

Pan-Tilt カメラを用いた実時間顔検出追跡システム

杉本 岳夫 徐 剛 西田 芳隆

立命館大学工学部情報学科コンピュータビジョン研究室

〒 525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

Tel, Fax : 077-561-2690

E-mail : xu@cv.cs.ritsumeai.ac.jp

1 はじめに

画像から人間の顔を検出することは、テレビ会議やセキュリティ、顔認識やヒューマンインタフェースなどの分野において重要であり、また困難な研究課題であるとされてきた [1].

今まで数多くの研究がなされてきた。従来の研究では、モノクロ画像を用いて、正面顔のみを検出するもの [2] や、カラー画像を用いたもの [3] がある。呉らは色情報を Farnsworth が提案した均等知覚色空間 [4] で表現し、パターンマッチングの手法を用いて顔を検出している [3]. Rowley らはニューラルネットの手法を提案しているが、これも本質的にはパターンマッチングである [5]. パターンマッチングの手法では、事前にパターンのサイズや位置が未知なため、多くのサイズや位置でパターン照合を繰り返し行う必要があり、処理に時間がかかり、実時間には不向きである。例えば、呉らのシステムは Indigo2 上で 2 秒かかり、Rowley らのシステムは Sparc20 上で 24 秒もかかる。

そこで、本研究では、肌色領域を抽出し、その範囲内に目・眉毛・口のような領域が存在するかどうかで顔の検出を行う。この手法では、顔の大きさは処理に直接関係なく、事前に多くのサイズのパターンを用意し、繰り返し探索を行う必要がなくなり、速度を高めることができる。

最初の画像で顔が検出されれば、その後の画像において、顔の位置を中心としたより小さな領域で同様の処理を行い、顔の追跡を行う。Pan-Tilt が制御できるカメラを用いれば、顔の位置が画像の中心にあるように制御できる。

2 顔検出の流れ

このシステムはカラー画像を取り込むことから始まる。取り込んだカラー画像を肌色、暗い画素とその他に分割する。肌色の判断は、肌色の分布が正規分布であると仮定してモデリングした関数を用いて行なう。次に、肌と黒目・眉毛・口の位置関係と大小関係

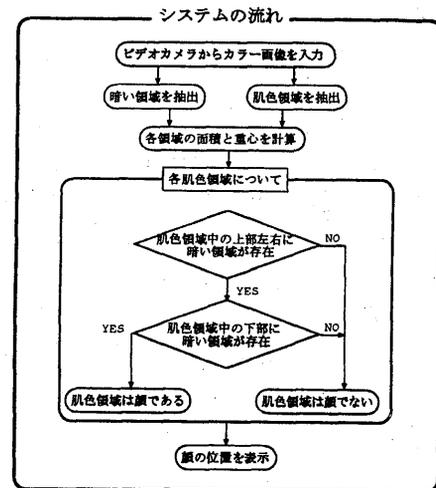


図 1: システムの流れ

を用いて顔検出を行なう。

システムの流れを図 1 に示す。

3 肌色の学習と抽出

肌色は人によって異なるが、同じ人種では正規分布に従うと仮定できる。そこで本研究では東洋人についての肌色分布状況を調査した。ビデオカメラを用いて顔画像を数人分取得し、肌色部分だけを手動で切りとり肌色サンプル画像を用意した。色の表現は RGB 表色系で行なっている。

3次元の正規分布関数は次式によって示される。

$$p(\mathbf{x}) = (2\pi)^{-\frac{3}{2}} |\Sigma|^{-\frac{1}{2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}) \right] \quad (1)$$

得られた肌色サンプル画像の RGB 色情報を用いて、中心 $\boldsymbol{\mu}$ と共分散行列 Σ を各々求める。

正規分布関数の指数部分の Mahalanobis 距離

$$D = (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu})^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}) \quad (2)$$

