

Kartenerstellung und Navigation

zur Positionserkennung autonomer Fahrzeuge

von Ilona Blanck

27. Mai 2008

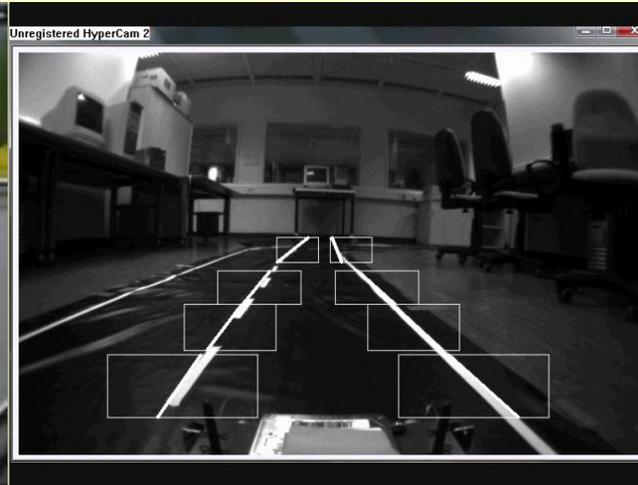
im Rahmen der Anwendungen I – Vorlesung des
Masterstudiums Informatik der
Fakultät Technik und Informatik der
HAW Hamburg

Übersicht

1. Motivation
2. Wettbewerbe
3. Aufgabe
4. Plattform
5. Problematiken
6. Fazit
7. Aussicht
8. Literaturangabe

Motivation

- Autonome mobile Roboter gewinnen zunehmend an Bedeutung
- Einsatzgebiete:
 - Menschen unfreundliche Gegenden
 - Unterstützung des Menschen
 - *Vision: autonom fahrende Autos*



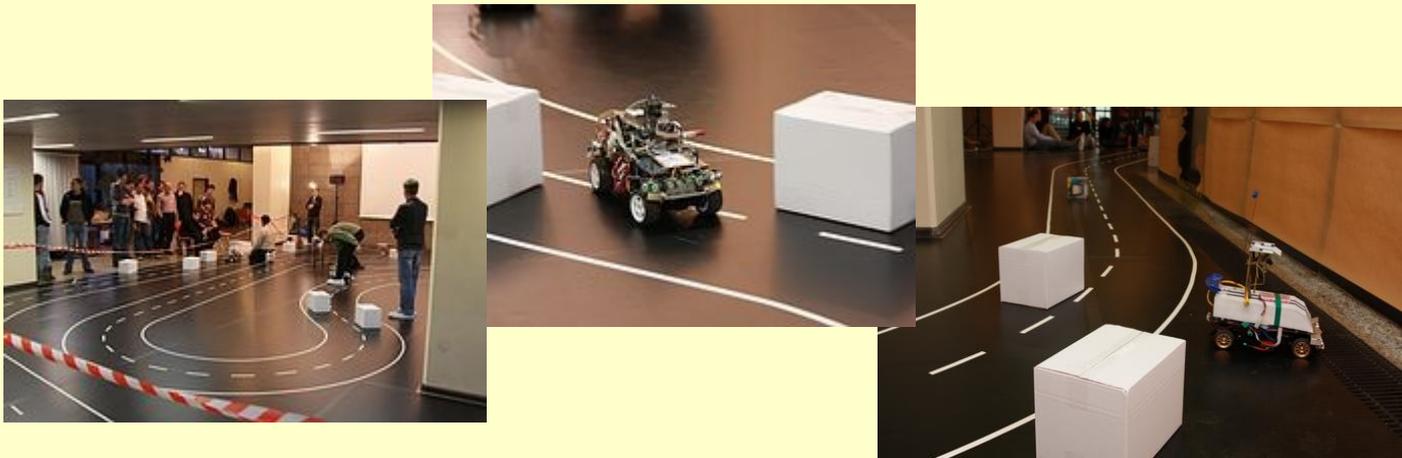
Wettbewerbe

- DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*)
- CaroloCup (TU Braunschweig)
- CrazyCar (FH Westküste)
- RoboCup



Aufgabe

- Ziel: Autonome Navigationsentscheidung treffen
- Übliche Positionierungsverfahren ungenau
 - GPS cm genau?
 - WLAN-Triangulation Erdbebensicher?
 - RFID im Außenbereich?



