

5 Lehrstuhl für Informatik 2 (Programmiersysteme)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen

Tel.: +49 9131 85 27621

Fax: +49 9131 85 28809

E-Mail: info@i2.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Honorarprofessoren:

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips

Emeritus:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider

Sekretariat:

Agnes Brütting

Waltraud Rück

Wiss. Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult., ab 01.04.2006

Dr.-Ing. Ingrid Fischer, bis 31.03.2006

Christian Götz, ab 08.01.2007

Dipl.-Inf. Philipp Janda, ab 15.06.2007

Ulrich Kiesmüller, ab 01.08.2006

Dipl.-Inf. Michael Klemm

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Dipl.-Inf. Thorsten Meinl, bis 28.02.2006

Dipl.-Inf. Dominic Schell

Kirsten Schlüter, ab 20.02.2006

Ronald Veldema, Ph.D.

Dipl.-Inf. Tobias Werth, ab 01.03.2007

Bernard Wiesner, ab 20.03.2006

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Dipl.-Inf. Marc Wörlein, ab 01.05.2006

Gäste/Stipendiaten:

Dipl.-Inf. Johannes Drexler, ab 01.11.2007

Dipl.-Ing.(FH) Thorsten Edelhäußer

Franz Forman

Dr.-Ing. Bernd Hardung, bis 03.11.2006

Dr.-Ing. Martin Jung, vom 01.03.2006 – 02.02.2007

Dr. Klaus Kreisel

Dipl.-Inf. Szilvia Zvada

Externes Lehrpersonal:

Samir Al-Hilank

Dr.-Ing. Klaudia Dussa-Zieger

Dr. Georg Heidenreich

Dr. Ralph Kummetz

Dr.-Ing. Jörg Nilson

Dr. Karsten Schmidt

Techniker/Administratoren:

Helmut Allendorf

Manfred Uebler

Im Jahr 2006 hat der Lehrstuhl Informatik 2 (Programmiersysteme) ein weiteres thematisches Standbein hinzugewonnen. Zu dem Stammwissenschaftlerteam, das sich mit **Programmiersystemen** beschäftigt, und der **Didaktik der Informatik**, die in einem eigenen Abschnitt gesondert dargestellt ist, gehört nun die von zwei Honorar-Professoren geführte Arbeitsgruppe **Praktisches Software Engineering** zum Portfolio des Lehrstuhls.

5.1 Forschungsschwerpunkte

Im Mittelpunkt der **Programmiersystemforschung** des Lehrstuhls stehen parallele und verteilte Systeme und deren Programmierung sowie Programmiersysteme für eingebettete und mobile Systeme. Software (und deren Erstellung) für solche Systeme sollte nicht komplexer, aber genauso portabel, wartbar und robust sein, wie heute für Einprozessorsysteme und Arbeitsplatzrechner. Langfristiges Ziel ist es, den Anwendungen die verfügbare Rechen- und Kommunikationsleistung möglichst ungebremst zur Verfügung zu stellen bzw. aus sehr begrenzten Systemen ein Maximum an Möglichkeiten herauszuholen. Im Bereich der **eingebetteten Systeme** wurde im Jahr 2006 vor allem an der Minimierung des Speicherbedarfs durch clevere Optimierungen bei der Übersetzung gearbeitet. Im Bereich des **Cluster-Computings** arbeiten wir weiterhin daran, die Programmierbarkeit solcher Systeme zu verbessern. Dabei beschäftigten wir uns nicht nur mit einzelnen, homogenen Rechnerbündeln sondern auch mit aus heterogenen Einheiten zusammengesetzten Grids.

Unter der Regie der Honorar-Professoren Dr. Bernd Hindel und Dr. Detlef Kips, die als Geschäftsführer zweier mittelständischer Software-Beratungsunternehmen über langjährige Praxiserfahrung in industriellen Software-Entwicklungsprojekten verfügen, beschäftigt sich die neue Arbeitsgruppe **Praktisches Software Engineering** mit wissenschaftlich fundierten Methoden zur standardisierten ingenieurmäßigen Erstellung komplexer Softwaresysteme auf Grundlage wohldefinierter Prozesse. Im Vordergrund

stehen dabei insbesondere die systematische Beschreibung, Modellierung und Bewertung von Software-Entwicklungsprozessen sowie deren werkzeuggestützte Anwendung in realistischen Entwicklungsprojekten. Die Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe konzentrieren sich darauf, geeignete Metamodelle, Notationen und Bewertungsmethoden für realistische Entwicklungsprozesse zu untersuchen und deren Praktikabilität im konkreten Projekteinsatz auf den Prüfstand zu stellen.

5.2 Forschungsprojekte

5.2.1 Reparallelisierung und Migration von OpenMP-Applikationen

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Michael Klemm

Laufzeit: 1.1.2006–31.12.2008

Kontakt:

Dipl.-Inf. Michael Klemm

Tel.: +49 9131 85-28995

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: klemm@informatik.uni-erlangen.de

Obwohl Grid Computing neue Möglichkeiten zum wissenschaftlichen Rechnen bereitstellt, bleiben die Grenzen zwischen den teilnehmenden Rechnerbündeln stets sichtbar. Neben dem Problem der Heterogenität der Systeme wird ein Benutzer zusätzlich mit dem Scheduler des Rechnerbündels konfrontiert. Der Scheduler zeichnet dafür verantwortlich, dass Rechenressourcen einer Applikation zugewiesen werden. Im Regelfall bevorzugt ein Scheduler kurzlaufende Applikationen gegenüber Langläufern. Weiterhin werden Applikationen mit wenig CPU-Bedarf gegenüber solchen mit hoher Anzahl von CPUs bevorzugt behandelt. Kurze Jobs mit wenig CPUs erhöhen in der Regel die Auslastung des Rechnerbündels, während Langläufer mit viel CPU-Bedarf unproduktive Reservierungslöcher verursachen. Aus Fairnessgründen gegenüber wartenden Benutzern werden Applikation bei Überschreitung der reservierten Zeit terminiert. Dies führt zum Verlust der bisherigen Rechenarbeit.

Die geforderte Laufzeitschätzung ist jedoch nicht trivial machbar. Die Laufzeit einer Applikation hängt in hohem Maße von Eingabedaten sowie von der Rechenumgebung ab (bspw. von der Last auf dem Netzwerk, die wiederum von der Gesamtlast auf dem Rechnerbündel abhängt). Dem Benutzer bieten sich zwei "Optionen" an. Einerseits kann eine übermäßig lange Reservierungsdauer gewählt werden, was mit einer längeren Wartezeit in der Warteschlange erkaufte wird. Üblicherweise wird die geschätzte Laufzeit

verdoppelt, um einer vorzeitigen Terminierung vorzubeugen. Andererseits kann eine Applikation in kleinere, unabhängige Phasen zerlegt werden. Die Hoffnung ist, dass diese kleineren Phasen in besser vorhersagbaren Zeitschranken ablaufen können.

Reparallelisierung und Migration stellen nicht nur eine weitere Lösung dar, sie sind vielmehr in der Lage, Grenzen zwischen Rechnerbündeln zu verbergen. Ein Benutzer kann damit eine Applikation auf einem beliebigen Rechnerbündel des Grids mit einer beliebigen CPU-Zahl und Laufzeit starten. Sollte die Applikation Gefahr laufen, die reservierte Zeit zu überschreiten, oder wenn ein besseres Rechnerbündel frei wird, kann die Applikation ihren derzeitigen Zustand sichern und zum anderen Rechnerbündel migrieren. Hierbei kann sie sich völlig transparent an die neue Architektur anpassen und einen geeigneten Parallelitätsgrad wählen.

Das Jahr 2006 wurde genutzt, um die wesentlichen Teilfunktionalitäten dieses Reparallelisierungs- und Migrationssystems zu implementieren und dessen Leistungsfähigkeit zu beurteilen:

- Die Forschungsgruppe hat eine prototypische Spezifikation für OpenMP für Java erarbeitet und im eigenen Java-Übersetzer implementiert. Übersetzerdirektiven erlauben es einem Java-Programmierer, die Parallelisierung einer Applikation durch den Übersetzer halbautomatisch durchführen zu lassen. Der Programmierer gibt hierbei diejenigen Stellen vor, die parallelisiert werden sollen. Der Übersetzer erzeugt daraufhin Code.
- Das bereits im Jahr 2005 entwickelte Sicherungsverfahren für im Rechnerbündel verteilte Applikation wurde dahingehend erweitert, dass plattformunabhängige Sicherungspunkte erstellt werden können. Somit können nicht nur Ausfälle eines Rechnerbündels abgefangen werden, sondern vielmehr auch Applikationen zwischen Rechnerbündeln unterschiedlichster Architektur migriert werden.
- Unter Zuhilfenahme von OpenMP für Java wird es dem Lehrstuhl-eigenen Java-System möglich, den Parallelitätsgrad einer Applikation zur Laufzeit anzupassen. Im Zusammenspiel mit der Migrationstechnik wird es so möglich, flexibel auf Ressourcenänderungen in Rechnerbündeln eines Computational Grids zu reagieren und die Applikation automatisch auf die neuen Gegebenheiten anzupassen.

Im Jahr 2007 wurde dann verstärkt daran gearbeitet, die verschiedenen Teilfunktionen zu einem Gesamtsystem zu verbinden. Hierzu wurde begonnen, ein Java-basiertes Framework zu entwickeln, das Migrationen in einem P2P-Netzwerk unterstützt. Dieses Framework besteht aus den folgenden Teilkomponenten:

- Ein Modul zur Bereitstellung eines P2P-Netzwerkes basierend auf der SmartSockets-Bibliothek des IBIS-Projekts der VU Amsterdam. SmartSockets

ist eine Kommunikationsbibliothek, welche die Kommunikation über Rechnerbündel-Grenzen unterstützt und dabei Hindernisse wie Firewalls und private Netzbereiche überwindet.

