



Differenzierung von Robotern in Industrie und Service

- Probleme der Robotik bei mobilen Systemen -

Christoph Schmiedecke

Studiendepartment Informatik
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

16. Juni 2010



Inhaltsverzeichnis

■ **Rückblick auf AW1**

■ **Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche**

- Allgemein nach Aufbau und Bewegungsraum
- Industrieroboter
- Serviceroboter

■ **Probleme**

- Allgemein definierte Aufgabenstellungen und Anforderungen
- Abgeleitete Problemstellungen
- Mögliche Lösungsansätze

■ **Ausblick**

Rückblick auf AW1

- Aufbau eines Roboterarms, wesentliche Bestandteile etc.
- Verschiedene Koordinatensysteme und Koordinatentransformationen
- Denavit-Hartenberg Notation
- Kinematik und Inverse-Kinematik





Inhaltsverzeichnis

- Rückblick auf AW1

- **Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche**
 - Allgemein nach ihrem mechanischen Aufbau und Bewegungsraum
 - Industrieroboter
 - Serviceroboter

- Probleme
 - Allgemein definierte Aufgabenstellungen und Anforderungen
 - Abgeleitete Problemstellungen
 - Mögliche Lösungsansätze

- Ausblick



Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche

- Allgemein nach ihrem mechanischen Aufbau und Bewegungsraum
 - SCARA / Schwenkarm Roboter
 - Portal / Linear Roboter
 - Zylindrisch
 - Sphärisch
 - Knickarmroboter; häufig 6 DOF oder mehr

- Mobile Plattformen und Roboter



Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche

- Industrie
 - SCARA Pick and Place
 - Portal Lastentransport (z.B. Hebearbeiten im Hafen)
 - Zylindrisch CDs in Presse legen und herausnehmen
 - Sphärisch Lackierarbeiten
 - Knickarmroboter komplexe Aufgaben (z.B. Bahnschweißen)
 - Mobile Plattformen Lagerhallen (z.B. autonome Gabelstapler)

- Service
 - Knickarmroboter Hole einen Gegenstand
 - Humanoid (spezielle mobile Robotervariante)
Unterstützung des Menschen, höhere Akzeptanz



Inhaltsverzeichnis

- Rückblick auf AW1

- Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche
 - Allgemein nach ihrem mechanischen Aufbau und Bewegungsraum
 - Industrieroboter
 - Serviceroboter

- **Probleme**
 - Allgemein definierte Aufgabenstellungen und Anforderungen
 - Abgeleitete Problemstellungen
 - Mögliche Lösungsansätze

- Ausblick



Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche

■ Problemerkfassung

- Mobilität verändert so ziemlich alles
- Keine traditionelle Nullposition mehr
- Steuerung muss sich dynamisch auf ihre Umgebung einstellen
- Verhalten im Fehlerfall -> Einfluss auf die Umgebung
- Verhalten in unvorhergesehenen Situationen
- Handhabung der Dynamik -> Aktoren- und Plattformbewegung
- Interpretation von Sensoren / Ausgleich von Sensorfehlern

Probleme

- Allgemein definierte Aufgabenstellungen und Anforderungen
 - Pick and Place
 - Bin-Picking / Griff in die Kiste
 - Kidnapped-Robot
 - Fish-Catching



■ Pick and Place

- Teached
 - Statische Aufgabe
 - Statische Umgebung
- Teached mit Sensorkorrektur
 - Statische Aufgabe
 - Semistatische Umgebung
- Dynamische Bahnverfolgung
 - Dynamische Aufgaben



■ Erkenntnisse

- Auswahl des Verfahrens nach Art der Aufgabe
- Im Service eigentlich nur dynamische Verfahren einsetzbar
- Notwendigkeit einer Inversen-Kinematik zur Armsteuerung

- Bin-Picking / Griff in die Kiste

- Statische Aufgabe
- Semistatische Umgebung
 - Objekte können verrutschen
 - Objekte nur Teilweise sichtbar
 - Objekte liegen in unterschiedlicher Höhe

- Erkenntnisse

- Ansatz Teached mit Sensorkorrektur
- Kombination von Sensoren -> Sensorinterpretation
- Erkennung einzelner Objekte -> Objekterkennung
- Wo liegen die Objekte -> Positionsbestimmung
- Wie muss ich Greifen -> Orientierungsbestimmung
- In welcher Reihenfolge muss gegriffen werden -> Greif-Algorithmus entwickeln



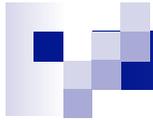
■ Kidnapped-Robot

- Dynamische Aufgaben
- Dynamische Bewegungen
- Dynamische Umgebung
- Plötzliche Positionsänderung des Roboters

■ Erkenntnisse

- Wie muss ich mich bewegen -> Wegfindung
- Wo bin ich gerade -> Position wiederfinden
- Wie sieht meine Umgebung aus -> Umgebungskarte





- Fish-Catching
 - Dynamische Aufgaben
 - Hochmobile Umgebung
 - Möglicher Umgang mit mehreren Objekten

