

Weiterentwicklung eines selbstfahrenden Fahrzeugs mit Lidar und anderen Sensoren

STUDIENARBEIT

des Studienganges Informatik
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg Campus Friedrichshafen

von

Elena Schwarzbach, 3830156, TIK23

Sonia Sinaci, Matrikelnummer, TIK23

Scott Jonathan Hebach, Matrikelnummer, TIT23

Marius Maurer, 9339665, TIT23

Abgabedatum

Bearbeitungszeitraum: x Wochen

Gutachter der Dualen Hochschule: Titel Vorname Nachname

Eidesstattliche Erklärung

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.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Projektarbeit oder Studienarbeit bzw. Hausarbeit) mit dem Thema:

Weiterentwicklung eines selbstfahrenden Fahrzeugs mit Lidar und anderen Sensoren

selbstständig 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.

Friedrichshafen, TT.MM.JJJJ

Elena Schwarzbach

Sonia Sinaci

Scott Jonathan Hebach

Marius Maurer

Genderhinweis

In der vorliegenden Arbeit wird aus Gründen der sprachlichen Ökonomie und zur Sicherung eines einheitlichen Schriftbildes auf eine durchgängige geschlechts-spezifische Differenzierung verzichtet. Sämtliche Personen-bezeichnungen im generischen Maskulinum verstehen sich als geschlechtsneutral und schließen alle Geschlechter gleichermaßen ein. Diese Entscheidung basiert rein auf redaktionellen Überlegungen und spiegelt keine Geringschätzung gegenüber weiblichen oder nicht-binären Personen wider. Die Autoren sind sich der Wirkung von Sprache auf die Wahrnehmung bewusst und verfolgen mit dieser Wahl das Ziel, die Komplexität des Textes zugunsten der inhaltlichen Klarheit zu reduzieren.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Problemstellung	2
2 Methodiken	4
2.1 Nutzwertanalyse	4
3 Grundlagen	6
3.1 Überblick Autonomes Fahren	6
3.2 LIDASensorik	6
3.3 Relevante Algorithmen und Architekturkonzepte	6
4 Ist-Zustand und wissenschaftliche Bewertung der Sesorik	7
5 Konzept und Anforderungsdefinition	8
6 Implementierung	9
6.1 Methodisches Vorgehen	9
7 Evaluation und Validierung	10
7.1 Definition von Testkriterien und -szenarien	10
7.2 Messmethoden und Metriken	10
7.3 Testergebnisse	10
8 Kritische Reflexion	11
9 Fazit und Ausblick	12
Literaturverzeichnis	V

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1	Beispiel Nutzwertanalyse	4
---	------------------------------------	---

1 Einleitung

In diesem Kapitel wird aufgezeigt warum sich für dieses Projekt entschieden hat und was gefordert ist und welche Gegebenheiten vorliegend sind.

1.1 Motivation

Die Entscheidung für dieses Projekt beruht auf dem Wunsch, ein Thema zu wählen, das einen klaren Bezug zur Praxis hat und gleichzeitig eine große Bedeutung für zukünftige Anwendungen besitzt. Ein autonomes Fahrzeug ist ein Paradebeispiel für Systeme, die eigenständig reale Umgebungen wahrnehmen, darauf reagieren und somit Aufgaben übernehmen, die größtenteils menschliche Aufmerksamkeit erforderten. Die Verbindung von direkter Anwendbarkeit und großem Entwicklungspotenzial war der Grund, warum das Projekt ausgewählt wurde. Es liefert ein konkretes Resultat, welches nachvollziehbar demonstrierbar ist und im Laufe des Projekts sukzessive optimiert werden kann.

Die Zukunftsrelevanz wird durch die zunehmende Verbreitung von autonomen und assistierenden Systemen in vielen Anwendungsfeldern deutlich. Neben der herkömmlichen Mobilität werden solche Lösungen in der Logistik, in industriellen Umgebungen, in kommunalen Anwendungen sowie in Assistenzszenarien immer wichtiger, besonders dort, wo es darum geht, Prozesse effizienter, sicherer oder zuverlässiger zu gestalten. Nicht nur als einzelnes Produkt stehen autonome Fahrzeuge da, sie sind auch ein Zeichen für eine größere Evolution hin zu selbstständig agierenden, datengestützten Systemen, die in der Lage sind, in dynamischen Situationen Entscheidungen zu treffen. Das Projekt ist ein wichtiger Beitrag, weil es praxisnah zentrale Anforderungen der Zukunft untersucht und die Erkenntnisse systematisch dokumentiert.

