

2D/ 3D SLAM in halbstatistischen Indoor Umgebungen

Ben Struss
Anwendung 1
21.01.2011

Gliederung

- ▶ Motivation
- ▶ SLAM
- ▶ Nicht statische Umgebungen
- ▶ Fazit
- ▶ Ausblick
- ▶ Risiken
- ▶ Quellenangaben

Motivation

- ▶ SCITOS G5 Roboterplattform
- ▶ Autonomer Serviceroboter
- ▶ Soll in Zukunft ihm zugeteilte Aufgaben ausführen können
- ▶ Dabei eigenständig navigieren und sich Veränderungen der Umgebung anpassen



SLAM

- ▶ **Simultaneos Localisation and Mapping**
- ▶ Eines der Grundprobleme aller mobilen autonomen Roboter
- ▶ Beantwortung der Kernfragen:
 - Wo bin ich?
 - Wie sieht meine Umgebung/die Welt aus?
- ▶ Seit 15–20 Jahren sehr aktives Forschungsgebiet

SLAM – ein Henne-Ei-Problem



SLAM – Sensorik

- ▶ **Aktuell vorhanden:**
 - 1 Laserscanner
 - 24 Ultraschallsensoren
 - Umlaufender Bumper
- ▶ **Wünschenswert:**
 - Kamera(s)
 - Tiefenbildsensor



SLAM – Odometrie & Co.

- ▶ Erfassung der Aktorenbewegung des Roboters unabhängig von der Umgebung
- ▶ SCITOS G5:
 - Drehgeber mit 460 Ticks/Radrotation
- ▶ Möglich aber z.Z. nicht installiert:
 - Beschleunigungssensoren
 - Gyros
 - Kompass
 - (GPS)

SLAM – Fahren ins Ungewisse

- ▶ Quellen von Ungewissheit
 - Sich ändernde Umgebungen
 - Roboter(-hardware)
 - Sensorik
 - Verwendete Modelle
 - Berechnungen
- ▶ Daraus folgt:
SLAM Algorithmen müssen robust gegenüber „Rauschen“ und Abweichungen sein.
–> ständige Korrektur und Angleichung

SLAM

- ▶ Kartierung und
Weltdarstellung

SLAM – Kartierungsansätze

▶ Offline SLAM:

- Trennt die Erfassung der Karte von der Verwendung
- Zunächst wird in einer oder mehrerer Erkundungsfahrten nur die Karte erfasst
- Evtl. zur Erkundung vom Menschen gesteuert um nicht sichtbare Gefahren zu vermeiden
- Karten können von Menschen korrigiert und mit Informationen angereichert werden

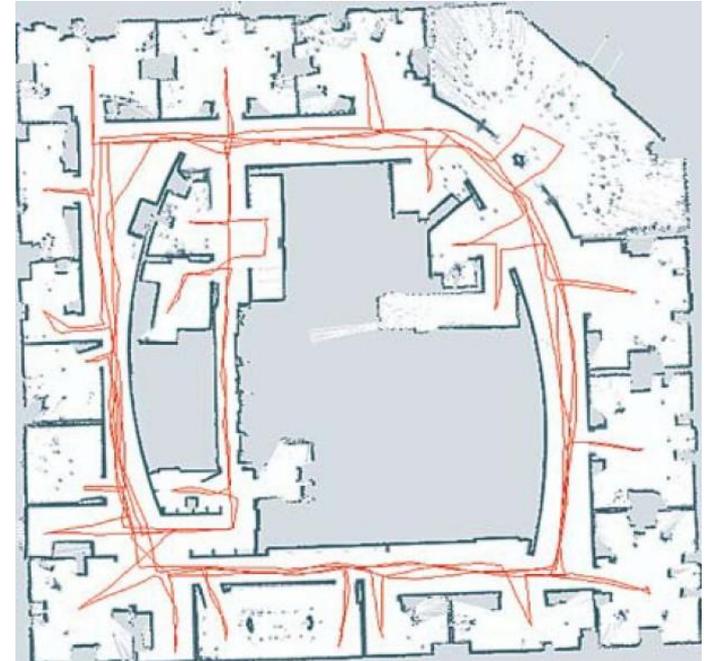


SLAM – Kartierungsansätze

- ▶ Online SLAM:
 - Die Karte wird zeitgleich zur Lokalisierung und Verwendung erstellt
 - Ermöglicht dynamische Modifikation und Verbesserung der Karte
 - Applikationen müssen mit Sprüngen und Korrekturen umgehen können
 - Wesentlich komplexer und aufwendiger

