

ATZ/MTZ-Fachbuch

Wolfgang Siebenpfeiffer *Hrsg.*

Vernetztes Automobil

Sicherheit · Car-IT · Konzepte

 Springer Vieweg

ATZ/MTZ-Fachbuch

Die komplexe Technik heutiger Kraftfahrzeuge und Motoren macht einen immer größer werdenden Fundus an Informationen notwendig, um die Funktion und die Arbeitsweise von Komponenten oder Systemen zu verstehen. Den raschen und sicheren Zugriff auf diese Informationen bietet die regelmäßig aktualisierte Reihe ATZ/MTZ-Fachbuch, welche die zum Verständnis erforderlichen Grundlagen, Daten und Erklärungen anschaulich, systematisch und anwendungsorientiert zusammenstellt.

Die Reihe wendet sich an Fahrzeug- und Motoreningenieure sowie Studierende, die Nachschlagebedarf haben und im Zusammenhang Fragestellungen ihres Arbeitsfeldes verstehen müssen und an Professoren und Dozenten an Universitäten und Hochschulen mit Schwerpunkt Kraftfahrzeug- und Motorentechnik. Sie liefert gleichzeitig das theoretische Rüstzeug für das Verständnis wie auch die Anwendungen, wie sie für Gutachter, Forscher und Entwicklungsingenieure in der Automobil- und Zulieferindustrie sowie bei Dienstleistern benötigt werden.

Wolfgang Siebenpfeiffer
(Hrsg.)

Vernetztes Automobil

Sicherheit - Car-IT - Konzepte

Mit 154 Abbildungen

 Springer Vieweg

Herausgeber

Wolfgang Siebenpfeiffer
Stuttgart, Deutschland

ISBN 978-3-658-04018-5
DOI 10.1007/978-3-658-04019-2

ISBN 978-3-658-04019-2 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+BusinessMedia
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Die Vernetzung im und mit dem Automobil ist unaufhaltsam. Der Anstieg der Fahrzeugfunktionen hat schon vor Jahren dazu geführt, dass die Komplexität nur dann zu beherrschen ist, wenn elektronische Systeme miteinander vernetzt werden. Umweltschutz, Sicherheit und Komfort standen bisher im Vordergrund. Jetzt erhalten immer mehr Assistenz- und Infotainmentsysteme Einzug ins Fahrzeug. Einher geht die Verbindung nach außen und in der Folge zum Internet. Die Mensch-Maschine-Interaktion hat damit eine neue Dimension erreicht. Die neuen Entwicklungen treiben die Vernetzung nach stärker an als das bisher vorauszusagen war.

Die Motivation für diesen Band aus der ATZ/MTZ-Reihe von Springer Vieweg war, die in den Zeitschriften ATZ und ATZelektronik veröffentlichten Entwicklungsarbeiten hinsichtlich ihrer Zukunftsfähigkeit einem breiteren Fachpublikum zu vermitteln. Im ersten Teil stehen Themen der Sicherheit im Mittelpunkt. Hier können zum Beispiel Assistenzsysteme mit der Kommunikation der Fahrzeuge untereinander einen nach-

weislich wichtigen Beitrag zur Vision des unfallfreien Fahrens leisten.

Aus dem Blickwinkel der Car-IT werden im zweiten Teil Fragen der Infrastruktur, der IT-Sicherheit bei Elektrofahrzeugen, der Software und der Architekturintegration behandelt. Für Automobilhersteller und Zulieferer eröffnet die Fahrzeug-IT große Chancen, aber viele Aufgaben warten noch auf eine praxisgerechte Lösung. Die beschriebenen Ergebnisse sind Anregungen dafür, die Durchdringung der Fahrzeugtechnik mit diesem Thema voranzutreiben.

Im dritten Teil dieses Bandes liegt der Schwerpunkt auf den Konzepten. Hier fließen Themen zusammen, deren Wissen eine unumgängliche Voraussetzung ist, um die vielfältige Aufgliederung der Vernetzung im Automobil ganzheitlich zu verstehen. Im Detail erlaubt sie einen Einblick in die Zusammenführung der Einzelsysteme zu einem wirkungsvollen Gesamtsystem.

Stuttgart, Dezember 2013

Wolfgang Siebenpfeiffer

Autorenverzeichnis

Teil 1: Sicherheit

Das Vernetzte Auto – nur mit offenen Architekturen gelingt es

Hans-Georg Frischkorn

Executive Vice President Automotive Division, ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH

Vernetzung zwischen Airbag und ESP zur Vermeidung von Folgekollisionen

Dipl.-Ing. Alexander Häusser ist Abteilungsleiter Engineering Systems Vehicle Motion and Safety im Bereich Chassis Systems Control bei der Robert Bosch GmbH in Stuttgart.

Dipl.-Ing. Ralf Schäffler ist Entwicklungsingenieur bei Engineering Systems Vehicle Motion and Safety im Bereich Chassis Systems Control bei der Robert Bosch GmbH in Stuttgart.

Dipl.-Ing. Andreas Georgi ist Gruppenleiter in der Abteilung für Fahrzeugsicherheits- und Assistenzsysteme im Zentralbereich Forschung und Vorausentwicklung der Robert Bosch GmbH in Stuttgart.

Dr.-Ing. Stephan Stabrey ist Entwicklungsingenieur für Fahrzeugsicherheits- und Assistenzsysteme im Zentralbereich Forschung und Vorausentwicklung der Robert Bosch GmbH in Stuttgart.

