



Proseminarthemen Autonome mobile Systeme (AmS)

Sommersemester 2007

Inhalt

Mobile Roboter üben mit einem autonom wirkenden Verhaltensschema seit jeher eine große Faszination aus. Dabei stellt die Entwicklung der dafür nötigen Soft- und Hardware eine interdisziplinäre Herausforderung dar, die zudem von einer rasanten technischen Entwicklung begleitet ist. Gegenwärtig finden mobile Roboter ihre Anwendung im Bereich fahrerloser Transportsysteme, zu Überwachungszwecken sowie für einer Vielzahl von Reinigungs- und Servicefunktionen.

Mit diesem Seminar sollen einzelne Teilaspekte der mobilen Robotik hinterfragt werden, um ein Verständnis für grundlegende Prinzipien und Fragestellungen zu erarbeiten. Daneben zielt die Veranstaltung auf die Aneignung der Methoden zur Informationsrecherche, -aufarbeitung sowie deren mündliche wie schriftliche Präsentation.

1. Multisensorkoordination

Verteilte Robotersysteme sind, sofern sie mit sich beeinflussenden Sensoren, wie Ultraschallsystemen ausgestattet sind, zu synchronisieren, um Fehlmessungen zu vermeiden.

Boada, Beatriz Sensor Coordination for Multi Mobile Robots System. In Distributed Autonomous Robotic Systems 3. 1998

2. Sensordatenfusion für autonome System

Erst mit der Zusammenfassung von Informationen verschiedener Sensoren läßt sich ein aufgabengerechtes Weltmodell als Grundlage der Interaktion des Roboters mit seiner Umgebung erstellen. Beschreiben Sie zunächst allgemein die Notwendigkeit, grundsätzliche Ansätze und deren Grenzen. Stellen Sie dann an einem Beispiel die sich für eine Positionierungsaufgabe ergebenden Vorteile heraus.

Hu, Huosheng/Gan, John Q. Sensors and Data Fusion Algorithms in Mobile Robotics. Department of Computer Science, University of Essex, 2005 – Technical Report (URL: <http://cswww.essex.ac.uk/staff/hhu/Papers/CSM-422.pdf>)

Stroupe, Ashley W./Martin, Martin C./Tucker, Balch Distributed Sensor Fusion for Object Position Estimation by Multi-Robot Systems. (URL: <http://martincmartin.com/papers/DistributedSensorFusionForObjectPositionEstimationStroupe.pdf>)

3. Analyse von Lasersannerinformationen

Mit Laserscannern können einfach strukturierte Umgebungen mit grosser Präzision und Reproduzierbarkeit erfasst werden. Die Aufbereitung dieser Daten erfolgt in mehreren Schritten von einer Plausibilitätsprüfung, ggf. einer Datenreduktion, der Transformation in einen gemeinsamen Zeit- und Raumbezug über die Interpretation und Merkmalsextraktion hin zur Fusion mit dem bestehenden Umgebungsmodell.

Gutmann, Jens-Steffen Robuste Navigation autonomer mobiler Systeme. Dissertation, Universität Freiburg, Freiburg, 2000 Seiten 21-52

4. Elektronische Kompassse

Beschreiben Sie die Wirkungsweise, das Einsatzspektrum und die Grenzen elektronischer Kompasssysteme. Zeigen Sie an einem Beispiel eine mögliche Anwendung.

Caruso, Michael J. Applications of Magnetoresistive Sensors in Navigation Systems. Honeywell Inc., 1998 – Technischer Bericht (URL: <http://www.ssec.honeywell.com/magnetic/datasheets/sae.pdf>)

Suksakulchai, S. et al. Mobile Robot Localization using an Electronic Compass for Corridor Environment. In Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. 2000 (URL: http://eecs.vanderbilt.edu/CIS/PAPERS/2000/Ss_SMC00.pdf)

5. Indoornavigationssysteme mit aktiven/passiven Landmarken

Für die Navigation in geschlossenen Räumen wurden unterschiedliche Lokalisierungsmethoden entwickelt, die entweder auf zusätzlichen Transmitter/Receiver-Netze basieren oder aus der bestehende Umgebung prädestinierte Strukturen extrahiert und damit seine Position bestimmt. Beide Ansätze gehen von einem geschlossenen Weltmodell aus.

