

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 6 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22560393

研究課題名（和文） 年齢変化を伴う顔画像を対象とした人物認証に関する研究

研究課題名（英文） Research on Personal Authentication Using Face Images Across Age Progression

研究代表者 荒川 薫 (ARAKAWA KAORU)

明治大学・理工学部・教授

研究者番号：30183734

研究成果の概要（和文）：顔画像による人物認証では、顔画像登録時と認証時の間に年月の経過があり成長により顔が変化している場合、認識精度が低下する。このように年齢変化を起した顔画像の人物認証を目的とし、ブロックマッチングを用いる方式を提案した。これは、成長に伴い顔の各部がその特徴を維持したまま移動するという原理に基づくもので、これまで顔画像認証で用いられてきたブロックに分けずにマッチングをとる方法に対して有効性を示した。

研究成果の概要（英文）：It is difficult to authenticate a person from the face image which was registered many years ago, due to the change caused by growth. In this research, a method to authenticate a person correctly from the face image taken across age progression was proposed, using a block matching algorithm. This method is based on the idea that each part of face moves, while keeping the feature around it, with the person's growth. This method was shown to be more effective than conventional methods which do not adopt block matching.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：情報通信工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：マルチメディア, 画像処理

1. 研究開始当初の背景

(1) セキュリティや人物探索などの観点から顔画像による人物認証の必要性が唱えられ、これに関する研究が盛んに行われている。

(2) 顔認証では一般に、認証対象の顔画像との類似度の高い登録顔の人物を本人と認定する方式がとられるが、この際、登録時と認証時において何らかの撮影条件が異なる場合に、誤認識が生じる。

(3) 誤認識を生じる原因として、登録時と認証時の年齢差が考えられる。しかし、この年齢変化を考慮した顔画像認証に関する研究はあまり多くはなされていない。

2. 研究の目的

顔画像による人物認証において、登録顔画像からある程度の年齢変化が生じた顔画像に対しても効果的な人物認証を行う方式を構築する。

3. 研究の方法

(1) 所属機関の学生等に依頼し 30 名の人物の小学校と中学校の卒業アルバムでの顔写真を集め、スキャナからパソコンに取り込んだ。

(2) 顔画像の位置合わせ及び正規化を行った。ここでは、黒目の位置により位置合わせを行い、黒目の間隔が合うよう大きさを揃えた。

(3) すでに開発したブロックマッチング方法において、ブロックの位置による認証精度のばらつきを抑えるため、ブロックの位置補正を行う機能を付け加えた。なお、マッチングの評価は相関係数の値により行った。

(4) 小・中学生の顔画像の目と鼻の特徴点が、成長に伴い、どのように変化していくか、定量的に解析した。

(5) これまで、本研究者らが研究してきたブロックマッチング法において、(3) で求められた顔の成長モデルを考慮したブロック移動方向の制限を導入した。

(6) 顔画像を目、眉、鼻など各部位ごとに分け、目視により、顔のどの部位で人物を認証しやすいか、実験を行った。

(7) 本研究者らが研究してきたブロックマッチング法において、顔の特定部位における評価値に重みを置く方式を考案した。

(8) 採取された 30 人の人物の顔画像に対して、本研究で考案された方式を用いた認証実験を行い、その有効性を示した。

(9) 顔画像のマッチングを取る際、影響を与える肌の劣化やにきびなどの凹凸成分を予め除去するため、肌の平滑化を行う画像処理を FPGA で実装し、高速に、肌の平滑化を行うことができることを示した。

4. 研究成果

(1) 先に提案したブロックマッチング法による経年化を伴う顔画像人物認証法に対して、ブロックの位置調整法を提案した。これは、認証対象顔画像をブロックに分ける際、分け目の位置を一画素ずつ縦横にずらしながら、マッチング評価値(相関係数)を求め、その値が最大になる位置を採用するものである。このブロック位置を調整することにより、人物認証の正答率が 67%から 87%に上昇した。

(2) 顔の目、鼻の特徴点が成長とともにど

のように移動するかを画像データを基に解析した。その結果、目は水平方向に伸び、鼻も長くなることがわかった。ただ、その移動量は個人差があるので、数理モデルを作っても顔の成長を効果的に表わすのは難しいことがわかった。また、顔の成長モデルを考慮して、ブロックマッチング法においてブロックの移動方向に制約を加えても効果は得られなかった。

