

岡山大学 正 森 忠次
 岡山大学 正・服部 進
 大津市 正 谷野 和弘

1. はじめに

航空機で撮影されたMSSデータは、フィルムに焼付けたり、AD変換してラインプリンタやディスプレイに出力して観測する。航空機によるMSS画像の歪補正に関する資料はあまり報告されていないので、ここでは、アナログプロセッサ/フォトリンタ出力の画像を、1万分の1都市計画図から基準点を拾って解析的に歪の補正を試みた結果を述べる。

2. 歪補正式について

実験に使用したMSS画像は、いわゆる $\tan \theta$ 補正がなされているので、スキヤナの振り角 θ の点の軌跡をZ軸とすると、図-1を参照して標定要素が全て0のときの投影座標 \bar{x}, \bar{y} と、地上の基準点座標とのずれ $\Delta X, \Delta Y$ は、次式で与えられる。^{1) 2)}

$$\bar{z} = (z/c)H, \quad \bar{y} = (y/c) \tag{1}$$

$$\Delta X = X - \bar{x} = (H - Z_H)d\varphi - (y/c)(H - Z_H)d\kappa + dX_0$$

$$\Delta Y = Y - \bar{y} = -(1 + (y/c)^2)(H - Z_H)d\omega + dY_0 - (y/c)dZ_0 \tag{2}$$

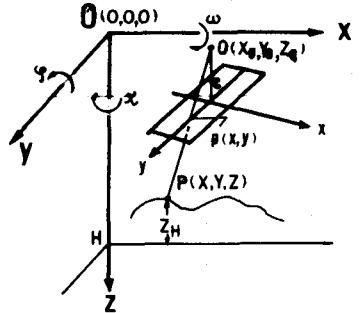


図-1 MSS画像の標定要素

外部標定要素は本来時間の関数であるが、ここでは写真座標 z の関数に置いて、 $z^* = z/c, y^* = y/c$ と書き、

$$\left. \begin{aligned} d\varphi &= A_{10} + A_{11}z^* + A_{12}z^{*2} & d\omega &= A_{20} + A_{21}z^* + A_{22}z^{*2} & d\kappa &= A_{30} + A_{31}z^* + A_{32}z^{*2} \\ dX_0 &= H(A_{40} + A_{41}z^* + A_{42}z^{*2}) & dY_0 &= H(A_{50} + A_{51}z^* + A_{52}z^{*2}) & dZ_0 &= H(A_{60} + A_{61}z^* + A_{62}z^{*2}) \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

で表わす。すると $\Delta X, \Delta Y$ は写真座標 z の関数で表わすことができる。すなわち、

$$\Delta X = A_{10}(H - Z_H) + A_{11}(H - Z_H)z^* + A_{12}(H - Z_H)z^{*2} - A_{30}Hy^* - A_{31}Hz^*y^* - A_{32}Hz^{*2}y^* + A_{40}H + A_{41}Hz^* + A_{42}Hz^{*2}$$

$$\Delta Y = -A_{20}H(1 + y^{*2}) - A_{21}Hz^*(1 + y^{*2}) - A_{22}Hz^{*2}(1 + y^{*2}) + A_{50}H + A_{51}Hz^* + A_{52}Hz^{*2} - A_{60}H - A_{61}Hz^* - A_{62}Hz^{*2} \tag{4}$$

もしも地盤が充分な比高を持っていれば、各係数は最小二乗法によって求めることができる。また、これとは全く別に、 $\Delta X, \Delta Y$ を画像の歪として、高次多項式を用いて補正することも試みた。すなわち、

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= A_0 + A_1z^* + A_2y^* + A_3z^{*2} + A_4z^*y^* + A_5y^{*2} + \dots \\ \Delta Y &= B_0 + B_1z^* + B_2y^* + B_3z^{*2} + B_4z^*y^* + B_5y^{*2} + \dots \end{aligned} \right\} \tag{5}$$

3. 実験の概要

実験に使用したMSS画像の諸元を表-1に示す。画像は南北方向に長い透明陽画で、最も鮮明度の良い赤バンドを用いた。座標測定は、非常に画面が大きいのと、画像の解像力が悪いので、50分の1mmマイクロプロッタ(武藤工業製)を使用して行。たが、そのため基準点の選定は、プロッタの測定可能面積の制約から、画像上12/1mm x 650mmの範囲で行った。基準点は全画面をなるべく均等にとったが、画面の東西は山地であって、明確な地点が選べない部分はいくつかあった。基準点としては、道路交差点の中央、全長20~30m程度の橋の中央、疏水の曲がり角等を選んで全部で90点となった。基準点の地上座標 X, Y は1万分の1都市計画図から測定したが、地図投影法に基づく歪は微少であるからこれを無

表-1 MSS画像の諸元一覧

撮影機関	アジエ航測KK
MSS	DAEDALUS-DS1250
撮影期日	S. 50. 9. 2
撮影区域	京都市東部(高野~深草)
使用Ch.	Ch. 7 (0.65~0.69 μ m)
飛行高度	980 m
画面距離	75.41 mm
処理手法	アナログプロセッサ/フォトリンタ
画像サイズ	121 mm x 990 mm

視した。基準点は、地図上、画像上それぞれに、Zeissの点刺器MK(刺針直径0.1mm)を用いて点刺した。写真および地図の座標測定は、マイクロプロッタで2回づつ行い、平均値をとった。Z座標については、別に250分の都市計画図(等高線間隔2m)から読みとった。

写真座標軸を定めるため写真下端わきの座標をわきに沿って10°間隔で測定し、最小二乗法により中線を求めて、これをZ軸にし、Z軸に直交してY軸とした。地上のXY座標も写真座標軸に近似的に位置を対応づけて座標変換を行った。式(1)から、地上投影座標と基準点座標のずれ $\Delta X, \Delta Y$ を計算して図-2に示した。図の黒丸は地上での基準点の位置を示し、そこからのびる線分で $\Delta X, \Delta Y$ の方向と大きさを示すがかなり系統的にずれていることがわかる。式(5)について1次、2次、3次式をとった。またフォトリソによる処理では、ジャイロ信号による補正があるので、式(4)の dw の項を除いた式についても計算してみた。補正は全画面を用いる場合と1/2画面

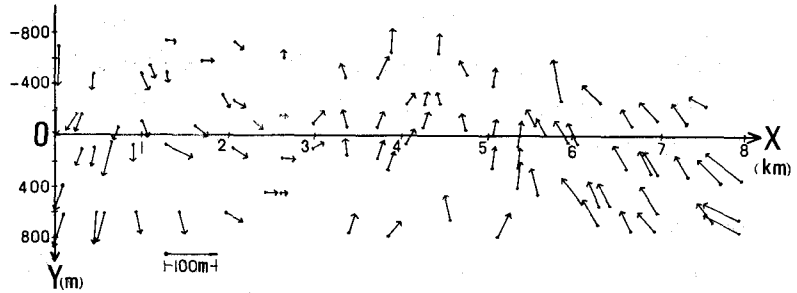


図-2 地上座標での基準点の配置と $\Delta X, \Delta Y$ の大きさおよび方向

表-2 各補正式による残差の平均二乗誤差

補正式	コントロールポイントの残差二乗平均			チェックポイントの残差二乗平均		
	点数	X方向(m)	Y方向(m)	点数	X方向(m)	Y方向(m)
1次式	26	21.3	24.7	64	26.0	18.1
	22	18.6	16.7	22	15.5	14.6
2次式	26	13.9	13.4	64	15.8	18.0
	22	12.4	12.8	22	14.6	17.9
3次式	26	10.2	6.9	26	13.7	12.1
	22	9.5	6.3	22	13.2	11.5
式(4)	29	10.4	6.6	61	14.8	11.7
	30	8.6	4.5	19	14.4	10.6
式(4)からdwを除いた式	29	10.4	6.9	61	14.8	11.5
	30	8.6	6.5	19	14.4	10.3

①当然予想されることであるが、補正距離は短い方が精度が高い。1/2画面を使った場合の残差の二乗平均は1/2画面よりおおむねすかに改善される程度であった。

②(4)式と2次、3次補正式の結果に大差がなかったのは、地盤に比高が少なかったためで、逆に、平坦な地形であればどの式でも似た結果が得られる。またこのため、 $d\varphi$ と dx_0 の係数を独立に求めることができます。係数間の相関係数が大きくなって、異常な数値が出た。

③式(4)と式(4)から dw を除いた式による結果は大差がないが、これはジャイロによる補正が正しくなっているからであるか、画像のずれに φ による項が大きいものでなければ、即答できない。

④このほかに、フォトリソで焼付けたときの歪が相当ある。またスキヤナのスキャン角0°の画像位置が不明で、画面わきの中線をZ軸にしている。地盤比高がある場合、より厳密にスキヤナの位置、姿勢を決定することが必要で、このためには、フォトリソ画像中にスキヤナ角と時間に関する指標が入る必要がある。

参考文献

1) Konrecy, Gottfried; Mathematical Models and Procedures for The Geometric Restitution of Remote Sensing Imagery, XIII. Congress of The International Society for Photogrammetry, Helsinki, Finland, July 1976
 2) 岡本 厚; リモートセンシングの幾何学, 昭和52年度土木学会年次学術講演会概要集