

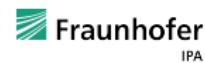
Automatische Kalibrierung eines mobilen Serviceroboters

Jannik Abbenseth

Hochschule Furtwangen University, Fakultät für Maschinenbau und Mechatronik

Fraunhofer Gesellschaft, Institut für Produktionstechnik und Automatisierung

20. Februar 2013



Ablauf

1 Der Care-o-bot

Ablauf

- 1 Der Care-o-bot**
- 2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung**

Ablauf

- 1 Der Care-o-bot**
- 2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung**
- 3 Ergebnisse und Ausblick**

Ablauf

1 Der Care-o-bot

2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung

- Doppelte Modellierung vermeiden
- Feste Parametrisierung
- Doppelte Datenaufnahme vermeiden

3 Ergebnisse und Ausblick

Care-O-bot



Care-O-bot

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- Torso auf mobiler Plattform mit mehreren Freiheitsgraden

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- Torso auf mobiler Plattform mit mehreren Freiheitsgraden

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- Torso auf mobiler Plattform mit mehreren Freiheitsgraden

Software

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- Torso auf mobiler Plattform mit mehreren Freiheitsgraden

Software

- Ubuntu

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- Torso auf mobiler Plattform mit mehreren Freiheitsgraden

Software

- Ubuntu
- Robot-Operating-System

Komponenten des Care-o-bot

Hardware

- Kopf mit drei Kameras
- Roboterarm mit sieben Freiheitsgraden
- Torso auf mobiler Plattform mit mehreren Freiheitsgraden

Software

- Ubuntu
- Robot-Operating-System
- ROS Nodes

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen
- Nichts zerstören

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen
- Nichts zerstören (auch nicht sich selbst)

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen
- Nichts zerstören (auch nicht sich selbst)

Lösungen

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen
- Nichts zerstören (auch nicht sich selbst)

Lösungen

- Manuelle Bedienung

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen
- Nichts zerstören (auch nicht sich selbst)

Lösungen

- Manuelle Bedienung
- Autonomes System

Aufgaben des Care-o-bot

Anforderungen an den Care-o-bot

- Gegenstände greifen
- Niemanden verletzen
- Nichts zerstören (auch nicht sich selbst)

Lösungen

- Manuelle Bedienung
- Autonomes System mit automatischer Kalibrierung

Ablauf der bisherigen Kalibrierung

Datenaufnahme

Ablauf der bisherigen Kalibrierung

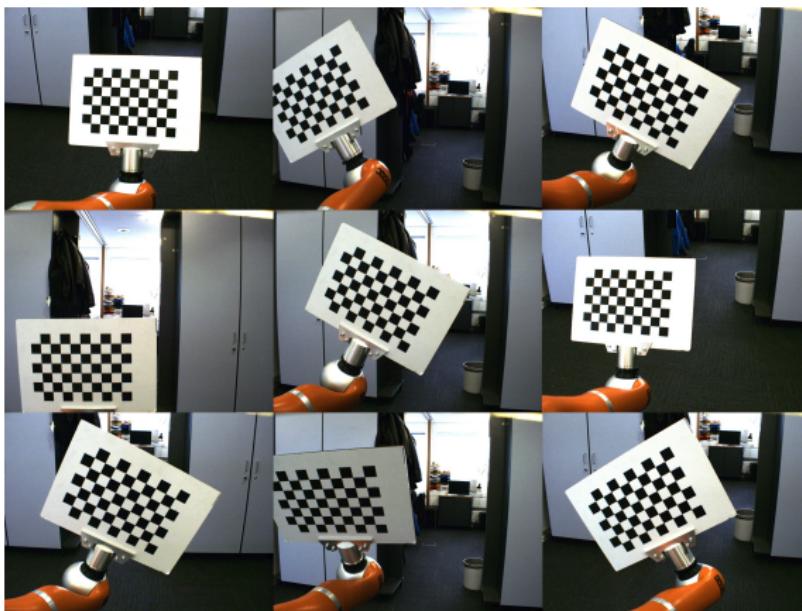
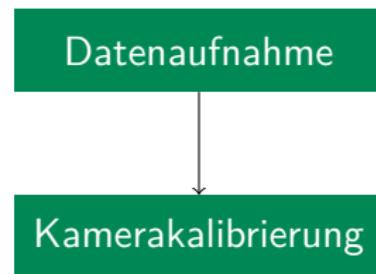
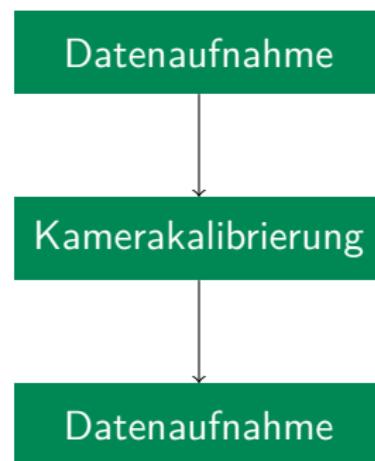