- Erkenntnisse
 - Wie bewegt sich das Zielobjekt -> Bewegungsabschätzung (Markov-Verfahren)
 - Wie muss ich ggf. meine Bewegung anpassen -> Bewegungsstrategien für Arm und Plattform
 - Planen zukünftiger Aktionen

Probleme – Abgeleitete Problemstellungen

- Abgeleitete Problemstellungen
 - Positionsbestimmung / Selbstlokalisierung (SLAM)
 - Mapping Problematik
 - Bewegungsplanung / Roboterfahrt
 - Objektannäherung im Groben - Roboterfahrt
 - Objektannäherung im Feinen - Armbewegung
 - Auffinden von Gegenständen
 - Kollisionskontrolle
 - Sensoren, Kameras
 - Kommunikation im Roboterverbund
 - Kommunikation
 - Koordination





Probleme – Mögliche Lösungsansätze

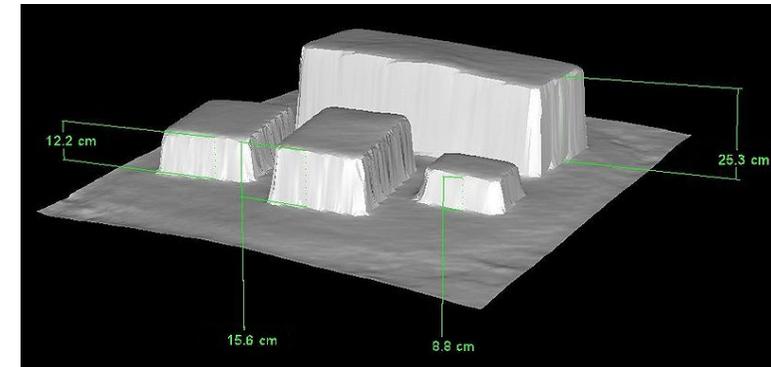
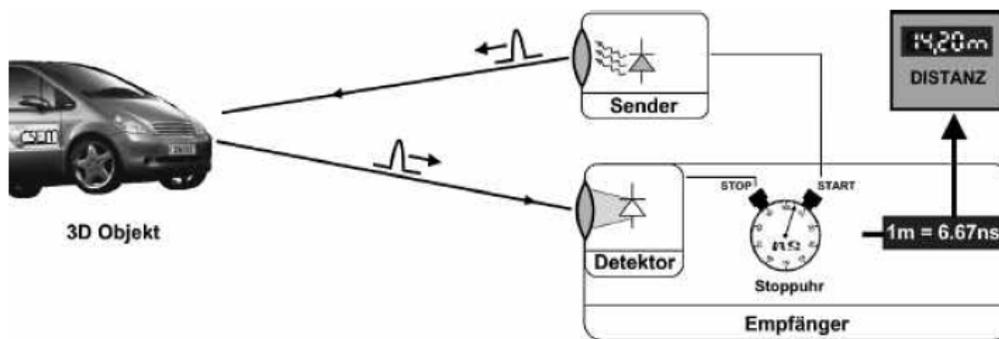
- Positionsbestimmung / Selbstlokalisierung
 - Infrarot
 - IR-Sender am Gerät
 - IR-Empfänger am Gerät
 - Ultraschall
 - Active Bat
 - Kamera (Marken, Barcodes, IR-LEDs, Natürliche Raummerkmale)
 - Kamera im Raum
 - Kamera am Gerät

(Bsp. Projekt 7. Stock; 1. Marken (Nico Manske) und 2. natürliche Raummerkmale (Dirk Jacobi))
 - Funk
 - Sender am Gerät (Bsp. Ubisense Projekt im 11. Stock)
 - WLAN
 - GPS / Galileo

Probleme – Mögliche Lösungsansätze

■ Mapping Problematik

- Monokamera, Natürliche Raummerkmale mit SIFT
- Stereokamera mit Triangulation und Disparitäten
- Time of Flight (Laser- oder LED-Kamera)



Probleme – Mögliche Lösungsansätze

- Bewegungsplanung im Groben – Roboterfahrt
 - Cell Decomposition
 - Skeletonization Method
 - Sichtbarkeitsgraph
 - Voronoidiagramm
 - Straßenkarten

