

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5月30日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700149

研究課題名（和文） 生体情報の統計的解析による認証に有用な情報の発見

研究課題名（英文） Discovering Useful Information for Personal Authentication by Statistical Analyses on Biometric Information

研究代表者

馬場 謙介 (BABA KENSUKE)

九州大学・附属図書館・准教授

研究者番号：70380681

研究成果の概要（和文）：

安全で利便性の高い生体認証システムを開発するために、生体情報の中に潜む認証に利用可能な情報を、統計的な解析により発見する研究を行った。掌紋画像および指紋画像に着目し、サンプル画像間の類似度に対する統計的な解析の結果を用いて、問い合わせ画像に対する類似画像の検出を、認証精度を損なうことなく高速に行う手法を提案した。この結果から認証に有用な情報の潜在的な次元数を推定することができ、これが具体的な情報の発見の手がかりになることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：

This research is trying to find useful information for personal authentication by statistical analyses on biometric information in order to realize a secure and useful biometric-based authentication system. This research focused on palmprint images and fingerprint images, and proposed an accurate and efficient authentication system which can search a similar image of a query image fast by a statistical analysis on the similarities between sample images. By the results, the dimension of useful information for personal authentication in biometric images can be estimated, which is expected to lead we are able to discover the information.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：生体認証、統計解析、パターン認識、機械学習

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

ATM や建物の入退管理等の社会基盤システムに、本人確認による利用者の認証が導入されつつある。また、利用者の認証をネットワークを介して行うことで、より利便性の高いシステムの実現が期待できる。本人確認の手段として、IC カード等を持っていることやパスワード等を知っていることの確認に加え、指紋等の身体的特徴（生体情報）の確認を行うことで、所持品の紛失や知識の忘却による脆弱性を補うことができる。

遠隔での生体情報の確認を想定する場合、専用の機器を必要とする生体情報の種類（生体の部位）を医学的あるいは生物学的な知見に基づき探すよりも、カメラ等の汎用的な機器で採取できる生体情報について、有用な部分を情報処理的なアプローチにより探すことが効果的である。この条件での問題点として、まず、生体情報が「生体から採取されたこと」の確認が困難になることが考えられる。これによって、不正な利用者によるなりすまし攻撃の試行として送られる情報の空間が、生体情報を採取する機器の出力からデジタル値全体へ広がり、より厳しい条件下での認証精度を考慮しなくてはならない。また、生体情報が「今採取されたこと」の確認が困難になる。なりすまし攻撃の試行として、過去に取得した情報や十分な時間をかけて偽造した情報の提出を考慮しなければならない。

計算機性能の飛躍的な向上を含む情報処理技術の成果として、大量のデータからの様々な知識発見が可能になった。これらの技術の実データへの応用は、時に、専門知識によるセマンティクスの解明に先駆けた知識の発見を実現している。申請者は、大量データからの知識発見の技術を生体情報の照合に応用することで、単純な特徴量の比較では捨てていた情報を利用することが可能であると考えた。

2. 研究の目的

安全で利便性の高い生体認証システムを開発するために、生体情報の中に潜む認証のために利用可能な情報を統計的な解析により発見することを目的とする。生体認証へ利用可能な情報の発見は、専門的な知識による生体のメカニズムの解明に基づいて行われてきたが、本研究ではデータの解析のみによって行う。高速なデータ処理技術によって、これまでにない大量データに対して統計的な解析手法を適用する。

より具体的には、生体情報中に、(1)その情報がたしかに生体から採取されたことと、(2)

採取された時刻の確認を可能にする情報の発見を目指す。

3. 研究の方法

前述の2つの研究目標に対し、それぞれ、以下を明らかにする。

- (1) ①実際に生体から取得した情報を正例とし、生体の識別モデルを作成する。
②データ処理の効率化による認証精度向上の可能性を明らかにする。
- (2) ①生体情報中に、時間の経過を示す情報を発見する。
②生体への「チャレンジ・レスポンス」の適用の可能性を明らかにする。

