

## **Informatik aktuell**

---

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

**Springer**

*Berlin*

*Heidelberg*

*New York*

*Barcelona*

*Budapest*

*Hongkong*

*London*

*Mailand*

*Paris*

*Santa Clara*

*Singapur*

*Tokio*

Günther Schmidt  
Franz Freyberger (Hrsg.)

# Autonome Mobile Systeme 1996

12. Fachgespräch  
München, 14.–15. Oktober 1996

mit Sonderbeiträgen zu den  
technischen Demonstrationen aus dem  
Sonderforschungsbereich 331 „Informations-  
verarbeitung in autonomen, mobilen  
Handhabungssystemen“ an der  
Technischen Universität München



Springer

## **Herausgeber und wissenschaftliche Tagungsleitung**

Günther Schmidt  
Franz Freyberger  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik  
D-80290 München

## **Erweiterter Fachgesprächsbeirat**

Prof. Dr.-Ing. habil. J. Detlefsen, Technische Universität München  
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Dillmann, Universität Karlsruhe  
Prof. Dr.-Ing. G. Färber, Technische Universität München  
Prof. Dr. V. Graefe, Universität der Bundeswehr München  
Dr. G. Lawitzky, Siemens AG, München  
Prof. Dr. rer.nat.habil. P. Levi, Universität Stuttgart  
Prof. Dr. rer.nat. B. Radig, Technische Universität München  
Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart, Technische Universität München  
Prof. Dr.-Ing. U. Rembold, Universität Karlsruhe  
Prof. Dr.-Ing. G. Schmidt, Technische Universität München  
Prof. Dr. G. Schweitzer, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

### **Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme**

**Autonome mobile Systeme ... : ... Fachgespräch / Hrsg. und Tagungsleitung:**  
Universität München, Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik. - Berlin  
; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Budapest ; Hongkong ; London ; Mailand ;  
Paris ; Santa Clara ; Singapur ; Tokio : Springer.  
(Informatik aktuell)

12. 1996. München, 14. - 15 Oktober 1996. - 1996  
ISBN 3-540-61751-5

CR Subject Classification (1996): C.3, J.7, I.2.9

ISBN-13: 978-3-540-61751-8

e-ISBN-13: 978-3-642-80324-6

DOI: 10.1007/978-3-642-80324-6

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-Verlag Berlin Heidelberg 1996

Satz: Reproduktionsfertige Vorlage vom Autor/Herausgeber

SPIN: 10517407

33/3142-543210 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

# Vorwort

Das 12. Fachgespräch Autonome Mobile Systeme (AMS '96) findet am 14. und 15. Okt. 1996 an der Technischen Universität München statt. Die Organisation liegt in den Händen des Sonderforschungsbereiches „Informationsverarbeitung in autonomen, mobilen Handhabungssystemen“ (SFB 331). Mit 26 Fachbeiträgen in zwei parallelen Sitzungsreihen, zwei Plenarvorträgen und einer offenen Podiumsdiskussion, die Trends in Anwendung und Forschung der AMS beleuchtet, bietet das 12. Fachgespräch während dreier Halbtage ein aktuelles Vortrags- und Diskussionsprogramm. Neben Fragen der Sensorik, Videosensorik, Lokalisation, Navigation, der Steuerung, Planung, Koordination und Kooperation werden auch neuartige Anwendungen und industrielle Komponenten vorgestellt und diskutiert. Eine breitere Beachtung im Vergleich zu vorausgegangenen Fachgesprächen finden Anwendungen autonomer Fahrzeuge im freien Gelände. So wird in diesem Jahre erstmals der Einsatz in der pflanzlichen Produktion und der Schiffsführung erörtert. Dies gilt in gleicher Weise für GPS (Global Positioning System)-Komponenten und deren Anwendung.

Dieses Fachgespräch versteht sich, wie auch seine Vorgänger, primär als eine Plattform des kritischen Wissens- und Informationsaustausches deutschsprachiger Forschergruppen im Bereich autonomer mobiler Roboter und Systeme. Dennoch oder gerade deshalb ist es befruchtend, auch internationale Gäste in das Fachgespräch eingebunden zu haben. Eine Bereicherung bilden auch verschiedene industrielle und institutionelle Ausstellungsobjekte, die im Foyer vor den Tagungsräumen einen angemessenen Platz finden und sicher ein lebhaftes Interesse auf sich ziehen werden.

