

タッチスクリーンによるキーストローク認証 手法—リズムの再現性と長押しの効果—

野口敦弘[†] 高橋雅隆[†] 納富一宏[†] 齋藤恵一^{††}

本研究では, バイオメトリクス認証の1つである, 打鍵リズムを用いたキーストローク認証に着目し, タッチスクリーンによる打鍵リズムを自己組織化マップにより学習・分析し, その類似度に応じて個人認証を行うバイオメトリクス認証手法について検証する. これまでの再現性検証実験の結果から, 打鍵リズムが単調(打鍵時間が等間隔)となる場合において認証精度が低下するという問題がある. そこで, 本稿では, 全被験者に対し, 意図的な長押しによる特徴を与えた打鍵リズムの再現実験を行い, 認証精度の変動について検証を行った.

Keystroke Authentication Method with Touch-screen -Rhythm Reproducibility and Effect of Long Press-

ATSUHIRO NOGUCHI[†] MASATAKA TAKAHASHI[†]
KAZUHIRO NOTOMI[†] KEIICHI SAITO^{††}

In this article, we propose a keystroke authentication method using keystroke rhythms, and also we explain our analysis method with SOM (Self-Organizing Maps) as a suitable biometric authentication method for usual ATMs of banks and so on.

There are some problems that the authentication failure occurs when each keystroke has monotonous rhythm. Therefore, we describe the result that we experimented and confirmed the keystroke rhythm reproducibility and effect of intentional long press for each subjects. Our method is simple, compact, and will be useful for touch-screen devices such as smart phones and tablet PC also.

[†]神奈川工科大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Kanagawa Institute of Technology

^{††}国際医療福祉大学情報教育センター
Education Center of Medical Informatics, International University of Health and Welfare

1. はじめに

現在, 銀行では, 認証にタッチスクリーンからの暗証番号入力を採用している. また, 近年, 人間の身体的特徴や行動的特徴を用いたバイオメトリクス認証が本人を特定する技術として利用されている. 本研究では, バイオメトリクス認証の1つである, 打鍵リズムを用いたキーストローク認証に着目し, タッチスクリーンによる打鍵リズムを自己組織化マップにより学習・分析し, その類似度に応じて個人認証を行うバイオメトリクス認証手法¹⁾について検証する. Web サイトへのログインや銀行 ATM での暗証番号の入力を想定した際, 利用者が登録した打鍵リズムを認証時に再現できるかがキーストローク認証の課題である. そこで, 本実験では, 打鍵リズムを1週間空けて計測を行った際の, 打鍵リズムの再現性についての検証を行った.

しかし, これまでの再現性の実験から, 打鍵リズムが等間隔となる場合において認証精度が低下するという問題がある. 打鍵リズムが等間隔になると, 被験者独自の特徴が抽出できず, SOM の学習において, 特徴による被験者の分類が行えない. そこで, 本稿では, 全被験者に対し, 意図的な長押しによる特徴を打鍵リズムに入れさせて実験を行い, 認証精度の変動について検証する.

2. バイオメトリクス認証と自己組織化マップ

2.1 バイオメトリクス認証

バイオメトリクス²⁾とは, 「行動的あるいは身体的な特徴を用いて個人を特定する技術」であり, バイオメトリクス認証とはバイオメトリクス技術を用いて本人認証を行うことである.

バイオメトリクス認証には, 身体的特徴を用いる認証と行動的特徴を用いる認証の二種類がある. 本研究で扱うキーストローク認証は, 行動的特徴に含まれる. キーストローク認証とは, キーを押している時間, 次のキーが押されるまでの時間, タイピングエラー率などの打鍵動作を測定の対象として, 個人識別を行うバイオメトリクス認証の1つである.

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)³⁾は, 競合学習型ニューラルネットワークの一種であり, 入力層と出力競合層の2層から成っている. ニューラルネットワークとは, 脳・神経系による情報処理方式の原理を模した情報処理の仕組みである.

