

**Masterarbeit**

Computer Science

# **Sensorbasierter Orientierungssinn mit künstlichen neuronalen Netzen und Entscheidungsbäumen**

von

Tom Dymel

Juli 2021

Erstprüfer	Prof. Dr. Volker Turau Institute of Telematics Hamburg University of Technology
------------	---

Zweitprüfer	Dr. Marcus Venzke Institute of Telematics Hamburg University of Technology
-------------	--



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Entscheidungsbäume</b>	<b>3</b>
2.1	Scikit-Learn . . . . .	3
2.2	Einzelne Entscheidungsbäume . . . . .	3
2.3	Einsemble-Methoden . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Künstliche Neuronale Netze</b>	<b>5</b>
3.1	Keras . . . . .	5
3.1.1	Aktivierungsfunktionen . . . . .	5
3.1.2	Verlustfunktionen . . . . .	5
3.1.3	Optimierer . . . . .	5
3.1.4	Regularisierung . . . . .	5
3.2	Feed Forward Neuronale Netze . . . . .	5
3.3	Training von Neuronalen Netzen . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Standortbestimmung</b>	<b>7</b>
4.1	Lokalisierung . . . . .	7
4.2	Anwendung von Lokalisation . . . . .	7
4.3	Standortbestimmung mit maschinellen Lernen . . . . .	7
4.4	Orientierungssinn . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Trainings- und Validationsdaten</b>	<b>9</b>
5.1	Simulierten Sensordaten . . . . .	9
5.2	Künstlichen Sensordaten . . . . .	9
5.2.1	Magnetfeld . . . . .	9
5.2.2	Temperatur . . . . .	9
5.2.3	Lautstärke . . . . .	9
5.2.4	WLAN Zugangspunkte . . . . .	9
5.3	Simulation von Interrupts . . . . .	10
5.4	Standortenkodierung . . . . .	10
5.5	Feature-Extrahierung . . . . .	10
5.6	Aufteilung der Daten . . . . .	10
<b>6</b>	<b>ML-Modelle</b>	<b>11</b>
6.1	Entscheidungswald . . . . .	11
6.2	Feed Forward Neuronales Netzwerk . . . . .	11
6.3	Feedback Kanten . . . . .	11
6.4	Training der Modelle . . . . .	11

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>7</b>	<b>Evaluation</b>	<b>13</b>
7.1	Klassifizierungsgenauigkeit . . . . .	13
7.2	Fehlertoleranz . . . . .	13
7.3	Ressourcennutzung . . . . .	13
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>17</b>
<b>A</b>	<b>Inhalt des USB-Sticks</b>	<b>19</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>21</b>

## Einleitung

Lokalisation ist der Prozess die Position von einem Objekt zu bestimmen. Die Positionsbestimmung ist integral für viele technische System, z. B. Tracking, Navigation oder Überwachung. Ein sehr bekanntes und vielseitig genutztes Positionsbestimmungssystem ist das Global Positioning System (GPS). GPS trianguliert die Position des anfragenden Geräts mit Hilfe von mehreren Satelliten (TODO Quelle). Im freien ist eine Genauigkeit von  $X(\text{TODO})$  m möglich. Für die Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden ist die Genauigkeit aber nicht ausreichend, außerdem wird sie erschwert durch die dicke Wände und Interferenzen. Dadurch ist GPS oft nicht ausreichend für Trackingsysteme innerhalb von Gebäuden, z. B. Lagerhallen. Aus diesem Grund werden andere Systeme für diesen Zweck verwendet. Je nach Bedarf der Genauigkeit können Objekte mit Sendern, RFID Tags oder Barcodes markiert werden (TODO Quellen). Diese Ansätze bedürfen eine Infrastruktur, die in den Gebäuden installiert und gewartet werden muss.

