

顔画像による本人認証システムにおける異人種の顔への適応性
—Eigenface と GaborJet による顔パターン表現法の比較—

Comparison of Racial Effect in Face Verification Systems based on
Eigenface and GaborJet Representations

田中健一 † 加藤 博之 ‡ 赤松 茂 †,‡
Kenichi Tanaka Hiroyuki Katoh Shigeru Akamatsu

1. はじめに

人間による顔の認識に関しては、自分と同じ人種の顔は異なる人種の顔よりも正しく認知されやすいという人種効果が知られている。顔画像による個人認証システムが同様の人種効果を示せば、出入国管理や電子パスポートにおける本人認証など、国際環境における本格的導入も検討されている今日の状況に鑑み、特定の人種に対して著しい不利益が生じる恐れがある。そこで、ある特定人種の顔画像データに基づいて判定基準が設定された本人認証システムにおいて、別の人種の異邦人が被認証者となった時に起こりうる誤認証頻度は、判別に用いられる顔画像の特徴表現法によって異なる性質をもつことはないかを、古典的かつ有力な特徴表現法として知られる Eigenface と GaborJet について比較した^[1]。

2. 本研究の概要

本研究は、ある人種を想定して本人認証の判定基準が設定された認証システムに別人種の異邦人が被認証者となった時に起こりうる誤認証頻度が、認証システムが使用する顔パターンの特徴表現法に応じて異なった性質をもつことはないだろうかという疑問をとりあげた。そこでコンピュータによる顔認識において先駆的な位置づけにある2つの特徴表現法、即ち、画像の各点の濃淡値がもつ大局的分布を主成分分析によって次元圧縮した Eigenface 法^[2]と、人間の視覚野の特性を近似していると言われるガボールフィルタの出力に対する空間的サンプリングによって得られた GaborJet 特徴^[3]、のそれぞれを用いた認証システムを想定し、日本人と外国人の比較的小規模な顔画像データを用いて実験を行ったところ、両手法による認証精度には異なる人種効果が観測されたので、本稿にてその結果を報告する。

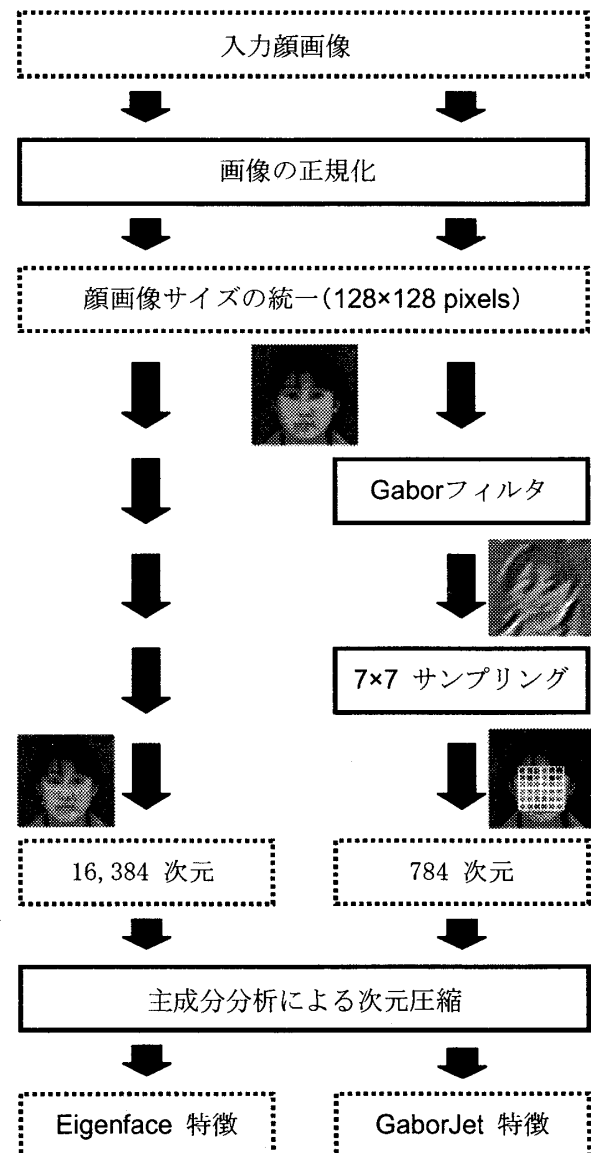


Fig.1. 本実験で使った2種類の特徴表現

3. 実験1：顔の向きの変動による認証率の耐性

撮影角度に差のある顔画像において、GaborJet 特徴を用いた認証 (GaborJet) と Eigenface 法での認証 (Eigenface)