(3) 顔を目、眉、鼻に分け、各部位ごとに目視により人物認証を行う実験では、意外と、鼻による認証の正答率が高かった。しかし、鼻は、光の当たり方により強い影響を受け、相関係数値では、同一人物でも低い値となる場合が多い。そこで、顔の各部位領域のブロックにおける相関係数を解析したところ、目の領域において、同一人物の相関係数の値が他者よりも高い傾向にあることがわかった。そこで、目の相関係数に重みをおいてブロックマッチングの評価を行うことにより、正答率を向上できることがわかったが、ここで、さらに、目の類似性を強調するため、右目か左目のいずれかのうち、全登録顔画像に対する相関係数の平均より特に大きい方の相関係数を考慮する方式を提案した。これにより、正答率が 97%となり、本方式の有効性が示された。表 1 に、目の領域に重みを置かない場合((1)の方法)の認証結果、表 2 に、目の領域に重みを置いた場合の認証結果を示す。ここでは、ブロックの大きさ (PIX) を 3, 5, 7 と変化させ、ブロックの移動範囲 (MAX) 及び、評価に用いるブロックの数 (M) をいろいろ変え、最も正答率が高かった場合の正解数と平均順位が示されている。PIX はあまり小さすぎると、その中に顔部位の特徴が十分入りきらないので、7 程度がよいということが示された。また、PIX をさらに大きくしても特性はこれより良くはならなかった。ブロックが大きい場合、M が小さくなるのは、ブロックの数が減ることが影響している。

	PIX=3 MAX=5 M=165	PIX=5 MAX=7 M=40	PIX=7 MAX=9 M=17
正解数	20	20	19
平均 順位	2.50	2.43	1.83

表 1 目の領域に重みを置かない場合の各パラメータごとの正解数と同一人物の平均順位。

	PIX=3 MAX=5 M=165	PIX=5 MAX=7 M=40	PIX=7 MAX=9 M=17
正解数	22	27	29
平均 順位	1.76	1.10	1.03

表 2 目の領域に重みを置いた場合の各パラメータごとの正解数と同一人物の平均順位。

(4) 顔画像の変形を考えずに、一般的に顔画像人物認証で用いられている KL 変換を用いる方法では、正答率は、30%、同一人物の平均順位は、8.0 であった。

(5) さらに、顔画像に対してブロックマッチングを取る際にマッチング精度に影響を与える肌の素材感を除去するため、顔の各部位の輪郭を損ねることなく肌を滑らかに平滑化する非線形画像処理を FPGA で実装し、このような顔画像認証の前処理を高速に実現できることを示した。

(6) 顔画像による人物認証の研究は国内外で多くなされているが、年齢変化により生じる登録顔画像からの変異を考慮したものは少ない。海外で、年齢変化が生じた場合の顔画像人物認証の研究がなされているが、登録顔画像として、同一人物の顔画像を複数枚用いるものが多い。また、顔画像の特徴点を 60 個程度求める必要があり、そこに高い精度が要求される。また、顔画像を特徴点により、三次元ワイヤフレームモデルに当てはめ、成長モデルに基づいて顔画像を変形させるなど、複雑な処理を要する割には、正答率も 7 割程度であった。それに対して、本提案手法は、登録顔画像は一枚でよく、顔の特徴点を求める必要がない。ブロックマッチングなる比較的簡単な手法で、9 割以上の正答率で人物認証を行うことができる。すなわち、卒業アルバムの写真やパスポートの写真など一枚の顔画像から、比較的簡単な操作で成長後の人物を高い正答率で認証することが可能である。

(7) 今後は、さらに顔サンプルを増やし、また、年齢層も高校生、大学生、中年なども考慮する予定である。また、多量なデータベース中の顔画像とのマッチングを取るための高速化も検討の予定である。

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 11 件)

① Shinichiro Sumi, Juri Oinuma, Kaoru Arakawa, and Hiroshi Harashima, "Interactive Evolutionary Image Processing for Face Beautification Using Smaller Population Size", Proc. IEEE ISPACS 2012, 査読有り, 巻無し, 2012, pp. 48-53.

② Yuki Umeda and Kaoru Arakawa, "Removal of Film Scratches Using Exemplar-Based Inpainting With Directional Median Filter", Proc. IEEE ISCIT 2012, 査読有り, 巻無し, 2012, pp. 6-11.

③ Yohei Katsuyama and Kaoru Arakawa, "Complex Rule-Based Filter for Impulsive Noise Reduction in Color Images Optimized by Interactive Evolutionary Computing", Proc. ITC-CSCC 2012, 査読有り, 巻無し, 2012, p. D-T2-04.

④ Taro Okakura and Kaoru Arakawa, "Face Recognition Across Age Progression Using Shifted Block Matching", Proc. IEEE ISPACS2011, 査読有り, 巻無し, 2011, p. PID185.

