

Karl Regensburger

Photogrammetrie

Anwendungen in Wissenschaft und Technik

1. Auflage

Inhaltsverzeichnis

	Verwendete Formelzeichen und Bezeichnungen	9			
1.	Photogrammetrie und Meßtechnik	11			
1.1.	Photogrammetrischer Meßprozeß	11			
1.2.	Meßgrößen, Zwischengrößen, Meßergebnisse	13			
1.3.	Einsatzmöglichkeiten der Bildmeßtechnik	14			
2.	Verfahren und Geräte der photogrammetrischen Bilderzeugung	16			
2.1.	Mathematisch-physikalische Grundlagen der Bilderzeugung	16			
2.1.1.	Koordinatensysteme	16			
2.1.2.	Projektive Beziehungen bei der geometrischen Abbildung	18			
2.1.3.	Projektive Beziehungen bei der optischen Abbildung	20			
2.2.	Aufnahmeverfahren und Aufnahmendispositionen	23			
2.2.1.	Einbildaufnahmen	23			
2.2.2.	Zweibildaufnahmen	28			
2.2.3.	Mehrbildaufnahmen	32			
2.2.4.	Mehrmedienaufnahmen	32			
2.2.5.	Bildfolge- und Zeitfolgeaufnahmen	32			
2.3.	Aufnahmesysteme	34			
2.3.1.	Optische Aufnahmesysteme mit photographischer Bilderfassung	35			
2.3.1.1.	Meßkammern	35			
2.3.1.2.	Photographische Kameras	41			
2.3.1.3.	Mikroskope, Funduskameras	48			
2.3.1.4.	Kine-Kameras	50			
2.3.2.	Andere Aufnahmesysteme mit photographischer Bilderfassung	52			
2.3.2.1.	Röntgenaufnahmesysteme	52			
2.3.2.2.	Elektronenmikroskope	54			
2.3.3.	Optische Aufnahmesysteme mit elektronischer Bilderfassung	55			
2.4.	Photographische Aufnahmematerialien	59			
2.4.1.	Schichtträger	59			
2.4.2.	Photographische Schichten	59			
2.5.	Hilfsmittel für die photogrammetrische Aufnahme	62			
2.5.1.	Plattform des Aufnahmesystems	62			
2.5.2.	Objektbeleuchtung	64			
2.5.3.	Objektkennzeichnungen	65			
2.5.4.	Weitere Hilfsmittel	66			
2.6.	Kalibrierung photogrammetrischer Aufnahmesysteme	66			
2.6.1.	Laborkalibrierung	67			
2.6.2.	Testfeldkalibrierung	67			
2.6.3.	Simultankalibrierung	70			
2.6.4.	Kalibrierung spezieller Aufnahmesysteme	71			
3.	Prinzipien und Geräte der photogrammetrischen Bildauswertung	73			
3.1.	Grundprinzipien der photogrammetrischen Bildauswertung	73			
3.2.	Numerische Bildauswertung	73			
3.3.	Analoge Bildauswertung	77			
3.4.	Digitale Bildverarbeitung	82			
4.	Verfahren und mathematische Modelle der photogrammetrischen Mehrbildauswertung	84			
4.1.	Meßgrößen, Datenreduktion	84			
4.2.	Numerische Mehrbildauswertung	87			
4.2.1.	Bündelverfahren	87			
4.2.2.	Projektive Transformation	97			
4.2.3.	Numerische Simulation der Mehrbildaufnahme- und -auswertung	98			
4.3.	Digitale Mehrbildverarbeitung	100			
5.	Verfahren und mathematische Modelle der photogrammetrischen Zweibildauswertung	101			
5.1.	Meßgrößen, Datenreduktion	101			
5.2.	Numerische Zweibildauswertung	101			

