

特異点および濃淡情報を用いた表情解析手法

4M-5

佐治 齊† 品川 嘉久† 日置 尋久† 原 和弘† 國井利泰†

東京大学† 会津大学†

1 導入

人間の表情を解析することは、近年さまざまな分野において重視されてきている。そのためには、顔面の形状から、何らかの特徴量を抽出する必要がある。本研究においては、ライティングスイッチフォトメトリー法を利用して計算された、顔面上の各点における法線ベクトルおよび反射係数を利用して特徴量を求める。そして、このベクトルと反射係数を利用して、形状の特異点および構成要素を抽出し、表情認識に用いるものである。

2 顔面形状特徴

人間の顔の形状を特徴付ける量として、曲面上で定義された高さ関数の特異点を利用する [3]。この関数の特異点とは、いわゆる頂上点・鞍点・谷底点である。谷底点と頂上点は、面上で高さ関数が局所的な最小および最大になる点であり、鞍点は、一方の方向から見ると極小であり、別の方向から見ると極大になる点である。これらの点の分布により、顔面の起伏形状を特徴付けることが可能となるが、より精度を上げるために、目・眉・口といった顔面構成要素の形状も抽出し、表情識別に利用する。

3 アルゴリズム

3.1 データ入力 (ライティングスイッチフォトメトリー法)

ライティングスイッチフォトメトリー (LSP) 法 [1] は、1 台のビデオカメラと 3 個の光源を用いるものである。3 光源は順次高速に切替えられ、被写体が一つの光源に照射されている間に、その反射光が画像として取り込まれ、さらに、各光源からの画像を時間的に合わせるために補間する。そして、完全拡散面の仮定に基づいて、顔面上の各点における各時間の法線ベクトルおよび反射係数が計算される。

Analysis of Human Facial Expressions Using Singular Points and Gray Scale Images

Hitoshi Saji†, Yoshihisa Shinagawa†, Hirohisa Hioki†, Kazuhiro Hara†, and Toshiyasu L. Kunii†

The University of Tokyo†, The University of Aizu†

3.2 法線ベクトルからの特異点の計算

顔面上の特異点の計算は以下のように行なわれる [2]。まず顔面を  $A$  で表し、高さ関数方向（顔面の正面方向）に対して垂直に平面  $P$  を与える (図 1)。

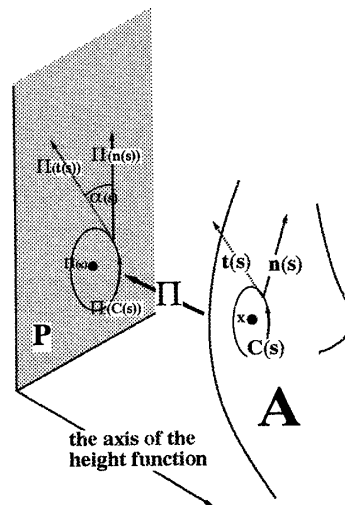


図 1: 高さ関数

さらに、顔面上の各点における法線ベクトルを平面  $P$  に射影する関数  $\Pi$  を与える (needle map)。図 2 は特異点と needle map との関係を示す。

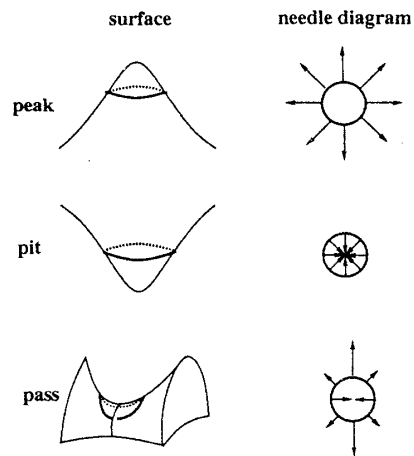


図 2: 特異点と needle diagram

顔面上の点  $x$  の周りを反時計方向に回る閉曲線  $c(s)$  を考える ( $c: [0, 1] \rightarrow A$  ただし  $c(0) = c(1)$ )。この曲線上の点は、 $c(s)$ ,  $s \in [0, 1]$  と表される。 $t(s)$  を、点  $c(s)$  における曲線  $c$  の接線ベクトルとし、 $n(s)$  を顔面の法線ベクトルとする。さらに、 $\alpha(s)$  を、平面  $P$  上の  $\Pi(t(s))$  と  $\Pi(n(s))$  とのなす角とする。なお射影された法線ベクトル  $\Pi(n(s))$  が、閉曲線  $\Pi(c)$  の内側を向いている場合の  $\alpha(s)$  は負値とし、外側を向いている場合は正値とする。

