

顔画像による年齢層の自動識別試み

菅田, 幸希 / SUGATA, Koki

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

55

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

4

(発行年 / Year)

2014-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010338>

顔画像による年齢層の自動識別の試み

An approach to automatic identification of the age-group from facial images

菅田幸希

Koki SUGATA

指導教員 赤松茂

法政大学大学院工学研究科システム工学専攻修士課程

In this study, we developed an automatic face recognition system that identifies the age-group of a person using the Gabor features extracted from the face image. We first intended to select components of the Gabor features which seem relatively more effective for age discrimination by quantifying the effect of facial aging on each component of the features, and then applied principal component analysis to the set of features in order to further reduce their dimensionality. Subsequently, automatic identification of the age-group was conducted for the input face image based on minimum distance classification.

Keyword : Gabor features, principal component analysis, automatic identification

1. はじめに

近年、人間の身体的特徴や行動的特徴を用いて行う、個人認証の研究が盛んに行われている。人の顔は、人種や性別、感情等、様々な情報を持ち、その情報を伝える媒体である。人はコミュニケーションをとる際、相手の情報を知る事が必要であり、相手の年齢の認知が重要になってくる。相手の年齢に応じて、振る舞いを変える事により、円滑なコミュニケーションが可能になる。そして、対話する相手に応じて柔軟にコミュニケーション方法を変えるヒューマンインタフェースを目指すにあたり、顔画像からその人物の年齢を識別する技術への期待があり、研究も活発になってきている^{[1][2][3][4]}。

我々は顔による個人認識だけでなく、人物の属性認識にも広く利用されている Gabor 特徴^[5]を用いて、年齢層の分類を行う手法を検討している。従来研究の多くでは、抽出される Gabor 特徴の全ての成分を対象として年齢層の識別を試みていた。これに対して本研究では、加齢の影響を受ける Gabor 特徴成分の選択を行い、より少ない次元数の特徴で年齢層識別を行うことを目指している^[6]。また、これまでは目視によって行っていた、年齢の判別に有効な特徴が得られると想定される Gabor 特徴のサンプリング点の抽出を自動化し、年齢層の自動識別を試みた。

2. 年齢層の識別法

(1) パターン正規化のための前処理

実験に用いる画像に対し、顔の位置合わせと照明変動の影響を軽減させる前処理を行う。この前処理には当初

は ATR プロモーションズ社^[7]から提供されている FUTON システムを利用した。FUTON システムは、顔研究を行う場合に必要な自然な顔画像合成の要求を満たすために、ATR 人間情報通信研究所で開発されたものである。このシステムにより、大量の顔画像データを一括に処理することが可能になる。

まず、FUTON システムの mfsamp を用いて、基準点を目視により、91 点配置し、サンプリングを行う(図 1)。次に、顔の学習・テストに用いる顔画像サンプルに対し、顔の傾きと大きさの正規化を行う。回転操作では両目の中心を結んだ直線が水平になるように回転させる。拡大・縮小操作では、鼻上側と唇下側の 2 点間の距離を 36 ピクセルに指定した。そして、眉間の座標を(255, 255)に平行移動し、顔の切り出しを行う際の基準点(画像の中心)とした。次に正規化した画像の顔の切り出しを行う。眉間の位置は画像の中央であるので、画像の中心から上下左右に 64 ピクセルで切り出しを行った。最後に、画像の明るさ補正では、画像の濃度平均と標準偏差を求めて、明るさの補正を行った。これは照明の変動に対する認証精度への影響を軽減するためである。



