

慣性写真測量における核線を用いたステレオマッチング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 鈴木 英文
 千葉工業大学 学生会員 ○田澤 公康

1. はじめに

慣性カメラはカメラの移動時間に伴い、カメラの外部標定要素に誤差が累積する。カメラの外部標定要素をカルマンフィルターを用いて補正する外部情報データとして、被写体の3次元位置の測定データを利用したい。そのための基礎的研究として、慣性写真測量における核線を用いた自動ステレオマッチングによる被写体の3次元測定法を試みた。

2. カメラの外部標定要素を補正するための研究の考え方（最終的利用目的）

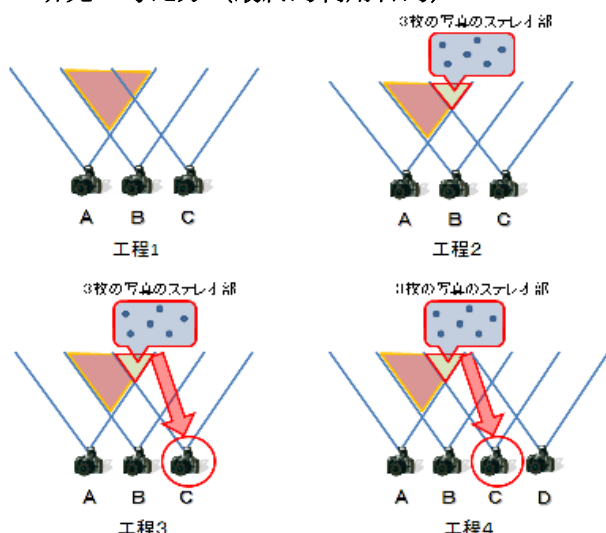


図-1 カメラの外部標定要素を補正するための研究の流れ

(1) 研究の流れ

工程 1； A、Bカメラで撮影されたステレオ写真部の被写体の3次元座標値を慣性装置より算出したカメラの外部標定要素を用いて算出する。
 工程 2； A、B、Cカメラで撮影されたステレオ写真部のうち、Cカメラにも写っている被写体の3次元座標値を選定する。

工程 3； 工程 2 で選定した被写体の3次元座標値を用いて空中三角測量よりCカメラの外部標定要素を算出する。

工程 4； Bカメラと、求められたCカメラの外部標定要素を用いて、B、C、Dカメラで撮影されたステレオ写真部の被写体の3次元座標値を算出する。

以下、順次同様に行う。

3. 慣性写真測量における核線を用いたステレオマッチング

(1) 核線

図 2 は核線について示したものである。写真面 1 と O_r 、写真面 2 と O_l は2台のカメラのフィルム面とレンズの位置を示したものである。この図に示すように写真面 1 の上の被写体Aの像点 a_r と投影中心 O_r, O_l を通る平面を核面という。被写体Aの写真面 1 と写真面 2 の写真上の像点 a_r, a_l は、A、 O_r, O_l を含む核面が作る右の写真上の核線の上にある。

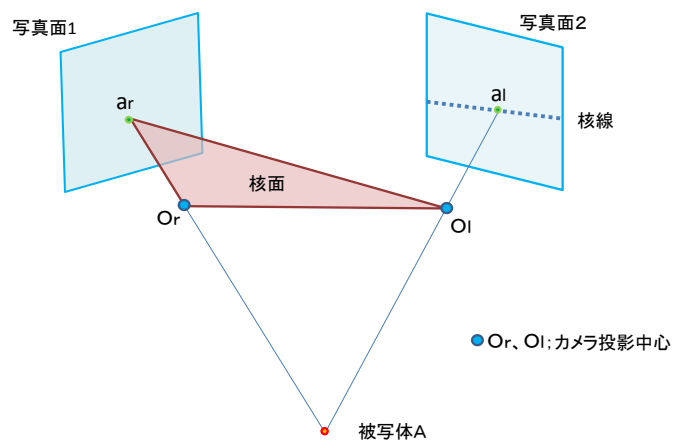


図-2 解析理論図

キーワード 慣性測量, 測量, ステレオマッチング, 核線, RGB

連絡先 〒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 TEL 047-478-0450 E-mail: koizumi.toshio@it-chiba.ac.jp

