

# Objektmodellierung in der Robotik

Grundlagen  
Daniel Göhring

23.10.2006

## Objektmodellierung

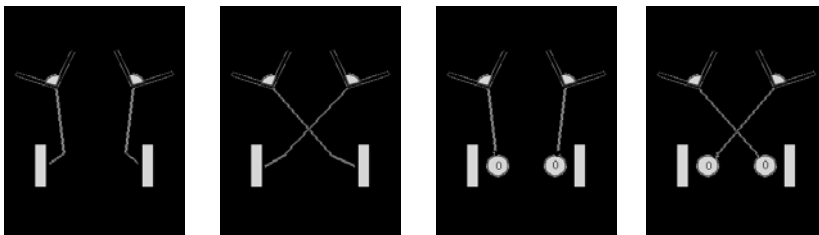
- Wozu ist eine Objektmodellierung notwendig?
  - Idee: Der Zustand eines Objektes kann über Sensordaten erfasst werden.
  - Als Zustandsabschätzung werden Verfahren bezeichnet, die nicht direkt beobachtbare Teile des Zustandes ableiten, z.B. die Position oder die Geschwindigkeit eines Gegenstandes

## Objektmodellierung (2)

- Objektmodellierung ist einfach, wenn exakte Sensordaten vorliegen
  - Bsp.: Ein Roboter kann sich ohne Probleme von A nach B bewegen, wenn die exakte Anfangsposition sowie die Positionen aller Hindernisse auf dem Weg bekannt sind
  - Aber diese Informationen sind leider nicht direkt messbar, der Roboter ist auf seine Sensoren angewiesen

## Robotersteuerungen, die ohne Modellierung auskommen

- Braitenberg Vehicle

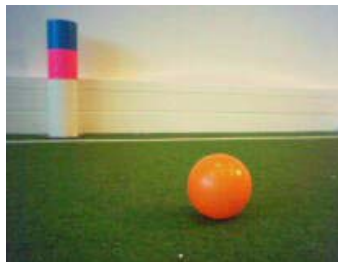


# Sensordaten

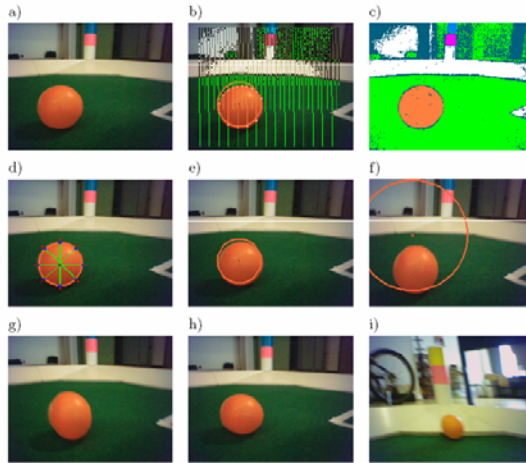
- Sensordaten erfassen jedoch meist nur einen Teil der Umwelt
  - Kameröffnungswinkel begrenzt, Framerate endlich, Begrenzung der Auflösung
  - Was ist, wenn das zu verfolgende Objekt verdeckt ist?

## Sensordaten (2)

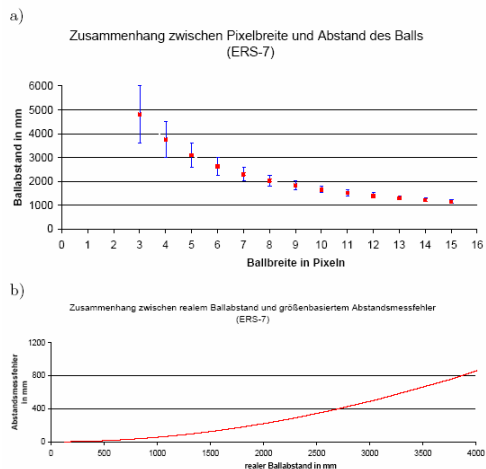
- Sensordaten sind verrauscht, Umgang mit Sensorfehlern daher notwendig.



# Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung (Auszug)



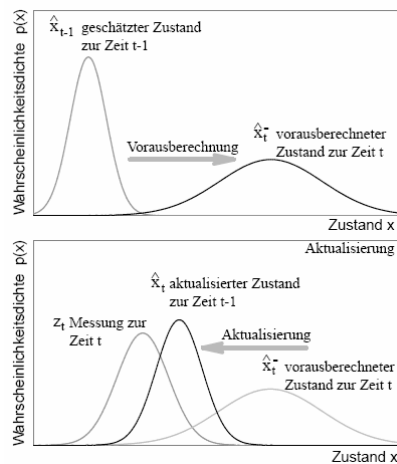
# Fehler durch geringe Kameraauflösung



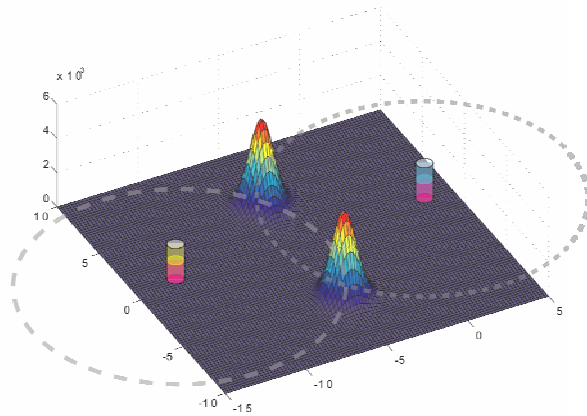
# Behandlung der Sensorungenauigkeiten

- Es werden Modelle benötigt, die sowohl die Ungenauigkeit der Sensordaten als auch den begrenzten Erfassungsbereich von Sensoren berücksichtigen
- Das unvollständige Wissen ueber in der Realität diskrete Orte wird durch Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen repräsentiert, z.B. Gauss

# Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion



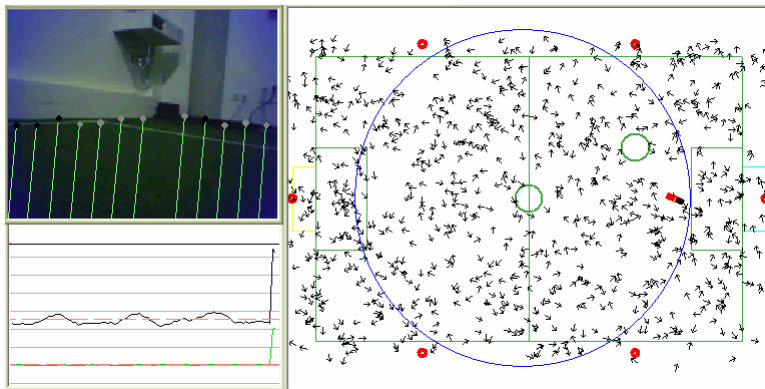
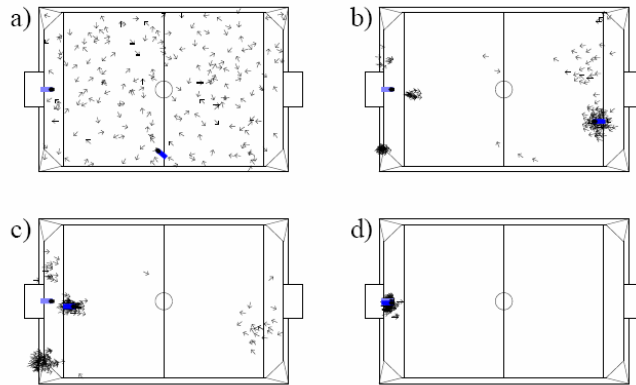
# Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion - Beispiel



