



# Autonome Navigation (im Indoor-Bereich) der selbstbalancierenden Plattform RobStep

**Studienarbeit**

für die Prüfung zum  
**Bachelor of Engineering**

des Studiengangs Informationstechnik  
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe

von  
**Philip Hug & Simon Simon**

Mai 2016

**Bearbeitungszeitraum**  
**Matrikelnummer, Kurs**  
**Ausbildungsfirma**  
**Betreuer**  
**Gutachter**

5tes & 6tes Semester  
4815162342, TINF13B3  
Firma GmbH, Firmenort  
Prof. Dr. Markus Strand  
-

# Sperrvermerk

Die vorliegende Studienarbeit mit dem Titel *Autonome Navigation (im Indoor-Bereich) der selbstbalancierenden Plattform RobStep* enthält unternehmensinterne bzw. vertrauliche Informationen der Firma GmbH, ist deshalb mit einem Sperrvermerk versehen und wird ausschließlich zu Prüfungszwecken am Studiengang Informationstechnik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe vorgelegt. Sie ist ausschließlich zur Einsicht durch den zugeteilten Gutachter, die Leitung des Studiengangs und ggf. den Prüfungsausschuss des Studiengangs bestimmt. Es ist untersagt,

- den Inhalt dieser Arbeit (einschließlich Daten, Abbildungen, Tabellen, Zeichnungen usw.) als Ganzes oder auszugsweise weiterzugeben,
- Kopien oder Abschriften dieser Arbeit (einschließlich Daten, Abbildungen, Tabellen, Zeichnungen usw.) als Ganzes oder in Auszügen anzufertigen,
- diese Arbeit zu veröffentlichen bzw. digital, elektronisch oder virtuell zur Verfügung zu stellen.

Jede anderweitige Einsichtnahme und Veröffentlichung – auch von Teilen der Arbeit – bedarf der vorherigen Zustimmung durch den Verfasser und Firma GmbH.

Karlsruhe, Mai 2016

---

Philip Hug & Simon Simon

# Erklärung

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich:

1. dass ich meine Studienarbeit mit dem Thema *Autonome Navigation (im Indoor-Bereich) der selbstbalancierenden Plattform RobStep* ohne fremde Hilfe angefertigt habe;
2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe;
3. dass ich meine Studienarbeit bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe;
4. dass die eingereichte elektronische Fassung exakt mit der eingereichten schriftlichen Fassung übereinstimmt.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Karlsruhe, Mai 2016

---

Philip Hug & Simon Simon

## Abstract

Abstract normalerweise auf Englisch. Siehe: [http://www.dhbw.de/fileadmin/user/public/Dokumente/Portal/Richtlinien\\_Praxismodule\\_Studien\\_und\\_Bachelorarbeiten\\_JG2011ff.pdf](http://www.dhbw.de/fileadmin/user/public/Dokumente/Portal/Richtlinien_Praxismodule_Studien_und_Bachelorarbeiten_JG2011ff.pdf) (8.3.1 Inhaltsverzeichnis)

Ein „Abstract“ ist eine prägnante Inhaltsangabe, ein Abriss ohne Interpretation und Wertung einer wissenschaftlichen Arbeit. In DIN 1426 wird das (oder auch der) Abstract als Kurzreferat zur Inhaltsangabe beschrieben.

**Objektivität** soll sich jeder persönlichen Wertung enthalten

**Kürze** soll so kurz wie möglich sein

**Genauigkeit** soll genau die Inhalte und die Meinung der Originalarbeit wiedergeben

Üblicherweise müssen wissenschaftliche Artikel einen Abstract enthalten, typischerweise von 100-150 Wörtern, ohne Bilder und Literaturzitate und in einem Absatz.

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Abstract> Abgerufen 07.07.2011

Diese etwa einseitige Zusammenfassung soll es dem Leser ermöglichen, Inhalt der Arbeit und Vorgehensweise des Autors rasch zu überblicken. Gegenstand des Abstract sind insbesondere

- Problemstellung der Arbeit,
- im Rahmen der Arbeit geprüfte Hypothesen bzw. beantwortete Fragen,
- der Analyse zugrunde liegende Methode,
- wesentliche, im Rahmen der Arbeit gewonnene Erkenntnisse,
- Einschränkungen des Gültigkeitsbereichs (der Erkenntnisse) sowie nicht beantwortete Fragen.

