

Masterthesis

Simulation und Erprobung verschiedener
Szenarien des Autonomen Fahrens am
TurtleBot3

Moritz Wilke



Hochschule Stralsund
Fakultät für Elektrotechnik und Informatik
Informatik (INFM)

Erstgutachter:
Prof. Dr. rer. nat. Christian Bunse

Matrikel-Nr.:
15214

Zweitgutachter:
Dr.-Ing. Jöran Pieper

Abgabedatum:
06.10.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielstellung	2
2	Grundlagen	3
2.1	Szenarien	3
2.1.1	Szenario 1.1	3
2.1.2	Szenario 1.2	3
2.2	Software-Design	4
2.2.1	–Welche Software-Design-Prinzipien werden genutzt?– . .	4
2.2.2	Event-Driven Systems	4
2.2.3	Bildverarbeitung	4
2.2.4	Objekterkennung	4
2.2.5	Connected Cars	4
2.2.5.1	Vehicle to Vehicle (V2V)	4
2.2.5.2	Vehicle to Pedestrian (V2P)	4
2.2.5.3	Vehicle to Infrastructure (V2I)	4
2.2.5.4	Infrastructure to Vehicle (I2V)	4
2.3	Tools und Frameworks	4
2.3.1	ROS	4
2.3.2	Gazebo	4
2.3.3	TurtleBot3	4
3	Konzeption	5
3.1	Konzeption Szenario 1	5
3.2	usw...	5
4	Simulation	6
4.1	Simulation Szenario 1 (wie geplant, wie Voraussetzung geschaffen, Ziel, Ergebnis usw.)	6
4.2	usw...	6

5	Erprobung	7
5.1	Erprobung Szenario 1 (wie geplant, wie Voraussetzung geschaffen, Ziel, Ergebnis usw.)	7
5.2	usw...	7
6	Ergebnisse	8
7	Fazit und Ausblick	9

1. Einleitung

1.1 Motivation

Das Autonome Fahren ist ein Konzept, welches mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. Da mit der zunehmenden Digitalisierung auch eine höherer Grad der Automatisierung gefragt ist, um z.B. Logistik- oder Transport-Prozesse kostengünstiger und sicherer zu gestalten, ergeben sich hierbei auch Anforderungen an das maschinengesteuerte Fahren. Zum aktuellen Zeitpunkt kommt eine Hybrid-Form in modernen Fahrzeugen bereits zum Einsatz, wodurch unterschiedliche Fahrmanöver, wie z.B. das Einparken oder Halten einer Spur, teilautomatisiert werden. Damit das Fahren dauerhaft oder vollständig von einem Softwaresystem übernommen werden kann, muss es auch in nicht-alltäglichen Situationen nachvollziehbar entscheiden.

Um zwischen den einzelnen Ebenen der Autonomie zu unterscheiden, werden verschiedene Autonomiestufen definiert.

- Autonomiestufe 0: "Driver only", der Fahrer fährt selbst ohne Assistenzsysteme.
- Autonomiestufe 1: Der Fahrer wird bei der Bedienung des Fahrzeugs unterstützt, wie z.B. durch einen Tempomat.
- Autonomiestufe 2: Das Fahrzeug ist teilautomatisiert und bietet Assistenzsysteme für automatisiertes Einparken oder zum halten der Spur.
- Autonomiestufe 3: Einzelne Fahrmanöver, wie z.B. das Wechseln der Fahrspur, werden vom Fahrzeug automatisiert durchgeführt. Falls Handlungsbedarf für den Fahrer besteht, wird dieser innerhalb einer Vorwarnzeit zur Übernahme der Fahrzeugführung aufgefordert. Aktuell wird darauf hingearbeitet, Fahrzeuge dieser Autonomiestufe für den öffentlichen Straßenverkehr zuzulassen.
- Autonomiestufe 4: Das Softwaresystem übernimmt dauerhaft die Steuerung des Fahrzeugs. Falls der Fahrer die Fahrzeugführung übernehmen

muss, wird dieser innerhalb einer Vorwarnzeit benachrichtigt.

- Autonomiestufe 5: Das Fahrzeug ist vollautomatisiert, ein Fahrer ist nicht länger erforderlich. [?]

Insbesondere für die Autonomiestufe 3 gab es bereits mehrere Projekte, die solche Systeme in der Praxis getestet haben. Im Juli 2014 gab es hierzu ein Pionierprojekt, bei welchem der Mercedes-Benz Future Truck 2025 auf einem gesperrten Autobahnteilstück bei Magdeburg autonom gefahren ist. Das System hat hierbei beispielsweise das mittige Fahren innerhalb der rechten Fahrspur sowie das Beschleunigen und Bremsen übernommen. Der Fahrer konnte sich somit anderen Aufgaben widmen, wie z.B. der Planung der nächsten Tour oder auch der Frachtkontrolle über digitale Displays. Durch den Wegfall mehrerer Bedienelemente, hat der Fahrzeugführer in diesem Beispiel auch mehr Platz im Innenraum. [?]

