

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|--------------|
| Abbildungsverzeichnis | XIII |
| Tabellenverzeichnis | XVII |
| Formelzeichen | XIX |
| Abkürzungen | XXIII |
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1. Problemstellung und Ziel | 1 |
| 1.2. Inhalte der Arbeit | 3 |
| 2. Theoretische Grundlagen | 5 |
| 2.1. Wahrscheinlichkeitstheorie | 5 |
| 2.1.1. Der Begriff Wahrscheinlichkeit | 5 |
| 2.1.2. Wahrscheinlichkeitsverteilungen | 6 |
| 2.1.3. Bedingte Wahrscheinlichkeiten | 11 |
| 2.2. Maschinelles Lernen | 12 |
| 2.2.1. Art des Lernens | 13 |
| 2.2.2. Typ des Modells | 14 |
| 2.2.3. Ziel des Modells | 14 |
| 2.2.4. Eingesetzte Methoden | 15 |
| 2.3. Klassifikationsmethoden | 16 |
| 2.3.1. Binomiale logistische Regression | 16 |
| 2.3.2. k-Nearest-Neighbor-Algorithmus | 17 |
| 2.3.3. Naive Bayes Klassifikator | 18 |
| 2.3.4. Entscheidungsbäume und Random Forest | 19 |
| 2.3.5. Künstliche neuronale Netze | 21 |
| 2.4. Clusteringmethoden | 25 |
| 2.4.1. Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise | 25 |
| 2.4.2. Trajectory Clustering Algorithmus | 27 |
| 2.4.3. Self-Organizing Maps | 29 |
| 2.5. Evaluationsmethoden | 31 |
| 2.5.1. Konfusionsmatrix | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.2. Kreuzvalidierung | 32 |
| 3. Stand der Technik | 33 |
| 3.1. Funktionsarchitektur automatisierter Fahrzeuge | 33 |
| 3.2. Forschungslandschaft Datenverständnis und Prädiktion | 36 |
| 3.2.1. Arbeiten mit deskriptiver Ausrichtung | 38 |
| 3.2.2. Arbeiten mit prädiktiver Ausrichtung | 41 |
| 3.3. Forschungsbedarf und Einordnung der eigenen Arbeit | 45 |
| 4. Toolkette und Methodik | 49 |
| 4.1. Versuchsträger | 49 |
| 4.2. Forschungskreuzung | 53 |
| 4.3. Verwendete Messdaten | 54 |
| 4.3.1. Messfahrten und Aufzeichnung | 54 |
| 4.3.2. Datenstruktur | 56 |
| 4.4. Methodik und Synergien in Klassifikation und Prädiktion | 59 |
| 5. Manöverklassifikation und Clustering | 63 |
| 5.1. Klassifikation generischer Manöver | 63 |
| 5.1.1. Beschreibungssprache und Ergebniskonzept | 65 |
| 5.1.2. Toolkette und Detektionsprozess | 68 |
| 5.1.3. Ground Truth Ergebnisevaluation | 71 |
| 5.2. Spurwechseldetektion auf Autobahnen | 75 |
| 5.2.1. Dualer Klassifikationsansatz | 75 |
| 5.2.2. Lerndaten und Konzept der Studie | 78 |
| 5.2.3. Evaluation und Diskussion der Potenziale | 80 |
| 5.3. Clusteranalyse | 82 |
| 5.3.1. Lerndaten und Versuchsdesign | 83 |
| 5.3.2. Ergebnisse Autobahnfahrt | 86 |
| 5.3.3. Ergebnisse Stadtfahrt | 89 |
| 6. Objektverhaltensprädiktion | 93 |
| 6.1. Entscheidungsprädiktion auf Autobahnen | 93 |
| 6.1.1. Algorithmus und Merkmale | 94 |
| 6.1.2. Lerndaten | 97 |
| 6.1.3. Ergebnisevaluation | 101 |
| 6.1.4. Einbettung in die Fahrzeugarchitektur | 107 |
| 6.2. Trajektorienprädiktion in urbanem Umfeld | 108 |
| 6.2.1. Zweistufige Methodik | 110 |
| 6.2.2. Vorbereitung und Klassifikation der Lerndaten | 111 |
| 6.2.3. Manöver-Vorklassifikation | 115 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.4. Prädiktion von Longitudinaltrajektorien | 118 |
| 6.2.5. Einbettung in die Fahrzeugarchitektur | 123 |
| 7. Zusammenfassung und Ausblick | 127 |
| Literatur | 131 |
| Anhang | |
| A. Manöverklassifikation | 141 |
| B. Clusteranalyse | 145 |
| C. Prädiktion | 149 |