

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Aufgabenstellung und Überblick . . . . .	3
<b>2 Vision-Systeme für industrielle Anwendungen</b>	<b>6</b>
2.1 Status Quo industriel eingesetzter Systeme . . . . .	6
2.2 Analysestrategien für industrielle Szenen . . . . .	7
2.2.1 Erzeugung von Szeneninformationen . . . . .	8
2.2.2 Übergang zur räumlichen Darstellung . . . . .	10
2.3 Zeitbedingungen und Rechnerarchitekturen . . . . .	12
2.3.1 Der Echtzeitaspekt . . . . .	12
2.3.2 Ein Rechner für industrielle Vision-Systeme . . . . .	12
<b>3 Bildaufnahme und Extraktion lokalisierbarer Bildelemente</b>	<b>15</b>
3.1 Die Entstehung des digitalen Videobildes . . . . .	15
3.1.1 Einfluß der Kamera . . . . .	15
3.1.2 Digitale Bildaufnahme . . . . .	20
3.2 Lokalisierbare Bildelemente . . . . .	23
3.2.1 Konturerzeugung . . . . .	24
3.2.2 Konturverfolgung . . . . .	28
3.2.3 Erfassung von Polygonen . . . . .	31
3.2.4 Erfassung von Ellipsen . . . . .	35
3.2.5 Erfassung markanter Punkte . . . . .	38
<b>4 Ein photogrammetrisches Modell für Videokameras</b>	<b>45</b>
4.1 Komponenten der Kameraabbildung . . . . .	47

---

4.1.1	Die Zentralperspektive . . . . .	47
4.1.2	Räumliche Transformationen . . . . .	48
4.1.3	Eigenschaften der perspektivischen Projektion . . . . .	52
4.2	Bestimmung der Kameraparameter . . . . .	54
4.2.1	Die geometrische Transformation . . . . .	54
4.2.2	Direkte Lineare Transformation . . . . .	59
4.2.3	Vergleich der beiden Kameramodelle . . . . .	60
4.3	Rechnergestützte Kamerakalibrierung . . . . .	63
4.3.1	Lösung des nichtlinearen Gleichungssystems . . . . .	63
4.3.2	Das Paßpunktgestell . . . . .	67
4.3.3	Die Kalibrierungsprozedur . . . . .	69
4.4	Verwendung der Kameraparameter . . . . .	70
4.4.1	Auswahlkriterien für ein angepaßtes Kameramodell . . . . .	71
4.4.2	Die inverse geometrische Transformation . . . . .	71
4.5	Diskussion der Ergebnisse . . . . .	73
<b>5</b>	<b>Photogrammetrische Auswertung monokularer Aufnahmen</b> . . . . .	<b>75</b>
5.1	Rauminformationen aus einer Kameraansicht . . . . .	75
5.2	Unterstützung durch periphere Komponenten . . . . .	76
5.2.1	Bestimmung einzelner räumlicher Stützpunkte . . . . .	76
5.2.2	Direkte Messung des Kamerastandorts . . . . .	78
5.2.3	Auswertung kodierter Beleuchtung . . . . .	79
5.3	Perspektivische Entzerrung ebener Szenenbereiche . . . . .	82
5.3.1	Die projektive Abbildung . . . . .	83
5.3.2	Bestimmung der Entzerrungsparameter . . . . .	84
5.3.3	Bestimmung des Kamerastandorts aus der Szene . . . . .	85
5.4	Lagebestimmung ebener Polygonflächen . . . . .	87
5.4.1	Eckpunktansatz . . . . .	88
5.4.2	Identifikation von Polygonen . . . . .	89
5.4.3	Der virtuelle Kreis . . . . .	90
5.5	Lagebestimmung kreisförmiger Strukturen . . . . .	90
5.5.1	Perspektivische Abbildung des Kreises . . . . .	91
5.5.2	Bestimmung der räumlichen Freiheitsgrade . . . . .	92
5.5.3	Ein Anwendungsbeispiel . . . . .	95

<b>6 Stereoskopische Vermessungen von Raumpunkten</b>	<b>97</b>
6.1 Günstige Anordnung des Stereokamerapaars . . . . .	97
6.2 Das Korrespondenzproblem . . . . .	98
6.2.1 Ähnlichkeitsmaße . . . . .	99
6.2.2 Bestimmung von Disparitäten . . . . .	101
6.3 Verallgemeinerung der Kamerapaaranordnung . . . . .	102
6.3.1 Kalibrierung des Kamerapaars . . . . .	104
6.3.2 Der räumliche Vorwärtsschnitt . . . . .	104
6.3.3 Epipolarlinien . . . . .	106
6.4 Genauigkeitsanalyse . . . . .	109
6.4.1 Vergleich verschieden genauer Kameramodelle . . . . .	109
6.4.2 Anwendung auf markierte und markante Punkte . . . . .	113
6.5 Realisierungsaspekte . . . . .	116
<b>7 Zusammenfassung</b>	<b>117</b>
 <hr/>	
<b>A Anhang</b>	<b>119</b>
A.1 Verwendete Symbole und Abkürzungen . . . . .	119
A.1.1 Koordinatensysteme . . . . .	119
A.1.2 Bildaufnahme und Extraktion von Bildelementen . . . . .	119
A.1.3 Photogrammetrisches Modell für Videokameras . . . . .	121
A.1.4 Monokulare Verfahren . . . . .	124
A.1.5 Stereoskopische Vermessungen . . . . .	126
A.2 Hinweise zur Ausgleichsrechnung . . . . .	128
A.3 Vermessungsprotokolle . . . . .	130
A.3.1 Richtungswinkel der verwendeten Paßpunkte . . . . .	130
A.3.2 Paßpunktkoordinaten . . . . .	131
A.4 Kalibrierungsprotokolle . . . . .	132
A.4.1 CCD-Videokamera Sony XC37/38, 7-Parameter-Modell . . . . .	134
A.4.2 CCD-Videokamera Sony XC37/38, 13-Parameter-Modell . . . . .	135
<b>B Literaturverzeichnis</b>	<b>136</b>