

# 顔認識技術

鍋藤 克敏, 上田 祐一郎

Katsutoshi NABETO, Yuichiro UEDA

## 1 はじめに

顔認証技術は、アメリカで犯人を捜査するために空港に置かれた防犯カメラに利用されることから実用化が始まった。顔認証は、顔認識をしてから、データとの照合をする、2段階に分かれており、前者の技術をいかに向上させるかが顔認証技術では重要であった。この顔認識技術は技術的な向上とともに、認証に使うだけでなく、様々な用途で利用できるようになった。

本報告では、この顔認識技術の内容について述べ、今後の展望について述べる。

## 2 顔認識技術

### 2.1 顔認識技術とは

ヒトは顔を見るとき、瞬時に輪郭や目の大きさなどの特徴を認識し、さらにその形から性別や年齢、感情などを読み取ることができる。顔認識技術とは、このような人間と同様の処理を機械で再現する技術である。すなわち、入力された画像から顔である部分を検出し、さらに顔の部位などの特徴を抽出する技術である。

### 2.2 顔認識技術の処理の流れ

一般的な顔認識の流れを Fig. 1 に示す。

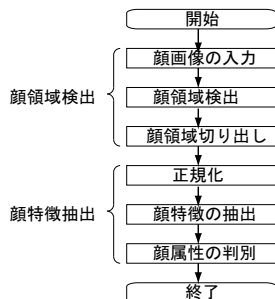


Fig.1 顔認識の流れ (出典:自作)

Fig. 1 のように、顔認識は大きく分けて次の 2 段階に分かれている。

1. 顔領域検出 画像から、顔画像を発見し、抜き出す。
  2. 顔特徴抽出 顔画像から、顔の特徴を得る。
- また、全体の流れの詳細を以下に述べる。

#### 1. 顔領域検出

顔領域検出には肌色情報を利用する方法や、目、口、鼻の特徴点を検出する方法などが用いられる。検出方法の検討によって、計算量の削減、様々な状況下でも対応できることが期待できる。

#### 2. 顔領域の切り出し

顔領域を抽出した後に、その部分を切り出す。

#### 3. 正規化

切り出した顔領域は、その画像を入力した際の距離、

角度、照明によって大きさ、向き、輝度が異なる。したがって、切り出した顔領域を正面から見た一定の画像にする。例えば、向きの正規化では、左右目頭の位置を基準点として顔領域画像の拡大、縮小、回転を行う。

#### 4. 顔特徴抽出

正規化した画像から、その画像の特徴 (特徴量) を算出する。この特徴量には、両目の距離や鼻の幅などの特徴を利用する「幾何学的特徴」を利用する方法や、顔表面の色や濃淡部分などの「パターン分布特徴」を利用する方法がある。

#### 5. 顔属性判別

特徴量を用いて、登録されている顔データのパターンと比べることで、年齢や性別などの属性を判別する。

### 2.3 顔認識技術の性能向上

顔画像を認識する技術は計算速度、精度の低さなどの問題によりあまり知られていなかった。ところが、近年、急激な技術的向上により注目を集めている。

精度向上としては、大きく 2 つのアプローチがある。一つは顔領域検出技術の向上である。これは、画像の中から顔領域を見つけることが、始めに重要なことだからである。もう一つは、特徴量抽出技術の向上である。顔の情報を得るには、特徴をどのようにして数値化するかが重要になる。

本章以降、どのような技術によって顔認識技術が進化したのか述べていく。

## 3 顔領域検出技術

前述のとおり、顔認識の処理は顔領域検出と顔特徴抽出の 2 段階によって行われる。本章ではまず、顔領域検出技術について述べる。この技術には一般的な手法として、テンプレートマッチング法や肌色領域を検出する方法などが挙げられる。

### 3.1 肌色領域の検出

肌色領域の検出とは、画像の中から肌色の領域を探し出すことで、顔領域を検出する技術である。本技術では肌色の識別のために YCrCb 表色系を用いて色を表現する。YCrCb 表色系とは、Y (輝度)、Cr (赤さ)、Cb (青さ) で色を表現する方法である。したがって RGB 表色系で表現された画像を YCC 表色系に変換して行う必要がある。変換式は式 (1) で表される。

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_r \\ C_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 \\ 0.5000 & -0.4187 & -0.0813 \\ -0.1689 & -0.3313 & 0.5000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

式 (1) の Cr と Cb に対して閾値を設定することで、肌色抽出を行う。色を手がかりに顔検出を行う方法は、大ま

かな顔領域を高速検出できるという利点があるが、特に YCrCb 表色系を用いることによって、次のような利点がある<sup>2)</sup>。

- 肌色には白っぽい色から黒っぽい色までであるが、これらの色を表現しやすい。日本人であれば個人によらず安定して顔検出をすることができる。
- Cb 値, Cr 値それぞれの範囲を決定することで肌色を検出できるので、画像のサイズを変更しても一定の結果が得られる。

また色を手がかりに顔検出する方法は、大まかな顔領域を高速検出できるという利点がある。しかし顔以外の肌色部分での誤認識、照明変化の影響を受けやすいなどの欠点もある。

