

Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg  
Fakultät Elektrotechnik und Informatik

Studiengang: Informatik-Bachelor

Bachelorarbeit

Klassifikation von Verkehrsteilnehmern auf Basis realer Positionszeitreihen mit Verfahren des maschinellen Lernens

Lennart Köpper

Abgabe der Arbeit: 10. 09. 2023

Betreut durch:  
Prof. Dr. Thomas Wieland, Hochschule Coburg

# Zusammenfassung

# Abstract

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 2

Abstract 3

Inhaltsverzeichnis 4

Abbildungsverzeichnis 6

Tabellenverzeichnis 7

Programmcodeverzeichnis 8

Abkürzungsverzeichnis 9

1 Einleitung 10

1.1 Motivation und Projekthintergrund 10

1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen 10

1.3 Aufbau der Arbeit 10

2 Theoretischer Hintergrund 11

2.1 Global Navigation Satellite System 11

2.2 Map-Matching 11

2.3 Maschinelles Lernen und Klassifikation 11

2.4 Klassische Klassifikationsverfahren 11

2.4.1 Klassifikator 1 11

2.4.2 Klassifikator 2 11

2.5 Klassifikation mit Künstlichen Neuronalen Netzen 11

2.5.1 Grundlagen 12

2.5.2 Feed-Forward-Netze 12

2.5.3 Rekurrente Neuronale Netze 12

2.6 Bewertungsmaße für die Klassifikation 12

2.6.1 Accuracy 12

2.6.2 Precision 12

2.6.3 Recall 12

2.6.4 F1-Score 12

2.7 Eingesetzte Technologien 12

3 Verwandte Arbeiten 13

3.1 Vorangegangene Abschlussarbeiten 13

3.2 Vehicle Classification from Low-Frequency GPS Data with Recurrent Neural Networks 13

3.3 Vehicle Classification using GPS Data 13

4 Datengrundlage 14

4.1 Gewinnung der Daten 14

4.2 Beschreibung der Daten 14

5 Anforderungen und Gesamtkonzept der Klassifikation 15

6 Weiterverarbeitung der Daten 16

6.1 Map-Matching 16

6.2 Erweiterung um berechnete Bewegungsdaten 16

6.3 Vorverarbeitung und Merkmalsextraktion für die Klassifikation 16

7 Umsetzung der Klassifikation 17

8 Evaluierung 18

9 Zusammenfassung und Ausblick 19

Quellenverzeichnis 20

Anhang A 1. Test 21

Anhang A 2. Test 2 22

Ehrenwörtliche Erklärung 23

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# Programmcodeverzeichnis

# Abkürzungsverzeichnis

# Einleitung

## Motivation und Projekthintergrund

Brücke über das autonome Fahren (erweiterte Umfeldwahrnehmung) als mögliches Einsatzgebiet. 🡪 Forschung in diesem Gebiet auch Teil des Projektes 5GKC an welchem die Hochschule beteiligt ist.

## Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel: Klassifikation von Verkehrsteilnehmern auf Basis ihrer Positionsdaten durch den Einsatz maschineller Lernverfahren.

Frage 1: Wie können reale Positionsdaten, die Ungenauigkeiten und Rauschen aufweisen, so vorverarbeitet werden, dass sie sich gut für den Einsatz maschineller Lernverfahren eignen? Frage 2: Welche Verfahren des maschinellen Lernens sind für die Klassifizierung von Verkehrsteilnehmern auf Basis von sequenziellen Positionsdaten geeignet?

## Aufbau der Arbeit

Beschreibung der Gliederung.

# Theoretischer Hintergrund

## Global Navigation Satellite System

Bildet technische Grundlage für das gesamte Vorhaben (keine Positionsdaten ohne GNSS). Gewisse Umstände, wie die nach wie vor existierenden Ungenauigkeiten in GNSS-Daten bilden Grundlage für den Einsatz von Vorverarbeitungen wie Map-Matching.

## Map-Matching

Vielversprechender Ansatz in der Datenvorverarbeitung. Damit die Idee klar wird, sollte der Ansatz theoretisch erläutert werden.

## Maschinelles Lernen und Klassifikation

Was ist maschinelles Lernen? Wo ist mein Problem darin einzuordnen? -> Klassifikationsproblem; überwachtes Lernen

## Klassische Klassifikationsverfahren

Für den Fall, dass „einfachere“ Klassifikationsverfahren im Zuge der Umsetzung und damit auch Evaluierung zum Einsatz kommen.