Priyantha, Nissanka B./Chakraborty, Anit/Balakrishnan, Hari The Cricket Location-Support System. Cambridge, 2000 (URL: <http://delivery.acm.org/10.1145/350000/345917/p32-priyantha.pdf?key1=345917&key2=1790826711&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=19647811&CFTOKEN=33643357>)

Owen, Carl/Nehmzow, Ulrich Landmark-Based Navigation for a Mobile Robot. Manchester, ... (URL: <http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/680/ftp:zSzzSzftp.cs.man.ac.ukzSzpubzSzroboticszSzSzsab98.pdf/owen98landmarkbased.pdf>)

Seyffer, Matthias Lokalisation in Gebäuden mit intelligenten Sensoren. Ulm, 2004

6. Pfadplanung nach dem Elastic Bands Algorithmus

Ordnen Sie das Elastic Bands Verfahren in ein Schema der gängigen Methoden zur Pfadplanung ein. Beschreiben Sie das Modell und den Abfolge der Berechnungen.

- Quinlan, S./Khatib, O. Elastic bands: connecting path planning and control. In IEEE International Conference on Robotics and Automation. Band 2, 1993 (URL: <http://ai.stanford.edu/groups/manips/files/00291936.pdf>)
7. Interaktion Mensch - mobiler Roboter
 Führen Sie die Grundprobleme bei der Mensch-Maschine-Interaktion auf. Zeigen Sie anhand eines Beispiels die spezifischen Fragestellung für mobile Robotersysteme.
- Nielsen, Curtis W./Goodrich, Michael A./Crandall, Jacob W. Experiments in Human-Robot Teams. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003
- Bruemmer, David J./Walton, Miles C. Collaborative Tolls for mixed Teams of Humans and Robots. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003
- Johnson, Christopher Mixed-Initiative Control of large Human-Robot Teams. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003
8. Simulation von AMR
 Für die Untersuchung des Verhaltens von mobilen Robotern können Simulatoren wertvolle Dienste leisten. Welche Zielstellungen und Problemfelder können damit bearbeitet werden? Zeigen Sie anhand von zwei Beispielen Möglichkeiten und Grenzen auf.
- Michel, Oliver Entwicklung einer Softwarelösung für die Simulation autonomer Roboter in einer 3-dimensionalen virtuellen Umgebung. Dissertation, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dresden, 2000, (URL: www.informatik.htw-dresden.de/~iwe/Belege/Diplomarbeiten/)
- Koestler, Andreas/Bräunl, Thomas Mobile Robot Simulation with Realistic Error Models. In ICARA (Hrsg.) International Conference on Autonomous Robots and Agents 2004. 2004 (URL: <http://robotics.ee.uwa.edu.au/papers/2004-EyeSim.pdf>)
- Michel, Oliver WebotsTM: Professional Mobile Robot Simulation. Volume 1 Number 1, 2004 (URL: <http://www.ars-journal.com/International-Journal-of-Advanced-Robotics-Volume-1/39-42.pdf>)
- Nehmzow, Ulrich Mobile Robotik - eine praktische Einführung. Berlin [u.a.]: Springer, 2002, Engineering online library, ISBN 3540428585 (brosch.)
9. Multi-Roboter-Systeme
- a) Schwarmrobotik Einführung
 Sahin, Erol Swarm Robotics: From sources of inspiration to domains of application. In SAB Swarm Robotics Workshop. 2004 (URL: <http://swarm-robotics.org/SAB04/presentations/sahin-review.pdf>)

