

I-075

混合分布モデルと GA を用いた背景にロバストな顔検出

Robust Face Detection in a Cluttered Scene using Gaussian Mixture Model and Genetic Algorithm

飯村 葉子†
Yoko Iimura

甲藤 二郎†
Jiro Katto

1. まえがき

顔画像の自動認識はバイオメトリクス認証、コンピュータとのインタフェース、入退室管理などさまざまな分野での応用が期待される。画像からの顔検出はこれらの前処理として重要であり、安定かつ正確に検出することが要求されている。

顔検出法はそのアプローチの仕方によって、肌色、顔の部品等、顔に関する先見知識を利用する Feature-based 型とパターン認識に基づく Image-based 型に分けられる[1]。一般に Feature-based 型は処理が高速で位置精度が高いが、その性能は背景や、照明条件などの撮影環境に依存する。一方 Image-based 型では多くのサンプルを用いて学習することによって、複雑な背景からの顔検出性能を高くする反面、検出位置精度の低さ、拾いすぎなどがある。本研究では肌色情報による Feature-based 型と、PCA による Image-based 型を組み合わせ、顔抽出を行う一手法を提案する。

2. 提案手法

2.1 提案手法について

顔の特徴を表現する代表的なものに PCA(Principal Component Analysis)があげられるが、一般に、背景が複雑な写真で PCA だけを用いた顔抽出を行うと、顔以外の誤抽出が非常に多くなる。顔検出の精度を上げるには、それをいかに減らすかが問題となる[2]。

そこで本手法では、PCA による顔らしさと、肌色情報による顔らしさを同時に評価することで、顔以外の誤抽出を減らす。

2.2 GA (遺伝的アルゴリズム) の適用

顔抽出の高速化を行うために、本研究では探索アルゴリズムとして GA を使用する。GA では、生物の進化メカニズムを利用して、探索子である個体の適応度をもとに最適解を求める。本研究では各個体を表すパラメータに、画像中の位置、角度 ($-10^\circ \sim +10^\circ$), スケール (1.0 ~ 6.0 倍) を設定する。

2.3 適応度の計算

各個体における適応度の計算フローを図 1 に示す。まず、各個体の示す参照部分の画像を 32×32 になるように縮小する。その後、一方では参照部分画像の H, S 表色を用いて肌色らしさの評価値 (適応度 1 とする) を求め、もう一方ではグレイスケールで主成分得点を求め、顔らしさの評価値 (適応度 2 とする) を求める。各個体の適応度はこの 2 つの値を統合したものとなる。適応度 1, 適応度 2 について具体的には以下に示す。

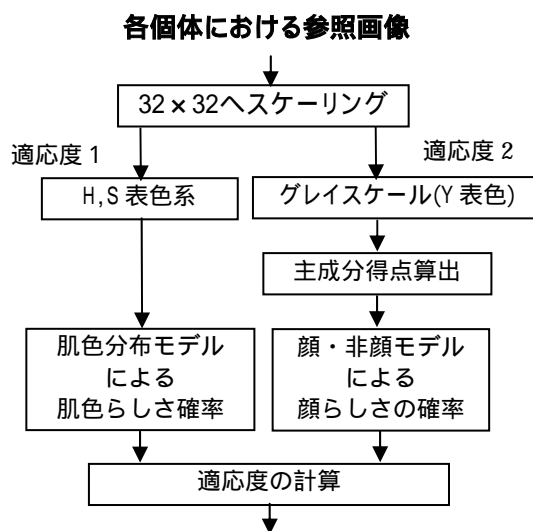


図 1. 各個体における適応度の計算フロー

2.4 適応度 1

目の下から鼻腔の上の領域を肌色画像の 1 サンプルとし (図 2)、これを多数、表色系 H,S (2 次元データ) について正規混合分布モデルで学習し、あらかじめ肌色の分布モデル (図 3) を作成しておく[3]。適応度計算部では、参照部分の画像における図 4 での白枠以外の領域で、肌色分布モデルより 1 画素単位の尤度を求め、その平均を肌色らしさの評価値とする。



