

平成21年6月15日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19700185
 研究課題名（和文） 次世代インタフェース構築に向けた姿勢変動に頑健な人物属性推定に関する研究
 研究課題名（英文） A Robust Human Characteristic Estimation under Varying Facial Pose for Human Interface and Interaction
 研究代表者
 滝本 裕則（TAKIMOTO HIRONORI）
 佐世保工業高等専門学校・電子制御工学科・助教
 研究者番号：10413874

研究成果の概要：我々は、開発した人物属性推定システムを用いて性差や経年変化などの人物属性という観点からの顔の左右対称性について検証を行った。結果として、カメラ正面に対して水平方向に45°程度、垂直方向に30°程度顔が傾いていた場合でも、性別推定・年齢推定ともに人間と同等程度の推定精度が得られることを確認した。また、人の人物属性認知メカニズムに着目し、人が潜在的に用いている顔領域における属性特徴（特に年齢特徴）を決定し、その有効性を確認した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	500,000	0	500,000
2008年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
年度			
総計	900,000	120,000	1,020,000

研究分野：画像解析応用、感性情報処理

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：顔画像処理、人物属性推定、性別年齢推定、外観年齢、ARSM

1. 研究開始当初の背景

近年、顔画像からその人物の属性（個人性・性別・年齢・人種）を推定する技術の研究が広く行なわれている。カメラデバイスを用いて小売店内の歩行者や自動販売機での購入者の性別や年齢を推定することにより、その顧客への特有のサービスが提供可能になるとともに、マーケティングに役立てることもできる。さらに、ユニバーサルデザインやヒューマンインタフェース、美容整形などの分野において重要な役割を担うと考えられる。

従来の人物属性推定は顔画像からの特徴抽出と、抽出された特徴を用いた推定識別処理からなる。特徴抽出の手法には顔全体の輝度パターンやそれに対しての各種フィルタ出力を用いる手法と、顔画像中から特徴部位に対応した特徴点を抽出し、その位置関係等を用いて推定する手法がある。現在、前者のアプローチの研究が盛んであり、最も代表的な手法として株式会社オムロンで開発が行なわれている技術では、特徴抽出に Gabor wavelet 変換と Retina sampling 法を、識別に Support Vector Machine (SVM)を用いて

おり、大きく分類した 5 つの年代（少年期・青年期など）の年代識別において、識別率約 90% との結果が報告されている。しかしながら、従来の人物属性推定技術は、正面を向いた顔画像に特化した手法であり、姿勢変動のある顔画像に対する有効性は検証されていない。仮に既存手法を傾いた顔画像に適用するのであれば、画像から顔の傾き角度を求め、その角度に応じた推定器を複数用意せねばならず現実的ではない。また、従来の研究では人種や性別だけでなく年齢も「年代・年齢層」に分けるという年代別クラス分類が主であるため、連続値で推定した年齢を出力する推定システムが望まれている。

2. 研究の目的

(1) 姿勢変動に頑健な特徴点決定手法 ARSM の改良、顔画像からの各属性特徴の抽出

顔画像に対する特徴点決定手法である、人間の網膜の不均一構造をモデリングした Retinal sampling 法に顔の構造を知識として付加した、姿勢変動に頑健な適応型 Retinal sampling 法 (Adapted Retinal Sampling Method; ARSM) を提案する。さらに大きな頭部姿勢変動 (傾き) に対する改良・精度向上に努める。また、人間の人物属性知覚メカニズムに着目し、人間が潜在的に用いている人物属性特徴を決定するため、実数値遺伝的アルゴリズム (Real-Coded GA) と Neural Network (NN) を組み合わせて用いることで、属性推定に有効な特徴の組み合わせ (重み・貢献度) を求める。

