Druck GmbH
D-33100 Paderborn · Eggertstraße 30
Tel: +49-52 51-52 24 00

C-LABauter is the new mascot for C-LAB. He is also being developed as a virtual character. CLABauter was lovingly developed by the following team:

Christian Geiger: Project Leader.
Guido Grottendieck: VRML Model. Virtual character.
Hannes Ludewig: Initial character design.
Jörg Stöcklein: Lighting and animation.
Sophie Zelder: Storyboarding, animation, 3 D Model, cartooning.
Volker Pälke: Script Writer.
Wolfgang Müller: Script Writer.
Gerhard Schulz: Flip book idea.

Please note the word CLABauter is derived from the German word Klabauter, which is a ship's kobold. By slightly changing the spelling we have made him our kobold.



ISSN 1439-5797