

京都大学工学部 正会員 ◦岡本 厚
 岡山大学工学部 正会員 服部 進
 興村組 正会員 西川 博雄

1. 緒言

航空機からのMSS画像の幾何的歪を解析するためには、写真測量の場合と同様、スキャナーの外部標定要素の変動に帰因する歪とその他の要因による歪とに分けて差えるべきであろう。しかしながら、後者の幾何学的歪(これは写真測量の場合の内部標定要素の誤差による歪に当たる。)を厳密に把握することは非常に困難であるので、ここでは前者の幾何的歪のみを対象とすることにする。

2. MSS画像の幾何的歪

スキャナーの外部標定要素の変動に帰因するMSS画像の幾何的歪に関する研究としては、G. Konecnyの投影モデル⁽¹⁾が挙げられる。このKonecnyの考え方を基礎にして、日本の地形のように比高のある場合のMSS画像の投影関係を考えたりしよう。スキャナーの外部標定要素の変動が比較的小さい場合を考えると、中心投影画像の投影関係を用いて、MSS画像に当ては式(1)のよう関係が得られる。式(1)では画像がtan補正されていると仮定しており、また、(X, Y)は地上座標、(x, y)は写真座標、cは画面距離、Hは平均飛行高度、Z_Hは平均地表面までの高さを表わしている。

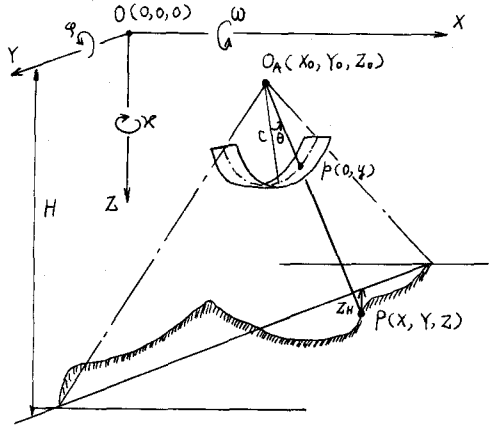


図-1 MSS画像の投影関係

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= (H - Z_H) d\varphi_x - \frac{y}{c}(H - Z_H) dx_i + \frac{H}{c} dx_{0i} \\ \Delta Y &= -(1 + \frac{y^2}{c^2})(H - Z_H) d\omega_i + \frac{H}{c} dy_{0i} - \frac{y}{c} H d\epsilon_{0i} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

さらに、 $\Delta X = X - \bar{X}$ 、 $\Delta Y = Y - \bar{Y}$ であり、 (\bar{X}, \bar{Y}) は、

$$\bar{X} = \frac{H}{c} x, \quad \bar{Y} = \frac{H - Z_H}{c} y$$

より計算できる。

つぎに、スキャナーの外部標定要素の時間的変動量と $\Delta d_i = a_{i0} + a_{i1}X + a_{i2}X^2 + a_{i3}X^3 + \dots$ ($i=1 \sim 6$) のように、MSS画像のX座標に因する高次多項式で表わすことにし、これを式(1)に代入すると

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= (H - Z_H)(a_{10} + a_{11}X + a_{12}X^2 + a_{13}X^3) - \frac{y}{c}(H - Z_H)(a_{30} + a_{31}X + a_{32}X^2 + a_{33}X^3) + \frac{H}{c}(a_{20} + a_{21}X + a_{22}X^2 + a_{23}X^3) \\ \Delta Y &= -(1 + \frac{y^2}{c^2})(H - Z_H)(a_{50} + a_{51}X + a_{52}X^2 + a_{53}X^3) + \frac{H}{c}(a_{40} + a_{41}X + a_{42}X^2 + a_{43}X^3) - \frac{y}{c}H(a_{60} + a_{61}X + a_{62}X^2 + a_{63}X^3) \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

のようになる。式(2)を地上基準点について立て、最小二乗法を適用して解けば、MSS画像の各スキャンラインごとの外部標定要素を計算することができ、さらにMSS画像上のすべての点の外部標定要素の変動による幾何的歪の大きさを求めることができる。