この目標に対し、以下のアプローチで研究を進める。

- (1) ①効果的な負例の取得の困難さを、処理の効率化による正例数の増加とモデルの複雑さによって補う。
②生体情報による本人確認を生体情報のクラス分類とみなし、サンプル数の増加に基づいた緊密な個人の識別モデルを作成する。
- (2) ①時間に依存して変化し、かつ、再現困難な要素があれば、その精度に応じた情報の新しさが確認できる。少なくとも時系列についての順序をつけることができれば、古い情報による攻撃が困難になる。
②計算機を想定した知識の証明による認証モデルでは、確認の対象となる情報を、認証毎に異なる質問（チャレンジ）によって変化させたものとして回答（レスポンス）することで、その新しさを確認することが可能である。生体が生体情報として再現困難なレスポンスをするチャレンジを明らかにし、その認証用システムとしての実装可能性を明らかにする。

4. 研究成果

本研究では、目標の(1)を重点的に行った。以下の研究成果は、特に、研究方法の(1)の②に関するものである。

平成 22 年度は、生体情報の種類として指紋画像を対象に、新しい画像分類の手法によって識別の高速化と高精度化を行った。そして、処理時間と精度の間のあるトレードオフを明らかにした（主な発表論文等、雑誌論文⑬）。また、生体認証を含めた一般的な個人認証について新しい観点から安全性を提起し、これを考慮した認証プロトコルを提案した（雑誌論文⑫、⑭、⑮）。

平成 23 年度は、前年度に引き続き、生体

情報の種類として指紋画像を対象に識別の高速化と高精度化を行った。指紋の特異点を利用した画像の分割による指紋画像の分類手法を提案し、処理時間と精度の間の効率的なトレードオフを得た。まず、画像分割のために有効な特異点抽出の手法を明らかにし（雑誌論文⑦, ⑩）、次に、提案手法による時間と精度の変化を実験により評価した（雑誌論文⑨, ⑩）。また、これらの研究の過程で、生体画像による個人認証に関する一般的な知識と実装のノウハウを得た。これについて、生体画像による個人認証の新しいフレームワークの提案した（雑誌論文⑧）。

平成 24 年度は、生体認証に関する先行研究のうち、生体情報中の認証に有用な情報が不明な場合でも、生体情報間の類似度を利用して認証を高速に行う手法に着目した。この手法を掌紋画像と指紋画像に適用し、実際に高速な個人認証が可能であることがわかった（雑誌論文⑤, ⑥）。また、この手法の理論的な計算量の解析から、膨大な利用者数についての生体情報には効果的ではないことがわかった。これに対し、前述の手法を適切なデータ構造によって近似的に行うことで、認証精度を損なうことなく計算量を 7 割削減した（雑誌論文①, ②）。これらの研究過程では、統計的な解析を行うための生体情報の数について、総数だけでなく 1 人あたりの数を考える必要があった。そこで、掌紋画像による認証について、1 人あたりの生体画像の枚数と認証精度の関係を調べた（雑誌論文④）。また、ここで得られた関係を用いて、生体画像による認証を IC カードに実装する際の信頼性に関する指標を提案した（雑誌論文③）。

以上の結果から、サンプル数の増加に基づいた緊密な個人の識別モデルを得た。認証精度を向上させるために考慮すべき生体情報の最適な数を得ることができ、これが認証に有用な情報の潜在的な次元数であるという観点を得るに至った。これを用いることで、生体情報中の認証に有用な情報の具体的な候補を絞り込むことができ、研究目標の他の項目の解決へ繋がると考えている。

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 15 件）

- ① K. Baba and S. Egawa, On the Order of Search for Personal Identification with Biometric Images, Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications, 査読有, vol. 4, no. 2, 2013