Quelle: [http://www.ib.dhbw-mannheim.de/fileadmin/ms/bwl-ib/Downloads\\_alt/Leitfaden\\_31.05.pdf](http://www.ib.dhbw-mannheim.de/fileadmin/ms/bwl-ib/Downloads_alt/Leitfaden_31.05.pdf), S. 49

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Listings</b>	<b>IX</b>
<b>1 Theorieinhalte</b>	<b>1</b>
1.1 Kinect . . . . .	1
1.2 OpenCV . . . . .	1
1.3 Robot Operating System . . . . .	1
1.4 Robstep . . . . .	1
1.5 Robotino . . . . .	1
<b>2 Problemstellung</b>	<b>2</b>
2.1 Vision . . . . .	2
2.2 Erwartetes Ziel . . . . .	2
2.3 Aufgabenverteilung . . . . .	2
2.4 Zeitplan . . . . .	2
<b>3 Basis Konzept</b>	<b>3</b>
3.1 Kommunikation . . . . .	3
3.2 Eventhandling . . . . .	3
3.3 Wahrnehmen der Umgebung . . . . .	3
3.4 Feature Konzepte . . . . .	3
<b>4 Vorarbeiten</b>	<b>4</b>
4.1 Betriebssystem . . . . .	4
4.2 Installation der ROS Umgebung . . . . .	4
4.3 Installation der Pakete zur Nutzung des Microsoft Kinect Sensors . . . . .	4
4.4 Bilder von Kinect bekommen . . . . .	4
4.5 OpenCV . . . . .	4
4.6 Robotino . . . . .	5
<b>5 Wegfindung</b>	<b>6</b>
5.1 Definition von Hinderniss . . . . .	6
5.2 Objekte erkennen . . . . .	6

5.3	Objekte Identifizieren . . . . .	6
<b>6</b>	<b>Reaktion auf Hindernisse</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Interaktion mit mobiler Plattform</b>	<b>8</b>
7.1	Plattformwechsel . . . . .	8
7.2	Kommunikation mit mobiler Plattform . . . . .	8
7.3	Abbilden der Steuerbefehle auf Anweisungen des Eventhandlers . . . . .	9
<b>8</b>	<b>Prototyp</b>	<b>10</b>
8.1	Testdurchführung . . . . .	10
8.2	Evaluation . . . . .	10
<b>9</b>	<b>Fazit</b>	<b>11</b>
	<b>Anhang</b>	<b>13</b>

# Abkürzungsverzeichnis

# Abbildungsverzeichnis



# Tabellenverzeichnis

# Listings

# **1 Theorieinhalte**

## **1.1 Kinect**

### **1.1.1 Hardwareuebersicht**

Fotosensoren

Stellmotor

### **1.1.2 Funktionsweise**

Tiefenbilder

Infrarotbilder

Pointclouds

## **1.2 OpenCV**

## **1.3 Robot Operating System**

### **1.3.1 basics**

### **1.3.2 Topics & Nodes**

## **1.4 Robstep**

## **1.5 Robotino**

## **2 Problemstellung**

### **2.1 Vision**

### **2.2 Erwartetes Ziel**

### **2.3 Aufgabenverteilung**

### **2.4 Zeitplan**

## 3 Basis Konzept

- Grundlegende Idee -> Intelligenz aus Roboter herausnehmen in die Umgebung integrieren
- Fokus liegt hier nun auf Kommunikation der beteiligten Komponenten
- Welche Rolle spielt ROS
- Grundmechanik auf ROS aufsetzen -> Eventbus -> liefert Basis für Kommunikation und für Eventhandling
- Wie soll die Kommunikation von statten gehen?
- ROS-System erklären Netzwerkkommunikation, Eventbus, Nodes Topics
- Welche Rolle spielt die Kinect
- Wie sieht die geplante Umgebung aus? -> Zeichnung

### 3.1 Kommunikation

Medium W-LAN -> Flexibel

### 3.2 Eventhandling

### 3.3 Wahrnehmen der Umgebung

### 3.4 Feature Konzepte

Die Konzepte für die Wegfindung, die Analyse von Hindernissen und die Kommunikation mit der Plattform Robotino befinden sich in den jeweiligen Kapiteln.