- Verschiedene Abfragemodule für die Abfrage der Ablaufpläne der Scheduler von Rechnerbündeln. Da jedes Rechnerbündel einen Scheduler besitzt, muss dieser in regelmäßigen Abständen abgefragt und die momentane Last auf dem System ermittelt werden. Die Informationen über die Belastung der Rechnerbündel wird an zentraler Stelle für die Auswertung gesammelt.
- Zentraler Auktionator zur Entscheidung über Migrationen. Der Auktionator ist die zentrale Anlaufstelle für die ermittelten Lastinformationen der verschiedenen Rechnerbündel. Sobald von einem Rechnerbündel Informationen eintreffen, ermittelt der Auktionator dasjenige Rechnerbündel, das für die weitere Ausführung am besten geeignet scheint. Der Auktionator unterstützt unterschiedliche Heuristiken zur Auswahl; momentan implementiert ist eine gierige Heuristik, welche versucht, die Rechenzeit für die Applikation zu maximieren.
- Applikationsintegrations- und Datentransfermodul. Diese beiden Module stellen die Schnittstelle zur Applikation dar. Das Applikationsintegrationsmodul stellt die Funktionalität des Frameworks in der Applikation zur Verfügung, ohne dabei das gesamte Migrationsframework in die Applikation integrieren zu müssen. Hierzu kommuniziert es über die Java-Netzwerk-API mit dem Framework. Das Datentransfermodul ist für die Übertragung des gesicherten Applikationszustands verantwortlich. Sobald die Applikation ihren Zustand gesichert hat, nimmt es die Daten entgegen und versendet diese an das Zielsystem, das vom Auktionator bestimmt wurde.

Im Rahmen des 21. PARS-Workshops der GI/ITG-Fachgruppe "Parallel-Algorithmen, -Rechnerstrukturen und -Systemsoftware" vom 31.05.2007 bis 01.06.2007 in Hamburg wurde die Arbeit an diesem Projekt mit dem PARS-Nachwuchspreis ausgezeichnet.

5.2.2 Tapir

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Ronald Veldema, Ph.D.

Dipl.-Inf. Michael Klemm

Laufzeit: 1.1.2006–31.12.2010

Kontakt:

Ronald Veldema, Ph.D.
Tel.: +49 9131 85-27622
Fax: +49 9131 85-28809
E-Mail: veldema@informatik.uni-erlangen.de

Tapir ist eine neue (Programmier-)Sprache zur einfacheren Systemprogrammierung.

Unter Systemprogrammierung versteht man die Programmierung von Netzwerkprotokoll-Software, Betriebssystemen, Middleware, DSM-Systemen usw. Solche Programme sind für das Funktionieren eines Systems essentiell, da sie Systemdienstleistungen bereitstellen, die von Applikationen benutzt werden können. Der Betriebssystemkern stellt einer Applikation z. B. eine Ausführungsumgebung bereit und abstrahiert hierbei von der konkreten Hardware, sodass die Applikation eine rechnerunabhängige Schnittstelle nutzen kann. Ein DSM-System simuliert in einem Rechnerbündel mit verteiltem Speicher einen gemeinsamen Adressraum, damit eine Applikation den gesamten Speicher des Rechnerbündels ohne explizite Kommunikation nutzen kann.

Im Vergleich mit Anwendungssoftware stellt diese Art von Software völlig andere Anforderungen an eine Programmiersprache. Auch unterscheidet sich der angewendete Programmierstil häufig deutlich von Applikationssoftware. Der erzeugte Code muss besonders leistungsfähig sein, da die Leistungsfähigkeit des Systems stark von der Systemsoftware abhängt. Ebenso wirken sich Fehler auf dieser Ebene besonders auf die Zuverlässigkeit der darauf aufbauenden Applikationen aus. Systemsoftware sollte daher (beweisbar) fehlerfrei sein. Diese Anforderungen haben direkte Auswirkungen auf die verwendbaren Programmiersprachen:

- Hochsprachen wie C++, C# und Java verstecken Implementierungsdetails vor dem Programmierer. Der Programmierer benötigt z. B. kein Wissen darüber, wie ein Methodenaufruf konkret durchgeführt wird. Dieses Wissen ist jedoch bei der Entwicklung von Systemsoftware erforderlich.
- Hochsprachen stellen weiterhin Funktionen bereit, die für Systemsoftware in der Regel nicht benötigt werden oder sogar unerwünscht sind. Beispielsweise wird innerhalb eines Betriebssystems explizit keine automatische Speicherbereinigung oder Ausnahmebehandlung verwendet.
- Systemprogramme erfordern kein so hohes Abstraktionsniveau, wie es meist von Hochsprachen gefordert wird. Ebenso verzichtet man bei der Erstellung von Systemsoftware zumeist auf die Benutzung externer Bibliotheken.

Im Berichtszeitraum 2006/2007 wurde an den grundlegenden Spracheigenschaften von Tapir gearbeitet. Obwohl Tapir an existierende Hochsprachen wie C++ und Java angelehnt ist, wurden alle unnötigen Eigenschaften und Funktionen entfernt. Beispielsweise fehlen Tapir Speicherbereinigung, Ausnahmebehandlung und Typwandlungen; Klassen und Objekte können zwar definiert werden, jedoch ist keine Vererbungsbeziehung zwischen Klassen erlaubt. Das mit Tapir spezifizierte Systemprogramm kann mit Model Checking-Techniken bereits während der Entwicklung auf Fehler überprüft werden. Ein prototypischer Übersetzer und ein Verifikationswerkzeug sind implementiert. Parallel zur Entwicklung der Sprache und der zugehörigen Werkzeuge wird Tapir bereits verwendet, um eine Spezifikation für das DSM-Protokoll von Jackal zu erarbeiten und weitere Arten von DSM-Protokollen zu evaluieren. Ein RDMA-basiertes DSM-Protokoll wurde entwickelt, um es in den Tapir-Sprachentwurf einfließen zu lassen. Die semantische Analyse von Tapir-Programmen ist sehr speicherintensiv, da sie auf Model checking beruht. Deshalb war es erforderlich, eine eigene virtuelle Maschine für Java zu konstruieren, die speziell für sehr große Objektmengen ausgelegt ist. Diese neue, LVM genannte virtuelle Maschine zeigt wesentlich bessere Laufzeiteigenschaften als übliche Java-Implementierungen, sobald der verfügbare Hauptspeicher nicht mehr ausreicht und das Auslagern auf den Hintergrundspeicher beginnt.

5.2.3 JavaParty

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Marc Wörlein

Beginn: 1.4.2007

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Tel.: +49 9131 85-27625

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: philippsen@informatik.uni-erlangen.de

JavaParty¹ erlaubt eine einfache Portierung von parallelen Java-Programmen mit mehreren Threads auf eine verteilte Umgebung wie Cluster. Das Standard-Java unterstützt parallele Programme durch Threads und Synchronisationsmechanismen. Während Mehrprozess-Java-Programme auf einen einzelnen Speicheradressbereich beschränkt sind, dehnt JavaParty die Möglichkeiten von Java auf verteilte Systeme aus.

Die normale Art parallele Anwendungen auf eine verteilte Umgebung zu portieren ist

¹URL: <http://svn.ipd.uni-karlsruhe.de/trac/javaparty/wiki/JavaParty>

die Verwendung von Kommunikationsbibliotheken. Java's entfernter Methodenaufruf (RMI) macht die Verwendung expliziter Kommunikationsprotokolle unnötig, aber führt immer noch zu einer erhöhten Programmkomplexität. Der Grund dafür liegt bei den beschränkten Möglichkeiten des RMIs und der benötigten zusätzlichen Funktionalität zu der Erzeugung und dem Zugriff auf entfernte Objekte.

Der Ansatz von JavaParty ist anders. JavaParty-Klassen können direkt als entfernt (remote) deklariert werden. Während normale Java-Klassen auf eine einzelne Virtuelle Maschine von Java beschränkt, sind entfernte Klassen und deren Instanzen in der gesamten verteilten JavaParty-Umgebung sichtbar und erreichbar. Soweit man nur entfernte Klassen betrachtet, kann die JavaParty-Umgebung als eine Virtuelle Maschine angesehen werden, die sich über verschiedene Computer verteilt.

Der Zugriff und die Erzeugung von entfernten Klassen ist syntaktisch nicht von dem regulärer Java-Klassen zu unterscheiden.

Im Berichtszeitraum wurde eine neue Version des JavaParty-Übersetzers implementiert, die mit den in Java 1.5/1.6 neu eingeführten Kontrollstrukturen zurecht kommt. Diese Implementierung beruht auf dem öffentlichen und frei verfügbaren Eclipse-Übersetzer. Dadurch können zukünftige Weiterentwicklungen der Sprache Java und zugehörige Anpassungen des Übersetzers direkt in JavaParty einfließen.

5.2.4 ParSeMiS - die Parallele und Sequenzielle Mining Suite

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Marc Wörlein

Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.

Dipl.-Inf. Tobias Werth

Beginn: 1.5.2006

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Tel.: +49 9131 85-27625

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: philippsen@informatik.uni-erlangen.de

Die Arbeitsgruppe **ParSeMiS (Parallele und Sequenzielle Graph Mining Suite)** beschäftigt sich mit der Suche nach häufigen interessanten Strukturen in Graphdatenbanken; ein Forschungsgebiet, das in den letzten Jahren sehr reges Interesse geweckt hat. Da viele Forschungs- und Wirtschaftsdaten in strukturierter Form erfasst

werden können, bietet sich die Speicherung komplexer Zusammenhänge in Form von allgemeinen oder speziellen Graphen an.

Diese meist unüberschaubaren Datenmengen sind nur schwer mit Hand und Auge zu erfassen, sodass Algorithmen zur Entdeckung interessanter Korrelationen unabdingbar sind. Da deren Entdeckung in Graphen im Allgemeinen aufwändig ist (NP-vollständig), ist die Suche nach parallelen und spezialisierten Algorithmen und Heuristiken notwendig, die den benötigten Rechenzeit- und Speicheranforderungen auch bei immer größer werdenden Datenmengen gewachsen sind.

Das Ziel dieses Projektes ist es, ein effizientes und flexibles Werkzeug zur Suche in beliebigen Graphdaten bereitzustellen, um sowohl die Einbindung in neue Anwendungsgebiete als auch die Entwicklung neuer Suchverfahren zu beschleunigen und zu vereinfachen.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projekts ParMol² wurden 2006/2007 folgende Ziele erreicht:

- Restrukturierung und Neudesign der gewachsenen ParMol-Strukturen zu einer flexiblen Graphbibliothek.
- Ergänzung des objekt-orientierten Graphdesigns zu kompakteren, zur Parallelisierung besser geeigneten Datenstrukturen.
- Überführung und Zerlegung der Algorithmen gSpan und Gaston in die neuen Strukturen und Einbau von Erweiterungen für das aktuelle Anwendungsgebiet "Prozedurale Abstraktion".
- Entwurf und Implementierung eines neuen Algorithmus zur Suche in gerichteten azyklischen Graphen (DAGs) als Spezialisierung für die Prozedurale Abstraktion.
- Implementierung einer angepassten grafischen Anzeige für DAGs.