## Andere Modellierungsverfahren

- Zur Repräsentation beliebiger PDFs eignen sind Partikelfilter/Gridbasierte Verfahren geeignet
- Flexiblere Gestaltung der PDFs wird durch höheren Berechnungsaufwand erkauft

# Beispiel fuer andere Verfahren

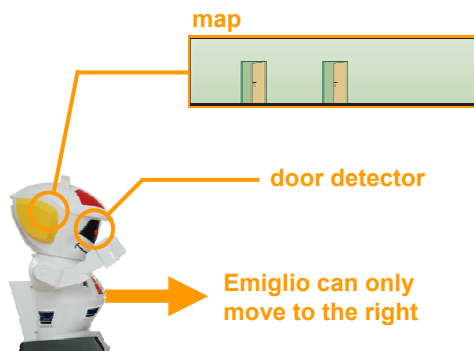


# Bayesfilter

- Mathematisches Konstrukt zur Modellierung von Objektpositionen ueber die Zeit
- Beruecksichtigung, dass der Roboter nie ganz genau den Effekt seiner Handlung voraussagen kann und dass seine Sensordaten unvollstaendig sein

## Meet Emiglio...

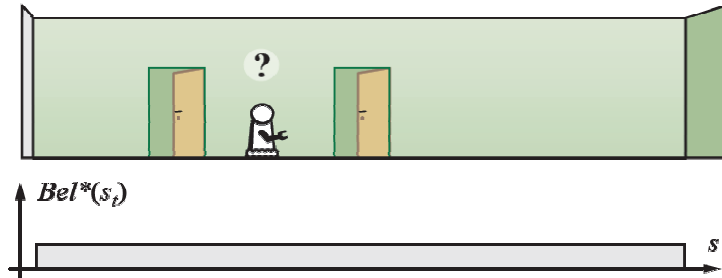
Emiglio will try to localize in a hallway  
(classical robotics problem)