# **4 Vorarbeiten**

## **4.1 Betriebssystem**

## **4.2 Installation der ROS Umgebung**

## **4.3 Installation der Pakete zur Nutzung des Microsoft Kinect Sensors**

### **4.3.1 Treiberpakete**

### **4.3.2 Frameworks**

## **4.4 Bilder von Kinect bekommen**

### **4.4.1 Ansprechen innerhalb von ROS**

Topics & Nodes

image\_pipeline

## **4.5 OpenCV**

### **4.5.1 Installation**

- Version 2.4.11 -> letzte Stabile V2.4 Release
- Build from Source
- cMake

- Auswahl der enthaltenen Module für Makefile
- make danach sudo make install

## 4.5.2 Kopplung mit ROS

- Installation ROS-Modul
- CVBridge
- Code erklären -> evtl Diagramm
- in CMakeLists.txt -> add\_executable + add\_library
- anpassungen bezüglich graustufenbilder -> in image\_converter.cpp

## 4.6 Robotino

### 4.6.1 robotino api2

- robotino api2
- eintrag in sources list
- apt-get update / install robotino-api2

### 4.6.2 robotino\_pkg

- catkin workspace bauen
- apt-get install ros-indigo-navigation
- packet in catkin\_ws/src
- robotino\_node/CMakeLists.txt/include\_directories -> /usr/local/robotino/api2
- catkin\_ws -> catkin\_make
- catkin\_make install
- source /catkin\_ws/devel/setup.bash

## 5 Wegfindung



# 6 Erkennen von Hindernissen

## 6.1 Definition von Hinderniss

- opencv
- cv-bridge
- ros eigene sensor-msgs  
images Nachrichten in OpenCV format bringen
- wo liegt der Unterschied?

## 6.2 Objekte erkennen

## 6.3 Objekte Identifizieren

# 7 Reaktion auf Hindernisse

## 7.0.1 Grundsätzliche Verhaltensweise bei auftauchenden Hindernissen

- Hinderniss taucht im Bewegungsraum auf
  - Stop
  - Bewegungsanalyse
  - Hindernis kommt direkt auf Roboter zu -> weiterhin stehen bleiben
  - Hindernis stoppt und bewegt sich nicht mehr weiter -> Umgehung bestimmen, umfahren
  - Hindernis stoppt und bewegt sich weiter -> Roboter bleibt solange stehen bis Hindernis den Bewegungsraum verlassen hat oder sich nicht mehr weiter im Raum bewegt(stillstand)

## 7.0.2 Kategorisieren von identifizierten Objekten

**fortwährend bewegende Objekte**

**stillstehende Objekte**

# 8 Interaktion mit mobiler Plattform

## 8.1 Plattformwechsel

- Robstep
- warum weg von Robstep
- warum eignet sich der Robotino besser?

## 8.2 Kommunikation mit mobiler Plattform

### 8.2.1 Integration des Robotino in ROS

### 8.2.2 Analyse der Topics und Nodes

- robotino\_node
- robotino\_local\_movement
- `roslaunch robotino_local_move robotino_local_move_client_node x, y, Rotation in Grad, Timeout in Sekunden`
- Befehl zum Unterbrechen von Befehlen und sofortiges Anhalten.

### **8.2.3 Konzeption der Kommunikation**

nötige Funktionen

mögliche Befehle & erwartetes Verhalten

Visualisierung des Kommunikationsprozesses

## **8.3 Abbilden der Steuerbefehle auf Anweisungen des Eventhandlers**

# **9 Prototyp**

## **9.1 Testdurchführung**

## **9.2 Evaluation**

## 10 Fazit



# Anhang

(Beispielhafter Anhang)

A. Assignment

B. List of CD Contents

C. CD



## B. List of CD Contents

└ <b>Literature/</b>	
└ <b>Citavi-Project(incl pdfs)/</b>	⇒ <i>Citavi (bibliography software) project with almost all found sources relating to this report. The PDFs linked to bibliography items therein are in the sub-directory ‘CitaviFiles’</i>
– bibliography.bib	⇒ <i>Exported Bibliography file with all sources</i>
– Studienarbeit.ctv4	⇒ <i>Citavi Project file</i>
└ <b>CitaviCovers/</b>	⇒ <i>Images of bibliography cover pages</i>
└ <b>CitaviFiles/</b>	⇒ <i>Cited and most other found PDF resources</i>
└ <b>eBooks/</b>	
└ <b>JournalArticles/</b>	
└ <b>Standards/</b>	
└ <b>Websites/</b>	
└ <b>Presentation/</b>	
– presentation.pptx	
– presentation.pdf	
└ <b>Report/</b>	
– Aufgabenstellung.pdf	
– Studienarbeit2.pdf	
└ <b>Latex-Files/</b> ⇒ <i>editable L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X files and other included files for this report</i>	
└ <b>ads/</b>	⇒ <i>Front- and Backmatter</i>
└ <b>content/</b>	⇒ <i>Main part</i>
└ <b>images/</b>	⇒ <i>All used images</i>
└ <b>lang/</b>	⇒ <i>Language files for L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X template</i>