

Informatik aktuell

Herausgeber: W. Brauer
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

Karsten Berns
Tobias Luksch (Hrsg.)

Autonome Mobile Systeme 2007

20. Fachgespräch
Kaiserslautern, 18./19. Oktober 2007



 Springer

Herausgeber

Karsten Berns
Tobias Luksch
Technische Universität Kaiserslautern
Fachbereich Informatik
Arbeitsgruppe Robotersysteme
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern
<http://agrosy.informatik.uni-kl.de>

Fachgesprächsbeirat

Prof. Dr. rer. nat. K. Berns, Technische Universität Kaiserslautern
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Dillmann, Universität Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. G. Färber, TU München
Prof. Dr.-Ing. G. Hirzinger, DLR, Oberpfaffenhofen
Prof. Dr.-Ing. A. Knoll, TU München
Dr. G. Lawitzky, Siemens AG, München
Prof. Dr. rer. nat. P. Levi, Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. H. Wörn, Universität Karlsruhe

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

CR Subject Classification (2001): I.2.9, I.2.10, I.2.11, I.4.7, I.4.8, J.7

ISSN 1431-472-X

ISBN 978-3-540-74763-5 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer Berlin Heidelberg New York
Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
Printed in Germany

Satz: Reproduktionsfertige Vorlage vom Autor/Herausgeber
Gedruckt auf säurefreiem Papier SPIN: 12118793 33/3180-543210

Vorwort

Das 20. Fachgespräch „Autonome Mobile Systeme (AMS)“ findet am 18. und 19. Oktober 2007 in Kaiserslautern statt und wird von der Arbeitsgruppe Robotersysteme des Fachbereich Informatik ausgerichtet. Diese Tagung, die zum ersten mal an der Technischen Universität Kaiserslautern durchgeführt wird, hat das Ziel, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Forschung und Industrie, die auf dem Gebiet der autonomen und teilautonomen mobilen Roboter forschen und entwickeln, zusammenzubringen. Vor allem Nachwuchswissenschaftlern soll die Möglichkeit gegeben werden, die Ergebnisse aktueller Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet zu diskutieren. Da die Tagung traditionell auf den deutschsprachigen Raum ausgerichtet ist, wird vor allem der nationalen Robotikindustrie die Möglichkeit zum Dialog mit Wissenschaftlern gegeben.

Inhaltlich setzt das Fachgespräch den diesjährigen Schwerpunkt auf Arbeiten im Bereich der kognitiven Automobile und der Laufmaschinen. Zu diesen beiden Themenblöcken werden auch die eingeladenen Übersichtsvorträge stattfinden. Gerade im Gebiet der kognitiven Systeme werden in der Forschung zur Zeit sowohl vollständig autonome Fahrzeuge als auch PKW-Assistenzsysteme erforscht. An den diesjährigen Beiträgen zeigt sich, dass diese beiden Bereiche immer weiter zusammenwachsen und sich positive Synergieeffekte einstellen. Die Laufmaschinenforschung in Deutschland, die noch in den 90er Jahren zur internationalen Spitze gehörte, wurde aufgrund geänderter öffentlicher Förderschwerpunkte nur noch gering unterstützt. Vor allem in den letzten beiden Jahren haben unterschiedliche Forschungsgruppen über kleinere Projekte begonnen, sich intensiv mit Laufmaschinen zu beschäftigen. Deshalb sieht sich die AMS 2007 als ein Forum, diese Forschungsgruppen zum wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch zusammenzuführen. Über die genannten Schwerpunkte hinaus sind Beiträge aus den Bereichen Kartierung und Lokalisation, Navigation, Lernverfahren, System- und Steuerungsarchitekturen sowie der Anwendung von autonomen mobilen Systemen vertreten.

In diesem Jahr wurden für die AMS Kurzfassungen für über 60 Beiträge eingereicht. Der Fachgesprächsbeirat hat aus diesen Arbeiten 53 ausgewählt, wobei 45 in einen Vortrag und 8 in einer Poster Session präsentiert werden. Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Präsentationen werden in einer Ausstellung mehr als 20 Roboter vorgestellt, um den hohen Leistungsstand bei der Entwicklung dieser Systeme einem breiten Publikum zu demonstrieren.

