

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	ix
Abkürzungsverzeichnis	xix
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung und Beitrag der Arbeit	4
1.2 Inhalt und Gliederung der Arbeit	7
2 Multisensorbasierte Szenenerfassung	9
2.1 Umfelderkennung im Automobil	9
2.1.1 Systeme und Sensorik zur lokalen Umgebungserfassung	10
2.1.2 Sensordatenfusion	15
2.1.3 Fusion bildgebender Sensoren	20
2.2 Maschinelles Sehen	23
2.2.1 Bildsensor und Bildrepräsentation	23
2.2.2 Kameramodell und Kalibrierung	25
2.2.3 Stereoskopie	32
2.3 Pixelbasierte Datenfusion	38
2.3.1 Gegenstand der Bildfusion	38
2.3.2 Bildregistrierung	40
2.3.3 Methoden pixelbasierter Datenfusion	42
2.3.4 Fusion basierend auf Multiskalenzerlegung	44
2.4 Fußgängererkennungssysteme	54
2.4.1 Fußgängerschutz	54
2.4.2 Systemanforderungen und Systemarchitektur	55
2.4.3 Beschreibung des Funktionsprinzips	56
2.4.4 Multisensorbasierte Fußgängererkennung	63
3 Pixelbasierte Datenfusion in der Objekterkennung	67
3.1 Ein Framework zur Fusion bildgebender Sensoren auf Bildpunktebene	68
3.1.1 Anforderungen	69

3.1.2	Das Fusionsschema	70
3.2	Rektifikation der Sensorbilder als Form der Bild-Registrierung	72
3.2.1	Epipolargeometrie und Fundamentalmatrix	74
3.2.2	Schätzung der Rektifikationstransformationen	76
3.3	Multiskalenrepräsentation der Sensorbilder	80
3.3.1	Zerlegung der Bilder mittels verschiebungsinvarianter Wavelet- Transformation	81
3.3.2	Rauschunterdrückung	90
3.3.3	Multiskalenkantendetektion	96
3.4	Ein modellbasierter Ansatz zur Bildfusion	101
3.4.1	Das Bildentstehungsmodell	102
3.4.2	Fusion mittels Bayes-Schätzer	103
3.4.3	Schätzung der Modellparameter	105
3.4.4	Konsistenzprüfung und Zusammenfassung	109
4	Implementierung einer multisensorgestützten Fußgängererkennung	113
4.1	Systemüberblick	114
4.1.1	Funktionale Anforderungen	114
4.1.2	Systemarchitektur	115
4.2	Pixelbasierte Fusion einer Infrarotkamera und einer Videokamera	120
4.2.1	Rektifikation der Kamerabilder	120
4.2.2	Fusion der Kamerabilder	124
4.3	Formbasierte Fußgängererkennung	132
4.3.1	Hypothesengenerierung	132
4.3.2	Merkmalsextraktion	134
4.3.3	Definition des Trainings- und Evaluierungsdatensatzes	137
4.3.4	Fußgängerklassifikation	141
4.4	Filterung und Tracking	148
4.4.1	Aufbau des Tracking-Moduls	149
4.4.2	Zustandsschätzung mittels Kalman-Filter	152
5	Experimente und Evaluierung	159
5.1	Bewertungskriterien	159
5.1.1	Informationsgewinn der extrahierten Merkmale	160
5.1.2	Testdatensatz und Kreuzvalidierung	161
5.1.3	Fehlerrate, Konfusionsmatrix und ROC-Kurve	162
5.2	Betrachtung des Informationsgewinns durch die pixelbasierte Daten- fusion	163
5.2.1	Inhalt des Experiments	164
5.2.2	Ergebnisse und Diskussion	165
5.3	Vergleich mit High-Level-Fusionsmethoden	169
5.3.1	Inhalt des Experiments	170

5.3.2 Ergebnisse und Diskussion	173
6 Zusammenfassung und Ausblick	181
6.1 Erbrachter wissenschaftlicher Beitrag	183
6.2 Offene Punkte und weiterführende Arbeiten	185
A Anhang	187
A.1 Antisymmetrische Matrizen	187
A.2 Schätzung der Kameraparameter	188
A.3 Signale und Filter	190
A.4 Vektor- und Funktionenräume	191
Literaturverzeichnis	193
Abbildungsverzeichnis	207
Tabellenverzeichnis	209
Lebenslauf	211