

## Der Care-O-bot®

- ▶ Serviceroboter für den Haushalt
  - ▶ Interaktion mit dem Menschen
  - ▶ Wechselnde Umgebung
- ▶ Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- ▶ Torso mit drei bis vier Freiheitsgraden
- ▶ Stereo- und 3D Kameras



## Kalibrierungsbedarf

- CAD-Daten sind wegen dem modularen Aufbau und häufigen Änderungen nicht genau genug.
- ▶ Kollisionsvermeidung
  - ▶ geplante Bewegung
  - ▶ genaue Manipulation
- Werden nur durch ein exaktes Modell des Care-O-bot® für die Berechnungen ermöglicht.

## Kalibrierung

Berechnung von Transformationen und Kameraparametern anhand von Messdaten eines bekannten Objekts

### Kalibriert werden

- ▶ die Montagepositionen des Arms, des Torsos und der Kameras
- ▶ die Kameraparameter

### Bisherige Schwächen

- ▶ nur einer von sechs Care-O-bot® ist kalibrierbar
- ▶ andere nicht Care-O-bot® sollen kalibriert werden
- ▶ durch mehrfache Datenaufnahme erhöhter Zeitbedarf

## Lösungsansätze

### Generalisierung

- ▶ Auslagern von Parametern aus dem Quellcode in Konfigurationsdateien
- ▶ Berechnen der Positionen anhand einer neuen Strategie anstatt fester Karthesischer Positionen
- ▶ Ersetzen von zusätzlich notwendigen Denavit-Hartenberg Parametern durch gegebene Transformationen

### Automatische Kalibrierung

- ▶ Reduzierung auf einen Datenaufnahmeschritt
- ▶ Berücksichtigung des Kameramodells bei der Berechnung

## Vergleich der Kalibrierungsabläufe

### Kalibrierung vorher

Festgelegte  
Positionen für einen Roboter

Datenaufnahme  
! Arm/ Torso Bewegung !

Kamerakalibrierung  
Berechnung

Datenaufnahme  
! Arm/ Torso Bewegung !

kinematische Kalibrierung  
Berechnung

### Kalibrierung nachher

Berechnete  
Positionen für jeden Roboter

Datenaufnahme  
! Arm/ Torso Bewegung !

Kamerakalibrierung  
Berechnung

kinematische Kalibrierung  
Berechnung

### Funktionen die durch die Kalibrierung ermöglicht werden

- ▶ Objekterkennung mit den Kameras
- ▶ Kollisionsvermeidung mit dem Roboter selbst
- ▶ Sichere Interaktion mit der Umwelt

## Ergebnisse

- ▶ Kalibrierung auf allen Care-O-bot® durchführbar
- ▶ Kalibrierung von anderen Robotern möglich
- ▶ Zeit- und Sicherheitsgewinn durch einmalige Datenaufnahme

## Ausblick

- ▶ Kalibrierung der Laserscanner
- ▶ Kalibrierung des Tablett