SLAM – Weltdarstellung 2D

- ▶ 2D Evidence Grid–based
 - Darstellung als Bitmap
 - Intuitiv zu verstehen
 - Gut geeignet für Wegplanung
- ▶ 2D Feature–based
 - Beschreibung der Welt durch Position von Merkmalen
 - Schwierigkeit liegt in der eindeutigen Identifikation der Merkmale
 - Wird viel in der theoretischen Forschung verwendet



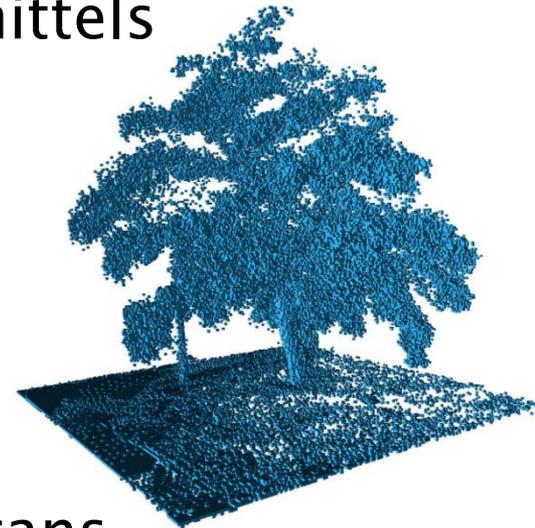
SLAM – Weltdarstellung 3D

▶ 3D Visual-SLAM

- Basierend auf optischen Merkmalen mittels Kamera(s) aufgenommen
- Ohne kalibrierte Stereokameras keine Maßstabsinformation
- Rechenaufwendig

▶ 3D Graph-based

- Basierend auf Punktwolken von 3D-Scans
- Positionsschätzung mittels 3D-Scan-matching
- Punkte eignen sich nicht für Navigation, daher möglicherweise Konversion in 3D-Voxel oder geometrische Formen



