

Inhaltsverzeichnis

I	Einführung in die Bildfolgenanalyse	9
1	Einleitung	9
1.1	Historie	9
1.2	Übersicht über die Arbeit	10
1.3	Bildentstehung: Bildfolge	11
1.4	Bildfolgenanalyse und Bewegungsdeutung	13
1.4.1	Änderungsdetektion	13
1.4.2	Bewegungsschätzung und -deutung	13
1.4.3	Kriterien zur Bewegungsdeutung	14
1.5	Bewegungsmessung in Bildsequenzen	15
1.5.1	Kriterien zur Klassifizierung von Zuordnungsverfahren	16
1.5.2	Intensitätsbasierte Verfahren	16
1.5.3	Merkmalsbasierte Verfahren	18
1.6	3D-Rekonstruktion von Bewegung und Struktur	18
1.6.1	Inversionsansätze	19
1.6.2	Projektionsansätze	20
1.7	Passive Navigation	21
1.7.1	Abgrenzung passiver von aktiver visueller Navigation	22
1.7.2	Rekursive kinematische Modellierung	22
1.7.3	Der Realwelt-Datensatz: Bildsequenz Rastatt	24
1.8	Problemstellung und Zielsetzung dieser Arbeit	26
2	Bewegungsmodellierung	29
2.1	Bewegung im dreidimensionalen Raum	30
2.1.1	Starrkörperbewegung	30
2.1.2	Differentielle Bewegung	32
2.2	Rotation	33
2.2.1	Kriterien für die Parametrisierung	34
2.2.2	Parametrisierung mit den Elementen des Einheitsquaternions	35
2.2.3	Interpretation der Quaternionen-Parametrisierung	37
2.2.4	Zusammengesetzte Rotationen	38
2.2.5	Ermittlung von Quaternionen-Parametern aus gegebener Rotationsmatrix	39
2.2.6	Differentielle Rotationsparameter	39
2.3	Projizierte Bewegung	40

2.3.1	Projektion	40
2.3.2	Differentielle projizierte Bewegung	41
2.3.3	Starrheitsannahme	42
2.3.4	Objektmodell Ebene	43
2.3.5	Lokal quadratische Oberflächen	45
2.4	Rekonstruktionsansätze	46
2.4.1	Die beobachteten Daten	47
2.4.2	Lösungswege und Anwendungen bei geringer Anzahl von Bildern	48
2.4.3	Rekonstruktionsansatz für die lange Bildsequenz	51
II	Bildzuordnung	56
3	Schätzung des optischen Flusses	59
3.1	Regularisierung und finite Elemente Analyse	60
3.2	Variationsformulierungen zur Schätzung des optischen Flusses	63
3.2.1	Variationsprobleme und Euler'sche Gleichung	63
3.2.2	Beobachtungsmodelle des optischen Flusses	64
3.2.3	Variationslösung von Horn und Schunk	67
3.2.4	Weitere Ansätze von Hildreth und von Nagel	68
3.2.5	Diskussion	70
3.3	Bewegungsschätzung in örtlich begrenzten Bildausschnitten	71
3.3.1	Starre Szene	71
3.3.2	Lokal schwach gekrümmte Flächen	72
3.3.3	Lokal ebene Objekte	73
3.3.4	Differentialgeometrische Interpretation	73
3.3.5	Konturorientierte Beobachtungen	74
3.3.6	Affinapproximation	75
3.3.7	Lokale Fenster	75
3.3.8	Differentialgeometrische Modellierung der Bildfunktion	76
3.3.9	Diskussion	78
3.4	Ein Vergleich von Variations- und Kleinste-Quadrate-Formulierungen	80
3.4.1	Bildzuordnung in der Photogrammetrie	80
3.4.2	Variations- versus Kleinste-Quadrate-Formulierung: Ein Beispiel	82
3.5	Bildflußparadigma	85

4	Markante Punkte und Korrespondenz	90
4.1	Kriterien an die Extraktion markanter Punkte	91
4.2	Operatoren zur Extraktion markanter Punkte	93
4.2.1	Klassifizierung in indirekte und direkte Verfahren	93
4.2.2	Punktfinder: Statistische Verfahren	95
4.2.3	Punktfinder: Differentialgeometrische Verfahren	97
4.2.4	Punktfinder: Klassifizierende Verfahren	102
4.2.5	Weitere Verfahren und abschließende Bewertung	109
4.3	Merkmalsbasierte Punktverfolgung - Experimentelle Untersuchung	112
4.3.1	Verfahren zur Punktverfolgung	112
4.3.2	Experimente und Resultate zur Punktextraktion und -verfolgung	114
4.3.3	Beispiele verfolgter Punkte und Diskussion	117
5	Intensitätsbasierte Bildzuordnung im Scale-Space	122
5.1	Bildpyramiden und Scale-Space	122
5.2	Ein Verfahren zur Bildzuordnung im Scale-Space	124
5.2.1	Hintergründe und theoretische Grundlagen	124
5.2.2	Konzeption des Verfahrens	125
5.2.3	Parametrischer Ansatz und Kleinste-Quadrate-Lösung	127
5.3	Intensitätsbasierte Punktverfolgung - Experimentelle Untersuchung	128
5.3.1	Vorgehensweise	129
5.3.2	Voruntersuchungen	130
5.3.3	Ergebnisse und Diskussion	132
III	3D-Rekonstruktion von Bewegung und Struktur	137
6	Entwurf und Realisierung eines 3D-Kalman-Filters	137
6.1	Kalman-Filter	137
6.2	Entwurf eines 3D-Kalman-Filters	140
6.2.1	Konzeption des Verfahrens	140
6.2.2	Realisierung	141
6.3	Experimentelle Untersuchungen	142
6.3.1	Kontrollinformation	142
6.3.2	Verschiedene Versionen der Filterung	143
6.3.3	Bereinigung von Zuordnungsfehlern	144
6.3.4	Schätzung der Eigenbewegung	145
6.3.5	Schätzung von Strukturparametern	150
6.4	Zusammenfassende Beurteilung	154

7 Zusammenfassung und Ausblick	155
Literatur	157
Danksagung	168
Lebenslauf	168