

ROBUST

BMBF-Verbundprojekt: ROBUST
Förderkennzeichen: 01M3087
Projektlaufzeit: 01.04.2009 bis 31.03.2012

Schlussbericht

Entwurf Robuster Nanoelektronischer Systeme (ROBUST)

Version: 1.00
Erstelldatum: 26.09.2012
Autoren: Martin Barke (Technische Universität München)
Oliver Bringmann (FZI Forschungszentrum Informatik)
Jürgen Haase (edacentrum GmbH)
Lars Hedrich (Universität Frankfurt)
Domenik Helms (OFFIS e.V. - Institut für Informatik)
Michael Kärgel (Universität Hannover)
Weiyun Lu (Universität Stuttgart)
Malte Metzdorf (OFFIS e.V. - Institut für Informatik)
Markus Olbrich (Universität Hannover)
Martin Radetzki (Universität Stuttgart)
Felix Salfelder (Universität Frankfurt)
Ulf Schlichtmann (Technische Universität München)
Dieter Treytnar (edacentrum GmbH)
Alexander Viehl (FZI Forschungszentrum Informatik)

Zuwendungsempfänger: FZI Forschungszentrum Informatik (FZI)
OFFIS e.V. - Institut für Informatik (OFFIS)
Technische Universität München (TUM)
Universität Frankfurt (UF)
Universität Hannover (IMS)
Universität Stuttgart - Institut für Technische Informatik (US-ITI)

Ansprechpartner: Jürgen Haase (edacentrum)
Tel. +49 511 762-19698
Fax +49 511 762-19695
haase@edacentrum.de

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01M3087 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

© Copyright 2009-2012 by FZI Forschungszentrum Informatik, OFFIS e.V. - Institut für Informatik, Technische Universität München - Lehrstuhl für Entwurfsautomatisierung, Universität Frankfurt, Universität Hannover - Institut für Mikroelektronische Systeme, Universität Stuttgart - Institut für Technische Informatik.

Kurzfassung

ROBUST wurde für 3 Jahre unter dem Förderkennzeichen 01M3087 im Förderprogramm IKT 2020 durch das BMBF gefördert. An dem Projekt beteiligten sich nachfolgend genannte Forschungseinrichtungen.



FZI Forschungszentrum Informatik (FZI)



Leibniz Universität Hannover
Institut für Mikroelektronische Systeme (IMS)



OFFIS e.V. - Institut für Informatik (OFFIS)



Technische Universität München
Lehrstuhl für Entwurfsautomatisierung (TUM)



Universität Stuttgart

Universität Stuttgart
Institut für Technische Informatik (US-ITI)



Universität Frankfurt (UF)

Dieser Bericht enthält die Ergebnisse des ROBUST-Projekts, dass sich das Ziel gesetzt hatte, neue Methoden und Verfahren zum Entwurf robuster nanoelektronischer Systeme zu erforschen. Hierzu wurden erstmals Maße zur Quantifizierung der Robustheit definiert. Diese Maße wurden mit Hilfe zu abstrahierender Robustheitsmodelle und unter Anwendung neuer Robustheitsanalyseverfahren für die Systemebene ermittelt. Die Robustheitsmaße wurden eingesetzt, um beim Entwurf statische und dynamische Optimierungen der Robustheit gezielt durchzuführen und zu bewerten. Als Ergebnisse entstanden neue Methoden und prototypische Werkzeuge, welche im Rahmen eines Top-Down-Systementwurfs nanoelektronischer Systeme die Robustheit bereits in frühen Entwurfsphasen berücksichtigen. Die Methoden und Prototypen wurden durch Anwendung auf ein Demonstrator-Design evaluiert und den industriellen Projektpartnern für weiterführende Arbeiten zur Integration in ihren Entwurfsprozess zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen zu ROBUST finden Sie auf der Projekt-Homepage [ROBUST].

Inhalt

Kurzfassung	3
1 Ziele und Aufgaben	5
1.1 Motivation	5
1.2 Clusterforschung	5
1.3 Das Clusterforschungsprojekt ROBUST	6
1.4 Ausgangssituation und Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	6
1.5 Wissenschaftliche und technische Ziele des Vorhabens	8
1.6 Planung und Ablauf des Vorhabens	10
1.7 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	17
1.8 Bisherige Arbeiten der Antragsteller	18
1.9 Bezug zu weiteren Projekten	20
2 Technische Ergebnisse	24
2.1 Aufgabe 1.1: Abstrahierung von Robustheitsmodellen	24
2.2 Aufgabe 1.2: Analyse der Robustheit auf Systemebene	29
2.3 Aufgabe 1.3: Statische und dynamische Robustheitsoptimierung	36
2.4 Demonstrator	43
2.5 Voraussichtlicher Nutzen	50
3 Verwertung	52
3.1 Verwertungspläne der Partner	52
3.2 Ausblick	63
4 Veröffentlichungen und Patente	65
5 Quellenverzeichnis	67
6 Tabellenverzeichnis	71
7 Abbildungsverzeichnis	72

