

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 Optimierungskriterium | 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 |