

Selbstlokalisierung und Kartenerstellung, Umgebungsmodellierung

Hinrich Harms

hharms@cs.uni-magdeburg.de
Fakultät für Informatik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Seminar Mobile Robotik
25. Juni 2008



Übersicht

- 1 Einführung
- 2 Selbstlokalisierung
- 3 Kartenerstellung
- 4 Gleichzeitige Lokalisierung und Kartenerstellung
- 5 Zusammenfassung

Einführung

Selbstlokalisierung

- Bestimmung der eigenen Position in einem absoluten Koordinatensystems (Karte)
- Wenn keine Karte vorhanden, muss diese erstellt werden
- Sehr wichtige Aufgabe eines autonomen mobilen Roboters
- Notwendig, um sicher zu navigieren

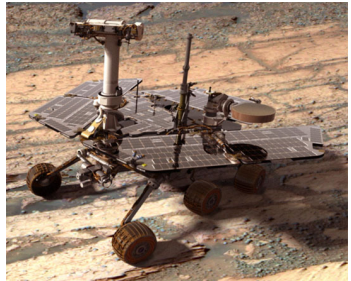
Anwendung

- Navigation im Auto
(mittels GPS und Odometrie)



Anwendung

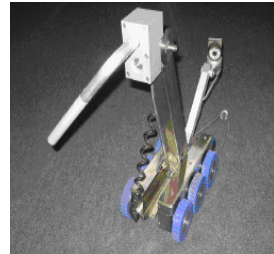
- Navigation im Auto
(mittels GPS und Odometrie)
- Erkundung von Planeten
(Lokalisierung und
Kartenerstellung)



Mars-Roboter
„Opportunity“

Anwendung

- Navigation im Auto
(mittels GPS und Odometrie)
- Erkundung von Planeten
(Lokalisierung und
Kartenerstellung)
- Wartungsroboter für
unzugängliche Stellen



Roboter zum Reinigen von
Lüftungsschächten

Koppelnavigation

Definition (Koppelnavigation)

- Positionsbestimmung ab einer bekannten Ausgangsposition
- Messen von Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung
- Laufende Aktualisierung der eigenen Position

Koppelnavigation

Definition (Koppelnavigation)

- Positionsbestimmung ab einer bekannten Ausgangsposition
- Messen von Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung
- Laufende Aktualisierung der eigenen Position

Verschiedene Sensoren einsetzbar:

- Radsensoren (Odometrie)
- Beschleunigungssensoren
- Kompass
- Gyroskope
- ...

Koppelnavigation

Vorteile:

- Unabhängig von externen Landmarken
- Viele Einsatzgebiete (Auto, Schifffahrt, Flugzeug)

Nachteile:

- Anfällig für Fehler (Schlupf von Rädern)
- Fehler summieren sich mit fortschreitender Bewegung auf

⇒ Wird meistens unterstützend zu anderen
Lokalisierungsmethoden angewandt

Landmarken

Definition (Landmarken)

- Markierungen im Raum mit einer bekannten Position
- Roboter kann seine relative Position zu diesen Landmarken bestimmen
- Ermöglichen eine globale Lokalisierung
- Aktiv oder passiv

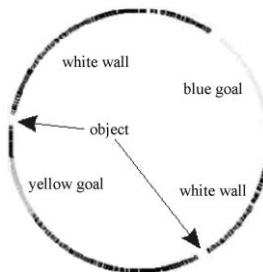
Monokulare Rundumsicht

- Nach oben gerichtete Kamera
- Konkaver Spiegel ermöglicht Rundumsicht
- Abtastung des Bildes in 1° -Schritten



Monokulare Rundumsicht

- Einteilung des Bildes in Klassen (entsprechend der Farbe)
- Bestimmen des Abstands zu diesen Objekten
- Annahme: Ebener Boden



Geometrische Modelle

- Beschreibung der Umgebung durch grafische Primitiven wie z. B. Linien
- Sehr genaue Beschreibung der Umgebung
- Hoher Speicherbedarf
- Viel Rechenleistung notwendig

Rasterbasierte Modelle

- Welt wird in ein Raster eingeteilt
- Jede Zelle kann entweder belegt oder frei sein
- Keine Informationen über das Aussehen einer Zelle
- Anwendung vorallem bei Abstandssensoren



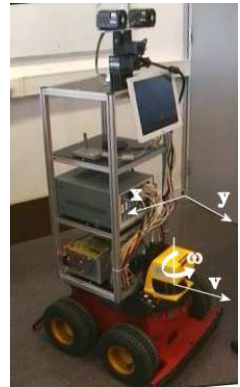
Gleichzeitige Lokalisierung und Kartenerstellung

SLAM

- „Simultaneous localization and mapping“
- Bestimmung der Position in einer gerade erstellten Karte
- Unbekannte Umgebung
- Kein externes Lokalisierungssystem

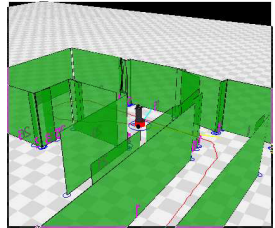
SLAM mit einem Laserscanner

- Laserscanner tastet die Umgebung zweidimensional ab
- Arbeitet gut in Innenräumen (senkrechte Wände)



Kartenerstellung beim Laser-SLAM

- Laserscanner (laser range finder) liefert nur Abstandswerte
- Umgebungsmodellierung durch eine rasterbasierte Karte
- Benutzung von Ecken als Landmarken
- Laufende Korrektur der Odometriedaten durch diese Landmarken