5.2.5 Übersetzerunterstützte Parallelisierung für Mehrkern-Architekturen

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Tobias Werth

Beginn: 1.3.2007

Kontakt:

²URL: <http://www2.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Projekte/ParMol/>

Dipl.-Inf. Tobias Werth
Tel.: +49 9131 85-28865
Fax: +49 9131 85-28809
E-Mail: werth@informatik.uni-erlangen.de

Die Entwicklung von schnelleren und immer effizienteren Rechnerarchitekturen ist in den letzten Jahren an verschiedene Grenzen gestoßen. Althergebrachte Techniken trugen nicht mehr oder nur noch wenig zur Beschleunigung der Hardware bei. Grundprobleme sind dabei das auseinanderdriftende Verhältnis der Latenzen von Speicher und CPU und die Abwärme bei steigenden Taktfrequenzen.

Als Lösung drängen sich homogene und heterogene Mehrkern-Architekturen auf, die dem Programmierer enorme Leistung zur Verfügung stellen. Durch verringerte Taktfrequenzen tritt ein Großteil der genannten Problematik nicht auf, die hohe Leistung wird durch Vervielfältigung der Ressourcen erreicht. Somit sind zum Beispiel bei niedrigerem Energieverbrauch mehr Rechenoperationen pro Zeiteinheit möglich. Unter Umständen wird mittels Spezialisierung einzelner Komponenten die Rechenleistung weiter erhöht. Durch eine mehrschichtige Speicherhierarchie mit vielen Zwischenspeichern soll zum Beispiel das Problem der Latenz verkleinert werden.

Aus Mehrkern-Architekturen die volle Leistung abzurufen stellt sich als große Schwierigkeit für den Programmierer heraus. Die hohe Rechenkapazität kann er nur dann erreichen, wenn er Expertenwissen sowohl in der Domäne der Anwendung, als auch für die konkrete Architektur besitzt.

Gegenstand der Forschung sind dabei unter anderem die folgenden Fragestellungen: Welche Unterstützung kann der Übersetzer dem Programmierer beim Entwickeln von Anwendungen für verschiedene Mehrkern-Architekturen bieten? Wie viel Kontextwissen ist notwendig, damit der Übersetzer sinnvolle Entscheidungen bei der Parallelisierung auf die einzelnen Kerne trifft? Welchen Anteil der zur Verfügung stehenden Rechenkapazität kann der Programmierer mit vertretbarem Aufwand erreichen, ohne Detailwissen über die Eigenheiten der einzelnen Architekturen besitzen zu müssen? Wie müssen geeignete Werkzeuge zum Auffinden von Fehlern und Flaschenhälsen in der Anwendung auf Mehrkern-Architekturen aussehen?

Ziel dieses neuen Projektes ist es, diese Fragen anhand einer eingeschränkten Anwendungsdomäne zu beantworten und mögliche Lösungswege aufzuzeigen. Als Domäne wird das Lattice-Boltzmann-Verfahren herangezogen, das vor allem in der Strömungssimulation angewendet wird. Durch seine Gitterstruktur und eine überschaubare Anzahl an Datenabhängigkeiten zwischen den einzelnen Zellen lässt sich das Verfahren relativ einfach parallelisieren, sodass sich die Forschung auf die oben genannten Fragestellungen konzentrieren kann.

5.2.6 PARES - Optimierung für eingebettete Systeme

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Dominic Schell

Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.

Dipl.-Inf. Marc Wörlein

Dipl.-Inf. Tobias Werth

Beginn: 1.2.2003

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Tel.: +49 9131 85-27625

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: philippsen@informatik.uni-erlangen.de

Als besonders dringend erscheint uns gegenwärtig die Verbesserung der Programmierwerkzeuge für eingebettete Systeme. Solche Systeme werden heutzutage zu oft noch sehr maschinennah programmiert. Das inzwischen bei der Programmierung von Arbeitsplatzrechnern übliche Abstraktions- und Komfortniveau (Objektorientierung, automatische Speicherbereinigung, Ausnahmebehandlung, Parallelität, Aspektorientierung, Komponenten, ...) scheint im Bereich der eingebetteten Systeme noch in weiter Ferne, wodurch Portabilität, Robustheit und Wartbarkeit der erstellten Software erheblich beeinträchtigt wird. Dies ist ein erhebliches volkswirtschaftliches Problem, das gerade auch deshalb bedeutsam ist, weil Europa auf diesem Feld nicht von Amerika dominiert wird. Fernziel muss es daher sein, das Abstraktionsniveau bei der Programmierung eingebetteter Systeme schrittweise zu erhöhen, indem Optimierungstechniken entwickelt werden, die trotz des erhöhten Abstraktionsniveaus "kleinen" Code garantieren.

Neben der offensichtlichen Frage, wie die bekannten Optimierungstechniken auf die Code-Größe wirken, drängen sich neue Einzelfragen auf. Während der RAM-Bedarf einer Applikation auf Desktop-Rechnern kaum eine Rolle spielt, ist dieser für eingebettete Systeme oft essentiell. Objektorientierter - vor allem bibliotheksbasierter - Code bietet ein erhebliches, bislang ungenutztes Potential für prozedurale Abstraktion zur Code-Verkleinerung. Auf Architekturen ohne MMU muss neu über das Laden von Code nachgedacht werden. Programmpfadanalysen zur Separierung wichtiger und unwichtiger Grundblocksequenzen werden eine wachsende Bedeutung erlangen. Neben der Code-Größe kommt auch dem Aspekt der Energie-Effizienz eine wachsende Bedeutung als Zielgröße der Code-Optimierung zu. Hier muss der Übersetzer, ggf. im Zusammenspiel mit dem Betriebssystem, optimieren bzw. auf die Hardware-Parameter einwirken.

ken. Die Behandlung der nicht-uniformen Speicherzugriffshierarchie, die in verteilten Systemen neben Registern, Cache und Hauptspeicher um eine weitere Leistungsebene vertieft ist, stellt auch bei eingebetteten Systemen eine Herausforderung dar, da z. B. Flash-Speicher zu berücksichtigen sind. Können eingebettete Systeme (ebenso verteilte Systeme) - der Tradition von Desktop-Prozessoren folgend - auch weiterhin mit der Illusion eines transparenten Zugriffs programmiert werden? Kann man durch statische Analyse Informationen über bestehende Lokalitätsbeziehungen zwischen Daten extrahieren? Welche Optimierungen sind dann möglich? Profitieren statische Analyse und Laufzeitmechanismen von einander? Wie können durch Programmanalyse Pre-Fetch- und Post-Store-Kommandos im generierten Code erzeugt werden, durch die Cache-Effekte überdeckt, Wartezeiten vermieden oder Energie gespart werden?

Die Forschungsarbeiten lagen 2006/2007 schwerpunktmäßig bei den folgenden beiden Teilgebieten:

Dynamisches Laden von Code:

Wie bereits erwähnt, steht auf eingebetteten Systemen nur wenig RAM zur Verfügung. Es muss allerdings genug RAM verfügbar sein, um sowohl die Programmdateien als auch den Code zu halten. Die gegenwärtig verfolgte Idee beruht darauf, dass nicht der gesamte Programmcode einer Anwendung komplett im Arbeitsspeicher liegen muss, um das Programm auszuführen. Das Laden des benötigten Codes wird normalerweise vom Betriebssystem übernommen, welches mittels virtuellem Speicher den Programmcode seitenbasiert in den Speicher lädt bzw. wieder verdrängt. Die Seitengröße liegt dabei meist im Bereich mehrerer Kilobytes und die Seiten enthalten mehr als nur den minimal benötigten Code. Eingebettete Systeme besitzen oft keine Einheit zur Verwaltung von virtuellem Speicher (MMU) oder sie müssen ganz ohne ein Betriebssystem auskommen. Die am Lehrstuhl entwickelte automatische Speicherverwaltung für Programmcode lädt den Code nicht seitenweise in den Speicher, sondern es werden nur Code-Fragmente (Basisblöcke) geladen, die garantiert vollständig zur Ausführung kommen. Wenn es zu einem Speicherengpass kommt, wird nicht mehr benötigter Code automatisch erkannt und aus dem Speicher entfernt. Die Untersuchung der dazu notwendigen Speicherbereinigerungsverfahren für Code sind bereits abgeschlossen.

Im Jahr 2007 wurde der ursprünglich für die Intel IA-32-Architektur implementierte Prototyp auf die ARM-Architektur portiert. Zum einen soll das Konzept damit auf einer weiteren Architektur für eingebettete Systeme untersucht werden, zum anderen wollten wir die Forschung auf einen besonderen Aspekt dieser Architekturen ausbreiten, nämlich den so genannten Scratch-Pad-Memory (SPM) - schneller, im Prozessor integrierter Speicher. Da keine aufwändige Cache-Steuerlogik notwendig ist, können durch den SPM kleinere Chips mit geringerem Energiebedarf realisiert werden. Allerdings muss die auszuführende Anwendung den SPM selbst mit Daten, bzw. in unserem Fall mit Programmcode, gefüllt werden, was jedoch ideal zu unserem Konzept

passt. Es ist zu vermuten, dass unser dynamischer Ansatz den bisherigen statischen Ansätzen überlegen ist, denn obwohl wir den SPM noch nicht einsetzen, beträgt der Laufzeitbedarf für Benchmark-Programme schon jetzt nur ca. 1 % mehr als bei nativer Ausführung, wobei sogar ca. 80 % an Speicherbedarf gespart werden kann.

Graphbasierte prozedurale Abstraktion:

Eine gängige Methode zur Code-Größenverkleinerung ist die prozedurale Abstraktion (PA): gleiche Code-Abschnitte im Programm werden gesucht und daraus eine einzige neue Prozedur erzeugt. Die Code-Abschnitte werden durch Aufrufe der neu erzeugten Prozedur ersetzt, wodurch die Redundanz innerhalb eines Programms und somit seine Größe reduziert wird. Redundanz entsteht durch die Art und Weise, wie Übersetzer Code generieren (z. B. durch Schablonen). Die bisherigen PA-Ansätze betrachten das Programm als Folge von Instruktionen und suchen nach exakt gleichen Teilfolgen. Sind allerdings Instruktionen innerhalb einer Teilfolge vertauscht, wird sie nicht als weitere Instanz der gesuchten Folge erkannt. Somit fallen potentielle Code-Fragmente für die PA aus der Analyse heraus und das Ergebnis wird suboptimal. Der am Lehrstuhl untersuchte Ansatz löst dieses Problem indem die Instruktionen eines Grundblocks statt in einer Folge in einen Datenflussgraphen (DFG) umgesetzt werden. Ein Graph-Mining-Werkzeug sucht in den DFGs nach gemeinsamen Fragmenten in ARM Assembler-Code, der auf eingebetteten Systemen weit verbreitet ist. In Kooperation mit dem Projekt ParSeMiS, das sich mit der Optimierung von Graph-Minern befasst, werden auch die für PA spezifischen Probleme beim Graph-Mining angegangen. Im Berichtszeitraum wurden vor allem die Analysen zur korrekten Rekonstruktion des Datenflussgraphen vorangetrieben. Eine möglichst genaue Rekonstruktion erhöht das Einsparungspotential im Vergleich zu den herkömmlichen sequentiellen Verfahren. Des Weiteren wurden verschiedene Auslagerungsmethoden implementiert. Diese dienen dazu, die von ParSeMiS als häufig eingestuft Code-Fragmente herauszuziehen und damit das Programm zu verkleinern. Die entwickelten Auslagerungsmethoden zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie möglichst kosteneffizient semantisch gleiche Fragmente vereinheitlichen.

