

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：30115

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500263

研究課題名(和文)平均顔生成のためのガイドラインと標準顔への展開に関する研究

研究課題名(英文) Investigation of Guideline for Average Face and Developing Standard Face

研究代表者

向田 茂 (Mukaida, Shigeru)

北海道情報大学・情報メディア学部・教授

研究者番号：70374105

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：平均顔は単純な構造と集団の特徴を効果的に現すことができることから、多くの顔研究で使われている。本研究では、集団の特徴を十分に示すことのできる平均顔を作成するために必要な顔写真の枚数を検討した。具体的には、工学的観点と認知心理学的観点からの検討をおこなった。そして、平均顔作成のためのガイドラインを作成することを目的とした。また、顔写真の合成システムが動作するプラットフォームの拡大を目指した。さらに、平均顔の作成には不可欠な顔写真の収集を200名規模でおこなった。

研究成果の概要(英文)：Average faces are structurally simple and visually straightforward representations of the facial characteristics of given sets of faces and are widely used in face processing research. This research addressed the question of how many faces should be used in morphing so the morphed average face may be seen as a reasonable representation of its population. Concretely, this study was investigated from point of view of both engineering and cognitive psychology. The purpose of this project was to make guidelines of average faces that how many faces are necessary for an average face to be a valid representation of its population. Additionally, in this project implemented the synthesis system of average faces to work on different platform. And facial picture for making average face was collected 200 people more.

研究分野：画像処理

キーワード：平均顔 顔写真 枚数 妥当性

1. 研究開始当初の背景

個人の顔の特徴を知るためには、基準となる顔が必要である。この基準としてもっとも使われる画像が平均顔であり、複数の顔写真を重ね合わせ、平均化することで生成することができる。単純な生成方法に加え、元となった顔の共通する特徴を具現化できる効果から、情報工学、認知心理学など、さまざまな領域で利用されている。たとえば、研究代表者らの行った情報工学的研究では、個人の顔写真から抽出したシワ情報を重ね合わせるための基準画像として利用されている[1]。また、認知心理学的研究では、幼児の顔の魅力度の計測の基準としても利用されている[2]。

このように、顔研究をする上で必要不可欠といっても過言ではない平均顔だが、万能なわけではない。平均顔は、個々の顔写真よりも若く見られる(平均年齢より若く見える)など、平均顔に期待する意味解釈とは異なる結果をもたらす場合もある。この原因の一つは、シミやシワなどのテクスチャ情報が消失してしまうことにある。研究代表者らは、元の顔写真から抽出したシミやシワを付加し、平均年齢相当に見られるようにした拡張型平均顔を標準顔と名付けて提案している[3]。しかし、標準顔の生成には、さまざまな工程が必要となる。多くの研究者が標準顔を生成し、使用することができるようにするためには、簡単な操作で標準顔を生成することのできるツールの開発が必要である。

平均顔は、複数の顔写真を重ね合わせ、重ねた数で割ることによって生成できる。作成手順の単純さからか、これまで平均顔の生成に必要な顔写真の枚数についての議論はほとんど行われてこなかった。また、個人情報の重要性の意識の高まりもあり、顔写真を収集することは容易なものではない。その結果、とりあえずあるだけの顔写真で作成するというのが一般的となっている。しかし、少ない枚数で作成した平均顔は、個人の特徴などが残ったままとなり、平均顔としての機能を十分に果たしているとはいえない。

2. 研究の目的

研究代表者は、複数の顔写真から平均顔を容易に作成することのできるツールの開発を行ってきた[4]。本研究では、平均顔を生成するために最低限必要な顔写真の枚数を検討し、意味のある平均顔の生成のためのガイドラインを作成することを目的とし、平均顔の生成に必要なツールの開発、改良とデータの収集を研究の目的とした。具体的には次の3点の研究開発を進めた。

(1) 年齢や性別などの属性と、平均顔の生成に必要な顔写真の枚数との関係を検証した。

平均顔は、複数の顔写真を重ね合わせ、平均化した顔画像である。その結果、平均顔の作成に用いた個々の顔写真が共通にもつ

特徴は具現化され、個々の顔写真が個別にもつ個人特徴は相殺される。つまり、集団の特徴を効果的に表現することのできる顔画像と位置づけることができる。

同じ集団から作成する平均顔は、どれも同じ特徴を持った顔画像ができることが望ましいが、異なる集団の平均顔とは明確に異なる顔画像であることが求められる。これらを両立することのできる平均顔を作成するためには、どの程度の枚数の顔写真を用いて作成すべきかについて検討を加えた。

