

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760345

研究課題名(和文) 筆記動作を用いた高精度マルチモーダル認証手法の構築

研究課題名(英文) Multi-modal person authentication based on writing behavior

研究代表者

村松 大吾 (MURAMATSU, Daigo)

大阪大学・産業科学研究所・特任講師

研究者番号：00386624

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では署名筆記動作により個人を認証する手法に関し、従来のペン先の動きのみに注目するオンライン署名認証よりも高い精度を実現可能な筆記動作認証技術の開発を行った。開発手法では署名筆記時のペン先の動きのみならず、ペンをどのように把持しているのか、手をどのように動かしているのか、という手形状や行動・癖に関する情報を1台のカメラから取得し、得られた映像を解析し、個人性の表れやすい特徴を抽出・利用することで、認証精度の向上を実現した。

研究成果の概要(英文)：Multi-modal person authentication algorithm based on signature writing behavior was developed in this study. The developed algorithm uses not only pen tip trajectory (online signature), but it also dynamic pen-holding style information, which includes how to hold a pen, and how to move a pen using a hand. These information can be extracted from a signature writing image sequences captured by a single camera. Therefore, we can improve recognition accuracy without increasing data capturing sensor. We analyzed the image sequences and extracted useful features for person authentication. Combination of these extracted features improves authentication accuracy.

研究分野：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：バイオメトリクス マルチモーダル 筆記動作認証

1. 研究開始当初の背景

複数のモダリティを組み合わせることで認証を行うマルチモーダル認証は、認証精度の向上や攻撃耐性の強化、適応性の向上などが期待されるため、盛んに研究されている有効な手法である。しかし、マルチモーダル認証の実利用を考える場合に組合せに関する次の点に注目する必要がある。

(1) 組合せモダリティ：どのような特徴（モダリティ）を組み合わせるのか

(2) 組合せレベル：組み合わせをどのレベル（センサ、特徴、スコア、決定）で組み合わせるのか

(1)については利便性やコスト、攻撃耐性を考えた場合一つのデバイスを用いて同時に同一部位からデータを取得できるものが好ましく、例えば指紋と指静脈を用いたマルチモーダル指認証などが報告されている。本申請で対象とする筆記動作マルチモーダル認証はこれに相当する。(2)については、スコアレベルによる高精度化の報告が多くなされているが多くはスコアレベルで単純平均や重み付け平均を用いている。

2. 研究の目的

署名筆記時のペン先の位置軌跡やペン持ち方特徴や手指の動かし方特徴など筆記方法に関する特徴を一台のデバイスで同時に取得することができれば、署名筆記動作から複数の特徴を用いた認証手法が構築できる。そしてこれらの手法を組み合わせることで署名筆記動作のみからのマルチモーダル認証が可能となり、認証精度の向上が実現できる。本研究では、署名を筆記する動作を一台のカメラで撮影し、その映像から取得できる特徴を用いた高精度マルチモーダル認証手法の構築を目的とし、次の目標達成を目指す。

(1) 非線形モデル導入による高精度化

署名筆記動作から抽出される特徴を非線形モデルの枠組みにより組み合わせることで高精度な認証を実現する。

(2) データベース構築

ペン先軌跡情報とペンの持ち方や手指の動かし方に関する動的筆記特徴を同時に取得可能な動画データで100人以上から収集する。

(3) 動的筆記特徴を用いた手法の構築

筆記時のペン持ち方や手指の動かし方に関する動的特徴を抽出し、それを用いた認証手法を構築する。

(4) マルチモーダル筆記動作手法構築

カメラで撮影された筆記動作映像を用いた高精度マルチモーダル認証手法を構築する。

3. 研究の方法

本研究では、署名筆記動作をカメラにより撮影し、得られた映像を処理・解析することでペン先軌跡やペン持ち方、手指の動かし方に関連する特徴を抽出し、それらを組み合わせ

ることで高精度認証を実現する。図1に16人の筆記時の画像を示す。図1からわかるように、筆記時のペンの持ち方には個性があり、かつ人それぞれ手形状などが違うことより筆記内容以外にも映像から認証に有効な特徴を抽出可能である。