5.2.7 Entwicklung und Anwendung von heuristischen Optimierungsverfahren

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Beteiligte:

Fühner, Tim

Dürr, Christoph

Péter Kálmán

Levente Bodrossy

Beginn: 1.1.1999

Förderer:

Deutscher Akademischer Austauschdienst

Mitwirkende Institutionen:

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány

Fraunhofer Institute Integrierte Schaltungen

Division of Biogenetics and Natural Resources ARC Seibersdorf research GmbH

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB)

Auch in den Jahren 2006 und 2007 gelang es uns erneut, heuristische Optimierungsalgorithmen im Rahmen von Kooperationsprojekten für die Lösung konkreter Anwendungsprobleme einzusetzen.

Symbolbasierte Linearisierung von Satellitenkanälen:

Ein wichtiger Aspekt bei der drahtlosen Datenübertragung ist die größtmögliche Reduzierung der Übertragungsfehler. Bei der Übertragung von digitalen Daten über einen Satellitenkanal wird das versendete Signal auf verschiedene Weise gestört. Im Rahmen der Kooperation wurden zwei unterschiedliche Aspekte dieser Störungen betrachtet und Verfahren zu deren Reduzierung beschrieben. Der erste Aspekt ist die nichtlineare Verzerrung der Amplitude und die Phase des Signals. Der zweite ist eine Verzerrung des momentanen Signals abhängig von den in einem gewissen Zeitraum vorher übertragenen Daten. Im Zusammenhang damit spricht man auch vom Gedächtnis des Kanals.

Zur Beseitigung dieser Effekte gibt es verschiedene Ansätze. Man kann unterscheiden zwischen einer Vorverzerrung des zu sendenden Signals vor der Übertragung und einer Nachbearbeitung des empfangenen Signals.

Der Schwerpunkt der Zusammenarbeit lag in der Entwicklung und der Implementierung von Verfahren zur symbolbasierten, und damit digitalen Vorverzerrung von Daten bei der Übertragung durch Satellitenkanäle. Zwei Methoden zur Linearisierung von Satellitenkanälen wurden beschrieben und analysiert. Im Gegensatz zu klassischen, analogen Verfahren wurden hier symbolbasierte Verfahren zur Vorverzerrung der zu übertragenden Daten verwendet. Als Repräsentation der Vorverzerrungsfunktion wurden bei einem Verfahren Baumstrukturen eingesetzt, beim anderen Polynome. Bei der Optimierung der Baumstrukturen wurden von evolutionären Algorithmen bekannte Ideen angewandt. Die Polynome wurden mit einem Partikelschwarmalgorithmus optimiert. Es stellte sich heraus, dass das auf Bäumen basierende Verfahren schnell gute Ergebnisse liefert, allerdings einen sehr hohen Speicheraufwand hat. Die Optimierung der Polynome benötigt einige Zeit zum Erreichen ähnlicher Ergebnisse, benötigt jedoch wesentlich weniger Speicher und ist auch weniger aufwändig in der Implementierung. Die Ergebnisse bilden einen soliden Ausgangspunkt zur Entwicklung eines Vorverzerrers

mit einer besseren Übertragungsqualität der Satellitenübertragung.

Kosten sparende Maskenplanung für DNA-Chips:

Außerdem wurde zusammen mit dem Bay Zoltán Forschungsinstitut Szeged an der Anwendung von heuristischen Optimierungsmethoden in der DNA-Chip-Herstellung gearbeitet. DNA-Chips dienen der medizinischen Diagnostik. Sie beschleunigen nicht nur den Nachweis der Anwesenheit von Krankheitserregern enorm, sondern steigern die Präzision der Bestimmung der Krankheitserreger erheblich. Leider sind DNA-Chips noch teuer. Beispielsweise kostet die Herstellung 80 gleichartiger Chips mit 20.000 Sonden nucleotiden heute ca. 40.000 Euro, wobei die Herstellung der so genannten Masken den Löwenanteil ausmacht. Deshalb haben wir uns im Rahmen des Projekts mit der Optimierung des Planungsprozesses für diese Masken beschäftigt, vor allem unter Kostenaspekten. Es gibt bislang keine Lösung zur Vorhersage der thermodynamischen Eigenschaften der Nucleinsäuren. Die Hauptprobleme sind:

- Die Parameter, die in der Berechnung benötigt werden und durch zeitraubende und kostspielige Experimente festgestellt werden, können nur in der flüssigen Phase angewendet werden.
- Der Mangel an mismatch-Parametern.
- Die Parameter hängen stark von den experimentellen Zuständen (z. B. Temperatur, Lösungsmittel etc.) ab.

Wir haben ein theoretisches Modell entwickelt, um den Hybridisationsprozess zwischen DNA/DNA und DNA/RNA zu schätzen und die vorher erwähnten Defekte zu beseitigen. Basierend auf dieser neuen Methode findet die in-silico-Optimierung in situ im Labor statt und verwendet die ermittelten Parameter in der Modellierung der Hybridisation.

Anwendung eines memetischen Algorithmus zur Kalibrierung der Mikrolithographie:

Zahlreiche Modelle sind entwickelt worden, um die physikalischen und chemischen Eigenschaften des optischen mikrolithographischen Prozesses zu beschreiben. Viele dieser Modelle sind von Parametern abhängig, die gegen experimentelle Daten kalibriert werden müssen. Mithilfe einer auf einem genetischen Algorithmus (GA) basierenden Optimierung kann zwar eine ausreichend gute Parametereinstellung gefunden werden. Allerdings erfordern die langen Berechnungszeiten und die Notwendigkeit einer Reproduzierbarkeit der Ergebnisse weitere Verfahrensverbesserungen. Erste Ergebnisse zeigen, dass durch Einsatz memetischer Algorithmen (MA) zur Kalibrierung der Photoresistparameter sich sowohl das Konvergenzverhalten als auch die Reproduzierbarkeit steigern lassen.

5.2.8 Adaptive Antennen

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Hans Holm Frühauf

Beginn: 1.1.2006

Mitwirkende Institutionen:

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Im Rahmen des mit dem Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) in Kooperation laufenden Projekts Adaptive Antennen wird derzeit an einem Demonstrationssystem für intelligente Antennen geforscht. Diese adaptiven Antennen sind in der Lage ihr Antennenrichtdiagramm automatisch in Richtung der besten Empfangsqualität anzupassen. Dies bedeutet, dass die Richtcharakteristik der Antenne derart geformt wird, dass die Hauptkeulen in Richtung der gewünschten Teilnehmer zeigen, diese also bestmöglichen Empfang haben, während Signale störender Sender möglichst unterdrückt werden.

Um dieses Antennenrichtdiagramm adaptiv auf Veränderungen der Umwelt hin anzupassen, sind eine Reihe von Hardware-Parametern entsprechend einzustellen. Diese Parameter müssen strengen Echtzeit-Bedingungen genügen und haben signifikanten Einfluss auf die Empfangsqualität der mobilen Sendestationen innerhalb der Reichweite der Gruppenantenne.

Einen Ansatz diese Probleme zu umgehen, bietet der Einsatz von adaptiven blinden Beamforming Verfahren, welche ohne Richtungsschätzalgorithmen auskommen. Ziel dieser Arbeit ist ein Verfahren zur Ermittlung einer geeigneten Parameterkonfiguration für eine Antennencharakteristik mittels heuristischen Optimierungsverfahren.

Um die Ergebnisse vergleichen zu können, wurde im Jahr 2007 ein Richtungsschätzungsverfahren entwickelt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Erweitertes Kalman-Filter für die Fusion von DoA- Datenströmen bei der Lokalisierung mittels Richtungsschätzung entwickelt und implementiert. Dabei wurde ein eigenes Kalman-Filter-Konzept für die DoA-Lokalisierung entwickelt, das sich sowohl für zwei-, als auch dreidimensionale Lokalisierung bei beliebiger Anordnung der Antennen eignet. In den Software-Simulationen wurden geeignete Parametrisierungen für das DoA-Kalman-Filter ermittelt. Basierend auf den gewonnenen Ergebnissen wurden bestimmte Simulationsszenarien definiert, um die erwarteten Kalman-Eigenschaften bezüglich Glättung der Schätzwerte, optimale Ausnutzung von Redundanz und Verwertung von Qualitätswerten zu untersuchen, analysieren und bewerten zu können.

5.2.9 Optimierung von FIR-Filterstrukturen

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Szilvia Zvada

Dipl.-Ing. Hans Holm Frühauf

Beginn: 1.1.2006

Kontakt:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Tel.: +49 9131 85-28996

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: kokai@informatik.uni-erlangen.de

Dank der rapiden Verbreitung elektronischer Systeme im Alltag rückten VLSI-Chips (very large scale integration) schnell in den Fokus der Forschung. Das Hauptziel in diesem Bereich ist der Entwurf von kleinen und schnellen Chips bei gleichzeitig niedrigem Energieverbrauch. Der Fortschritt der modernen Chipherstellungstechnologie und die zunehmende Packungsdichte haben es ermöglicht, dass heutige VLSI-Chips einige Millionen Transistoren enthalten. Aus der Sicht eines Chipdesigners bedeutet dieses eine beträchtliche Zahl potenzieller Chipstrukturen bei der Suche nach einem optimalen oder annähernd optimalen Chip. So wird die Automatisierung des Designprozesses in zunehmendem Maße wichtig.

Im Fall digitaler Filter liegt die Aufmerksamkeit vor allem auf dem Design von FIR-Filtern (finite impulse response). Diese Filter werden allgemein verwendet, um digitale Datenströme gemäß einer linearen Funktion umzuwandeln, wie z. B. bei der Linearisierung durch Endverstärker oder bei der Kalibrierung von Audio- oder Videoempfängern. Wenn jedoch die Aufgabe eine nicht-lineare Transformation der Datenströme ist, muss ein manueller und daher zeitraubender Entwurf solcher Filter durchgeführt werden.