Testsystem für integrierte, hochvernetzte Sicherheitssysteme

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Sattler ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für angewandte Forschung der Hochschule Ingolstadt.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Raith ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für angewandte Forschung der Hochschule Ingolstadt.

Dipl.-Ing. Daouda Sadou ist Leiter der Abteilung Test und Functional Safety Management, Insassenschutz und Inertialsensorik bei der Continental Automotive GmbH in Regensburg.

Dr.-Ing. Christian Schyr ist Produktmanager Testsysteme bei der IPG Automotive GmbH in Karlsruhe.

Mehr Sicherheit durch Positionsbestimmung mit Satelliten und Landmarken

Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Roland Krzikalla ist Koordinator von Forschungsprojekten zu Infrastruktursensorik und Umfeldfassung in Fahrzeugen mit Laserscannern bei der Sick AG in Hamburg. Im Forschungsprojekt Ko-PER leitet er die Arbeitsgruppe Fahrzeug-Eigenlokalisierung.

Dipl.-Inf. Andreas Schindler ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter für die Gebiete der Umgebungspertzeption und landmarkenbasierten Fahrzeug-Eigenlokalisierung am Institut Forwiss der Universität Passau.

Dipl.-Ing. Matthias Wankerl ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter mit dem Schwerpunkt GNSS/INS-Datenfusion zur Fahrzeug-Eigenlokalisierung am Institut für Theoretische Elektrotechnik und Systemoptimierung (ITE) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Reiner Wertheimer
war Referent für technische Perzeption, Fahrerassistenz und präventive Sicherheit bei der BMW Group Forschung und Technik in München. Er ist Leiter des Forschungsprojekts Ko-PER auch nach seiner Pensionierung in 2011.

Wirkungsanalyse von Abstandsregelung und Abstandswarnung

Dipl.-Ing. Mohamed Benmimoun
ist Teamleiter Aktive Sicherheit FAS am Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen University.

Dipl.-Ing. Andreas Pütz
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen University.

Dr.-Ing. Adrian Zlocki
ist Leiter des Geschäftsbereichs Fahrerassistenz am Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen University.

Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ist Leiter des Instituts für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen University.

Fahrerunterstützung beim Ein- und Ausfädeln

Dipl.-Ing. Sascha Knake-Langhorst
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Situationserfassung und Datenmanagement am Institut für Verkehrssystemtechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig.

Dipl.-Ing. Christian Löper
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich der Funktionsentwicklung für Assistenz- und Automationssysteme am DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig.

Dipl.-Ing. Norbert Schebitz
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich der menschenzentrierten Entwicklung von Fahrerassistenz am DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig.

PD Dr. Frank Köster
leitet die Abteilung Automotive im DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik in Braunschweig.

Automatische Manöverentscheidungen auf Basis unsicherer Sensordaten

Dr.-Ing. Robin Schubert
war Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Nachrichtentechnik der TU Chemnitz und ist nun geschäftsführender Gesellschafter der Baselabs GmbH in Chemnitz.

Satellitenbasiertes Kollisionsvermeidungssystem

Dipl.-Ing. Frederic Christen
leitet das Team „Simulation Verkehr und FAS“ in der Abteilung Fahrerassistenz der Forschungsgesellschaft Kraftfahrzeugwesen mbH Aachen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ist Leiter des Instituts für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen.

Dipl.-Inf. Alexander Katriniok
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Regelungstechnik der RWTH Aachen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel
ist Leiter des Instituts für Regelungstechnik der RWTH Aachen.

„Keine unüberwindbaren Hürden beim automatisierten Fahren“

Interview von Markus Schöttle mit Prof. Dr. Ralf G. Herrtwich, Daimler AG

Teil 2: Car-IT**Echtzeitfähige Car-to-X-Kommunikationsabsicherung und E/E-Architekturintegration**

Dr. Ing. Benjamin Glas

war Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und ist nun Mitarbeiter Embedded Security der Robert Bosch GmbH in Stuttgart.

Dr.-Ing. Oliver Sander

war Wissenschaftlicher Mitarbeiter des ITIV am KIT und ist dort verantwortlich für die Forschungsgruppe Automobiltechnik am KIT in Karlsruhe.

Prof. Dr.-Ing. Klaus D. Müller-Glaser ist Teil der kollegialen Institutsleitung des ITIV am KIT und Direktor des Forschungsbereichs Embedded Systems and Sensors Engineering (ESS) am Forschungszentrum Informatik (FZI) in Karlsruhe.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker

ist Teil der kollegialen Institutsleitung des ITIV am KIT, Chief Higher Education Officer des KIT und Direktor des Forschungsbereichs ESS des FZI in Karlsruhe.

Ladetechnik und IT für Elektrofahrzeuge

Knut Hechtfisher

ist Mitbegründer und Geschäftsführer von Ubitricity, Gesellschaft für verteilte Energiesysteme mbH in Berlin.

Dr. Norbert Zisky

ist Leiter der Arbeitsgruppe Datenkommunikation und -sicherheit in der Abteilung Medizinphysik und Metrologische Informationstechnik an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Berlin.

Markus Hauser

ist Projektleiter Softwareentwicklung im Bereich Komponentenentwicklung bei Gigatronik in Stuttgart.

Dirk Grossmann

ist Gruppenleiter für Embedded Software bei der Vector Informatik GmbH in Stuttgart.

Pretended Networking Migrationsfähiger Teilnetzbetrieb

Jörg Speh

arbeitet im Bereich E/E-Architektur bei der Volkswagen AG in Wolfsburg.

