

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K18103

研究課題名(和文) 適用的多モーダルバイオメトリクスの基本技術の確立

研究課題名(英文) Multimodal Biometrics using adaptive combination of many features

研究代表者

市野 将嗣 (Ichino, Masatsugu)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：80548892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：システム利用者の正当性を確認する生体認証の重要性が高まっている。カメラの技術が進歩し高解像度の動画撮影が可能となり、一度に数十のモダリティを取得することが可能になった。本研究では虹彩認証と目の周辺認証に着目し、モダリティから抽出される多くの特徴量を組み合わせる認証技術を検討した。モダリティの領域ごとの個人性を積極的に利用しながら、多くの特徴量から認証に有効な組み合わせを明らかにし、動的に組み合わせる認証を提案し、実験的に有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

システム利用者の正当性を確認する生体認証の重要性が高まる中、複数のモダリティを用いるマルチモーダルバイオメトリクスが実用化に向けての現実的な解として認識されている。そこで本研究では、マルチモーダルバイオメトリクスで必要となる特徴量を組み合わせる方法に着目した。本研究での提案手法は、モダリティの個人性を考慮し、多くの特徴量を組み合わせる認証を行うことを可能とした。この成果をさらに発展させることで、生体認証におけるマルチモーダルバイオメトリクスの適用範囲を広げることができる。と考える。

研究成果の概要(英文)：Biometrics recognizes the system user and becomes more important. It makes advances in technology of camera and enables to shoot a video sequence of high resolution. And it enables to utilize dozens of modalities at the same time. Therefore, I focused on the authentication method to integrate many features of each modality. In this research, I positively utilized the individuality of each area around the eyes. I proposed iris and periocular authentication using divided images around the eyes. As a result, compared with previous research, the authentication accuracy was improved, and the effectiveness of the proposed method using region partitioning could be confirmed.

研究分野：セキュリティ

キーワード：生体認証

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、インターネットサービスの進展に伴い、ネットワーク等のセキュリティの確保が重要になってきている。中でも生体認証はユーザの正当性を確認する情報セキュリティ技術の中核であり、パスワードの記憶やカードの所有が不要なため、重要性が高まっている。しかしながら、指紋や音声などの単一のモダリティだけを用いる生体認証では、利用環境あるいは負傷、疾病などにより適用できない場合や十分な認証精度が得られないという問題が生じる。このため、複数のモダリティを用いるマルチモーダルバイオメトリクスは実用化に向けての現実的な解として認識されており、実用化に向けた研究開発がなされつつある。

生体認証の中でも、特に虹彩認証は、指紋認証などのほかの生体認証と比べて、非常に高い認証精度を持つ。しかし、この虹彩認証は至近距離での撮影が必要となるため、被認証者の負担が大きくなり、利便性が低下するという問題点がある。これを軽減するために、認証機器から離れた距離で虹彩を撮影する方法が考えられるが、画質劣化による認証精度の低下が報告されている。

この問題に対して、虹彩認証と比べて利便性が高い認証方式として、目の周辺画像を用いた認証(以下、目の周辺認証)が注目されている。この認証方式は、他の生体認証との組合せが容易であるという特徴を持つ。また、虹彩認証と比べて遠距離での認証が可能のため、被認証者の負担が少なく利便性が高い。これらの特徴から、虹彩認証と目の周辺認証を組み合わせた手法が提案されている。この手法により、遠距離での虹彩認証の精度低下を目の周辺認証により補うことが可能となる。また、虹彩と目の周辺は一度の撮影で取得することができるため、被認証者の負担は少なくなる。

多くの特徴量を組み合わせるマルチモーダルバイオメトリクスを実現するために、虹彩認証と目の周辺認証から得られる多くの特徴量に着目し、組み合わせる認証を行う方法について検討した。

2. 研究の目的

本研究では、虹彩認証と目の周辺認証から得られる多くの特徴量を組み合わせる方法を検討し、先行研究に比べて認証精度が向上する認証方法を提案することを目指す。

虹彩認証と目の周辺認証を組み合わせた先行研究では、スコア統合手法が十分に検討されていない。先行研究では、虹彩と目の周辺それぞれの識別器が算出した類似度の正規化スコアを、重みつき和によって統合スコアを算出している。これに対し、適切なスコア統合アルゴリズムを採用することで、より精度が向上する可能性がある。

