

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Problemstellung und Motivation	3
1.1.1	Aufnahmemodalitäten	3
1.1.2	Wozu Ansichtenplanung	3
1.2	Stand der Kunst	6
1.2.1	3-D-Rekonstruktion mit Tiefenscannern	7
1.2.2	3-D-Rekonstruktion aus Intensitätsbildern	9
1.3	Beitrag der Arbeit	11
1.3.1	Geometrischer Ansatz	11
1.3.2	Probabilistischer Ansatz	11
1.4	Aufbau der Arbeit	12
2	3-D-Rekonstruktion	15
2.1	Kameraparameter und Projektionsmodelle	15
2.1.1	Koordinatensysteme	16
2.1.2	Intrinsische Kameraparameter	16
2.1.3	Extrinsische Kameraparameter	17
2.1.4	Projektionsmodelle	18
2.2	Kamerakalibrierung	22
2.2.1	Schätzung der Homographie	23
2.2.2	Bestimmung der Kameraparameter aus der Homographie	24
2.2.3	Nichtlineare Optimierung	26
2.3	Hand-Auge-Transformation	27
2.4	Direkte und inverse Kinematik	31
2.4.1	Direkte Kinematik	31
2.4.2	Inverse Kinematik	34
2.5	Triangulation und Bündelausgleich	36
2.5.1	Punktdetektion und Punktverfolgung	36
2.5.2	Triangulation	38
2.5.3	Bündelausgleich	40
3	Grundlagen für die Auswahl von Ansichten	43
3.1	Allgemeine geometrische Ansätze	44
3.1.1	Structure-from-controlled-motion	44
3.1.2	Shape-from-occluding-contour	46
3.2	Ein geometrischer Ansatz für Stereosysteme	48
3.2.1	Zweidimensionales Modell	49
3.2.2	Dreidimensionales Modell	58
3.3	Probabilistische Ansätze	64

4	Probabilistische 3-D-Rekonstruktion aus einer Folge von Einzelbildern	71
4.1	Zustandsschätzung statischer und dynamischer Systeme	72
4.1.1	Zustandsschätzer für statische Systeme	73
4.1.2	Zustandsschätzer für dynamische Systeme	74
4.2	Integration neuer Ansichten mit dem erweiterten Kalman-Filter . . .	78
4.2.1	3-D-Rekonstruktion mit Hilfe des erweiterten Kalman-Filters	79
4.2.2	Das sequentielle Kalman-Filter und eine weitere Modifikation	80
4.3	Auswahlkriterien für neue Ansichten	84
4.3.1	Die Entropie als Gütemaß (D-Optimalität)	85
4.3.2	Modifizierte E-Optimalität	88
4.3.3	T-Optimalität	90
4.4	Berücksichtigung von Nebenbedingungen für die Sichtbarkeit	91
4.4.1	Integration der Nebenbedingung in das Optimierungskrite- rium	91
4.4.2	Berechnung der Wahrscheinlichkeit für die Sichtbarkeit	93
4.5	Zusammenfassung	97
5	Ein System zur Realisierung des probabilistischen Ansatzes	99
5.1	Beschreibung der Roboter	99
5.2	Softwarekomponenten	102
5.2.1	Initiale 3-D-Rekonstruktion	102
5.2.2	Planung der nächsten besten Ansicht	103
5.2.3	3-D-Rekonstruktion	104
5.3	Das Gesamtsystem	105
6	Experimente	107
6.1	Gütekriterien der Rekonstruktionen	107
6.1.1	Kalibriermuster	108
6.1.2	Objekte mit einer planaren Fläche	108
6.1.3	Objekte mit mehreren planaren Flächen	109
6.1.4	Objekte mit nichtplanaren Flächen	109
6.2	Evaluierung des geometrischen Ansatzes mit Stereosystemen	110
6.2.1	Ergebnisse Kalibriermuster	110
6.2.2	L-förmiges konkaves Objekt	118
6.2.3	L-förmiges konvexes Objekt	130
6.3	Experimente zum probabilistischen Ansatz an einfachen Objekten . .	130
6.3.1	Ergebnisse Kalibriermuster	132
6.3.2	Ergebnisse Mousepad	133
6.3.3	L-förmiges konkaves Objekt	137
6.3.4	Weihnachtsmann	142
6.4	Experimente zum probabilistischen Ansatz an komplexen Objekten .	144
6.4.1	L-förmiges konvexes Objekt	144
6.4.2	Tetraeder	147
6.4.3	Prüfkörper	150
6.5	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	152
7	Zusammenfassung und Ausblick	155
7.1	Ausblick	155
7.2	Zusammenfassung	158

A	Mathematische Symbole	165
B	Herleitung der Fehlerfunktion für das 2-D-Modell aus Abschnitt 3.2	171
C	Probabilistischer Ansatz für die Optimierung der Rotation im 2-D	177
D	L-förmiges konvexes Objekt	179
	Literaturverzeichnis	187
	Index	201