(2) 平均顔や標準顔を容易に作成・操作するためのツールの開発と、顔画像の生成環境の整備をすすめた。標準顔とは、平均顔の拡張であり、平均顔では失われてしまうしみやしわも平均化される。図1は60代の日本人男性の平均顔(左)と標準顔(右)である。



平均顔

標準顔

図1. 平均顔(左)と標準顔(右)

研究代表者はこれまで、顔写真を合成するツールの研究開発をおこなってきた。本研究では、これらの成果をさらに発展させ、ツールが動作するプラットフォームを拡大することを目的とした。また、標準顔を容易に作成することのできるツールの開発をすすめた。

(3) 顔研究を遂行するに当たり、必要不可欠ともいえる顔写真の収集をおこなうことを目的とした。

平均顔を作成するためには、共通の要因(年代や性別など)ごとに分類された顔写真の集合が必要となる。たとえば、日本人男女の年代ごとの平均顔を作成することを考えた場合、10代から50代までとしても、5通りの年代の組み合わせと、男女の組み合わせ2通りからなる、計10通りの集合が必要になる。それぞれに数十枚の顔写真を用意するとしても、少なくとも数百枚規模の顔写真が必要となる。一方で、顔写真の収集を考えたとき、誰もが持っている顔ではあるが、個人を特定することのできるもっとも重要な個人情報のひとつであり、顔写真の撮影に抵抗を感じる人も少なくない。そのため、顔写真を容易に収集することは難しい。本研究では、研究代表者がこれまで収集した約600枚の顔写真に200名の顔写真を追加することを目指し、800名規模の顔写真データベースの構築を目的とした。

3. 研究の方法

3.1 平均顔の生成のためのガイドライン

年齢や性別などの属性と、平均顔の生成に必要な顔写真の枚数との関係を検証するために、工学的観点と認知心理学的観点から検討を加えた。

工学的観点では、平均顔を作成するための顔写真の枚数について、1枚の顔写真が全体に与える影響について検討した。平均顔を作成するために、顔写真の枚数を増やしても、1枚の顔写真の影響の程度がほとんど変わらなくなれば、それ以上顔写真を増やしても平均顔に与える影響は極めて小さくなり、顔写真を増やす必要はないといえる。つまり、平均顔を作成するための妥当な枚数となったといえる。

また、平均顔は複数の顔写真を重ね合わせることで作成されるが、重ね合わせる顔写真の枚数が多くなればなるほど、一枚の顔写真が平均顔に与える影響は小さくなる。もし、一枚の顔写真の与える影響が大きければ、作成された平均顔は、個別の一枚の顔写真の影響を強く受けることとなり、作成しようとする集団の特徴をうまく反映できていないこととなる。しかし、対象とする集団の顔のばらつきが元々十分に小さいのであれば、多量の顔写真を必要とせずとも、平均顔としての使用に耐えうると考えられる。

平均顔には、目や口などの顔パーツの位置を記述した特徴点が、あらかじめ配置されている。平均顔は m 個の特徴点を持ち、各特徴点は x, y 座標を有している。そこで、平均顔に含まれる m 個の特徴点の x, y 座標を成分とする $2m$ 次元の空間上の一点に平均顔を配置することを考える。 n 枚からなる平均顔を $2m$ 次元空間上に配置し、この2つの顔間距離を平均顔の変位量とした。平均顔の生成に用いた顔写真の枚数が変わると、この変位量がどのように変化するかを確認する実験をおこなった。

認知心理学的観点からの検討では、まず、異なる枚数の顔写真から作成された平均顔が、どの程度似ているかについて評価をおこなった。平均顔を作成する顔写真の枚数を増やしていき、どのくらいの枚数の顔写真で作成すると、平均顔の似ている程度が変化しなくなるかを検証した。

一方で、平均顔の作成に用いる顔写真の枚数を増やせば増やすほど、シミやシワなどの年齢に深く関わるであろう情報は失われていくことから、どのような顔写真のセットから作成しても同じ人物に見えるという同一人物性と、年代の異なる平均顔の年齢差の知覚に着目し、妥当な平均顔の作成に必要な顔写真の枚数について検討を加えた。