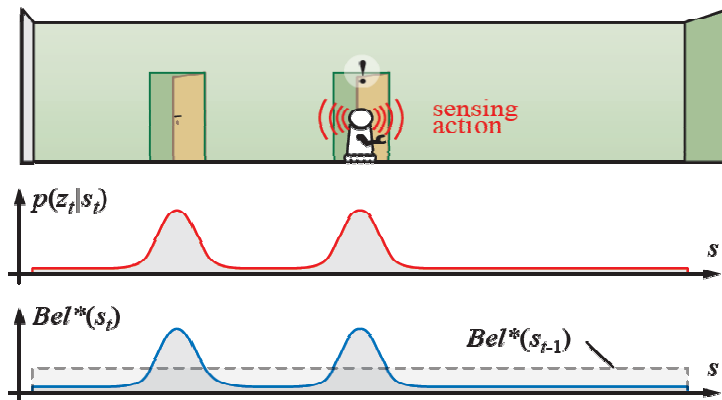
# Robot in Hallway 1/4

Robot starts off at unknown position, no sensing



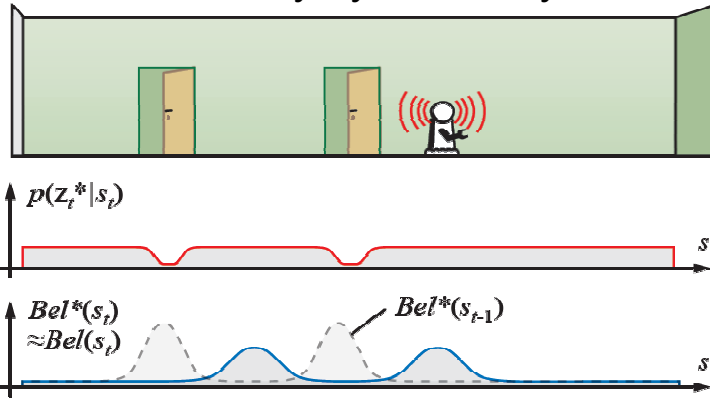
# Robot in Hallway 2/4

First measurement



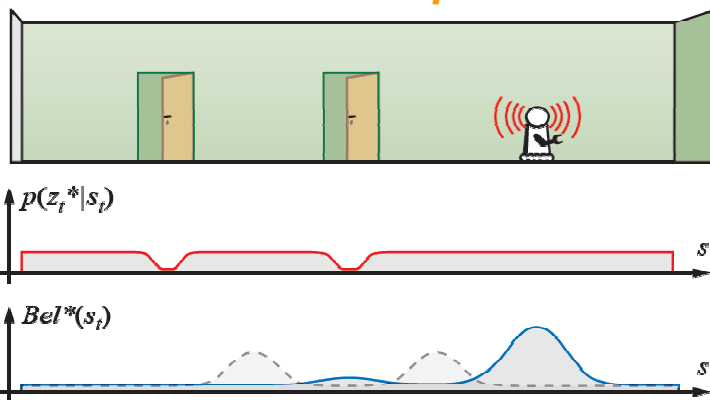
# Robot in Hallway 3/4

Update of belief only by odometry



# Robot in Hallway 4/4

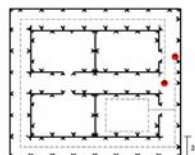
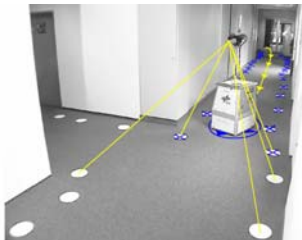
Negative information *incorporated*



# SLAM

- Bisher: Modellierung von Objekten anhand einer Karte
- Was ist, wenn keine Karte vorhanden ist?

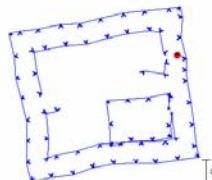
# SLAM



(a) True map with robot trajectory along the outer corridor. Landmarks are depicted by "Y" symbols. The robot is shown at start and end of the trajectory.

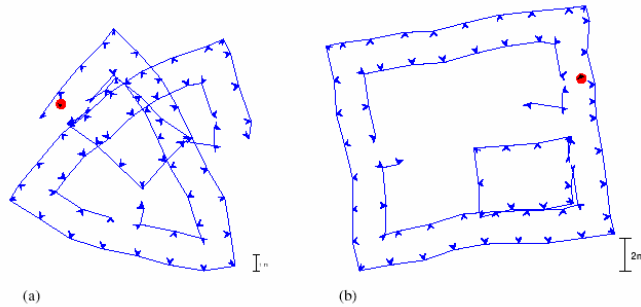


(b) Map estimate derived by treating odometry measurements as if they were exact.



(c) Map estimate derived by statistical evaluation.

# Closing the Loop



## Themen

- Gaussfilter / Kalmanfilter
  - einer der wichtigsten Vertreter zur Objektmodellierung
  - Verwendung von Gaussfunktionen als Probability Density Function (PDF)
- Nichtparametrische Filter
  - Möglichkeit der darstellung beliebiger PDFs – keine Einschraenkung mehr,
  - Verwendung von Rastern oder Repraesentanten
- Modellierung von Roboterbewegungen
- Modellierung der Roboterwahrnehmung

## Themen (2)

- Mobile Roboterlokalisierung - Markov und Gauss
  - Anwendungen in der Robotik
- Mobile Roboterlokalisierung - Grid und Monte Carlo
  - Anwendungen in der Robotik
- KLD-Sampling und andere MC Optimierungsverfahren
  - Welche Partikelzahl ist Optimal, Aufteilung des Zustandsraumes

## Themen (3)

- Occupancy Grid Modelling
- Simultaneous Localization and Mapping / Multirobot Slam, verschiedene Verfahren
- Markov Decision Processes