

# Weiterentwicklung eines selbstfahrenden Fahrzeuges mit Lidar und anderen Sensoren

## Studienarbeit

über die ersten drei Quartale des 3. Studienjahres

an der Fakultät für Technik  
im Studiengang Informationstechnik

an der DHBW Ravensburg  
Campus Friedrichshafen

von

Justin Serrer - 5577068 - TIT21

Timo Waibel - 8161449 - TIT21

Janik Frick - 4268671 - TIT21

# Sperrvermerk

gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017 in der Fassung vom 25.07.2018.

„Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anders lautende Genehmigung vom Dualen Partner vorliegt.“

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

# Selbständigkeitserklärung

gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017 in der Fassung vom 25.07.2018.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Hausarbeit mit dem Thema

## Weiterentwicklung eines selbstfahrenden Fahrzeuges mit Lidar und anderen Sensoren

selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

---

Ort, Datum

Unterschrift

# Gender-Erklärung

Das in dieser Arbeit gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf die männliche, die weibliche und andere Geschlechteridentitäten. Zur besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle Geschlechteridentitäten werden ausdrücklich mitgemeint, soweit die Aussagen dies erfordern.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Selbständigkeitserklärung</b>	<b>I</b>
<b>Gender-Erklärung</b>	<b>II</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Was ist das Ziel der Studienarbeit? . . . . .	1
1.2 Wie ist die Studienarbeit aufgebaut? . . . . .	1
1.3 Bekannte Probleme . . . . .	1
<b>2 Überblick Hardware und Software</b>	<b>3</b>
2.1 Hardware . . . . .	3
2.2 Software . . . . .	3
<b>3 SLAM-Algorithmus</b>	<b>4</b>
<b>4 Simulation des Ausweichalgorithmus</b>	<b>5</b>
4.1 Was ist eine Simulation? . . . . .	5
4.2 Simulation im Kontext eines Ausweichalgorithmus . . . . .	6
<b>5 Implementierung des Ausweichalgorithmus</b>	<b>8</b>
<b>6 Fazit</b>	<b>9</b>
<b>A Anhang</b>	<b>10</b>
<b>Literatur</b>	<b>11</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Beispiel Bild . . . . .	7
---	-------------------------	---

## Listings

4.1	Beispiel Listing . . . . .	6
-----	----------------------------	---

# 1 Einleitung

In diesem Abschnitt wird auf das generelle Ziel der Arbeit eingegangen. Des weiteren wird Erläutert, weshalb das Ziel der Arbeit wichtig ist, wie die Arbeit aufgebaut ist und welche Probleme und Schwierigkeiten durch bereits getätigte Versuche einer Umsetzung des Arbeits-Ziels bereits bekannt sind.

## 1.1 Was ist das Ziel der Studienarbeit?

Menschen sind bequem. Daher ist, wie man am Beispiel von autonom fahrenden Autos sehen kann, Automation ein immer wichtiger werdendes Thema.

Das Hauptziel der Arbeit ist die Entwicklung und Implementierung eines Ausweichalgorithmus für ein Modell-Auto. Der Algorithmus soll Hindernisse erkennen und das Auto automatisch um diese herum navigieren. Zur Umsetzung der Aufgabe, stehen neben einem RPLiDAR A1M8-R6 der Firma Slamtec auch weitere Sensoren zur Verfügung. Den Hardware-Teil der Arbeit übernimmt eine Gruppe an E-Technik-Studenten, weshalb eine weitere Aufgabe die Koordination mit dieser Gruppe ist. Eine gute Kommunikation ist wichtig, so dass, nachdem jede Gruppe ihre Ziele erreicht hat, eine Zusammenführung von Hard- und Software ohne viel Aufwand möglich ist. Da unserer Gruppe die Hardware nicht dauerhaft zur Verfügung steht, ist ein weiteres Ziel der Arbeit die Simulation und der damit einhergehenden Abstraktion der Hardware, so dass der Algorithmus auch ohne Verfügbarkeit der Hardware getestet werden kann.