(2) 実環境下における人物属性推定システムの開発、人物属性推定大規模顔画像データベースの構築

本研究にて提案する人物属性手法の有効性を検証するため、カメラデバイスと計算機を用いて実システムを構築する。現在までに、肌モデルと唇モデルを基に構成された Skin Distinction Neural Network (SDNN) と Lips Detection Neural Network (LDNN) によって特徴的な顔器官である目と口を高速に検出し、ARSM の参照点となる 7 点の検出が可能である。さらに、多くの被験者に対してアンケート等を行ない、人物属性を推定する場合に用いていると思われる特徴を定義する。さらに、提案する最適化手法を用いて効果的な人物属性特徴を決定し、人物属性基底を導出する。また、顔画像を用いた人物属性推定など顔センシング分野の研究が広く活発に行なわれるために、個人情報保護法等の法律を厳守した上で、撮影条件が適切に制御された高品位で広範な被験者を収録した、人物属性推定に特化した顔画像データベースを構築する。

3. 研究の方法

(1) 顔画像から高速に顔検出するための手法である SDNN と LDNN の完全自動化を行なう。また、財団法人ソフピアジャパン (<http://www.softopia.or.jp/index.html>) によって提供される多角度から撮影された 300 名程度の顔データベースを用いて、適応型 Retinal Sampling 法の姿勢変動の大きい場合に対する改良を行なう。さらに、実環境下での実時間処理を行うために、アルゴリズムの最適化を行ない処理時間の有効性を検討する。(詳細は発表論文③と④を参照)

(2) 人間の人物属性知覚メカニズムに着目し、人間が潜在的に用いている人物属性特徴を決定するため、まず、主観実験として多くの被験者に構築した顔データベースを用いて属性の推定を行なってもらう。実験時に被験者に対して行なうアンケートと、これまで申請者らが研究を行ってきた結果より、各属性の推定に有効であると思われる属性特徴を定義する。それら定義された属性特徴に対し、Real-Coded GA と NN を組み合わせて用いることで、各属性推定に有効な特徴の組み合わせ (重み・貢献度) を求める。(詳細は発表論文③と④を参照)

(3) 実環境下における提案システムの有効性を検証するため、ノート型パソコンとカメラデバイスを用いた、画像入力から推定出力までの全自動化システムを構築する。また、画像処理部とインタフェース部の構築には C++ Builder 6 Professional を用い、カメラ入出力部はフリーソフトである Direct X を用いる。システム構築後、画像入力から推定までにかかる各処理時間を解析しアルゴリズムの最適化を行なう。

4. 研究成果

(1) 顔領域に対する特徴点決定手法として我々が提案した ARSM を用いることで、姿勢変動のある顔画像に対しても安定的に特徴点を配置することが可能であることを様々な条件かで撮影した画像によって確認した (図 1)。また、人間が潜在的に用いている肌テクスチャや肌の色相情報など、顔の見え方に依存しない性別・年齢推定に有効な特徴量を提案し、その有効性を確認した。推定器として多層型 NN を用いることで、性別のクラス分類だけではなく、連続値として年齢の推定が可能となり、結果として性別推定・年齢推定とも人間と同等程度の推定精度が得られることを確認した (表 1、2)。なお、表 2 の値は、実年齢と推定した年齢の差の絶対値であり、我々はこの値を推定誤差と定義し、提案手法の有効性の指標としている。

また、一般的に、顔が水平方向に一定以上傾いた場合、顔の構造上カメラ位置から奥側に死角が発生するため、顔領域の全てから人物属性特徴を抽出することは困難である。しかし、性差や経年変化という観点から顔の左右が対称性を持つならば、死角が発生した場合でも顔領域の片側を用いることで高精度な推定が可能である。我々は、開発した人物属性推定システムを用いた性差や経年変化などの人物属性という観点からの顔の左右対称性について検証を行った(表3、4)。顔領域全体を推定に用いた場合に比べ、左右片側を用いた場合では約1~2%程度の精度低下が見られるが、左右側それぞれを用いた場合で差はあまり見られず、提案手法による性差特徴という観点から、顔の左右対称性を検証できたと考える。

結果として、カメラ正面に対して水平方向に45°以上、垂直方向に30°以上顔が傾いていた場合でも、性別推定・年齢推定ともに人間と同等程度の推定精度が得られることを確認した。