図 1 顔の基準点の取得風景

(2) 顔画像の特徴ベクトル表現

本研究では、特徴ベクトルの表現に顔認識分野で広く利用されている Gabor 特徴^[5]を用いた。Gabor 特徴は、Gabor フィルタの解像度と方向を変化させたものを畳み込むことで画像上の各点の周辺における濃淡情報の周期性と方向性の両方を特徴量として抽出できる(図 2)。実際には、正規化された顔領域内で、年齢の判別に関係性が期待できる箇所 51 点(図 3)をサンプリング点として個々の顔画像ごとに選択し、その各点に対し、角度： θ [°]、空間周波数： u_0 [pixel/cycle]、窓幅： σ という 3 つのパラメータを変化させた Gabor フィルタを畳み込む事で顔を表現する特徴量を得る。本研究では、 128×128 画素の画像を扱うが、Gabor 特徴を使用することで、特徴量の削減が期待できる。本実験では(1)、(2)式に、 $(u_0: 9, 15, 23, 35) \times (\theta: 0, 45, 90, 135)$ のパラメータを代入し、51 点 \times 16 通りの計 816 次元の Gabor 特徴を顔画像から抽出した。

$$\hat{\phi}_r(u, v) = e^{\{-\sigma^2(\dot{u}-u_0)^2 - \sigma^2\dot{v}^2\}} + e^{\{-\sigma^2(\dot{u}+u_0)^2 - \sigma^2\dot{v}^2\}} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \quad (2)$$



図 2 顔画像に Gabor フィルタをかけた際の可視化例 (左上：0 度，右上：45 度，左下：90 度，右下：135 度)

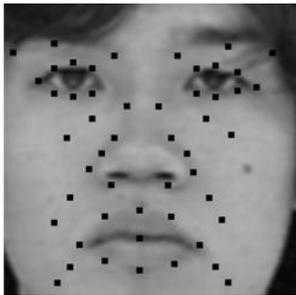


図 3 サンプリング点配置箇所

(3) 加齢変化の影響を受ける特徴量の選択

(2) で得られた 816 次元の特徴ベクトルの全ての成分が、年齢変化の影響を受ける特徴量とは限らないため、加齢変化の影響を受ける特徴量を分析し、選択する。年齢と特徴量の相関を用いる手法と、年代ごとの級内分散、級間分散を用いる手法の 2 種類で特徴量の選択を行った。

a) 相関を用いた特徴量の選択

外国人の特定人物の顔の経年変化を示す顔画像データベースである、FG-NET aging Database^[8]を用いて特徴量を分析した(図 4, 図 5)。分析方法は、特定人物の年齢の異なる顔画像 n 枚の各特徴成分 y に対し、経年変化を表す年齢 x との相関係数 r を求め、その絶対値が大きいものほど加齢による影響が大きい特徴として選択する。相関係数は(3)式によって求まる。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

$$(i = 1, 2, \dots, 816)$$



図 4 FG-NET aging Database のサンプル元画像



図 5 FG-NET aging Database 正規化後の画像

b) 級内分散・級間分散を用いた特徴量の選択

実験に使用するデータベースの各年代を一つのクラスとして、それぞれの特徴量の級内分散、級間分散を求める。級内分散は(4)式、級間分散は(5)式によって求まる。全ての特徴量の中から、級間分散/級内分散の値が大きい特徴量ほど年齢変化の影響を受けやすい特徴量として選択した。

これらの手法により、加齢の影響が少ない特徴成分を削減し、特徴ベクトルを低次元で表すことができる。

$$\sigma_w^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - \mu_i)^2 \quad (4)$$

$$\sigma_b^2 = \sum_{i=1}^M \frac{N_i}{N} (\mu_i - \mu)^2 \quad (5)$$

N : 全クラスの要素数の合計

N_i : i 番目のクラスの要素数

M : クラスの数

μ : 全クラス内のサンプル平均

μ_i : i 番目のクラス内のサンプル平均

x_{ij} : i 番目のクラスの j 番目のサンプル値

(4) 主成分分析による次元圧縮

主成分分析とは、多変量解析の1つである。学習サンプルに対して、主成分分析を適用することによって、学習サンプル集合に含まれるパターンのばらつきを最も効率的に表現し得る主軸と呼ばれる正規直交基底を求めることができる。主成分分析は、顔画像の情報圧縮にも使用されている。

