

IV-7

空中写真対からのDTMの自動作成

— 信号の位相差を反復計測する方法 —

岡山大学 正 森 忠次

岡山大学 正〇服部 進

岡山大学 宇 内田 修

1. はじめに

DTM, あるいはオルソフォトを自動的に作成するための手法は, 現在のところ全て画像相関によっている(文献1)。ここでは, その手法の1つとして, 空中写真対の局部ごとの画面全体から誤差を消去していく方法を提示する。この手法は GPM-II (文献2) のとっている手法と, 原理的には似てはいると思われるが, 機構もアルゴリズムも異なる。手法は, 左画面上に規則的にとった重複するパッチと右画面上にとったパッチとの位相のずれを高速フーリエ変換を使って計測し, 位相差のない画面に収束させるとともに, 写真上の奥のズレ差を計測するものである。この手法には, まだこれから解決しなければならない奥が深い点があるが, その筋道を紹介する。

2. アルゴリズムの概説

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。処理の流れに沿って説明する。

(1) 左右写真を画像分解する。

(2) 相互相関係数を使ってデジタル補正修正を行い, 総規正の1画面をつくる。

(3) 左右両画面を重複する処理部分に分割する。重複のかわり, 重複率, 処理部分の大きさの最適性などを考慮しなければならない。この処理部分ごとに計算機処理していくが, 左画面上の1つの処理部分をマスタ, マスタに対応する右側画面の部分をスレーブと呼ぶ(文献3)。図-1は左画面のマスタの配置の例を示した。最初スレーブとマスタとの間のズレ差は各位置で一定でなく, スレーブは歪んでいいるが, 最終的には両者のズレ差は一定となる。ここではマスタは 240×400 ピクセル, スレーブは 240×512 ピクセルにとった。

(4) マスタの上に, リサンプリングのための節点として $7/1$ 度を配置した。図-2に中央部の節点は略して黒丸で示した。節点の配置はX方向16ピクセルごと, Y方向8ピクセルごととし, 1行ごとにX方向に8ピクセルずらした。

(5) 相関パッチは, はじめ大きいものを使い, 1回に小さくしたものにしていき, マ

ッチングの精度を上げる方式をとった。そこでまず 64×256 ピクセルの相関パッチでマッチングさせ, 次に 32×128 , 16×64 ピクセルと小さくし, 計3段階で行うことにした。相関パッチの大きさと配置を, 図-2に示した。節点の配置とそろえて, 互いのパッチが規則的に重複するようにした。

(6) マスタとスレーブの対応する相関パッチの位相差, あるいは位置ずれを計算する。これには, 1次元離散フーリエ変換(DFT)を利用して, 次の手順をとった(文献4)。まず3段階の場合で代表して説明すると, まず 16×64 ピクセルのパッチから, 各スレーブにおいて, Y方向16ピクセルを中央部に重みをかけて平均し, X方向64個のデータを得る。マスタとスレーブの相関パッチからのデータは, それ

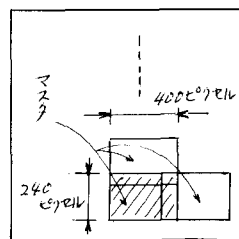


図-1 マスタの配置

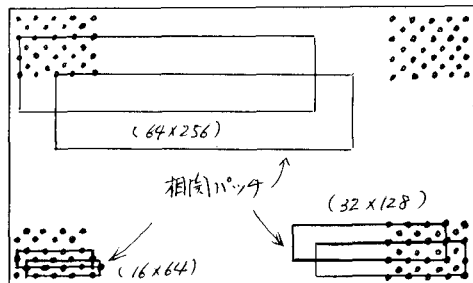


図-2 マスタ上の相関パッチと節点

それぞれ平均からの偏差をとってレベルを等しくする。マスター側とスレーブ側の濃度値列のDFTをそれぞれ

$$F_M(J), F_S(J) \quad ; J=0, 1, \dots, N/2$$

とすると、両濃度値列の位置ずれ Δx は

$$\Delta x = \Delta \cdot \arg(F_M^*(J) F_S(J)) / 2\pi(J-1) \quad (\text{ピクセル})$$

で計算できる。 Δx は各 J について求まるが、マスター・スレーブ間には、位相ずれの他にも種々の変変歪みがある。ことに高周波域は信頼できないので、最初の4項 ($J=1, 2, 3, 4$) から求めた Δx の単純平均をとつた。このため 2-radix DFT のアルゴリズムを最初の4項のみが高速に求まるよう改良した。濃度値列にデータウィンドウを施して、濃度列の中央部にウェイトを掛けることは有効かも知れないが、まだ検討していない。

(7) 位置ずれの値は又視差に変換し、パッチ内に含まれる節点にその値を与える。重複するパッチから求まる視差は平均操作を施し、幾何的矛盾が出ないようにする。

(8) 節点の又視差を打ち消すようにスレーブをリサンプリングする。節点がつくる三角形内を線型内挿し、バイリニア法でプログラミングした。

(9) 3段階のマッチングの各々を数回ずつ実行して、スレーブをマスターに一致させる。

以上の操作は1つの提案であって、ほとんど全ての段階で再考の余地がある。ことに、位置ずれの計算法、節点の配置状態、視差のフィルタリングなどは精度に大きな影響を及ぼす。さらに、オフラインで処理すると、データの転送、リサンプリングの処理に時間がかなり過ぎる上、メモリをいくすぎるといった突にも問題がある。

例として、25,000分の1の空中写真から、試験的に求めた等高線を、1つのマスターが覆う部分について図-3、図-4に示した。図-3は第1、第2段階を5回ずつくり返した結果であり、図-4は、さらに第3段階を5回繰返した結果である。図-5は同じ場所の地形図である。今のところ余り良い精度は得られていない。ことにより林部で正しい対応がとれなくなることが多く、周辺部で発散してしまう例がしばしば見られる。これを防ぐためには、エラーチェックの機構が必要である。

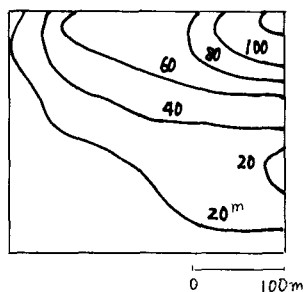


図-3

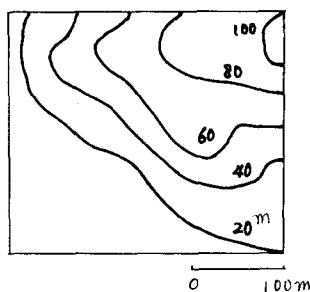


図-4

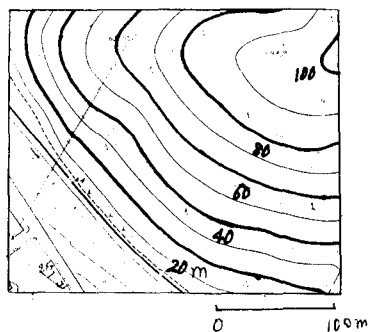


図-5

文献

- (1) 森 忠次, 飯部 進, 内田修, 田辺広志: 画像相関を使った空中写真からの標高測定について, 昭和56年度 土木学会中国四国支節年次学術講演 概要
- (2) Kelley, R.E., P.R.H. McConnell, S.J. Mildenberger: The Gestalt Photomapping System, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1977, pp.1407~1417
- (3) Makarovič, B.: Image Correlation Algorithms, 14th Congress of the International Society for Photogrammetry, 1980, Hannover
- (4) Ralston, Anthony: Mathematical Method for Digital Computers Vol.3, Wiley Interscience Pub., 1977, pp.387-423