Kamerabasierter 3D-SLAM

- Konstruiert für Flugobjekte
- Verwendung eines Stereo-Kamera-Systems
- Tiefeninformationen (Höhe über dem Boden)

Vorteile:

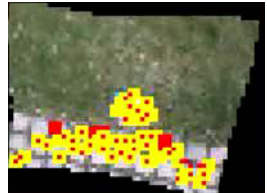
- Günstig
- Leicht
- Merkmalsinformationen

Nachteile:

- Relativ ungenaue und verrauschte Messwerte (im Vergleich zu Laserscannern)

Kartenerstellung beim Visual SLAM

- Identifikation markanter Stellen als Landmarken
- Beschreibung dieser Merkmale durch Vektoren (möglichst robust)
- Abspeicherung in einer Karte, sowohl Position als auch „Aussehen“

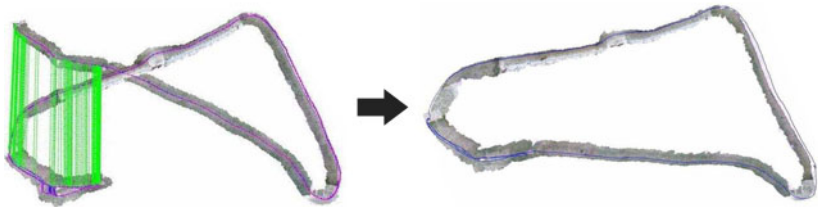


Video

Video

Schließen von Schleifen

- Bei einem langen Weg addieren sich die Fehler auf
- Wenn man wieder zu einem bekannten Bereich kommt, entstehen Abweichungen
- Erkennen durch eine globale Lokalisierung
- Schon zurückgelegter Weg muss korrigiert werden



Zusammenfassung

- Schwerpunkt aktueller Forschung: Lokalisierung durch Kameras in Verbindung mit Odometrie
- Kameras erfordern spezielle Umgebungsmodelle
- Fortschritt auf dem Gebiet des „Visual SLAM“, aber noch viel Forschung notwendig

Literatur



G. Adorni, S. Cagnoni, S. Enderle, G. K. Kraetzschmar, M. Mordonini, M. Plagge, M. Ritter, S. Sablatnog, and A. Zell.

Vision-based localization for mobile robots.

In *Robotics and Autonomous Systems* Volume 36, Issues 2-3, pages 103–119, August 2001.



J. Andrade-Cetto and A. Sanfeliu.

Simultaneous localization and map building, July 2006.



B. Steder.

Techniken für bildbasiertes SLAM unter Verwendung von Lagesensoren.

Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland, April 2007.

Vielen Dank für Eure
Aufmerksamkeit!



Weitere Quellen I



Giovanni Adorni, Stefano Cagnoni, Stefan Enderle, Gerhard K. Kraetzschmar, Monica Mordonini, Michael Plagge, Marcus Ritter, Stefan Sablatnog, and Andreas Zell.

Vision-based localization for mobile robots.

In *Robotics and Autonomous Systems* Volume 36, Issues 2-3, pages 103–119, August 2001.



Juan Andrade-Cetto and Alberto Sanfeliu.

Simultaneous localization and map building, July 2006.



Abdul Bais, Robert Sablatnig, Jason Gu, and Yahya M. Khawaja.

Location tracker for a mobile robot.

In D. Dietrich, G. Hancke, and P. Palensky, editors, *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Industrial Informatics*, pages 479–484, Vienna, Austria, July 2007.



K. Chong and L. Kleeman.

Accurate odometry and error modelling for a mobile robot, 1997.



Dave Cole.

Natural feature detection for 3d slam, 2005.

<http://www.robots.ox.ac.uk/~pnewman/NaturalFeatures.htm> [Online; Stand 16. Juni 2008].



D. Fox.

Markov localization: A probabilistic framework for mobile robot localization and navigation.

PhD thesis, University of Bonn, Bonn, Germany, December 1998.



D. Fox, W. Burgard, F. Dellaert, and S. Thrun.

Monte carlo localization: Efficient position estimation for mobile robots.

In *Proceedings of AAAI'99*, pages 343–349, Orlando, FL, 1999.

Weitere Quellen II



Dry Ice Engineering GmbH.

Roboter in Lüftungsanlagen - reinigen mit Trockeneis, 2006.

<http://www.firmenpresse.de/adpics/22733.jpg?pcid=1214251997> [Online; Stand 16. Juni 2008].



Nicolas Guil, Julio Villalba, and Emilio L. Zapata.

Fast hough transform for segment detection.

In *IEEE Transactions on Image Processing*, 4 (11), pages 1541–1548, 1995.



NASA.

Mars exploration rover mission, 2008.

<http://marsrover.nasa.gov> [Online; Stand 16. Juni 2008].



Bastian Steder.

Techniken für bildbasiertes SLAM unter Verwendung von Lagesensoren.

Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland, April 2007.



Bastian Steder.

Visual SLAM Videos, 2007.

<http://www.informatik.uni-freiburg.de/~steder/homepage/videos> [Online; Stand 28. Mai 2008].



Dr. Johannes Steinmüller.

Robotik, 2007.

<http://www-user.tu-chemnitz.de/~stj/lehre/ROB0.pdf> [Online; Stand 6. Juni 2008].