



Projektinformation

SPEAK - Spezifikationsbasierte Hardware/ Software-Entwurfsmethodik für hochkomplexe Anwendungen der Automobil- und Kommunikationstechnik

Einer der treibenden Faktoren zur Anwendung mikroelektronischer Systeme ist die Steigerung der Sicherheit und des Komforts durch intelligente Assistenten, insbesondere in der Automobil- und Kommunikationstechnik. Studien kamen zum Ergebnis, dass mehr als 50% der Unfälle bei einer zeitlich vorverlegten Fahrerreaktion vermieden werden können, so dass mit einer enormen Steigerung der Sicherheit durch Fahrerassistenzsysteme zu rechnen ist. Eine hohe Komplexität sowie steigende Mobilitätsanforderungen sowie ein hoher Kostendruck zwingen zu einer stetigen Miniaturisierung und einer Minimierung des Leistungsverbrauchs, und führen somit zu einer Integration kompletter Systeme auf einem einzigen Chip (sog. Systems-on-Chip, kurz SoCs). Dabei entwickelt sich die zurückbleibende Produktivität des Entwurfsprozesses zunehmend zum hemmenden Faktor.

Der Entwurf zukünftiger komplexer Systeme wird nur dann kosteneffizient und zeitgerecht durchführbar sein, wenn nur ein sehr geringer Teil der Hard- und Software neu entworfen werden muss und der weitaus größte Teil auf der Basis einer vorgegebenen Plattform wieder verwendet wird (90/10-Regel). Dieses Entwurfparadigma ist durch den Begriff plattformbasierter Entwurf gekennzeichnet.

Der plattformbasierte Entwurf unterscheidet sich vom bisherigen Entwurfsvorgehen grundsätzlich: eine bestimmte Funktionalität wird nicht mehr Top-Down in eine entsprechende Implementierung umgesetzt, sondern bei der Realisierung einer bestimmten Funktion ist die weitgehende Verwendung einer vorgegebenen Plattform mit zu berücksichtigen. Die Plattform, auf der eine entsprechende Funktionalität zu implementieren ist, richtet sich maßgeblich nach dem betreffenden Anwendungsgebiet. In den letzten Jahren haben sich insbesondere charakteristische applikations- und firmenspezifische Plattformen in den deutschen Schlüsselindustrien der Automobil- und Kommunikationselektronik herausgebildet, die z.B. durch die einzusetzenden Mikrocontroller und Bussysteme aber auch durch technologische Randbedingungen definiert sein können. Im plattformbasierten Entwurf werden Funktion und die Plattform repräsentierende Architektur eines Systems parallel spezifiziert und anschließend Funktionsblöcke auf Architekturkomponenten abgebildet. Während des Entwurfsprozesses wird geprüft, inwieweit die vorgegebene Plattform zur Implementierung der gewünschten Funktionalität geeignet ist und in einem iterativen Prozess die Plattform so verändert, dass die gewünschte Funktion sich entsprechend der zeitlichen Eigenschaften, aber auch in Bezug auf

Leistungsverbrauch und Realisierungskosten, auf der Plattform realisieren lässt.

Nach der Architektur-Bewertung erfolgt dann im Hardware-Software-Co-Design eine detailliertere Simulation und Verifikation der für die Hard- und Software-Implementierung ins Auge gefassten Bestandteile. Im Rahmen der Software-Implementierung müssen noch entsprechende Treiber entwickelt werden sowie eine Integration auf der Basis des in der Regel im Rahmen der Plattform zur Verfügung stehenden Echtzeitbetriebssystems vorgenommen werden. Ebenfalls ist die entsprechende Anwendungssoftware zu entwickeln. In den Bereich der Hardware-Implementierung fällt vor allen Dingen der Entwurf der Speicherhierarchie, der damit verbundenen Bussysteme und die Integration der Prozessor-Cores und Peripherie-Bausteine, die i.w. auch Bestandteil der verwendeten Plattform sind. Um die zusätzlich erforderliche Hardware-Funktionalität zu implementieren, müssen zusätzliche anwendungsspezifische Co-Prozessoren entworfen werden.

Projektziele

Ziel des zur BMBF-Förderinitiative Ekompas gehörenden Projekts SPEAK ist die Erforschung einer durchgängigen spezifikationsbasierten Systementwurfsmethodik auf Grundlage des Y-Modells, die sich insbesondere in die spezifischen Entwurfsabläufe der deutschen Schlüsselindustrien Automobil- und Kommunikationselektronik integrieren lässt. Durch den spezifikationsbasierten Projektansatz sollen insbesondere Fehler in frühen Entwurfsphasen gefunden und eliminiert werden, so dass mindestens eine zwei- bis dreifache Steigerung der Produktivität pro Jahr erreicht wird.

