

Lehrstuhl/Professur für Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme

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.

Ergebnisse

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. Eine für die modellbasierte Entwicklung von Echtzeitsystemen besonders geeignete Basis sind synchrone Sprachen, wie zum Beispiel Esterel, welche eine gesonderte Betrachtung des reaktiven Verhaltens und des zeitlichen Verhaltens erlauben. Eine Problematik, welche am Lehrstuhl untersucht wird, ist die Synthese von Code für synchrone Programme, in welchen zyklische Abhängigkeiten bestehen. Hierfür wurde ein Ansatz entwickelt, um solche zyklischen Programme in semantisch äquivalente, azyklische Programme zu übersetzen [Lukoschus-vonHanxleden03]. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Entwurf zeitgesteuerter, verteilter Architekturen, basierend auf dem synchronen Paradigma; dies wird am Lehrstuhl auch in Zusammenarbeit mit EADS Airbus und im Rahmen des in 2004 beginnenden Projektes DECOS (Dependable Embedded Components and Systems) des sechsten EU-Rahmenprogramms untersucht.

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

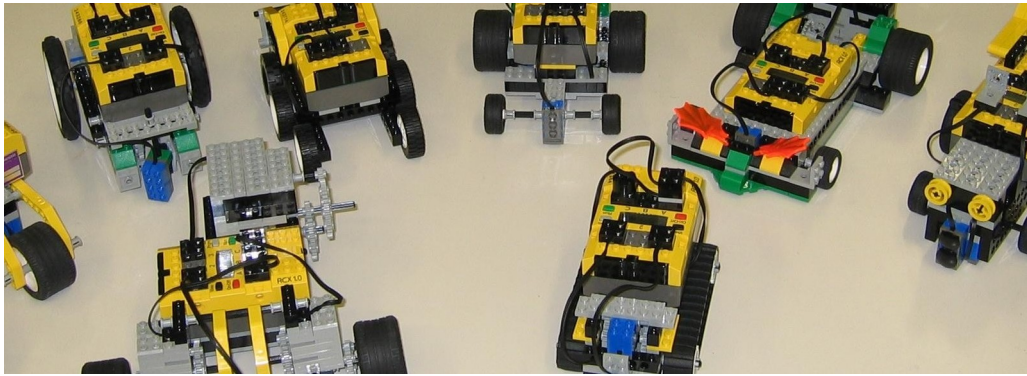


Abb. 1: Lego-Mindstorms-Roboter, welche im Rahmen vorlesungsbegleitender Übungen entstanden sind

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. Am Lehrstuhl werden hierfür entsprechende Verfahren entwickelt, und mit Hilfe des Simulationswerkzeuges KIEL (Kiel Integrated Environment for Layout) validiert, welches durch Layoutautomatisierung und weitere Anpassungsmöglichkeiten den modellbasierten Entwurf komplexer Systeme unterstützt.