Dr. Marcel Wille

arbeitet im Bereich VW-Fahrzeugvernetzung und ist Autosar-Projektleiter für die Volkswagen AG in Wolfsburg.

IT-Sicherheit in der Elektromobilität

Prof. Dr.-Ing. Christof Paar

führt den Lehrstuhl Eingebettete Sicherheit an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum.

Dr.-Ing. Marko Wolf

ist Senior Security Engineer der Escripte GmbH – Embedded Security in Bochum.

Dipl.-Ing. Ingo von Maurich

ist Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Sichere Hardware an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum.

System-on-Chip-Plattform verbindet**Endgeräte- und Automobiltechnik**

Andreas Burkert, ATZ-Korrespondent

Perspektiven softwarebasierter**Konnektivität**

Andreas Burkert, ATZ-Korrespondent

„Wir gehen unseren Weg“

Interview von Markus Schöttle mit

Dipl.-Ing. Ralf Lamberti, Leiter Vorentwicklung und Infotainment, Daimler AG

Sichere Botschaften – Moderne Kryptographie zum Schutz von Steuergeräten

Dr. Marko Wolf
ist Technischer Leiter der Escript GmbH in München.

André Osterhues
ist Niederlassungsleiter der Escript GmbH in Bochum.

Fahrerassistenzsysteme – Effizienter Entwurf von Softwarekomponenten

Dr. Robin Schubert
ist Geschäftsführer der Baselabs GmbH in Chemnitz.

Chiplösungen für Fahrerassistenzsysteme

Philipp Hudelmaier
ist System Engineer im Bereich Business Development und System Solutions bei Fujitsu Semiconductor Europe in München.

Dr. Karsten Schmidt
ist System Engineer im Bereich Business Development und System Solutions bei Fujitsu Semiconductor Europe in München.

Head-up-Display – Die nächste Generation mit Augmented-Reality-Technik

Dr. Jochen Blume
ist Leiter der Basisentwicklung Elektromechanik im Bereich Instrumentation & Driver HMI bei Continental in Babenhausen.

Dr. Thorsten Alexander Kern
ist Leiter der Head-up-Display-Entwicklung im Bereich Instrumentation & Driver HMI bei Continental in Babenhausen.

Dr. Pablo Richter
ist Head-up-Display-Experte im Bereich Instrumentation & Driver HMI bei Continental in Babenhausen.

Teil 3: Konzepte**Assistenzsystem für mehr Kraftstoffeffizienz**

Philip Markschläger
ist Entwicklungsingenieur Energiemanagement bei der Porsche AG in Weissach.

Hans-Georg Wahl
ist Doktorand des Instituts für Fahrzeugtechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in Karlsruhe.

Dr. Frank Weberbauer
ist Leiter Konzepte & Funktionen Energiemanagement bei der Porsche AG in Weissach.

Dr. Matthias Lederer
ist Leiter Energiemanagement bei der Porsche AG in Weissach.

Teilnetzbetrieb – Abschaltung inaktiver Steuergeräte

Stephan Esch
ist Leiter E/E Fahrzeugvernetzung bei der Audi AG in Ingolstadt.

Jürgen Meyer
arbeitet im Projekt Teilnetzbetrieb und WakeUp-Sleep-Konzepte bei der Audi AG in Ingolstadt.

Günter Linn
arbeitet im Bereich Physical Layer Flexray und Hardware-Teilnetzbetrieb bei der Audi AG in Ingolstadt.

Vollautomatische Kamera-zu-Fahrzeug-Kalibrierung

Dipl.-Inf. Juri Platonov
ist Systemberater Computer Vision bei ESG in München.

Pawel Kaczmarczyk (M.Sc.)
ist Systemingenieur Computer Vision bei ESG in München.

Dipl.-Ing. Thomas Gebauer
ist Systemingenieur Computer Vision bei ESG in München.

Apps nutzen offene Telematikplattform für Flottenfahrzeuge

Thomas Rösch
ist Geschäftsführer Openmatics s.r.o. in Pilsen (Tschechien).

Simuliertes GPS-Space-Segment und Sensorfusion zur spurgegenauen Positionsbestimmung

Dipl.-Ing. Tobias Butz
ist Applikationsingenieur Testsysteme & Engineering bei IPG Automotive GmbH in Karlsruhe.

Dipl.-Ing. Uwe Wurster
ist Leiter Testsysteme & Engineering bei IPG Automotive GmbH in Karlsruhe.

Prof. Dr. Ing. Gert F. Trommer
ist Professor am Institut für Theoretische Elektrotechnik und Systemoptimierung des Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).

Dipl.-Ing. Matthias Wankerl
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Elektrotechnik und Systemoptimierung des Karlsruhe Institut für Technologie (KIT).

Reichweitenprognose für Elektromobile

Dr.-Ing. Peter Conradi
ist Geschäftsführer der All4IP Technologies GmbH & Co. KG in Darmstadt.

Funktionen vereint – Kombiinstrument, Infotainment und Flottenmanagement

Philipp Hudelmaier
ist Systems Engineer bei Fujitsu Semiconductor Europe in München.

Stabile Satellitenverbindung durch flüssigkristallbasierte, phasengesteuerte Gruppenantennen

M. Sc. Onur Hamza Karabey
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Institut für Mikrowellentechnik und Photonik an der TU Darmstadt.

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Maasch
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Institut für Mikrowellentechnik und Photonik an der TU Darmstadt.

Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby
ist Leiter des Fachgebiets Mikrowellentechnik und Photonik an der TU Darmstadt.

Erweiterung der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation mit Funkortungstechniken

Dr.-Ing. Daniel Schwarz
ist Projektsprecher des Verbundprojekts Ko-TAG der Ko-FAS-Forschungsinitiative und arbeitet im Bereich Konzepte „Aktive und Integrale Sicherheit“ bei der BMW Group in München.

Umfeldmodelle – standardisierte Schnittstellen für Assistenzsysteme

Dipl.-Ing. Ralph Grewe
ist zuständig für die Umfeldmodellierung für Fahrerassistenzsysteme bei Continental Chassis & Safety, Advanced Engineering und externer Doktorand am Institut für Fahrzeugtechnik (FZD) der Technischen Universität Darmstadt.

Dr.-Ing. Andree Hohm
ist Systemarchitekt für Fahrerassistenzsysteme Chassis & Safety, Advanced Engineering bei Continental in Frankfurt am Main.

Dr.-Ing. Stefan Lücke
ist Leiter ADAS & Contiguard bei Continental Chassis & Safety, Advanced Engineering in Frankfurt am Main.

Prof. Dr. rer. nat. Hermann Winner
leitet das Fachgebiet Fahrzeugtechnik (FZD) der Technischen Universität Darmstadt.

**Anforderungen an ein Referenzsystem
für die Fahrzeugortung**

Dipl.-Ing. Marco Wegener
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am
Institut für Verkehrssicherheit und Auto-
matisierungstechnik der Technischen
Universität Braunschweig.

Dipl.-Ing. Matthias Hübner
ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am
Institut für Verkehrssicherheit und Auto-
matisierungstechnik der Technischen
Universität Braunschweig.

Dipl.-Ing. Mohamed Brahmi
ist Doktorand an der TU Braunschweig
im Bereich Fahrerassistenzsysteme in
Zusammenarbeit mit der Audi AG in
Ingolstadt.

Dr.-Ing. Karl-Heinz Siedersberger
ist Gruppenleiter in der Vorentwicklung
Fahrerassistenzsysteme bei der Audi AG
in Ingolstadt.

**Elektronischer Horizont – Vorausschauende
Systeme und deren Anbindung an
Navigationseinheiten**

Jürgen Ludwig
verantwortet den Bereich Geschäfts-
entwicklung Fahrerassistenzsysteme
bei Elektrobit in Erlangen.

Von der Straße ins Internet

Dr. Stephan Steglich
ist Webinos-Projektleiter und Leiter des
Kompetenzzentrum FAME – Future
Applications und Media am Fraunhofer-
Institut für offene Kommunikationssy-
steme Fokus in Berlin.

Christian Fuhrhop
ist Leiter der Spezifikation im Webinos-
Projekt und Forscher im Kompetenzzentrum FAME – Future Applications und Media am Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme Fokus in Berlin.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Teil 1: Sicherheit	
Das Vernetzte Auto – nur mit offenen Architekturen gelingt es	5
Gastkommentar von Hans-Georg Frischkorn, ESG	
Vernetzung zwischen Airbag und ESP zur Vermeidung von Folgekollisionen	6
Unfallfreies Fahren	7
Von der Wirkfeldanalyse zur Nutzen- und Risikobewertung	7
Funktionsauslegung	8
Validierung der Funktion	11
Zusammenfassung und Ausblick	11
Literaturhinweis	12
Testsystem für integrierte, hochvernetzte Sicherheitssysteme	13
Motivation	14
Testsystem	15
Testmethoden und -strategie	16
Ausblick	18
Literaturhinweise	19
Mehr Sicherheit durch Positionsbestimmung mit Satelliten und Landmarken	20
Anteil komplexer Unfälle nimmt zu	21
Eng gekoppeltes GNSS/INS	22
Kooperatives GNSS	23
Ko-TAG-Transponder an Kreuzungen	23
Hochgenaue digitale Karten	23
Laserscanner und fahrbahn-begleitende Landmarken	24
Landmarken und Fahrstreifen – Laserscanner und Kamera	25
Literaturhinweise	26
Wirkungsanalyse von Abstandsregelung und Abstandswarnung	27
Einführung	28
Stand der Technik	28
Methodik	29
Versuchsdesign	29
Datenanalyse	30
Ergebnisse der Wirkungsanalyse	32
Verkehrssicherheit	32
Fahrerverhalten	33
Kraftstoffverbrauch	34

Zusammenfassung und Ausblick	35
Literaturhinweise	36
Fahrerunterstützung beim Ein- und Ausfädeln	37
Motivation	38
Konzeption des Ein- und Ausfädelassistenten	38
Lückenanalyse als Kernelement des Ein- und Ausfädelassistenten	40
Umsetzung und Ergebnisse	43
Zusammenfassung	45
Literaturhinweise	45
Automatische Manöverentscheidungen auf Basis unsicherer Sensordaten	47
Einleitung	48
Bayes'sche Signalverarbeitung	49
Objektbewertung	49
Situationsbewertung	49
Einflussbewertung	50
Entscheidungsnetze	50
Fahrstreifenwechselmanöver auf Autobahnen	51
Zusammenfassung	54
Literaturhinweise	54
Satellitenbasiertes Kollisionsvermeidungssystem	55
Hintergrund	56
Perzeption und Sensorfusion	56
Deeskalation und Eingriffsentscheidung	57
Time-to-Collision	58
Berechnung des minimalen Abstands	59
Berechnung der negativen Schnittfläche	60
Bewertung	60
Literaturhinweise	63
„Keine unüberwindbaren Hürden beim automatisierten Fahren“	64
Interview von Markus Schöttle mit Ralf G. Herrtwich	