(3) で得られた特徴量選択後の特徴ベクトルに対し、主成分分析を施し次元圧縮を行うことで、顔を表現する特徴量を、更に低次元の特徴ベクトルで表すことができる。

(5) 年齢層クラス識別

本研究の年齢層識別には、ユークリッド距離に基づく最小距離識別法を用いた。この識別法は、各テストサンプルと、年代ごとに特徴ベクトルを平均し、各年代を表現した特徴ベクトルからなる辞書とのユークリッド距離を求め、その距離が最小になるものを最もそれらしいクラスとして選択することで年齢層の識別を行った。

3. 年齢層識別実験

(1) 実験概要

10代から60代までの日本人から収集した顔画像データ(図6)を用いて、男女別に学習を行い、識別辞書登録を行った。実験に使用した顔画像の内訳は、15-19歳、20-24歳、…、60-64歳と5歳刻みの年齢ラベルを持つ男女各15枚、計300枚である(表1)。

本研究の年齢層識別実験は、上記の5歳幅を年齢のラベルと決め、年齢層の判別を行った。年齢層識別の評価は、男女それぞれの顔画像150枚、計300枚を使用した。Leave-One-Out法によって以下の2種類の実験結果を比較した。

実験1: 抽出したGabor特徴から、相関係数の絶対値が0.6以上の特徴を、加齢の影響を受けるとされる特徴として選択した。選択後の640次元の特徴のみを用いて主成分分析を行い、年齢層を識別した。

実験2: 抽出したGabor特徴から、加齢の影響を受けるとされる特徴を、級間・級内分散の比を用いて選択した。実験1と比較を行うため、級間分散/級内分散の値が大きい順に640次元の特徴を選択した。その後選択した特徴のみを用いて主成分分析を行い、年齢層を識別した。

表1 実験に使用した顔画像の年齢別内訳

学習サンプル	年齢幅	15歳	20歳	25歳	30歳	35歳	40歳	45歳	50歳	55歳	60歳	合計
		19歳	24歳	29歳	34歳	39歳	44歳	49歳	54歳	59歳	64歳	
男性		15人	150人									
女性		15人	150人									

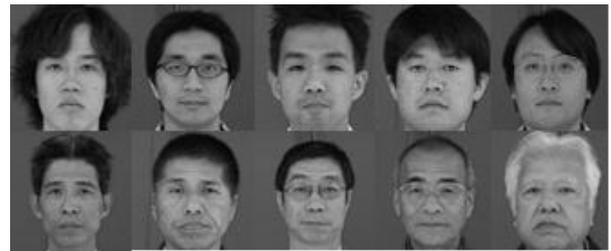


図6 正規化後の顔画像サンプル

(2) 結果・考察

加齢変化の影響を受ける特徴選択を行わず、全ての特徴成分を用いて識別を行った場合の結果と、実験1、実験2の結果を表2に示す。

まず、ほとんどの実験の場合で、若年層と高年層に比べて、中年層の推定率が低下していることが分かる。この理由として、中年層は若年層や高年層に比べて、顔のテクスチャの変化が小さいため、年代ごとの顔の違いが少なく、誤認識される割合が大きくなったと考えられる。

次に、全ての特徴成分を用いて識別を行う場合より、特徴選択を行った場合の方が年齢層の正解率が高いことが確認できる。これにより、実験1、実験2のどちらの手法でも、加齢変化の影響を受ける特徴を捉えることができたと言える。

また、実験1よりも実験2のほうが年齢層の正解率が高いことが分かる。これは、実験1で加齢変化の影響を受ける特徴を分析する際に用いたFG-NET aging Databaseのサンプル数の少なさや、外国人と日本人での顔の経年変化の仕方の違いが識別結果に影響したと考えられる。

表2 年齢層の識別結果 (手動サンプリング)

	年齢層の正解率(%)										
	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	平均
全特徴	100	60	47	40	40	47	40	33	53	73	53.3
実験1	93	60	53	27	40	47	53	53	47	73	54.7
実験2	93	60	73	53	67	53	33	67	67	80	64.7