通常使用されている基本 SOM は, マップの端に境界線があるため, マップの中央付近の出力ノードと端にある出力ノードの近傍領域の面積に違いが生じる. 近傍領域とは, 学習によって学習ベクトルが更新される領域である. 学習データが同じであって

も影響を及ぼす領域面積が異なるため、学習ごとに異なる特徴マップが形成されてしまう。その問題を解消する方法として、トーラス型 SOM⁴⁾がある。トーラス型の場合、マップの上下左右を結合することで近傍領域のばらつきがなくなるため、出力ノードが正常な位置に配置される。そのため、本研究では、トーラス型 SOM を採用した。

3. 実験

3.1 実験環境

3.1.1 実験機器

実験で使用した機器(以下、タッチスクリーンという)を表 1 に示す。

表 1 実験で使用した機器

機器	クイックサン製 カラーTFT 液晶
型番	QT-1005B(AVTP)
インターフェース	USB
タッチパネルサイズ	10.4 型
タッチ方式	アナログ抵抗膜方式

本実験は、銀行の ATM での認証を想定しているため、タッチスクリーンを平面上に置いて計測を行った。タッチスクリーンの高さは図 1 のように、一般的な銀行 ATM の高さである 75cm とした。また、一般的な銀行 ATM には角度がついている。正確な角度を把握するのが困難であったため、画面をタッチしやすい角度として、タッチスクリーンの角度を図 2 のように高さ 5cm と設定し、約 14.7° とした。



図 1 タッチスクリーンの角度

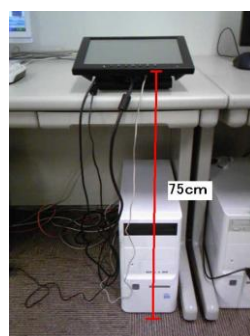


図 2 タッチスクリーンの高さ

3.1.2 実験プログラム

実験の計測用プログラムは、VisualBasic2008 を使用して作成した。タッチスクリーンのボタンを図 3 のように配置する。ボタンの大きさは、押し間違いや 2 つ以上のボタン検出を防止し、確実にボタン押下ができるようにするため、人差し指の指先およそ 2 つ分である 3cm とした。ボタン配置は、一般的な銀行 ATM を参考にした。

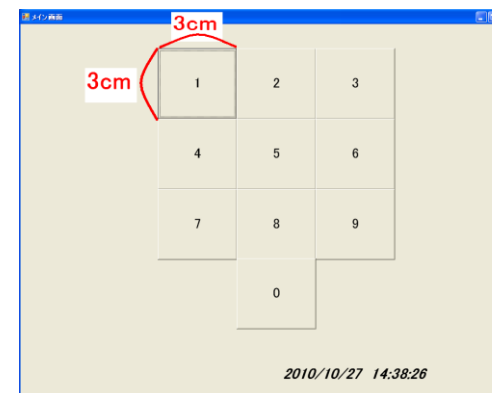


図 3 タッチスクリーンに表示させるボタン配置

実験プログラムのフローチャートを図 4 に示す。

まず、図 4a) について説明する。打鍵計測で 4 桁の数字を入力し、計測時間を求める。計測時間の求め方については、図 4c) の番号計測処理で説明する。求めた計測時間を CSV ファイルに書き出し、また、入力したボタンの番号も CSV ファイルに書き出す。打鍵計測を 5 回分繰り返し、計測終了となる。

打鍵計測のフローチャートを図 4b) に示す。番号ごとに計測処理を行う。

そして、番号計測処理のフローチャートを図 4c) に示す。キーを押下した時間とキーを解放した時間を取得する。時間の取得方法は、Windows API で用意されている timeGetTime 関数を用いる。timeGetTime 関数は、Windows が起動してからの時間を返す。第 1 番号の押下と解放、第 2 番号の押下と解放、第 3 番号の押下と解放、第 4 番号の押下と解放の 8 つを timeGetTime で計測を行う。本実験では、押下と解放の間、および解放と次のキーの押下の間の時間を用いて分析を行うため、計測した時間の前後で減算を行い、打鍵に要した時間を図 4b) の計測時間算出で求める。また、被験者がどの番号を打鍵したかを確認するため、打鍵した番号も取得する。