In dieser Arbeit wird die diskrete Positionsbestimmung basierend auf Sensordaten untersucht. Dabei soll eine bestimmte Anzahl an Orten anhand von verschiedenen Sensorwerten unterschieden werden. Dies ist Vergleichbar mit dem Orientierungssinn von Tieren und Menschen. Zum Beispiel navigieren Honigbienen auf Basis von gelernten Orientierungspunkten, um Nahrungsquelle und Nest zu finden (TODO Quelle). Mit Hilfe maschinellen Lernens sollen künstliche neuronale Netze (KNN) und Entscheidungsbäume trainiert werden. Als Eingabedaten werden aus den gesammelten Sensordaten Features extrahiert, d. h. Attribute und Eigenschaften dieser Daten. Dieses System bedarf keine Infrastruktur muss aber für jedes Gebäude individuell trainiert werden.

TODO: Was wurde in dieser Arbeit gemacht.

TODO: Kapitelübersicht

## 1 EINLEITUNG

# Entscheidungsbäume

## 2.1 Scikit-Learn

TODO

## 2.2 Einzelne Entscheidungsbäume

TODO

## 2.3 Einsemble-Methoden

TODO

## 2 ENTSCHEIDUNGSBÄUME



# Künstliche Neuronale Netze

## 3.1 Keras

TODO

### 3.1.1 Aktivierungsfunktionen

TODO

### 3.1.2 Verlustfunktionen

TODO

### 3.1.3 Optimierer

TODO

### 3.1.4 Regularisierung

TODO

## 3.2 Feed Forward Neuronale Netze

TODO

## 3.3 Training von Neuronalen Netzen

TODO

### 3 KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE

# Standortbestimmung

TODO

## 4.1 Lokalisierung

- Indoor
- Outdoor

## 4.2 Anwendung von Lokalisation

TODO

## 4.3 Standortbestimmung mit maschinellen Lernen

TODO

## 4.4 Orientierungssinn

- Beispiel Honigbienen

## 4 STANDORTBESTIMMUNG

# Trainings- und Validationsdaten

TODO

## 5.1 Simulierten Sensordaten

- Wie wurde es aufgenommen?
- Welche Sensoren
- Aufgenommene Routen
- Synthetische Routen

## 5.2 Künstlichen Sensordaten

TODO

### 5.2.1 Magnetfeld

TODO

### 5.2.2 Temperatur

TODO

### 5.2.3 Lautstärke

TODO

### 5.2.4 WLAN Zugangspunkte

TODO

### **5.3 Simulation von Interrupts**

TODO

### **5.4 Standortkodierung**

TODO

### **5.5 Feature-Extrahierung**

- Welche Feature werden genutzt?

### **5.6 Aufteilung der Daten**

TODO

# ML-Modelle

TODO

## 6.1 Entscheidungswald

TODO

## 6.2 Feed Forward Neuronales Netzwerk

TODO

## 6.3 Feedback Kanten

TODO

## 6.4 Training der Modelle

TODO





# Evaluation

TODO

## 7.1 Klassifizierungsgenauigkeit

- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Orte korrekt erkannt werden?
- Entscheidungsbaum vs KNN
- Skalierung mit Anzahl der Orte
- Signifikanz der Features

## 7.2 Fehlertoleranz

- Wenn falscher Ort erkannt wurde, wie lange dauert es um wieder den korrekten Ort zu finden?
- Was passiert wenn Sensoren ausfallen?
- Transportbox nicht dem trainierten Pfad folgt?
- Änderungen der Fabrik, e.g. Licht, Wärme, Magnet, Schnelligkeit der Fließbänder

## 7.3 Ressourcennutzung

- Entscheidungsbaum Ausführung
- FFNN Ausführung
- Feature extrahierung

## 7 EVALUATION

- Daten Sammlung => Interrupts (Wakeups)

## Diskussion

TODO

## 8 DISKUSSION

# Schlussfolgerungen

TODO[SAM90]

- Kurze, knappe und gut formulierte Schlussfolgerung
  - ◆ Was ist besser Entscheidungsbaum oder Entscheidungswald? Welche Vor- und Nachteile?
  - ◆ TODO
- Kurze Zusammenfassung wichtigster Dinge
- Zukünftige Arbeit

## 9 SCHLUSSFOLGERUNGEN

## **Inhalt des USB-Sticks**

## A INHALT DES USB-STICKS



# Literaturverzeichnis

[SAM90] SAMPLE, SAMPLE S.: SAMPLE. In: *SAMPLE* 20 (1990), Nr. 2, S. 339–346