SLAM

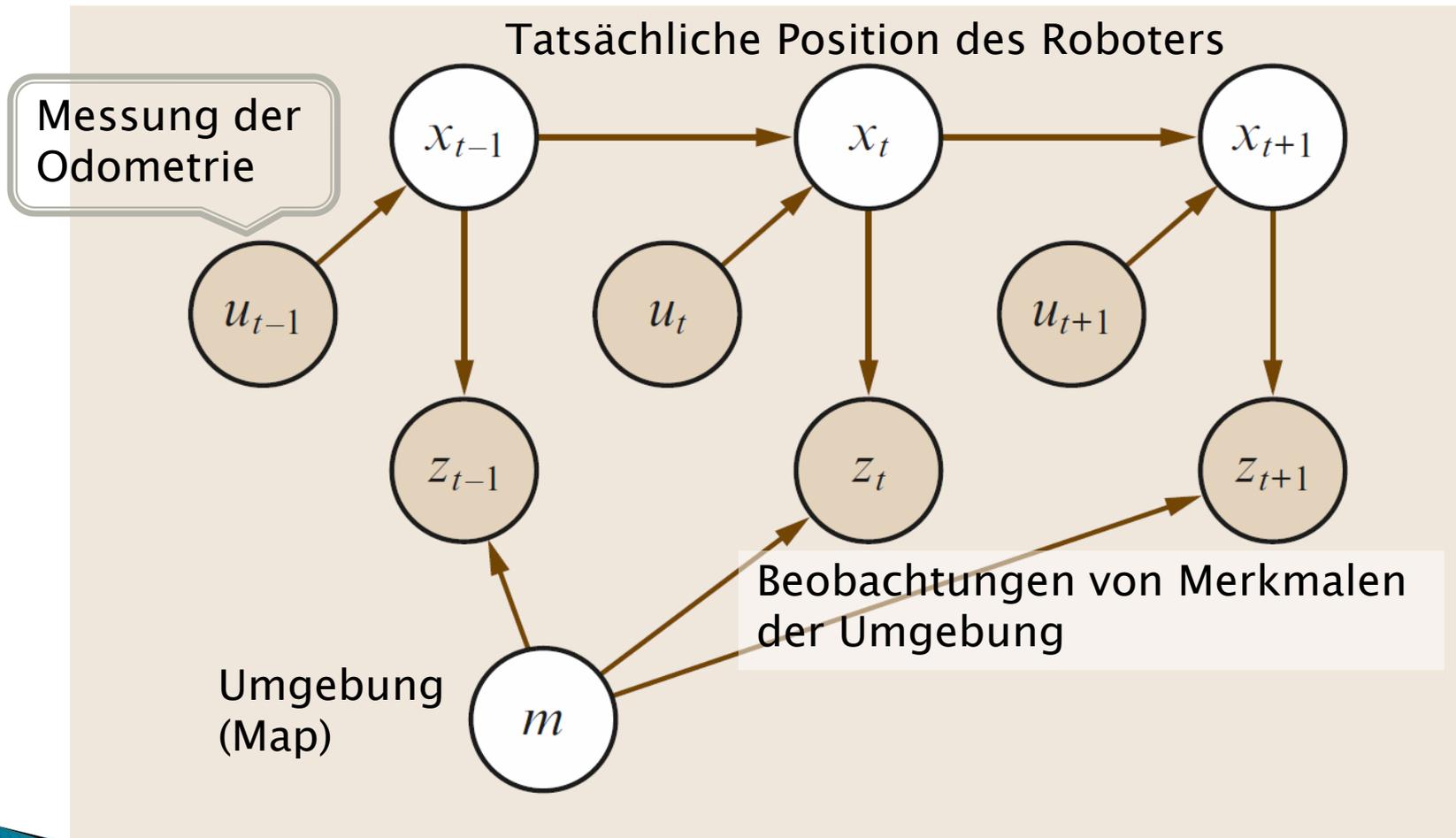
▶ Verfahren

SLAM – Verfahren

- ▶ EKF – Extended Kalman Filter
 - Erster populärer Ansatz zur Lösung von SLAM
 - Quadratische Komplexität mit der Anzahl der Merkmale
 - Anwendbar für Merkmal-basierte Darstellungen

- ▶ FastSLAM
 - Neuerer probabilistischer Ansatz basierend auf Partikelfiltern
 - Laufzeitverhalten logarithmisch zur Merkmalsanzahl

SLAM – Struktur & FastSLAM



Grafik aus [10]

SLAM – FastSLAM

- ▶ Verfolgung mehrerer konkreter Schätzungen der aktuellen Position und des kompletten Pfades in „Partikeln“
- ▶ Bei jeder Bewegung wird der neue Standort anhand Odometrie geschätzt und „Rauschen“ hinzugefügt
- ▶ Anhand der Plausibilität der Beobachtung von Merkmalen wird eine Gewichtung vorgenommen und das Partikelset neu berechnet

▶ Nicht statische Umgebungen

Nicht statische Umgebungen

- ▶ Unterscheidung in Objektklassen:
 - Statisch: Wände, Boden, Decke
 - Halbstatisch: Türen, Stühle, Rollcontainer, etc...
 - Dynamisch: Menschen, Tiere
- ▶ Problematisch vor allem halbstatische Objekte!
 - Werden bei reinem Offline-Mapping unter Umständen als statisch erkannt
 - können bei Standortveränderung zu erheblichem Fehler bei der Lokalisierung führen

Nicht statische Umgebungen

- ▶ Lösungsansätze:
 - Ignorieren der abweichenden Messwerte
=> Verlust wertvoller Informationen
 - Erstellen einer temporären Karte für diesen Bereich
um die Lokalisierung zu verbessern
 - Erstellung zeitabhängiger überlagerter Karten
=> Möglichkeit der „lebenslangen“ Anpassung
 - Ausführung einer manuellen oder automatischen
Erkennung und Segmentierung von Objekten
=> Semantische Karten

Semantische Karten

- ▶ Anreicherung der Karte mit semantischen Informationen
- ▶ Basis für die Ausführung von Aufgaben