Als eine Besonderheit dieses 12. Fachgesprächs finden am Nachmittag des zweiten Tages, im unmittelbaren Anschluß an das Vortragsprogramm, technische Demonstrationen des SFB 331 statt. Dabei geht es nicht um die Vorstellung einzelner Teilergebnisse, sondern um das integrierte Zusammenspiel erprobter Basisfunktionalitäten und Schlüsselkomponenten autonomer mobiler Roboter. Die Vorführungen, zu denen auch eine Videodokumentation bei den Herausgebern erhältlich ist, sind in zwei Szenarien eingebettet. Sie umfassen die Demonstratoren MACROBE, MOBROB und FLEXEL II im Szenario einer Produktionsumgebung sowie den mobilen Servicemanipulator ROMAN im Szenario einer belebten Laborumgebung. Ergebnisse und Perspektiven des SFB 331, der, wie auch der SFB 314 „Künstliche Intelligenz“ (Universität Karlsruhe) dieses Fachgespräch seit seinen Anfängen begleitet, sind am Ende dieses Berichtsbandes in drei Sonderbeiträgen zusammengefaßt.

Bei der Auswahl der Beiträge zum Fachgespräch erhielt der Veranstalter wertvolle Unterstützung von seiten des erweiterten Fachgesprächsbeirates. Für die verantwortungsvolle Aufgabe, aus den 44 eingegangenen erweiterten Kurzfassungen die Auswahl der 26 Beiträge für das Vortragsprogramm zu treffen, sei allen Kollegen an dieser Stelle herzlich gedankt. Ebenso bedanken sich die Herausgeber bei den Autoren für ihre konstruktive und terminbewußte Mitarbeit und bei Herrn Prof. Dr. Brauer, dem Herausgeber von Informatik aktuell, sowie dem Springer-Verlag für die wohlwollende Förderung dieses Berichtsbandes.

Die Herausgeber:  
Günther Schmidt und Franz Freyberger

München, im August 1996

# Inhaltsverzeichnis

---

## Übersichtsbeiträge

---

- Autonomous Mobile Robots in France: Some Projects and Scientific Approaches .....2  
*R. Chatila,*  
*LAAS-CNRS, Toulouse, Frankreich*
- Leichtbau, Geschicklichkeit und multisensorielle Autonomie - Schlüsseltechnologien  
für künftige Raumfahrt-Roboter wie für terrestrische Service-Roboter .....18  
*G. Hirzinger,*  
*DLR Oberpfaffenhofen*

---

## Sensorik

---

- Gitterkartenbasierte Fehlererkennung und Kalibrierung  
für Umgebungssensoren autonomer mobiler Systeme (AMS) .....38  
*M. Soika,*  
*Siemens AG, München*
- Bewegungserfassung mit einem Millimeterwellen-Sensor .....47  
*T. Troll, J. Detlefsen,*  
*TU München*
- Echtzeitfähige Merkmalsextraktion und Situationsinterpretation  
aus Laserscannerdaten .....57  
*K. O. Arras, S. J. Vestli, N. N. Tschichold-Gürman,*  
*ETH Zürich*
- Die sehende Laufkatze als Autonomiebaustein moderner Containerkranbrücken .....67  
*J. Hansemann, P. Kohlhepp, H. Haffner,*  
*Forschungszentrum Karlsruhe*

---

## Videosensorik

---

- Real Time Pursuit and Vergence Control with an Active Binocular Head .....78  
*K. Daniilidis, M. Hansen, G. Sommer,*  
*Universität Kiel*
- MORAL: Ein System zur videobasierten Objekterkennung  
im Kontext autonomer, mobiler Systeme .....88  
*S. Lanser, C. Zierl,*  
*TU München*
- Absolute Lokalisation mobiler Roboter  
durch farbige Codierung der Einsatzumgebung .....99  
*T. Cord, FZI Karlsruhe,*  
*D. E. Lazic, Universität Karlsruhe*

---

**Umweltmodelle, Lokalisation**


---

Ein geometrisch-symbolisches Umgebungsmodell zur Unterstützung verschiedener Perzeptionsaufgaben autonomer, mobiler Systeme .....	108
<i>N. O. Stöffler, A. Hauck, G. Färber, TU München</i>	
Mobile Robot Navigation under Sensor and Localization Uncertainties .....	118
<i>H. Noborio, Osaka Electro-Communication Universität, z. Z. TU München, G. Schmidt, TU München</i>	
Zum Lokalisationsproblem für Roboter .....	128
<i>O. Karch, H. Noltemeier, Universität Würzburg</i>	