† 法政大学大学院 工学研究科 システム工学専攻

‡ 法政大学工学部 システム制御工学科

akamatsu@k.hosei.ac.jp

の精度の比較を行った。登録画像に正面顔を用い、テストサンプルとして正面顔と、撮影角度を左右に5度、10度とずらした画像を用いた。その結果を Fig.2. に示す。なお、この実験で用いた顔画像は、すべて日本人の真顔である。

4. 実験2：システム設計に用いる学習サンプルと認証性能評価に用いるテストサンプル間の人種効果

認証の際の人種効果を分析するために、Eigenface と GaborJet という2種類の認証システムについて、日本人データと外国人データという2種類の顔画像データベース(すべて正面真顔)を用いて、各人種に適した認証システムを設計し、その設計に用いた人種と同じ人種に対する認証精度と、異なる人種の外国人に対する認証精度との違いを比較した。その結果を Fig.3. に示す。

5. むすび

一般に、Eigenface よりも GaborJet の方が、高精度であることが知られており、それは実験1の結果によっても示された。撮影角度の変化による精度の比較では、やはり角度が付くにつれて、精度が下がるという結果が得られたが、GaborJet の方が、Eigenface に比べて、常に精度が高く、撮影角度の変化による精度の低下も少ないことがわかった。

異人種に対する精度の比較(実験2)では、システムの設計に用いた人種と異なる人種を本人として登録し、他人として扱う人物を両方の人種とすると(Fig.3.)、外国システムでは Eigenface を用いた場合、日本システムでは GaborJet の場合に、他人を本人と誤認識する確率が大幅に増えてしまうという結果が得られた。つまり、日本システムにおいては Eigenface の方が GaborJet よりも認証率が高くなって

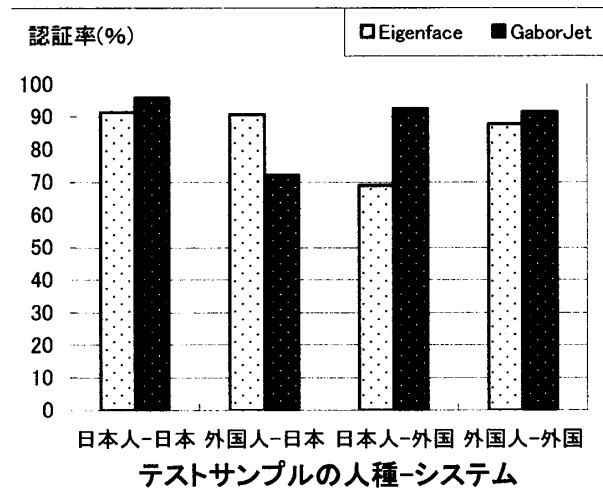


Fig.3. 異人種に対する認証精度の比較

おり、GaborJet が全ての場合において優れているわけではない、ということがわかった。

このような結果が得られた原因の解明については今後の研究課題としたい。また、米国のように多人種が混在した顔の集合が想定される場合や、反対に、日本人対外国人の構図だけではなく、人種を細かく分けた場合など、様々な視点からの分析が必要であろう。

なお、本論文を執筆した段階では実験が完了していないため掲載できないが、実験2で得られた各人種に適した認証システムを用いて、テストサンプルとして表情に変化のある顔画像データベースを用いた場合の認証精度の比較も行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省の科研費(基盤研究(B)(1)15300076)の助成を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 田中健一 他, “顔画像による個人認証システムにおける人種効果の分析-GaborJet と Eigenface の比較-”, 信学技報 PRMU 2003-277, pp.127-132, 2004
- [2] M. Turk and A. Pentland, “Eigenfaces for Recognition,” J. of Cognitive Neuroscience, Vol.3, No.1, pp.71-86, 1991
- [3] L. Wiskott, J.M.Fellous, N.Kruger, and C. von der Malsburg, “Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching,” IEEE Trans. on PAMI, Vol.19, No.7, pp.775-779, 1997

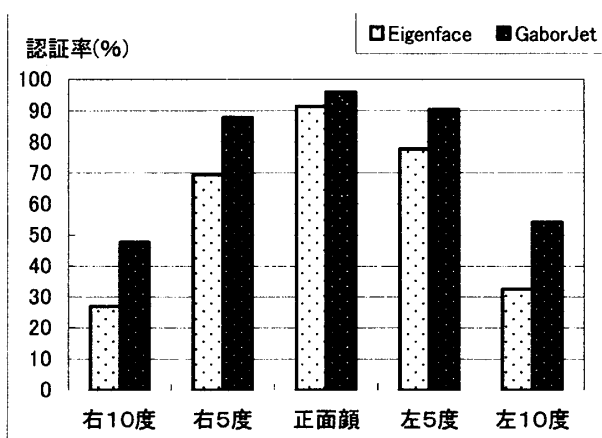


Fig.2. 撮影方向の変化による本人認証精度の比較