

画像相関を使った 空中写真からの標高測定について

岡山大学

岡山大学

岡山大学

修成建設コンサルタント

正 森 忠 次

正 服 部 進

学 内 田 修

学 〇 田 近 弘 志

1. はじめに

本研究は、白黒実体空中写真対から計算機の制御のもとで、等高線の自動描画を行おうとするものであって、デジタル化された写真対の画像相関をとることにより対応点を探索し、視差から標高を測定しようとするものである。
(文献1)

2. 対応点探索の原理

左・右写真上で対応点を見出す方法として、本研究では一次元探索法(線的探索法)を適用した。その際、計算時間を短縮するために、別に求めた相互標定要素を用いて、あらかじめ左・右画像の偏位修正を行った。偏位修正後の画像には理論上縦視差は存在せず、計算機処理上非常に都合がよい。しかしながら、偏位修正後の画像をグレイ・マップに描いたところ、約1〜2ピクセル(1ピクセルの大きさは写真上で50μ×50μ)の縦視差がみられた。これは、写真を分解する時に入った歪みの影響が残存しているためである。

3. 標高測定実験の手法と結果

一次元探索法を用いて対応点を探索する場合、ある程度対応点を予測して探索を行う方法として地上面走査型探索法がある。

この方法は、地上面に格子(格子間隔は10mとした)を想定し、この格子点の標高を順次求めていくもので、以下の過程に従って実験を行った。なお、図2において左・右画像は偏位修正が施されているものとする。

(1) 地上面の最初の格子点Pの互座標の近似値として $\bar{z}_g$ を与える。

(2) 点P($x_g, y_g, \bar{z}_g$)の写真上の点 $P_1(x_{c1}, y_{c1})$, $P_2(x_{c2}, y_{c2})$ を計算し、これを近似対応点とする。

(3) 点 P_1 を固定し、点 P_2 の付近で点 P_1 に対する正しい対応点 $P'_2(x'_{c2}, y_{c2})$ を画像の相互相関をとることにより求める。その際、相関係数が最大となる点を対応点とした。

(4) 点 P_2 と点 P'_2 のX軸方向の視差 Δx_{c2} ($\Delta x_{c2} = x_{c2} - x'_{c2}$)より、点Pから $\Delta x_g, \Delta y_g$ だけ離れた点P'の互座標 z_g ($z_g = \bar{z}_g + \Delta z_g$)が求まる。しかしながら、 Δz_g に比して $\Delta x_g, \Delta y_g$ が小さいため、この $\Delta x_g, \Delta y_g$ は無視できる。したがって点P'の互座標を点Pの互座標とする。

(5) 地上面の格子点Pの次の格子点の互座標の近似値として、点Pの互座標を与え、(2)~(4)の操作を繰り返すという処理を地上面のすべての格子点について行う。ただし、地上面の走査は y_g 軸に平行に行うものとする。

なお(3)の過程において、相関係数としては、次式を

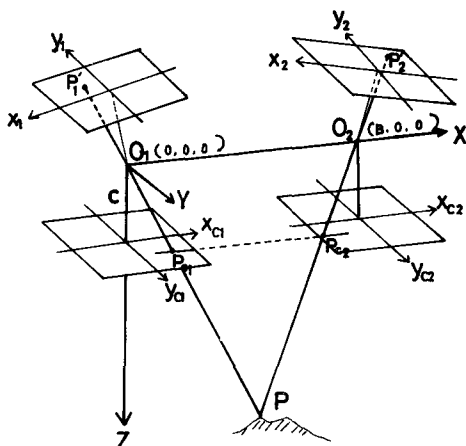


図1 偏位修正

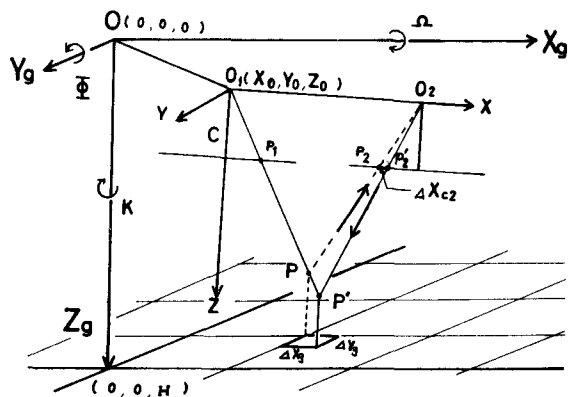


図2 標高測定

用いた。

$$\rho = \sigma_{x_1, x_2} / \sqrt{\sigma_{x_1, x_1} \cdot \sigma_{x_2, x_2}}$$

ただし、 σ_{x_1, x_2} は相互共分散、 σ_{x_1, x_1} 及び σ_{x_2, x_2} は自己共分散であり、左・右写真濃度の信号レベルはあらかじめ等しくされているものとする。以下に順次改良した4つの実験について概説する。