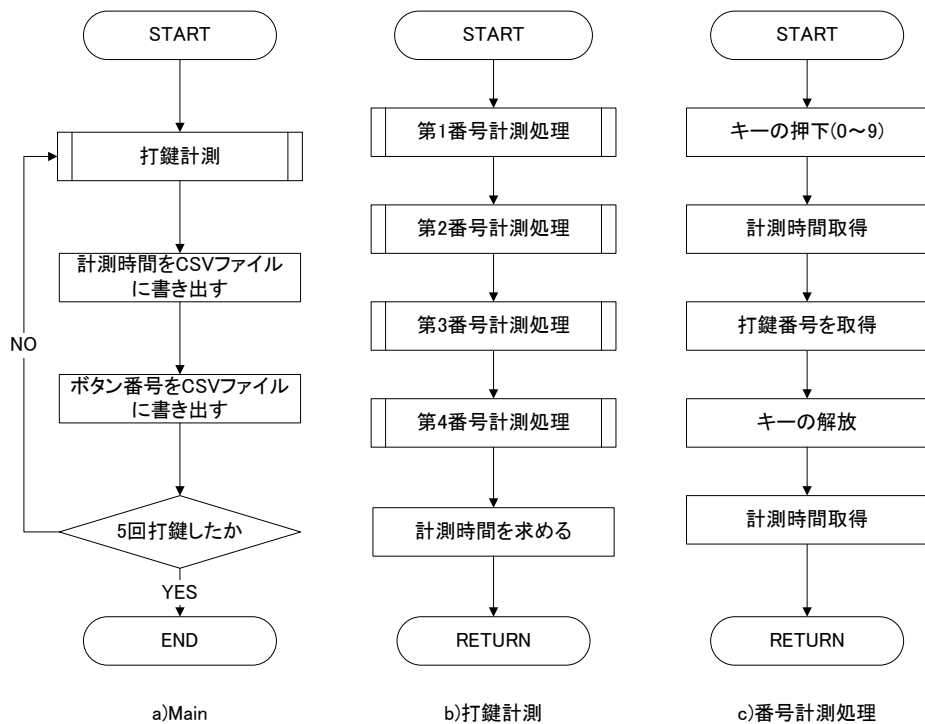


図4 実験プログラムのフローチャート

3.2 実験方法

キーストローク認証を銀行 ATM での個人認証を想定した場合、認証時における打鍵リズムの再現性が問題となる。

本実験では、1週間空けて打鍵リズムを計測し、打鍵リズムの再現性検証を行った。また、練習として、30回連続で打鍵した後に、初回本登録として5回打鍵してもらった。次週、登録時には練習は行わず、本登録のみを実施する。これを4週間分行った。本登録で得た計測時間を最大値が1、最小値が0となるように正規化を行い、その5回分のデータを登録用に4回、認証用に1回に分けて認証を行った。実験のフローチャートを図5に示す。

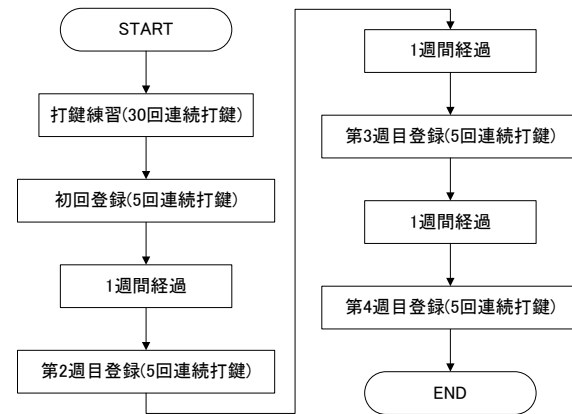


図5 実験のフローチャート

3.3 分析方法

分析には、平均ユークリッド距離を用いた。登録データの座標を $(a_1, b_1), (a_2, b_2), (a_3, b_3), (a_4, b_4)$ とし、認証時のベクトルの座標を (x, y) とすると、平均ユークリッド距離 $(n=4)$ は以下の式(1)で表せる。

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x-a_i)^2 + (y-b_i)^2} \dots\dots\dots (1)$$

また、本人拒否率 (FRR : False Reject Rate) (2)と、他人受容率 (FAR : False Accept Rate) (3)を用いた。これらの定義式を以下に示す。

$$FRR = \frac{\text{本人拒否回数}}{\text{試行回数}} \dots\dots\dots (2)$$

$$FAR = \frac{\text{他人受容回数}}{\text{試行回数}} \dots\dots\dots (3)$$

式(1)より、求められた値が閾値より小さければ「受容」とし、大きければ「拒否」として、閾値ごとの本人拒否率、他人受容率を計算した。閾値とは、本人であるか他人であるかを判断するための基準値である。

4. 実験結果

被験者5名、4週分の計測データから得られた前実験のトラス型 SOM 結果¹⁾を図6に示し、FRRとFARのグラフを図7に示す。そして、本実験のトラス型 SOM 結果を図8に示し、FRRとFARのグラフを図9に示す。