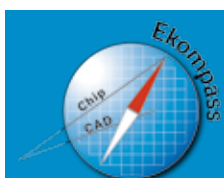
Bislang erzielte Ergebnisse

Im bisherigen Projektverlauf von SPEAK konnten eine Vielzahl aussichtsreicher Ergebnisse erzielt werden, mit denen sich die Entwicklung einer Hardware/Software-Co-Design-Entwurfsmethodik auf vordefinierten Plattformen, verwirklichen lässt. Dabei ist zu erkennen, dass die Integration dieser Ergebnisse innerhalb eines durchgängigen Entwurfsablaufs bereits jetzt zu einer Entwurfsmethodik mit hoher Flexibilität führt. Gleichzeitig erlaubt der Ansatz aber auch eine Ausrichtung auf eine konkrete Klasse von Zielsystemen. In analoger Weise erlaubt die Entwurfsmethodik eine flexible Integration eigener Ansätze unter Anwendung von Standardtechniken zur Realisierung anderer Entwurfsaktivitäten.

In der ersten Projektphase bestand die Vorgehensweise im wesentlichen darin, ausgehend von einer funktionalen Systemspezifikation die Architektur eines Systems abzuleiten und dann sukzessive zu verfeinern und zu bewerten, bis alle Benutzervorgaben und Optimierungsziele erfüllt sind. In der zweiten Projektphase wird diese Vorgehensweise hin zu einer gleichzeitigen Spezifikation von Funktion und Architektur abstrahiert, wodurch eine architekturgenaue Validierung des Gesamtsystems bereits in frühen Entwurfsphasen ermöglicht wird.

Ergebnisberichte von den beteiligten Firmen Cadence Design Systems GmbH

In enger Kooperation mit den Projektpartnern war es möglich, rechtzeitig neu entstehende Anforderungen und Trends zu erkennen, um dann basierend auf den bestehenden Standardfunktionalitäten neue prototypische Lösungen zu entwickeln. Das Risiko hoher Investitionen für einen neuen Markt wurde somit kontrollier-



Projektinformation

Förderkennzeichen

01 M 3063

Förderzeitraum

01.03.2002 bis 28.02.2005

Schlüsselworte:

Plattformbasierter Entwurf
Transaction-Level-Modellierung,
SystemC, Dynamische
Systemverifikation,
Hardware/Software-Codesign

Kontakt:

Prof. Dr. W. Rosenstiel
Universität Tübingen
Sand 13
72076 Tübingen
rosenstiel@fzi.de

Zusammensetzung des Projektkonsortiums:

Partner:

- » EADS Astrium GmbH
- » Cadence Design Systems GmbH
- » EuroTelematik AG
- » FZI Forschungszentrum Informatik
- » Infineon Technologies AG
- » Melexis GmbH
- » sci-worx GmbH
- » Synopsys GmbH
- » Technotron Elektronik GmbH

Unterauftragnehmer:

- » IMMS GmbH
- » OFFIS
- » Universität Braunschweig
- » Universität Tübingen
- » Universität Leipzig

Nicht deutsche Projektpartner:

- » Arexsys S.A., France
- » Bull S.A., France
- » Italtel S.p.A., Italy
- » Memscap S.A., France
- » Netmodule AG, Switzerland
- » Politecnico di Milano, Italy
- » ETH Zurich, Switzerland
- » STMicroelectronics, Italy
- » Thales Communications S.A. France
- » UJF/TIMA, France

bar, da über das Forschungsprojekt SPEAK die neuen Verfahren direkt bei den Projektpartnern erprobt werden konnten. Cadence war maßgeblich an der Entwicklung einer neuen plattformbasierten Entwurfsmethodik beteiligt, wobei die Schwerpunkte auf Abschätztechnologien für funktionale Beschreibungen basierend auf Architekturmodellen sowie auf der Integration unterschiedlicher Entwurfsdomänen in eine einheitliche Entwurfsumgebung lagen.

FZI Karlsruhe

Die Arbeiten des FZI befassten sich im Bereich Systemspezifikation mit der Integration von objekt-orientierten Spezifikationsansätzen in den plattformbasierten Entwurf sowie der Synthese objekt-orientiert spezifizierter Funktionsblöcke. Ein weiteres wichtiges Thema betraf die Analyse nebenläufiger Systemspezifikationen unter Berücksichtigung der vorhandenen Inter-Prozess-Kommunikationen. Der dritte vom FZI innerhalb der SPEAK-Projekts behandelte Themenkomplex betraf die Entwicklung eines architekturgenauen Instruction-Set-Emulators zur Unterstützung einer HW-nahen Software-Entwicklung, der innerhalb der Zielumgebung bereits in einem sehr frühen Entwurfsstadium eingesetzt werden kann. Dieser führt gegenüber der Simulation zu einer starken Geschwindigkeitssteigerung bis um einen Faktor von 1000.