Abbildung : Kalibrierungsbilder

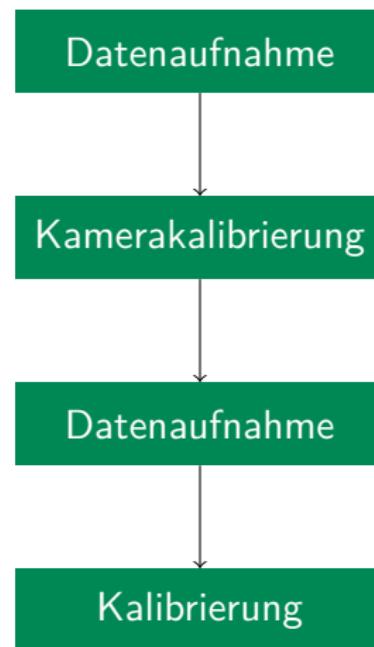
Ablauf der bisherigen Kalibrierung



Ablauf der bisherigen Kalibrierung



Ablauf der bisherigen Kalibrierung



Ablauf

- 1 Der Care-o-bot
- 2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung
 - Doppelte Modellierung vermeiden

Ablauf

- 1 Der Care-o-bot
- 2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung
 - Doppelte Modellierung vermeiden
 - Feste Parametrisierung

Ablauf

1 Der Care-o-bot

2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung

- Doppelte Modellierung vermeiden
- Feste Parametrisierung
- Doppelte Datenaufnahme vermeiden

3 Ergebnisse und Ausblick

Doppelte Modellierung des Roboters

Problem

Doppelte Modellierung des Roboters

Problem

- Roboterbeschreibung in URDF

Doppelte Modellierung des Roboters

Problem

- Roboterbeschreibung in URDF
- Beschreibung der Kinematiken in Denavit-Hartenberg Parametern

Doppelte Modellierung des Roboters

Problem

- Roboterbeschreibung in URDF
- Beschreibung der Kinematiken in Denavit-Hartenberg Parametern

→ Unnötiger Mehraufwand

Doppelte Modellierung des Roboters vermeiden

Lösungen

Doppelte Modellierung des Roboters vermeiden

Lösungen

- Berechnung der Denavit-Hartenberg Parameter

Doppelte Modellierung des Roboters vermeiden

Lösungen

- Berechnung der Denavit-Hartenberg Parameter
- Nutzung der URDF Beschreibung

Doppelte Modellierung des Roboters vermeiden

Lösungen

- Berechnung der Denavit-Hartenberg Parameter
- Nutzung der URDF Beschreibung
- Abspeichern der Transformation bei der Datenaufnahme

Doppelte Modellierung des Roboters vermeiden

Lösungen

- Berechnung der Denavit-Hartenberg Parameter
- Nutzung der URDF Beschreibung
- **Abspeichern der Transformation bei der Datenaufnahme**

Feste Parametrisierung

Anpassungen für den Roboter im Quellcode

Feste Parametrisierung

Anpassungen für den Roboter im Quellcode

- für jeden Roboter war ein eigenes Build erforderlich

Feste Parametrisierung

Anpassungen für den Roboter im Quellcode

- für jeden Roboter war ein eigenes Build erforderlich
- Anforderungen die nicht jeder Roboter erfüllen konnte