5.2.1.	Bündelverfahren und projektive Transformation	102	7.1.1.	Kontinuierliche Aufzeichnung von Bahnkurven diskreter Objektpunkte .	144
5.2.2.	Modellverfahren	102	7.1.2.	Doppelaufzeichnung diskreter Objektpunkte	145
5.2.2.1.	Modellverfahren für aufgezeichnete Aufnahmedispositionen	105	7.1.3.	Mehrfachaufzeichnung diskreter Objektpunkte	146
5.2.2.2.	Transformation der Modellkoordinaten in das Objektsystem	107	7.2.	Auswertung von Bildfolgeaufnahmen	147
5.2.2.3.	Ermittlung von Orientierungsfehlern aus Modelldeformationen	108	7.2.1.	Sequentielle Mehrbildaufnahmen . .	147
5.2.2.4.	A priori Schätzung der Meßunsicherheit der Modellkoordinaten	110	7.2.2.	Sequentielle Zweibildaufnahmen . .	148
5.2.3.	Auswertung von Mehrmedienaufnahmen	111	7.2.3.	Sequentielle Einbildaufnahmen . .	149
5.2.4.	Auswertung von Elektronenmikroskop-Aufnahmen	115	7.2.3.1.	Parallaxenphotogrammetrie mit Zeitbasis	149
5.2.5.	Auswertung von Röntgenaufnahmen	118	7.2.3.2.	Projektive Transformation	151
5.2.6.	Auswertung von Bildaufzeichnungen anderer Aufnahmesysteme	120	7.2.3.3.	Sequentielle Einbildaufnahmen mit variabler äußerer Orientierung . . .	153
5.2.6.1.	Mikroskopaufnahmen	120	8.	Einsatzbereiche und Anwendungsmöglichkeiten der Bildmeßtechnik .	154
5.2.6.2.	Aufnahmen mit Funduskamera	120	8.1.	Architektur, Denkmalpflege, Archäologie	154
5.3.	Analoge Zweibildauswertung	122	8.2.)	Bauingenieurwesen	158
5.3.1.	Innere Orientierung	122	8.3.	Maschinen-, Anlagen-, Fahrzeug-, Schiff- und Flugzeugbau	164
5.3.2.	Relative Orientierung	122	8.4.	Hydromechanik, Wasserbau, Schifffahrt, Fischereiwirtschaft	169
5.3.3.	Absolute Orientierung	124	8.5.	Angewandte Geologie und Geomorphologie	172
5.3.4.	Ausmessung von Stereomodellen	125	8.6.	Medizin, Anthropologie, Sport- und Arbeitswissenschaft	177
5.4.	Digitale Zweibildverarbeitung	126	8.7.	Kriminaltechnik, Unfallaufnahmen . .	181
6.	Verfahren und mathematische Modelle der photogrammetrischen Einbildauswertung	127	8.8.	Material- und Werkstoffprüfung . . .	183
6.1.	Numerische Einbildauswertung	127	9.	Anhang	187
6.1.1.	Analytische Entzerrung mit Bündelverfahren	127	Anhang 1:	Grobplanung des Einsatzes der Bildmeßtechnik	187
6.1.2.	Projektive Transformation	130	Anhang 2:	Detailplanung des Einsatzes der Bildmeßtechnik	191
6.1.3.	Gewinnung räumlicher Informationen aus Einzelbildern	130	Anhang 3:	Beispiele für die Planung des Einsatzes der Bildmeßtechnik	196
6.1.3.1.	Bündelverfahren	130	Anhang 4:	Ablaufplan für eine photogrammetrische Aufnahme	200
6.1.3.2.	Spiegelphotogrammetrie	131	10.	Literaturverzeichnis	202
6.1.3.3.	Verschneiden mit einem digitalen Objektmodell	132	10.1.	Lehrbücher und Monographien	202
6.1.3.4.	Rasterphotogrammetrie	133	10.2.	Zu Grundlagen (Abschnitte 1 bis 7) . .	203
6.1.3.5.	Moiré-Photogrammetrie	135			
6.1.4.	Perspektive Ergänzung und numerische Erzeugung von Einzelbildern .	136			
6.2.	Analoge Einbildauswertung	137			
6.2.1.	Optisch-mechanische Entzerrung . . .	137			
6.2.2.	Optische differentielle Umbildung . .	140			
6.3.	Digitale Einbildverarbeitung	142			
7.	Verfahren und mathematische Modelle der Auswertung photogrammetrischer Aufnahmen bewegter Objekte	144			
7.1.	Auswertung von Zeitfolgeaufnahmen	144			

10.3.	Zu den Einsatzbereichen (Abschnitt 8)	208	10.3.6.	Medizin, Anthropologie, Sport- und Arbeitswissenschaften	220
10.3.1.	Architektur, Denkmalpflege und Archäologie	208	10.3.7.	Kriminaltechnik und Unfallaufnahmen	222
10.3.2.	Bauingenieurwesen	211	10.3.8.	Material- und Werkstoffprüfung	222
10.3.3.	Maschinen-, Anlagen-, Fahrzeug-, Schiff- und Flugzeugbau	215	11.	Bildquellenverzeichnis und vollständige Bezeichnung der Herstellerbetriebe	224
10.3.4.	Hydromechanik, Wasserbau, Schifffahrt und Fischereiwirtschaft	218	12.	Sachwörterverzeichnis	225
10.3.5.	Angewandte Geologie und Geomorphologie	219			

Verwendete Formelzeichen und Bezeichnungen

1. Optische Abbildung

a, a'	Gegenstands-, Bildweite
f	Brennweite
k	Blendenzahl
n	Brechzahl
$\Delta r'$	symmetrische, radiale Verzeichnung
$\Delta x', \Delta z'$	Komponenten der Verzeichnung
AV	Auflösungsvermögen
D	Optische Dichte
E	Beleuchtungsstärke
K	Kameralänge in Mikrophotographie
K	Knotenpunkt
K_i	Koeffizienten symmetrische, radiale Verzeichnung
L	Leuchtdichte
NW	Normalwinkel- (Kamera, Objektiv)
O, O'	objekt-, bildseitiges Projektionszentrum
P_i	Koeffizienten asymmetrische Verzeichnung
S'	Symmetriepunkt der Verzeichnung

S_i	Koeffizienten der spiralförmigen Verzeichnung
ÜWW	Überweitwinkel- (Kamera, Objektiv)
WW	Weitwinkel- (Kamera, Objektiv)
β'	Bildmaßstab in Mikrophotographie
η	Medienverhältnis
λ	Wellenlänge
τ	Achswinkel
Γ'_M	Mikroskopvergrößerung

2. Koordinatensysteme

i, j, k	Einheitsvektoren Objektkoordinatensystem
i', j', k'	Einheitsvektoren Bildkoordinatensystem
x', ck_1, z'	Bildkoordinaten 1. Bild
x'', ck_2, z''	Bildkoordinaten 2. Bild
x, y, z	photogrammetrische Modellkoordinaten
$(x'), (z')$	Gerätekoordinaten, transformierte Bildkoordinaten
X, Y, Z	Objektkoordinaten