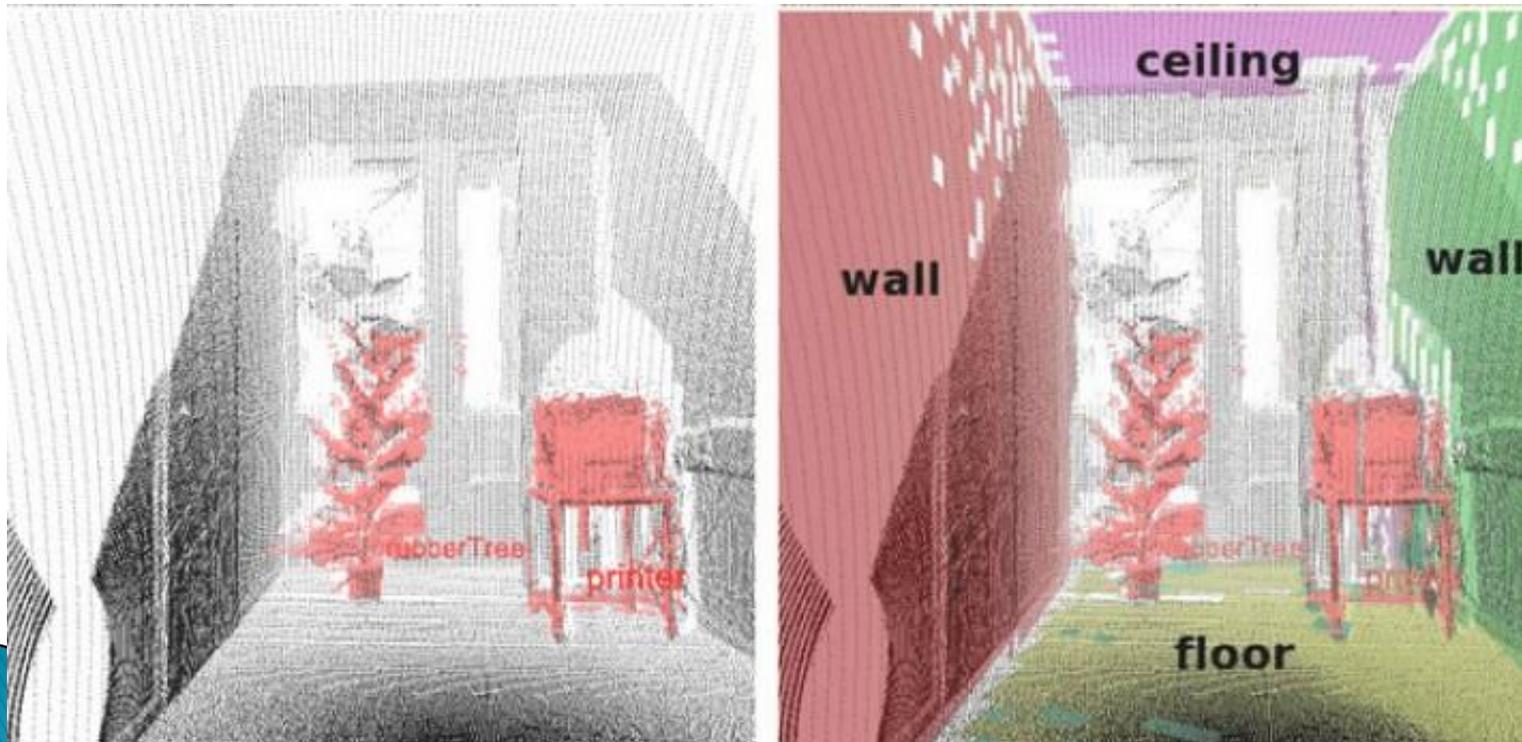


Bild aus [8]

Fazit – Anforderung Serviceroboter

- ▶ Mischung aus Offline und Online SLAM zur Kartierung der Umgebung
- ▶ Für reine Navigation wäre eine Kartendarstellung in 2D ausreichen, für Servicetasks ist jedoch eine 3D Umgebung wünschenswert
- ▶ Umgang mit nicht statischen Objekten ist stark von verfügbaren Sensoren abhängig