Die Fragen

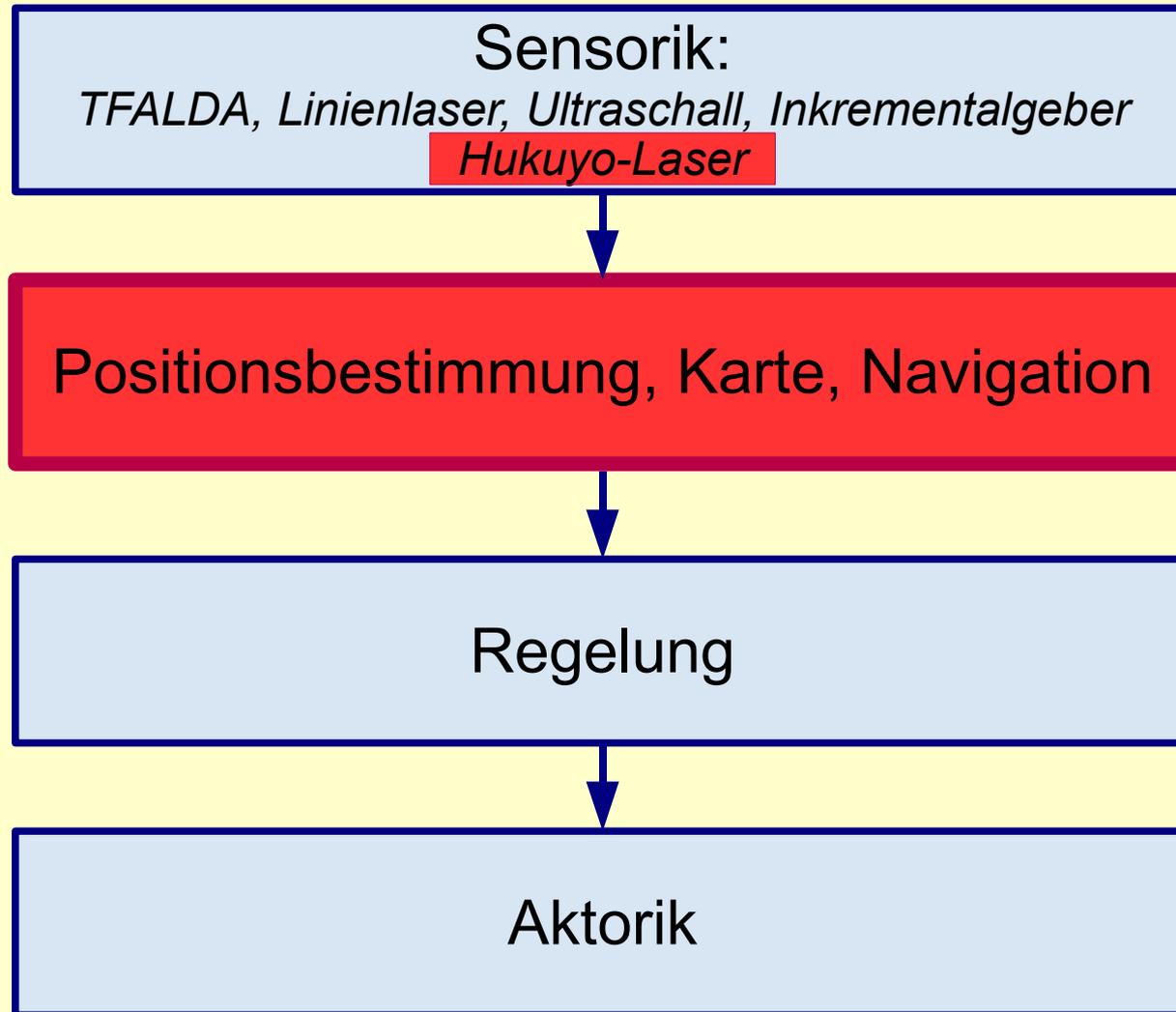
- „Wo bin ich?“
 - Lokalisierung: Bestimmung der eigenen Position in Einsatzgebieten.
- „Wo gehe ich hin?“
 - Kartierung: Erstellen einer Umgebungskarte mit Hilfe von Sensoreindrücken.
- „Wie gelange ich dort hin?“
 - Pfadplanung: Navigation der mobilen Roboter, mit Hilfe der Karten und Sensoren.

Plattform

- Modelle:
 - Pioneer
 - Carolo-Cup Fahrzeug
- Sensoren:
 - Linienlaser
 - Ultraschall
 - Inkrementalgeber
 - Hukuyo - Laser

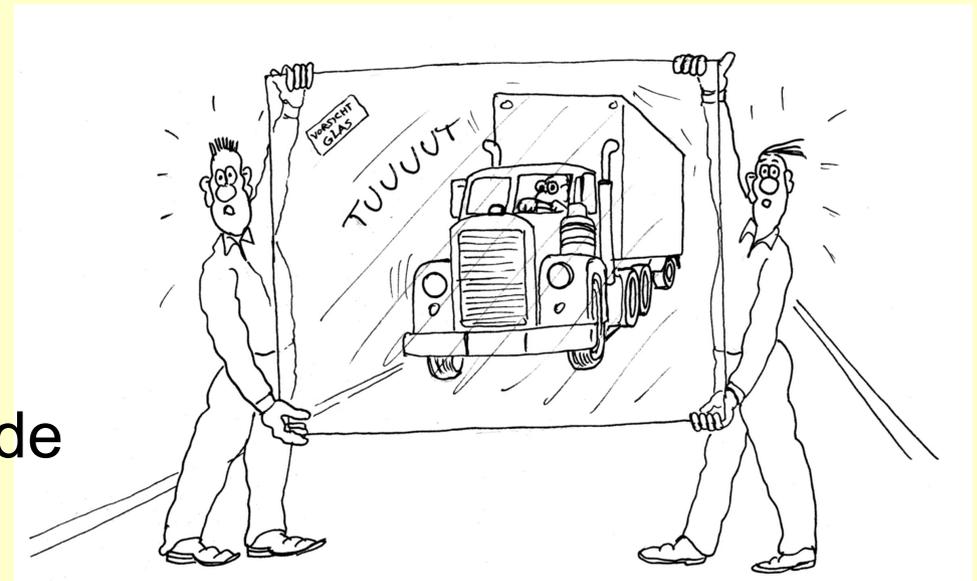
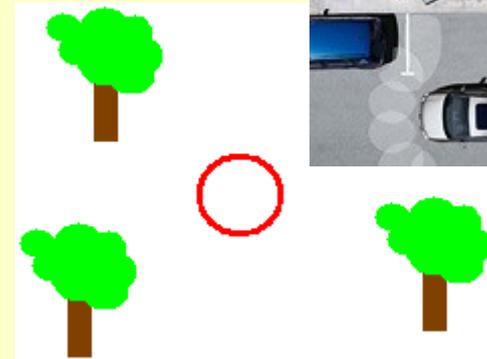
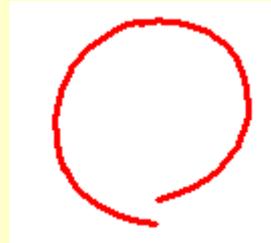