- ② K. Baba and S. Egawa, A Data Structure for Efficient Biometric Identification, Lecture Note in Computer Science, 査読有, vol. 7804, pp. 528-533, 2013.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-36818-9_61
- ③ K. Baba and S. Egawa, A Dependability Analysis of Smart Cards for Biometric Authentication, Proc. International Conference e-Society, 査読有, pp. 463-466, 2013.
<https://qir.kyushu-u.ac.jp/dspace/handle/2324/26150>
- ④ K. Baba and S. Egawa, A Note on Authentication Accuracy with Multiple Biometric Images, Proc. Fourth International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, 査読有, pp. 52-55, 2013.
<https://qir.kyushu-u.ac.jp/dspace/handle/2324/25893>
- ⑤ I. Awad and K. Baba, Evaluation of a Fingerprint Identification Algorithm with SIFT Features, Proc. 2012 IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics, 査読有, pp. 129-132, 2012.
<https://qir.kyushu-u.ac.jp/dspace/handle/2324/25178>
- ⑥ S. Egawa, A. I. Awad, and K. Baba, Evaluation of Acceleration Algorithm for Biometric Identification, Communications in Computer and Information Science, 査読有, vol. 294, pp. 231-242, 2012.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-30567-2_19
- ⑦ A. I. Awad and K. Baba, Singular Point Detection for Efficient Fingerprint Classification, International Journal on New Computer Architectures and Their Applications, 査読有, vol. 2, no. 1, pp. 1-7, 2012.
<http://sdiwc.net/digital-library/singular-point-detection-for-efficient-fingerprint-classification.html>
- ⑧ I. Awad and K. Baba, FingRF: A Generalized Fingerprints Research Framework, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, 査読有, pp. 1-6, 2011.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-32573-1_1
- ⑨ I. Awad and K. Baba, Efficient

Fingerprint Classification Using Singular Point, International Journal of Digital Information and Wireless Communications, 査読有, vol.1, no.3, pp.611-616, 2011.

<http://sdiwc.net/digital-library/efficient-fingerprint-classification-using-singular-point.html>

- ⑩ I. Awad and K. Baba, An Application for Singular Point Location in Fingerprint Classification, Communications in Computer and Information Science, 査読有, vol.188, pp.262-276, 2011.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-22389-1_24
- ⑪ I. Awad and K. Baba, Fingerprint Singularity Detection: a Comparative Study, Communications in Computer and Information Science, 査読有, vol.179, pp.122-132, 2011.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-22170-5_11
- ⑫ T. Nakamura, S. Inenaga, D. Ikeda, K. Baba, and H. Yasuura, Password-based Anonymous Authentication with Private Information Retrieval, Journal of Digital Information Management, 査読有, vol.9, no.2, pp.72-78, 2011.
- ⑬ A. I. Awad and K. Baba, Toward An Efficient Fingerprint Classification, Biometrics - Unique and Diverse Applications in Nature, Science, and Technology, 査読有, Chapter 2, pp.23-40, 2011.
<http://www.intechopen.com/books/biometrics-unique-and-diverse-applications-in-nature-science-and-technology/toward-an-efficient-fingerprint-classification>
- ⑭ T. Nakamura, S. Inenaga, K. Baba, D. Ikeda, and H. Yasuura, An Anonymous Authentication Protocol with Single-database PIR, Conferences in Research and Practice in Information Technology, 査読有, vol.116, pp.3-8, 2011.
<https://qir.kyushu-u.ac.jp/dspace/handle/2324/19372>
- ⑮ T. Nakamura, S. Inenaga, D. Ikeda, K. Baba, and H. Yasuura, An Identifiable Yet Unlinkable Authentication System in Multi-service Environment, IPSJ Transactions on Mathematical Modeling and its Applications, 査読有, vol.3, no.3, pp.54-66, 2010.
<http://id.nii.ac.jp/1001/00070728/>

[学会発表] (計1件)

- ① T. Nakamura, S. Inenaga, K. Baba, D. Ikeda, and H. Yasuura, An Authentication Protocol with Anonymity against Service Providers and the Central Manager, コンピュータセキュリティシンポジウム 2010, 岡山, 2010.10.8.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

馬場 謙介 (BABA KENSUKE)

九州大学・附属図書館・准教授

研究者番号：70380681