

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
Motivation und Problemstellung . . . . .	1
Zielsetzung . . . . .	2
Aufbau der Arbeit . . . . .	2
<b>I Aufbau und Organisation des Kamerasytems</b>	<b>5</b>
<b>2 Konstruktion eines umweltinterpretierenden virtuellen optischen Sensors</b>	<b>6</b>
2.1 Konstruktion eines omnidirektionalen Kamerasensors . . . . .	6
2.1.1 Einführung: Entwicklung sphärischer Bildsysteme . . . . .	6
2.1.2 Gerätetechnischer Aufbau des verwendeten Kamerasytems . . . . .	12
2.2 Softwaretechnische Struktur zur Auswertung des Kamerasensors . . . . .	26
2.2.1 Allgemeiner Aufbau der Softwarestruktur . . . . .	26
2.2.2 Filterbaum: Parallelisierte datenflussgesteuerte Bildverarbeitung . . . . .	30
<b>II Anwendungen:</b>	
<b>Höhere Datenextraktion und intelligente Bildauswertung</b>	
<b>in dynamischen Anwendungsszenarien</b>	<b>33</b>
<b>3 Objekterkennung</b>	<b>34</b>
3.1 Einführende Bemerkungen . . . . .	34
3.2 Omnidirektionale Objekterkennung . . . . .	34
3.2.1 Überblick . . . . .	35
3.2.2 Allgemeine Vorgehensweise der Objekterkennung . . . . .	35
3.2.3 Eckpollererkennung . . . . .	40
3.2.4 Torerkennung . . . . .	43
3.2.5 Torrahmen als Landmarke . . . . .	44
3.2.6 Ballerkennung . . . . .	52
3.2.7 Hinderniserkennung . . . . .	53
3.2.8 Gegner- bzw. Mitspielererkennung . . . . .	53
3.2.9 Erfahrungen und Zusammenfassung . . . . .	54
3.3 Erkennen von Form und Ausrichtung von Basisobjekten . . . . .	54
3.3.1 Einleitung . . . . .	54
3.3.2 Vorbereitung des Kamerabildes . . . . .	55
3.3.3 Konturenerkennung . . . . .	56
3.3.4 Eckenerkennung . . . . .	57
3.4 Erkennung eines Objektes im 3-Dimensionalen Raum . . . . .	63
3.4.1 Einleitung – 3D Ballerkennung im Robocup-Szenario . . . . .	63

---

3.4.2	Aufbau der Hardware . . . . .	64
3.4.3	Erweiterungen und Anpassungen der Softwarestruktur . . . . .	64
3.4.4	Stereoskopische Berechnung der Ballposition . . . . .	66
3.4.5	Testergebnisse . . . . .	72
3.4.6	Übertragbarkeit auf das RoboCup-Szenario . . . . .	76
<b>4</b>	<b>Lokalisierung autonomer Roboter</b>	<b>78</b>
4.1	Einführende Bemerkungen . . . . .	78
4.2	Anwendungsszenario (1): Lokalisierung durch Triangulation . . . . .	79
4.2.1	Überblick . . . . .	79
4.2.2	Plausibilitätsüberprüfung der Objekte . . . . .	79
4.2.3	Positionsbestimmung durch Triangulation . . . . .	80
4.2.4	Ausrichtung des Roboters . . . . .	87
4.2.5	Ergebnisse und Erweiterungen . . . . .	87
4.3	Anwendungsszenario (2): Lokalisierung und Kartenerstellung mittels SLAM . . . . .	87
4.3.1	Überblick . . . . .	87
4.3.2	Modelle und Algorithmen . . . . .	90
4.3.3	Implementierung eines DP-SLAM Algorithmus . . . . .	94
4.3.4	Ergebnisse . . . . .	99
4.4	Anwendungsszenario (3): Autonome Korridornavigation eines Roboters . . . . .	104
4.4.1	Überblick . . . . .	104
4.4.2	Adaptierte Bildverarbeitung . . . . .	105
4.4.3	Roboternavigation . . . . .	113
4.4.4	A priori Kartenerstellung . . . . .	121
4.4.5	Lokalisierung im Korridor . . . . .	124
4.4.6	Ergebnisse . . . . .	140
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>141</b>
	Zusammenfassung . . . . .	141
	Ausblick . . . . .	142
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>149</b>