3.2 平均顔や標準顔を容易に作成・操作するためのツールの開発

Windows や Linux 環境だけでなく、MacOS や iOS, Android など、さまざまな環

境で平均顔や標準顔の合成を実現できる環境の構築を進めた。近年のスマートフォンやタブレットなどの新しいデバイスの普及を受け、さまざまな環境下で容易に平均顔や標準顔を作成することができれば、平均顔や標準顔が、さらに多方面で利用されることを期待し、システムの稼働環境の拡大をおこなった。

3.3 顔写真の収集

顔写真は個人を特定するための重要な個人情報の一つであり、必ずしも快く顔写真を提供してくれるとは限らない。そこで、本研究では、次の二つの方法で顔写真収集をおこなうこととした。

(1) さまざまなコミュニティへの依頼

さまざまなコミュニティ団体の窓口を通じて、顔写真の撮影協力依頼をおこなった。そして、撮影に協力してもらえる人がいる場合には、団体が活動する場所へ赴き、顔写真の撮影を実施した。

(2) 地域のイベントへの参加

地域で実施されるイベント等で、顔写真の合成をおこなう体験型展示を実施した。顔写真の収集に協力してくれるイベント参加者の顔写真を収集した。

いずれの場合も、顔写真の撮影に加え、生活習慣に関するアンケートの記入と、顔写真の使用許諾に署名を得た。なお、顔写真は正面からの無表情と笑顔の二種類を撮影した。

4. 研究成果

4.1 平均顔の生成のためのガイドライン

工学的観点からの実験では、平均顔の生成に用いた顔写真の枚数が変わると、変位量がどのように変化するかを検証した。

20代の男性、20、30代女性、男女全年齢の異なる3条件のセットから作成した平均顔で比較をおこない、変位量の変化をプロットした(図2)。図2のグラフの横軸は平均顔を作成するために用いた顔写真の枚数であり、縦軸は変位の量である。

すべてのセットにおいて、2枚で作成した平均顔と3枚で作成した平均顔との間では、高い変位量となったが、枚数が増えるにつれ、変位量は急激に減少した。その後は、なだらかな減少となった。これは、平均顔を作成するための顔写真の枚数を増やすと、平均顔に与える1枚の顔写真の影響は、急激に減少するが、ある程度の枚数に達すると減少の程度は徐々に下がっていくことを示している。

つまり、ある程度の枚数に達すると、平均化の効率が鈍くなっていくということである。この、平均化の効率が鈍くなる枚数が、平均顔を作成するために必要な枚数と考えた。男女を含む全年齢のセットでは、20代男性のセットや20、30代女性のセットと比べると、性別と年齢に大きな幅がある。このことから、変位量の減少の程度や、減少の傾向が

異なると考えていた。しかし、3つのセットでほぼ同様の傾向が示された。

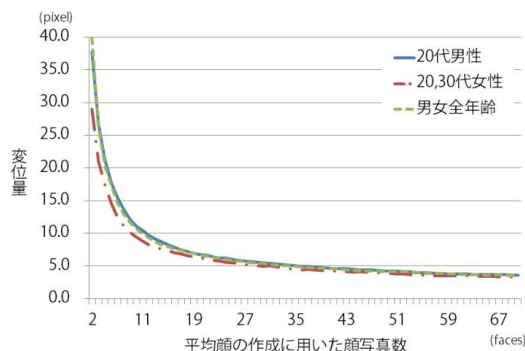


図2．平均顔の作成に用いた顔写真の枚数と変位量

次に、平均顔の作成に用いる顔写真数を増やしていくと、変位量の変化の割合がどのように推移したかについて調べることとした(図3)。注目する枚数の変位量と、注目する枚数よりも1枚少ない枚数での変位量との比率を、1枚の顔写真が増えることの影響の変化の程度とした。比率が1.0に近い値であれば、平均顔を作成するために加えた1枚の顔写真の影響は十分に小さいといえる。