Mondada, Francesco/Gambardella, Luca Maria The Cooperation of Swarm-Bots. IEEE Robotics & Automation Magazine, June 2005 2005

- b) Robotersysteme mit veränderlicher Geometrie
Für die Bewegung in unbekanntem, nicht ebenen Terrain zielen einige Forschungsansätze auf komponentenbasierte Roboter, die eine veränderliche Geometrie der Gesamtsystems zulassen. Um mit dieser Anpassungsfähigkeit eine Fortbewegung umzusetzen, ist erheblicher Aufwand nötig.
Butler, Zack/Rus, Daniela Distributed Locomotion Algorithms for self-reconfigurable Robots operating on rough terrain. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003
Castano, Andres/Behar, Alberto The Conro Modules for Reconfigurable Robots. IEEE Transations on Mechatronics, 2002 (URL: <http://ieeexplore.ieee.org/ie15/3516/25977/01159218.pdf>)
- c) Heterogene Robotersysteme
Für Roboterschwärme werden häufig verschiedene Robotertypen in einem Szenario kombiniert, um im Zusammenspiel des Gesamtsystems Aufgaben effizient und gemeinsam zu lösen. Ausschlaggebend für die Hetrogenität sind können Kosten- und Ressourcenfragen. Für die Zusammenarbeit sind also geeignete Mechanismen hinsichtlich des Datenaustausches, der Navigation und der mechanischen Interaktion zu finden.
Parker, Lynne E. The Effect of Heterogeneity in Teams of 100+ Mobile Robots. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003 (URL: citeseer.ist.psu.edu/parker03effect.html)
- d) Interaktion mobiler Roboter mit Sensornetzwerken
Redi, Jason/Bers, Joshua Exploiting the Interactions between Robotic Autonomy and Networks. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003 (URL: http://www.jasonredi.com/papers/pdf/RediBers_NRLMRS03_ERNI.pdf)
Kotay, Keith/Peterson, Ron/Rus, Daniela Experiments with Robots and Sensor Networks for Mapping and Navigation. (URL: <http://groups.csail.mit.edu/drl/wiki/images/2/23/168.pdf>)
- e) Bewegungsplanung in Multirobotersystemen
Arai, Yoshikazu Robust Collision Avoidance in Multi-Robot Systems Implementation onto Real Robots. In Distributed Autonomous Robotic Systems 3. 1998

10. Überblick Roboter-Kontroll-Architekturen

Intelligente mobile Roboter benötigen geeignete Software-Architekturen, um autonom zu handeln. Dabei sind oft Zielziele auf verschiedenen Ebenen und mit unterschiedlichen Prioritäten gegeben. Eine geeignete Kontroll-Architektur sollte vor allem robust und erweiterbar sein. Beispiel für Kontroll-Architekturen sind

die Subsumption-Architektur [1] oder andere Architekturen [2]. Es soll ein Überblick über bestehende Software-Architekturen gegeben werden und ihre Vor- und Nachteile beschrieben werden.

[2] Hans, Matthias Eine modulare Kontrollarchitektur für den Hol- und Bringdienst von Roboterassistenten. Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart, 2002, [⟨URL: http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=974407399&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=974407399.pdf⟩](http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=974407399&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=974407399.pdf)

[1] Brooks, Rodney A Robust Layered Control System for a Mobile Robot. MIT AI Lab Memo 864 1985

11. Lokalisierung/Kartenerstellung SLAM mit Kameras

Die Kartenerstellung und gleichzeitige Lokalisierung eines mobilen Roboters ist ein Henne/Ei-Problem, das in der Wissenschaft als Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) bezeichnet wird. Die Lösung des Problems mit Hilfe von Laserscannern und statistischen Methoden wurde in der Vergangenheit ausgiebig untersucht [1]. Neuere Ansätze verfolgen die Möglichkeit, vergleichbare Lösungen mit Hilfe von kostengünstigeren Kameras zu realisieren [2]. In der Seminararbeit sollen allgemeine Lösungsansätze des SLAM-Problems erläutert werden. Darüber hinaus soll der aktuelle Stand beim Visual SLAM dargestellt werden.