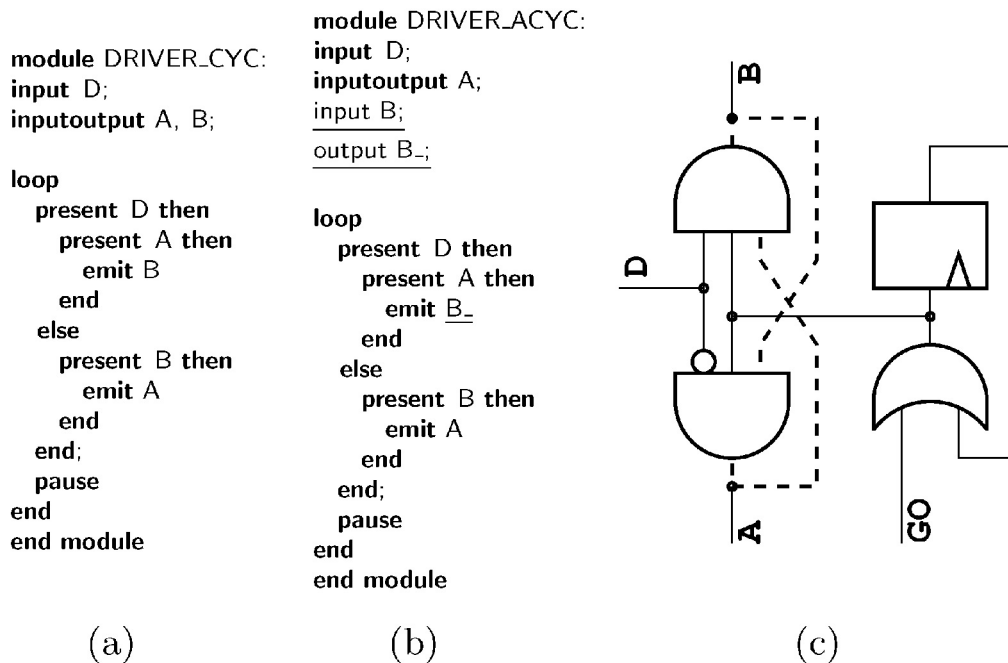


Abb. 2: Beispielhafte Transformation eines zyklischen Esterel-Programms

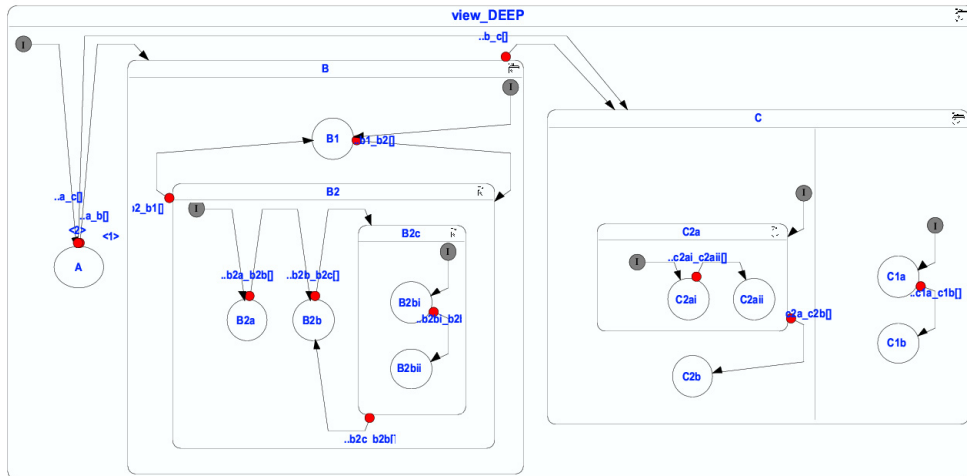


Abb. 3: Vom Werkzeug KIEL erstelltes Statechart-Diagramm zur Verhaltensvisualisierung

Personal

Leiter: Prof. Dr. R. von Hanxleden; Sekretariat: R. G. Rosenfeld

Technisches Personal: Dipl.-Phys. I. Cembrowski

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. J. Lukoschus 01.01.-31.12.2003 CAU
 Modellierung eingebetteter Systeme

S. Prochnow 01.08.-31.12.2003 CAU
 Visualisierung komplexer reaktiver Systeme

Dipl.-Phys. A. Stengel 01.01.-31.12.2003 CAU
 Simulation eines Magnet-Resonanz-Tomographen zur Validierung von MRT-Sequenzen

Vorlesungen, Seminare und Praktika

Winter 2002/2003

Echtzeitsysteme I, 4 (+2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
 R. von Hanxleden (+ A. Stengel)

Analyse von Programmausführungszeiten, 2 Std. Seminar/Woche,
 R. von Hanxleden

Entwurf eingebetteter Echtzeitsysteme, 4 Std. Praktikum/Woche,
 J. Lukoschus (+ M. Steffen)

Diplomandenseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
 R. von Hanxleden

Sommer 2003

Echtzeitsysteme II, 4 (+2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus, A. Stengel)

Oberseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden

Organisation und Architektur von Rechnern, 3 (+2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus, A. Stengel)

Codeanalyse und Optimierung für Echtzeitsysteme, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus, A. Stengel)

Winter 2003/2004

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

Modellbahnpraktikum, 4 Std. Praktikum/Woche,
J. Lukoschus (+ S. Prochnow)

Oberseminar, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden

Modellbasierter Systementwurf, 2 Std. Seminar/Woche,
R. von Hanxleden (+ J. Lukoschus)

Vorkurs Informatik, 2 Std. Vorkurs/Woche,
R. von Hanxleden (+ A. Stengel)

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. von Hanxleden, *Graphical languages for modelling complex systems*, Synchron 2003, Marseille-Luminy, France, 01.-05.12.2003

J. Lukoschus, R. von Hanxleden, *Efficient compilation of Esterel cyclic programs*, Synchron 2003, Marseille-Luminy, France, 01.-05.12.2003

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Exkursion zu Vossloh Systemtechnik in Kiel Wellsee (11.02.03)

Exkursion zu Vossloh Locomotives in Kiel Friedrichsort (15.07.03)

Kolloquium anlässlich der Verleihung zur Ehrendoktorwürde an Leslie Lamport (10.07.2003)

R. von Hanxleden:

Tätigkeit als Vertrauensdozent für das DaimlerChrysler Stipendiatenprogramm (2003: Neuaufnahme eines Stipendiaten der CAU)

Programm Komitee 22nd Symposium on Reliable Distributed Systems, International Workshop on Dependable Embedded Systems (SRDS 2003)

Programm Komitee Telecommunications and Mobile Computing, Workshop on 'Wearable Computing' (TCMC2003)

Reviewer für The International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN 2004)