Das in diesem Projekt entwickelte evolFIR-System schließt diese Lücke, indem es ein neuartiges Entwurfswerkzeug zur Verfügung stellt, das das Logikdesign der polynomischen FIR-Filter-Strukturen optimieren kann. Ein auf DTGP (derivation tree based genetic programming) basierender evolutionärer Algorithmus bildet den Kern von evolFIR. Die Individuen des evolutionären Prozesses sind spezielle Ableitungsbäume, die mögliche Topologien der Funktionselemente (wie Addierer oder Multiplizierer) und der logischen Primitive (wie Verschiebe- und Verzögerungselemente) darstellen. Die zentralen Aufgaben für den Evolutionsprozess sind:

- Wir müssen sicher stellen, dass die Individuen immer gültig sind, damit sie stets exakt die vorgegebene Übergangsfunktion beschreiben. Mit anderen Worten, wir

müssen verhindern, dass die genetischen Operatoren ein gültiges Individuum in ein ungültiges Individuum umwandeln;

- Die Topologie muss bestimmte hardware-spezifische Anforderungen erfüllen, wie z. B. die begrenzte Anzahl der Eingänge der bestimmten Blockelemente.
- Es muss erkannt werden, welche Teilgraphen die gleiche Funktion beschreiben. Diese sind wiederzuverwenden, um Redundanz zu verringern.

Im Jahr 2007 war der Schwerpunkt unserer Forschung das Verknüpfen des evolFIR-Systems mit dem in der Praxis benutzten Hardware-Synthesis-Prozess. Im Verlauf dieses Eingliederungsprozesses haben wir den Kernalgorithmus des Systems mit neuen Optimierungsparametern erweitert, um mehr Spielraum bei der Optimierung praxisrelevanter Probleme zu gewinnen. Diese Flexibilität war notwendig, um qualitativ bessere Resultate zu erzielen, und da es sehr schwierig ist, die von uns voroptimierte Topologie mit Ergebnissen des Hardware-Synthesis-Prozesses in Relation zu setzen. Der Grund dafür ist, dass unsere besten Ergebnisse während des Synthesis-Prozesses noch von zahlreichen weiteren Aspekten weiteroptimiert werden. Wir experimentierten mit dem Xilinx Core Generator 9.1 auf der FPGA-Plattform Virtex(TM)-II-Pro. Im Falle der MAC-FIR-Architektur (Multiply Accumulate FIR), haben unsere Filter-Strukturen bis zu 50 % weniger Multiplizierer und sind bis zu 19 % schneller als nur mit dem Xilinx Generator erzeugte Strukturen. Die Tests auf einer anderen Architektur – der sogenannte Distributed Arithmetic FIR Architecture (Filter-Strukturen ohne Multiplizierer)– ergeben aber nicht so klare Resultate. Obwohl unseren Filterstrukturen weniger Slices und logische Tabellen beinhalten, benutzen sie mehr Shift-Registers, was möglicherweise der Grund sein kann warum unsere Filter langsamer sind als die Filter, die nur mit dem Xilinx Generator optimiert sind.

5.2.10 Graphen und Graphtransformationen

Projektleitung:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider

Laufzeit: 1.10.2004–30.9.2010

Kontakt:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider

Tel.: +49 9131 85-27620

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: schneider@informatik.uni-erlangen.de

Graphen werden an vielen Stellen als intuitives Hilfsmittel zur Verdeutlichung komplizierter Sachverhalte verwendet. Außerhalb der Informatik trifft dies z. B. auf

die Biologie oder Chemie zu, wo Moleküle grafisch modelliert werden. Innerhalb der Informatik werden Daten- bzw. Kontrollflussdiagramme, Entity-Relationship-Diagramme oder Petri-Netze zur Visualisierung sowohl von Software- als auch von Hardware-Architekturen häufig verwendet. Graphgrammatiken und Graphtransformationen kombinieren Ideen aus den Bereichen Graphentheorie, Algebra, Logik und Kategorientheorie, um Veränderungen an Graphen formal zu beschreiben.

Die zugrunde liegende Theorie ist ein attraktives Hilfsmittel, äußerst unterschiedliche Strukturen in einer einheitlichen Weise zu beschreiben, z. B. die unterschiedlichen Modelle für asynchrone Prozesse: Petri-Netze basieren auf gewöhnlichen markierten Graphen, Statecharts verwenden hierarchische Graphen, die parallele logische Programmierung kann mithilfe so genannter Dschungel graphentheoretisch interpretiert werden, und die Aktorsysteme lassen sich als Graphen darstellen, deren Markierungsalphabet eine Menge von Termgraphen ist.

Im Jahre 2006 wurden neue Ergebnisse auf folgenden Gebieten gefunden:

- Wenn zwei oder mehr Produktionen auf einen Graphen angewandt werden können, kann das Ergebnis von der Reihenfolge der Anwendung abhängen, oder die zweite Produktion ist nicht mehr anwendbar, nachdem die erste angewandt wurde. Die meisten Autoren diskutieren das Kriterium zur Prüfung der Unabhängigkeit unter der strengen Voraussetzung, dass beide Seiten der Produktionen injektiv sind, obwohl der ursprüngliche Beweis nichtinjektive rechte Seiten zuließ. Wie einige Autoren explizit anmerken, genügt die Kategorie der strukturiert markierten Graphen der Unabhängigkeitsbedingung nicht. Wir konnten zeigen, dass eine unwesentliche Einschränkung der Struktur des Alphabets ausreicht, um die Gültigkeit des Unabhängigkeitstheorems für wichtige Anwendungen, wie Termgraphen und Datenbankanwendungen, zu garantieren. Die Ergebnisse wurden im Bulletin of the European Association for Theoretical Computer Science (Feb. 2007) veröffentlicht: <http://www2.informatik.uni-erlangen.de/Personen/schneide/parindep.pdf>
- Mithilfe von Graphtransformationen werden nicht nur allgemeine Graphen generiert und analysiert, auch auf Zeichenketten basierende Sprachen können bearbeitet werden. Insbesondere können kontextfreie Grammatiken zur Hyperkantenersetzung Sprachen behandeln, die in Chomskys Theorie nicht kontextfrei sind. Ein Beweis steht in Abschnitt 3.5 des Lehrbuches über Graphtransformationen: <http://www2.informatik.uni-erlangen.de/Personen/schneide/gtbook/chapter3.pdf>. Dieser Ansatz kann erfolgreich auf die Probleme Diskontinuierlicher Konstituenten und der freien Wortstellung in natürlichen Sprachen angewandt werden. Z. B. haben Aussagesätze im Englischen eine feste Wortstellung (Subjekt, Verb, Objekte, Präpositionalphrasen), während im Ungarischen der Gebrauch

von Wortendungen das Verstehen eines Satzes trotz der vollständig freien Wortordnung sichert. Wir haben eine Notation für Hypergraphproduktionen entwickelt, die es dem Benutzer ermöglicht, die Ordnung der Knoten einzuschränken, und die von HyperEarley, einem Parser für zeichenkettenerzeugende Hypergraphgrammatiken, analysiert werden kann. Die Ergebnisse wurden in den Proceedings of the Third International Conference on Graph Transformations (Natal, Brasilien, Sept. 2006) veröffentlicht: <http://www2.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Publikationen/download/riedl.pdf>

Im Jahre 2007 haben wir uns auf die Implementierungsaspekte konzentriert:

- Der kategorielle Ansatz bei Graphtransformationen ist äußerst generisch: Alle Beweise und Konstruktionen gelten für verschiedene Graphtypen. Nur die grundlegenden Operationen müssen für jede Anwendung detailliert beschrieben werden, die aufgesetzten kategoriellen Eigenschaften sind dann automatisch definiert. Da moderne Programmiersprachen generische Konzepte unterstützen, ist es vielversprechend, den kategoriellen Graphtransformationsansatz in Sprachen wie Java und Haskell zu implementieren. Java benutzt Objektklassen, unterstützt aber nicht wirklich die Mehrfachvererbung, da in Interfaces keine Defaultmethoden erlaubt sind. Andererseits unterstützt Haskell Mehrfachvererbung, aber betrachtet Typklassen. Aus unserer Pilotimplementierung ergeben sich interessante Fragestellungen bezüglich der unterschiedlichen Bedeutung von Generalisierbarkeit. Die Haskell-Version ist bereits verfügbar: <http://www2.informatik.uni-erlangen.de/Personen/schneide/gtbook/appendix-a.pdf>

5.2.11 Zeitplanungsalgorithmen

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Laufzeit: 1.1.2004–31.12.2008

Kontakt:

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Tel.: +49 9131 85-27624

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: wilke@informatik.uni-erlangen.de

Zeitpläne müssen in vielen unterschiedlichen Bereichen erstellt werden, z. B. in der Schulstundenplanung oder der Personaleinsatzplanung. Da es sehr mühsam ist, komplexe Zeitpläne wie Schulstundenpläne per Hand zu erstellen, werden die meisten Zeitpläne computerunterstützt generiert. Dazu wurde am Lehrstuhl in den

vergangenen Jahren eine Software entwickelt, die es ermöglicht, die Planung unter Zuhilfenahme verschiedener Optimierungsalgorithmen durchzuführen. Diese Version der Zeitplanungssoftware wurde aus einer auf genetischen Algorithmen basierenden Version weiterentwickelt, wobei sich zeigte, dass sich einige Erweiterungen wegen der notwendigen Kompatibilität zur Grundversion nicht optimal implementieren ließen.

Im Jahr 2005 wurde daher ein komplett neuer Entwurf in Java implementiert. Die neue Version der Software hat die Kernkomponenten: Bedienoberfläche, Steuerung, Basis-Algorithmen, Editor für Beschränkungen, Datenbank, erweiterte Algorithmen sowie Ein- und Ausgabe.

Die Basisalgorithmen umfassen genetische Algorithmen, Branch-and-Bound, Simulated Annealing und Tabu Search. Die Datenbank basiert auf SQL-Datenbanken mit Hibernate als Umsetzungsschicht. Die GUI basiert auf der Swing-Bibliothek, der Editor dient zur Eingabe der Ressourcen, Ereignisse und Beschränkungen. Die Steuerung verwendet einen Nachrichtenmechanismus, um die Berechnung auf verteilten Rechnern zu ermöglichen. Zur Qualitätssicherung wurden Testfälle mit JUnit implementiert.

Im Jahr 2006 wurde die Software um eine Protokollierungs- und eine Ein/Ausgabe-Komponente erweitert.

Im Jahr 2007 wurden die Lösungen zu 3 Problemstellungen untersucht: Das Stundenplanproblem für Schulen, eine Schichtplanung für ein Krankenhaus und die Gruppeneinteilung für das "Mädchen und Technik"-Praktikum unserer Fakultät. Zu allen drei Problemen wurden unterschiedliche Algorithmen auf ihre Eignung hin untersucht, insbesondere Tabu Search, Simulated Annealing und Genetische Algorithmen. Weiterhin wurde die Steuerung verteilter Berechnungen verbessert und erweitert, ebenso die Algorithmensammlung und die Bedienoberfläche.