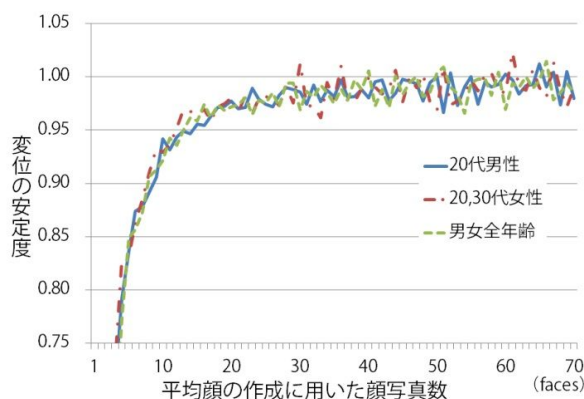


図3．変位量の安定度

顔の属性と変動量が異なるであろう3つのセットとも、ほぼ同様の变化傾向を示した。この結果より、顔形状の観点からは、平均顔を作成する場合には、30枚程度の顔写真の収集を目安とし、少なくとも20枚程度は集めることが望ましいと結論づけた。

認知心理学的観点からは、無表情の20代日本人男性の顔写真126枚を用い、元画像数をそれぞれ、6枚、12枚、18枚、24枚、30枚、36枚、42枚とした平均顔を3枚ずつ作成した。

異なる顔写真のセットから作成した平均顔であっても、同一人物に見えるのかを検証するため、異なるセットの顔写真から作成した平均顔を2枚並べて、同一人物に見えるか否かについて評定をおこなった。評定は、1の「別人」から、7の「同一人物」までを7段階で評定した。

この評定結果を、異なるセット間で、それぞれ同じ枚数から作成された平均顔(異なる平均顔)の比較結果について分析した(図4)。

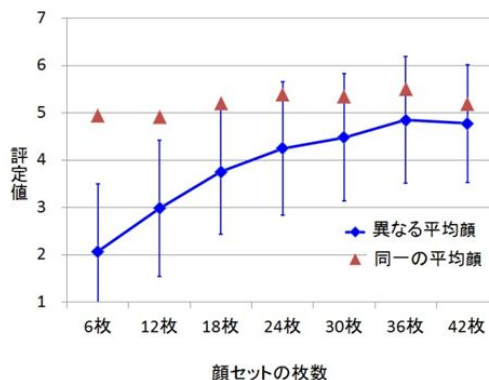


図4．同一人物に見える程度

図4のグラフの横軸は平均顔の作成に用いた顔写真の枚数であり、縦軸は評定値である。

6枚の顔写真から作成した異なる平均顔では、平均値が2.1であったが、24枚まではほぼ線形に平均値は増加した。その後も平均値は増加するものの、増加率は鈍化し、評定値が5程度で収束するように見受けられた。

同一画像を2枚見比べた場合(同一の平均顔)の評定値は5.0近辺で推移しており、全体の平均は5.2であった。これは、まったく同じ画像を見比べた場合の評定であり、同じ画像を見比べても違う人物と評価してしまうという判断のゆらぎが2程度あるといえる。これより、実験参加者は、同一画像のペアと異なる画像のペアとの区別が難しくなっていたと考えられる。

この結果からは、元となった顔写真のセットが異なる場合であっても、30枚以上で作成した平均顔であれば、同一人物と判断されやすくなることが示された。この結果は、30枚以上の顔写真のセットで平均顔を作成した場合は、20代の日本人男性の印象を、当該の収集条件下では適切に伝えられたことを意味するといえる。

また、どのような顔写真のセットから作成しても同じ人物に見えるという同一人物性と、年代の異なる平均顔の年齢差の知覚に着目し、妥当な平均顔の作成に必要な顔写真の枚数についての検討では、無表情の30代、40代の日本人男女の顔画像計240枚を年代と性別ごとに60枚ずつのグループに分け、異なる枚数から作成した平均顔を作成した。この中から2枚ずつを提示し、見た目の年齢差を評定する課題と、同一人物であるかを評定する課題をおこなった。

実験の結果、平均顔を作成するための顔写真の枚数を増やしていくと、同一人物である程度は増していくが、年齢差については、減少するという結果が得られた。これは、顔写真の枚数を増やすことで、年齢評価に用いられるであろう、シミやシワ、肌のきめなどの

情報が失われていったと考えられる。このことより、平均顔の作成において、顔写真を闇雲に多くすればよいと言うことではなく、平均顔の生成目的を鑑み、注目する属性が、顔写真の枚数を多くすることで失われる場合には、注意をすることが重要である。

これらより、平均顔の作成のためのガイドラインとして、顔写真の枚数は 30 枚程度を使用することをひとつの目安とする。ただし、顔写真の枚数をただ多くすれば良いと言うわけではなく、枚数が多くなると失われる情報もあることに留意する必要がある。

