

# Inhaltsverzeichnis

<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Einordnung der Arbeit . . . . .	2
1.2 Ziele und Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2 Grundlagen und Definitionen</b>	<b>11</b>
2.1 Begriffsbestimmung . . . . .	11
2.2 Koordinatensysteme . . . . .	12
2.3 Robuste Schätzverfahren . . . . .	15
2.3.1 Methode der kleinsten Quadrate und robuste Varianten . . .	15
2.3.2 Parameterschätzung aus zufälligen Stichproben . . . . .	17
<b>3 Landmarkenbasierte Lokalisierung</b>	<b>19</b>
Vorbemerkungen . . . . .	19
3.1 Struktur einer landmarkenbasierten Lokalisierung . . . . .	21
3.2 Lokalisierung bei bekannten Korrespondenzen . . . . .	25
3.3 Lokalisierung bei unbekannten Korrespondenzen . . . . .	27
3.3.1 Geschlossene Lösung des Assoziationsproblems . . . . .	28
3.3.2 Iterative Lösung des Assoziationsproblems . . . . .	30
3.4 Systementwurf für die bildbasierte Lokalisierung . . . . .	32
3.4.1 Bestimmung der Kamerapose . . . . .	34
3.4.2 Korrespondenzsuche . . . . .	40
Ergebnisse dieses Kapitels . . . . .	45

<b>4</b>	<b>Landmarkenextraktion aus Bilddaten</b>	<b>47</b>
	Vorbemerkungen . . . . .	48
4.1	Detektion markanter Bildregionen . . . . .	49
4.1.1	Eckendetektoren . . . . .	49
4.1.2	Blob-Detektoren . . . . .	51
4.1.3	Zusammenfassung und weitere Verfahren . . . . .	53
4.2	Beschreibung markanter Bildregionen . . . . .	53
4.3	Auswertung der Bilder der Fahrzeugkamera . . . . .	56
4.3.1	Merkmalsextraktion und Korrespondenzsuche . . . . .	57
4.3.2	Landmarkenextraktion . . . . .	60
4.3.3	Eigenbewegungsschätzung . . . . .	63
4.4	Erstellung einer Landmarkenkarte aus Luftbildern . . . . .	65
4.4.1	Klassifikation der Luftbilder . . . . .	66
4.4.2	Bestimmung der Landmarken . . . . .	71
	Ergebnisse dieses Kapitels . . . . .	74
<b>5</b>	<b>Rekursive Bestimmung der Fahrzeugposition</b>	<b>77</b>
	Vorbemerkungen . . . . .	77
5.1	Bekannte Verfahren . . . . .	79
5.1.1	Bewegungsmodelle für Straßenfahrzeuge . . . . .	80
5.1.2	Integrierte Navigation und Landmarkenlokalisierung . . . . .	81
5.2	Bewegungsmodell . . . . .	83
5.2.1	Bewegung des Fahrzeugs in der Ebene . . . . .	83
5.2.2	Bewegungen des Fahrzeugaufbaus . . . . .	86
5.3	Beobachtungsmodelle . . . . .	87
5.3.1	Absolute Position . . . . .	88
5.3.2	Eigenbewegung . . . . .	89
	Ergebnisse dieses Kapitels . . . . .	90

<b>6 Ergebnisse</b>	<b>93</b>
Vorbemerkungen . . . . .	93
6.1 Erstellung einer Landmarkenkarte aus Luftbildern . . . . .	94
6.2 Eigenbewegungsschätzung . . . . .	98
6.3 Landmarkenextraktion aus Bildern der Fahrzeugkamera . . . . .	102
6.4 Landmarkenbasierte Lokalisierung . . . . .	104
6.5 Rekursive Schätzung des Fahrzeugzustands . . . . .	107
Ergebnisse dieses Kapitels . . . . .	112
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>115</b>
<b>A Anhang</b>	<b>119</b>
A.1 Rekursive Bayes-Filter . . . . .	119
A.2 Koordinatentransformationen . . . . .	121
A.3 Eigenbewegungsschätzung aus Bildsequenzen einer Stereokamera	123
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>125</b>