Zum Erreichen der Autonomiestufe 4 und 5 stellen sich hierbei neben der rechtlichen Grundlage auch technische Herausforderungen. Ein Beispiel hierfür ist die Erkennung von Wildtieren, die den Straßenverkehr behindern oder gefährden können. Der schwedische Autohersteller Volvo kann mit seiner Software beispielsweise die heimische Fauna bestehend aus Tieren wie Elchen, Rehen oder Rentieren zuverlässig erkennen, scheitert jedoch beispielsweise an Kängurus. [?] Dies zeigt, dass es unzählig viele Szenarien gibt, die es beim Autonomen Fahren zu betrachten gibt, um die Fahrsicherheit entsprechend zu gewährleisten. Hier gilt es auch darauf zu achten, dass die Sicherheit nicht nur für den Fahrzeugführer, sondern auch für Fußgänger, Radfahrer u.Ä. gesichert ist. Aus diesem Grund werden in dieser Thesis eher Randszenarien behandelt, die nicht im alltäglichen Straßenverkehr auftreten jedoch kritisch für die Sicherheit von Fahrzeugführer und Umwelt sind.

Abgesehen von öffentlichen Straßen gibt es auch andere Bereiche, in denen das Autonome Fahren Einzug erhalten hat. Ein Beispiel sind hier sind automatisierte Transportsysteme, wie sie z.B. in Waren- oder Krankenhäusern zu finden sind. Die Roboter sind hier zuständig, sich innerhalb des eines Gebäudes zu orientieren und einzelne Güter zu transportieren. Wichtig ist hierbei insbesondere, dass sich die Roboter nicht gegenseitig behindern oder zur Gefahr für den Menschen werden.

1.2 Zielstellung

Da für das Autonome Fahren in alltäglichen Situation schon zuverlässige Lösungen existieren, wird in dieser Arbeit eher auf Randszenarien eingegangen. Geprägt sind diese Szenarien von ungeregelten Kreuzungen.

2. Grundlagen

2.1 Szenarien

Die Szenarien haben eine unregelte Kreuzung gemeinsam. Ziel ist es, dass das Fahrzeug eine Kreuzung erkennt sowie mit potenziellem Gegenverkehr umgehen kann.

2.1.1 Szenario 1.1

Das Fahrzeug erkennt eine unregelte Kreuzung, bei der es keinen Verkehr gibt. Das Fahrzeug soll erkennen, in welche Richtungen es abbiegen darf, sich für eine Richtung entscheiden und das entsprechende Fahrmanöver ausführen.

2.1.2 Szenario 1.2

Das Fahrzeug erkennt eine unregelte Kreuzung sowie ein weiteres Fahrzeug, welches sich direkt vor ihm befindet. Das andere Fahrzeug soll erkannt und ein entsprechender Sicherheitsabstand eingehalten werden. Wenn die Kreuzung frei ist, soll das Fahrzeug entsprechend ?? fortfahren.

2.2 Softwaredesign

2.2.1 –Welche Softwaredesignprinzipien werden genutzt?–

2.2.2 Event-Driven Systems

2.2.3 Bildverarbeitung

2.2.4 Objekterkennung

2.2.5 Connected Cars

2.2.5.1 Vehicle to Vehicle (V2V)

2.2.5.2 Vehicle to Pedestrian (V2P)

2.2.5.3 Vehicle to Infrastructure (V2I)

2.2.5.4 Infrastructure to Vehicle(I2V)

2.3 Tools und Frameworks

2.3.1 ROS

2.3.2 Gazebo

2.3.3 TurtleBot3

3. Konzeption

3.1 Konzeption Szenario 1

3.2 usw...

4. Simulation

4.1 Simulation Szenario 1 (wie geplant, wie Voraussetzung geschaffen, Ziel, Ergebnis usw.)

4.2 usw...

5. Erprobung

5.1 Erprobung Szenario 1 (wie geplant, wie Voraussetzung geschaffen, Ziel, Ergebnis usw.)

5.2 usw...

6. Ergebnisse

7. Fazit und Ausblick

Literaturverzeichnis

- [1] *CEDR Call 2014 DoRN Mobility ITS*. http://www.bast.de/DE/BASSt/Forschung/Forschungsfoerderung/Downloads/cedr_call_2014_2.pdf?__blob=publicationFile&v=2, . – Stand: 09.04.2021
- [2] *Driverless cars: Kangaroos throwing off animal detection software*. <https://www.abc.net.au/news/2017-06-24/driverless-cars-in-australia-face-challenge-of-roo-problem/8574816>, . – Stand; 10.04.2021
- [3] *Mercedes-Benz Future-Truck 2025*. <https://www.mercedes-benz.com/de/innovation/autonomous/selbststaendig-unterwegs-der-fern-lkw-der-zukunft/>, . – Stand: 09.04.2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem bzw. in wesentlichen Teilen gleichem Inhalt noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Stralsund, den _____

Moritz Wilke