Teil 2: Car-IT

Echtzeitfähige Car-to-X-Kommunikationsabsicherung und E/E-Architekturintegration	70
Einleitung	71
Ein modulares C2X-Kommunikationssystem	72
C2X-Kommunikationsmechanismen	72
Systemarchitektur und Einbettung	72
Verarbeitungsschritte	74
Überblick der verwendeten Mechanismen und Systemeigenschaften	74
Security Processing	75

C2X-Sicherheitsarchitektur	75
Signaturverarbeitung	75
Diskussion	80
Schlußfolgerung und Ausblick	80
Literaturhinweise	80
Ladetechnik und IT für Elektrofahrzeuge	82
Projekt und Projektpartner	83
Fahrzeugintegration versus stationäre Ladesäulen	83
Mobile Metering	84
Funktionsweise Lade- und Kommunikationstechnik	84
Vorteile der Lade- und Kommunikationstechnik	84
Komponenten	85
Sicherheit	87
Ausblick	88
Literaturhinweise	88
Pretended Networking – Migrationsfähiger Teilnetzbetrieb	89
Grundidee	90
Konzept und Umsetzung	91
Messergebnisse	93
Ausblick	94
Literaturhinweis	94
IT-Sicherheit in der Elektromobilität	95
Riskante Sicherheitslücke	96
Große Gefahr von Missbrauch	96
Ohne sichere IT keine sichere Elektromobilität	97
Geschäftsmodelle auf Basis von SecMobil	98
Projektziele	98
Projektsäule 1: Sichere digitale Stromerfassung (eMetering)	99
Projektsäule 2: Sichere Infrastruktur	99
Projektsäule 3: Sichere Dienste	100
Fazit	100
Literaturhinweise	100
System-on-Chip-Plattform verbindet Endgeräte- und Automobiltechnik	101
Interaktives Infotainment-Konzept	102
Architektur der zwei Geschwindigkeiten	102
Früh gemeinsam Entwicklungsziele festlegen	103
Perspektiven softwarebasierter Konnektivität	106
Konnektivität	107
Software prägt Innovationen	107
Fortschrittliche Programmiermethoden	108
Das Internet der Dinge im Auto	108
Noch fehlt die Killerapplikation	110

Harte Bandagen im Ringen um die Kunden	110
Unterschätztes Risiko: Datensicherheit	111
Literaturhinweise	112
„Wir gehen unseren Weg“	113
Interview von Markus Schöttle mit Ralf Lamberti	
Sichere Botschaften – Moderne Kryptographie zum Schutz von Steuergeräten	117
Kryptographie	118
Softwareintensive Steuergeräte	118
Anwendungsfelder für Kryptographie im Steuergerät	119
Kryptographische Steuergeräte-Implementierung	120
Optimierungen am Arbeitsspeicher	121
Gefährliche Seitenkanalangriffe	122
Existierende Realisierungen	123
Ausblick	124
Literaturhinweise	124
Fahrerassistenzsysteme – Effizienter Entwurf von Softwarekomponenten	125
Analyse	126
Schwächen bisheriger Entwurfsprozesse	126
Verbesserungen durch softwaregestützten Entwurf	128
Nutzen	129
Zusammenfassung	130
Literaturhinweise	130
Chiplösungen für Fahrerassistenzsysteme	131
Entwicklung von Assistenzsystemen – Herausforderungen	132
Forderung nach einem neuen Verfahren	132
Der neue Entwicklungsansatz	133
IP-Portfolio für effiziente Entwicklung	134
Entwicklungsprozess	134
Zusammenfassung	136
Head-up-Display – Die nächste Generation mit Augmented-Reality-Technik	137
Komplexität steigt	138
Funktionsweise und Stand der Technik	138
Nächste HUD-Generation mit Augmented Reality	139
Künftige Einsatzbereiche des AR-HUD	140
Zusammenfassung	142
Ausblick	143
Literaturhinweis	143

Teil 3: Konzepte

Assistenzsystem für mehr Kraftstoffeffizienz	146
Motivation	147
Randbedingungen im Fahrzeug	148
Funktionsbeschreibung	149
Ergebnisse und Kundennutzen	151
Ausblick und künftige Handlungsfelder	152
Literaturhinweise	153
Teilnetzbetrieb – Abschaltung inaktiver Steuergeräte	154
Motivation	155
Intelligente Weckkonzepte und Buskopplung im Nachlauf	155
Betriebsstundenreduzierung (Lebensdauer Steuergerät)	156
Bedarfsgerechte Abschaltung von Steuergeräten	156
Einführungsszenario Teilnetzbetrieb bei Audi	156
Herausforderungen bei der Einführung	157
Technische Änderungen	158
Funktionscluster	158
HW-Technologie	159
Änderung Weck- und Netzwerkmanagement-Konzept (NM)	159
Grundabsicherung	160
Standardisierung	160
Ausblick	161
Vollautomatische Kamera-zu-Fahrzeug-Kalibrierung	162
Warum können Kamerasysteme nicht exakt funktionieren?	163
Online-Kalibrierung heute	163
So kann künftig präzise kalibriert werden	163
Bildvorverarbeitung	164
Optischer Fluss	164
Visuelle Bewegungsschätzung	164
Online-Kalibrierung	165
Testmethoden	165
Ergebnisse	166
Fazit und Ausblick	166
Apps nutzen offene Telematikplattform für Flottenfahrzeuge	167
Heterogener Telematikmarkt	168
Systemunabhängige Telematikplattform	168
Systemarchitektur	169
Modular aufgebaute On-Board-Unit	169
Das System ist offen für Apps	169
Das Geschäftsmodell leasen statt kaufen	171
Vorteile und Chancen für den Anwender	172
Datensicherheit und die Grenzen der Offenheit	172