### 3.2 テンプレートマッチング法

テンプレートマッチング法の様子を Fig. 2 に示す。

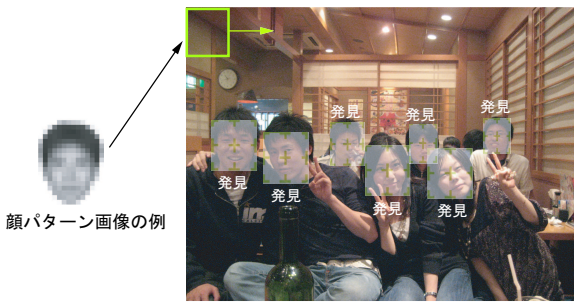


Fig.2 テンプレートマッチング法の様子 (出典:自作)

テンプレートマッチング法とは、テンプレート (顔パターン画像) を、画像上で比較しながら走査していく方法である。このテンプレートは画像の濃淡情報を数値化することで表現される。このテンプレートを入力画像上で移動させることで、類似度を計算する。テンプレートの完成度が、顔領域検出の精度に大きく影響を与えるため、この作成が非常に重要となる。

例えば SONY では、大量の顔画像と非顔画像を使い、統計手法を使ってテンプレートを作成している<sup>1)</sup>。この手法は認識効率が良く、ハードウェア化が容易であるという利点がある。

## 4 顔特徴抽出技術

本章では、顔認識技術の 2 段階目である顔特徴抽出について述べる。顔領域検出後、その顔の特徴を数値化した特徴量として表すことで、性別や年齢、表情などの属性を判定することができる。前述のように、幾何学的特徴とパターン分布特徴を用いる技術が有名であり、具体的な技術として、前者では LFA 法<sup>3)</sup>、後者では Gabor Wavelet 変換法が挙げられる<sup>3)</sup>。

### 4.1 LFA 法

LFA(Local Feature Analysis) 法とは、目、鼻、口などの部位に対して、主成分分析を行って特徴量を抽出する方法である。本手法の流れを以下に示す。

#### 1. 部位検出 (一カ所)

まず一つの部位検出を行う。これは、登録されている

目や鼻などの形の情報から、顔領域内でテンプレートマッチング法を用いることで行う。

#### 2. 部位検出 (全体)

次に全体の部位検出を行う。これは、目の上には眉がある、などの顔全体の構造に関する知識を利用して、部品のありそうなどところだけを探査して行う。

#### 3. 局所の特徴量抽出

検出された部位に対して主成分分析を行うことで、各部品の位置関係などを表した特徴量を抽出する。

#### 4. 幾何学的特徴量抽出

最後に幾何学的特徴量抽出をおこなう。各部品同士の特徴的な位置関係の特徴量として表すことで精度を上げることができる。

本手法は、顔の局所的特徴のパターンを登録しているので、髪、メガネなどの装飾品、表情の変化にも強いという利点もある。

### 4.2 Gabor Wavelet 変換法

Gabor Wavelet 変換法とは、パターン分布特徴を用いて顔特徴を抽出する方法の一種である。画像を複数のフィルタリングにかけ、それぞれの画像を細分化して局所的に特徴量を算出することが本手法の特徴である。

本手法では、特徴量を局所的に数値化された複数の向きに対する濃淡の度合いとして扱う。ここで、本手法の特徴量の例を Fig. 3 に示す。図のように、ここでの特徴量は各顔画像に対して、縦、横、斜めなどの方向にフィルタリングした画像における、局所的な濃淡の度合いである。細かい特徴点に対して詳細を位置決めするので、計算量が膨大であるという欠点があるが、顔の向きの変化に対しても非常に高い精度の認識ができる<sup>4)</sup>。

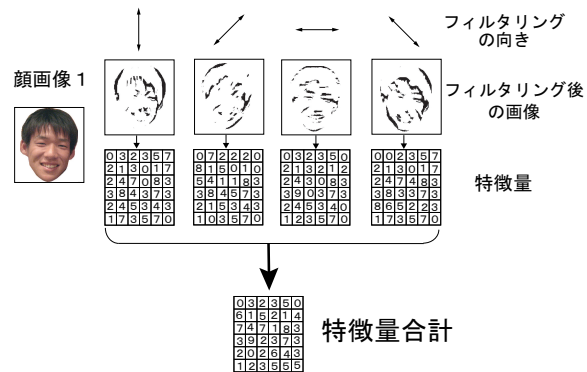


Fig.3 GaborWavelet 変換の特徴抽出 (出典:自作)

## 5 顔認識技術の利用例

### 5.1 FaceIT<sup>5)</sup>

FaceIT とは、世界で初めてデジタルカメラに用いられた顔認識技術であり、株式会社 NIKON によって開発された。

本技術において、顔領域検出には肌色抽出法が用いられ、顔特徴抽出には LCA 法が用いられている。これらの技術は現在もなお、改良されながらも用いられており、高精度の認識を実現している。