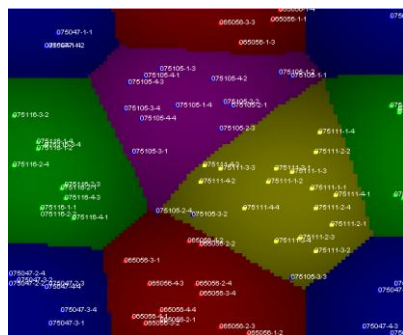


図6 前実験トラス型 SOM の結果

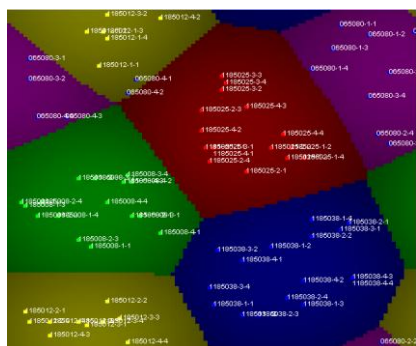


図8 本実験トラス型 SOM の結果

図8より、各被験者ノードが各領域に集まり、領域区分における特徴分類ができていくことが分かる。図9のグラフから、認証精度が99.975%という結果を得た。なお、認証精度はキーストロークのみでの精度である。

5. 考察

図9のグラフより、誤認識率0.025%という結果を得た。また、図6のグラフより、これまでの再現性の実験では、誤認識率は5%であった。5名の内の1人の被験者の1週分の計測時間について最大値を1、最小値を0に正規化したデータを表2に示す。

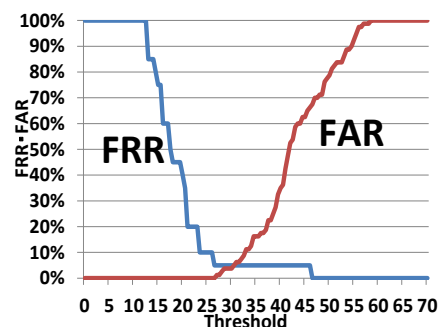


図7 前実験 FRR と FAR のグラフ

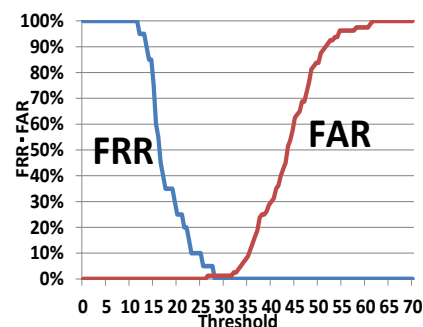


図9 本実験 FRR と FAR のグラフ

表2 1人の被験者の計測時間の正規化データ

打鍵区間	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7
1回目	0.227	0.658	0.023	0.205	0.000	0.227	1.000
2回目	0.060	0.460	0.020	0.160	0.000	0.239	1.000
3回目	0.020	0.501	0.001	0.173	0.000	0.251	1.000
4回目	0.041	0.560	0.001	0.180	0.000	0.240	1.000
5回目	0.048	0.658	0.048	0.195	0.000	0.365	1.000

表2のt5とt7のように、長押しをしているキーと長押しをしていないキーが明白である。最大値を1、最小値を0とする正規化は、最も長く押されたキーに全体が依存する。意図的な長押しは、各キーの特徴が引き出しやすくなると推測され、認証精度が向上したものと考えられる。したがって、長押しによる特徴を入れて打鍵することは、キーストローク認証手法にとって効果があるということが示された。

6. おわりに

今回の実験では、全被験者に意図的な長押しによる特徴的な打鍵リズムを用いて再現実験を行い、その効果について検証を行った。実験の結果から、意図的に長押しを入れて打鍵することで認証精度が向上した。1週間の時間経過で実験を行ったが、図8より、各被験者のノードがある程度、自身の領域内に配置されたことから、全被験者とも打鍵リズムの再現ができていたことを確認した。しかし、今回の実験では被験者が5名と少なく、類似した打鍵リズムが存在しなかったため、分類が可能であったと考えられる。今後は、被験者数を増やし、類似した打鍵リズムが多数存在する場合の対策について検証を行う必要がある。さらに、本人の打鍵リズムが他人によって模倣できるか否かのなりすましの検証も行う必要がある。

参考文献

- 1) 野口敦弘, 中山亮介, 納富一宏, 斎藤恵一: 自己組織化マップを用いたタッチスクリーンによるキーストローク認証手法～打鍵リズムの再現性, 情報処理学会 第73回全国大会講演論文集, 3Y-4, pp.509-510 (2011).
- 2) バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム: バイオメトリクスセキュリティ・ハンドブック, p.2, pp.15-18, p3, pp.1-2, オーム社 (2005).
- 3) 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, p.1, pp.1-7, 加藤文明社 (2008).
- 4) 徳高平蔵, 大北正昭, 藤村喜久郎: 自己組織化マップとその応用, p.58, pp.16-19, シュプリンガー・ジャパン株式会社 (2007).