

1. はじめに

航空写真のステレオマッチングの技術はカナダのゲシュタルト社が製品に組み込み、実用化している。この技術をテレビカメラ映像に応用することができれば、写真焼付けなどの写真処理過程を省略することができるし、従来よく利用されてきた近接ステレオ写真測量の中で、あまり高精度を要求しない三次元測量の代用ともなりえる。このような観点からTVカメラ映像を2方向から抽出し、これらの映像をデジタル画像化してステレオマッチングをすることによって、被写体の三次元計測を行ってきた。この実験的研究の中からいくつかの問題点を見い出している。これらの問題の1つは画像の色調要素とマッチング結果が不明なために、色調要素をどの程度取り入れて研究すべきかという方針が立案しにくいことである。そこで本研究ではこの問題に対する解答を明示する意味で、色調要素別のステレオマッチングを実験し、その結果から今後利用できる色調要素を見出そうとするものである。

2. 実験用画像処理装置

本研究に使用した画像処理装置は大別してTVカメラ映像入力部とデジタル画像表示部に分けられる。前者は三次元計測物体をTVカメラ映像としてデジタル画像(512×512画素)に変換する部分で3台のA/D変換を設けRGB信号をパラレル処理することができる。TV映像1画面に対して512×512画素を有するフレームメモリ3枚(0.77MB)が用意されていて、1画面を1/30秒で取り込むことができる。この取り込まれた3枚のフレームメモリのデータは当センターで開発した直結型インターフェイスを介してHOSTコンピュータFACOM M380に転送している。次に、後者の画像処理部は512×512画素のリフレッシュメモリを4枚(約1MB)有し、HOSTのCPUメモリのデータを直結型インターフェイスを介して転送してくる。リフレッシュメモリに送られてきたデータはキーボードとトラックボールの操作などによって高速画像処理が可能である。

3. 入力画像の色調要素

航空写真画像のステレオマッチングの研究では原稿がカラー情報であるにもかかわらずRGB要素の一要素であるG要素のみを使用してステレオマッチングを行ってきた¹⁾。TVカメラ入力画像の場合、航空写真画像のようにデータ抽出が精密に行えないなどの不利な面があるため、少しでも多くの情報を加味したマッチングが不可欠である。この研究では入力時のRGB各要素に加え、RGBから演算して得られるヘキサコンモデルのH(hue), S(saturation), V(value)と色度図などに用いられる $\bar{H}$, $\bar{S}$, $\bar{L}$ の9要素を取り上げ、各9要素別にステレオマッチングを実施することにした。上述の9要素間には下記のような関係式が成り立つことが分かっている。

$$\omega_R + \omega_G + \omega_B = 1, \quad r + g + b = 1 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\bar{L} = \omega_R \cdot R + \omega_G \cdot G + \omega_B \cdot B \quad \cdots \cdots (2)$$

$$\bar{L} \cdot r = \omega_R \cdot R, \quad \bar{L} \cdot g = \omega_G \cdot G, \quad \bar{L} \cdot b = \omega_B \cdot B \quad \cdots (3)$$

$$S = |WP| / |WQ| \quad \cdots \cdots (4)$$

$$H = (|RY| + |YQ|) / (6V) \quad \cdots \cdots (5)$$

表-1 標定要素

Element	Left Image	Right Image
$x_H(\text{pix})$	290.0	290.0
$y_H(\text{pix})$	234.0	234.0
$c(\text{pix})$	1300.0	1300.0
$X(\text{m})$	0.0015	0.0964
$Y(\text{m})$	0.0071	-0.0085
$Z(\text{m})$	-1.3115	-1.3435
(rad)	-0.0012	0.0035
$w(\text{rad})$	-0.0013	-0.0078
$k(\text{rad})$	0.0044	0.0086

4. 標定と計測対象領域の抽出

TVカメラで2方向から被写体である“手まり”を映像化するためには、ピント合せを独立に実施する。

このため、画面距離 σ が異なると考えざるをえない。そこで、単写真標定理論を使用することとし、内部標定要素3，外部標定要素6の計9個の未知数最小二乗法により決定した。左右TV入力画像の標定要素の算出結果を表-1に示す。これらの標定要素を用いて偏位修正画像を計算のみで作成した。この偏位修正画像は互に光軸が平行であって、左右の偏位修正画像平面は同一平面にあることになる。原画像から偏位修正画像を作り出すときには原画像の画素間のデータが必要になるので、この画素データの生成にはバイリニア法を適用している。計測対象を“紀州手まり”としているため計測不要の背景をマッチング対象外にすることが処理効率を向上させる。この背景と計測対象との分離処理にコンピュータ・トモグラフィ(CT)の全面操作法を応用することにした。具体的には二値化処理を行い、Sobelのエッジ抽出フィルタを適用している²⁾。エッジ抽出画像に対して全面操作を4方向で代用しているため、最終的には八角形体が抽出されることになる。この八角形体から原画像に対して走査して対象領域を決定している。

5. 相関法によるマッチング手順

マッチング手法はフーリエ変換法，SSDA法，相関法の3手法アルゴリズムを開発し、これらに多段階法組み込んでいる。これらの中で処理速度は遅いが精度の多少高い相関法を適用することにした。ウィンドサイズは 17×17 ，サーチエリアは 5×11 (先行情報のあるときは 3×11)とし、下記の手順で行った。

- 左偏位修正画像の上部よりライン処理し、対象領域に入ってから探索を開始する。
- 各ラインの探索終点は左偏位修正画像の右から左へ走査し、対象領域に達した点とする。
- 先行情報は探索画素の左隣接点とし、先行情報がないときは二段階法を適用している。
- 探索により決定された左右画素から左画像に右画像のデータを置換する操作と、X, Y, Z座標を算出する操作をし、新しい2つのファイルを作成する。
- 1ラインが終了したら下方ライン処理に入り対象領域を越えるまで探索を繰り返す。

6. マッチング結果とその考察

相関法のマッチング結果を5. dの新しい2つのファイルから作成してみた。図-1は左右画素の置換操作によるものの一例である。図-2は左右画像の探索により得られた奥行き座標値から等高線を描いたものの一例である。これらの2種類資料を色調要素9種RGB, HSV, $\bar{H}\bar{S}\bar{L}$ すべてについて作成し比較検討した。この結果、TVカメラ映像の画像から三次元計測を実施してもかなりの利用分野があることが分かり色調要素別の結果の中でマッチングミスの少ない要素が明らかになった。その順序はV, G, $\bar{L}$, B, R, S, $\bar{S}$, $\bar{H}$, Hである。今後はV, G, $\bar{L}$ 要素を重要視したマッチング手法の開発をすると共にライン走査による誤マッチングの除去アルゴリズムの開発をする予定である。

参 考 文 献

- 1) T.HOSHI, T.MATSUSHITA ; “Research of Matching and/or Searching Methods of Identical Point on Stereo Aerial Image and It's Application”, Proc.of 4th Asian Conference of Remote Sensing. (in SRI LANKA), p.G5- 1 ~ 14 , 1983.
- 2) 星 仰, 矢野 研策 (他) ; “テレビカメラによる3次元計測のための基礎実験”, 情報処理学会第28回全国大会講演論文集, p.1546 , 1984.

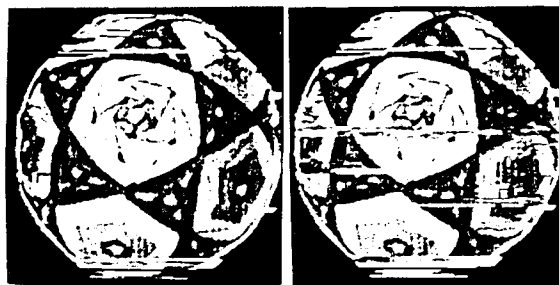


図-1 マッチング処理済画像

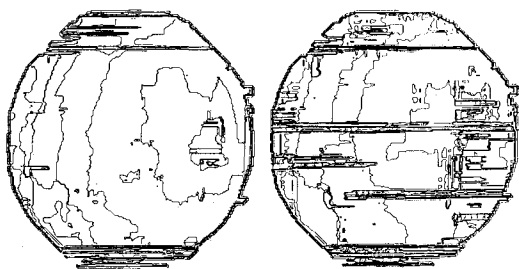


図-2 計測対象物の等高線図