Problematik



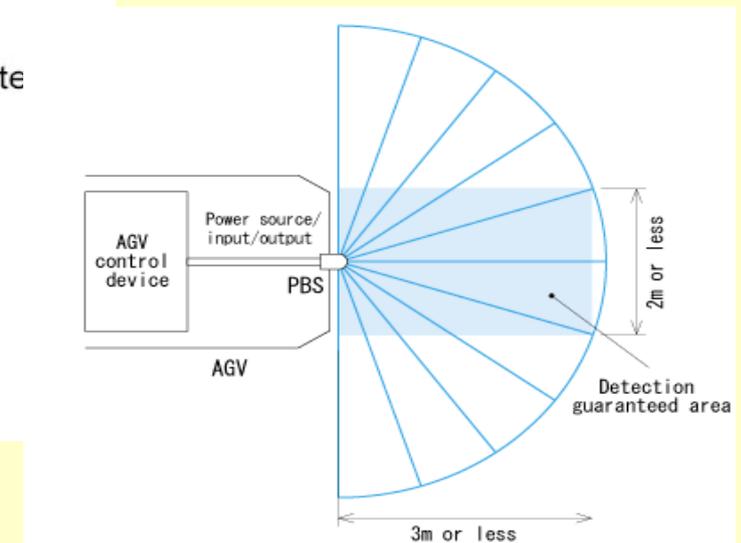
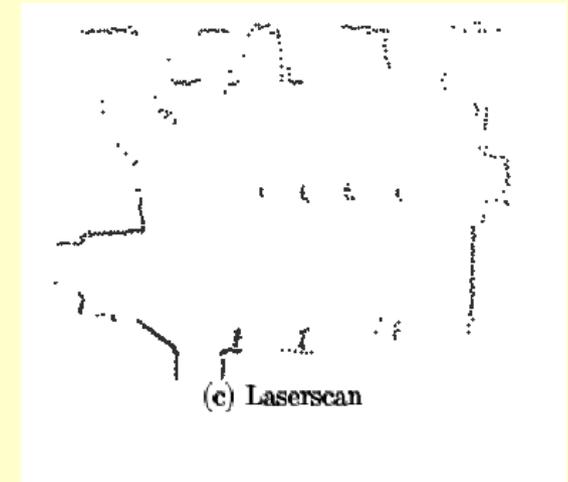
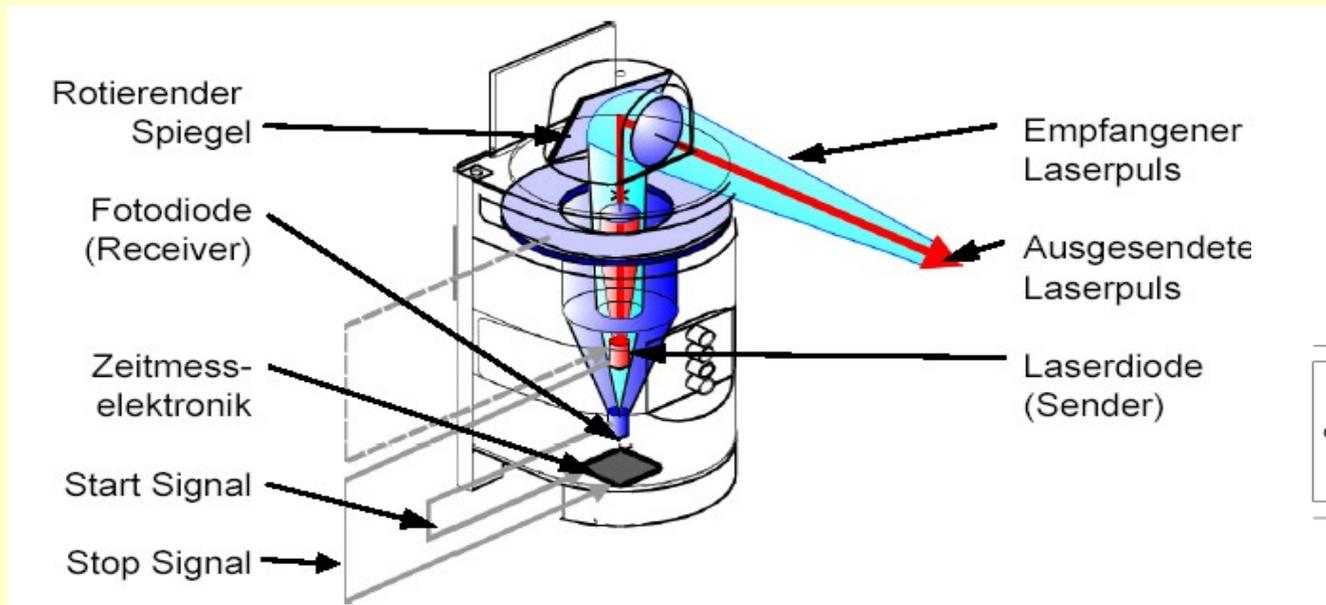
Problematik: Sensorik

