

(IV-51) 慣性装置を用いたカメラの外部標定要素の決定

千葉工業大学 学生会員 ○近土輝昌

千葉工業大学 中川敬広

千葉工業大学 正会員 小泉俊雄

千葉工業大学 白井靖幸

1. はじめに

従来の写真測量では、撮影時のカメラの位置と傾きを求める外部標定を行う際に必要な条件の一つとして、1枚の写真上に地上の位置座標が既知の基準点が写っていることが必要であった。本研究は、慣性装置としての振動ジャイロと加速度計をカメラに取り付け、撮影時のカメラの位置と傾きを求める研究を行ったものである。

2. 実験概要

実験に使用した装置を図1に示し、実験状況を図2に示す。表1に実験と解析に用いた器材を示す。

実験は基線高度比を変えて3種類行った。実験は図2に示すように、慣性装置を搭載したカメラを三脚上に搭載し図3に示す測定点と基準点をステレオで撮影した。また、写真の撮影の際には慣性装置に衝撃を与えないようにレリーズを用いた。

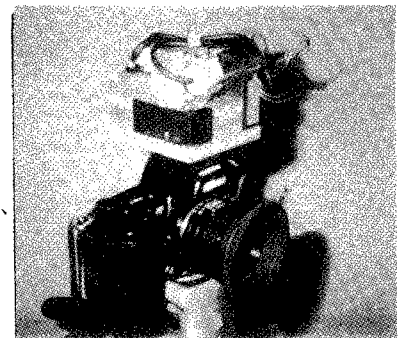


図1 実験装置

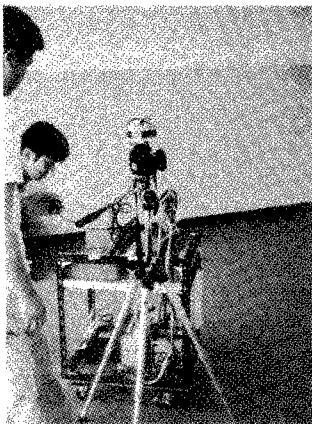


図2 実験状況

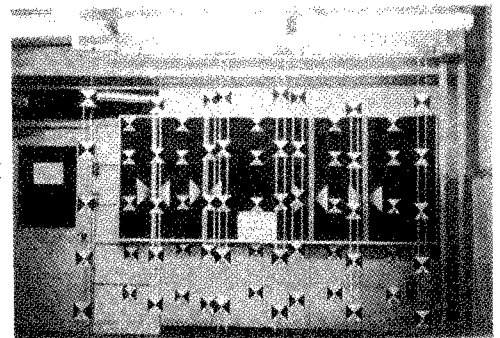
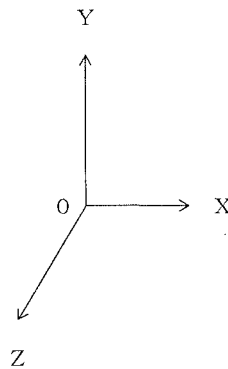


図3 測定点と基準点

表1 実験と解析に用いた器材

被写体 (測定点、基準点)	20×20cmのプラスチック板を65個配置	
使用カメラ	35ミリ小型カメラ (NIKON F801AF) 焦点距離28ミリメートル広角レンズ使用	
撮影	実験1	撮影距離5.019m, 基線長2m
	実験2	撮影距離4.019m, 基線長2m
	実験3	撮影距離4.019m, 基線長1m
写真座標の測定	デジタイザーによる測定 (株) フォトロン社製 A2-50 分解能0.025mm	
計算プログラム	社団法人日本写真測量学会 一般カメラによる三次元計測プログラム『PGMAN』	
解析パソコン	NEC PC-9801VX	

3. 解析方法および結果

解析にあたっては先ず、図3に示す基準点を撮影し、日本写真測量学会作製の一般カメラによる三次元プログラム『PGMAN』を用いて、カメラの内部標定要素である画面距離、主点のずれ、レンズ歪み係数、フィルム歪み係数を算出した。その結果を表2に示す。次に、得られた内部標定要素と慣性装置によって得られた撮影時のカメラの位置と傾きをもとにカメラを標定した。測定にあたっては撮影した写真を約六つ切りの大きさ（20cm×25cm）に拡大し、分解能0.025mmのデジタイザーで座標を測定した。

ここで解析に使用した測定点は10点、基準点は18点であり、測定点と基準点は同じ点とならないようにした。実験は実験1～3までの3種類行い、それぞれの実験の基準点と測定点は同じものを使用した。解析結果を表3に示す。

セオドライトにより測定した測定点の座標の値を真値とすると、慣性装置を用いたカメラによる測定値は真値に比べX、Y方向（平面）に対しては2cm、Z方向（奥行き）に対しては10cmのオーダーの誤差であることが分かる。また、理論値との比較で見るとX、Y方向に対しては2cm、Z方向に対して10cmのオーダーの誤差であることが分かる。

表2 使用するカメラの内部標定要素

画面距離		主点のずれ		レンズ歪み係数		
f (m)		x _P (m)	y _P (m)	d ₁	d ₂	d ₃
0.02873		-0.00007	-0.00009	-0.00337	0.03074	-0.11496
フィルム歪み係数						
p ₁		p ₂		p ₃		p ₆
0.00366		0.00063		-0.06258		0.00181
				0.03693		-0.80871

表3 慣性カメラを用いた三次元測定精度

		実験1			実験2			実験3		
		理論値	PGMAN*1	INS*2	理論値	PGMAN*1	INS*2	理論値	PGMAN*1	INS*2
高さH (m)	左写真	5.019	4.953	5.019	4.019	3.971	4.082	4.019	4.016	4.070
	右写真	5.019	5.035	4.966	4.019	4.003	4.022	4.019	3.995	4.041
基線長B (m)		2.000	2.039	1.947	2.000	2.021	1.917	1.000	1.026	1.092
基線高度比B/H		0.398	0.408	0.390	0.498	0.507	0.473	0.249	0.256	0.269
測定点の誤差	X (m)		0.002	0.023		0.002	0.025		0.002	0.037
	Y (m)		0.001	0.012		0.001	0.017		0.001	0.014
	Z (m)		0.009	0.114		0.008	0.083		0.009	0.072
精度σ	X (m)	0.004	0.002	0.019	0.004	0.002	0.021	0.004	0.002	0.033
	Y (m)	0.004	0.003	0.008	0.004	0.003	0.013	0.004	0.003	0.010
	Z (m)	0.011	0.002	0.103	0.007	0.001	0.076	0.014	0.005	0.058
ΔZ/Z (‰)			1.793	22.827		1.991	20.818		2.239	17.975

*1 PGMAN :一般カメラによる三次元プログラム『PGMAN』を用いたもの
*2 INS :慣性装置を搭載したカメラによるもの
*3 測定値の誤差 : |セオドライトの測定値－写真による測定値|
*4 精度σ : |理論値－測定値の誤差*3|
理論値の算出式 $\sigma_{x,y} = (H/f) \cdot \sigma_f$ $\sigma_z = (H^2/f) \cdot (1/B) \cdot \sigma_f$ $f = 0.028m$ $\sigma_f = 0.025mm$
注) PGMAN, INSの*3, *4, ΔZ/Zの表中の値は、測定点10個の平均値である。

4. あとがき

本研究は慣性装置を用いてカメラの外部標定要素を算出し、基準点が不要な写真測量の開発を行ったものであり、今後さらに精度の向上にはかるものである。