

Lehrstuhl/Professur für Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme

Prof. Dr. Reinhard von Hanxleden

Unser Forschungsinteresse ist der systematische Entwurf und die Analyse von Computern, welche nicht in erster Linie als Computer wahrgenommen werden. Dies ist eine Definition für *eingebettete Systeme* – welche uns auf vielfältigste Art und Weise begegnen, von miniaturisierten Hörgeräten über Röntgengeräte, Handys, Airbag-Controller, ABS-Bremsen bis zu Fly-by-Wire Flugzeugen. Solche Systeme müssen typischerweise nicht nur die richtigen Ausgaben an die Umwelt liefern, sondern dies auch rechtzeitig tun – es handelt sich hierbei also um *Echtzeitsysteme*.

Auch wenn die Anzahl eingebetteter Echtzeitsysteme inzwischen deutlich die der "klassischen" Computer übersteigt, ist dies aus Sicht der Informatik ein noch relativ junges Themengebiet. In der Vergangenheit wurden solche Systeme weitgehend von Anwendungsexperten ohne ausgeprägte Informatikgrundlagen entwickelt, welches sich aber aufgrund der ansteigenden Komplexität der zu entwickelnden Systeme als immer weniger praktikabel erweist. An der Christian-Albrechts-Universität wurde der Lehrstuhl für Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme 2001 erstmalig besetzt; der Stelleninhaber war vorher in der Industrie (DaimlerChrysler/Airbus) tätig. Das Jahr 2002 war noch stark vom Aufbau des Lehrstuhls und des Lehrangebots geprägt.

Ergebnisse

Das Gebiet der Echtzeitsysteme umfasst ein weites Spektrum von theoretischen zu sehr praktischen Fragestellungen. Um auch letzteres für die Studenten nachvollziehbar und erlebbar zu machen, wurde eine Reihe von vorlesungsbegleitenden Aufgabenstellungen entwickelt, in denen ein Echtzeitsystem nicht nur analysiert und simuliert, sondern auch konkret implementiert werden soll. Eine Plattform, welche sehr vielfältig einsetzbar ist und generell auch bei den Studenten auf gute Resonanz trifft, ist das Lego Mindstorms Robotersystem, welches auf einem Hitachi H8 Microcontroller basiert (siehe Abb. 1 und 2). Für dieses System gibt es inzwischen eine Vielzahl von Programmierplattformen; wir setzen hier die Programmiersprachen C und Java sowie die Modellierungswerkzeuge Matlab/Simulink und Esterel Studio ein. So werden anhand konkreter Systeme nicht nur die Grundlagen der Echtzeitprogrammierung und des Cross-Developments eingebetteter Systeme vermittelt, sondern auch die modellbasierte, durchgängige Systementwicklung (incl. Grundlagen modellbasierter Code-Synthese) und die synchrone Programmierung reaktiver Systeme vermittelt.

Laufende Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die modellbasierte Entwicklung eingebetteter Echtzeitsysteme. Ein Schwerpunkt dabei ist die Codesynthese, in welcher aus einem funktionalem Modell des System-under-Development (SUD) sowie möglicherweise auch seiner Umgebung automatisch Code für das SUD erzeugt werden soll. So möchte man zum Beispiel aus einem Matlab/Simulink-Modell ein C-Programm erzeugen, welches dann schließlich in Maschinensprache übersetzt wird. Prinzipiell ist die Codesynthese unproblematisch, und wird auch bereits für kommerzielle Werkzeuge unterstützt; jedoch ist der resultierende Code hierbei typischerweise deutlich langsamer und auch größer als ein vergleichbares, handgeschriebenes Programm. Weitere Aspekte sind die Analysierbarkeit in Bezug auf Korrektheit und Ausführungszeit des synthetisierten Codes oder auch die Zertifizierbarkeit, z.B. für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt oder im medizinischen Bereich.

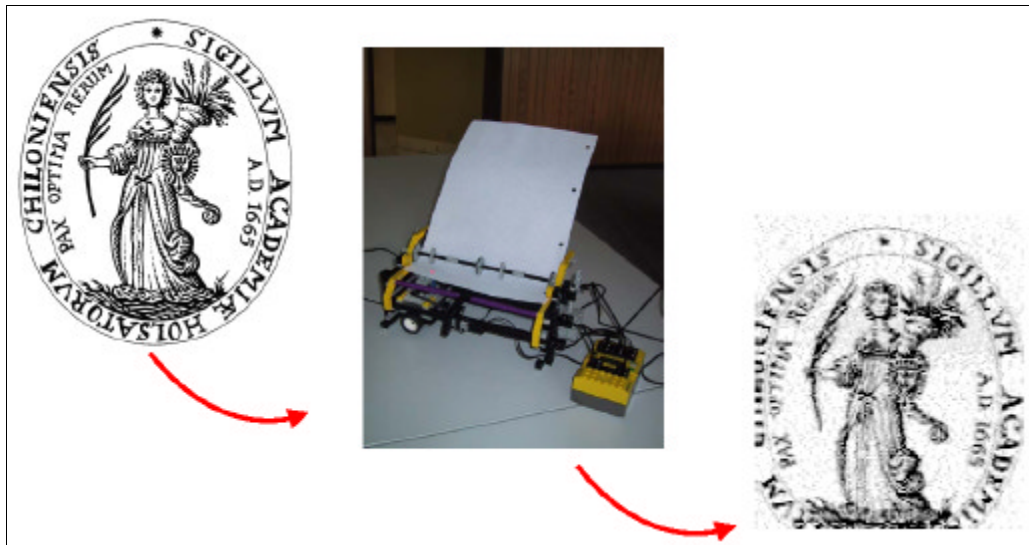


Abb. 1: Dieser Scanner (Auflösung ca. 18dpi) entstand im Rahmen der Übungen zur Vorlesung Echtzeitsysteme. Die Zuordnung der vom Lichtsensor gelieferten Hell-Dunkel-Werte zu den Koordinaten auf dem Papier anhand des zeitlichen Verlaufs stellt ein typisches Echtzeitproblem dar.

