



Friederike Schneemann (Autor)

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

— KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI) —
DIGITALISIERUNG

Frederike Schneemann

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



Energiewende 

Elektromobilität 

Medizin 

Kommunikation 

 Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8860>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-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

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

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	Fahstreifenerkennung	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

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