⑤ Yuki Umeda and Kaoru Arakawa, "Spacio-Temporal Correction of Film Scratches using Directional Median Filter", Proc. SISA2011, 査読有り, 巻無し, 2011, pp. 7-12.

⑥ 荒川 薫, 野本弘平, 「対話型進化計算を用いた非線形顔画像美観化処理システムとその特性」, 電気学会論文誌 C, 査読有り, 131 巻 3 号, 2011, pp. 576-583.

⑦ Yohei Katsuyama and Kaoru Arakawa, "Impulsive Noise Removal in Color Image Using Interactive Evolutionary Computing", IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 査読有り, Vol. E93-A, No. 11, 2010, pp. 2184-2192.

⑧ Yohei Katsuyama and Kaoru Arakawa, "Color Image Interpolation for Impulsive Noise Removal Using Interactive Evolutionary Computing", IEEE Proc. ISCIT 2010, 査読有り, 巻無し, 2010, pp. 877-882.

⑨ Tomo Nakai, Taro Okakura, and Kaoru Arakawa, "Face Recognition Across Age Progression Using Block Matching Method", IEEE Proc. ISCIT 2010, 査読有り, 巻無し, 2010, pp. 620-625.

⑩ Akira Yoda, Yukihiro Iguchi and Kaoru Arakawa, "Development of Nonlinear Filter Bank System for Real-Time Beautification of Facial Video Using GPGPU", IEEE Proc. ISCIT 2010, 査読有り, 巻無し, 2010, pp.

18-23.

⑩ Shuji Ohchi, Shinichiro Sumi, and Kaoru Arakawa, "A Nonlinear Filter System for Beautifying Facial Images with Contrast Enhancement", IEEE Proc. ISCIT 2010, 査読有り, 巻無し, 2010, pp. 13-17.

〔学会発表〕(計 12 件)

① 西川博貴, 「 ϵ -フィルタバンクを用いた顔画像美肌化処理システムの FPGA による実現」, DSPS 教育者会議, 2012 年 9 月 2 日, 東京。

② 鷺見慎一郎, 「対話型進化計算を用いた顔画像美観システムのユーザビリティ改善とその評価」, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2012 年 3 月 2 日, 東京。

③ 岡倉太朗, 「ブロックマッチングによる経年変化顔画像人物認証法の特性改善 ～ ブロック位置補正の導入～」, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2011 年 9 月 22 日, 秋田。

④ 鷺見慎一郎, 「インタラクティブ顔画像美観システムのパラメータ設定方法に関する一検討」, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2011 年 9 月 15 日, 札幌。

⑤ 梅田佑樹, 「方向性メディアンフィルタを用いた時空間画像修復とそのビデオスクラッチ除去へ応用」, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2011 年 9 月 15 日, 札幌。

⑥ 依田融, 「GPU を用いた ϵ -フィルタバンク顔画像美肌化処理システムの動的実現法」, DSPS 教育者会議, 2011 年 9 月 2 日, 東京。

⑦ 西川 博貴, 「 ϵ -フィルタバンクを用いた顔画像美肌化処理システムの FPGA による実現」, DSPS 教育者会議, 2011 年 9 月 2 日, 東京。

⑧ 岡倉太朗, 「位置調整を伴うブロックマッチング法による経年変化顔画像の人物認証法」電子情報通信学会総合大会, 2011 年 3 月 16 日, 東京。

⑨ 勝山洋平, 「対話型進化計算を用いたカラー画像インパルス性雑音除去システム ― 補間法とメディアン処理の組み合わせ―」, 電子情報通信学会, スマートインフォメディアシステム研究会, 2011 年 3 月 2 日, 東京。

⑩ 荒川薫, 「非線形・知的信号処理の研究に関わって 30 年, そしてこれから」, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2011 年 3 月 1 日, 東京。

⑪ 鷺見慎一郎, 「対話型進化計算を用いた顔画像小顔美観化システム」, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2010 年 12 月 2 日, 奈良。

⑫ 鷺見慎一郎, 「インタラクティブ進化計算を用いた顔画像陰影強調美観システム」電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2010 年 9 月

15 日, 大阪。

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荒川 薫 (ARAKAWA KAORU)

明治大学・理工学部・教授

研究者番号: 30183734

(2) 研究分担者

井口幸洋 (IGUCHI YUKIHIRO)

明治大学・理工学部・教授

研究者番号: 60201307

(3) 研究協力者

原島 博 (HARASHIMA HIROSHI)

東京大学・名誉教授,

明治大学・総合数理学部・客員教授

研究者番号: 60011201