Die Organisatoren der AMS 2007 möchten sich zunächst beim Fachgesprächsbeirat für die Begutachtung und Auswahl der Beiträge bedanken. Unser herzlicher Dank gilt auch den Autoren für die Einreichung der wissenschaftlichen Arbeiten, die wie in den letzten Jahren von hoher inhaltlicher Qualität sind. Weiterhin sei auch Prof. Dr. Dr. h.c. Brauer, dem Herausgeber der Buchreihe „Informatik Aktuell“ sowie dem Springer-Verlag für die erneute Bereitschaft, das Buch herauszugeben, und Frau Glaunsinger für ihre Unterstützung bei der

Erstellung des Manuskripts gedankt. Auch für die Durchführung einer Konferenz mittlerer Größe ist ein enormer organisatorischer Aufwand notwendig. Ohne den unermüdlichen Einsatz der Mitarbeiter, der Studenten sowie des Sekretariats der Arbeitsgruppe Robotersysteme, denen wir hiermit herzlich danken wollen, wäre diese Veranstaltung nicht möglich gewesen. Wir wünschen allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine Tagung mit interessanten wissenschaftlichen Beiträgen und Exponaten, neuen Anregungen durch intensive Diskussionen, und angenehme Tage in Kaiserslautern.

Kaiserslautern, im August 2007

Die Herausgeber:
Karsten Berns, Tobias Luksch

Inhaltsverzeichnis

Kartierung und Lokalisation

SVMs for Vibration-Based Terrain Classification	1
<i>C. Weiss, M. Stark, A. Zell</i> <i>Universität Tübingen</i>	
Bearing-Only SLAM with an Omnicam	8
<i>S. Hochdorfer, C. Schlegel</i> <i>Hochschule Ulm</i>	
Visual Bearing-Only Simultaneous Localization and Mapping with Improved Feature Matching	15
<i>H. Strasdat, C. Stachniss, M. Bennewitz, W. Burgard</i> <i>Universität Freiburg</i>	
Autonomous Exploration for 3D Map Learning	22
<i>D. Joho, C. Stachniss, P. Pfaff, W. Burgard</i> <i>Universität Freiburg</i>	
Active Monte Carlo Localization in Outdoor Terrains Using Multi-level Surface Maps	29
<i>R. Kümmerle, P. Pfaff, R. Triebel, W. Burgard</i> <i>Universität Freiburg, ETH Zürich</i>	
Appearance-Based Robot Localization Using Wavelets-PCA	36
<i>H. Tamimi, C. Weiss, A. Zell</i> <i>Palestine Polytechnic University, Universität Tübingen</i>	
Zur Selbstlokalisierung mobiler Systeme bei fehlenden absoluten Referenzen	43
<i>T. Lilge, W. Gerth, A. Goronczy</i> <i>Leibniz Universität Hannover, Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH</i>	
Real-Time Visual Self-Localisation in Dynamic Environments	50
<i>H. Schäfer, P. Hahnfeld, K. Berns</i> <i>Technische Universität Kaiserslautern</i>	
3D Reconstruction for Exploration of Indoor Environments	57
<i>J. Wettach, K. Berns</i> <i>Technische Universität Kaiserslautern</i>	

Navigation

- Entwurf einer bahngeführten Positionierung als Basis der Lokomotion
omnidirektionaler Roboter 64
K. Zimmermann, M. Jahn, M. Weiß, M. Braunschweig, T. Rieß
Technische Universität Ilmenau
- Sicheres Navigieren in dynamischen Umgebungen mit
3D-Kollisionsvermeidung 68
S. Stiene, J. Hertzberg
Universität Osnabrück
- Bildbasierte Navigation eines mobilen Roboters mittels
omnidirektionaler und schwenkbarer Kamera 75
T. Nierobisch, F. Hoffmann, J. Krettek, T. Bertram
Universität Dortmund
- Eingangsrößenrekonstruktion zur Trajektorienfolge mit elementarer
Sensorik 82
N. Stegmann, S. Liu
Technische Universität Kaiserslautern