- Inkrementalgeber:
 - Glatter Untergrund
 - Radspiel
- Ultraschall:
 - Messungenaugigkeit
- Laserscanner:
 - absorbierende/durchlassende Oberflächen



Problematik: Sensorik

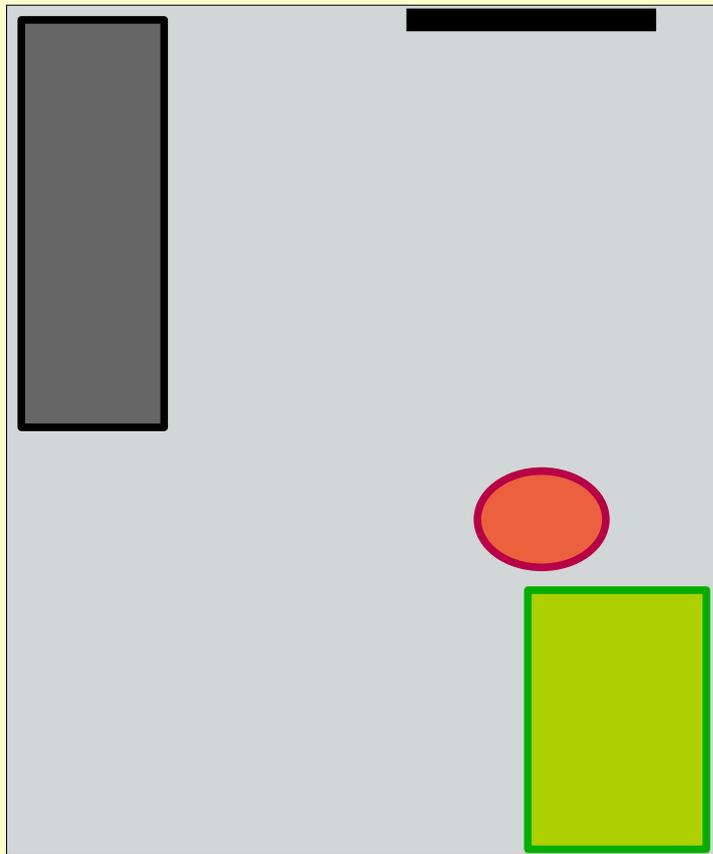
- Laserscanner:
 - Hochpräzise Entfernungsmessung



