

## カラステレオマッチングの一手法

4C-2

川合 亨 M. S. Iman 濱田純多 石山幸男 諸角 建 野田健一

拓殖大学

## 1. まえがき

両眼視(ステレオ視)観測によって物体の形状やその空間位置情報を取得し認識する技術は、画像処理の中でも重要な課題であり、幅広く研究がなされている。このステレオ視は、コンピュータビジョンの分野において、対象物体の三次元位置情報を抽出するための有効な手法となっている。<sup>(1)-(4)</sup>しかしながら、今までのそれらの多くは、入力画像についてエッジ等の特徴点を抽出し、両画像の特徴点間で対応付けを行っており、入力画像そのままの各点の対応付けを行うものは、必ずしも多くはない。<sup>(5)</sup>本文では、両眼視観測結果の対応付けにおいて、何らかの特徴点または特徴線抽出を行なって限られた孤立点のみについて距離情報や位置情報を取得するのではなく、色情報を利用してエポラ線の全線に互って対応付けを行う一手法を提案している。この手法は白黒階調画像の対応付けにも応用可能である。豊富な色情報または階調情報を利用しているために、物体表面の詳細な三次元形状を把握することが可能である。まずステレオ視にカラー画像を用いた時の問題点を示し、さらにカラー画像の一例としての白黒濃淡画像に適用するステレオマッチングアルゴリズムについて述べる。

## 2. ステレオマッチング

コンピュータビジョンは、視覚を介して外界の状態を認識・理解する人間の能力を機械にも持たせようとする研究である。ところが認識・理解したい外界は三次元の広がりを持っているのに対して、カメラ等のセンサで得られる視覚データは、一般に二次元の画像であるため、視点から外界の物体までの距離に関する情報が失われてしまっている。

そこで、視覚データの採取法や加工法をうまく用いて三角測量の原理による立体画像を表現する技術が、ステレオマッチングである。人間が二つの眼で外界を観測し、右眼と左眼での見え方の差に基づいて奥行距離を知覚し、その二枚の画像から対象の三次元位置を自動的に決定し対応する。この手法を用いて、カラー画像を用いた時の視差を求めると、R, G, Bのどの画像を単独で用いた場合よりも小さく(つまり「精度」が高い)なるといわれている。この事は特に、元の画像が様々な色を含んでいるような場合に重要である。本論文の実験では、簡略化のため、ステレオ画像にカラー画像の一例としての白黒濃淡画像を用い、しかも一次元信号を使用しているが、そのカラー画像および二次元への拡張は今後の課題である。

## 3. マッチングと形状計測のシミュレーション

立体視による観測物体の形状および空間位置情報の取得は、画像処理の中でも重要な研究課題であり、多くの研究がなされている。従来は、①両眼視観測 → ②スケルトン抽出 → ③三角測量による距離情報の取得という幾何学的アルゴリズムによるステレオマッチングが主として研究の対象であった。しかし観測対象によっては、モアレのように、はっきりとしたエッジがなく、この方法を適用しにくいものがある。カラーや濃淡階調を対象としたマッチングが必要となる。そこでこの問題を取り上げる。

## 3.1 一次元濃淡像のマッチング

図1は、二つの一次元濃淡分布線の対応付けの結果を示す。但しこの二つは、512ピクセルの式(1)で示される一次元濃淡分布(A)と、その(A)の左、約1/3を下に部分的に1.5倍に伸ばし、右の残り2/3を0.67倍に縮めたもの(B)である。明暗が全体で1.6階調に分かれている。

$$n(x) = 255 - 0.5 \times x - 0.002 \times x \times x \quad (1)$$

図1上は、真に対応している濃淡の点を部分的にさらに126本の直線群で結んでいる。図1中は、(A)の各点と同じ濃度を(B)の中から探し出すときに、二つ同じ対応点があるので、どちらかの確率で対応点が決まり、直線群で結ぶという最も簡略なアルゴリズムで対応付けを行っている。この方法では、マッチングでかなり多くの誤対応が見られる。図1下は、この誤対応を減らすために濃度 $n(x)$ と濃度傾斜 $d_n(x)/dx$ の双方を利用して対応を求めたもので、(A)、(B)間で誤対応はない。

