



Jens Rieken (Autor)

Ein Beitrag zur 3D-Umfeldwahrnehmung für automatisierte Straßenfahrzeuge im urbanen Raum



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8319>

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	Beitrag und Methodik der Arbeit	3
1.2	Struktur der Arbeit	7
1.3	Verwendete Terminologie	9
I	Systemkonzeption	13
2	Der Stadtpilot als Anwendungsfall automatisierter Fahrfunktionen	15
2.1	Projektbeschreibung und Zielsetzung	16
2.2	Darstellung der Funktionalen Systemarchitektur	19
2.3	Beschreibung der Anwendungsszenarien	24
2.4	Zusätzliche Szenarien durch Streckenerweiterung	28
2.5	Beispiele für Grenzszenarien für die Umfeldwahrnehmung	29
2.6	Zusammenfassung	30
3	Ableitung von Wahrnehmungsfertigkeiten	31
3.1	Fertigkeiten, Fähigkeiten und graphenbasierte Relationen	31
3.2	Fertigkeiten zur Umfeldwahrnehmung	34
3.3	Architektonische und technische Randbedingungen	41
3.4	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	42
4	Entwurf der Umfeldwahrnehmung	45
4.1	Stand der Forschung zu Modellierungsansätzen	45
4.2	Wahrnehmung mittels hochauflösender Lasersensorik	60
4.3	Laserbasierte Umfeldwahrnehmung des Projekts Stadtpilot	64
4.4	Abschluss der Systemkonzeption und Ergebnisdiskussion	72
II	Systemrealisierung	75
5	Grundlagen	79
5.1	Funktionsprinzip eines Lasersensors zur Distanzmessung	79
5.2	Sensorspezifikation Velodyne HDL-64E S2	81
5.3	Daten-Repräsentation und Scan-Generierung	82
6	Punktwolken-Vorverarbeitung	87
6.1	Klassifikation der Bodenoberfläche	89
6.2	Klassifikation bodennaher Strukturen	99

6.3	Konvertierung in eine Multi-Volumen-Repräsentation	107
6.4	Punktwolken-Segmentierung	110
6.5	Segmentbasierte Beweglichkeitsschätzung	121
7	Modellierung des stationären Umfelds	127
7.1	Grundlagen	129
7.2	Identifikation des eigenen Beitrags	135
7.3	Besondere Aspekte des eingesetzten Frameworks	136
7.4	Repräsentierte Merkmale im stationären Umfeldmodell	139
7.5	Merkmals-Abstraktion und Gitterfusion	150
7.6	Weiterführende Extraktion von Merkmalen	155
7.7	Zusammenfassung und Kritik	156
8	Modellierung des beweglichen Umfelds	159
8.1	Identifikation des eigenen Beitrags	161
8.2	Das Objektmodell zur Repräsentation beweglicher Elemente	161
8.3	Hypothesengenerierung	167
8.4	Objektverfolgung	174
8.5	Zusammenfassung und Kritik	191
III	Systembewertung	195
9	Grundlagen und Stand der Forschung	199
9.1	Metriken für objektbasierte Repräsentationen	201
9.2	Erzeugung von Referenzdaten	206
9.3	Anwendbarkeit öffentlich verfügbarer Datensätze und Leistungsvergleiche	208
9.4	Fazit	210
10	Versuchsdurchführung	213
10.1	Bemerkungen zum Aufbau des Versuchssystems	213
10.2	Definition der zu bewertenden Szenarien	214
10.3	Eingesetzte Referenzdaten und Metriken	220
11	Versuchsergebnisse	225
11.1	Szenarien „Folgen einer mehrstreifigen Straße“ und „Fahrstreifenwechsel“	225
11.2	Szenario „Abbiegen durch entgegenkommenden Verkehr“	236
11.3	Szenario „Annäherung an einen Verkehrsknotenpunkt“	237
11.4	Szenario „Folgefahrt auf einer nicht ebenen Fahrbahn“	239
11.5	Szenarienübergreifende Aspekte	240
11.6	Zusammenfassung und Fazit	246

IV	Schlussteil	251
12	Zusammenfassung und Ausblick	253
12.1	Rekapitulation im Kontext der Forschungsfragestellungen	253
12.2	Offene Punkte und weiterführende Fragestellungen	256
	Anhang	263
A	Koordinatensysteme & Transformationen	263
A.1	Koordinaten- und Achsensysteme	263
A.2	Koordinatentransformationen	265
B	Gitterbasierte Modellierung	269
B.1	Konzept zum latenzminimalen Zugriff auf Gittermodelle	269
B.2	Konvertierungsvorschriften für die Tristate-Darstellung	272
B.3	Belegungsschätzung durch ein binäres Bayes'sches Filter	273
C	Objektverfolgung	277
C.1	Grundlagen rekursiver Zustandsschätzung	277
C.2	Definition der eingesetzten Bewegungsmodelle	283
D	Systemkonfiguration zur Evaluation	289
E	Parameter der Algorithmen	291
	Abkürzungen und Nomenklatur	295
	Eigene Veröffentlichungen	299
	Betreute studentische Arbeiten	301
	Literaturverzeichnis	303