(2) 解析理論

図-2 に示すように被写体Aに対して2方向から撮影を行う。次に慣性装置より算出したカメラの外部標定要素を用いて、被写体Aの写真面1の像点 ar の対応点 $a1$ を写真面2の上で探し出す。それには像点 ar 、投影中心 $0r, 01$ 、を含む面と写真面2との交線である核線を描く。そしてこの核線上のピクセル番地を抽出し、それぞれのピクセルのRGB（赤（Red）、緑（Green）、青（Blue））を求め、 ar に最も近いRGBを持つ写真面2のピクセル値を対応点として決定する。

(3) 核線の方程式

式①～③に示す方程式より核線式を得る。

①地上座標系の核線の式

$$Z = \frac{-(A_1 m_2 - l_2 B_1)Y - (A_1 d_2 - l_2 D_2)}{(A_1 n_2 - l_2 C_1)}$$

②地上座標系から写真座標系への変換式

$$x p_1 = a_{11}(X_{11} - X_{01}) + a_{12}(Y_{11} - Y_{02}) + a_{13}(Z_{11} - Z_{01})$$

$$y p_1 = a_{21}(X_{11} - X_{01}) + a_{22}(Y_{11} - Y_{02}) + a_{23}(Z_{11} - Z_{01})$$

$$-c = a_{31}(X_{11} - X_{01}) + a_{32}(Y_{11} - Y_{02}) + a_{33}(Z_{11} - Z_{01})$$

③写真座標上での核線の方程式

$$y - y p_1 = \frac{y p_2 - y p_1}{x p_2 - x p_1} (x - x p_1)$$

4. 実験

上述した理論に基づいて、野外において実験を行い、本理論の有効性について検討を行った。使用機材を図3と図4に示す。カメラの仕様は画面サイズ：36×24mm、カメラ部有効画素約：1670万画素、総画素：約1720万画素、使用したレンズ：35mmである。



図-3 使用したカメラ
(Canon EOS-1Ds Mark II)



図-4 慣性測定装置
(IMU)

撮影は背負子にIMU、デジタルカメラを取り付け、千葉工業大学津田沼校舎3号館屋上から4号館を撮影した。4号館までの距離は約70mであり、撮影基線長は15mである。実験状況図を図-5、解析に使用したステレオ写真を図-6に示す。

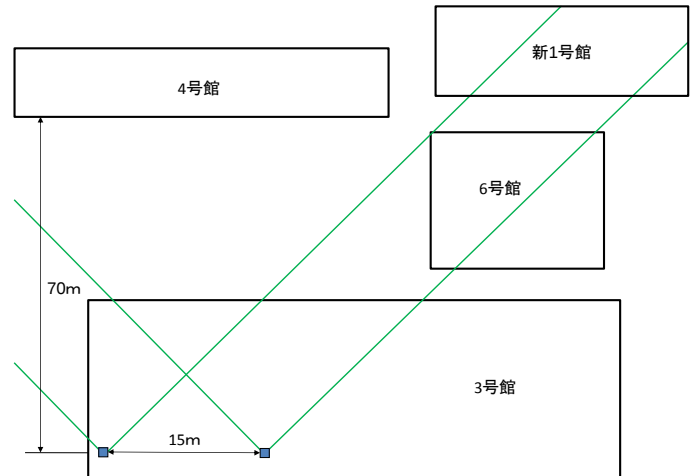


図-5 実験状況図



図-6 解析に使用したステレオ写真

4. 結論

手動でのステレオマッチングと核線による自動ステレオマッチングにより求めた結果を以下に示す。これによると平面では約70cm、奥行き方向で約1mの誤差であった。

[m]

自動マッチング	
Xm	-18.920
Ym	10.845
Zm	-67.954
手動 (photomodeler6)	
Xf	-18.172
Yf	10.122
Zf	-66.642

[m]

自動-手動	誤差
Xm-Xf	0.749
Ym-Yf	0.724
Zm-Zf	1.312