本研究では、スコア統合アルゴリズムとして AdaBoost を用いた手法を提案する。また、従来では虹彩認証、目の周辺認証ともに左右どちらかの目だけを用いて認証を行うことが多い。両目の虹彩、またその周辺から得られる特徴量に対して AdaBoost を用いて統合することで既存手法よりも識別精度が向上することを示す。

また、多くの先行研究では目の周辺認証を目の周辺の領域ごとの個人性を意識せずに行っている。目の周辺には、まぶたや目頭の形など明らかに個人性が存在する部分がある他、部位として明確に定義されていない領域にも個人性が存在すると考えられる。

そこで本研究では、虹彩認証と目の周辺認証のマルチモーダルバイオメトリック認証において、目の周辺の領域ごとの個人性を積極的に利用するために、目の周辺の分割画像を利用した目の周辺認証を提案する。そして、両目の虹彩、目の周辺とその分割画像から得られる特徴量それぞれを AdaBoost により統合することで先行研究よりも高い識別性能を有することを示す。

3. 研究の方法

本研究では、下記の(1)(2)の虹彩認証と目の周辺認証から得られる多くの特徴量に着目し、組み合わせる認証を行う方法について検討した。

(1) 両目の虹彩、またその周辺から得られる特徴量を AdaBoost により統合

本研究では、Boosting の代表的手法である AdaBoost を用いて、認証精度が逐次的に向上するように特徴量を自動的に選択しながら認証を行う方法を提案する。

先行研究では、左右の目から得られた虹彩と目の周辺領域の特徴をそれぞれ左右別で統合していた。しかし、左右の目は同じ本人のものであっても、目じりやまぶたなどの部位で違いが存在するので、両目から得られる特徴量は異なると考えられる。また、認証で用いる特徴量には、それぞれ異なる特徴があるので得られる情報も異なる。よって、本研究では両目の特徴量を全て統合して認証に用いる。これにより、(特徴量の種類×両目)分の多数の特徴量を利用することが出来る。しかし、様々な特徴量を組み合わせる場合は、基本的に特徴量の分布が複雑になる場合が多い。こうした場合、重みつき和による統合手法では識別境界が線形になってしまうため、本人・他人の識別を誤る可能性が大きい。これに対し、本研究では、AdaBoost を利用して、多数の特徴量から有効な特徴量を逐次的に組み合わせることで、非線形の識別境界を作成し、識別を行う。

(2) 目の周辺の分割画像を利用した目の周辺認証と虹彩認証の統合

本研究では、目の周辺から取得できる情報には領域ごとに個人性が存在すると考え、目の周辺画像全体から一律に特徴量を抽出するだけでなく、例えば画像を領域分割し各領域から特徴量を別々に抽出する。

領域分割の粒度については、図1に示すように、大きく上下、または左右に2分割した領域からは大まかに目頭や目じり、上まぶたや下まぶたなどの情報がそれぞれ重点的に得られる。また、4分割した領域からはさらに狭い範囲だけに注目した情報が得られる。しかし、荒い領域分割にすると個人性の薄い、ノイズとなる情報を多く取り入れてしまう可能性がある。また、細かい領域分割にするとまぶたのような広い範囲にわたる部位を分断してしまう可能性がある。そこで、本手法では複数の粒度の領域分割を行い、それらを組み合わせることで、細かい粒度で分割された領域では得られない特徴を、荒い粒度で分割された領域で得られる特徴で補う。また、荒い粒度で分割された領域では得られない特徴を、細かい粒度で分割された領域で得られる特徴で補う。

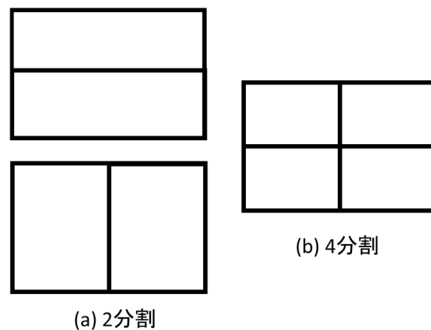


図1 分割画像

また利用する特徴量に関してはそれぞれに特性があり、識別を行う画像によって向き不向きが存在する。これを考慮して、提案手法ではLBPやHOG等の複数種類の特徴量を各領域から抽出して利用する。特徴量を使い分けることにより、より細かい部位の質感や形状に着目した特徴を取得することが可能となる。