4.2 平均顔や標準顔を容易に作成・操作するためのツールの開発

平均顔や標準顔を作成することのできるプラットフォームを拡大するべく開発を進めた。iOS や Android などのモバイル端末での動作には至らなかったが、MacOS での動作を実現した。

4.3 顔写真の収集

顔写真の収集は、北海道、関西地方で 200 名の写真撮影をおこなった。本研究期間内で男性 85 名、女性 137 名の計 222 名の顔写真を収集した。年代、性別の内訳は表 1 の通りであった。

表 1 収集した顔写真の内訳

	男性	女性
10 代未満	6	9
10 代	17	30
20 代	38	29
30 代	7	12
40 代	9	24
50 代	2	4
60 代	3	3
70 代	1	11
80 代以上	2	15

これまでに、研究代表者が収集した顔写真と合わせて、合計 911 名の顔写真が収集された。

< 引用文献 >

- [1] S.Mukaida, H.Ando: "Extraction and Manipulation of Wrinkles and Spots for Facial Image Synthesis", FGR2004, pp.749-754 (2004)
- [2] H. Ishi, J. Gyoba, M. Kamachi, S. Mukaida, S. Akamatsu: "Analyses of facial attractiveness on feminized and juvenilized Japanese faces", IAEA2002, pp.135-138 (2002)
- [3] 向田茂、宇和伸明、岡本将典、森俊裕: "年齢印象に関わるシワモデルの生成と標準顔の提案", 日本顔学会, Vol.9, No.1, pp.71-78 (2009)

- [4] 向田茂、蒲池みゆき、尾田政臣、加藤隆、吉川左紀子、赤松茂、千原國宏: "操作性を考慮した顔画像合成システム:FUTON - 顔認知研究のツールとしての評価 -", 電子情報通信学会(A), Vol.J85-A, No.10, pp.1126-1137 (2002)

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 5 件)

加藤隆、向田茂、潜在学習パラダイムにおける顔の類似性の知覚、日本顔学会誌、査読有、Vol.14、No.1、2014、97-104

Takemasa Yokoyama, Yasuki Noguchi, Ryosuke Tachibana, Shigeru Mukaida and Shinichi Kita, A critical role of holistic processing in face gender perception, *Frontiers in Human Neuroscience*, 査読有, 8, 477,2014,

doi:10.3389/fnhum.2014.00477

加藤隆、向田茂、顔の類似性における部位の示差性効果、日本顔学会誌、査読有、Vol.13、No.1、2013、pp.43-50

山本昇志、山内拓也、矢部国俊、小島伸俊、山内泰樹、延原肇、久米裕二、内山高夫、宇和伸明、向田茂、津村徳道、顔画像の構成要素に基づいた画質修正アルゴリズムに関する研究(その、注目点情報の有効性検証)、日本写真学会誌、査読有、Vol.75、No.5、2013、pp.396-407

向田茂、加藤隆、平均顔の生成に必要な顔写真の枚数の検討、日本顔学会誌、査読有、Vol.12、No.1、2012、pp.45-52

[学会発表](計 5 件)

Shigeru Mukaida, Takashi Kato, A trade-off between the representativeness of a morphed average face and the number of individual faces used in morphing, 37th European Conference on Visual Perception (ECVP2014), 査読有, 2014, 18

向田茂、加藤隆、顔写真の枚数による平均顔の類似度と年齢印象の違い、第 19 回日本顔学会大会フォーラム顔学 2014、査読無、Vol.14、NO.1、2014、p.177

横山武昌、野口泰基、向田茂、喜多伸一、顔の性別判断における全体処理の役割、第 12 回注意と認知研究会合宿研究会、査読無、2014、<http://www.l.u-tokyo.ac.jp/AandC/>

山内拓也、山本昇志、矢部国俊、小島伸俊、山内泰樹、延原肇、久米裕二、内山高夫、宇和伸明、向田茂、津村徳道、顔画像の修正作業における注目点

の変化に対する解析、2012 日本写真
学会年次大会予稿集、査読無、Vol.75、
No.2、2012、135

向田茂、加藤隆、顔写真の類似度と平
均顔の妥当性との関係、第16回日本顔
学会大会フォーラム顔学2011、査読無、
Vol.11、NO.1、2011、202

6. 研究組織

(1) 研究代表者

向田 茂 (MUKAIDA, Shigeru)

北海道情報大学・情報メディア学部・教授

研究者番号：70374105