図1 筆記時のペン持ち方に現れる個性

図1は筆記者の情報に設置されたカメラから撮影された映像であるが、本研究では図2のように筆記者横に設置したカメラでデータを取得し、研究を進める。

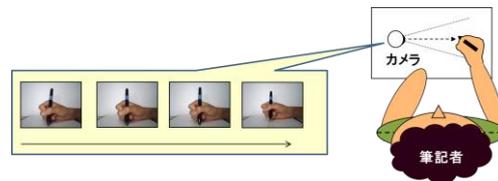


図2 データ収集

4. 研究成果

(1) 非線形モデル導入による高精度化

取得された静止画像から複数のペン持ち方特徴を抽出し、特徴毎に計算されるスコアを非線形モデルにより統合することで認証精度の改善を実現した(図3)。

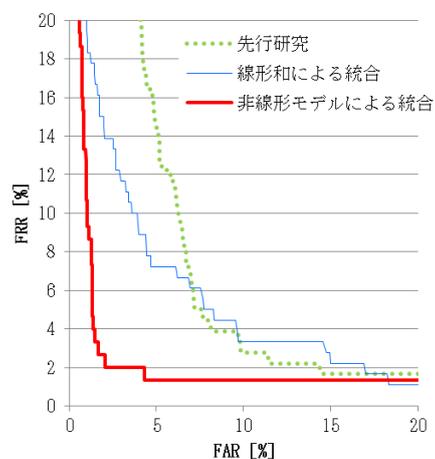


図3 非線形モデルを用いたペン持ち方認証の高精度化(静止画データ、被験者30名、対他人データ)

表1 なりすまし耐性評価 等誤り率[%]
 (静止画データ、被験者数30名、対なりすましデータ)

評価データ 手法	他人	なりすまし	
		FB 無	FB 有
図3 手法	2.0	4.1	13.3
特徴追加による改良	2.0	2.8	6.7

また、行動的特徴を用いて個人認証にとって重要ななりすまし耐性についても強化を行い、特徴の追加等により、さらなる精度向上を実現した(表1)。ここでなりすまし強度はなりすまし対象となるデータを攻撃者に提示し、真似させたものをなりすまし(FB無)、真似させた後カメラに映る映像を攻撃者に提示し、取得される画像を確認しながら持ち方を修正したものをなりすまし(FB有)として評価している。

(2) データベース構築

本研究により3種類のデータを収集した

①ペン持ち方静止画データ

本データでは筆記開始時の本人データを収集するのみならず、なりすましによる攻撃を想定し、なりすまし者に提供する情報を変えることで異なる強さのなりすましデータを収集した。本人データは30名より収集し、なりすましデータは各人物に対し8~9名のなりすまし者から収集した。

②筆記動作動画データ

書類に必要な事項筆記入時の動画データとして、上方に設置されたカメラから図1のような動画データを収集した。本データは1000人以上の筆記動作データからなる。このデータは認証実験用としてではなく、筆記動作の個性を定性的に評価するために利用する。

③認証用筆記動作動画画像

図2に示す設定において署名筆記動作映像を60名から収集した。

(3) 動的筆記特徴を用いた手法の構築

筆記動作画像時系列を筆記に利用するペン情報により領域分割し(図4)、各領域の平均シルエットを作成することにより動的筆記動作に関連した特徴を抽出した(図5)。



図4 ペン情報による領域分割
 平均シルエット(動的特徴)を用いることで、筆記開始時のシルエットのみを用いたもの(静的特徴)よりも精度を改善することがで

きている(図6)。

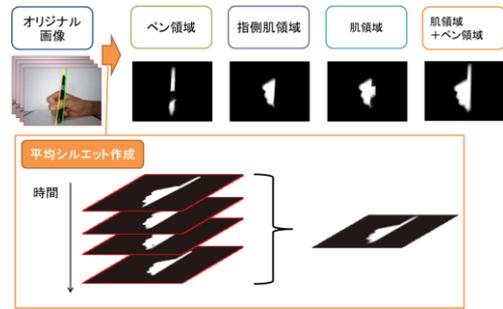


図5 筆記動作映像からの動的特徴抽出

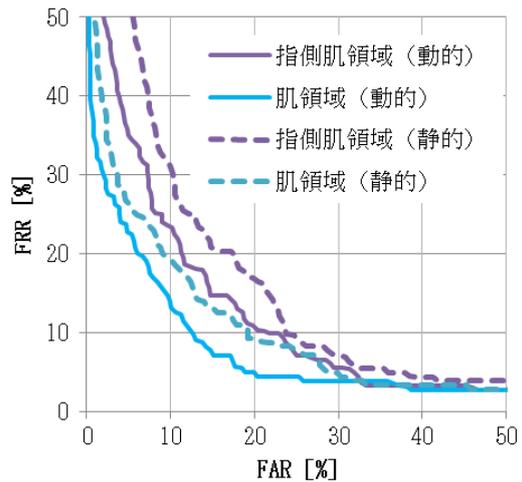


図6 動的特徴による認証精度の改善(動画データ、被験者22名)

(4) マルチモーダル筆記動作手法構築

筆記動作動画データから抽出したペン先軌跡情報による認証と動的筆記特徴を用いた認証を組み合わせることにより認証精度の改善を実現した。図7はペン先軌跡による認証と動的筆記特徴による認証(指側肌領域+ペン上肌領域の平均シルエット)およびそれらを組み合わせた時の認証精度である。この結果より筆記動作から取得されるペン先軌跡と動的筆記特徴を組み合わせることで精度向上を実現できたといえる。