図 2 肌色サンプル



図 4 参照する肌色領域

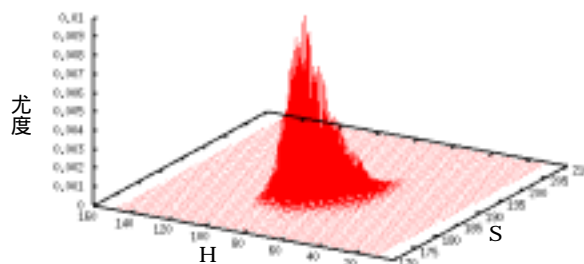


図 3 肌色分布モデル

† 早稲田大学大学院理工学研究科

2.5 適応度 2

グレイスケールの顔画像・非顔画像 (図 5) から、あらかじめ作成しておいた固有顔に射影させて主成分特徴を取り出す。この多数のサンプルを正規混合分布モデルで学習し、それぞれ顔のモデルと非顔のモデルを作成しておく。適応度計算部では、参照部分画像の主成分を使用して、各モデルからそれぞれ、顔らしい尤度と非顔らしい尤度を算出する。顔らしさの評価値はこれらの各尤度の比を用いるとする。

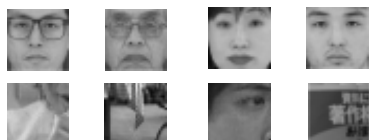


図 5 顔画像,非顔画像の例

3. 実験

3.1 モデルの作成

固有顔の作成には 32×32 の 1000 枚の正面顔画像を使用し、今回は累積密度 90%、42 次元の主成分を使用するものとする。

肌色モデルは 300 枚の画像 (図 2) から学習を行い、混合数 8 でモデル化した。また顔・非顔モデルは、それぞれ正面顔画像 3560 枚、非顔画像 3959 枚から学習を行い混合数 7 でモデル化した。

3.2 顔候補抽出実験

ほぼ正面顔画像を条件とし、背景が複雑でさまざまな照明条件の画像 (大きさ 640×480) をテストデータとした。テストデータは 79 枚、その中には顔が 105 個存在する。今回は、GA における適応度の高い順に 5 つの候補を表示したとき、抽出された領域に顔が含まれるかどうかを評価方法とした。

実験は、適応度の計算に PCA による顔らしさの評価値だけ (適応度 2) を使用した場合と、本提案手法 (2 章) の 2 つに分けて行った。その結果、前者では 59.2%、後者では 74.0% となった (表 1)。これらの抽出結果例をそれぞれ図 6、図 7 に示す。(図では白枠 黒枠の順に適応度の高さを示す)

結果より PCA だけを使用した場合より、本提案手法では約 20% 向上し、より顔候補をしぼることができた。しかし、全体としての抽出率は低めであり、一因として、現段階では、(さまざまな照明条件に対応した) 肌色モデル、また顔・非顔モデルともに学習内容がまだ不十分であることがあげられる。

4. まとめ

本論文では、肌色らしさと PCA による顔らしさを正規混合分布モデルでモデル化し、これらを同時に評価することにより、より顔候補をしぼることができた。

課題として、全体的な抽出精度を上げるために、照明条件の変化に強い肌色モデル作りと、よりノイズに強い顔・非顔モデルの作成があげられる。また今後は、これに顔・非顔判定問題への拡張があげられる。

表 1. 実験結果 [%]

PCA (適応度 1) のみ	提案手法
59.2	74.0



図 6 PCA のみ使用した例



図 7 提案手法による抽出結果例

参考文献

- [1] Erik Hjelmas and Boon Kee Low, "Face Detection: Survey", Computer Vision and Image Understanding 83, 236-274 (2001).
- [2] 加来俊彦, 栗田多喜男, "一般画像からの顔抽出のための局所的な顔らしさの選択的な統合法", 信学技報 PRMU2001-118, HIP2001-21, MVE2001-80 (2001-11).
- [3] M-H. Yang and N. Ahuja, "Gaussian Mixture Model for Human-Skin Color and its Applications in Image and Video Database", Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Database, SPIE'99, vol. 3656, pp. 458-466, 1999.