5.2.12 Praktisches Software Engineering

Beteiligte:

Prof. Dr. Michael Philippsen
Dipl.-Inf. Johannes Drexler
Dr.-Ing. Klaudia Dussa-Zieger
Dr. Georg Heidenreich
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Beginn: 1.1.2006

Förderer:

Audi AG
Siemens AG

Daimler Chrysler AG
method park Software AG
BASYS Gesellschaft für Anwender- und Systemsoftware mbH

Unter der Regie der Honorarprofessoren Hindel und Kips, die als Geschäftsführer zweier mittelständischer Software-Beratungsunternehmen über langjährige Praxiserfahrung in industriellen Software-Entwicklungsprojekten verfügen, beschäftigt sich die Arbeitsgruppe "Praktische Softwaretechnik" mit wissenschaftlich fundierten Methoden zur standardisierten ingenieurmäßigen Erstellung komplexer Softwaresysteme auf Grundlage wohldefinierter Prozesse. Im Vordergrund steht dabei insbesondere der Aspekt einer praxisorientierten, integrierten Anwendung dieser Methoden in realistischen Projekten und in großen, arbeitsteiligen Teams. Neben den Kernprozessen der eigentlichen Software-Entwicklung (Anforderungsdefinition, Analyse, Entwurf, Implementierung, Validierung) finden in diesem Zusammenhang auch prozessbegleitende und -unterstützende Aktivitäten (wie beispielsweise Projektmanagement, Konfigurationsmanagement oder Änderungsmanagement) verstärkte Beachtung. Ein weiteres wesentliches Themengebiet ist schließlich die systematische Modellierung, Dokumentation, Bewertung und kontinuierliche Verbesserung der Entwicklungsprozesse an sich. Im Berichtsjahr 2006/2007 konzentrierte sich die Forschungsarbeit der Arbeitsgruppe "Praktische Softwaretechnik" auf die folgenden Themen:

Automatisierte Integration von Software-Komponenten:

Eine reibungslose Wiederverwendung von bewährten Softwarekomponenten in neuen Anwendungssystemen würde viel dazu beitragen, vor dem Hintergrund steigender Anforderungen und sinkender Projektbudgets qualitativ hochwertige Software zu entwickeln. Im Rahmen eines Promotionsprojektes wurden hierzu zunächst Art und Ursache der Probleme untersucht, die sich bei der Wiederverwendung von Softwarekomponenten typischerweise ergeben. Auf dieser Basis wurde eine Beschreibungssprache für Komponenten auf Basis der UML entworfen, die ausreichende Beschreibungsmittel für eine fehlerfreie Integration zur Verfügung stellt. Für entsprechend formulierte Anwendungs- und Komponentenmodelle wurde schließlich ein Generator implementiert, der geeignete Schutzmechanismen gegen die ursprünglich identifizierten Fehlerklassen automatisch erzeugt und diese mit den unveränderten Komponenten zusammen zu fertigen Anwendungssystemen verbindet. Das Promotionsprojekt ist mittlerweile in Form einer Dissertation mit Erfolg abgeschlossen.

Definition und Modellierung von Software-Entwicklungsprozessen:

Für die Erstellung von qualitativ hochwertiger Software ist es notwendig, die Entwicklungsschritte an die Projektgegebenheiten anzupassen. Dies geschieht durch die projektabhängige Definition und Modellierung von Entwicklungsprozessen. Hierzu wurden im vergangenen Jahr mehrere Promotionsprojekte in Zusammenarbeit mit Automobil-

herstellern bzw. -zulieferern gestartet, um die speziellen Anforderungen von Software-Entwicklungsprozessen in der Automobilindustrie für deren Modellierung und Definition zu erforschen. Im Einzelnen wurden Process Patterns für Connected Processes, Process Tailoring und Process Enactment untersucht. Im Rahmen der Betrachtungen wurde klar, dass die heute bekannten (semi-)formalen Ansätze für die Praxis nur bedingt tauglich sind. Ebenso konnte begründet werden, dass die vielen bereits bekannten Arbeiten auf dem Gebiet der Geschäftsprozessdefinition und -modellierung für die Anwendung auf Engineering-Prozesse wie z. B. Software-Entwicklung im Bereich Automobil nicht anwendbar sind, da diese zu wenig Freiheitsgrade bieten bzw. über keine adäquaten Darstellungsmöglichkeiten für dynamische, projektbedingte Prozess-Anpassungen verfügen.

In 2007 wurde im Rahmen einer Diplomarbeit der Ansatz des Powertype-based Meta-modeling für die Meta- und Prozessmodellierung sowie die Ausführung von Prozessen näher untersucht und prototypisch umgesetzt.

Metamodellgestützte Generierung von Werkzeugen zur Steuerung und Überwachung von Software-Entwicklungsprozessen:

Die Beschreibung und Dokumentation von Software-Entwicklungsprozessen, Aktivitäten und Artefakten mit formalen oder semiformalen Notationen (speziell auf Grundlage der UML) ermöglicht zum einen deren zumindest partiell automatisierte Abwicklung und Steuerung mithilfe geeigneter Werkzeuge bzw. Werkzeugverbünde. Zum anderen wird auch die Überwachung der Prozessstreuung sowie die Bewertung und Verbesserung der Prozesse mithilfe zielgerichteter Prozessmetriken wesentlich erleichtert. Ein Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe "Praktische Softwaretechnik" ist deshalb darauf ausgerichtet, mit geeigneten Metamodellierungskonzepten die Grundlage für eine weitgehend automatische Generierung von projekt- und prozessspezifischen Werkzeugumgebungen zur Steuerung, Überwachung und Bewertung der Prozessdurchführung zu schaffen. Um die Praxistauglichkeit des Ansatzes zu gewährleisten, ist insbesondere auch eine weitgehend allgemeingültige Möglichkeit zur Integration existierender, marktgängiger Werkzeuge erforderlich, die zur Bearbeitung spezifischer Teilprozesse eingesetzt werden sollen. Weiterhin ist sicherzustellen, dass auf Prozessausnahmen und Prozessmodifikationen innerhalb eines laufenden Projektes angemessen und flexibel reagiert werden kann. In Zusammenarbeit mit zwei industriellen Kooperationspartnern (Siemens, Audi) wurden bislang die Möglichkeiten und Grenzen UML-basierter Ansätze zur Prozess-Metamodellierung, insbesondere des so genannten SPEM, untersucht. Davon ausgehend wird derzeit versucht, die Praxistauglichkeit der Metamodellsemantik durch spezifische Erweiterungen bzw. Ergänzungen zu verbessern. Eines von mehreren Promotionsprojekten in Planung, die sich mit spezifischen Teilaspekten des Gesamtkonzeptes beschäftigen sollen, hat kürzlich begonnen.

Reifegradmodelle für die Software-Entwicklung:

Im Bereich der Reifegradmodelle konzentrierten sich die Arbeiten auf die Weiterentwicklung und Anwendung der ISO/IEC 15504 (SPiCE). So ist unter Mitwirkung von Prof. Hindel im April 2006 das erste deutschsprachige Buch zu SPiCE erschienen. Im Oktober wurde Prof. Hindel für die nächsten drei Jahre zum Obmann des DIN für Software- und Systems-Engineering-Standards gewählt (DIN NI07) und vertritt somit Deutschland bei der ISO JTC1 SC7. Im Rahmen von drei Diplomarbeiten wurden Entwicklungsprozessverbesserungen nach SPiCE bei Siemens, DaimlerChrysler und in einem mittelständischen Softwarehaus unterstützt.

5.2.13 International Collegiate Programming Contest an der FAU

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Tobias Werth

Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.

Dipl.-Inf. Christian Rieß

Pfeiffer, Gerhard

Dr.-Ing. Ingrid Fischer

Dipl.-Inf. Marc Wörlein

Beginn: 1.11.2002

Kontakt:

Dipl.-Inf. Tobias Werth

Tel.: +49 9131 85-28865

Fax: +49 9131 85-28809

E-Mail: werth@informatik.uni-erlangen.de

Die Association for Computing Machinery (ACM) richtet seit Jahrzehnten den International Collegiate Programming Contest (ICPC) aus. Dabei sollen Teams aus je drei Studenten in fünf Stunden neun bis zehn Programmieraufgaben lösen. Als Erschwernis kommt hinzu, dass nur ein Computer pro Gruppe zur Verfügung steht. Die Aufgaben erfordern solide Kenntnisse von Algorithmen aus allen Gebieten der Informatik und Mathematik, wie z. B. Graphen, Kombinatorik, Zeichenketten, Algebra und Geometrie.

Der ICPC wird jedes Jahr in drei Stufen ausgetragen. Zuerst werden innerhalb der Universitäten in lokalen Ausscheidungen maximal drei Teams bestimmt, die dann zu den regionalen Wettbewerben entsandt werden. Erlangen liegt im Einzugsbereich des Southwestern European Regional Contest (SWERC), an dem u. a. auch Teams aus der Schweiz, Frankreich, Spanien und Portugal teilnehmen. Die Sieger aller regionalen Wettbewerbe der Welt (und einige Zweitplatzierte) erreichen die World Finals, die

im Frühjahr des darauffolgenden Jahres stattfinden.

Im Jahr 2007 fanden zwei lokale Wettbewerbe an der FAU statt. Im Wintersemester wurde ein Mannschaftswettbewerb ausgetragen mit dem Ziel, neue Studierende für die Wettbewerbe zu begeistern. Jedes Team bestand aus maximal drei Studenten. Mehrere Teams der TU München kamen nach Erlangen, um am Wettbewerb teilzunehmen.

Im Sommersemester fand zum wiederholten Mal das Hauptseminar "Hallo Welt! - Programmieren für Fortgeschrittene" statt, um Studierende verschiedener Fachrichtungen in Algorithmen und Wettbewerbs-Aufgaben zu schulen. Der Wettbewerb im Sommersemester diente der Auswahl der studentischen Vertreter der FAU für den SWERC 2007, der in Lissabon stattfand. Insgesamt nahmen 35 Studierende der verschiedensten Fachrichtungen teil. Die besten neun bildeten Dreier-Teams (der Zehntplatzierte wurde als Ersatzmann ausgewählt) und errangen beim südwesteuropäischen Wettbewerb gegen die internationale Konkurrenz die Plätze 4, 17 und 36 von insgesamt 64 teilnehmenden Teams. Das beste Team holte sich somit punktgleich mit den Gewinnern eine Goldmedaille. Das 2007 erstmals stattfindende Trainingslager zeigte somit den gewünschten Erfolg.