## 1.2 Wie ist die Studienarbeit aufgebaut?

## 1.3 Bekannte Probleme

Es wurde bereits mehrfach versucht, im Rahmen einer Studienarbeit, diese Aufgabe umzusetzen. Die bisherigen Gruppen stießen dabei auf diverse Probleme. Das Hauptproblem war der Aufbau der Gruppen. Diese bestanden ausschließlich aus Elektrotechnik-Studenten, was zu Folge hatte, dass das Grundlagenwissen, welches zur Entwicklung eines solchen Algorithmus benötigt wird, nicht vorhanden war. Somit war es den bisherigen Gruppen nicht möglich, einen Algorithmus, innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens zu entwickeln. Einige der Gruppen versuchten, durch die Hilfe der Robot-Operating-System-Software, bereits existierende Algorithmen zu nutzen. Aufgrund des hohen Rechenaufwandes, waren diese jedoch nicht mit der zur Verfügung stehenden Hardware kompatibel, da diese zu wenig Ressour-



cen bat.

Um die bekannten Probleme zu umgehen, wurde sich dazu entschieden, den Hardware-Teil der Aufgabe einer Gruppe an Elektrotechnik-Studenten und den Software-Teil uns Informatik-Studenten zuzuteilen. Durch die Aufteilung der Aufgabe, verringert sich der Workload für jede der Gruppen. Zusätzlich hat jede Gruppe eine Aufgabe, für die das entsprechende Grundlagenwissen bereits vorhanden ist. Des weiteren wurde leistungstärkere Hardware zur Verfügung gestellt, um die Hardware als limitierende Faktor zu eliminieren.

## **2 Überblick Hardware und Software**

### **2.1 Hardware**

1. Raspberry PI
2. LIDAR
3. Weitere Sensoren

### **2.2 Software**

1. ROS oder alles selbst programmieren

### 3 SLAM-Algorithmus

1. Was ist SLAM?
2. Wie funktioniert SLAM?
3. Welche SLAM-Algorithmen gibt es?
4. Welcher SLAM-Algorithmus ist für uns geeignet?

## 4 Simulation des Ausweichalgorithmus

1. Warum simulieren?
2. Was simulieren?
3. Woher bekommen wir die Daten?
4. Wie werden die Daten verarbeitet?
5. Wie werden die Daten visualisiert?
6. Wie wird der Algorithmus getestet und validiert

### 4.1 Was ist eine Simulation?

Bevor damit begonnen werden kann die verschiedenen Aspekte einer Simulation zu beleuchten, ist zu klären, was eine Simulation ist. Nach der Aussage von A. Maria ist eine Simulation eine Ausführung eines Modells eines Systems [2][p. 1, ch. 2]. Der Begriff des Modells wird ebenfalls in der Arbeit beschrieben. Ein Modell ist eine vereinfachte, funktionierende Repräsentation des Systems, das betrachtet werden soll [2][p. 1, ch. 1].

In der Simulationstechnik gibt es unterschiedliche Arten von Simulation. In diesem Kontext von Bedeutung ist die Unterscheidung zwischen realer Simulation und Computersimulation. Reale Simulationen kommen zum Einsatz, wenn durch einen Fehler keine Gefahr für Personen und Umwelt besteht. Außerdem kann es sein, dass ein Nachstellen der Umweltbedingungen so komplex ist, dass eine Nachbildung am Computer nicht ausreichend möglich oder zeitlich zu aufwendig ist. Computersimulationen kommen dann zum Einsatz, wenn ein Fehler schädliche Folgen für Personen und Umwelt herbeiführen könnten und sich die Einflussfaktoren auf das System am Computer nachahmen lassen [3]. Eine Computersimulation kann auch dann genutzt werden, wenn das Erstellen eines realen Modells nicht möglich oder nicht rentabel ist. Ein weiterer Anwendungsfall einer Computersimulation tritt ein, wenn das reale Modell noch in der Entwicklungsphase ist. In diesen Fällen stellt die Simulation sicher, dass erste Versuche mit Algorithmen, die unabhängig vom Modell funktionieren, möglich sind. Dadurch kann damit begonnen werden an Technologien und Methodiken zu arbeiten, ohne auf eine reale Umsetzung warten zu müssen.