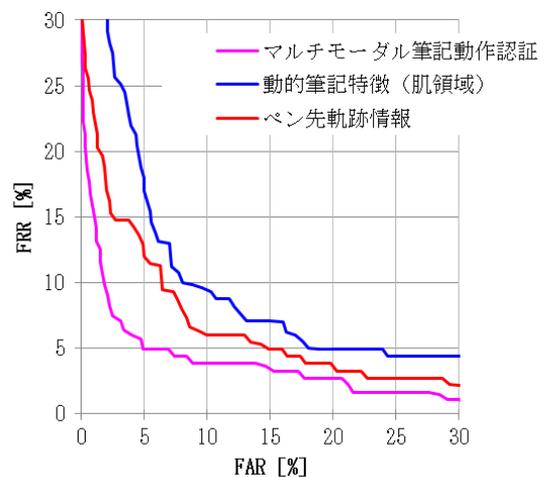


図7 マルチモーダル筆記動作認証による精度改善(動画データ)

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3件)

- ① 村松大吾, 安田久美子, 松本隆, 八木康史, 署名データ補正とスコア統合によるカメラに基づくオンライン署名認証の高精度化, 電子情報通信学会論文誌, Vol.96-A, No.12, pp.780-789, 2013 [査読有] DOI・URL なし
- ② 橋本侑樹, 村松大吾, 小方博之, 替え玉防止に向けたペン持ち方認証法におけるなりすまし耐性の強化, 電子情報通信学会論文誌, Vol.96-A, No.12, pp.769-779, 2013 [査読有] DOI・URL なし
- ③ 村松大吾, 橋本侑樹, 小方博之, カメラを用いて取得したペン持ち方特徴によるバイオメトリック筆者認証, 画像電子学会誌, Vol.42, No.1, pp.47-55, 2013 [査読有] DOI・URL なし

[学会発表] (計10件)

- ① D. Muramatsu, and Y. Yagi, , In Proc. of The 8th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2014), Daejeon, Korea, Jan., 12, 2014. [査読無]
- ② 村松大吾, 八木康史, シルエットに基づくペン先軌跡とペン持ち方情報を用いたオンライン署名認証, 第3回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, pp.119, 東京, 11月27日, 2013. [査読無]
- ③ D. Muramatsu and Y. Yagi, Silhouette-based online signature verification using pen tip trajectory and pen holding style, The 6th IAPR International Conference on Biometrics, Madrid, Spain, June, 5, 2013. [査読有]
- ④ 村松大吾, 八木康史, 手形状シルエットに基づくオンライン署名認証, 第2回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 東京, 11月20日, 2012. [査読無]
- ⑤ D. Muramatsu and Y. Yagi, Attacks Using Random Forgery Against DTW-Based Online Signature Verification Algorithm, Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.1303--1308, Seoul, Korea, Oct., 16, 2012. [査読有]

- ⑥ D. Muramatsu, Y. Hashimoto, H. Ogata, and Y. Yagi, Pen-Holding Style Verification, In Proc. 15th Sanken International Symposium, Osaka, Jan., 12, 2012. [査読無]
- ⑦ 村松大吾, 橋本侑樹, 小方博之, 筆記動作を用いた個人認証, 第1回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 東京, 11月23日, 2011. [査読無]
- ⑧ D. Muramatsu, Y. Hashimoto, and H. Ogata, Person Authentication Method Using Writing Style, BIT's Annual World Congress of Forensics, Chongqing, China, Oct., 17, 2011. [査読無]
- ⑨ 橋本侑樹, 村松大吾, 小方博之, “替え玉防止を目指したペンの持ち方認証法のなりすまし耐性の評価”, 日本テスト学会第9回大会, pp.178-181, 岡山, 9月11日, 2011. [査読無]
- ⑩ 村松大吾, 橋本侑樹, 小方博之, ペン持ち方特徴を用いたバイオメトリック個人認証, 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM) 研究会, 2011-CVIM-177-1, 大阪, 5月19日, 2011. [査読無]

[その他]

- ① 新聞報道:
2014年2月4日 経済新聞「ペン持ち方で個人認証 阪大技術」
- ② Web報道:
2014年2月3日 日本経済新聞 Web刊「阪大、ペンの持ち方で個人認証」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村松 大吾 (MURAMATSU, Daigo)
大阪大学・産業科学研究所・特任講師
研究者番号: 00386624

(2) 研究分担者

該当無し

(3) 連携研究者

該当無し

(4) 研究協力者

橋本 侑樹 (HASHIMOTO, Yuki)
成蹊大学・理工学部・学生

関口 覚 (SEKIGUCHI, Satoru)
早稲田大学・先進理工学部・学生