

自己組織化マップを用いた
打鍵リズムによるバイオメトリクス認証
Biometrics authentication with Keystroke Rhythm Patterns
Based on Self-Organizing Maps

石田 秀春† 納富 一宏† 斎藤 恵一‡
Hideharu Ishida Kazuhiro Notomi Keiichi Saito

1. はじめに

近年、情報セキュリティ強化を目的として、身体的特徴に基づく情報を用いた認証技術（バイオメトリクス認証技術）が利用されるようになった。本研究はバイオメトリクス認証の中の一つである打鍵認証に関するものである。打鍵認証は、キーボードからパズフレーズを入力する際の打鍵情報を認証に用いる認証方法である。

先行研究[1]では、SOMを用いた手法の提案と検証を行っているが、打鍵情報の収集において被験者に対し「リズムカルな打鍵」を教示していなかった。そこで、本研究では、「リズムによる認証」を明確な評価基準として示すことを目的とし、その精度の検証を行った。

2. バイオメトリクス認証

バイオメトリクスとは、「行動的あるいは身体的な特徴を用いて個人を自動的に同定する技術」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ものである[2]。

バイオメトリクス認証は従来の認証方式のように認証に用いる物を紛失することがなく、その認証精度も高い。また、偽造などによるなりすましも困難である。しかし、認証方法が独特であるため、特別な機器を必要とすることが多く、導入費が高くなってしまう場合がある。また、利用者がその認証方法に抵抗を感じてしまう場合もある。

しかしながら打鍵認証はキーボードのような物があれば認証を行うことが可能なため、導入費が安く済む場合が多い。また、その認証方法も従来の認証方法に近いため、利用者が抵抗を感じることも少ない。

3. 自己組織化マップ (SOM)

自己組織化マップ (SOM:Self-Organizing Maps) とは、Kohonen によって提案されたニューラルネットワークモデルのひとつであり、トポロジカルマッピングを拡張した教師なし競合学習型ニューラルネットワークモデルのひとつである。また、データ間の特徴類似度による汎用的なクラスタリング能力を持つ[3]。本研究では、SOMを用いて打鍵情報の特徴の分類を行う。

4. 認証実験

本研究では、各個人のパズフレーズを入力する際の打鍵タイミングを測定し、それを入力ベクトルとして学習に使用し、認証に用いるマップを作成した。なお、マップサイズは 50×50 (ユニット数 2,500)、学習回数 50,000 回とした。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より小さければ認証成功とした。

評価には、他人受容率 (FAR: False Accept Rate) と本人拒否確率 (FRR: False Reject Rate) を用いた。FAR, FRR の定義式を以下に示す。

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

4.1 本人認証実験

本人認証実験では、従来のパスワード認証と併用してリズム認証を行った場合と、一つのキーだけを用いてリズム認証を行った場合について行った。

自己組織化マップは、学習前の状態によって出力されるマップが変化する。これは荷重ベクトルの初期値を乱数によって決定しているためである。そのため、同じ閾値であっても、あるマップでは認証に成功した認証用のデータが、別のマップでは認証に失敗する可能性がある。

そこで、認証に複数の SOM マップを用いた場合についても分析を行った。

4.2 本人認証実験結果

本人認証実験の分析の結果、パスワード認証と併用した場合には FAR と FRR は 8% 未満、マップを複数枚用いた時には 5% 以下となる場合もあった。

一つのキーだけを用いてリズム認証を行った場合の FAR と FRR は 7% 未満、マップを複数枚用いた場合においては 3% 未満にまで抑えられるものが多かった。どの認証方法においても、パスワード認証と併用した場合よりも精度が高くなっていることから、よりリズムを意識させてパズフレーズの入力を行うことで、認証精度の向上を図ることが可能であると言える。

また、どちらの入力方式においても、認証にマップを一枚だけ用いるよりも、マップを複数枚用いたほうが、FAR と FRR が低くなる傾向が確認された。

4.3 なりすましの検証

なりすましの検証実験では、本人認証実験の時と同様に打鍵タイミングの登録を行った後に、登録されたリズムを被験者に真似て入力してもらい認証を行った。

その結果、文字列認証と併用した場合に関しては、ほぼなりすまされることがなく、リズムが分かっている文字列の入力と並行して真似ることが困難であることに起因するものと考えられる。しかし、一つのキーだけで認証を行った場合には、比較的なりすまされてしまう確率が高くなってしまった。

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

‡ 東京電気大学先端工学研究所 Research Center for Advanced Technologies, Tokyo Denki University