課題として、鉛直方向+30°の女性に対する推定精度が低下している要因として、前髪の問題が挙げられる。これは、女性に見られる傾向として前髪が額にかかっている場合、鉛直方向+30°からカメラで撮影した場合に前髪によって目周辺の領域が隠れてしまうため、十分な特徴を抽出できていないと考えられる(図2参照)。

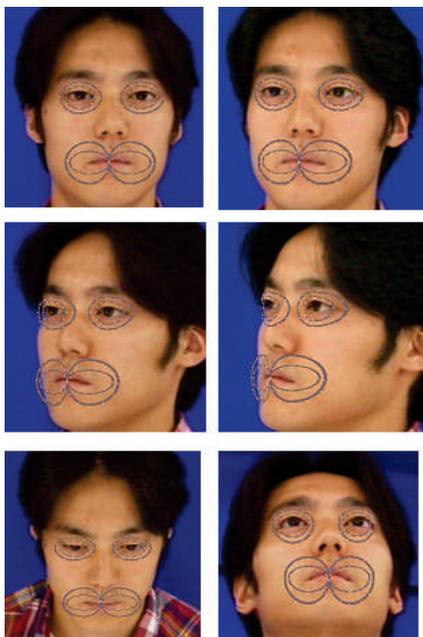


図1. The result of ARSM

表1. The result of gender estimation (Frontal face、leaned face)

(%)	Men	Women	Total
Frontal face	97.3	98.6	98.0
Lower 30°	95.6	85.6	90.1
Lower 15°	96.5	95.0	95.6
Upper 15°	97.3	96.4	96.8
Upper 30°	94.7	95.7	95.2
Right 15°	96.5	97.8	97.2
Right 30°	96.5	98.6	97.6
Right 45°	95.6	98.6	97.6
Estimation by human	98.6	98.7	98.6

表2. The result of age estimation (Frontal face、leaned face)

(Error value)	Men	Women	Total
Frontal face	3.9	4.4	4.1
Lower 30°	6.5	6.2	6.3
Lower 15°	4.0	4.4	4.2
Upper 15°	5.1	4.6	4.8
Upper 30°	8.6	11.7	9.9
Right 15°	4.1	4.5	4.3
Right 30°	4.1	4.8	4.5
Right 45°	4.5	5.1	4.8
Estimation by human	4.5	4.6	4.5

表3. The result of gender estimation (Frontal face、only one side)

(Error value)	Men	Women	Total
Frontal face	97.3	98.6	98.0
Left side	96.5	97.1	96.8
Right side	97.3	95.0	96.0

表4. The result of age estimation (Frontal face、only one side)

(Error value)	Men	Women	Total
Frontal face	3.9	4.4	4.1
Left side	4.2	4.6	4.4
Right side	4.1	4.7	4.3



(a) The Frontal face (b) Leaned face
図 2. The sample of feature concealment

(2) 人の人物属性認知メカニズムに着目し、人が潜在的に用いている顔領域における属性特徴（特に年齢特徴）を決定した。

構築した顔データベースと自作のインタフェース（図 3）を用いて、主観実験として多くの評定者に人物属性の推定を行なってもらった。また、評定者からの事前調査結果や先行研究の報告などを参考とし、顔領域における経年変化を表すと考えられる顔特徴を複数定義した。我々は、これら顔特徴と外観年齢との年齢知覚関係モデルが線形モデルであると仮定し、線形重回帰分析と c-AIC によって、顔特徴を説明変数、外観年齢を目的変数とする最適なモデルの解析を行なった（表 5）。結果として、定義した複数の顔特徴と外観年齢との関係に線形モデルを提案し、求めた外観年齢関数を用いた年齢推定実験においてその有効性を確認した（表 6）。また、人が相手の年齢を推定する際、注目する顔特徴の傾向が相手の年齢層によって変化することを確認できた。



図 3. the interface of the questionnaire survey

表 5. The selected facial feature by using the proposal method for apparent age estimation

