

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	1
Kurzfassung	3
Abstract	5
Mathematische Notation	7
1 Einführung und logistischer Hintergrund	9
1.1 Motivation	9
1.2 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit	10
1.3 Logistischer Hintergrund	14
2 Stand der Entwicklung und Technik	23
2.1 Internet der Dinge	23
2.2 Schwarmintelligenz	25
2.3 Sensorfusion	27
2.4 Kooperative Lokalisation	29
2.5 Fahrerlose Transportsysteme	31
2.6 Shuttle-Systeme	32
2.7 Autonome mobile Roboter	33
2.8 Schwarmroboter	35
2.9 Zellulare Transportsysteme	38
3 Synchronisation von Sensordaten	45
3.1 Anforderungen an die Synchronisationsverfahren	46
3.2 Precision Time Protocol	47
3.3 Network Time Protocol	64
3.4 Vergleich und Auswertung	77

4	Sensormodelle	81
4.1	Probabilistisches Sensormodell	82
4.2	Laserscanner	87
4.3	Time-of-Flight-Kamera	97
5	Segmentierung, Objektextraktion und Klassifikation	111
5.1	Koordinatentransformation	112
5.2	Segmentierung	112
5.3	Objektextraktion	132
5.4	Klassifikation	136
5.5	Einpassung des Modells	140
5.6	Qualitative Bewertung der Methode	145
6	Probabilistische Fahrzeuerkennung	147
6.1	Occupancy Grids	148
6.2	Maschinelles Lernen	154
7	Empirische Evaluation	161
7.1	Fahrzeuerkennung	161
7.2	Leistungsanalyse	175
7.3	Fazit	192
8	Diskussion	195
8.1	Zusammenfassung	195
8.2	Ausblick	196
A	Anhang	199
A.1	Sensormodelle	199
A.2	Pseudocode	209
A.3	Formelsammlung	213
A.4	Beispielhafte Ergebnisse	224
A.5	Leistungsanalyse	227
	Abbildungsverzeichnis	254
	Algorithmenverzeichnis	255
	Literaturverzeichnis	257