

Haar ウェーブレットを用いた顔認識

学籍番号 90186144 谷内田研究室 松本 雄大

1 はじめに

近年、犯罪の凶悪化、巧妙化に伴い、バイオメトリクス認証に対する期待が高まっている。このうち顔を用いた認証は、普段から人間が行っている方法であり、最も自然な認証方法であるといえる。また、認証の際、非接触・非拘束であるので心理的抵抗が少ない。代表的な顔認識の特徴量として、Gabor ウェーブレット特徴量があるが、各種ウェーブレットの性能を比較した内海の研究 [1] により、Haar ウェーブレットが最も良い認識率を示すという結果が得られた。さらに、複雑な計算が不要なため、Gabor ウェーブレットよりも高速に処理を行える。よって本研究では、Haar ウェーブレットを利用した高速な顔認識システムを構築することを目的とする。

2 顔認識システム

2.1 システム概要

顔認識システムの流れを図 1 に示す。

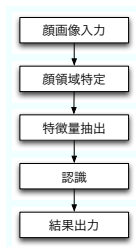


図 1 処理の流れ

まず、入力された画像に対して両目、鼻の頭の座標によって顔領域を特定し、 64×64 [pixel] に正規化する。正規化された顔領域に対して、Haar ウェーブレット変換によって特徴量を抽出する。これは図 2 に示す 2 値 (黒が -1 、白が $+1$) をもつ矩形フィルタを画像上の特徴点に適用することで得られる。本研究では矩形フィルタを $0, \pi/8, \pi/4, 3\pi/8$ 回転させた 4 種類を使用する。この矩形フィルタを顔領域の任意の位置に任意のサイズで配置し、特徴量を抽出する。1 枚の顔画像から得られた t 個目の特徴量 f_t を順に並べたベクトルを、Haar 特徴ベクトル $\mathbf{x} = (f_1 \cdots f_t \cdots f_T)^T$ と表す (T は特徴量の個数)。

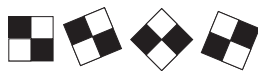


図 2 矩形フィルタ

認識には AdaBoost によって学習した個人毎の分類器を使用する。弱分類器 $h_t(f_t)$ は各特徴量ごとに用意し、学習で得られた強分類器 $H(\mathbf{x})$ は、以下の式で表される。

$$H(\mathbf{x}) = \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(f_t) \quad (1)$$

ここで α_t は、弱分類器 $h_t(f_t)$ の分類精度を表す重みであり、信頼度と呼ぶ。認識対象の顔画像から抽出した特徴量を学習済みの全ての分類器で評価し、それらの中で最大値をとる分類器のクラスを認識結果とする。また、信頼度 α_t をもとに分類精度の高い矩形フィルタを選択することで、処理の高速化を図る。

3 実験

AdaBoost により学習された分類器の分類精度を評価する実験を行った。被験者 20 人の顔画像をそれぞれ 45 枚ずつ撮影し、そのうちポジティブサンプル 30 枚、ネガティブサンプル 285 枚 (15×19 [人]) を各分類器の学習に使用した。これにより得られた認識結果を図 3, 4 に示す。なお、 A_t, B_t, Γ_t は、それぞれ $A_t = \sum_{k=1}^K \alpha_t^k$, $B_t = \frac{1}{\alpha_{max}} \sum_{k=1}^K \alpha_t^k$, $\Gamma_t = \frac{1}{\sum_{t=1}^T \alpha_t} \sum_{k=1}^K \alpha_t^k$ を表し、これらを認識に有効な矩形フィルタの選択の指標とした。テストサンプル 300 個に対し、抽出した全ての特徴量を認識に用いた場合、認識率 99.3%, FRR 0.666%, FAR 0% となった。さらに、使用した矩形フィルタ 2720 個のうち、 Γ_t の高い矩形フィルタ上位 150 個によって認識を行った場合では、認識率 99.3%, FRR 0.666%, FAR 0.035% となり、全ての特徴量を使用した場合と同等の認識結果が得られることが確認できた。

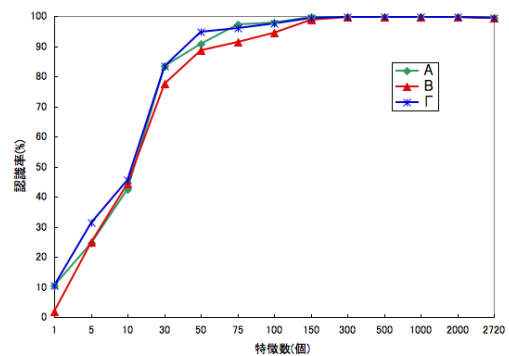


図 3 特徴数と認識率の関係

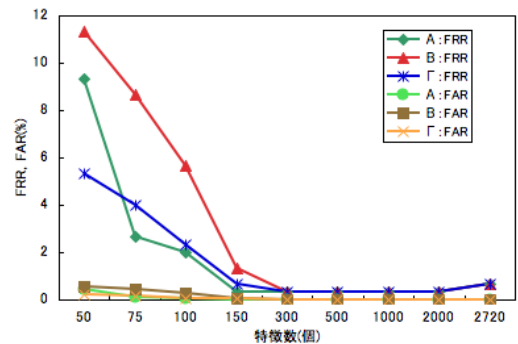


図 4 特徴数と FAR, FRR の関係

4 おわりに

本研究では、Haar ウェーブレット特徴量を利用した高精度顔認識システムを提案した。また、AdaBoost により学習された分類器の分類精度を評価する実験を行い、提案手法の有効性を確認した。今後は、個人毎の分類器を統合した認識木生成アルゴリズムの検討および、瞳の位置検出による顔領域特定の自動化、照明変動への対応、顔の傾き補正処理を行う。

参考文献

- [1] 内海ゆづ子, “顔認識のためのウェーブレット特徴量の評価”, 大阪大学大学院基礎工学研究科修士学位論文, 2007.