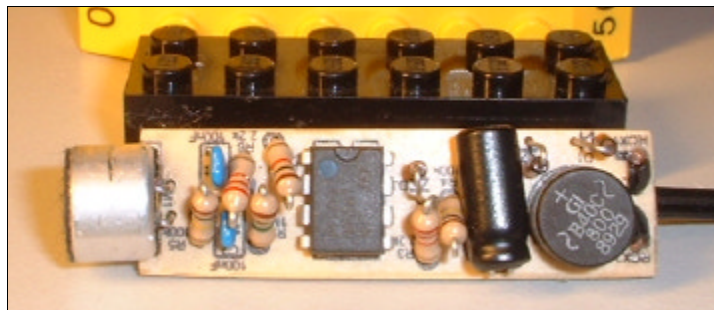


Abb. 2: Eine Schaltung, welche im Rahmen einer Studienarbeit zur Ultraschall/Infrarot-basierten Positionsbestimmung für den Mindstorms RCX entstand (Stephan Höhrmann)

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt, welcher auf die Unterstützung des modellbasierten Entwurfs an sich abzielt, ist die Entwicklung intelligenter Modelleditoren, welche vorgegebene Entwurfsrichtlinien automatisch überprüfen und beim graphischen Layout unterstützen. Im Gegensatz zu den typischerweise textuellen Programmiersprachen sind Modellierungssprachen häufig graphisch; graphische Systemmodelle sind erfahrungsgemäß schnell zu erfassen, aber mit den gängigen Editoren mühsam zu erstellen. Insbesondere wenn Modelle komplexer werden oder bestehende Modelle modifiziert werden sollen ist der Entwickler zunehmend mit reiner Eingabe- und Layout-Tätigkeit beschäftigt, soll der Vorteil der Lesbarkeit nicht gänzlich verloren gehen. Die Definition von gut lesbaren „graphischen Normalformen“ für Systemmodelle und deren automatisierte Umsetzung für gegebene Modelle verspricht hier für die Entwicklung realer, komplexer Systeme einen erheblichen Gewinn an Entwicklungszeit und Qualität.

Personal

Leiter: Prof. Dr. Reinhard von Hanxleden; Sekretariat: Ruth Gerti Rosenfeld

Technisches Personal: Isabella Cembrowski

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. Lukoschus, Jan	1.1.-31.12.02	CAU Modellierung eingebetteter Systeme
Dipl.-Phys. Stengel, Alwin	1.1.-31.12.02	CAU Simulation eines Magnet-Resonanz-Tomographen zur Validierung von MRT-Sequenzen

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2001/2002

Verteilte Echtzeitsysteme, 4(+2) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,

R. v. Hanxleden

Compilerbau für eingebettete Systeme, 2 Std. Seminar/Woche

R. v. Hanxleden

Entwurf eingebetteter Echtzeitsysteme, 4 Std. Praktikum/Woche

J. Lukoschus (+ M. Steffen (Lehrstuhl für Softwaretechnologie))

Sommer 2002

Programmierung von Echtzeitsystemen, 4(+2) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,

R. v. Hanxleden (+ A. Stengel)

Synchrone Sprachen und Modellierungswerkzeuge, 4(+2) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,

R. v. Hanxleden + W.-P. de Roever (Lehrstuhl für Softwaretechnologie) (+ J. Lukoschus, M. Steffen (Lehrstuhl für Softwaretechnologie))

Modelleisenbahnpraktikum, 4 Std. Praktikum/Woche

J. Lukoschus (+ A. Stengel)

Programmiersprachen für eingebettete Systeme und Echtzeitsysteme, 2 Std. Seminar/Woche,

R. v. Hanxleden, M. Hanus, K. Höppner (Lehrstuhl für Programmiersprachen und Übersetzerkonstruktion)

Winter 2002/2003

Informatik für Ingenieure I mit Rechnerübungen, 4(+2) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche

R. v. Hanxleden (+ J. Lukoschus + A. Stengel)

Echtzeitsysteme I, 4(+2) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche

R. v. Hanxleden (+ A. Stengel)

Analyse von Programmausführungszeiten, 2 Std. Seminar/Woche

R. v. Hanxleden

Entwurf eingebetteter Echtzeitsysteme, 4 Std. Praktikum/Woche

J. Lukoschus + (M. Steffen (Lehrstuhl für Softwaretechnologie))

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche

R. v. Hanxleden

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Zusammenarbeit mit der Charité Berlin, Campus Virchow Klinikum, Institut für Radiologie (Prof.

Felix/Dr. Venz), zum Thema Magnetresonanz-Tomographie

Konsultationen mit der Philips Medical Systems GmbH, Hamburg

Präsentationen

R. v. Hanxleden, *Eingebettete Systeme – Risiken, Nebenwirkungen, und Hoffnungsschimmer*, sd&m
Workshop zu Embedded Systems/.net und WebServices, Bitburg, 6.9.2002

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Exkursion zur Airbus Deutschland GmbH, Hamburg (15.2.2002, siehe Abb. 3)

Exkursion zur Philips Medical Systems GmbH, Hamburg (11.7.2002)

Tätigkeit als Vertrauensdozent für das DaimlerChrysler Stipendiatenprogramm (2002:
Neuaufnahme von zwei Stipendiaten der CAU)



Abb 3: Auf dem Airbus-Werksgelände in Hamburg/Finkenwerder