

CS-27 デジタル画像の自動モザイクシステムの開発

アジア航測（株） 正会員 土居原 健
 アジア航測（株） 織田 和夫
 アジア航測（株） 近藤 剛
 アジア航測（株） 尾幡 昌芳

1. はじめに

画像の接合（モザイク）は、視野の限られた画像から大きな視野の画像を作成するために有効な手段であり、航空写真のモザイクなどは古くから実業務として広く行われてきた。最近では修正が行いやすく仕上がりも美しいデジタルモザイクが普及しつつあるが、画像間の対応付けやつなぎ目を目立たないように張り合わせる作業は写真処理ソフトを用いたマニュアル処理であり、作業コストが高いのが難点である。そこで注目されるのが自動モザイク技術である。

アジア航測では、ビデオ画像や空中写真を自動的に接合するシステムを開発した。本論文では、開発したシステムで用いられている自動モザイクの原理とアルゴリズムについて述べた後、画像のモザイクの実例を紹介する。

2. 画像間の自動対応付けの原理

モザイクの自動化で最も重要な過程は画像間の自動対応付けである。本自動モザイクシステムでは、隣り合う画像間に対応付ける射影変換係数を画像の輝度情報に基づき自動的に求める。

射影変換は2つの画像（画像 I, I' ）の対応する座標 $((x, y)$ および (x', y') ）の関係を8つの射影変換係数 $H = (h_1, h_2, \dots, h_8)$ を用いて次の式で与えるものである。

$$\begin{aligned} x'(x, y, H) &= \frac{h_1x + h_2y + h_3}{h_7x + h_8y + 1} \\ y'(x, y, H) &= \frac{h_4x + h_5y + h_6}{h_7x + h_8y + 1} \end{aligned} \quad (2-1)$$

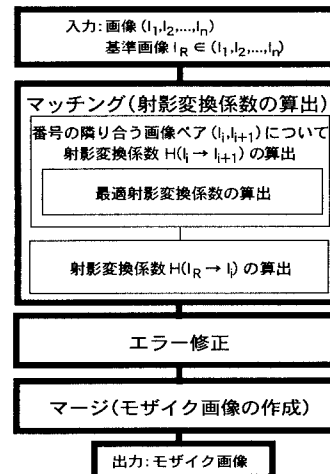
射影変換画像 H による対応付けの正しさは、次の評価関数 $\chi^2(H)$ によって表すことができる。

$$\chi^2(H) = \sum_{i=1}^N e_i^2$$

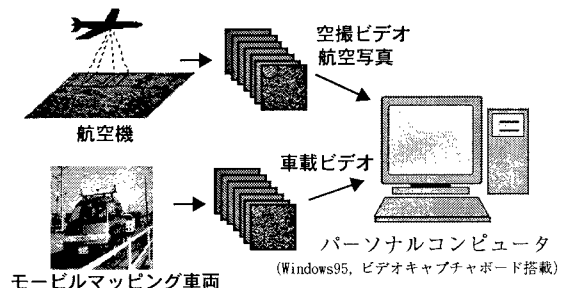
$$e_i = I(x_i, y_i) - I'(x'_i(x_i, y_i, H), y'_i(x_i, y_i, H)) \quad (2-2)$$