## 4.2 Simulation im Kontext eines Ausweichalgorithmus

Im Rahmen dieser Arbeit ist eine Simulation geplant. Die Konstellation des Teams das am selbstfahrenden Modell-Auto beteiligt ist, begünstigt den Einsatz einer Simulation. Der verfügbare Zeitraum für Hard- und Software ist gleich lang. Aus diesem Grund ist es nicht möglich mit der Entwicklung des Ausweichalgorithmus zu warten, bis das reale Modell-Auto einsatzbereit ist. Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, ist in solchen Fällen eine Simulation ein guter Weg für eine simultane Entwicklung der Algorithmik und des Modells. Die Simulation hilft dabei den Algorithmus zu entwickeln und in einer ersten Form zu validieren. Neben dem zeitlichen Faktor ist auch ein möglicher Schaden im Fehlerfall ein Grund für den Einsatz einer Simulation. Würde es in einem Test zu einem Fehler kommen, könnte das Modell-Auto je nach Szenario so beschädigt werden, dass eine aufwendige Reparatur notwendig oder sogar unmöglich wäre. Dadurch würde die weitere Entwicklung verzögert werden. Um dieses Szenario zu vermeiden ist es wichtig den Algorithmus mit Hilfe der Simulation so weit zu entwickeln, dass die Chance für das Eintreten eines solchen Szenarios möglichst gering ist. Auch für den Fall, dass das Modell am Ende nicht einsatzbereit ist, sorgt die Simulation dafür, dass der Ausweichalgorithmus zumindest im Rahmen einer Simulation überprüft und getestet werden kann. Zusätzlich sorgt die Simulation für einen reduzierten Kommunikationsaufwand, denn die Entwicklung und Verwendung der Simulation erfolgt unabhängig von der Teilgruppe, die für das Aufbauen des Modells verantwortlich ist.

Der Einsatz einer Simulation scheint in diesem Kontext eine gute und einfache Option zu sein, wie Hard- und Software parallel zueinander entwickelt werden können. Allerdings gibt es auch Faktoren die eine Simulation erschweren. Der Aufbau einer Umgebung in der der Algorithmus erprobt und entwickelt werden soll, ist grundlegend wenig herausfordernd. Allerdings muss die Umgebung so aufgebaut werden, dass für diese Umgebung Sensordaten generiert werden können, mit denen der Algorithmus ausgeführt werden kann. Zusätzlich müssen die simulierten Daten in Umfang und Frequenz mit denen des späteren Modells übereinstimmen, um die Funktionalität später auf das Modell übertragen werden können.

```
class a {  
  
};
```

Listing 4.1: Beispiel Listing



Abbildung 1: Beispiel Bild

## 5 Implementierung des Ausweichalgorithmus

1. Zugriff auf die Daten
2. Verarbeitung der Daten
3. Ausweichalgorithmus
4. Welche Technologien werden verwendet?
5. Validierung und Tests?

## 6 Fazit

1. Was haben wir erreicht?
2. Entspricht das dem erhofften Ergebnis?
3. Welche Einschränkungen gibt es in der Verwendung?



## A Anhang

## Literatur

- [1] Example. *Beispiel Quelle*. URL: [www.google.de](http://www.google.de) (besucht am 18.08.2022).
- [2] Anu Maria. *Introduction to modeling and simulation*. 1997. URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/268437.268440> (besucht am 23.01.2024).
- [3] The Editors of Encyclopaedia Britannica. *computer simulation*. 2023. URL: <https://www.britannica.com/technology/computer-simulation> (besucht am 23.01.2024).