1 Ziele und Aufgaben

1.1 Motivation

Für unsere Gesellschaft ist Mobilität ein wichtiger Faktor der Lebensqualität. Das Automobil – Synonym für Mobilität – wird in den nächsten 10 Jahren einem extremen Wandel erfahren. Der klassische Verbrennungsmotor steht vor der Ablösung durch intelligente, hybride oder rein elektrische Antriebe, um Anforderungen der Umweltverträglichkeit zu erfüllen. Leistungsfähige und zuverlässige Elektronik ist hier der Schlüssel, diese enormen Veränderungen zu ermöglichen. Darüber hinaus wird durch wachsendes Verkehrsaufkommen das Automobil neue „Fähigkeiten“ benötigen, um den kollektiven Verkehrskollaps in Deutschland zu vermeiden. Zurzeit arbeiten beispielsweise Forscher an der sogenannten „Car to Car“ Kommunikation. Hiermit können Anwendungen den Verkehrsfluss sicherer gestalten oder Staus verhindern. Automobile erhalten die Fähigkeit sich ad-hoc zu vernetzen und Daten auszutauschen. Vernetzte Autos ermöglichen so eine Art Schwarmintelligenz, um durch kooperatives Verhalten Risiken zu reduzieren und die Mobilität zu verbessern.

Um die Entwicklungen in der Automobiltechnik zu erreichen, müssen elektronische Systeme mit extremer Leistungsfähigkeit im Betrieb in kürzester Zeit die richtigen Korrekturen einleiten oder unterstützen, die im automobilen Betrieb in allen Situationen robust und zuverlässig arbeitet. Diese enormen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Elektronik in kommenden Fahrzeuggenerationen muss aber auch kostengünstig hergestellt werden. Um die Leistungsfähigkeit kostengünstig zu steigern, müssen Halbleitertechnologien mit immer kleineren Strukturen eingesetzt werden. Diese sind wiederum fehleranfälliger gegenüber Störungen und Umwelteinflüssen und besitzen eine geringere Lebensdauer als aktuelle Technologien. Elektronische Systeme, die robust auf Störungen reagieren können, sind zurzeit nur mit hohem Aufwand und damit hohen Kosten und Energieverbrauch möglich. Dazu werden meist in Systemen wichtige Funktionen und Komponenten mehrfach integriert und die parallel ablaufenden Berechnungen verglichen. Diese Methodik ist sehr teuer und daher häufig nur Märkten wie Luft- und Raumfahrt vorbehalten.

1.2 Clusterforschung

Das Projekt **ROBUST** ist ein sog. „EDA-Clusterforschungsprojekt“. Dies sind vom BMBF geförderte Projekte, in denen Hochschulen und Forschungseinrichtungen an zukunftsweisenden EDA-Forschungsthemen mit industrieller Patenschaft und Unterstützung arbeiten. Das edacentrum leistet als Projektkoordinator der Clusterforschungsprojekte eine wichtige Unterstützung bei der Initiierung und Durchführung dieser Projekte sowie bei der Verwertung der Ergebnisse. Dieses Konzept der Zusammenarbeit eines Teams aus führenden deutschen Wissenschaftlern, das gemeinsam an einem für die Wirtschaft in Deutschland besonders wichtigen Thema arbeitet und dabei von mehreren Industrieunternehmen begleitet wird, kann als einmalig in Deutschland bezeichnet werden.

Ziel der Clusterforschungsprojekte ist die Erarbeitung wissenschaftlicher Spitzenergebnisse, die durch die Überführung in die Praxis entweder durch anwendungsorientierte F&E-Projekte oder durch die Forschungsabteilungen der EDA-Industrie weiterverwertet werden und nachhaltig den Entwurf elektronischer Systeme von Morgen in Deutschland ermöglichen. Die für Deutschland bedeutendsten Branchen wie Energietechnik, Automobilelektronik, Medizintechnik und Kommunikationstechnik profitieren von den Ergebnissen durch höhere Produktivität, kürzere Entwicklungszeiten und die neuen Methoden, die innovative Produkte erst möglich machen. Mit der Forschung und Entwicklung von neuer EDA-Software und der dazugehörigen Methodik entstehen Synergien für Lehre, Forschung, EDA-Hersteller und EDA-Anwender. Clusterforschungsprojekte werden so zu einem Schlüsselinstrument, um in Zukunft die Produktivität der Schaltungsentwicklung zu erhöhen.