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

- Kameradaten

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

- Kameradaten
- Kalibrierungsobjekt

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

- Kameradaten
- Kalibrierungsobjekt

Berechnung der Zielpositionen

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

- Kameradaten
- Kalibrierungsobjekt

Berechnung der Zielpositionen

- Festlegen eines Bereiches und einer Dichte

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

- Kameradaten
- Kalibrierungsobjekt

Berechnung der Zielpositionen

- Festlegen eines Bereiches und einer Dichte
- Berechnung der Samples

Lösung

Auslagern der Parameter in Konfigurationsdateien

- Kameradaten
- Kalibrierungsobjekt

Berechnung der Zielpositionen

- Festlegen eines Bereiches und einer Dichte
- Berechnung der Samples

→ Neue Roboter lassen sich einfacher in die Kalibrierung einbeziehen

Doppelte Datenaufnahme

Datenaufnahme

Doppelte Datenaufnahme

Datenaufnahme

- Datenaufnahme zur Kamerakalibrierung

Doppelte Datenaufnahme

Datenaufnahme

- Datenaufnahme zur Kamerakalibrierung
- Datenaufnahme zur kinematischen Kalibrierung

Doppelte Datenaufnahme

Datenaufnahme

- Datenaufnahme zur Kamerakalibrierung
- Datenaufnahme zur kinematischen Kalibrierung

Problem

Doppelte Datenaufnahme

Datenaufnahme

- Datenaufnahme zur Kamerakalibrierung
- Datenaufnahme zur kinematischen Kalibrierung

Problem

- Müssen überwacht werden

Doppelte Datenaufnahme

Datenaufnahme

- Datenaufnahme zur Kamerakalibrierung
- Datenaufnahme zur kinematischen Kalibrierung

Problem

- Müssen überwacht werden
- Zeitaufwendig

└ Verbesserungen der automatischen Kalibrierung

└ Doppelte Datenaufnahme vermeiden

Lösung

Reduzieren auf einfache Datenaufnahme

Lösung

Reduzieren auf einfache Datenaufnahme

- Aufnehmen und speichern von Rohbildern

Lösung

Reduzieren auf einfache Datenaufnahme

- Aufnehmen und speichern von Rohbildern
- Kalibrierung der Kameras

Lösung

Reduzieren auf einfache Datenaufnahme

- Aufnehmen und speichern von Rohbildern
- Kalibrierung der Kameras
- Zusätzliche Berechnung der Linsenverzerrung im kinematischen Optimierer

Lösung

Reduzieren auf einfache Datenaufnahme

- Aufnehmen und speichern von Rohbildern
- Kalibrierung der Kameras
- Zusätzliche Berechnung der Linsenverzerrung im kinematischen Optimierer

→ Schnellere und sicherere Kalibrierung

Ablauf

1 Der Care-o-bot

2 Verbesserungen der automatischen Kalibrierung

- Doppelte Modellierung vermeiden
- Feste Parametrisierung
- Doppelte Datenaufnahme vermeiden

3 Ergebnisse und Ausblick

Ergebnis

Ergebnis

- Anwendbar auf allen Care-o-bot

Ergebnis

Ergebnis

- Anwendbar auf allen Care-o-bot
- Weitere Robotermodelle werden unterstützt

Ergebnis

Ergebnis

- Anwendbar auf allen Care-o-bot
- Weitere Robotermodelle werden unterstützt
- Einfachere und schnellere Kalibrierung

Ergebnis

Ergebnis

- Anwendbar auf allen Care-o-bot
- Weitere Robotermodelle werden unterstützt
- Einfachere und schnellere Kalibrierung
- Sicherheit

Ausblick auf weitere Arbeiten

Weitere Teile einbeziehen

Ausblick auf weitere Arbeiten

Weitere Teile einbeziehen

- Laserscanner

Ausblick auf weitere Arbeiten

Weitere Teile einbeziehen

- Laserscanner
- Tablett

Ausblick auf weitere Arbeiten

Weitere Teile einbeziehen

- Laserscanner
- Tablett

Genauigkeit erhöhen

Ausblick auf weitere Arbeiten

Weitere Teile einbeziehen

- Laserscanner
- Tablett

Genauigkeit erhöhen

- Erweiterung auf ganzen Arbeitsraum

Ausblick auf weitere Arbeiten

Weitere Teile einbeziehen

- Laserscanner
- Tablett

Genauigkeit erhöhen

- Erweiterung auf ganzen Arbeitsraum
- Sampling Strategie verbessern



Abbildungen

Folie 4 Fraunhofer IPA

http://www.care-o-bot.de/Cob3_Download.php

Folie 9 Eigene Abbildung

Folie 20 Fraunhofer IPA:

<http://www.care-o-bot-research.org/news>