

慣性写真測量の実用化に関する基礎的研究

千葉工業大学 正会員 小泉 俊雄
千葉工業大学 学生会員 ○宮坂 正樹

1. はじめに

一般に写真から地図を作成する写真測量では、地上に基準点と呼ばれる点を数点設置し、その位置を地上測量で測定しておき、さらにその位置が写真で写るように、そこに対空標識を設置する必要があるなど多くの労力と時間がかかる。一般の写真測量は写真に写っているこの基準点を用いて、撮影時のカメラの位置と傾きを計算し図化するのである。本研究はデジタルカメラに慣性計測装置（IMU: Inertial Measurement Unit）を取り付けることにより、撮影時のカメラの位置と傾きが基準点なしに計算出来る様にした慣性写真測量装置を作製し、それを用いて迅速に災害現場状況図を作成するためのシステムの構築を目指した。

2. 慣性写真測量装置の作製

2.1 装置の作製

作製した慣性写真測量装置は災害現場等の多少足場が不安定な場所での撮影も可能となるように背負子式のものとした。装置は図1に示すように、カメラとIMUを搭載した撮影部と、バッテリーとパソコンを搭載したコントロール部に分けた。



撮影部 コントロール部
図-1 慣性写真測量装

2.2 使用機器

カメラは一眼レフデジタルカメラの canon EOS-1Ds Mark2 DIGITAL を使用した。画面サイズは $36 \times 24\text{mm}$ であり、カメラ部有効画素数は約 1670 万画素、総画素数は約 1720 万画素である。IMU は

キーワード：慣性航法装置、IMU、写真測量

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学工学部建築都市環境学科小泉研究室

TEL047-478-0450 E-mail: koizumi.toshio@it-chiba.ac.jp

多摩川精機（株）の TA7431 を使用した。センサー部の角速度計は米国 Kearfott 社製の T-16B 型のモノリシックリングレーザージャイロでバイアスは $+0.3\text{deg/h}$ である。加速度計は米国 AlliedSignal 社製の QA-1200 型の高精度加速度計でバイアスは $+300\text{microG}$ である。

3. 解析方法

3.1 使用した図化機

解析には実体視により計測するインターグラフ社のデジタル図化機 Imagestation SSK Pro を用いた。

3.2 誤差の補正について

本研究では、慣性データの誤差として影響力の大きい零点誤差、ZUPT 処理（静止時は速度ゼロ）を行った。

4. 学内基礎実験

4.1 実験概要

作製した慣性写真測量装置を用いて、千葉工業大学の校舎およびコンクリート廃棄場をガレキと見立てて図化を行った。ガレキの写真を図2に、校舎の写真を図3に示す。写真中に設置されている点はトータルステーションで計測した点であり、測定精度の検証に用いた。撮影は平行撮影でオーバーラップが 60%以上となるようにした。撮影風景を図4に図化風景を図5に示す。



図-2 ガレキ

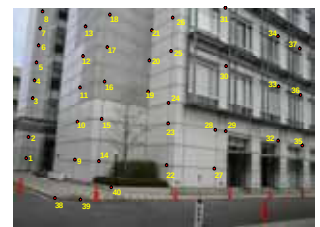


図-3 校舎



図-4 撮影風景



図-5 図化風景

5. 測定結果

5.1 測定誤差

ガレキおよび校舎の標定点について、図化機による測定を行い、トータルステーションで測定した実測値（真値とした）と長さの比較を行った。ガレキにおける結果を表1に、校舎における結果を表2に示す。表の通り誤差は、おおむね10cm-20cmにおさまった。