	Man	Woman
wrinkle: forehead: average	○	×
wrinkle: eye: average	×	○
wrinkle: cheek: average	○	○
wrinkle: mouth: average	○	×
wrinkle: chin: average	×	×
freckle: under eyes: average	○	○
freckle: cheek: average	×	○
freckle: nose: average	○	○
freckle: chin: average	○	○
shape: eye: coordinate	×	○
shape: mouth: coordinate	○	○
shape: eye: round shape	○	×
color: cheek H: average	×	×
color: cheek H: deviation	×	○
color: cheek S: average	○	×
color: cheek S: deviation	○	×
color: cheek V: average	○	×
color: cheek V: deviation	×	○
color: mouth H: average	○	×
color: mouth H: deviation	×	○
color: mouth S: average	○	×
color: mouth S: deviation	○	×
color: mouth V: average	○	○
color: mouth V: deviation	○	×
color: chin H: average	○	×
color: chin H: deviation	×	○
color: chin S: average	×	○
color: chin S: deviation	○	×
color: chin V: average	○	×
color: chin V: deviation	×	○
color: hair H: average	○	○
color: hair H: deviation	×	×
color: hair S: average	×	×
color: hair S: deviation	○	○
color: hair V: average	○	○
color: hair V: deviation	×	○
other: hair: area	○	×

表 6. The result of apparent age estimation (Error value)

Subject's age group	Proposal method(man)	Proposal method(woman)
10-19	7.7	5.2
20-29	5.2	3.9
30-39	3.9	3.0
40-49	3.4	3.7
50-59	4.7	5.2
60-69	6.0	5.0
70-79	3.2	-
Average	4.6	4.1

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① 滝本裕則, 桑野翼, 深井寛修, 満倉靖恵, 福見稔, “顔特徴が人の年齢認知に及ぼす影響の解析”, 佐世保工業高等専門学校 研究報告, pp. 33-40, 2009, 査読有
- ② H. Fukai, H. Takimoto, Y. Mitsukura, T. Tanaka, M. Fukumi, “Apparent Age Feature Extraction by Empirical Mode Decomposition”, Journal of Signal Processing, Vol. 12, No. 6, pp. 457-463, 2008, 査読有
- ③ H. Takimoto, Y. Mitsukura, M. Fukumi, N. Akamatsu, “A Robust Gender and Age Estimation under Varying Facial Pose”, Journal of Electronics and Communications in Japan, Vol. 91, No. 7, pp. 32-40, 2008, 査読有
- ④ 滝本裕則, 満倉靖恵, 福見稔, 赤松則男, “姿勢変動に影響されない顔画像からの性別年齢推定”, 電気学会論文誌C, Vol. 127-C, No. 7, pp. 1022-1029, 2007, 査読有

[学会発表] (計6件)

- ① 滝本裕則, 深井寛修, 満倉靖恵, 福見稔, “顔画像からの見かけ年齢特徴抽出に関する一考察”, 第18回インテリジェント・システム・シンポジウム, 2008年10月, 広島 (JAPAN)
- ② H. Fukai, H. Takimoto, Y. Mitsukura, and M. Fukumi, “Feature Extraction System for Age Estimation”, 12th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, 2008年9月, Zagreb (Croatia)
- ③ H. Fukai, H. Takimoto, Y. Mitsukura, T. Tanaka, and M. Fukumi, “Apparent Age Feature Extraction by Empirical Mode Decomposition”, 2008 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, 2008年3月, Gold Coast (Australia)
- ④ H. Takimoto, T. Kuwano, H. Fukai, Y. Mitsukura, and M. Fukumi, “An Analysis of the Influence of Facial Feature on Age

Perception”, 2008 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, 2008年3月, Gold Coast (Australia)

- ⑤ H. Fukai, H. Takimoto, Y. Mitsukura, and M. Fukumi, “Apparent Age Estimation System Based on Age Perception”, SICE Annual Conference 2007, 2007年9月, Kagawa (JAPAN)
- ⑥ H. Takimoto, T. Kuwano, Y. Mitsukura, H. Fukai, and M. Fukumi “Appearance-age feature extraction from facial image based on age perception”, SICE Annual Conference 2007, 2007年9月, Kagawa (JAPAN)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

滝本 裕則 (TAKIMOTO HIRONORI)
佐世保工業高等専門学校・電子制御工学科・助教
研究者番号: 10413874

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: