

## 人物顔の等濃線分布を用いたステレオ画像による3次元計測

4D-2

○藤島 光城 水谷 雅宏 中村 納 南 敏

工学院大学

## 1. はじめに

近年、コンピュータビジョンやコンピュータグラフィクス等の各研究分野では、人物顔等の3次元形状を簡易な装置により入力する方法が強く望まれている。

3次元計測法には様々な手法があるが、その中の一つに、特殊な装置(レーザ等の投光器)を用いず、かつ、受動的に計測が行えるステレオ立体視法(以下、ステレオ法と呼ぶ)がある。しかし、ステレオ法は画像間で対応する点を決定する処理が難しく、特に、明確な特徴のない曲面の計測は困難である。

これに対し筆者等は、“等濃線”を用いて対応点を決定することにより、曲面を含めた形状計測が行えるステレオ法を提案した<sup>1)~2)</sup>。

等濃線は、量子化画像の濃度境界線であり、曲面上でも比較的安定した抽出が行える。この等濃線により画像内で構成される閉曲線(以後、ループと呼ぶ)を用いて、1)左右画像のループのマッチングを行い、画像間の大局的な対応関係を抽出し、2)画素の局所的な特徴(濃度勾配・周辺の濃度分布等)に基づき、画素単位で対応点を決定する。

しかし、対象の計測精度および信頼性は、対象表面に生じる鏡面反射等により、安定した値が得られていないのが現状である。

特に、1)のループのマッチング処理において、鏡面反射の影響から左右画像の等濃線形状が異なる箇所では、ループの形状を表す周辺分布(X軸・Y軸ヘルプ内部面積を投影した分布)のみを用いた従来のマッチング手法では、対応ループが求まらない場合がある。

そこで、本報告ではループの対応率を向上するため、ループ重心の相対的な位置関係と周辺分布の情報を用いて対応ループを自動的に決定する手法を提案する。

## 2. ステレオ法の原理

人間は両眼による視差で立体感を得ている。これを、2台のカメラを用いて模擬的に行うのが受動的なステレオ法である。左右異なる視点から対象Pを見たとき、画像平面上に投影された点が対応点 $P_l$ 、 $P_r$ となる。また対応点が求まれば、カメラから対象までの奥行き値は三角測量の原理により算出することができる。

ここで、対象表面が理想的な完全拡散反射面である場合は、対応点 $P_l$ 、 $P_r$ の濃度値は同一となる。し

かし、実際の対象表面には多少の鏡面反射が観測され、異なる視点方向にある点 $P_l$ 、 $P_r$ の濃度値には差異が生じる。従って、左右の対応する箇所が鏡面反射の影響を受ける場合、等濃線形状および濃度値は異なり、誤対応が発生する原因となる。また、このような箇所での対応点の濃度の違いは、対象の鏡面反射率および光源方向によって異なるために、これを予め推定することは非常に困難である。

## 3. 等濃線の抽出

画像特徴として用いる等濃線の抽出は、以下の処理手順で行う。

(処理1) 左入力画像に対して濃度ヒストグラムを作成し、最小濃度値と最大濃度値の間のダイナミックレンジを32レベルに線形量子化する。ここで用いた量子化しきい値を用いて、右入力画像を量子化する。

(処理2) 得られた量子化画像の濃度境界線を抽出し、これを等濃線とする。

(処理3) 各レベルごとにループに対してラベル付けを行う。

この結果、画像内で個別にループが抽出できる。

## 4. 大局的な対応関係の抽出

本手法では、ループのマッチングを行い、画像間の大局的な対応関係を求めている。

このループは、従来から画像特徴として用いられてきた独立した特徴であるエッジやエッジセグメントなどに比べて、画像間での対応関係は求め易い。しかし、この段階で誤りが生じると最終的な計測結果に大きく影響を及ぼす。

従来、筆者等はループ内部の画素数をX軸、Y軸方向にそれぞれ投影した周辺分布を用いて、周辺分布が最も類似するループを対応ループとして自動的に判定していた。しかし、同一レベル内の形状の類似したループに対して正確な対応が求められず、ループの対応率はマネキン画像の場合45%程度(ループ上の画素数では68%)であった(表1参照)。

そこで、ループの対応率を向上するため、ループ重心の相対的な位置と周辺分布から、対応ループを自動的に決定することとした。

以下、この処理の具体的な方法について述べる。

Measurement of 3-D structure of a Face by Isodensity Maps

Mitsushiro FUJISHIMA, Masahiro MIZUTANI, Osamu NAKAMURA and Toshi MINAMI.

KOGAKUIN Univ.

表1 ループ対応結果 (マネキン画像)

	全ループ数 (ループ上の全画素数)	対応ループ数 (対応ループ上の画素数)	ループ対応率 (対応ループ上の画素割合)
従来手法 <周辺分布>	162 (41869)	72 (28236)	44.4% (67.4%)
本手法 <重心・周辺分布>	162 (41869)	138 (41323)	85.2% (98.7%)

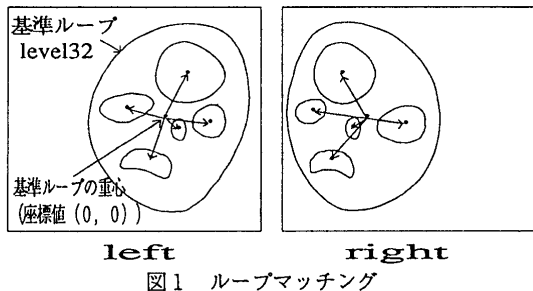


図1 ループマッチング

5. ループマッチング処理

ループの対応は左右画像間で、同一量子化レベルごとに決定することとする。

ここで、最も暗いレベルのループの中で、最も形状(周辺分布)が類似し、かつ、大きさが最大となる対応ループを抽出し、これを上位レベルの他のループを判定するための基準となるループとする(以後、基準ループと呼ぶ)。つまり、この基準ループの重心位置と他のループの相対的な位置関係から対応ループを求める。

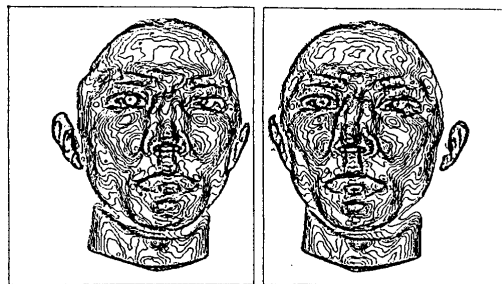
ループマッチング処理の手順は次の通りである。

- 1) 基準ループのマッチングを行い、重心を求める。
- 2) 各ループの重心と基準ループの重心間のベクトルをそれぞれ算出する。但し、基準ループの重心を座標値(0, 0)とする(図1参照)。
- 3) 左右のループの中でベクトルの方向と大きさが近いものから順に対応ループの候補とする。
- 4) これらの候補の中からX軸・Y軸それぞれの周辺分布を重ね合わせ、その一致する度合いが大きく、かつ、ベクトルの方向と大きさが近いループを対応ループとして決定する。
- 5) 但し、4)においてループの一致度がしきい値より小さいものは、対応なしと判断する。

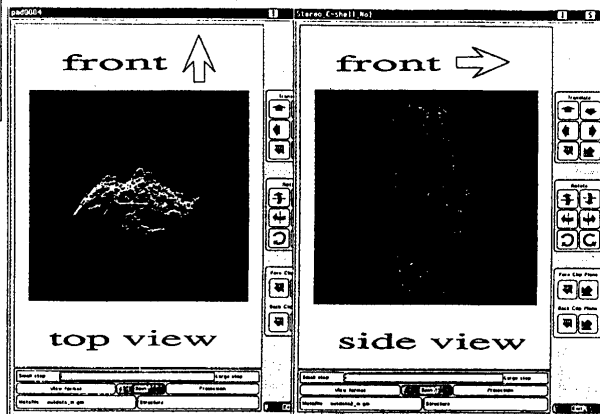
ここで、5)の処理で対応なしと判断されたループに関しては局所的な探索処理は行わないこととする。

6. 実験結果と問題点

マネキンを対象とした実験結果を表1に示す。マネキン画像の場合は、ほぼ全てのループで正しい対応が求まる。しかし、図2に示す人物顔の場合は、ほぼ全てのループで対応は求まったものの、目視であるが、明らかに誤対応と分るループが数ループ程度生じた。そのため、最終的な3次元計測結果に大きく影響を与えている。これは、5.のループのマッチング処理において、1)対応ループの候補の抽出を誤った、2)



a) 人物顔の左右等濃線画像



c) 人物顔の3次元表示

図2 人物顔の計測結果

周辺分布の一致度のしきい値の設定を誤った、ためと考えられる。従って、今後、更に本方式のアルゴリズムを改良し、対象の特徴にあったマッチング処理を行う必要がある。

7. 考察

本手法は対象上で濃度の差異さえあれば等濃線が抽出でき、曲面を含めた計測が行える利点があるため、汎用性は高いと考えられる。また対象が鏡面反射率の高いものであれば計測精度は低くなるが、人間の場合のように他の視覚機構(焦点・輻輳角など)と併用することで精度はある程度まで向上すると考えられる。

8. まとめ

本報告では、画像間の大局的対応関係を抽出するループマッチング処理において、ループの重心を用いることにより、マネキン画像の場合対応ループ数が41%程度、向上することが分った。今後は、これらについて更に検討を行い、計測精度の向上を目指す。

参考文献

- [1]小玉, 柴田, 藤島, 中村, 南: “等濃線情報を利用した視覚システム構成に関する検討”, 第33回工学院大学研究発表講演会, 8(1990.10).
- [2]藤島, 柴田, 小玉, 中村, 南: “受動的ステレオ法に基づく等濃線を用いた3次元形状計測”, 1991年春期信学全大, D-490.