しかしながら、前述のように外部標定要素の時間的変動量とMSS画像のX座標に因する高次多項式で近似した場合、長いストリップに当てはると不十分と多量と干渉される。そこで、このような場合ストリップを四-2のようになくつかのセクションに分割し、各セクションについてそれぞれ単独に式(2)を立てる手法について考えてみることにする。そして、セクション(i)とセクション(i+1)の接続点上で両者の外部標定要素をそれぞれ

この1次微分が相等しいという拘束条件を代入して考
えてみることにする。



図-2. ストリップの分割

3. 実例

京都市を流れる賀茂川に沿って撮影されたMSS

画像が入りこいたので、これを利用して前述の方法の実証を行なってみた。なお、この地域では比高が数%ほど認められたので、比高の影響を考慮した式(3)を適用することにした。使用したMSS画像の写真座標、および地上基準点座標その他についての詳細は岡山大学工学部服部氏の報告にみられるので、ここではそれらを略すことにする。

実証計算は(1)地形を平理と仮定した場合、(2)比高の影響を考慮した場合の両方について実施し、かつ(2)の場合については、(4)ストリップを分割しない場合、(5)2つのセクションに分割する場合、(6)3つのセクションに分割する場合について検討した。

また、対象地域の比高は必ずかであるので6個の外

	比 高 考 慮					
	1セクション		2セクション		3セクション	
	基準点 38個	全観測点 85個	基準点 38個	全観測点 85個	基準点 38個	全観測点 85個
E_x	10.7 ^m	11.2 ^m	8.7 ^m	10.9 ^m	5.6 ^m	9.0 ^m
E_y	8.3 ^m	9.2 ^m	5.9 ^m	7.6 ^m	2.8 ^m	7.4 ^m
P_x	4.0 ^{pixel}	4.3 ^{pixel}	3.3 ^{pixel}	4.1 ^{pixel}	2.0 ^{pixel}	3.5 ^{pixel}
P_y	2.8 ^{pixel}	3.2 ^{pixel}	2.0 ^{pixel}	2.7 ^{pixel}	1.0 ^{pixel}	2.7 ^{pixel}

部標定要素のうち X_0 と Z_0

を十分精確できないことが予想

された。そこで、 $X_0=0$ と

拘束した場合についても検討

してみた。計算結果を表-1

の通りであるが、これは38

個の地上基準点を利用して得

られたものである。また、

全観測点の数は90個であるが、

5個のチェックポイント上で残存誤差が50^m以上と他の点上の誤差に比べて極端

に大きく、たので、これを5点を除去して85個の点を用いて精度の検討を行なった。

4. 考察

表-1の結果を検討してみると、予想された通り、ストリップを3つのセクションに分割した場合に最も良精度が得られている。参考文献(1)ではさらに好精度の結果が報告されているが、これは水平視野角が6^{mm}のMSSを使用した場合の結果であるので単純の比較は困難である。ともかく、この実験で得られたX方向で3.5ピクセル、Y方向で2.6ピクセルという残存誤差はかなり良い結果といえる。また、このように計算を行なう場合の留意点を挙げておくと、

- a) ストリップを多くのセクションに分割する方法は効果的であるが、それだけ地上基準点の数を増やす必要があること、未知数の数が増えること等の欠点がある。
- b) 対象地域の比高が小さい場合、得られた外標定要素の値が実際の値とかなりかけ離れたものになることが多いので、外標定要素の一部を拘束する必要がある。

等が考えられる。

なお、この実例で使用したMSS画像を提供して下さい、デジタル航測K.K.の瀬本正隆、成沢憲太郎両氏に感謝する次第である。

参 考 文 献

G. Konecny: Mathematische Modelle und Verfahren zur geometrischen Auswertung von Zeilenabtaster-Aufnahmen, Bildmessung und Luftbildwesen, 44 Jg. S. 188-197, 1976.