Problematik: Karte - Drehung

Raumkarte

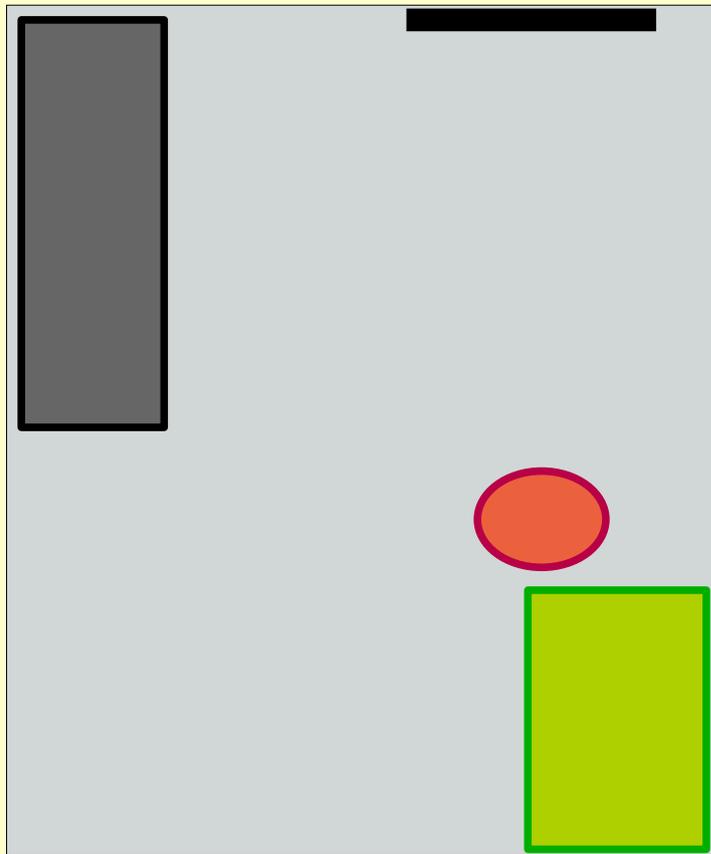
globale Karte



Problematik: Karte - Drehung

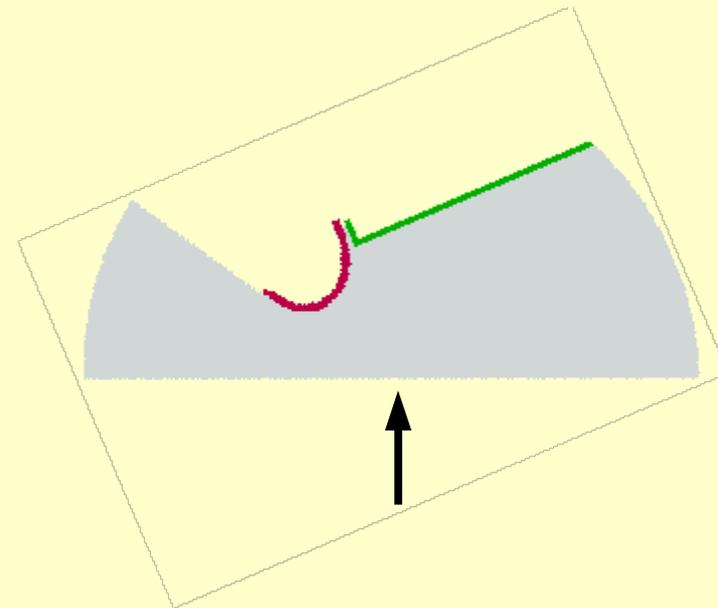
Raumkarte

globale Karte



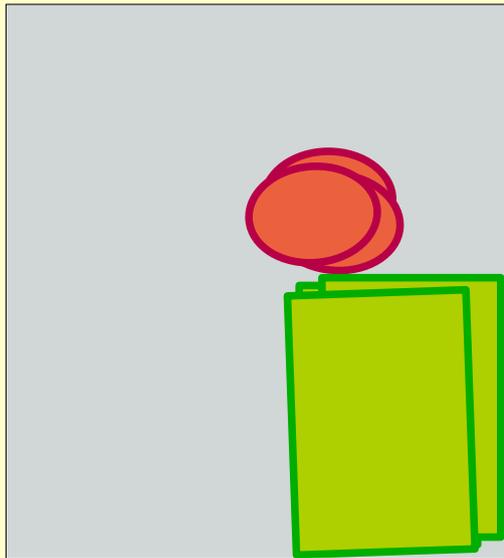
Sichtbereich des Roboters

lokale Karte



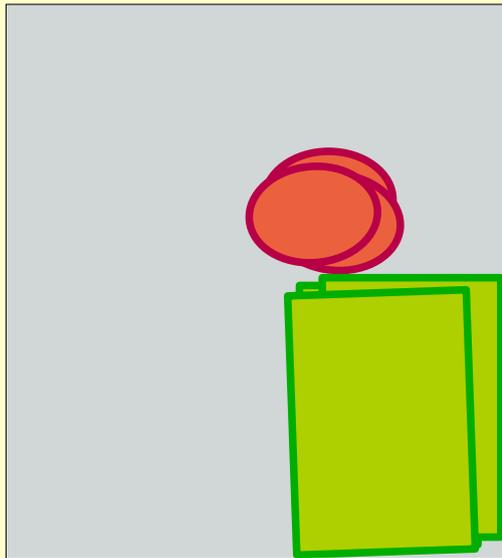
Problematik: Karte - Ungenauigkeit

Mehrere Lokale Karten

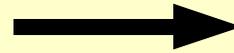
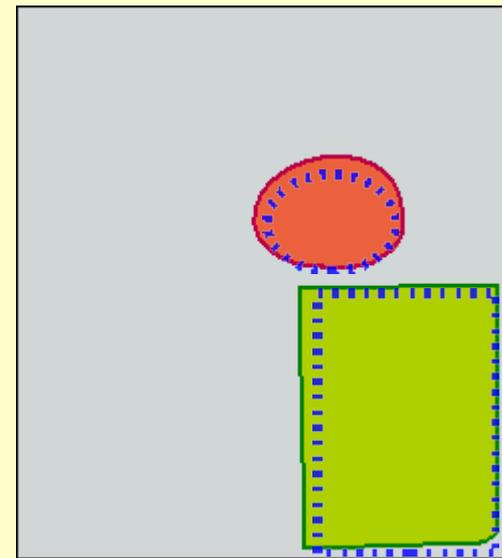


Problematik: Karte - Ungenauigkeit

Mehrere Lokale Karten



Zusammengefügt



Problematik: Karte

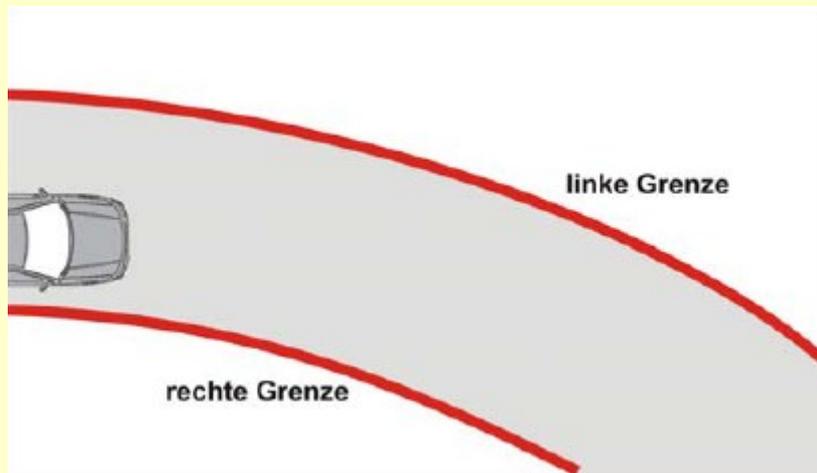
- Drehung
 - Änderung anhand der odometrischen Daten
- Ungenauigkeit
 - Abgleich mit globaler Karte
 - Priorisierte Wahrscheinlichkeitswerte
 - Occupancy Grid