Insgesamt verbindet das Projekt eine motivierende Zielsetzung mit einer klaren Perspektive: Es schafft einen Projektgegenstand, der aktuelle Entwicklungen aufnimmt und zugleich die Anwendungen in den Blick nimmt, die in den kommenden Jahren zunehmend relevant sein werden.

1.2 Zielsetzung

Ein Fahrzeug, welches von Studierenden der Elektrotechnik und Informatik entworfen und programmiert wurde, ist bereits vorhanden. Im Projekt wird dieses Fahrzeug weiterentwickelt, um autonomes Fahren zu ermöglichen. Der aktuelle Stand beinhaltet eine vorhandene Sensorik, insbesondere einen LiDAR-Sensor sowie mehrere Ultraschallsensoren, die zur Umfelderkennung eingesetzt werden können.

Die Zielsetzung der Weiterentwicklung umfasst die Bedienung über ein Smartphone, um das Fahrzeug manuell steuern zu können, sowie die Ergänzung eines Selbstfahrmodus. Im Selbstfahrmodus soll das Fahrzeug autonom innerhalb einer festgelegten Umgebung navigieren und Hindernissen ausweichen können. So ist nicht nur die Bewegung an sich wichtig, sondern vor allem ein verlässliches Ausweichverhalten, welches den autonomen Betrieb maßgeblich unterstützt.

Die Herausforderung besteht darin, ein bereits aufgebautes System so zu erweitern, dass es sowohl einen robusten Fernsteuerbetrieb als auch einen autonomen Betriebsmodus bietet, indem die vorhandene Sensorik dafür gezielt genutzt wird.

1.3 Problemstellung

Das Auto hat in der Elektronik, Mechanik und Software Probleme, welche im Verlauf der Weiterentwicklung behoben werden müssen.

Elektronik:

- kein Verdrahtungsplan
- abgebrochen Kabel
- Kabel die ins nichts führen
- kurze Akkulaufzeit

Mechanik:

- Frontalneigung um 7° wegen zu schwerem Vorbau
- kompaktes und schlecht wartbares Design

- fehlende/kaputte Halterungen für Sensoren

Software:

- benötigt große Speicherkapazität
- hohe Arbeitsspeichernutzung
- unzureichende Dokumentation Künstliche Intelligenz (KI)

2 Methodiken

In diesem Kapitel werden Methodiken zur Herleitung oder Abwägung einer Lösung erklärt. Dies ist förderlich, um im Verlauf einen möglichst effizienten Lösungsweg zu schaffen.

2.1 Nutzwertanalyse

			Option 1		Option 2		Option 3	
	Wertebereich	Gewichtung	Bewertung	Nutzwert	Bewertung	Nutzwert	Bewertung	Nutzwert
Kriterium 1	0-5	10	1	10	3	30	3	30
Kriterium 2	0-5	30	2	60	5	150	2	60
Kriterium 3	0-5	25	4	100	1	25	4	100
Kriterium 4	0-5	25	3	75	2	50	3	75
Kriterium 5	0-5	15	3	45	2	30	2	30
Nutzwertsumme				290		285		295
Rangplatz				2		3		1

