

Zur probabilistischen Robotik

Hans-Jörg Starkloff

Technische Universität Bergakademie Freiberg

Workshop „Mathematik in Forschung und Lehre“
Schlosshotel Eyba, 23.9.-25.9.2019



Einleitung

- ▶ Modul in Freiberg: „Aktuelle Themen aus der Stochastik“ immer im Wintersemester mit 3 Semesterwochenstunden
- ▶ öfters geäußelter Wunsch von Informatik-Professoren hinsichtlich probabilistischer Robotik bzw. maschinellen/statistischen Lernens
- ▶ neuer Diplomstudiengang „Robotik“ ab diesem Wintersemester an der TU Bergakademie Freiberg
- ▶ Entschluss, sich (etwas) in dieses Gebiet einzuarbeiten und erst einmal im Rahmen des Moduls „Aktuelle Themen aus der Stochastik“ einige Grundlagen zu stochastischen Fragestellungen an Studenten der Informatik zu vermitteln
- ▶ Buch: Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox, *Probabilistic Robotics*, The MIT Press, 2006
- ▶ dazu auch Webseite
<http://www.probabilistic-robotics.org>



Zu berücksichtigende Unsicherheiten in der Robotik 1

- ▶ Unsicherheit der Umgebung
 - ▶ geringer in gut strukturierten Umgebungen wie Produktionslinien (Industrieroboter)
 - ▶ andere Umgebungen (z.B. Straßen, natürliche Räume) sind mit vielen dynamischen und unvorhersehbaren Prozessen verbunden
 - ▶ menschliches Verhalten in der Umgebung von (z.B. mobilen) Robotern führt zu besonders hohen Unsicherheiten
- ▶ Unsicherheiten im Zusammenhang mit Sensoren
 - ▶ physikalische Beschränkungen (Aufnahmebereich, Auflösung)
 - ▶ Störprozesse, Rauschen bei der Messung
 - ▶ Defekte in den Sensoren (oft schwer zu erkennen)
- ▶ Unsicherheiten im Zusammenhang mit Aktionen der Roboter
 - ▶ Steuerungsrauschen
 - ▶ mechanische Abweichungen von zugrundeliegenden Modellberechnungen, z.B. durch Verbiegungen, Rutschen
 - ▶ Defekte von mechanischen Komponenten



Zu berücksichtigende Unsicherheiten in der Robotik 2

- ▶ Unsicherheiten durch Software
 - ▶ interne Modelle nur Näherungsmodelle, die die Realität nur partiell und fehlerhaft abbilden
 - ▶ Softwarefehler sind möglich (umfangreiche und komplexe Programme)
- ▶ algorithmische Unsicherheiten
 - ▶ Datenverarbeitung in Echtzeit notwendig, deshalb eher nicht so rechenintensive und nicht so genau rechnende Algorithmen

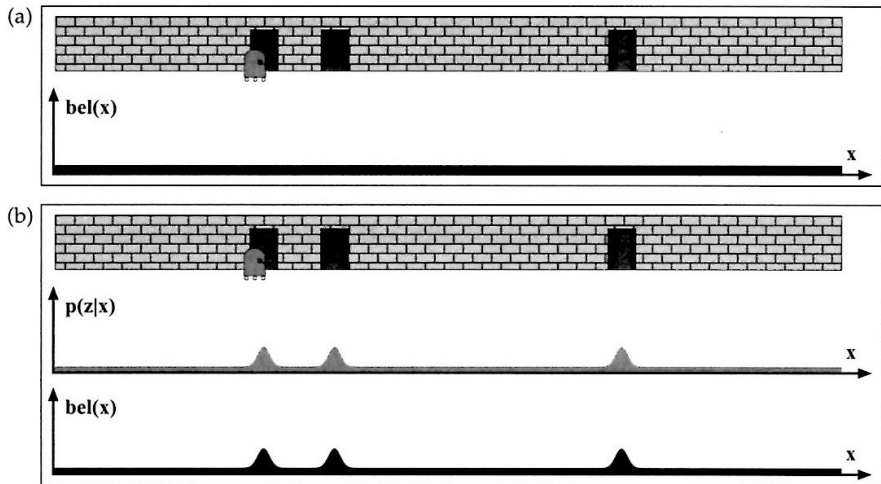


Probabilistische Robotik

- ▶ Unsicherheiten werden durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen und abgeleitete Größen beschrieben
- ▶ statt einer Annahme über die Realität basierend auf gegebener und gewonnener Information wird mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen über einem ganzen „Raum“ von Annahmen über die Realität gearbeitet
- ▶ Entscheidungen über die Steuerung können robust hinsichtlich der verbleibenden Unsicherheit getroffen werden
- ▶ genutzt werden z.B. Bayessche Methoden, viele Arten von Filtern (Kalman Filter, extended Kalman Filter), Particle Filter, Hidden Markov Models, Markoffsche Entscheidungsprozesse usw.
- ▶ eine bedeutsame Fragestellung: SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)