Problematik: Karte

- Lokale Karte
 - Wahrnehmung der Umgebung / Hindernissen
 - Abstände
- Globale Karte
 - Durch mehrere/verschiedene Sensoren
 - Positionsbestimmung
 - Navigationsentscheidung

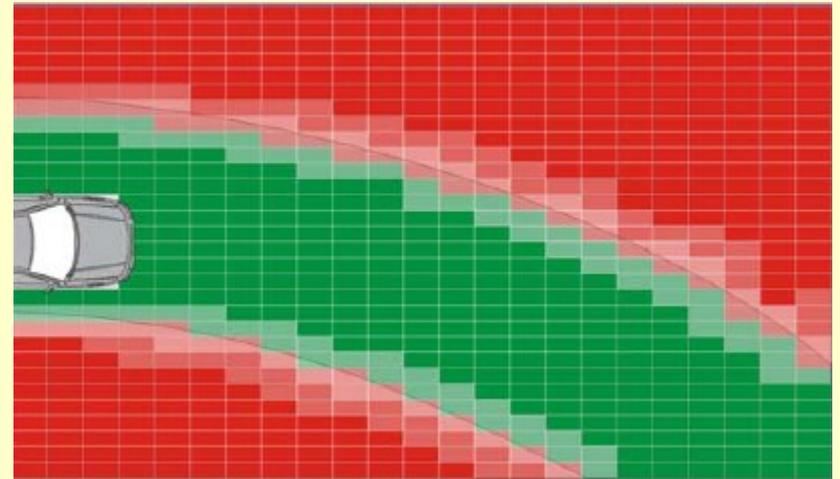
Problematik: Karte - Abspeicherung

Objektbasiert



- + einfache Beschreibung
- keine Aussage für freie Bereiche

Kartenbasiert



- + Aussage über Umfeld
- hohe Datenmenge

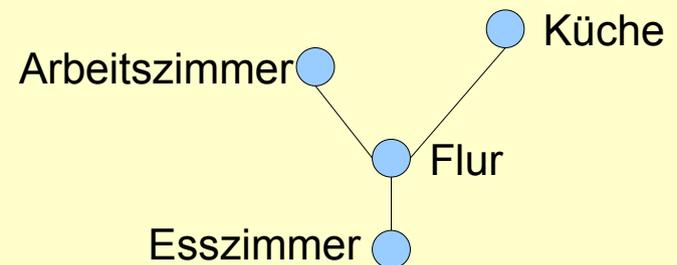
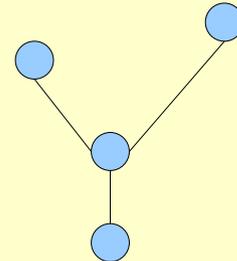
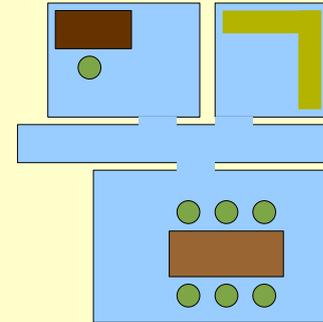
Problematik: Karte - Abspeicherung

- Occupancy Grid
 - Wahrscheinlichkeitswerte
 - Mittelwert (0x80): undefiniert
 - $> 0x80$: Feld belegt
 - Speicheraufwendig
 - Zellenrepräsentation klein wählen für Präzision;
 - Zelle $\hat{=}$ 1x1cm

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 00 | 01 | 00 | 0B | 0A | 07 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 00 | 02 | 06 | 00 |
| 00 | 04 | 00 | 03 | 00 | 07 | 0A | FF | FF | FF | 80 | 80 | 01 | 00 | 03 | 05 | 00 |
| 06 | 00 | 01 | 01 | 00 | 00 | 07 | 02 | 0D | 00 | FF | 00 | 00 | 09 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 03 | 00 | 04 | 00 | 02 | 00 | 01 | 00 | 07 | 01 | 01 | 08 |
| 00 | 00 | 02 | 02 | 00 | 00 | 06 | 00 | 08 | 02 | 09 | 00 | 03 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 04 | 05 | 00 | 02 | 00 | 00 | 02 | 00 | 00 | 05 | 00 | 0A | 00 | 00 | 06 |
| 03 | 05 | 00 | 00 | 01 | 02 | 00 | 01 | 01 | 00 | 02 | 00 | 00 | 02 | 04 | 02 | 06 |
| 02 | 00 | 00 | 04 | 01 | 00 | 00 | 01 | 01 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 02 | 00 | 00 | 02 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 02 | 01 | 05 | 01 | 02 |
| 00 | 06 | 00 | 00 | 00 | 00 | 02 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |

Problematik: Karte - Detailreichtum

- Geometrisches Modell
 - Aus Messwerte abgeleitet
- Topologisches Modell
 - Zusammenfassen von Strukturen
 - Beziehungen zeigen
- Semantisches Modell
 - Beinhaltet Umweltinformationen