$\alpha(s)$  の値は、曲線  $c$  を追跡する間に変化する。この  $\alpha(s)$  の変化によって、 $x$  を次のように分類する。

- 頂上点  $\alpha(s)$  が常に正の場合。
- 谷底点  $\alpha(s)$  が常に負の場合。
- 鞍点  $\alpha(s)$  の符号が4回交替した場合。

### 3.3 反射係数から顔面構成要素の抽出

反射係数とは、物体表面から再放射される入射光の割合であるが、ライティングスイッチフォトメトリー法により得られたこの量を用いて、適当な閾値処理により、顔面画像に対して2値化を行なう。そして、連結領域をラベリングし、位置と面積の情報を用いて、目・眉・口に相当する箇所を抽出する。

## 4 実験結果

図3.4-5に各表情 ((a) 微笑み・(b) 怒り・(c) 悲しみ) における原画像と、抽出された構成要素および特異点の分布を示す(なお、特異点の分布図において、正方形が鞍点、黒円が頂上点そして白円が谷底点を表す)。  
図から明らかなように、怒り顔においては、特異点は両目の間に存在し、頬の上には存在しないのがわかる。また、微笑みの顔と悲しみの顔を、特異点の分布から区別するのは難しい。これは、両顔とも同じようなしわを持っているためである。これらを区別するには、顔面構成要素の形状情報も考慮に入れる必要があるが、構成要素図を見れば明らかなように、目・眉・口の位置・方向・面積によりこの判別は可能になる。

## 5 結論

本稿において、特異点および濃淡情報から表情を特徴付ける手法について述べた。これらの手法を、多数の被写体に対して適用し、表情の自動認識に役立てることが、今後の我々の研究における課題である。

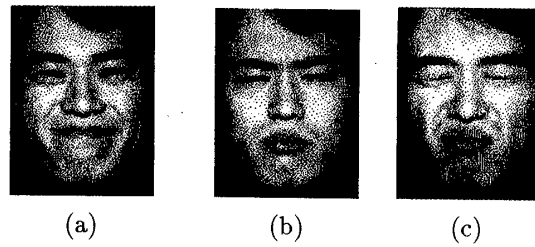


図 3: 原画像

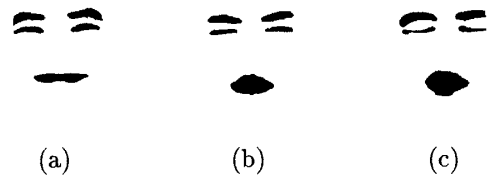


図 4: 顔面構成要素

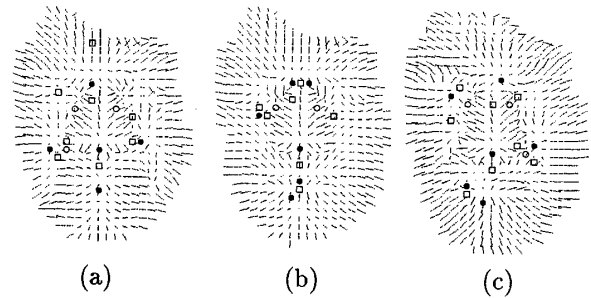


図 5: 特異点分布

## 参考文献

- [1] Saji H., Hioki H., Shinagawa Y., Yoshida K., and Kunii T.L. 'Extraction of 3D Shapes from the Moving Human Face Using Lighting Switch Photometry'. In Thalmann N.M. and Thalmann D., editors, *Computer Animation 92*, pages 69-86. Springer-Verlag, 1992.
- [2] Saji H., Shinagawa Y., Kunii T.L., Hioki H., Hara K., Asada N., and Yasumoto M. 'Characterization of object shapes by singular points: with an application to the feature extraction of human facial expressions'. In Connor J.J., Hernandez S., Murthy T. K. S., and Power H., editors, *Visualization and Intelligent Design in Engineering and Architecture*, pages 29-43. Computational Mechanics Publications, 1993.
- [3] Shinagawa Y., Kergosien Y.L., and Kunii T.L. 'Surface Coding Based on Morse Theory'. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 11(5):66-78, September 1991.