

# ヘアースタイルシミュレーション(1) —カラー領域分割を用いた顔特徴の抽出—

3C-9

黒川雅人、宮田一乗

日本アイ・ビー・エム(株) 東京基礎研究所

## 1 はじめに

顔画像処理の応用として、ヘアースタイルの自動シミュレーションを考える。対象は二次元画像であり、蓄積された髪画像と入力された人物画像をフィッティングさせ、違和感のない合成画像を作ることを目的とする。本稿ではカラー入力された人物画像から顔領域(首を含む)、顔部品(目、口、鼻、顎、頭頂点)を自動的に抽出する手法について述べる。これらの顔特徴は、次段の合成処理において、位置、スケール、傾きなどを補正する際に用いられる。

ここで用いる手法は、大別して以下の2つに分けられる。

- (1) カラー領域分割を用いた顔領域の抽出。
  - (2) 顔領域からの色差とエッジを用いた顔部品の抽出
- 本手法の特徴は、従来のカラーによる顔部品抽出に比して、(1)において大局的に顔領域の判断を行なって、入力された顔領域の色分布を知り、(2)のステップでその色分布に適応した閾値パラメータを用いていることによって、照明条件等に対してロバストであることが挙げられる。

従来提案されてきたカラーによる顔部品の抽出法 [1][2] は、色空間において顔の持つ

- (a) HSV 表色系の Hue (色相) がある一定の範囲にある
  - (b) YIQ 表色系の I 軸においてクラスタとなっている。
  - (c) 口の部分は顔領域よりも Q 軸において高い値を示す。
- という特徴を使い、(a) 及び (b) を用いて肌色成分を抽出し、その内部に関して色差を用いて部品候補を抽出する方法であった。この手法では、上記の (a) 条件を色空間上での固定した値によって定義している。しかし実写画像では、照明色の影響を受けて画像上の顔の色相がずれる現象が起こり、特に (a) の条件において実写画像に対して対応できない場合が多い。

## 2 入力条件

カメラから入力され、計算機に格納されたカラー画像もしくは本などからスキャナ入力されたカラー画像であり、かつ以下の条件を満たす画像。

- (1) 一人の人間の正面から見た上半身が写っている。
- (2) 髪が眉や目にかからないように撮影されている。
- (3) 背景は青色もしくは白等で肌色とは明らかに異なる色である。

## 3 手法の概要

図1に本手法の処理の流れを示す。処理内容は大きく以下の3段階に分かれる。

- (1) 仮説検定を用いた顔領域抽出処理
- (2) 色差を用いた顔部品候補の抽出
- (3) ルール集合による顔部品の決定

以下各段階について詳細を述べる。

### 3.1 仮説検定を用いた顔領域抽出

ここでは顔(首を含む)を肌色のひとかたまりの領域として抽出する処理について述べる。基本となるのは画像の領域分割処理である。ただし、領域分割処理の結果は、必ずしも求めたい顔領域と一致しない。誤りの中で特に多いのが、目や眉等の暗い領域と髪の毛の部分がつながってしまうことによって、肌色の領域が分断されてしまう場合であり、顔に対応する領域を抽出するためには領域分割の結果得られた領域を、もう一度組み合わせ、大局的に判断して顔と思われる領域を作成する必要がある。

ここでは、顔を構成する領域の持つ、形状や色に条件を設定し、その条件に見合うまで領域分割を繰り返す方法を提案する。以下手順を述べる。

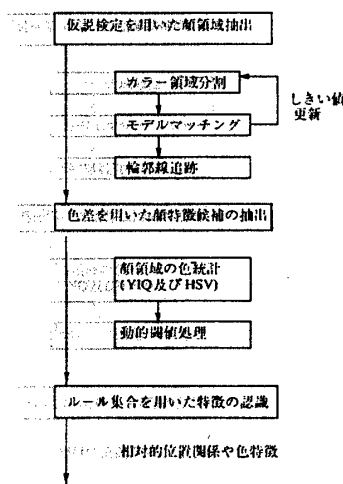


図1. 処理の流れ

- (1) 領域分割処理(領域成長法)により、初期分割を得る。
  - (2) 初期分割された領域中で小領域を除き、残りの領域中で色が明らかに肌色と異なる領域を除外する。残った領域は顔を構成する領域の候補となる。それらの組合せを作成(仮説)し、組み合わせられた領域について、その形状及び大きさをを用い、顔領域となる条件を満足するかどうかを判定(検定)する。
  - (3) 判定の結果全ての組合せに関して(2)が成立しなかった場合、領域分割の閾値パラメータを変更し(1)へ戻る。
- 上記の処理を、顔領域と判定される領域が見つかるか、閾値変更がある回数に達するまで繰り返す。結果が得られない場合は顔領域抽出の失敗をユーザに示す。
- (2)において、顔とみなす色の範囲は、光源の影響を考慮に入れて [1]の方法に比べて広くとる。現在は、色相の値が、-10度-90度 のものを肌色候補としている。
  - (3)において顔領域とみなすための条件として、組み合わせられた領域の凸包(Convex Hull)を作成し、
    - (a) 凸包の面積と実際の領域組の持つ面積比
    - (b) 凸包の左右対称性
 がある閾値以上のものを用いる。

"Hair style simulation - Face feature detection by using color segmentation"  
Masato Kurokawa, Kazunori Miyata  
IBM Research Tokyo Research Laboratory, 1623-14, Shimotsuruma,  
Yamato, Kanagawa, 242, Japan