Problematik: Positionsbestimmung

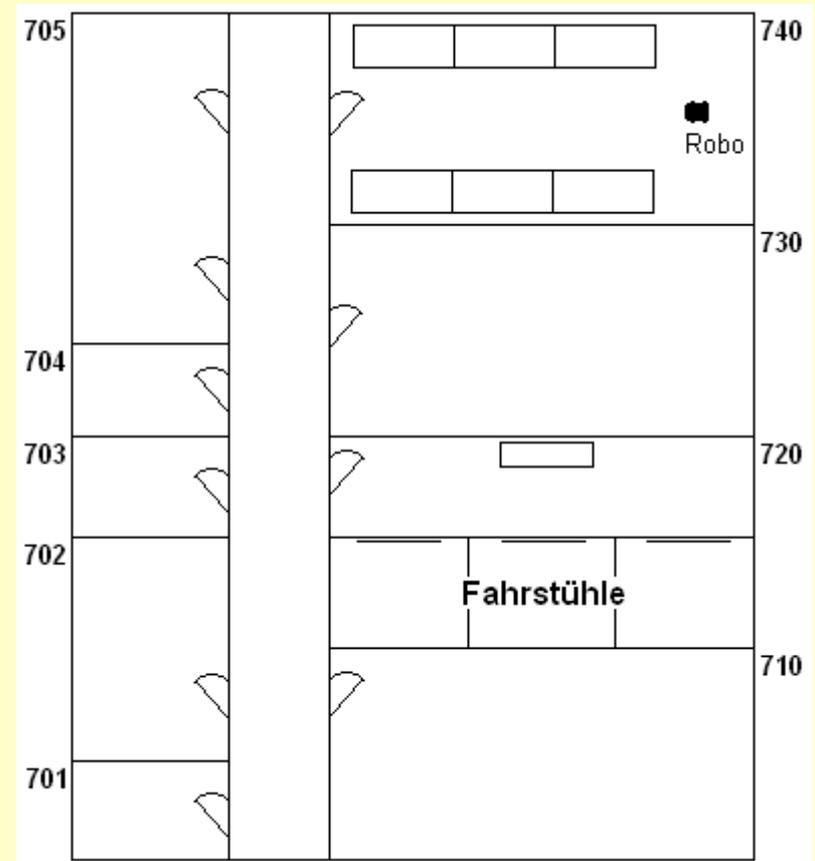
- Option A:
 - Keine Karte vorhanden
 - Genaue Positionsangabe nötig / relative Positionen
 - Erstellen einer Karte
- Option B:
 - Karte vorhanden
 - Aufnahmen der Umgebung
 - Anhand der Karte Position ermitteln

Problematik: Positionsbestimmung

- Option B:
 - Erstellen einer lokalen Karte
 - Occupancy Grid
 - Odometrische Daten
 - ca. Angabe, wo man sich befindet
 - Lokale Karte mit globaler Karte abgleichen
 - Übereinstimmungen geometrischer Formen