[1] Hähnel, Dirk et al. An Efficient FastSLAM Algorithm for Generating Maps of Large-Scale Cyclic Environments from Raw Laser Range. In IROS (Las Vegas (USA), 2003), IEEE/RSJ. 2003 [⟨URL: http://cobnitz.codeen.org:3125/citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/31556/http:zSzzSzwww.cs.washington.edu/zSzaizSzMobile_RoboticszSzmcIzSz.zSzpostscriptszSziros03-mapping.pdf/an-efficient-fastslam-algorithm.pdf⟩](http://cobnitz.codeen.org:3125/citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/31556/http:zSzzSzwww.cs.washington.edu/zSzaizSzMobile_RoboticszSzmcIzSz.zSzpostscriptszSziros03-mapping.pdf/an-efficient-fastslam-algorithm.pdf)

[2] Choi, Young-Ho/Oh, Se-Young Grid-based Visual SLAM in Complex Environments. In In Proc. of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. 2006

Literatur

- Arai, Yoshikazu:** Robust Collision Avoidance in Multi-Robot Systems Implementation onto Real Robots. In Distributed Autonomous Robotic Systems 3. 1998
- Boada, Beatriz:** Sensor Coordination for Multi Mobile Robots System. In Distributed Autonomous Robotic Systems 3. 1998
- Brooks, Rodney:** A Robust Layered Control System for a Mobile Robot. MIT AI Lab Memo 864 1985
- Bruemmer, David J./Walton, Miles C.:** Collaborative Tolls for mixed Teams of Humans and Robots. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003, 219–229
- Butler, Zack/Rus, Daniela:** Distributed Locomotion Algorithms for self- reconfigurable Robots operating on rough terrain. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003, 153–164
- Caruso, Michael J.:** Applications of Magnetoresistive Sensors in Navigation Systems. Honeywell Inc., 1998 – Technischer Bericht (URL: <http://www.ssec.honeywell.com/magnetic/datasheets/sae.pdf>)
- Castano, Andres/Behar, Alberto:** The Conro Modules for Reconfigurable Robots. IEEE Transations on Mechatronics, 2002, 7 (URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/3516/25977/01159218.pdf>)
- Choi, Young-Ho/Oh, Se-Young:** Grid-based Visual SLAM in Complex Environments. In In Proc. of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. 2006
- Gutmann, Jens-Steffen:** Robuste Navigation autonomer mobiler Systeme. Dissertation, Universität Freiburg, Freiburg, 2000
- Hähnel, Dirk et al.:** An Efficient FastSLAM Algorithm for Generating Maps of Large-Scale Cyclic Environments from Raw Laser Range. In IROS (Las Vegas (USA), 2003), IEEE/RSJ. 2003 (URL: http://cobnitz.codeen.org:3125/citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/31556/http:zSzzSzwww.cs.washington.eduzSzaizSzMobile_RoboticszSzmcclzSz..zSzpostscriptszSziros03-mapping.pdf/an-efficient-fastslam-algorithm.pdf)
- Hans, Matthias:** Eine modulare Kontrollarchitektur für den Hol- und Bringdienst von Roboterassistenten. Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart, 2002, (URL: http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=974407399&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=974407399.pdf)