Tabelle 1: Beispiel Nutzwertanalyse

Eine Nutzwertanalyse (siehe Tabelle 1 [1]) ist eine Möglichkeit, aus vielen Optionen, die bestimmte Kriterien erfüllen müssen, die beste Option zu finden. Sie ist in verschiedene Spalten aufgeteilt. Die linke Spalte enthält die Kriterien, welche erfüllt sein müssen, damit das Endergebnis gut ist. Die folgende Spalte enthält den Wertebereich, der verteilt werden kann. Spalte drei kann optional eine Gewichtung der Kriterien festlegen, dadurch können genauere Ergebnisse erzielt werden. Diese Nutzwertanalyse wäre in dem Fall eine gewichtete Nutzwertanalyse, ohne Gewichtung wäre es nur eine einfache Nutzwertanalyse. Anschließend an die ersten Spalten kommen nun die Optionsspalten. Diese werden Spalte für Spalte durchgearbeitet und Punkte vergeben. Falls hinter Punkten eine gewisse Bedeutung liegt, ist die Erstellung einer Legende notwendig. Für das Ergebnis werden nun die Eintragungen mit der Gewichtung der Zeile multipliziert und dann die Optionsspalte addiert. Anhand des Ergebnisses kann dann

ausgewertet werden, welche Option am besten die Kriterien erfüllt. Die farbliche Abhebung wird genutzt, damit schneller erkenntlich ist, welche Option ein Kriterium am besten erfüllt.

3 Grundlagen

3.1 Überblick Autonomes Fahren

(bei Modellautos)

3.2 LIDASensorik

in autonomen Systemen: Prinzipien, etablierte Lösungen

3.3 Relevante Algorithmen und Architekturkonzepte

(mit Blick auf wissenschaftliche Literatur)

- Überblick über SLAM, Hinderniserkennung, Navigation

4 Ist-Zustand und wissenschaftliche Bewertung der Sensorik

- Anforderungen an die Sensorik im Kontext des Projektziels (nur so tief wie nötig)
- Wissenschaftliche Diskussion:
 - o „Braucht man (diese) Sensoren wirklich?“ – Vergleich verschiedener Sensortechnologien (LIDAR, Kamera, Ultraschall)
 - o Vor- und Nachteile im konkreten Anwendungsfall (Modellfahrzeug, Innenraum, Umgebungseinflüsse)
 - o Qualitäts- versus Mengenfrage: Wenige hochwertige vs. viele günstige Sensoren
 - o Einflüsse defekter bzw. nicht verfügbarer Hardware auf die Projektentscheidungen
- Fundierte, nachvollziehbare Begründung der gewählten Sensorik (ggf. Änderung des Sensor-Setups)

5 Konzept und Anforderungsdefinition

- Anforderungen an das Zielsystem (abgeleitet aus Aufgabenstellung)
- Detaillierte Auflistung und fachliche Begründung der geplanten Weiterentwicklungen
- Ableitung der Architektur auf Basis der Sensorik-Entscheidungen

6 Implementierung

6.1 Methodisches Vorgehen

(z.B. agile Entwicklung, Prototyping)

- Auswahl/Begründung der eingesetzten Algorithmen/Architekturen
- Schwerpunktsetzung (z.B. Pfadplanung, Sensorfusion, Datenverarbeitung) mit Verweis auf wissenschaftliche Relevanz
- Detaillierte Beschreibung der wichtigsten Entwicklungsaspekte (z.B. SLAM-Implementierung, Optimierung von Sensordaten, Integration in App/UI)
- Umgang mit Hardwareproblemen: Auswirkungen auf das Softwaredesign, ggf. Umgehungs-lösungen

7 Evaluation und Validierung

7.1 Definition von Testkriterien und -szenarien

7.2 Messmethoden und Metriken

Überblick zu Messmethoden und -metriken (z.B. Genauigkeit der Kartierung, Latenz der Sensorik, Zuverlässigkeit der Abstandswarnung)

7.3 Testergebnisse

Darstellung, Analyse, Interpretation Diskussion von Problemen, Limitationen und offenen Punkten

8 Kritische Reflexion

- Bewertung der gewählten Ansätze im Vergleich zu Alternativen
- Wissenschaftliche Einordnung des eigenen Beitrags
- Lessons Learned: Was ließ sich nicht wie geplant umsetzen? Welche (wissenschaftlichen) Fragen bleiben offen?

9 Fazit und Ausblick

- Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse und Beiträge
- Potenziale für weitere wissenschaftliche Arbeiten oder Produktentwicklungen

[1]

Literaturverzeichnis

[1] Max Mustermann. *Dummy Quelle*. 2026. URL: <https://example.com>.

Es wurden keine Literaturverweise im Dokument gesetzt.