

スマートフォンにおけるフリック操作を用いたバイオメトリクス認証の基礎的検討 Fundamental Study of Biometrics Authentication using Flick Operation on Smartphone

山田 健一朗[†] 納富 一宏[†] 齋藤 恵一[‡]
Kenichiro Yamada Kazuhiro Notomi Keiichi Saito

1. はじめに

先行研究[1]では、近年頻繁に発生している不正アクセス[2]の対策として、スマートフォンにおけるゲーム操作情報を用いたキーストローク認証手法を提案してきた。ゲームパッドを模したキー入力画面から得た操作情報を用い、最高 98.89% の認証精度が確認されている。

先行研究では、シングルタッチ操作、マルチタッチ操作、フリック操作といった、スマートフォンで使用可能な複数の操作方法を組み合わせた場合のバイオメトリクス認証を提案している。本稿ではその中でも、汎用的な認証時の操作性、簡便性、実用性を総合的に考慮し、フリック操作のみに着目したバイオメトリクス認証について検討を行う。スマートフォンの画面をフリックする際に得た特徴を抽出し、自己組織化マップにより学習・分析を行う。分析結果から認証精度を算出した上で、個人識別に適しているか検討する。

2. 関連技術

2.1 バイオメトリクス認証

バイオメトリクス認証とは、「人間の身体的あるいは行動的特徴を用いて個人を特定する技術」[3]である。パスワードや物による認証では、忘却や紛失の恐れがあり、本人でも認証できなくなることがある。また、盗難や漏洩によって他人が認証される恐れもある。バイオメトリクス認証の場合は、それらの可能性が低いというメリットがある。

バイオメトリクス認証には、身体的特徴を情報として用いる認証と行動的特徴を情報として用いる認証の二種類がある。本研究で扱うフリック操作を用いたバイオメトリクス認証は、後者の行動的特徴を用いたバイオメトリクス認証に該当する。

2.2 自己組織化マップ

自己組織化マップ (SOM : Self-Organizing Maps, 以下 SOM という) とは、多次元のデータを 2 次元平面に配置するものとして、1982 年に T.Kohonen によって発表されたニューラルネットワークモデルの一つであり、データクラスタリング、データマイニングなどの分野で注目されている[4]。本稿では、入力ベクトルが均等に学習され、基本 SOM よりも正確なマップを生成することが可能であるトラス型 SOM を利用した。

2.3 フリック操作

フリック操作とは、タッチパネルにおける操作方法の一つで、画面を軽く払うように指やタッチペンを動かし、画面内のページや項目を移動する操作である。フリック操作を用いた機能のうち、スマートフォンにおける日本語入力機能で採用されている入力方式は、フリック入力と呼ばれている。

3. フリック操作計測実験

3.1 実験条件

被験者は、iPhone4 または iPhone4S を日常的に使用している本学学生 10 名とし、実験を行った。被験者情報を表 1 に示す。スマートフォンを片手で縦向きに保持し、椅子に座った状態で、指定方向へのフリック操作を行った。フリック操作は、スマートフォンを保持している手の親指を使用した。実験風景を図 1 に示す。画面に指が触れ、指定方向へフリックし、画面から指が離れるまでを 1 試行とした。本実験では、上方向へのフリック操作を指定し、右手でのフリック操作を 10 試行、左手でのフリック操作を 10 試行、合計 20 試行を計測した。

表 1 被験者情報

被験者数	男性 7 名 女性 3 名
平均年齢	21.1 歳
スマートフォン平均使用歴	23.5 ヶ月
普段スマートフォンを保持する手	右手 7 名 左手 3 名

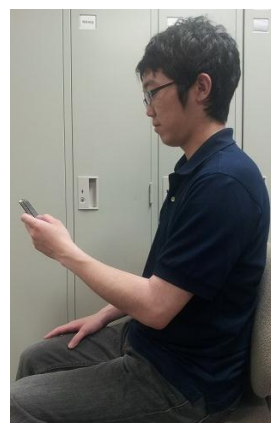


図 1 実験風景

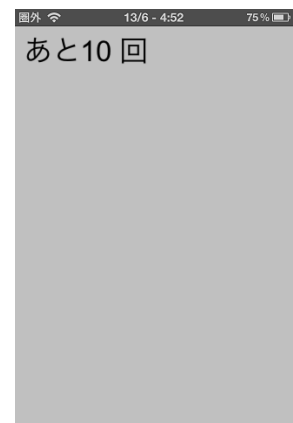


図 2 実行画面

3.2 実験環境

実験では、表 2 に示す性能のスマートフォンを使用した。計測プログラムは、HTML5、PHP、JavaScript を使用して作成した。図 2 に示した画面上の、どの位置をフリックしても 1 試行として扱い、左上に表示されている残り試行回数が 0 回になった時点で、計測を終了している。

[†] 神奈川工科大学大学院工学研究科情報工学専攻

Dept. of Information and Computer Sciences, Kanagawa Institute of Technology

[‡] 国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究科

Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare University of Health and Welfare

表2 実験に使用したスマートフォン

機器名	iPhone4
OS	iOS5.1.1
タッチパネルサイズ	3.5インチワイド

3.3 計測値と属性ベクトル

本実験では、フリック操作計測から得た情報を元に、SOM 学習用の属性ベクトルを構成し、分析に用いた。画面に指が触れた時と、画面から指が離れた時の座標値 (X, Y), 加速度 (X, Y, Z), 重力加速度 (X, Y, Z), 画面に指が触れてから離れるまでの時間差 (t) の合計 17 次元で属性ベクトルを形成した。