表-1 ガレキにおける測定結果

測定と実測の長さの比較表			
測定距離区間	測定(m)	実測(m)	精度(m)
	$\Delta L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$	$\Delta l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$	$\Delta L - \Delta l$
7-9の距離	2.265	2.036	-0.229
1-3の距離	2.308	2.069	-0.239
7-1の距離	3.439	3.125	-0.314
9-3の距離	3.478	3.183	-0.295
5-1の距離	1.833	1.688	-0.145
5-9の距離	2.095	2.031	-0.064
13-14の距離	4.683	4.253	-0.430
16-15の距離	4.687	4.251	-0.436
13-16の距離	0.443	0.404	-0.039
14-15の距離	0.414	0.376	-0.038
21-22の距離	8.227	7.927	-0.300

表-2 校舎における測定結果

測定と実測の長さの比較表			
測定距離区間	測定(m)	実測(m)	精度(m)
	$\Delta L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$	$\Delta l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$	$\Delta L - \Delta l$
14-22の距離	4.467	4.418	-0.048
18-26の距離	4.321	4.416	0.095
14-18の距離	9.142	9.140	-0.002
22-26の距離	9.022	9.141	0.119
1-22の距離	24.470	24.846	0.376
8-26の距離	25.337	26.080	0.743
1-8の距離	17.351	17.107	-0.244
38-39の距離	1.190	1.075	-0.115

5.2 図化結果

ガレキについては、平面図、立面図、鳥瞰図をそれぞれ奥行き方向の等値線10cmで描画した。鳥瞰図を図6に示す。校舎についても、平面図、立面図、鳥瞰図を描画した。鳥瞰図を図7に示す。

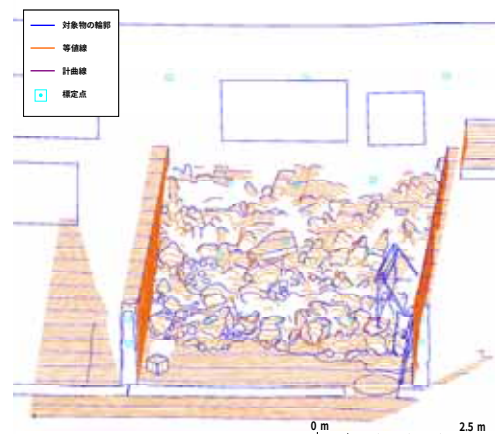


図-6 ガレキ鳥瞰図

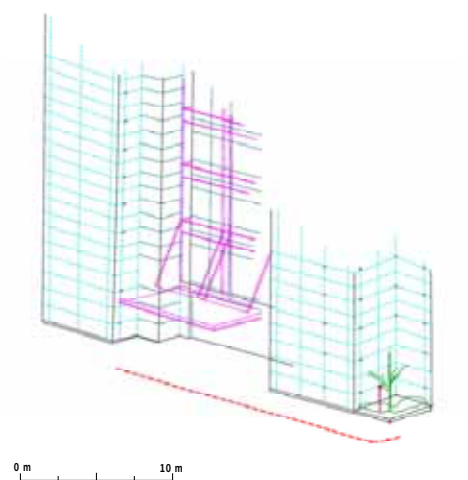


図-7 校舎鳥瞰図

6. 結果と今後の課題

慣性写真測量装置の開発及び慣性写真測量装置の現場状況図作製への有効性を検討した。慣性写真測量装置の開発にあたり、足場の悪い災害現場等での撮影を考慮し背負子式とした。現場状況図の図化精度は基礎実験の結果、ノンプリズムトータルステーションでの測定結果との誤差は、おおむね10cmから20cmの範囲に収まり比較的精度の高い現場状況図が作製できた。今後の課題として、慣性カメラ装置の利便性（操作性、携帯性）の向上と測定精度の向上の研究を行う。

参考文献

- 1)小泉俊雄 白井靖幸:慣性写真測量の開発に関する基礎的研究, 写真測量とリモートセンシング Vol.36, No.3(1997)
- 2)村井俊治 他:解析写真測量, (1994)
- 3)相原修 他: 慣性測量装置の開発, 日本測量技術協会 APA No.744 (1999).
- 4)白井靖幸 小泉俊雄:慣性写真測量カメラの開発研究, 応用測量論文集 2002.7 Vol.13 (2002),