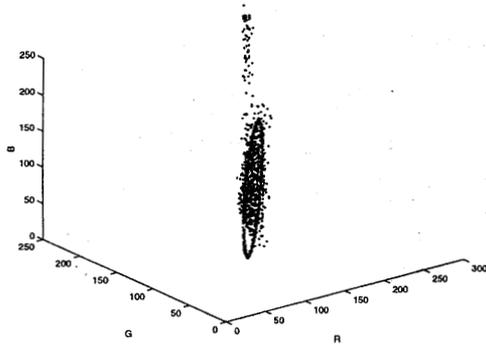


図 2: RGB空間における肌色分布と肌色の範囲

をカラー画像からの肌色領域抽出に用いる。

D の値が閾値 (th) より小さい場合 ($D < th$) 色 x を肌色, それ以外の場合 ($D \geq th$) 色 x は肌色でないとする。

図 2は RGB空間に, 肌色サンプル画像にあった色を黒点でプロットしたものである。図中の楕円体は式 $D < th$ に表される肌色の範囲を示す。

4 暗い画素の抽出と顔の検出

黒目・眉毛・口は暗い領域である。よって, 輝度の二値化という単純な操作で暗い画素を抽出する。輝度の表現は $(R + G + B)$ 値で行なっている。顔の検出を行なう前に, 肌色と暗い画素を閉領域毎に分割し, 各閉領域の面積と重心を求める。

本研究では, 図 3に示すように黒目・眉毛・口の暗い領域が肌色領域の内部に存在することに着目する。各領域の面積と重心を用いて, 黒目・眉毛・口の暗い領域と肌色領域の位置関係と大小関係から顔領域を決定するアルゴリズムを構築した。



図 3: 肌と黒目・眉毛・口の位置関係

5 顔追跡

顔の追跡は顔の検出と同じ方法で行うが, 前画面で検出された顔の肌色領域の重心を中心とした範囲を設定し, 新しい画像のその範囲でのみ顔検出を行

う。上述の処理と同時に, ソニー製 Pan-Tilt カメラを用いて, 顔を常に画像の中心にとらえるように制御を行っている。

6 実験結果と考察

実験はパソコン Gateway2000(PentiumII 400MHz)を用いて行なった。カラー画像ボードは imagenation 社製 PXC200 を使用した。

入力画像はフルカラーで, 画像サイズは 320×240 ピクセルである。

左右両方の黒目・眉毛が見えている 53 人に対して実験を行なった。顔が検出されなかったのは 53 人中 2 人であった。髪の毛が目にかかっていたのが原因である。

本研究では Pan-Tilt カメラを用いた実時間顔検出追跡システムを構築した。顔検出のみのシステムでは多人数の顔の同時検出が可能であり, 顔の向き, 顔の大きさ, 髪型に対してロバストであった。Pan-Tilt カメラを用いた顔検出追跡の対象人数は 1 人である。検出・追跡時間は 1 フレームで約 0.035 秒であった。

多人種への拡張はより複雑な肌色モデルを構築することで可能であると思われる。現段階では, 照明条件が, 肌色サンプル画像を撮影した時と大きく異なった時には, 良好な結果が得られない。今後, 照明条件に左右されない色情報の獲得方法や, より確実な顔検出方法を研究する。

参考文献

- [1] 赤松 茂, "コンピュータによる顔の認識の研究動向", 電子情報通信学会誌, Vol.80, No.3, pp.257-266, 1997
- [2] G.Yang and T.Huang, "Human face detection in a scene", In Proc. IEEE Conf. Comput. Vision Pattern Recog., pp.453-458. IEEE, 1993.
- [3] Q.Chen, H.Wu, and M.Yachida, "Face detection by fuzzy pattern matching", In Proc. Fifth Int'l Conf. Comput. Vision, pp.591-596, Boston, 1995
- [4] G.Wyszecki and W.Stiles, "Color Science", John Wiley & Sons, Inc. 1967.
- [5] H.Rowley, S.Baluja and T.Takeo "Neural Network-Based Face Detection", In Proc. Image Understanding Workshop, 1996