図1では、明→暗→明と1回変化するのみの単一、しかも滑らかな濃度分布について対応付けを行ったものである。図2、図3は、それより複雑になっており、正弦波と余弦波を一組づつ和と差を4組繰り返す関数である。明と暗の間で変化が4回ある。その関数で表したものが図2である。一番上は、濃度 $n(x)$ であり、その下は、一次、二次、三次微分である。明暗により、濃度傾斜が上下に傾くように設定してある。図3上には、真の対応で126本の直線群で結ぶもの(A)、(B)が示されている。図3中は、図1下で成功したアルゴリズムで対応付けを試みた結果である。図からわかるように分布が複雑になると、濃度と濃度傾斜の双方を用いる対応付けでも、マッチングが成功しないことが示唆される。図3下は、さらに改良されたアルゴリズムにより対応付けが成功した例である。すなわち、①対応結線は、交錯しないこと。②対応がわかった所から順次その近い部分のみで次の対応を探す、という考えに基づいている。

AN ALGORITHM OF COLOR STEREO-MATCHING,

by T. Kawai, M. S. Iman, J. Hamada, Y. Ishiyama, T. Morozumi &amp; K. Noda, FACULTY OF ENGINEERING TAKUSHOKU UNIVERSITY

3.2 形状計測

左右両眼視によるステレオ画像を用いた画像解析システムでマッチングシミュレーションを行った。図4に示すように二次元濃淡画像を張り付けた長さ200mmの平板を、その右端は台に接して、左端は50mm浮かして設置し、その上空からステレオ視した。図5には、濃淡分布(A),(B)が示されており、上下間で長さが違うが、上の分布は、右テレビカメラ像を、下の分布は、左テレビカメラ像を示している。二つの濃度分布は、図3下で用いたアルゴリズムによって対応付けがなされ、対応点が直線群で結ばれている。図5下は、各対応点の位置が三角測量の原理により計測された結果を、設定した値と比較した図である。右下がりの直線は設定値であり、その下でぎざぎざな線が実際の計測値である。非常に近接しているが、対応付けに細かい脈動が見られる。これは対応付けの僅かな誤差である。

実画像の対象物体についてのマッチングは、図4のような、移動カメラ1台で、左右2ヶ所からの視野で見た画像をデータとして、パーソナルコンピュータ上のフレームメモリに取り込み、その取り込んだ画像から、濃淡階調画像を検出することで両眼視のマッチングを得ることができる。