Simuliertes GPS-Space-Segment und Sensorfusion zur spurgenauen Positionsbestimmung	173
Motivation	174
Funktion und Erzeugung des Space-Segment-Modells	175
Nachbildung realer Fehler und Störeinflüsse	175
Modellierte GPS-Fehler	176
Modellierte Inertialsensoren-Fehler	177
Anwendungsbeispiele	177
Fazit	178
Literaturhinweise	178
Reichweitenprognose für Elektromobile	179
Mangel an Voraussage	180
Komplexe Parameter	180
Bisherige Reichweitenvorhersage mangelhaft	181
Öko-optimierte Strecken	182
Die Graphentheorie als Berechnungsgrundlage	182
Routenführung/Navigation	183
Erfassen elektrischer Größen	183
Prognose des Fahrstils	184
Literaturhinweise	184
Funktionen vereint – Kombiinstrument, Infotainment und Flottenmanagement	185
Motivation	186
Das LKW-Cockpit von heute	186
Mangelnde Flexibilität bremst Integration von Innovationen	186
Anforderungen an die nächste HMI-Generation	187
Lösungsansatz – Aufhebung der Barrieren im HMI-Design	187
Die neue Architektur	188
Fazit	190
Stabile Satellitenverbindung durch flüssigkristallbasierte, phasengesteuerte Gruppenantennen	191
Einleitung	192
Flüssigkristall-Technologie für Mikrowellenbaugruppen	193
Antennen-Demonstrator und Messergebnisse	194
Systemanalyse	196
Zusammenfassung	197
Literaturhinweise	198
Erweiterung der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation mit Funkortungstechniken	199
Motivation	200
Kooperative Sensortechnik	202
Intelligente Transponder	204
Synergien mit Car-to-X-Kommunikation	205
Anwendungen	205

Forschungsinitiative Ko-FAS	206
Literaturhinweise	206
Umfeldmodelle – standardisierte Schnittstellen für Fahrerassistenzsysteme	207
Grundlagen	208
Repräsentation des statischen Umfelds	208
Repräsentationen für Verkehrsteilnehmer	209
Hybrides Umfeldmodell	209
Architektur der Occupancy-Grid-Fusion	210
Schnittstellen für die Occupancy-Grid-Fusion	211
Anwendungen des vorgestellten Umfeldmodells	212
Fazit und Ausblick	213
Literaturhinweise	213
Anforderungen an ein Referenzsystem für die Fahrzeugortung	214
Einleitung	215
Strukturelle Anforderungen	216
Mobilität	216
Fahrzeugunabhängigkeit	216
Wiederholbarkeit	216
Analysierbarkeit	216
Multiplizität	216
Parametrische Anforderungen	217
Konfiguration	217
Direkte Anforderungen an die Messunsicherheit	217
Indirekte Anforderungen an die Messunsicherheit	218
Dynamik	219
Messrate	220
Zusammenfassung und Ausblick	221
Literaturhinweise	221
Elektronischer Horizont – Vorausschauende Systeme und deren Anbindung an Navigationseinheiten	223
Trendbeobachtung	224
Technischer Hintergrund	225
Herausforderungen während der Entwicklung	225
Entwicklungswerkzeuge und Software-Module	226
Testverfahren für Software und Hardware	228
Neue Perspektiven mit Ethernet und Internet	229
Literaturhinweise	229
Von der Straße ins Internet	230
Markt- und Kundenentwicklung	231
Internetplattform	231
Webinos: Open-Source- und Cross-Plattform	232
Persönliche Zonen	232
Sicherheitsarchitektur	234

Einsatz von Widgets	235
Fahrzeug-APIs	237
Weiterentwicklung	237
Literaturhinweis	237

Teil 1

Sicherheit

Inhaltsverzeichnis

Das Vernetzte Auto – nur mit offenen Architekturen gelingt es	5
Gastkommentar von Hans-Georg Frischkorn, ESG	
Vernetzung zwischen Airbag und ESP zur Vermeidung von Folgekollisionen	6
Testsystem für integrierte, hochvernetzte Sicherheitssysteme	13
Mehr Sicherheit durch Positionsbestimmung mit Satelliten und Landmarken	20
Wirkungsanalyse von Abstandsregelung und Abstandswarnung	27
Fahrerunterstützung beim Ein- und Ausfädeln	37
Automatische Manöverentscheidungen auf Basis unsicherer Sensordaten	47
Satellitenbasiertes Kollisionsvermeidungssystem	55
„Keine unüberwindbaren Hürden beim automatisierten Fahren“	64
Interview von Markus Schöttle mit Ralf G. Herrtwich	

Das Vernetzte Auto – nur mit offenen Architekturen gelingt es



**Hans-Georg
Frischkorn**

Der Begriff des „vernetzten Autos“ wird zusehend stärker geprägt, und die Automobilindustrie ist mittlerweile Stammgast auf Messen wie der Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas oder der Cebit in Hannover. Auffällig ist aber, dass mit dem Begriff ganz unterschiedliche Inhalte verbunden werden. Das reicht von klassischen Infotainment-Funktionen über Online-Software-Updates im Auto, neue Mobilitätskonzepte, Smart Grid und Car-to-X-Kommunikation.