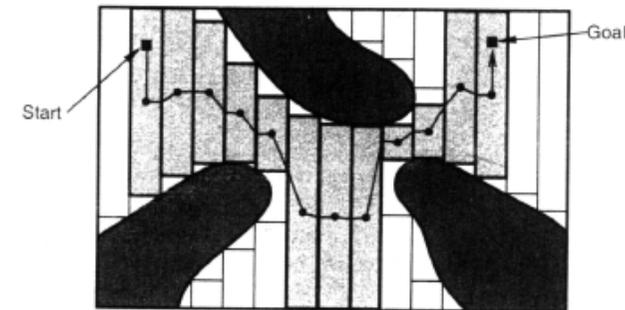


Abb.8: Beispiel zur Zellenzerlegung

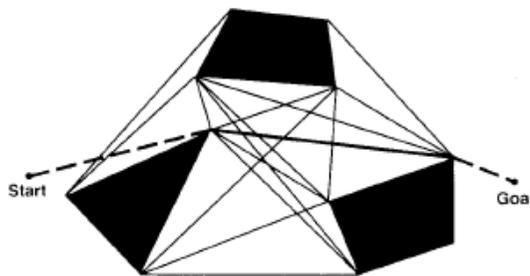


Abb.9: Sichtbarkeitsgraph mehrerer polygonaler Hindernisse

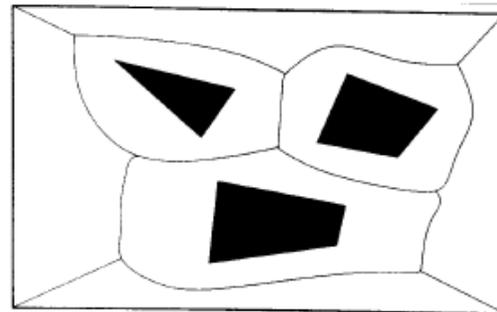


Abb.10: Voronoidiagramm

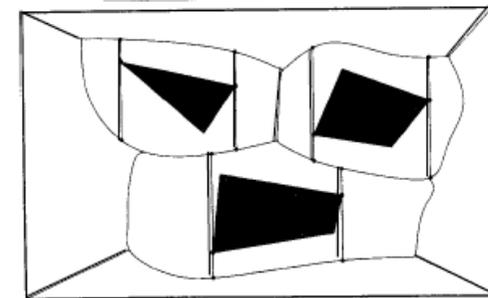


Abb. 11: Voronoi-ähnliche Roadmap



Probleme – Mögliche Lösungsansätze

- Bewegungsplanung im Feinen – Armbewegung
 - Open-Loop
 - Look then Move
 - Einmalige Bildaufnahme
 - Bewegung in einem Schritt
 - Closed-Loop
 - Look and Move
 - Regelmäßige Bildaufnahme und Auswertung
 - Bewegung in mehrere Schritten
 - Visual Servoing (Bsp. Projekt 7. Stock (Benjamin Wagner))



Probleme – Mögliche Lösungsansätze

- Auffinden von Gegenständen
 - Kamerabasiert
 - SIFT (Bsp. Projekt 7. Stock (Carsten Fries))
 - Koordinaten aus Umgebung erhalten (z.B. zentrale Wohnungssteuerung)
 - Verschiedene Ansätze aus Bin-Picking-Lösungen
 - Vergleiche Lösungsansätze aus dem Bereich Selbstlokalisierung unter Manipulation der Umgebung / Gegenstände



Inhaltsverzeichnis

- Rückblick auf AW1

- Roboterarten und ihre Aufgabenbereiche
 - Allgemein nach ihrem mechanischen Aufbau und Bewegungsraum
 - Industrieroboter
 - Serviceroboter

- Probleme
 - Allgemein definierte Aufgabenstellungen und Anforderungen
 - Abgeleitete Problemstellungen
 - Mögliche Lösungsansätze

- **Ausblick**



Ausblick

- Aufgaben für den Roboter im 7. OG
 - Selbstlokalisierung / Mapping – Felix
 - Objektauffindung – Carsten
 - Armsteuerung Allgemein / Kinematik – Christoph
 - Bewegungsplanung im Groben, Bewegungsplanung im Feinen, Kollisionskontrolle -?
 - Arbeit im Roboterverbund wird vorläufig nicht betrachtet



Quellen

- B. Siciliano, O. Khatib, Springer Handbook of Robotics, 2008
- R.Lange, P.Seitz, R. Schwarte, Time-of-flight Entfernungskamera in CMOS/CCD-Technik mit pixelintegrierten Lock-in Verstärkern, 1999
- Benjamin Wagner (HAW Hamburg), Visuelle Regelung für einen Roboterarm, 2009
- Nico Manske (HAW Hamburg), Kamerabasierte Präzisionsnavigation mobiler Systeme im Indoor-Bereich, 2008
- Dirk Jacobi (HAW Hamburg), Identifikation und räumliche Lokalisierung skalierungsinvarianter Merkmale für die visuelle Navigation, 2009
- Verena Hamburger (Universität Kaiserslautern), Robotik
- Prof. Dr.-Ing Klaus Dieter Rupp (BA-Heidenheim), Roboter und Handhabungssysteme



Quellen

- Bilder:

<http://www.metralabs.com/>,
http://news.3yen.com/wp-content/images/goldfish_bot_sm.jpg,
http://images.pennnet.com/articles/vsd/thm/th_0706vsd_profile01.jpg,
http://cache-01.gawkerassets.com/assets/images/12/2009/10/340x_Weirdo_Fish_Robots_2.jpg,
http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:TOF_Kamera_Boxen.jpg&filetimestamp=20081030154734,
http://img.directindustry.de/images_di/photo-g/pick-and-place-verpackungsroboter-400701.jpg,
http://www.ah-automation.se/images/ah_automation_bin-picking_plockni_109.jpg,
<http://www.crunchgear.com/wp-content/uploads/2009/04/tweenbot.jpg>,

- Web:

<http://www.ubisense.de>