### Klassifikator 1

### Klassifikator 2

## Klassifikation mit Künstlichen Neuronalen Netzen

Angestrebte Art der Klassifikation in dieser Arbeit. Funktionsweise von KNNs ist alles andere als trivial und sollte deshalb erläutert werden.

### Grundlagen

### Feed-Forward-Netze

### Rekurrente Neuronale Netze

## Bewertungsmaße für die Klassifikation

### Accuracy

### Precision

### Recall

### F1-Score

## Eingesetzte Technologien

(Python, Pandas, Numpy) Tensorflow, Keras

# Verwandte Arbeiten

## Vorangegangene Abschlussarbeiten

Kurze Beschreibung der Methodiken und Erkenntnisse der wichtigsten vorangegangenen Arbeiten: Sohl, Torlak und Fischer.

[Torlak 2022]

[Sohl 2022]

[Fischer 2023]

## Vehicle Classification from Low-Frequency GPS Data with Recurrent Neural Networks

Bildet Grundlage für meinen angestrebten Ansatz (Sequenzielle Klassifikation ggf. mit RNNs). Datenbasis ist jedoch nicht vergleichbar (GPS-Punkte mit stark variierenden und großen zeitlichen Abständen).

[Matteo Simoncini et al. 2018]

## Vehicle Classification using GPS Data

Ähnlich zur Arbeit von Sohl. Liefert gute Erkenntnisse darüber, welche Merkmale zur Klassifikation von Verkehrsteilnehmern genutzt werden können. Auch hier ist die Datenbasis (bildet lediglich Fahrten von PKWs und LKWs auf Hauptverkehrsadern ab) und bei genauerem Blick auch die Aufgabenstellung (nicht-sequenzielle Klassifikation) eine völlig verschiedene zu meiner Arbeit.

[Sun et al. 2013]

# Datengrundlage

## Gewinnung der Daten

Wie wurden die Daten gewonnen? -> MotionTrace

Unter welchen Umständen und unter welchen Einschränkungen wurden die Daten erzeugt?

## Beschreibung der Daten

Wie umfangreich ist die Datenbasis?

Wie sehen die Rohdaten aus?

Sind die Daten ausgeglichen?

Probleme in den Daten, welche beachtet werden müssen?

# Anforderungen und Gesamtkonzept der Klassifikation

Teil 1: Wie genau sieht das zugrundeliegende Problem aus und welche konkreten Aufgaben/Anforderungen ergeben sich daraus?

Teil 2: Wie könnte man dieser Aufgaben Herr werden? Welche Ansätze und Ideen werden gewählt?

# Weiterverarbeitung der Daten

## Map-Matching

## Erweiterung um berechnete Bewegungsdaten

## Vorverarbeitung und Merkmalsextraktion für die Klassifikation

# Umsetzung der Klassifikation

Weitere Unterkapitel abhängig von schlussendlich verwendeten Verfahren.

# Evaluierung

Weitere Unterkapitel abhängig von schlussendlich verwendeten Verfahren. Dieses Kapitel wird aber auf jeden Fall einen Vergleich zwischen gematchten und ungematchten Daten enthalten.

# Zusammenfassung und Ausblick

…

# Quellenverzeichnis

Fischer, D. 2023. *Verwendung von Positionsdaten zur automatisierten Klassifizierung von Verkehrsteilnehmern mittels maschinellen Lernverfahren.* Masterarbeit.

Matteo Simoncini et al. 2018. Vehicle Classification from Low-Frequency GPS Data with Recurrent Neural Networks [online]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. doi: 10.1016/j.trc.2018.03.024.

Sohl, M. 2022. *Klassifizierung der Bewegungsmuster von Mobilfunkteilnehmern zur erweiterten Umfeldwahrnehmung autonomer Fahrzeuge.* Bachelorarbeit.

Sun, Z. und Ban, X. 2013. Vehicle classification using GPS data [online]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. doi: 10.1016/j.trc.2013.09.015.

Torlak, R. 2022. *Detektion der Bewegung von Verkehrsteilnehmern aus Positionsdaten.* Bachelorarbeit.

1. Test
2. Test 2

# Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine *Bachelorarbeit* mit dem Titel

*Klassifikation von Verkehrsteilnehmern auf Basis realer Positionszeitreihen mit Verfahren des maschinellen Lernens*

selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie nicht an anderer Stelle als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ort |  |  |
| Datum |  | Unterschrift |