Ist das vernetzte Auto eine eierlegende Wollmilchsau? Natürlich nicht. Aber die Bandbreite der Systeme, die das Fahrzeug nun mit branchenfremden, technologieübergreifenden Systemen und dem Umfeld vernetzt, bedeutet einen regelrechten Quantensprung. Das betrifft vor allem den heute schon hohen Komplexitätsgrad, der alle Beteiligten vor gewaltige Herausforderungen stellt.

Wie können wir diesen Aufgaben begegnen? Zu den wichtigen Stellhebeln zählt die zielgerichtete Weiterentwicklung von Standards und offenen Schnittstellen. Initiativen wie Autosar, Genivi und CMMI/Spice sind richtungweisend, müssen aber auch konsequent umgesetzt und weiterentwickelt werden. Dazu gilt es, zu einem offenen und kooperativen Austausch mit anderen Branchen zu kommen, mit gezieltem Transfer von Prozess- und Methoden-Know-how. Beispiel dafür

sind Ansätze für integrierte modulare Architekturen im Luftfahrtbereich. Wir müssen beginnen, eine offene Architektur für die entstehende vernetzte Welt zu definieren, und bereit sein, dafür gemeinsam neue Wege zu gehen.

Grundlage einer neuen Architekturinitiative muss ein klares Verständnis der Basisanforderungen sein. Dabei spielen Safety und Security eine ganz besonders wichtige Rolle. Aber auch Personalisierung und Individualisierung gewinnen an Bedeutung. Entscheidend ist die sichere Beherrschung der Integration von komplexen und hochvernetzten System- und Kundenfunktionen, verschiedenartiger Sensortechnologien und Aktoren, neuen Kommunikationsstandards und – nicht zuletzt – der Flexibilität im Umgang mit der Vielzahl unterschiedlicher und einem raschen Wandel unterliegender Endgeräte.

Durchgreifende Interoperabilität ist hier eine Grundanforderung an die Architektur, ebenso modulare Hardware- und Softwarekomponenten. Die Trennung von Hardware und Software ist eine weitere wesentliche Voraussetzung. Erst dadurch wird eine effiziente und kostensparende Wiederverwendung von softwarebasierten Funktionen ermöglicht. Ich bin davon überzeugt, dass wir auch bei Embedded Systems die heutige enge Verzahnung von Hardware und Software schrittweise lösen werden.

Der Begriff Cyber Physical Systems mag abschrecken: Sie sind aber die Realität von morgen. Wenn die Autoindustrie von dieser nicht überrollt werden will, muss sie endlich beginnen, sich damit systematisch auseinanderzusetzen. Unsere Erfahrungen mit offenen Architekturen und konsequent umgesetzten Systems-Engineering-Prozessen bieten eine gute Basis dafür.

Vernetzung zwischen Airbag und ESP zur Vermeidung von Folgekollisionen

DIPL.-ING. ALEXANDER HÄUSSER | DIPL.-ING. RALF SCHÄFFLER | DIPL.-ING. ANDREAS GEORGI |
DR.-ING. STEPHAN STABREY



Mit der geschickten Vernetzung von Airbag und ESP gelang es Bosch, ein Notbremsssystem zu integrieren, mit dem verheerende Folgekollisionen nach Unfällen teils vermieden werden. Das Assistenzsystem Secondary Collision Mitigation (SCM) basiert auf der Sensorfusion, greift automatisch ein und bricht nicht ab, wenn die Datenübertragung durch den Erstaufprall gestört wird.

Unfallfreies Fahren

Mit dem Ziel des unfallfreien Fahrens entwickelt die Automobilindustrie immer leistungsfähigere Fahrerassistenzsysteme, die den Fahrer in kritischen Situationen unterstützen und somit Unfälle vermeiden helfen. Bereits während einer normalen Fahrt lassen sich Faktoren überwachen, die die Fahrsicherheit beeinflussen können. Beispielsweise erkennen aktuelle Assistenzsysteme eine zunehmende Schläfrigkeit des Fahrers und empfehlen eine Pause.

Kritischere Fahrsituationen wie eine drohende Kollision können entsprechende Assistenzsysteme frühzeitig über Umfeldsensoren erkennen. In Stufen wird der Fahrer zunächst durch Warnhinweise und dann gegebenenfalls auch durch eine automatische Notbremsung sowie einen Ausweichassistenten unterstützt. Darüber hinaus kann das aktive Sicherheitssystem ESP das Fahrzeug während eines kritischen Fahrmanövers innerhalb der physikalischen Grenzen stabilisieren. Kommt es dennoch zu einer Kollision, unterstützen bislang nur die passiven Sicherheitssysteme wie beispielsweise Airbags.

Wie Untersuchungen zeigen, ziehen viele dieser Erstkollisionen weitere Folgekollisionen nach sich, die maßgeblich durch den Fahrer beeinflusst werden können. Allerdings ist jeder Unfall für den Fahrer ein seltenes Ereignis und führt nach einem Erstanprall in der Regel zu einer verlängerten Schrecksekunde. In dieser ist der Fahrer kaum handlungsfähig und durch einhergehende Verletzungen oftmals weiter beeinträchtigt. Hier setzt die Funktion Secondary Collision Mitigation (SCM, Verminderung des zweiten Aufpralls) an.