Infineon Technologies AG

Infineon entwickelte eine auf dem Y-Modell basierende Entwurfsmethodik, welche die in den einzelnen Arbeitspaketen gewonnenen Erkenntnisse zu einem durchgängigen Gesamtprozess integriert. Die Systemspezifikation wurde von Infineon durch neue Ansätze zur automatischen Generierung einer Dokumentation aus VHDL-Quelldateien vorangetrieben. Ferner wurden neue Abschätzungsmethoden erforscht, die eine flexible Berücksichtigung unterschiedlicher Standard-Architekturkomponenten in der Systempartitionierung ermöglichen. Zur anschließenden Validierung wurde eine Methodik geschaffen, die sich auf die Simulation durch Ausführung auf und oberhalb der Register-Transfer-Ebene konzentriert.

Melexis GmbH

Die Aktivitäten von Melexis zielten im Wesentlichen auf die Realisierung eines Entwurfsablaufs der die Integration von Mikroprozessor-Simulatoren in graphische Systembeschreibungswerkzeuge umfasst. Die verbesserte Kommunikation der Hard- und Softwareentwickler wurde dadurch erreicht, dass die jeweiligen Werkzeuge in die Sichtweise des anderen Partners eingebunden wurden. Im Laufe der ersten Förderungsphase konnten dabei die folgenden Ziele erreicht werden: Einsparung an Entwicklungszeit um ca. 20-40 % bei gleicher Komplexität sowie die Erhöhung der Designsicherheit (weniger immanente Systemfehler) so dass eine drastische Verkürzung des gesamten Entwicklungszyklus um 30-50 % von Start bis Serienreife erreicht werden konnte.

Robert Bosch GmbH

Bei der Robert Bosch GmbH wurden für eine Erprobung und Bewertung der entwickelten Methoden zwei typische Applikationen aus den Bosch Produktbereichen Fahrerassistenzsysteme und Fahrzeuginavigation bereitgestellt. Dabei konnte durch den Einsatz von Systementwurfungsverfahren eine Reduktion der Gesamtentwicklungszeit um ca. 30% bei gleichzeitig verbessertem Entwurfsergebnis nachgewiesen werden. Es wurde eine domänenübergreifende Spezifikationsmethodik entwickelt, die eine Beschreibung von digitalen, analogen und Mixed-Signal-Systemen unterstützt. Die Spezifikationsansätze SystemC und Matlab/Simulink wurden als geeignete Kandidaten zur Systemspezifikation im Automobilbereich identifiziert und zu einer einheitlichen Methodik mit der Möglichkeit zur Co-Simulation kombiniert.

sci-worx GmbH

Die Aktivitäten der sci-worx GmbH zielten auf die Entwicklung eines ausführbaren Hardware/Software-Spezifikationskonzepts unter durchgängiger Verwendung einer Systembeschreibungssprache. Ausgehend von einer dokumentbasierten Spezifikation wurde ein Spezifikationsablauf erforscht, der eine Transformation in Simulationsmodelle ermöglicht. Durch die durchgängige Anwendung des Baukasten-

prinzips kann eine einzige Verifikationsumgebung in unterschiedlichen Entwicklungsschritten und für ähnliche Projekte wiederverwendet werden. Weitere Aktivitäten befassten sich mit der Entwicklung von standardisierten Schnittstellen zu IP-Modulen. Die erzielten Ergebnisse wurden in einem Leitfaden für den Schnittstellen-Entwurf innerhalb von System-on-Chip-Designs festgehalten und finden bereits in einem ersten Multimedia-Chip-Projekt Anwendung.

Synopsys GmbH

Neue Werkzeuge wurden und werden ständig mit dem sich erweiternden Sprachumfang von SystemC weiterentwickelt bzw. ergänzt, so dass eine sinnvolle Erweiterung von SystemC direkte Auswirkungen auf die Anwendbarkeit der Werkzeuge hat. Dabei wurde stets das Ziel verfolgt, eine weitere Verbesserung der Werkzeuge zur Unterstützung des gesamten System-Designflusses vom Konzept hin zum System-on-Chip zu unterstützen. Maßstab für den Erfolg der Werkzeugentwicklung und der damit verbundenen Methodik ist die Erhöhung und Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der Systementwickler, die nur durch höhere Qualität der Endprodukte und durch schnellere Entwicklungszeiten möglich ist.

Ausblick und Perspektiven

Durch das Projekt SPEAK wird ein spezifikationsbasierter Entwurfsprozess bereitgestellt, der eine weitgehende Vermeidung von Redesigns, Halbierung der Entwurfszeit bei gleichzeitig steigender Komplexität, zwei- bis dreifache Steigerung der Produktivität, Senkung der Entwurfskosten um bis zu 50% sowie eine 33 %- 50 % frühere Markteinführung im weltweiten Wettbewerb gewährleistet.

Die erste Förderungsphase des insgesamt vierjährigen Projekts wurde bereits abgeschlossen. Die zweite Phase heißt SPeAC, hat zum 1. Juli 2003 begonnen und endet zum 30.6.2005 - zeitgleich mit dem MEDEA+ Projekt SpeAC, in welches das Ekompass-Projekt SPEAK/SPeAC eingebettet ist. Das Projektkonsortium wird daher im europäischen Rahmen durch die nicht deutschen Projektpartner ergänzt.