4. 年齢層の自動識別

(1) 実験概要

上記の実験では、正規化後の顔領域内に、年齢の判別に関係性が期待できるサンプリング点51点を、各顔画像に対して手動で配置しているため、インタフェースとして実用的ではない。そこで本実験では、Seeing Machines社のリアルタイム face トラッキングツール faceAPI⁹⁾で取得される顔の各部位の座標を元に、特徴点を自動で配置する(図7)。

実験には、特徴点のサンプリングを手動で行った際の識別実験と同じデータベースを使用し、その際に年齢層の正解率が最も高かった、上記の実験2の手法を用いる。

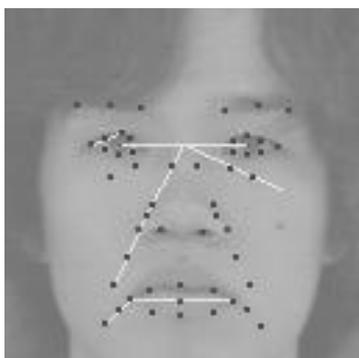


図7 サンプリング点の自動取得

(2) 結果・考察

特徴点を自動でサンプリングし、識別を行った際の結果を表3に示す。この表から、特徴点の手動サンプリングの正解率よりも自動サンプリングの正解率の方が全体的に低下していることが分かる。これは、faceAPIを用いて自動で配置した特徴点の位置と、手動で配置した位置との誤差が正解率に影響を与えたと考えられる。

表3 年齢層の識別結果

	年齢層の正解率(%)										
	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	平均
手動	93	60	73	53	67	53	33	67	67	80	64.7
自動	80	67	20	33	53	40	40	53	47	53	48.6

5. まとめ

本研究では、加齢による影響を受ける特徴を2種類の方法で分析・選択を行った。その結果、年齢層を判別する上では必要のない無駄な情報を削減でき、識別率を向上させることができた。また、これまでは手動で行っていた、顔領域内の特徴点のサンプリングを自動で行い、手動の場合よりは識別率は低下したものの、約5割程度の確率で識別できた。

今後は、加齢の影響を受ける特徴の分析方法や、特徴点の自動配置方法の再検討を行うことで、より正確に年齢層が識別できると考える。また、顔画像からだけではなく、Webカメラなどを用いてリアルタイムな年齢層識別を行うことで、より実用的なインタフェースに近づくと考える。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究(B)24300087)の助成を得た。

参考文献

- [1] 本郷仁志, 石井洋平, 丹羽義典, 山本和彦, “顔画像からの性別と年齢の統合的推定方法の提案”, 信学技報, PRMU102(532), pp1-6, Dec.2002
- [2] X. Geng, Z. H. Zhou, and K. Smith-Miles, “Automatic age estimation based on facial aging patterns” IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence, vol. 29,no.12, pp.2234-2240, 2007
- [3] G. Guo, G. Mu, Y. Fu, and T. Huang, “Human age estimation using bio-inspired features” in IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009, pp. 112-119
- [4] Kuang-Yu Chang, Chu-Song Chen, and Yi-Ping Hung, “A Ranking Approach for Human Age Estimation Based on Face Images” ICPR2010, pp. 3396-3399, 2010-08
- [5] 瀧川えりな, 細井 聖, 川出雅人, “顔画像による人種推定技術”, 信学技報. HIP103-454, pp.19-24, Nov. 2003
- [6] 浅賀亮平, 黒田隆史, 菅田幸希, “Gabor 特徴を用いた顔画像からの年齢層識別: 年齢層識別に寄与する特徴量の評価”, 信学技報 111(441), 97-100, 2012-02-20
- [7] ATR プロモーションズ社 <http://www.atr-p.com/index.html>
- [8] The FG-NET aging Database, available at <http://www.fgnet.rsunit.com/>
- [9] Seeingmachines, “faceAPI”, <http://www.seeingmachines.com/product/faceapi/>