System- und Steuerungsarchitektur

- Modellierung von Anomalien in einer modularen Roboter-Steuerung 89
K. Kleinlützum, W. Brockmann, N. Rosemann
Universität Osnabrück
- Schlüsselkomponenten für die Exploration mit teil-autonomen mobilen
Robotern 96
R. Worst, H. Surmann, K. Pervözl, M. Hartich
Fraunhofer IAIS, Sankt Augustin
- Entwurf einer semantischen Missionssteuerung für autonome
Serviceroboter 103
K. Uhl, M. Ziegenmeyer, B. Gaßmann, J.M. Zöllner, R. Dillmann
FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe
- An Architectural Framework for Cooperative Civil and Military
Mission Scenarios 110
N. Oswald, S. Förster, H. Moser, T. Reichelt, A. Windisch
EADS Military Air Systems, Universität Stuttgart, Technische
Universität Chemnitz
- Simulationsbasierte Multisensorsystemauslegung 114
B. Denkena, H.-C. Möhring, K.M. Litwinski
Leibniz Universität Hannover

Evaluating Coupled Selection Equations for Dynamic Task Assignment
Using a Behavior Framework 118
*R. Lafrenz, F. Schreiber, O. Zweigle, M. Schanz, H. Rajaie,
U.-P. Käppeler, P. Levi, J. Starke*
Universität Stuttgart, Technical University of Denmark

A Unified Robotic Software Architecture for Service Robotics and
Networks of Smart Sensors 126
D. Westhoff, J. Zhang
Universität Hamburg

Modulare Sicherheits- und Sensorsysteme für autonome mobile Roboter
realisiert im Forschungsfahrzeug Marvin 133
C. Hillenbrand, K. Berns
Technische Universität Kaiserslautern

Lernverfahren

Towards Machine Learning of Motor Skills 138
J. Peters, S. Schaal, B. Schölkopf
*Max-Planck Institute for Biological Cybernetics, University of Southern
California*

Evolutionäre Algorithmen zur Topologieentwicklung von Neuronalen
Netzen für die Roboter-Navigation im praktischen Einsatz 145
T. Köpsel, A. Noglik, J. Pauli
Universität Duisburg-Essen

Mensch-Roboter Interaktion

Dynamische Satzgenerierung und Sprachausgabe für einen mobilen
Serviceroboter 152
C. Parlitz, B. Amann, M. Hägele
Fraunhofer IPA Stuttgart

Schlüsselkomponenten für Roboter in der Produktion 158
B. Denkena, P. Hesse, J. Friederichs, A. Wedler
Leibniz Universität Hannover

Kognitives Automobil

Intelligente Fahrzeuge 163
C. Stiller
Universität Karlsruhe

Innovativer Speditionshof mit fahrerlosen Fahrzeugen 171
D. Hillesheim
DaimlerChrysler AG, Stuttgart

Bildung kooperativer Gruppen kognitiver Automobile 177
C. Frese, J. Beyerer
Universität Karlsruhe, Fraunhofer IITB Karlsruhe

Ein Lasersensor-basiertes Navigationssystem für Nutzfahrzeuge 184
R. Stahn, A. Stopp
DaimlerChrysler AG Berlin, Technische Universität Berlin

Detektion von Fahrspuren und Kreuzungen auf nichtmarkierten
Straßen zum autonomen Führen von Fahrzeugen 191
S. Vacek, C. Bürkle, J. Schröder, R. Dillmann
Universität Karlsruhe

Eine realzeitfähige Softwarearchitektur für kognitive Automobile 198
M. Goebel, G. Färber
Technische Universität München

Semantic Road Maps for Autonomous Vehicles 205
S. Kumpakeaw, R. Dillmann
Universität Karlsruhe

Kamera-basierte Erkennung von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf
deutschen Straßen..... 212
D. Nienhäuser, M. Ziegenmeyer, T. Gump, K.-U. Scholl, J.M. Zöllner,
R. Dillmann
FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe, Harman/Becker
Automotive Systems Karlsbad

Hinderniserkennung und -verfolgung mit einer PMD-Kamera im
Automobil 219
T. Schamm, S. Vacek, K. Natroshvilli, J.M. Zöllner, R. Dillmann
FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe, Universität Karlsruhe,
Harman/Becker Automotive Systems Karlsbad