mobiler Roboter bei globaler Markoffscher Lokalisierung 1

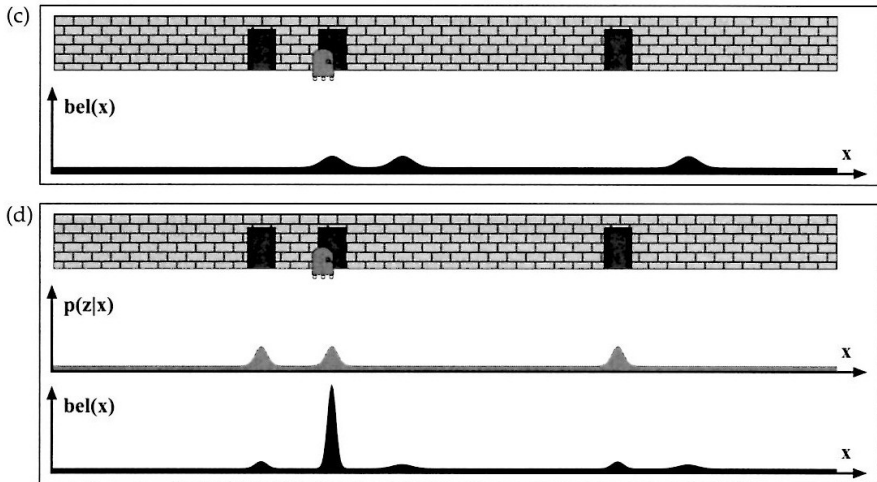


x Zustand, z Beobachtung

Quelle: Thrun/Burgard/Fox, Probabilistic Robotics, 2006



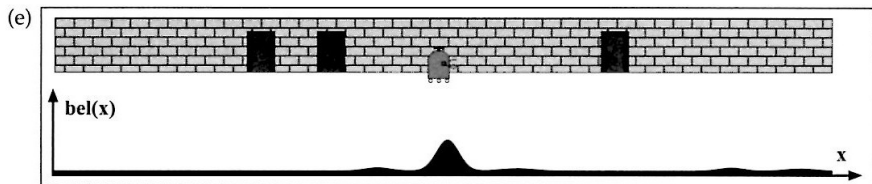
Mobiler Roboter bei globaler Markoffscher Lokalisierung 2



Quelle: Thrun/Burgard/Fox, Probabilistic Robotics, 2006



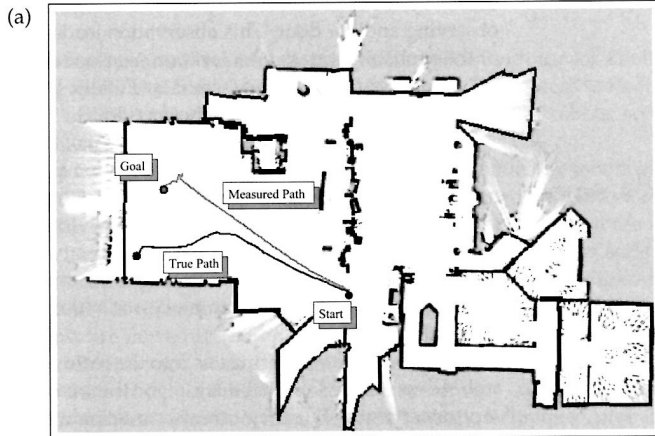
Mobiler Roboter bei globaler Markoffscher Lokalisierung 3



Quelle: Thrun/Burgard/Fox, Probabilistic Robotics, 2006

Navigation entlang von Hindernissen 1

Die Navigation durch den freien Raum ist sehr ungenau.



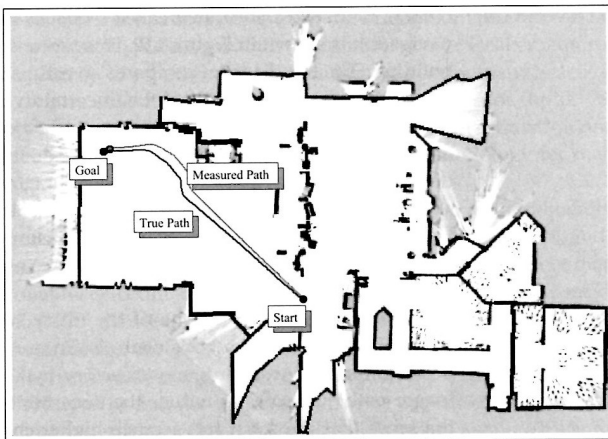
Quelle: Thrun/Burgard/Fox, Probabilistic Robotics, 2006



Navigation entlang von Hindernissen 2

Die Orientierung an Wänden und Hindernissen hilft (*coastal navigation*).

(b)



Quelle: Thrun/Burgard/Fox, Probabilistic Robotics, 2006



Video Minerva von Webseite zum Buch