5.3 Publikationen

- Danyi, Kornélia ; Kókai, Gabriella ; Csontos, József: A novel Mathematical Model for the Optimization of DNA-Chip Design and its Implementation . In: Rothlauf, F. et al. (Hrsg.) : EuroGP2006 & EvoCOP2006, incorporating EvoWorkshops2006, Budapest, 10.–12.04.2006.. Springer-Verlag (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3907), S. 23-33.
- Bartha, C. ; Spiegelhauer, T. ; Dormeyer, R. ; Fischer, Ingrid: Word Order and Discontinuities in Dependency Grammar . In: Acta Cybernetica 17 (2006), S. 617-632.
- Berthold, Michael R. ; Glen, Robert ; Fischer, Ingrid (Hrsg.): Computational Life Sciences II, 2nd International Symposium on Computational Life Science, Cambridge, UK, 17.–29.09.2006, Springer-Verlag (Lecture Notes in Bioinformatics Bd. 4216).
- Böhner, Martin ; Kókai, Gabriella ; Frühauf, Hans Holm: Dynamic hardware-based optimization for adaptive array antennas . In: Zha, Xuan F. ; Howlett, H.J. (Hrsg.) : Integrated Intelligent Systems for Engineering Design. Amsterdam, The Netherlands : IOS Press, 2006, S. 362-388. - ISBN 1-58603-675-0.
- Dreweke, Alexander: Procedural Abstraction for ARM-Architectures . Erlangen-Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität, Dipl.-Arb., 2006. - 75 Seiten.

- Hardung, Bernd: Optimisation of the Allocation of Functions in Vehicle Networks . Shaker Verlag, 2006. Zugl.: Erlangen, Universität, Diss., 2006. - 186 Seiten. ISBN 978-3-8322-5687-6.
- Hardung, Bernd ; Kollert, Thomas: Optimisation of the Variant Combination of Control Units Considering the Order History . In: Haasis, H.-D. ; Kopfer, H. ; Schönberger, J. (Hrsg.) : Proceedings Operations Research, Bremen, 7.–9.09.2005. Springer-Verlag, S. 361-366. - ISBN 3-540-32537-9.
- Hörmann, Klaus ; Dittmann, Lars ; Hindel, Bernd ; Müller, Markus: SPiCE in der Praxis - Interpretationshilfe für Anwender und Assessoren . 2. Aufl. Heidelberg : dPunkt Verlag, 2006. - 301 Seiten. ISBN 978-3898643412.
- Klemm, Michael ; Veldema, Ronald ; Bezold, Matthias ; Philippsen, Michael: A Proposal for OpenMP for Java . In: Université de Reims (Veranst.) : Proceedings of the International Workshop on OpenMP, Reims, France, 12.-15.06.2006. CD-ROM.
- Klemm, Michael ; Bezold, Matthias ; Veldema, Ronald ; Philippsen, Michael: JaMP: An Implementation of OpenMP for a Java DSM . In: Arenaz, Manuel ; Doallo, Ramón ; Fraguera, Basilio B. ; Touriño, Juan (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Workshop on Compilers for Parallel Computers, A Coruna, Spain, 9.–11.01.2006. S. 242-255.
- Kókai, Gabriella ; Christ, Tonia ; Frühauf, Hans Holm: Using hardware-based particle swarm method for dynamic optimization of adaptive array antennas . In: Keymeulen Didier (Hrsg.) : Proc. First NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems, Istanbul, Turkey, 16.–18.06.2006.
- Meinl, Thorsten ; Wörlein, Marc ; Fischer, Ingrid ; Philippsen, Michael: Mining Molecular Datasets on Symmetric Multiprocessor Systems . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Taipei, Taiwan, 08.–11.10.2006. S. 1269-1274.
- Meinl, Thorsten ; Wörlein, Marc ; Urzova, Olga ; Fischer, Ingrid ; Philippsen, Michael: The ParMol Package for Frequent Subgraph Mining . In: Electronic Communications of the EASST (ISSN: 1863-2122) Volume 1 (2006), Nr. 1, S. 1-12.
- Meinl, Thorsten ; Wörlein, Marc ; Urzova, Olga ; Fischer, Ingrid ; Philippsen, Michael: The ParMol package for frequent subgraph mining . In: Zündorf, Albert ; Varro, Daniel (Hrsg.) : Third International Workshop on Graph Based Tools, Natal, Brasil, 21.–22.09.2006. S. 94-105.

- Riedl, Martin ; Seifert, Sebastian ; Fischer, Ingrid: String Generating Hypergraph Grammars with Word Order Restrictions . In: Corradini, A. ; Ehrig, H. ; Montanari, U. ; Ribeiro, L. ; Rozenberg, G. (Hrsg.) : Graph Transformations - ICGT 2006 (International Conference on Graph Transformations), Natal, Brasil, 17.–23.09.2006. Springer-Verlag, S. 138-152. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 4178).
- Wörlein, Marc ; Dreweke, Alexander ; Meinl, Thorsten ; Fischer, Ingrid ; Philippsen, Michael: Edgar: the Embedding-based Graph Miner . In: Gärtner, Thomas ; Garriga, Gemma C. ; Meinl, Thorsten (Hrsg.) : Proceedings of the International Workshop on Mining and Learning with Graphs, 2006, S. 221-228.
- Wörlein, Marc: Extension and parallelization of a graph-mining-algorithm . Erlangen-Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität, Dipl.-Arb., 2006. - 76 Seiten.
- Förster, Manuel ; Bickel, Bettina ; Hardung Bernd ; Kókai, Gabriella: Self-Adaptive Ant Colony Optimisation Applied to Function Allocation in Vehicle Networks . In: Hod Lipson (Hrsg.) : Proceeding Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-2007), London, UK, 7.–11.07.2007.
- Dreweke, Alexander ; Wörlein, Marc ; Fischer, Ingrid ; Schell, Dominic ; Meinl, Thorsten ; Philippsen, Michael: Graph-Based Procedural Abstraction . In: IEEE Computer Society (Veranst.) : Proc. of the 2007 CGO (The Fifth International Symposium on Code Generation and Optimization), San Jose, USA, 11.–14.03.2007. IEEE Computer Society, S. 259-270. - ISBN 0-7695-2764-7.
- Dürr, Christoph ; Fühner, Tim ; Tollkühn, Bernd ; Erdmann, Andreas ; Kókai, Gabriella: Application of a memetic algorithm to the calibration of micro-lithography . In: Abraham, Ajith ; Grosan, Crina (Hrsg.) : Hybrid Evolutionary Algorithms. Springer-Verlag, 2007.
- Hardung, Bernd ; Kölzow, Thorsten ; Krüger, Andreas: Reuse of Software in Distributed Embedded Automotive Systems . In: Navet, Nicolas ; Simonot-Lion, Françoise (Hrsg.) : Automotive Embedded Systems Handbook. London : Taylor & Francis / CRC Press, 2007. - ISBN 084938026X.
- Hofmann, Matthias ; Klein, Arno ; Kókai, Gabriella: Adaptive Optimierung des Prefetch-Verhaltens bei objektorientierten Multi-Tier Client-Server-Systemen . In: Hinneburg, Alexander ; Klinkenberg, Ralf ; Mierswa, Ingo (Hrsg.) : Workshop-Week: Lernen-Wissen-Adaption (Knowledge Discovery, Data Mining, and Machine Learning), Halle, 24.–26.09.2007.

- Hoyer, Juliane ; Dreweke, Alexander ; Becker, Christian ; Göhring, Ina ; Thiel, Christian ; Peippo, Maarit ; Rauch, Ralf ; Hofbeck, Michael ; Trautmann, Udo ; Zweier, Christiane ; Zenker, Martin ; Hüffmeier, Ulrike ; Kraus, Cornelia ; Ekici, Arif ; Rüschemdorf, Franz ; Nürnberg, Peter ; Reis, André ; Rauch, Anita: Molecular karyotyping in patients with mental retardation using 100 K SNP arrays . In: Journal of Medical Genetics 5 (2007), Nr. 1, S. 1-26.
- Klemm, Michael ; Beyler, Jean Christophe ; Lampert, Ronny T. ; Philippsen, Michael ; Clauss, Philippe: Esodyp+: Prefetching in the Jackal Software DSM . In: Kermarrec, Anne-Marie ; Bougé, Luc ; Priol, Thierry (Hrsg.) : Proceedings of the Euro-Par 2007 Conference, Rennes, France 29.–31.08.2007. Springer-Verlag, S. 563-573. - ISBN 978-3-540-74465-8.
- Klemm, Michael ; Bezold, Matthias ; Veldema, Ronald ; Philippsen, Michael: JaMP: An Implementation of OpenMP for a Java DSM . In: Concurrency and Computation: Practice and Experience 18 (2007), Nr. 19, S. 2333-2352.
- Klemm, Michael ; Philippsen, Michael: Reparallelisierung und Migration von OpenMP-Applikationen . In: Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.) : 21. Workshop Parallel-Algorithmen und Rechnerstrukturen (PARS), Hamburg, 31.05.–01.06.2007. S. 65-76.
- Klemm, Michael ; Bezold, Matthias ; Gabriel, Stefan ; Veldema, Ronald ; Philippsen, Michael: Reparallelization and Migration of OpenMP Programs . In: Schulze, Bruno ; Buyya, Rajkuma ; Navaux, Philippe ; Cirne, Walfredo ; Rebello, Vinod (Hrsg.) : Proceedings of the 7th International Symposium on Cluster Computing and the Grid, Rio de Janeiro, Brazil, 14.–17.05.2007. IEEE Computer Society, S. 529-537. - ISBN 978-0-7695-2833-5.
- Kókai, Gabriella ; Böhner, Martin ; Christ, Tonia ; Frühauf, Hans Holm: Parallel Dynamic Parameter Adaption of Adaptive Array Antennas Based on Nature Inspired Optimisation . In: Journal of Computers (2007), Nr. 3, S. 64-75.
- Schneider, Hans Jürgen: Relabeling and the independence theorem in the double-pushout approach to graph transformations . In: Bulletin of the European Association for Theoretical Computer Science (EATCS) 91 (2007), S. 208-223.
- Veldema, Ronald ; Philippsen, Michael: Evaluation of RDMA opportunities in an Object-Oriented DSM . In: Adve, Vikram (Hrsg.) : Proceedings of the 20th International Workshop on Languages and Compilers for Parallel Computing (LCPC '07), Illinois, USA, 11.–13.10.2007. S. 1-15.
- Veldema, Ronald ; Philippsen, Michael: Supporting Huge Address Spaces in a Virtual Machine for Java on a Cluster . In: Adve, Vikram (Hrsg.) : Proceedings of

the 20th International Workshop on Languages and Compilers for Parallel Computing (LCPC '07), Illinois, USA, 11.–13.10.2007, S. 1-15.

