

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Stand der Technik	2
1.1.1	Analytische Kameramodelle	2
1.1.2	Klassische geometrische Kamerakalibrierung	4
1.2	Probleme	5
1.3	Lösungsansatz	6
2	Grundlagen	9
2.1	Optische Abbildung	9
2.2	Standardverfahren der Kamerakalibrierung	10
2.3	Technische Grundlagen	15
2.3.1	Bilderzeugung im Computer	15
2.3.2	Signalerzeugung eines Flachbildschirms	16
2.3.3	Signalempfang einer Digitalkamera	19
2.3.4	Besonderheiten der Kombination von Monitor und Kamera	21
2.4	Punkt-Spreiz-Funktion	22
2.4.1	Linsensystem	24
2.4.2	Blende	25
2.4.3	Defokussierung	26
2.4.4	Modell der Punkt-Spreiz-Funktion	27
2.5	Modell des Übertragungssystems	28
2.5.1	Analytisches Modell der Signalerzeugung und -rezeption	28
2.5.2	Einbeziehung von Störungen	31
3	Verfahren	33
3.1	Kompensation der geometrischen Verzerrung	33
3.2	Vorgehensweise zur Ermittlung der Punkt-zu-Punkt-Korrespondenzen	36
3.3	Referenzverfahren	37
3.3.1	Beschreibung des Referenzverfahrens	38
3.3.2	Analyse des Referenzverfahrens	40
3.4	Punkt-zu-Punkt-Korrespondenzen aus wert- und ortskontinuierlichen Mustern	45
3.4.1	Beschreibung und Untersuchung	45
3.4.2	Modellierung des Kalibriersignals	47
3.4.3	Bestimmung der Punkt-zu-Punkt-Korrespondenzen	48

3.5	Kompensation nicht-orthogonaler Punkt-zu-Punkt-Korrespondenzen . . .	50
4	Signalaufbereitung	55
4.1	Einflüsse auf das Signal	55
4.1.1	Modellierung synthetischer Testdaten	55
4.1.2	Auswertung	58
4.2	Photometrische Kalibrierung	58
4.3	Phasenkreis	61
5	Messung und Kompensation der geometrischen Verzerrung	65
5.1	Untersuchungen zur Phasenschätzung	65
5.1.1	Signalausschnitte	66
5.1.2	Direkte Phasenschätzung	67
5.1.3	Frequenzschätzung	68
5.1.4	Schätzung der Momentanphase mit polynomielltem Phasenver- lauf	72
5.1.5	Schätzung des gesamten Phasenverlaufs	72
5.2	Auflösen der Phasenmehrdeutigkeiten	74
5.3	Kompensation der geometrischen Verzerrung	75
5.4	Invertierung der Abbildung	76
5.4.1	Invertierung zweidimensionaler Punktkorrespondenzen	77
5.4.2	Erstellung eines entzerrten Bildes	78
5.5	Vorgehen bei Farbkameras	79
5.6	Zusammenfassung des Verfahrens	81
6	Experimentelle Untersuchungen	83
6.1	Verwendete Geräte	83
6.2	Vermessene Abbildungen	84
6.3	Präzision entzerrter Bilder	84
6.4	Entzerrte Kalibrierung	87
6.5	Vergleich mit klassischer Kamerakalibrierung	89
6.6	Vermessung mit nicht-orthogonaler Ausrichtung	93
6.7	Anwendung zur Untersuchung verschiedener optischer Eigenschaften .	93
6.7.1	Chromatische Aberration	95
6.7.2	Blendenreihen	96
6.7.3	Fokusreihen	96
6.7.4	Defokussierung	97
6.8	Auswahl geeigneter Parameter	98
6.8.1	Frequenz und Winkel	98
6.8.2	Phase	99

A Definitionen	107
B Nebenrechnungen	109
B.1 Diskrete Faltung bei kontinuierliche Signalen	109
B.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung	110
B.3 Faltungen, unbestimmte und bestimmte Integrale	110
Literaturverzeichnis	113
Stichwortverzeichnis	120