各粒度の分割で得られた領域ごとに特徴量抽出を行うと、多数の特徴量が取得できる。しかし、それぞれの特徴量のスコアを各軸にとったスコア空間において、本人と他人の分布が複雑となり、非線形な境界が必要になるという問題が考えられる。これをふまえ、本研究では非線形の識別境界を作成できるAdaBoostを用いて、分割領域から得られた多数の特徴量から有効な特徴量を逐次的に選択し統合する手法を提案する。特徴量の選択を弱識別器の選択に対応付けることにより、図2に示すように目の周辺認証には、粒度が異なる特徴抽出領域を設定し、特徴抽出法と特徴抽出領域の組み合わせに対してAdaBoostを利用することで適応的に選択する。



図2 特徴量の選択を含めた識別器の学習

4. 研究成果

本研究では、データセット CASIA-Iris-Distance を用いて実験を行った。今回は収録されている眼鏡をかけていない被験者 122 人の画像から一人あたり 8 枚(学習データ:4 枚, テストデータ:4 枚)を利用した。今回は虹彩認証では Iris code, 目の周辺認証では LBP, HOG と SIFT を利用した。

(1) 両目の虹彩, またその周辺から得られる特徴量を AdaBoost により統合

虹彩と目の周辺認証の組み合わせにおいて 統合手法に AdaBoost を用いる有効性を示すため、先行研究で多く用いられている重み付き和を用いて統合する手法と比較し、検証を行った。

先行研究で多く行われている片目画像から得られた特徴量に対するスコアを重みつけ和を組み合わせた実験の方法と両目画像から得られた特徴量に対するスコアを AdaBoost で組み合わせた提案方法の EER と識別率と比較すると、提案方法が EER, 識別率ともに上回っていることが確認できた。

(2) 目の周辺の分割画像を利用した目の周辺認証と虹彩認証の統合

虹彩と目の周辺認証の組み合わせにおいて、目の周辺画像を分割し、分割画像から特徴量を抽出して統合する目の周辺と虹彩を組み合わせた認証方法の有効性を示すため、先行研究で多く用いられている分割画像を用いていない目の周辺と虹彩を統合する手法と比較し、検証を行った。分割画像については、図1に示した2分割画像と4分割画像を用いた。

分割画像を用いていない先行研究の方法と領域分割を利用した提案手法である方法の結果を

比較すると、提案手法が先行研究の手法よりも EER、識別率ともに上回っていることが確認できた。例えば、両目から分割画像を取得し、各分割画像も含めた画像から抽出した特徴量に対するスコアを AdaBoost で組み合わせた実験の EER と識別率は、分割していない両目画像から得られた特徴量に対するスコアを重みつけ和で組み合わせた先行実験の方法の EER と識別率より良い結果である。特に、両目から得られる 2 分割、4 分割の画像をすべて利用した実験(両目の領域分割によって得られた画像からも特徴量を抽出するため、56 個の特徴量を利用)の結果が EER が 0.70%、識別率が 97.4%と実験を行った中では最も高い精度となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 白川功浩, 吉浦裕, 市野将嗣	4. 巻 59
2. 論文標題 虹彩および目の周辺の分割画像を用いた個人認証	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1726 - 1738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shintaro Oishi, Yoshihiro Shirakawa, Masatsugu Ichino, Hiroshi Yoshiura	4. 巻 26
2. 論文標題 Personal Identification by Integrating a Number of Features from Iris and Periocular Region Using AdaBoost	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 518-528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Daisuke Uenoyama, Hiroshi Yoshiura, Masatsugu Ichino
2. 発表標題 Personal Authentication of Iris and Periocular Recognition Using XGBoost
3. 学会等名 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白川功浩, 吉浦裕, 市野将嗣
2. 発表標題 目の周辺の分割画像を用いたマルチモーダルバイオメトリクスの有効性に関する一考察
3. 学会等名 電子情報通信学会第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上野山大介, 吉浦 裕, 市野将嗣
2. 発表標題 XGBoostを用いた虹彩と目の周辺のマルチモーダル認証方式の有効性に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 虹彩と目の周辺の可視光画像を用いた認証方式
2. 発表標題 白川功浩, 吉浦裕, 市野将嗣
3. 学会等名 コンピュータセキュリティシンポジウム(CSS2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 市野将嗣
2. 発表標題 個人性を考慮した唇動作による個人認証に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----