PMD basierte Fahrspurerkennung und -verfolgung für
Fahrerassistenzsysteme 226
T. Gump, T. Schamm, S. Bergmann, J.M. Zöllner, R. Dillmann
FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe, Universität Karlsruhe,
Harman/Becker Automotive Systems Karlsbad

Laufmaschinen

Ein Organic Computing Ansatz zur Steuerung einer sechsbeinigen
Laufmaschine..... 233
A. El Sayed Auf, S. Larionova, F. Mösch, M. Litza, B. Jakimovski,
E. Maehle
Universität Lübeck

Bionic Tactile Sensor for Near-Range Search, Localisation and Material Classification	240
<i>V. Dürr, A.F. Krause, M. Neitzel, O. Lange, B. Reimann</i>	
<i>Universität Köln, Universität Bielefeld, Fraunhofer IFF Magdeburg</i>	
Motion Planning Based on Realistic Sensor Data for Six-Legged Robots .	247
<i>T. Ihme, U. Ruffler</i>	
<i>Hochschule Mannheim</i>	
A New, Open and Modular Platform for Research in Autonomous Four-Legged Robots	254
<i>M. Friedmann, S. Petters, M. Rislér, H. Sakamoto, O. von Stryk, D. Thomas</i>	
<i>Technische Universität Darmstadt, Hajime Research Institute, Ltd. Osaka</i>	
Entwurf und Simulation eines Laufalgorithmus für einen zweibeinigen Laufroboter	261
<i>J. Fellmann, T. Ihme, K. Wetzelsberger</i>	
<i>Hochschule Mannheim</i>	
Regelungsstrategie für zweibeiniges elastisches Laufen mittels "Virtual Model Control"	268
<i>T. Kerscher, M. Göller, J.M. Zöllner, R. Dillmann</i>	
<i>FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe</i>	
Predictive Behavior Generation – A Sensor-Based Walking and Reaching Architecture for Humanoid Robots	275
<i>M. Gienger, B. Bolder, M. Dunn, H. Sugiura, H. Janssen, C. Goerick</i>	
<i>Honda Research Institute Europe, Offenbach</i>	
Human-like Running Can Be Open-Loop Stable.	282
<i>K. Mombaur</i>	
<i>IWR, Universität Heidelberg</i>	
Exploring Toe Walking in a Bipedal Robot	287
<i>J.A. Smith, A. Seyfarth</i>	
<i>Friedrich-Schiller Universität Jena</i>	
Simulating Muscle-Reflex Dynamics in a Simple Hopping Robot	294
<i>A. Seyfarth, K.T. Kalveram, H. Geyer</i>	
<i>Friedrich-Schiller Universität Jena, Universität Düsseldorf, Massachusetts Institute of Technology</i>	
Advanced Swing Leg Control for Stable Locomotion	301
<i>Y. Blum, J. Rummel, A. Seyfarth</i>	
<i>Friedrich-Schiller Universität Jena</i>	

Learning the Inverse Model of the Dynamics of a Robot Leg by
Auto-imitation 308
K.T. Kalveram, A. Seyfarth
Friedrich-Schiller Universität Jena, Universität Düsseldorf

Anwendungen

A Mobile Service Robot for Life Science Laboratories 315
E. Schulenburg, N. Elkmann, M. Fritzsche, C. Teutsch
Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation, Magdeburg

Sensorsonden für Sicherheits- und Bewachungsroboter 319
K. Pfeiffer, G. Gebhard, S. Oberer
Fraunhofer IPA Stuttgart

Ein Framework für automatisierte Betriebshöfe mit intelligenten
Nutzfahrzeugen 323
P. Wojke
Universität Koblenz-Landau

Sensor Processing and Behaviour Control of a Small AUV 327
J. Albiez, J. Kerdels, S. Fechner, F. Kirchner
DFKI Bremen

The MiCRoN Robot Project 334
R. Estaña, H. Woern
Universität Karlsruhe (TH)

Mobile Robot Navigation Support in Living Environments 341
C. Armbrust, J. Koch, U. Stocker, K. Berns
Technische Universität Kaiserslautern

Autorenverzeichnis 347