Ausblick – Weiteres Vorgehen

- ▶ Allgemein:
 - Vertraut machen mit der Roboterplattform
- ▶ AW2
 - Weitergehende Untersuchung und Bewertung bestehender Ansätze und Verfahren
- ▶ Projekt
 - Implementierung eines einfachen SLAM Algorithmus
 - Entwicklung bzw. Auswahl einer geeigneten einheitlichen Kartendarstellung

Risiken

- ▶ Vorhaben zu komplex
- ▶ Zu viel Vorarbeit nötig
- ▶ Integration weiterer Sensorik für die 3D Erfassung der Umgebung nötig
- ▶ Verständnis der komplexen stochastischen Hintergründe der SLAM Verfahren

Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

»» Gibt es Fragen?

Quellen

- ▶ [1] Peter Biber and Tom Duckett. Dynamic maps for long-term operation of mobile service robots. In Robotics: Science and Systems, pages 17–24, 2005.
- ▶ [2] H. Durrant-Whyte and T. Bailey. Simultaneous localization and mapping: part i. Robotics Automation Magazine, IEEE, 13(2):99 – 110, 2006.
- ▶ [3] Udo Frese, René Wagner, and Thomas Röfer. A slam overview from a user´s perspective. KI – Künstliche Intelligenz, 24:191–198, 2010.
- ▶ [4] Joachim Hertzberg, Kai Lingemann, Christopher Lörken, Andreas Nüchter, Stefan Stiene, and Thomas Wiemann. 3d-roboterkartenbau in osnabrück. KI – Künstliche Intelligenz, 24:245–248, 2010.

Quellen

- ▶ [5] D. Meyer-Delius, J. Hess, G. Grisetti, and W. Burgard. Temporary maps for robust localization in semi-static environments. In Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference on, pages 5750 –5755, 2010.
- ▶ [6] M. Montemerlo and S. Thrun. Simultaneous localization and mapping with unknown data association using fastslam. In Robotics and Automation, 2003. Proceedings. ICRA '03. IEEE International Conference on, volume 2, pages 1985 – 1991 vol.2, 2003.
- ▶ [7] M. Montemerlo, S. Thrun, D. Koller, and B. Wegbreit. FastSLAM: A factored solution to the simultaneous localization and mapping problem. In Proceedings of the AAAI National Conference on Artificial Intelligence, Edmonton, Canada, 2002.

Quellen

- ▶ [8] Andreas Nüchter and Joachim Hertzberg. Towards semantic maps for mobile robots. *Robot. Auton. Syst.*, 56:915–926, November 2008.
- ▶ [9] S. Thrun, M. Beetz, M. Bennewitz, W. Burgard, A. B. Cremers, F. Dellaert, D. Fox, D. Hähnel, C. Rosenberg, N. Roy, J. Schulte, and D. Schulz. Probabilistic Algorithms and the Interactive Museum Tour-Guide Robot Minerva. *The International Journal of Robotics Research*, 19(11):972–999, 2000.
- ▶ [10] Sebastian Thrun and John J. Leonard. Simultaneous localization and mapping. In Bruno Siciliano and Oussama Khatib, editors, *Springer Handbook of Robotics*, pages 871–889. Springer Berlin Heidelberg, 2008. 10.1007/978-3-540-30301-5_38.

Quellen

- ▶ [11] Chieh-Chih Wang, C. Thorpe, and S. Thrun. Online simultaneous localization and mapping with detection and tracking of moving objects: theory and results from a ground vehicle in crowded urban areas. In Robotics and Automation, 2003. Proceedings. ICRA '03. IEEE International Conference on, volume 1, pages 842 – 849 vol.1, 2003.
- ▶ [12] K.M. Wurm, A. Hornung, M. Bennewitz, C. Stachniss, and W. Burgard. Octomap: A probabilistic, flexible, and compact 3d map representation for robotic systems. In Proc. of the ICRA 2010 Workshop on Best Practice in 3D Perception and Modeling for Mobile Manipulation, Anchorage, USA, May 2010.
- ▶ [13] Hongjun Zhou and S. Sakane. Localizing objects during robot slam in semi-dynamic environments. In Advanced Intelligent Mechatronics, 2008. AIM 2008. IEEE/ASME International Conference on, pages 595 –601, 2008.