Durch die Vernetzung der Airbaginformationen mit dem ESP wird eine automatische Verzögerung nach der Erstkollision eingeleitet. Folgekollisionen lassen

sich dadurch vermeiden oder deren Unfallfolgen zumindest deutlich reduzieren. Ein wesentlicher Bestandteil bei der Entwicklung dieser Funktion war eine detaillierte Analyse von Unfalldaten im Rahmen der Unfallforschung. Hierbei wurde eine Auswertung statistisch relevanter Situationen (Wirkfeldanalyse) mit anschließender Nutzen- und Risikoanalyse durchgeführt, deren Erkenntnisse in die Funktionsentwicklung eingeflossen sind.

Von der Wirkfeldanalyse zur Nutzen- und Risikobewertung

Das reale Unfallgeschehen zeigt, dass in rund jedem vierten Unfall mit Personenschaden Pkw in mehrere Kollisionen verwickelt werden. Besonders bei primären Kollisionen, bei denen die Airbagauslöseschwellen erreicht werden, ist die unterstützende Wirkung einer Funktion zur Vermeidung von Folgekollisionen (SCM) von großer Hilfe. Im deutschen Unfallgeschehen mit Personenschaden entspricht das einem Wirkfeld von 15% (46.000 Unfällen pro Jahr). Die Unfalldatenbank Gidas (German In-depth Accident Study) [1] bietet die Möglichkeit, solche Funktionen hinsichtlich des genannten Wirkfelds, des Nutzens und des Risikos systematisch zu bewerten.

Eine exakte Ermittlung des Funktionsnutzens bei Pkw konnte für etwas mehr als die Hälfte der relevanten Gidas-Unfälle durchgeführt werden. Hier wurde die Wegänderung durch den systeminitiierten Bremsingriff berechnet. Bei der Berechnung wurden beispielsweise die jeweiligen Straßenverhältnisse, eventuelle Fahrerreaktionen oder eine Fahrzeugrotation berücksichtigt. Wie Bild 1 zeigt, führt der Bremsingriff in 2,6% aller Unfälle zu einer Vermeidung der Folgekollision und in 3,6% zu einer deutlichen Geschwindigkeitsreduktion. In 1,8% aller Unfälle hat die Funktion kei-

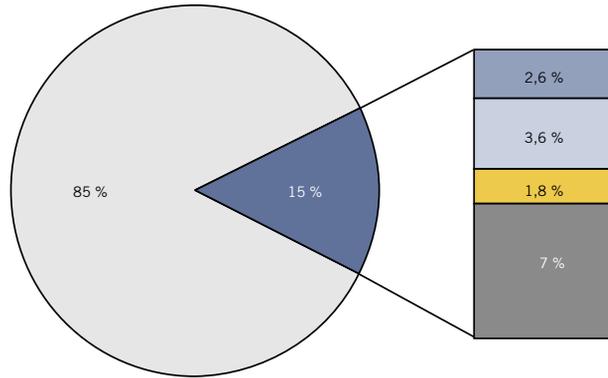


Bild 1
SCM-Nutzenanalyse
für Pkw auf Basis
von 3148 repräsen-
tativen Unfällen
aus der Gidas-
Datenbank



nen Nutzen; das heißt, hier hat der Fahrer optimal gebremst oder der Weg zwischen den Kollisionen war nur sehr gering.

In etwa der Hälfte der durch SCM adressierbaren Unfälle (7% aller Unfälle) konnte der Nutzen nicht exakt berechnet werden. Hier hatten die Fahrzeuge entweder in der primären Kollision die Fahrbahn verlassen oder es kam zu einer Folgekollision gegen ein weiteres sich bewegendes Fahrzeug. Die Auswirkung von SCM in den sogenannten Abkommensunfällen ist gering, da hier durch die Bremsung der Räder auf losem Untergrund nur wenig zusätzliche Verzögerung aufgebaut werden kann. Weitere detaillierte Einzelfalluntersuchungen zeigten bei Unfällen mit Folgekollisionen gegen fahrende Fahrzeuge, dass auch hier ein nennenswerter Funktionsnutzen zu erwarten ist.

Da SCM mit Erreichen der Auslöseschwelle auch bei Unfällen mit lediglich einer Kollision pro Fahrzeug aktiviert und die Fahrzeuge entsprechend verzögert werden, musste dieser Effekt auch hinsichtlich potenzieller Risiken untersucht werden. Dazu wurden mehr als

2700 weitere Unfälle aus der Gidas Datenbank hinsichtlich der Auswirkungen der Wegänderung nach einer Erstkollision untersucht. Die Risikobetrachtung führte zu dem Ergebnis, dass in fast allen Anprallsituationen eine Vollbremsung sinnvoll ist. Lediglich bei Frontalkollisionen empfiehlt sich eine Reduzierung der Bremsverzögerung, um ein optimales Nutzen/Risiko-Verhältnis realisieren zu können.

Funktionsauslegung

Die Funktionsauslegung basiert im Wesentlichen auf der im Rahmen der Unfallforschung durchgeführten Nutzen- und Risikoanalyse. Aus dieser wurde die zur Auslösung erforderliche Aufprallstärke sowie abhängig von der Anprallsituation die aufzubauende Bremsverzögerung abgeleitet. Die Funktionsteile zur Auswertung von Aufprallstärke und Anprallsituation sind im Airbag-Steuergerät umgesetzt. Der Bremsdruck, der zum Erreichen der Bremsverzögerung erforderlich ist, wird im ESP-Steuergerät berechnet.