3.4 分析

本実験で得た 10 試行分の計測データを学習用に 7 回、認証用に 3 回に分け、SOM を用いて分析を行った。SOM の学習条件として、マップサイズ 70×70 (ユニット数 4,900), 学習回数 50,000 回と設定した。マップ上の学習に使用したベクトルと認証時のベクトルとのユークリッド距離の平均を求め、その値が設定した閾値以内であれば認証成功とした。

評価には、他人受容率 (FAR : False Accept Rate) と、本人拒否率 (FRR : False Reject Rate) を用いた。これらの定義式を以下に示す。

$$FAR = \frac{\text{他人受容回数}}{\text{試行回数}} \quad FRR = \frac{\text{本人拒否回数}}{\text{試行回数}}$$

なお、FAR と FRR が等しい値を等価エラー率 (EER : Equal Error Rate) とし、EER を 1 から引いた値を認証精度とする。

4. 実験結果

SOM は初期値が乱数で決定されるため、毎回異なるマップが作成される。本実験では 10 回ずつマップを作成し、その平均値を本実験の認証精度とした。算出された認証精度の一覧を表 3 に、作成された認証精度グラフの一枚を図 3~6 に示す。以降、普段スマートフォンを操作する手を利き手、それと反対の手を逆手とする。

表3 算出された認証精度

計測に使用した手	認証精度
右手	81.44%
左手	78.56%
利き手	78.03%
逆手	76.45%

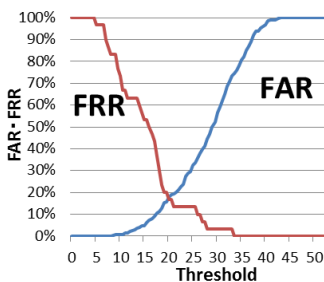


図3 認証精度グラフ (右手)

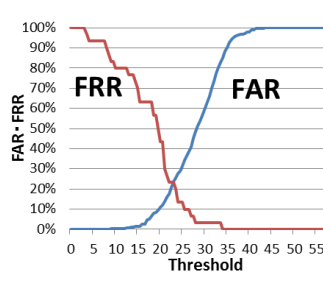


図4 認証精度グラフ (左手)

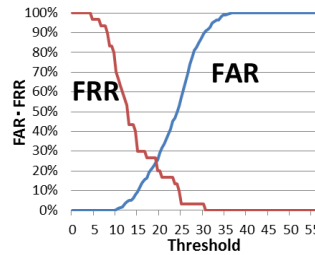


図5 認証精度グラフ (利き手)

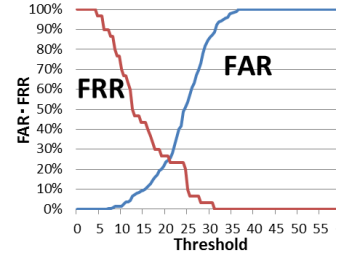


図6 認証精度グラフ (逆手)

5. 考察

表 3 より、それぞれの認証精度を比較すると、どの場合でも 80% 前後の認証精度を確認することができた。先行研究で使用していた時間差だけでなく、フリック時の座標値や、スマートフォンの加速度、重力加速度を取得することにより、個人差が顕著に表れたと考えられる。

逆手を計測に使用した場合は、他に比べて認証精度が低下した。認証精度が低下した要因として、逆手を使用した場合のスマートフォンの操作に慣れていないため、加速度や重力加速度といった、スマートフォン保持状態の再現性が低かったと考えられる。しかし、実用面を考慮した場合、逆手でスマートフォンを操作することは少ないので、問題は無いと考えられる。

以上の点から、フリック操作時に得られた特徴から個人識別することは可能であると考えられる。

6. おわりに

本実験では、スマートフォンにおけるフリック操作のみに着目したバイオメトリクス認証の検討を行った。結果、最高 81.44% の認証精度を確認した。先行研究では使用していなかった、座標値、加速度、重力加速度といった情報を利用した場合でも、個人識別が可能であることが確認された。

今後の課題として、多様な利用環境を想定し、被験者数を増やした状態での認証精度を求めることや、直立状態、歩行状態といった、着席状態以外の計測実験を行うことが挙げられる。また、机の上にスマートフォンを置くなどといった、手にスマートフォンを保持しない状態での計測実験を行い、座標値と時間差のみで個人識別可能であるか確認する必要がある。また、本実験では使用しなかった、回転加速度を利用した場合の認証精度の変化を検証する必要がある。さらに、フリック文字入力時の特徴を抽出することで、より実用的なスマートフォン操作時の特徴抽出が可能になる。

参考文献

- [1] 山田健一朗, 納富一宏, 斎藤恵一, “スマートフォンにおけるキー操作熟練度の違いによるキーストローク認証手法の検討”, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム, 1H-5, pp.234-237, (2013.07).
- [2] 総務省, “不正アクセス行為の発生状況”, http://www.soumu.go.jp/main_content/000215184.pdf (2013.05.16).
- [3] バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム, “バイオメトリックセキュリティ・ハンドブック”, オーム社 (2005).
- [4] 大北正昭, 徳高平蔵, 藤村喜久郎, 権田英功, “自己組織化マップとそのツール”, シュプリンガー・ジャパン株式会社 (2008).