### 3.2 色差を用いた顔部品候補の抽出

前節の処理で求められた顔領域の中から目、口の候補となる領域を色差を用いて抽出する。ここでは、HSV 表色系における色差とエッジ密度を用いて候補領域を算出する。以下手順を述べる。前節で求められた顔領域の画素に関して

- (1) 領域内の画素値を HSV 表色系に変換し、その平均 ( $\mu$ ) と標準偏差 ( $\sigma$ ) とする。
- (2) 各画素 ( $H_i, S_i, V_i$ ) において、 $\mu - \alpha\sigma < H_i < \mu + \alpha\sigma$  かつ  $V_i > \beta\mu$  の画素を肌色成分の画素としてマスクする。ここで  $\alpha$  と  $\beta$  は予め設定した定数とする。
- (3) それ以外の色を持ち、かつ顔領域内にある画素を部品候補画素として、連結成分をまとめて部品候補領域とする。
- (4) 各部品候補領域内のエッジ密度を求め、エッジ密度がある閾値を越えたもののみを部品候補領域として次の処理に送る。ここでエッジ密度とは、原画像に LoG フィルタをかけ、エッジとみなされた画素の候補領域内における面積比である。

### 3.3 ルール集合を用いた顔部品の決定

前節までで求められた部品候補領域に対し、それらの相互的な配置関係から目、口の組として判断を行なう。以下で使用する記号を図2に定義する。ここでは、右目の候補領域を  $R_i$ 、左目の候補を  $L_i$  とし、口の候補を  $M_i$  とする。各々について、その外接矩形に関する記号を図2のように決める。また各々についてその面積を  $R_a, L_a, M_a$ 、重心を  $(R_{gx}, R_{gy}), (L_{gx}, L_{gy}), (M_{gx}, M_{gy})$  とし、右目及び左目の重心を結ぶ線分に対して、口の重心点から下ろした垂線との交点を中心点 ( $O$ ) とする。

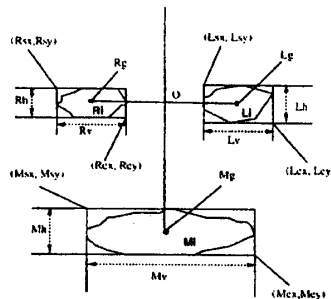


図2. 記号の定義

#### 目の候補の選択

正面から見た左右の目に対応しているため、左右の目のペアとして取り出す。そのための条件として部品候補領域のペアをそれぞれ作成し、以下の条件に合致しているものを選択する。

- (a) 外接矩形の大きさがほぼ等しい

$$l/\lambda < R_a/L_a < \lambda$$

- (b) 外接矩形の形状が横長である。

$$R_h/R_r > 1 \text{ かつ } L_h/L_l > 1$$

- (c) 両者の重心を結ぶ直線がほぼ水平である。

$$|R_{gy} - L_{gy}| / \sqrt{|R_{gx} - L_{gx}|^2 + |R_{gy} - L_{gy}|^2} > \gamma$$

ここで  $\lambda, \gamma$  は予め設定した定数である。

#### 口の候補の選択

各部品候補領域の YIQ 表色系における平均値を求め、Q 軸の値が前節で求めた顔領域の平均値より上のものを口候補領域とする。

上記の処理により目の候補となる領域ペア集合と口の候補となる領域集合ができる。これらの各々のペアについて、その外接矩形と重心に関して以下の一般的な条件によって、誤った組合せと考

えられるものを排除する。

- (1) 口は目よりも下に存在する。

$$M_{sy} > \min(L_{sr}, L_{sy}, R_{sy}, R_{cy})$$

- (2) 口の両端点は、目の両端点の中にある。

$$R_{sx} < M_{sx} \text{ かつ } L_{ex} > M_{ex}$$

- (3) 目の面積は、口よりも小さい。

$$M_a > R_a \text{ かつ } M_a > L_a$$

この結果複数の組が残ることがありえる(眉毛を目と間違えるケースが多い)。それらを以下の値を用いてソートする。

- (a) 左右の目の外接矩形の面積比

- (b) 左右の目の重心と中心点の距離比

上記の (a), (b) とも 1.0 に近いほど高い評価値を与えるような重み付けをしたうえで、それらの値をソートし、上位のものを出力する。

次に目と口の候補から顔の中心線を決定し、鼻及び顎の点を決定する。

#### 鼻の候補

顔の中心線上にあり、目と口の間でエッジ強度がピークを持つ点  
顎の候補

顔の中心線上にあり、口より下で、エッジ強度がピークを持つ点  
頭頂点の候補

顔の中心線にあり、顔の輪郭線より上でエッジ強度がピークを持つ点



図3. 原画像(左)と処理結果(右)

## 4 実験結果及び今後の課題

上記の処理を行なった結果を図3に示す。図3の左が原画像、右は抽出された目と口の領域(外接矩形)及び鼻、顎、頭頂点である。

使用された画像は、ビデオカメラからキャプチャされたものであり、サイズは 320X240 画素、実際の処理に要した時間は IBM RS/6000(Model370) を用いて、8 秒程度である。

今後の課題としては、

- (1) 影の影響に対する処理
- (2) 種々の方向を向いた顔に対しての適応が挙げられる。

#### 参考文献

- [1] 佐々木, 赤松, 深町, 末長: 正面顔画像の自動識別法の検討, 信学研資 IE91-50, pp.1-7, 1991.
- [2] T.C.Chang, T.S.Huang, C.Novak: Facial Feature Extraction from Color Images, 12<sup>th</sup> ICPR, Vol.I, pp.39-43, 1994.