Friederike Schneemann (Autor)

# Erkennung der Querungsintention von Fußgängern für das automatisierte Fahren im städtischen Umfeld

https://cuvillier.de/de/shop/publications/7929

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

# Inhaltsverzeichnis


**1 Einleitung** **1**

1.1 Motivation . . . . . 1

1.2 Zielsetzung . . . . . 6

1.3 Aufbau der Arbeit . . . . . 6

**2 Hintergrund der Fußgängerintentionserkennung** **9**

2.1 Definitionen und Modelle der Intention . . . . . 10

2.1.1 Handlungstheoretische Modelle der Intention . . . . . 10

2.1.2 Beobachtungsbasierte Modelle der Intention . . . . . 12

2.2 Beobachtbares Fußgängerverhalten . . . . . 15

2.2.1 Theoretische Fußgängerdynamik . . . . . 16

2.2.2 Querungsverhalten . . . . . 17

2.3 Erkennung und Vorhersage von Fußgängerverhalten . . . . . 24

2.3.1 Trajektorienprädiktion . . . . . 25

2.3.2 Aktionserkennung . . . . . 30

2.3.3 Intentionserkennung . . . . . 36

2.4 Referenzmethoden . . . . . 38

2.4.1 Ground-Truth-basierte Referenzmethoden . . . . . 38

2.4.2 Beobachterbasierte Referenzmethoden . . . . . 39

2.5 Diskussion und Bewertung . . . . . 47

**3 Hintergrund des maschinellen Lernens** **55**

3.1 Arten des maschinellen Lernens . . . . . 56




Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

3.1.1 Überwachtes Lernen . . . 56
3.1.2 Unüberwachtes Lernen . . . 60
3.2 Support Vector Machines (SVMs) . . . 60
3.2.1 SVMs zur Klassifikation . . . 60
3.2.2 SVMs zur Regression . . . 65
3.2.3 SVMs bei unausgewogenen Daten . . . 66
3.2.4 Vor- und Nachteile der SVMs . . . 67
3.3 Beurteilung maschineller Lernverfahren . . . 68
3.3.1 Kreuzvalidierung . . . 68
3.3.2 Beurteilungsmetriken der Klassifikation . . . 69
3.3.3 Beurteilungsmetriken der Regression . . . 74
3.4 Visuelle Deskriptoren für Merkmalsbasiertes Lernen . . . 76
3.4.1 Histograms of Oriented Gradients (HOG) . . . 77
3.4.2 Local Binary Pattern (LBP) . . . 79
3.5 Diskussion und Bewertung . . . 81

**4 Referenzbildung durch beobachterbasierte Videoannotation 85**
4.1 Methode . . . 85
4.1.1 Datenbasis . . . 88
4.1.2 Stichprobe . . . 88
4.2 Ergebnisse . . . 90
4.2.1 Verteilung der Beobachterurteile . . . 90
4.2.2 Beobachterübereinstimmung . . . 91
4.2.3 Beobachterreliabilität . . . 92
4.3 Diskussion und Bewertung . . . 95

**5 Algorithmus zur Erkennung der Querungsintention 99**
5.1 Überblick . . . 99
5.2 Kontextbasierte Erkennung der Querungsintention . . . 102
5.2.1 Context-based Movement History Image (CMHI) . . . 103
5.2.2 Context-based Histograms of Oriented Gradients (CHOG) . . . 107



Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

5.2.3 Crosswalk Occupancy (CO) . . . 108
5.2.4 Waiting Area Occupancy (WAO) . . . 109
5.3 Posenbasierte Erweiterung zur Erkennung der Querungsintention . . . 110
5.3.1 Betrachtete Merkmale . . . 110
5.3.2 Implementierung der Merkmalsextraktion . . . 111
5.4 Training und Anwendung der SVR . . . 117
5.4.1 Training der SVR . . . 117
5.4.2 Anwendung der SVR . . . 119

**6 Evaluation** **121**
6.1 Datenbasis . . . 121
6.1.1 Fußgängererkennung . . . 122
6.1.2 Fahrstreifenerkennung . . . 130
6.1.3 Szenenelemente . . . 130
6.1.4 Situationskennung . . . 132
6.2 Evaluationsmethodik . . . 134
6.2.1 Kreuzvalidierung . . . 134
6.2.2 Samplebasierte Evaluation . . . 137
6.2.3 Objektbasierte Evaluation . . . 139
6.3 Ergebnisse: Kreuzvalidierung . . . 140
6.3.1 Samplebasierte Ergebnisse . . . 140
6.3.2 Diskussion und Bewertung . . . 141
6.4 Ergebnisse: Kontextbasierter Ansatz . . . 143
6.4.1 Samplebasierte Ergebnisse . . . 143
6.4.2 Objektbasierte Ergebnisse . . . 161
6.4.3 Diskussion und Bewertung . . . 182
6.5 Ergebnisse: Posenbasierte Erweiterung . . . 189
6.5.1 Samplebasierte Ergebnisse: MCHOG, PAF, HOG . . . 189
6.5.2 Samplebasierte Ergebnisse: OF, LBP . . . 193
6.5.3 Diskussion und Bewertung . . . 193



Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

**7 Schlussfolgerung und Ausblick** **197**

**Literaturverzeichnis** **218**

**Abbildungsverzeichnis** **225**

**Abkürzungsverzeichnis** **229**

**A Details zur Berechnung der Beobachterreliabilität** **233**

A.1 Berechnung der Varianzbestandteile der *ICC* . . . . . 233

A.2 Berechnung des Konfidenzintervalls der *ICC* . . . . . 235

A.2.1 Konfidenzintervall für die $ICC_{unjust}$ . . . . . 235

A.2.2 Konfidenzintervall für die $ICC_{just}$ . . . . . 236

**B Beobachterschulung und Beobachterbefragung** **237**

B.1 Anleitung . . . . . 237

B.2 Fragebogen . . . . . 245

**C Details der Implementierung** **247**

C.1 Fahrzeugkoordinatensystem . . . . . 247

C.2 Labeltools . . . . . 247



Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.