実験1. 左・右画像上で相互相関をとる際、相関パツチの大きさを試験的に変えながら相関係数を計算した。しかしながらこの方法では平野部、山地部を問わず全体的に正しい対応は得られなかった。

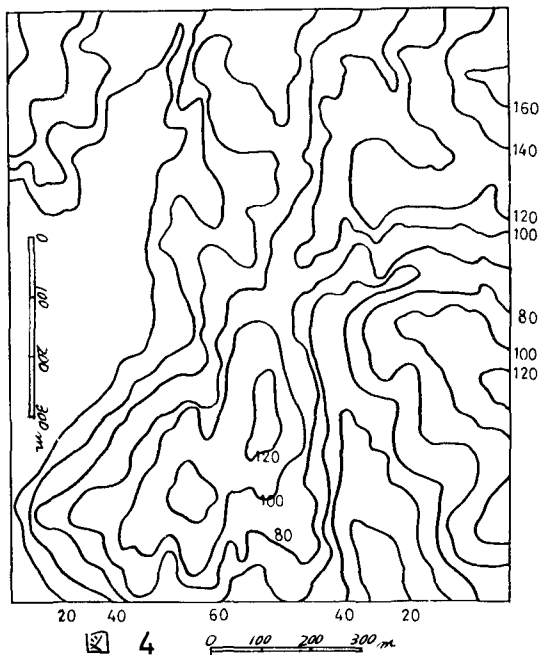
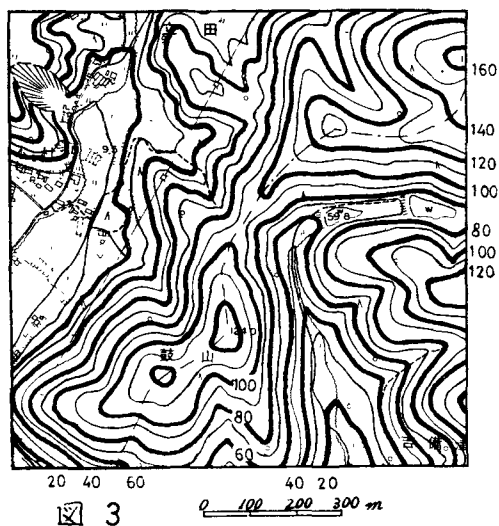
実験2. 偏位修正後の残存縦視差を考慮し、左・右画像の相関パツチを5×5ピクセルの小領域に分け、左画像においては小領域の濃度値の平均値を代表値とし、右画像においては小領域の中心の濃度値を代表として相関係数を計算した。この方法には高周波ノイズの除去という効果も含まれているが、山地部においては正しい対応は得られなかった。

実験3. 高低差による左・右画像の伸縮を考慮し、相関パツチの代表値にコサイン2乗カーブで重み付けを行い、伸縮の小さい相関パツチ中心部の影響が大きくなるようにした。この方法では、山地部においても比較的正しい対応は得られたが、比高の急変する地形においては、対応点の探索は不可能であった。

実験4. 対応点の予測の方法として、Yq方向のみから互座標を予測せずに、Xq方向からも予測を加えた。これにより実験3で求めたD.T.M.は大幅に改善された。この実験により得られた等高線を図4に示す。なお、この領域の地形図を図3に示す。

4. 考察

比高の急変する地形においては高低差による左・右画像の伸縮がはげしく、また片方の写真にしか写っていない部分があり、そのようなところでは相互相関をとっても正確に対応点が求まらなかった。また湖などにおいても両者の信号がホワイト・ノイズになってしまい、正しい対応は得られなかった。したがって本研究の最終目標である等高線の自動描画までは至らなかったが、このような問題点は相関パツチの大きさを変化させたり、左・右画像の伸縮を考慮して探索を行うことにより解決されるであろう。



参考文献

1. Kreiling, Walter ; OFFLINE IMAGE CORRELATION IN GENERAL-PURPOSE COMPUTERS, Symposium über den Einsatz digitaler Komponenten in der Photogrammetrie, HANNOVER 1978