

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einleitung	5
1.1 Motivation und Ziel der Arbeit	5
1.2 Messprinzip „Flying Triangulation“	7
1.3 Überblick	9
2 Stand der Forschung	11
2.1 Allgemeine Funktionsweise	11
2.2 Optische Messprinzipien	12
2.3 Registrierung und Fusionierung	17
2.4 Handgeführte Sensoren	21
2.5 Fazit	24
3 Lichtschnittsensor	27
3.1 Problemstellung und Terminologie	27
3.2 Sensoraufbau	31
3.3 Sensoroptimierung	33
3.3.1 Minimierung der Messunsicherheit	34
3.3.2 Evaluierung der Messunsicherheit und der lateralen Auflösung	40
3.4 Subpixelgenaue Linienlokalisierung	43
3.5 Sensorkalibrierung	54
4 Linienindizierung	61
4.1 Problemstellung und Terminologie	61
4.2 Verfahren zur Linienindizierung	66
4.2.1 Indizierung mittels Eindeutigkeitsbereichen und Linienbreiten	66
4.2.2 Indizierung mittels Kontextinformation und Konfidenzwerten	73
4.2.3 Indizierung mittels zusätzlicher Kameras	82
4.2.4 Stereoverfahren	82
4.2.5 Verallgemeinerung auf N Kameras	83
4.2.6 Kombination mit anderen Indizierungsverfahren	83
4.3 Kontrolle des Indizierungsvolumens	84
5 Registrierung und Visualisierung	87
5.1 Problemstellung und Terminologie	87
5.2 Bestimmung potentieller Punktkorrespondenzen	92
5.3 Grobregistrierung mittels Sliding Grids	93
5.4 Feinregistrierung mittels angepasstem ICP	95

5.5	Multiregistrierung	97
5.5.1	Detektion von überlappenden Ansichten	98
5.5.2	Fehlerrückverteilung bei Zyklus	98
5.6	Sensorbahnrekonstruktion	101
5.6.1	Sensorbahn mittels RANSAC-Verfahren	101
5.6.2	Korrektur und Eliminierung von Ausreißern	102
5.6.3	Geschwindigkeitssteigerung durch Interpolation	103
5.6.4	Vorhersage der nächsten Transformation	103
5.7	Normalenberechnung	103
5.8	Visualisierung	104
5.9	Preview- und Continuation-Modus	107
5.10	Globale Optimierung	108
5.11	Post-Processing	109
5.11.1	Mittelung und Reduktion der Messpunkte	109
5.11.2	Texturierung der Punktwolke	112
5.11.3	Ansatz zur Ausreißereliminierung	114
6	Ergebnisse und Diskussion	117
6.1	Anwendungen	117
6.1.1	Realisierte Sensoren	117
6.1.2	Anwendung als Trackingsystem	121
6.2	Untersuchung der Messgenauigkeit	121
6.2.1	Theoretische Grenzen	121
6.2.2	Simulation der Datenakquisition	125
6.2.3	Optimierung der Registrierparameter	128
6.2.4	Untersuchung der lokalen Messgenauigkeit	131
6.2.5	Untersuchung der Fehlerfortpflanzung	133
6.3	Messbeispiele	137
6.4	Fazit und Ausblick	141
A	Anhang	143
A.1	Mathematische Grundlagen	143
A.1.1	Rotationsmatrix, Eulerwinkel und Quaternionen	143
A.1.2	Singulärwertzerlegung	147
A.2	Algorithmische Grundlagen	150
A.2.1	Iterative-Closest-Point-Algorithmus	150
A.2.2	Random-Sample-Consensus-Algorithmus	152
	Literaturverzeichnis	155