- Hu, Huosheng/Gan, John Q.:** Sensors and Data Fusion Algorithms in Mobile Robotics. Department of Computer Science, University of Essex, 2005 – Technical Report (URL: <http://cswww.essex.ac.uk/staff/hhu/Papers/CSM-422.pdf>)
- Johnson, Christopher:** Mixed-Initiative Control of large Human-Robot Teams. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003, 231–240
- Koestler, Andreas/Bräunl, Thomas:** Mobile Robot Simulation with Realistic Error Models. In **ICARA (Hrsg.):** International Conference on Autonomous Robots and Agents 2004. 2004 (URL: <http://robotics.ee.uwa.edu.au/papers/2004-EyeSim.pdf>), 6
- Kotay, Keith/Peterson, Ron/Rus, Daniela:** Experiments with Robots and Sensor Networks for Mapping and Navigation. (URL: <http://groups.csail.mit.edu/dr1/wiki/images/2/23/168.pdf>)
- Michel, Oliver:** Entwicklung einer Softwarelösung für die Simulation autonomer Roboter in einer 3-dimensionalen virtuellen Umgebung. Dissertation, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dresden, 2000,, 116 (URL: www.informatik.htw-dresden.de/~iwe/Belege/Diplomarbeiten/)
- Michel, Oliver:** WebotsTM: Professional Mobile Robot Simulation. Volume 1 Number 1, 2004 (URL: <http://www.ars-journal.com/International-Journal-of-Advanced-Robotic-Systems/Volume-1/39-42.pdf>), 4
- Mondada, Francesco/Gambardella, Luca Maria:** The Cooperation of Swarm-Bots. IEEE Robotics & Automation Magazine, June 2005 2005, Seite 21 – 28
- Nehmzow, Ulrich:** Mobile Robotik - eine praktische Einführung. Berlin [u.a.]: Springer, 2002, Engineering online library, XVI, 264, ISBN 3540428585 (brosch.)
- Nielsen, Curtis W./Goodrich, Michael A./Crandall, Jacob W.:** Experiments in Human-Robot Teams. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003, 241–252
- Owen, Carl/Nehmzow, Ulrich:** Landmark-Based Navigation for a Mobile Robot. Manchester, ... (URL: <http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/680/ftp:zSzzSzftp.cs.man.ac.ukzSzpubzSzroboticszSzsab98.pdf/owen98landmarkbased.pdf>)
- Parker, Lynne E.:** The Effect of Heterogeneity in Teams of 100+ Mobile Robots. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata,, II 2003, 153–164 (URL: citeseer.ist.psu.edu/parker03effect.html)
- Priyantha, Nissanka B./Chakraborty, Anit/Balakrishnan, Hari:** The Cricket Location-Support System. Cambridge, 2000 (URL: <http://delivery.acm.org/10.1145/350000/345917/p32-priyantha.pdf?key1=345917&key2=1790826711&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=19647811&CFTOKEN=33643357>)

- Quinlan, S./Khatib, O.:** Elastic bands: connecting path planning and control. In IEEE International Conference on Robotics and Automation. Band 2, 1993 (URL: <http://ai.stanford.edu/groups/manips/files/00291936.pdf>), 802–807
- Redi, Jason/Bers, Joshua:** Exploiting the Interactions between Robotic Autonomy and Networks. Multi-Robot Systems: From Swarms to Intellingent Automata, II 2003, 153–164 (URL: http://www.jasonredi.com/papers/pdf/RediBers_NRLMRS03_ERNI.pdf)
- Sahin, Erol:** Swarm Robotics: From sources of inspiration to domains of application. In SAB Swarm Robotics Workshop. 2004 (URL: <http://swarm-robotics.org/SAB04/presentations/sahin-review.pdf>)
- Seyffer, Matthias:** Lokalisation in Gebäuden mit intelligenten Sensoren. Ulm, 2004
- Stroupe, Ashley W./Martin, Martin C./Tucker, Balch:** Distributed Sensor Fusion for Object Position Estimation by Multi-Robot Systems. (URL: <http://martincmartin.com/papers/DistributedSensorFusionForObjectPositionEstimationStroupe.pdf>)
- Suksakulchai, S. et al.:** Mobile Robot Localization using an Electronic Compass for Corridor Environment. In Proceedings of the IEEE Interntional Conference on Systems, Man and Cybernetics. 2000 (URL: http://eecs.vanderbilt.edu/CIS/PAPERS/2000/Ss_SMC00.pdf)