---

**Steuerung, Planung, Simulation**


---

Die Ausgangsgrößenverkopplung zur Reduzierung des Radschlupfes bei omnidirektionalen Fahrzeugen .....	140
<i>A. Jochheim, FernUniversität Hagen</i>	
AMOS: Schnelle Manipulator-Bewegungsplanung durch Integration potentialfeldbasierter lokaler und probabilistischer globaler Algorithmen .....	150
<i>B. Braun, R. Corsépius, FAW Ulm</i>	
Bahnplanung in dynamischen Umgebungen: Berechnung und Minimierung von Kollisionswahrscheinlichkeiten auf Basis statistischer Daten .....	160
<i>E. Kruse, R. Gutsche, F. M. Wahl, TU Braunschweig</i>	
Situationserkennung als Grundlage der Verhaltenssteuerung eines mobilen Roboters .....	170
<i>K. P. Wershofen, V. Graefe, Universität der Bundeswehr München</i>	
Exploration und Navigation mit hierarchischen Neuronalen Netzen .....	180
<i>M. Pauly, RWTH Aachen</i>	
LAURON II - Simulation und Realisierung einer sechsbeinigen Laufmaschine .....	190
<i>S. Cordes, FZI Karlsruhe, P. Bührle, Universität Karlsruhe</i>	
Sichere Handhabung mit 3D-Simulation und videobasierter Sensorik .....	204
<i>S. Blessing, D. Kugelmann, G. Reinhart, TU München</i>	

---

**Kooperation, Koordination**


---

- Kollisionsvermeidung mobiler autonomer Roboter  
 durch koordinierte sensorgeführte Manöver .....216  
*T. Rupp, T. Cord,*  
*FZI Karlsruhe*
- Verklemmungsfreie Agentenkooperation in verteilten Robotersystemen .....226  
*T. Längle, T. Lüth, M. Hesse,*  
*Universität Karlsruhe*
- Entscheidungsnetzwerke für selbstorganisierende Roboterarchitekturen .....236  
*M. Muscholl, P. Levi,*  
*Universität Stuttgart*

---

**Mensch/Roboter-Schnittstelle**


---

- Kommandierung eines Serviceroboters mit natürlicher, gesprochener Sprache .....248  
*C. Fischer, P. Havel, G. Schmidt, J. Müller, H. Stahl, M. Lang,*  
*TU München*

---

**Komponenten, Anwendungen**


---

- Autonome Fahrzeugführung in der pflanzlichen Produktion .....262  
*G. Jahns,*  
*FAL Braunschweig-Völkenrode*
- Ein vielsegmentiger Roboter zur autonomen Inspektion von Abwasserkanälen .....271  
*W. Ilg, K. Berns, S. Cordes, M. Eberl, R. Suna,*  
*FZI Karlsruhe*
- Navigations- und Steuerungssysteme für die freie Navigation von Radfahrzeugen .....281  
*G. Ullrich,*  
*FROG NAVIGATION SYSTEMS GmbH, Duisburg*
- Ein integriertes Navigationssystem zur Ortung und Führung von Flächenpeilschiffen  
 auf Binnenwasserstraßen .....292  
*M. Sandler, M. Faul, E. D. Gilles,*  
*Universität Stuttgart*
- Praxisgerechte Sensorstrategien für die Lokalisierung eines mobilen Maurerroboters  
 auf der Baustelle .....302  
*G. Pritschow, M. Dalacker, J. Kurz, S. McCormac, J. Zeiher,*  
*Universität Stuttgart*

---

**Sonderbeiträge zu den technischen Demonstrationen aus dem  
Sonderforschungsbereich 331  
„Informationsverarbeitung in autonomen, mobilen Handhabungssystemen“**

---

ROMAN: Ein Service-Roboter als persönlicher Assistent in belebten Innenräumen .....	314
<i>W. Daxwanger, E. Ettelt, C. Fischer, F. Freyberger, U. Hanebeck, G. Schmidt, TU München</i>	
Flexible Produktionsstrukturen für den Einsatz autonomer Systeme .....	334
<i>D. Ansorge, D. Glüer, C. Hofner, TU München</i>	
Basisfunktionen zur Steigerung der Autonomie mobiler Systeme .....	349
<i>A. Koller, N. O. Stöffler, TU München</i>	
<b>Autorenverzeichnis .....</b>	<b>365</b>