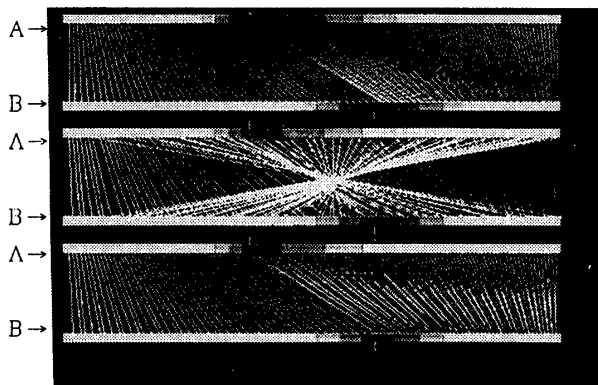


図1. 簡略な原関数を用いた画像

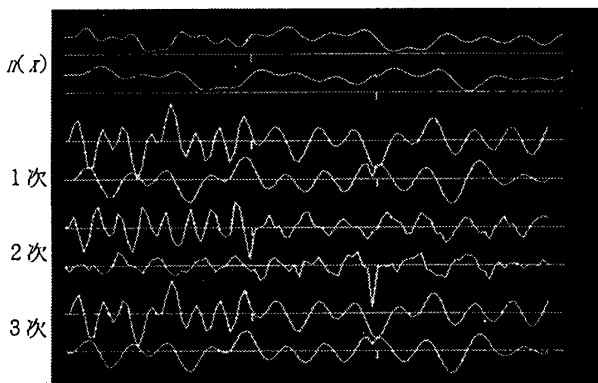


図2. 複雑な関数の濃度傾斜

4. むすび

ステレオ視にカラー画像情報を利用する効果を述べると同時に、具体的な濃淡ステレオアルゴリズムを報告した。形状計測のシミュレーションでは、2つの二次元濃淡分布の対応付けを行っており、単一な関数を用いた画像から、かなり複雑な関数についても、正確にマッチングできるようになり、誤対応が生

じることは、ほとんど無くなった。両眼視であらかじめ設定した理想的な初期値の計算による精密形状測定を行った図5では、2つの形状と一致させた場合に、ぎざぎざの誤差が生じたが、平均的には、よい対応とよい形状計測結果が得られた。

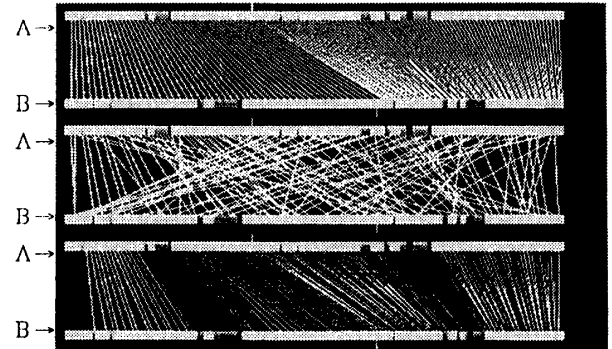


図3. 複雑な原関数を用いた画像

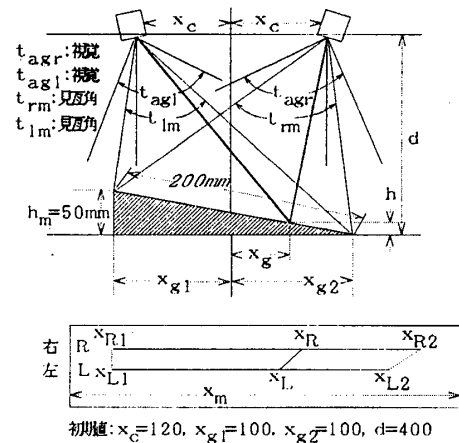


図4. 実験系統図

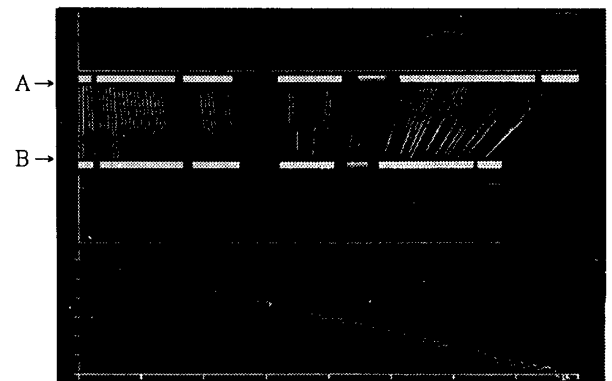


図5. 形状計測シミュレーション結果

文献

- (1) 石田・三石・木村・野田, 17画像工学コンファレンス, 7-3, 1986-12.
- (2) 石田・大森・野田, 信学論J71-D, No. 9, pp. 1864-1866, 1988-09.
- (3) 大森・土屋・木村・高島・野田, 信学論J73-D-II, No. 12, pp. 2079-2082, 1990-12.
- (4) T. Morozumi, Y. Murai, S. Masuda, M. Kato, K. Noda, IEEE IROS '92, WP2-4.6, 1992, -07-10.
- (5) 奥富・吉崎・富田, 22画像工学コンファレンス, 6-2, 1991-12.