- Werth, Tobias: Design and Implementation of a DAG-Miner . Erlangen-Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität, Dipl-Arb., 2007. - 111 Seiten.
- Zvada, Szilvia ; Kókai, Gabriella ; Frühauf, Hans Holm ; Vanyi Robert: evolFIR: Evolving redundancy-free FIR structures . In: Tughrul Arslan (Hrsg.) : Proceedings NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems (AHS 2007), Edinburgh, Scotland, UK, 5.–8.08.2007.
- Zweier, Christiane ; Peippo, Maarit ; Hoyer, Juliane ; Sousa, Sérgio ; Bottani, Armand ; Clayton-Smith, Jill ; Reardon, William ; Göhring, Ina ; Devriendt, Koen ; De Ravel, Thomy ; Bijlsma, Emilia ; Hennekam, Raoul ; Orrico, Alfredo ; Dreweke, Alexander ; Nürnberg, Peter ; Rauch, Anita : Haploinsufficiency of TCF4 causes syndromal mental retardation with intermittent hyperventilation (Pitt-Hopkins syndrome). In: The American Journal of Human Genetics (2007), S. 1-26.

5.4 Studien- und Abschlussarbeiten

- Diplomarbeit: Entwurf und Implementierung einer web-basierten Bedienoberfläche für ein Framework für Zeitplanungsprobleme. Bearbeiter: Adel Habassi (beendet am 4.1.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Studienarbeit: Design und Implementierung von Garbage-Collectoren für Programmcode. Bearbeiter: Matthias Hampel (beendet am 13.1.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Dominic Schell; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Diskontinuitäten in Dependenzparsern. Bearbeiter: Tilmann Spiegelhauer (beendet am 15.1.2006); Betreuer: Dr.-Ing. Ingrid Fischer; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Entwurf und Implementierung eines Editors zur Beschreibung der Constraints und Ressourcen für Zeitplanungsalgorithmen. Bearbeiter: Gerlinde Gagesch (beendet am 16.1.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Diplomarbeit: Entwurf und Implementierung einer Persistenz-Komponente für ein Framework für Zeitplanungsprobleme. Bearbeiter: Hichem Essafi (beendet am 1.2.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Studienarbeit: Entwicklung eines Dokumentengenerators. Bearbeiter: Matthias Kurz (beendet am 3.2.2006); Betreuer: Dr.-Ing. Ingrid Fischer; Prof. Dr. Michael Philippsen

- Studienarbeit: Entwicklung eines Invalidation-Protokoll-basierten Cachekohärenz-Prozessors für ein Mehrprozessor-FPGA. Bearbeiter: Peter Schlez (beendet am 20.02.2006); Betreuer: Ronald Veldema, Ph.D.; Prof. Dr. Christophe Bobda
- Studienarbeit: Entwicklung eines Update-Protokoll-basierten Cachekohärenz-Prozessors für ein Mehrprozessor-FPGA. Bearbeiter: Michael Eckerlein (beendet am 20.02.2006); Betreuer: Ronald Veldema, Ph.D.; Prof. Dr. Christophe Bobda
- Diplomarbeit: Erweiterung und Parallelisierung eines Graph-Mining-Algorithmus. Bearbeiter: Marc Wörlein (beendet am 29.3.2006); Betreuer: Dr.-Ing. Ingrid Fischer; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Erzeugung von Sicherungspunkten in verteilten Jackal-Anwendungen. Bearbeiter: Christian Iwainsky (beendet am 29.3.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Prozedurale Abstraktion für ARM-Architekturen. Bearbeiter: Alexander Dreweke (beendet am 29.3.2006); Betreuer: Prof. Dr. Michael Philippsen; Dipl.-Inf. Dominic Schell; Dr.-Ing. Ingrid Fischer
- Diplomarbeit: Anwendung von Schwarmintelligenz auf Mehrkriterienoptimierungsprobleme mit Nebenbedingungen. Bearbeiter: Bettina Bickel (beendet am 4.4.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Implementation of a Grid-wide File System. Bearbeiter: Sasha Ruppert (beendet am 10.04.2006); Betreuer: Ronald Veldema, Ph.D.; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Entwurf und Implementierung von Algorithmen für Zeitplanungsprobleme. Bearbeiter: Andreas Konrad (beendet am 18.04.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Diplomarbeit: (Adaptive) Optimierung des Prefetch-Verhaltens bei objektorientierten Multi-Tier Client-Server-Systemen. Bearbeiter: Matthias Hofmann (beendet am 26.4.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Intelligente Lernverfahren zur symbolbasierten Linearisierung herkömmlicher Satellitenkanäle. Bearbeiter: Christian Siller (beendet am 15.05.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai; Prof. Dr. Michael Philippsen

- Diplomarbeit: Entwurf einer EC++-Spezifikation und -Implementierung auf Basis von ISO C. Bearbeiter: Christoph Dietze (beendet am 3.7.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Entwicklung eines Jackal-Frontends für die Programmiersprache Fortress. Bearbeiter: Stefan Hanke (beendet am 6.7.2006); Betreuer: Ronald Veldema, Ph.D.; Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Datenlokalität und Datenverteilung im JaMP-Programmiermodell. Bearbeiter: Ronny T. Lampert (beendet am 07.08.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Ressourcen-Planung: Ressourcen-Planung und Kapazitätsauslastungsvorhersage unter Verwendung einer Projektmanagement-Software. Bearbeiter: Ümit Sormaz (beendet am 21.08.2006); Betreuer: Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Anbindung eines Zeitplanungssystems an Windows-Software. Bearbeiter: Ronny Heft (beendet am 30.08.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Diplomarbeit: Entwurf und Implementierung einer Protokollierungs-Komponente für ein Zeitplanungs-System. Bearbeiter: Monic Klöden (beendet am 30.08.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Diplomarbeit: Adaptive Multi-Processing auf rekonfigurierbaren Chips. Bearbeiter: Thomas Haller (beendet am 01.09.2006); Betreuer: Ronald Veldema, Ph.D.; Prof. Dr. Michael Philippsen; Prof. Dr. Christophe Bobda
- Diplomarbeit: Dynamische Parameteroptimierung für evolutionäre Verfahren zur Anwendung auf ein Mehrkriterienoptimierungsproblem mit Nebenbedingungen. Bearbeiter: Manuel Förster (beendet am 15.09.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke; PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai
- Diplomarbeit: Dynamische Prozessmengen im JaMP-Programmiermodell. Bearbeiter: Matthias Bezold (beendet am 4.10.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Parallelisierung der Generierung von redundanzreduzierten FIR-Filterstrukturen. Bearbeiter: Hampel Matthias (beendet am 4.10.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Dipl.-Inf. Szilvia Zvada; PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai; Prof. Dr. Michael Philippsen

- Master Thesis: SPiCE compliant Project Management used in Software Development. Bearbeiter: Michael Rühlicke (beendet am 04.10.2006); Betreuer: Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Multi-objective optimization of lithographic process conditions using a genetic algorithm. Bearbeiter: Sebastian Seifert (beendet am 23.10.2006); Betreuer: PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai; PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Diplomarbeit: Erzeugung von verteilten Sicherungspunkten in heterogenen Umgebungen. Bearbeiter: Stefan Gabriel (beendet am 24.10.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Ronald Veldema, Ph.D.; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Analyse eines Softwareentwicklungsprozesses nach ISO 15504 (SPICE) am Beispiel eines durchgeführten Projektes. Bearbeiter: Ulrike Steinbach (beendet am 01.12.2006); Betreuer: Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel
- Diplomarbeit: Implementierung und Bewertung eines alternativen Parallelitätsparadigmas für JaMP. Bearbeiter: Benjamin Bieber (beendet am 19.12.2006); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Entwurf und Implementation eines DAG-Miners. Bearbeiter: Tobias Werth (beendet am 15.1.2007); Betreuer: Dipl.-Inf. Marc Wörlein; Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.; Dr.-Ing. Ingrid Fischer; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Konzeption und Implementierung von Software-Metriken in einem Prozess-Framework. Bearbeiter: Matthias Igel (beendet am 14.03.2007); Betreuer: Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Master Thesis: Analysis and Improvement of Software Development Processes of Embedded Systems Using Automotive SPICE. Bearbeiter: Peter Mertas (beendet am 02.04.2007); Betreuer: Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Diplomarbeit: Kriterienbasierter Vergleich von WYSIWYG DITA-XML-Editoren. Bearbeiter: Martin Meyer (beendet am 02.05.2007); Betreuer: Dipl.-Inf. Dominic Schell; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Prozedurale Abstraktion kanonischer Fragmente. Bearbeiter: Armin Heckmann (beendet am 1.6.2007); Betreuer: Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Entwicklung eines JaMP-Editors für das Eclipse-Framework. Bearbeiter: Arne Becker (beendet am 13.07.2007); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Klemm; Prof. Dr. Michael Philippsen

- Diplomarbeit: Fallstudie zur Modellierung von Software-Entwicklungsprozessen auf Basis des Software Process Engineering Metamodel 2.0. Bearbeiter: Maximilian Brunner (beendet am 16.07.2007); Betreuer: Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips; Prof. Dr. Michael Philippsen
- Studienarbeit: Restrukturierung einer Lernumgebung für das objektierte Modellieren. Bearbeiter: Silvia Schreier (beendet am 13.09.2007); Betreuer: Prof. Dr. Torsten Brinda
- Diplomarbeit: Geschwindigkeitssteigerung eines Optimierungsframeworks zur relativen Positionierung. Bearbeiter: Alexander Genzdilov (beendet am 28.09.2007); Betreuer: Dipl.-Inf. Stefan Wittmann; Dipl.-Inf. Sabine Helwig; PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai
- Hausarbeit: Entwurf und Analyse einer Sammlung von Aufgaben für ein E-Learning-Modul zum objektorientierten Modellieren zur Weiterqualifizierung von Lehrkräften am bayerischen Gymnasium. Bearbeiter: Sandra Leibinger (beendet am 04.10.2007); Betreuer: Prof. Dr. Torsten Brinda
- Studienarbeit: Fusion von DoA-Datenströmen für Lokalisierungssysteme. Bearbeiter: Bernhard Kloiber (beendet am 11.12.2007); Betreuer: PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai
- Studienarbeit: Tackling Transportation Problems An Evolutionary Approach. Bearbeiter: Moritz Mülenenthaler (beendet am 20.12.2007); Betreuer: PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai