

高速フーリエ変換による画像の α -視差の予測

西山大学

アジア航測

八雲建設コンサルタント

正 服部 進

正 内田 修

正 ○ 浜手 慎也

1 はじめに

本研究は、実体空中写真対から地物の標高を自動的に測定し等高線を描画することを目的としている。地物の標高を測定する手法には左右画像の対応点の探索処理（これを位置同定という）が含まれるが、位置同定には5つの規準が考えられている（文献1）。本研究では、そのうち高速フーリエ変換を用いて写真対の局部ごとの位相差を求めて、位置同定を行った。最終的には、位置同定法に改良の余地が多分にあり α -視差の正確な計測には至らなかったが、標高測定に至るまでの手法および各種実験について考察を加えていくことにする。

2. 対応点探索における準備

実用的な観点からはオンライン処理が必要であるが、実験設備の点からオフラインで処理する方式にした。画像処理を行うために、まず実体空中写真対を画像分解し写真の濃度値をデジタル化した。デジタル化された空中写真対上で対応点探索を行う際、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では縦視差は存在せず、計算機処理上非常に都合がよい。

3. 対応点探索手法

実験においては、左画像の各点に対し右画像上の同一 y 座標上に対応点を探索し α -視差を計測した。しかし、最初から細かい画像点について対応点探索を行うと探索を誤る危険性が大きい。次の操作を行った。

(1) 4×4 点の濃度値を平均して代表濃度値とする操作を左右画像の全面について行い、それをスラップ1画像とする。その例を図1に示す。以下、この論文では代表濃度値の数の単位をピクセルと呼ぶ。

(2) スラップ1左画像上にリサンプリングのための節点を x, y 方向とも8ピクセルおきに配置する。これは、元の画像においては32点おきに配置することになる。

(3) (2)において設置したリサンプリング用節点について、その対応点を右画像上に探索する。そこで、リサンプリング用節点の各点においてその点を中心に x 方向32ピクセルの濃度値を取り出してきて、それを32個の数列

$$X(n), n = 0, 1, \dots, 31$$

とする。また、スラップ1右画像の同じ y 座標上から x 方向32ピクセルの濃度値を取り出してきて、それを32個の数列

$$Y(n), n = 0, 1, \dots, 31$$

とする。32個の数列の取り出し方を図2に示す。

$X(n), Y(n)$ を周期32の離散信号であるとする。それらの相関係数 $R(\tau)$ は次式に示すように両信号の位相差 τ の関数になる。

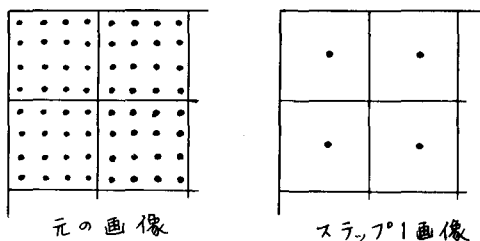


図1. スラップ1画像の作製

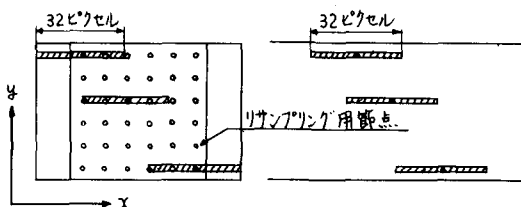


図2. 32個の数列の取り出し方

$$R(\tau) = \frac{\sum_{n=0}^{31} X(n) \cdot Y(n+\tau)}{\sqrt{\sum_{n=0}^{31} \{X(n)\}^2} \cdot \sqrt{\sum_{n=0}^{31} \{Y(n)\}^2}}$$

- $R(\tau)$ の計算では、高速フーリエ変換 (FFT) を用いて処理することにより、計算時間を大幅に短縮した。そして、最大の $R(\tau)$ を与える位相差 τ を求め X -視差に変換し、その値をリサンプリング用節点に与える。
- (4) リサンプリング用節点の X -視差を打ち消すように右画像をリサンプリングする。リサンプリング用節点以外の点には、節点がつくる四角形内を線形内挿した X -視差を与える。
- (5) ステップ1画像のマッテングを数回繰り返して右画像を左画像に収束させる。
- (6) 続いて、 2×2 点の濃度値を平均して得られるステップ2画像、そして元の画像であるステップ3画像についても順次同様のマッテングを行い、右画像を左画像に収束させる。

4. 実験1

ステップ1画像におけるマッテングの精度が悪いと、後のステップ2, 3画像におけるマッテングにおいて精度の向上が期待されない。そこでステップ1画像のマッテングを数回繰り返して行った。すると、各 X -視差は独立に修正されていき、そのために山地部などの探索を誤ったと思われる地域ではマッテングの回数を重ねるごとに X -視差が誤った値へ発散してしまう現象が見られた。

5. 実験2

実験1の結果より、各 X -視差は回りの節点に与えられている X -視差を考慮しながら修正されなければならないと考えられる。そこで、回りの節点に与えられている X -視差を平均化し当該点の X -視差とする操作を、マッテングごとに行った。これには、各 X -視差の変位を考慮しながら右画像を左画像へ徐々に収束させようとする意図がある。実験の結果、マッテングの誤りによる X -視差の発散は防ぐことができたが、地域的にマッテングの誤りを生ずる現象が山地部に見られた。

6. 実験3

対応点の探索範囲を予測対応点の左右に $\pm 2, 4, 6$ ピクセルとして、この3種について実験2と同様の実験を行った。その結果、3種のうちでは ± 6 ピクセルが最適であった。どの程度まで探索範囲を広げられるかは、位相差 τ による $R(\tau)$ の信頼性を考慮して決定されなければならない。

7. 考察

ステップ1, 2, 3画像について5回ずつマッテングを行い、そのつど X -視差の平均化を行って得られた等高線図を、図3に示す。また、実際の地形図を図4に示す。以上の実験においては、いずれのマッテングにおいてもその相関係数は0.5にも達しなかったため、今後は一次元濃度値列ではなく二次元濃度値行列によってマッテングを行い比較検討する必要がある。

参考文献

1. M. Ehlers and B. Wrobel; Digital Correlation of Remote Sensing Imagery from Tidal Lands, XIV Congress Of The International Society For Photogrammetry, 1980, p. 202 ~ p. 213

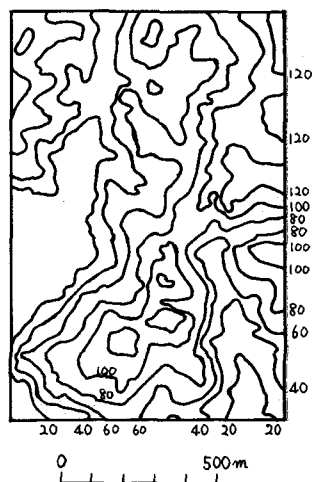


図 3

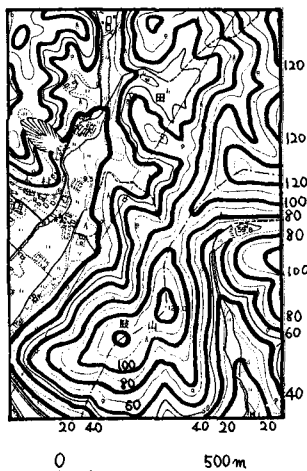


図 4