ここで N は画像のピクセル総数である。非線形最小自乗法を用いると評価関数 $\chi^2(H)$ を最小にする H を求めることができる[1]。

以上のように求められた画像の位置関係を用いると、任意の画像の座標系にあわせてすべての画像を接合することができる。



図－1 モザイク画像作成の概略フロー



図－2 自動モザイクシステム概念図

3. 自動モザイクシステムの構成

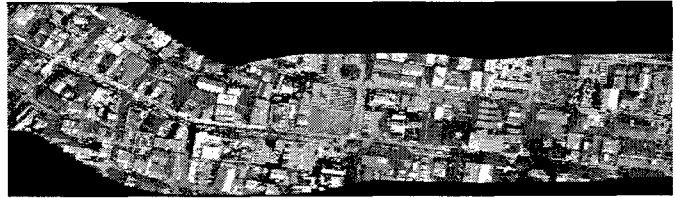
開発した自動モザイクシステムは、図－1の概略フローに示すように一連の入力画像 $(I_1, I_2, \dots, I_n)$ の位置関係を自動的に計算し、その内の画像 I_R を基準としたモザイク画像を出力する。システムはUNIX Workstationや、ビデオキャプチャボードを搭載したパーソナルコンピュータ（OSはWindows95）で動作する（図－2）。

4. 自動モザイクの実例

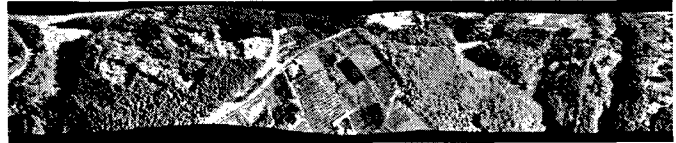
4.1 ビデオ画像のモザイク

図－3 は空撮ビデオ画像から得られたモザイク画像である。図－3(1) は航空機からほぼ垂直下向きに撮影したものである。接合は画像の回転や平行移動も計算できるので、飛行時に多少の揺れや方向転換があっても画像を接合することが可能である。また図－3(2) の例に示すように、斜撮影したビデオ画像についても接合することが可能である。空撮画像だけではなく、自動車に搭載したビデオ画像についても接合を行うことができる（図－3 の(3)）。

ビデオ画像の接合では、まずビデオをビデオキャプチャボードで A/D 変換してから画像処理を行う。現在、Pentium II(300MHz) を搭載したパーソナルコンピュータで 200 ～ 600 フレームのビデオ画像の処理を 5 分程度で行うことができる。



(1) 空撮ビデオモザイク(垂直撮影)



(2) 空撮ビデオモザイク(斜撮影)

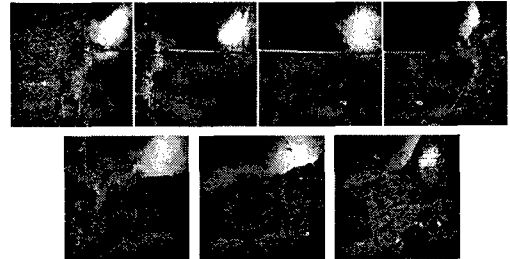


(3) 車載ビデオモザイク

図－3 ビデオ画像のモザイク例

4.2 空中写真のモザイク

航空写真に代表される空中写真の場合、画像間のオーバーラップがビデオより少ないため、画像間の対応を自動的に計算することは難しい。このような場合、画像間のオーバーラップ率を与えたり、1～2 点の対応点を数画素程度の精度で計測することにより、対応付けを自動的に行う。現在視差の影響の少ない平地や海面など平坦な部分の写真のモザイクに利用範囲は限られるが、数枚～100 枚程度の画像のモザイクを行うことができる（図－4）。



(1) 原画像



(2) モザイク画像

図－4 空中写真のモザイク例

5. まとめ

デジタル画像処理によるビデオや写真の自動モザイク技術を紹介した。本システムは非線形最小自乗法により画像間の対応付けを自動的に行い、ビデオ画像からモザイク画像を簡単に作成することができる。作成されたモザイク画像は、送電線調査や河川の調査、ダム・岩盤・のり面・トンネル・高速道路等の点検業務や、災害時の概況把握など広い分野に応用することが可能である。

航空写真の接合に関しても、平坦部を撮影したものならば接合が可能である。今後、山岳部など起伏のある地形にも応用できるよう改良していく予定である。

6. 参考文献

- [1] 織田、近藤、尾幡、土居原、LM 法による画像の自動モザイク、写真測量とリモートセンシング、Vol.37, No. 3, pp.42-51, 1998.