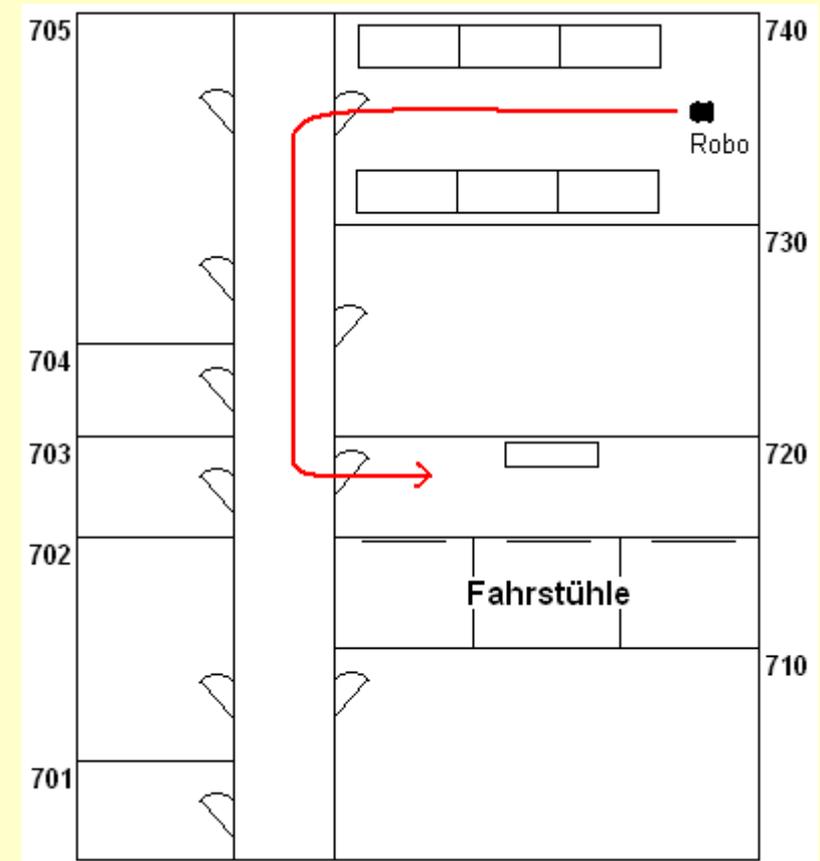
Problematik: Navigation

- Groborientierung durch globale Karte



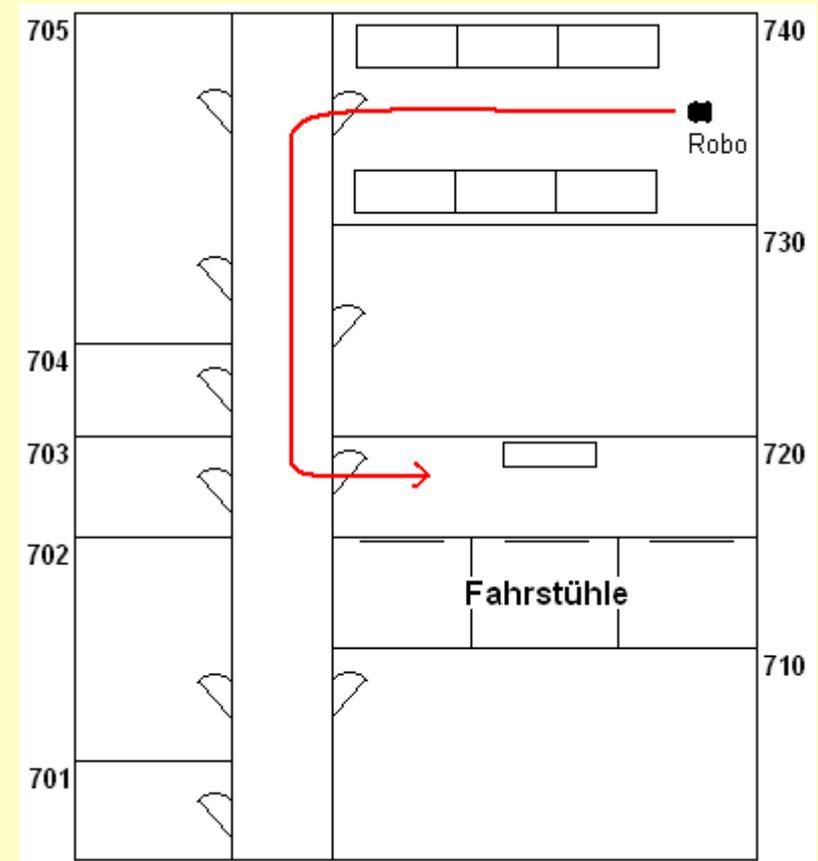
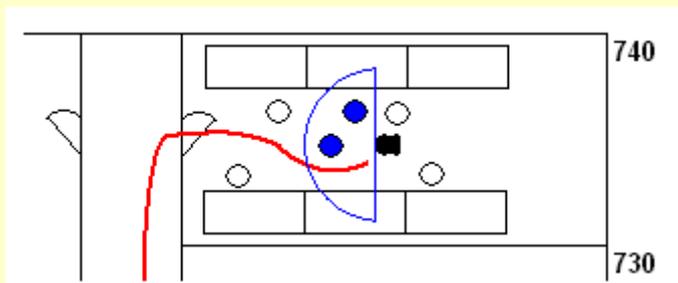
Problematik: Navigation

- Groborientierung durch globale Karte



Problematik: Navigation

- Groborientierung durch globale Karte
- Aktuelle Richtungsbestimmung durch lokale Karte



Fazit

- Kartenerstellung:
 - Genauigkeit: Kopplung verschiedener Sensoren
 - Verschiedene Aufgaben → versch. Kartentypen
- Positionierung
 - Anhand odometrischer Daten und Karten
- Navigation
 - Grobplanung über Karten
 - Akut-Navigation über Sensoren

Aussicht

- Welche Kartentypen können realisiert werden?
(In Bezug auf Speicherkapazität)
- Welche Daten sind relevante Daten?
(Bei z.B. Erstellung topologischer Karten)
- Randbedingungen einhalten:
 - Prozessorgeschwindigkeit
 - Welche Daten müssen zur Echtzeit vorliegen
 - Speichergröße
 - Was kann alles gespeichert werden.

Literaturangaben

- <http://www.hokuyo-aut.jp/02sensor/07scanner/pbs.html>
- IEEE:
 - „A Sonar-Based Mapping and Navigation System“ , A.Elfes
 - „A robust certainty grid algorithm for robotic vision“ , W.Elmenreich, L.Schneider, R.Kirner
 - „Using occupancy grids for mobile robot perception and navigation“ , A.Elfes
 - „Geometrical feature extraction using 2D range scanner“ , S.Zhang, L.Xie, M.Adams, F.Tang
- „Entwicklung eines autonomen, mobilen Roboters zur Kartographie“ , D.Gehrmann

Literaturangaben

- Präsentationen aus dem Programm der AAET 2008:
<http://www.gzvb.de/index.php?id=907>
- <http://www.carolo-cup.de/>
- <http://www.darpa.mil/GRANDCHALLENGE/>
- Videos:
 - Caroline auf der CeBit:
http://de.youtube.com/watch?v=_qJ6I5diEPc
 - Caroline bei der DARPA Grand Challenge:
http://de.youtube.com/watch?v=jb-_CjBnANs
 - DARPA Grand Challenge Finaltag Teil1:
<http://de.youtube.com/watch?v=9KjohL2ZW0o>

Ende

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?