5. 認証方式の改善

従来の認証方式ではキーが押されてから離されるまでの時間も計測しているが、図1に示すように離されてから押されるまでの時間だけを計測して認証を行った。

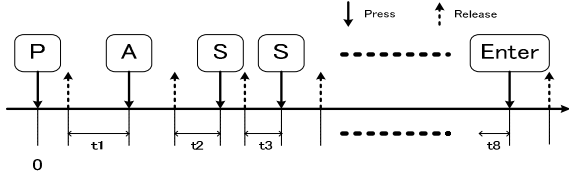


図1 認証方式の改善

その結果、従来の認証方式と精度がほとんど変化しなかった。図2の上側が従来の認証方式、下側が新しい認証方式である。

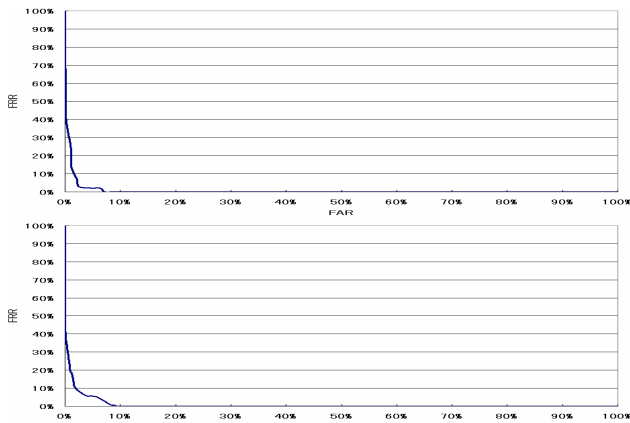


図2 各認証方式における分析結果

6. 汎用 SOM 認証サーバの構築と打鍵認証

打鍵認証は、導入コストの面で、インターネット環境における個人認証に適した方式であると考えられる。そこで、SOM を用いた汎用的な認証サーバの実現を目指して、現在、システムの構築を行っている。

SOM 認証サーバにおいて、さまざまな生態情報を用いた認証動作を行うことを目的としており、ネットワーク環境において、共通的なバイオメトリクス認証エンジンとして動作させることが狙いである。

本認証サーバは、SOM エンジンを搭載しており、① SOM 学習-②マップ生成-③閾値計算-④認証という4つのフェーズに対応する。

すなわち、①SOM 学習では、属性ベクトルの定義と学習ベクトルの受信により学習を行う。②マップ生成では、視覚化方式を選択し、学習結果に対する出力マップを生成する。③閾値計算では、学習済みマップにおける認証の幅を、FAR および FRR からクロスオーバーポイントを閾値として取り出す。④認証では、検証を行いたい入力ベクトルを SOM マップに投入し、先に求めた閾値に基づいて可否を決定し回答をクライアントに返信する。

これらのシステム構成図を図3に示す。

打鍵認証では、入力されたパスフレーズ(文字列)および打鍵タイミング情報(打鍵間隔時間)により属性ベクトルが構成されているので、これらを認証用の投入ベ

クトルとしてサーバに送信することで、事前に学習されたマップへの投入と閾値による判定によりサーバから返信された認証結果を受信するようにすればよい。今後、汎用 SOM 認証サーバの完成を待ち、実験により動作効率等についても検証していく予定である。

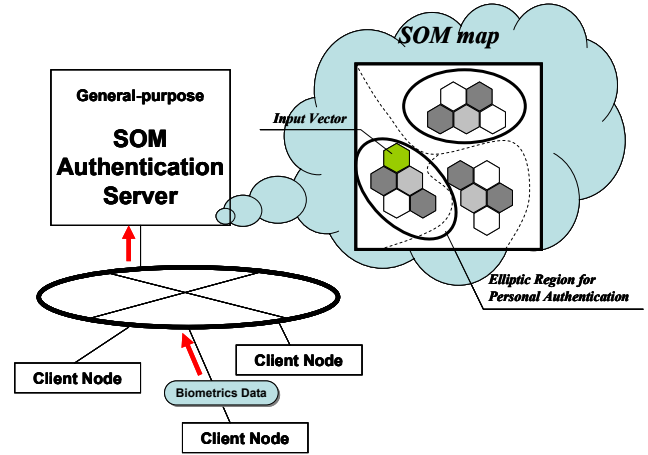


図3 汎用 SOM 認証サーバによるバイオメトリクス認証

7. おわりに

打鍵リズムと自己組織化マップを用いた本人認証手法を提案すると共に、その精度の検証、およびなりすましの可能性について検証を行った。その結果、認証精度は比較的良好であるが、他の生体情報を利用した認証方式には劣っていることが確認された。

また、なりすまし検証実験の結果、パスワード認証と併用した場合にはなりすまされ難く、一つのキーで認証した場合にはなりすまされやすいことが確認された。

本認証方式はソフトウェアのみによる生体認証方式としての簡便さや、既存システムへの実装コストなどを考え合わせると、本手法は実用的であり、従来の認証方式との併用により、信頼性向上に寄与できると考えられる。これは、従来の認証方式であるパスワード認証とリズム認証を併用することにより、ツール等を使用した総当たり方式によるクラッキングを防ぐことが可能であるためである。

また、一つのキーでのリズム認証については、携帯電話などモバイル機器での利用や、身障者の方への適用といった応用が考えられる。

今後は、パスワード認証と併用した認証用ソフトウェアの開発や、一つのキーでのリズム認証のなりすましを防ぐ手法の模索、より多くのデータの収集が必要だと考えられる。なりすましの防止策については、認証の簡便さを損なわない方法が求められると考えられる。

参考文献

- [1] 山口, 納富, 斎藤: 自己組織化マップを用いた打鍵タイミングによる本人認証, 神奈川工科大学研究報告 B 理工学編集, 第25号(2001)
- [2] 瀬戸洋一: サイバーセキュリティにおける生体認証技術, 共立出版株式会社(2007)
- [3] Kohonen: 自己組織化マップ, シュプリンガー・フェアクラーク東京(1996), 徳高平蔵 他
- [4] 徳高, 大北, 藤村: 自己組織化マップとその応用, シュプリンガー・ジャパン(2007)