

自己組織化マップを用いた スマートフォンにおけるリズム認証手法 - 楽曲の主旋律を用いたリズム特徴量抽出 -

市村 亮太[†] 野口 敦弘[†] 納富 一宏[†] 斎藤 恵一[‡]

神奈川工科大学大学院工学研究科[†]

国際医療福祉大学情報教育センター[‡]

1. はじめに

近年、急速に普及が進んでいるスマートフォンは、入力デバイスと表示デバイスが一体化しており、第三者による覗き見攻撃によって入力情報を読み取られやすいことがいえる^[1]。そういった問題点から、本研究では、スマートフォンにおけるリズム認証の提案を行っている。リズム認証とは、タッチスクリーンに表示されたキャンバス上をタップし、その特徴を用いて認証を行うものである。利点として、利用者は、一度リズムが定着してしまえば煩わしさを感じることなく認証を行えることが挙げられる。リズム認証は、利用者がリズムを作成し、認証を行う。しかし、先行研究^[2]の手法では、リズムを作成するにあたって、利用者自身がリズムを一から考える必要がある。そのため、リズムが単調なものに偏る可能性があることや、時間の経過により、リズムを再現することが困難になるなどの問題がある。そこで本稿では、スマートフォンを用いたリズム認証手法において、指定した楽曲の主旋律を用いリズム作成をした上でのリズム認証実験を行う。分析にはニューラルネットワークの一種である自己組織化マップを用い、その結果について考察する。

2. バイオメトリクスとリズム認証

2.1 バイオメトリクス

バイオメトリクスの技術的な定義は「行動的あるいは身体的な特徴を用い、個人を自動的に同定する技術」である^[3]。バイオメトリクスは普遍性、唯一性、永続性の3つの性質をもっており、身体的特徴と行動的特徴の2種類がある。

2.2 リズム認証

リズム認証とは、バイオメトリクスの行動的特徴に該当する認証である^[4]。タッチスクリーンのキャンバス上をタップする際のパターン、リズムにより個人識別を行う。バイオメトリクスであり、行動的特徴に該当するキーストローク認証と類似しているが、キーストローク認証とは異なり、キーとなるボタンが存在せず、キャンバス上の任意の位置をタップすることができる。

3. 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) は非階層なクラスタリングを行うニューラルネットワークモデルであり、高次元のデータを2次元平面上に表現する^[5]。

本研究では、SOMを用いることにより本人特定を行う。各被験者の登録用の計測データからマップを作成し、作成されたマップに認証用データを投入する。認証用データと各登録用データとのユークリッド距離を求め、平均ユークリッド距離により分析を行う。

4. 検証実験

4.1 実験目的

本研究におけるリズム認証では、利用者がリズムを作成し、登録を行い、登録されたデータをもとに認証が行われる。先行研究では、被験者がリズムを一から考え、リズム作成を行っている。しかし、それではリズムが単調なものに偏る可能性があることや、時間の経過により、リズムを再現することが困難になるなどの問題がある。そこで本実験では、指定楽曲の主旋律を用いリズム作成をした上でのリズム認証実験を行う。

4.2 実験方法

被験者として、本学学生 10 名に協力してもらった。図 1 に示すように被験者は椅子に座った状態でスマートフォンを片手で持ち、持った手の親指で画面をタップする。

まず、被験者には、指定楽曲 (long) として、神奈川工科大学校歌の一部 (4 小節 1 拍) を切り取った曲を聴いてもらう。その後、指定楽曲 (long) を用い、4 タップで一行として画面をタップするリズムを考えてもらった。実機での練習後、被験者がリズム定着したと感じたタイミングで、登録、認証用として入力を 5 回行う。その後、切り取った曲をさらに縮めた (2 小節 1 拍) 指定楽曲 (short) を用い、同様に実験を行った。

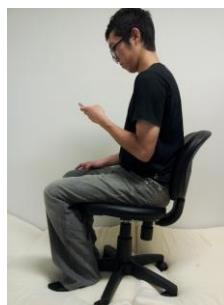


図 1 実験の様子

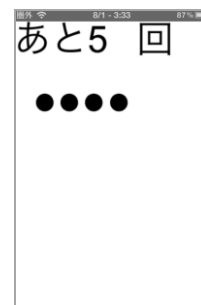


図 2 実験プログラム

A Rhythm Authentication Method for Smartphone using Self-Organizing Maps - Rhythm Feature Extraction by Melody of Music -

[†]Ryota Ichimura, [†]Atsuhiko Noguchi, [†]Kazuhiro Notomi, [‡]Keiichi Saito

[†]Information and Computer Sciences, Kanagawa Institute of Technology, Graduate school of Engineering Kanagawa Institute of Technology

[‡]Education Center of Medical Informatics, International

4.3 実験機器

実験には、タッチパネルサイズ 3.5 インチワイドの iPhone4 を使用した。

4.4 実験プログラム

実験プログラムは HTML5 の Canvas を使用して作成した。図 2 に示すように、画面には残りの試行回数が表示されており、一試行ごとに回数表示が減る仕組みになっている。また、画面を押下することで赤色の丸印が点灯し、解放することで緑色の丸印が点灯するようになっている。画面全体に Canvas を広げており、画面上にあるどの位置をタップした場合でも 1 回としてカウントされる。

4.5 属性

本実験に用いた属性を図 3 示す。

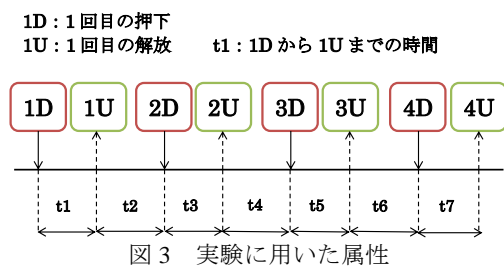


図 3 実験に用いた属性

1 回目の押下である 1D から 1 回目の解放である 1U までの時間を t_1 としている。イベントから次のイベントまでの時間、それぞれ t_1 から t_7 までを属性値とし、ここまですべてを一試行としている。

4.6 分析方法

10 回分の計測データを最大値 1, 最小値 0 に正規化したものを登録用に 4 回分, 認証用に 1 回分と分け, SOM による学習で得た座標結果から, ユークリッド距離を算出し, 分析にはそれらの平均ユークリッド距離を用いた。

4.7 評価方法

本人拒否率 (FRR : False Reject Rate) と, 他人受容率 (FAR : False Accept Rate), これらの分布グラフ交点にあたるエラー率を等価エラー率 (EER : Equal Error Rate) と呼び, EER の値を 1 から引いた値を認証精度としている。

4.8 実験結果

指定楽曲 (long), 指定楽曲 (short) で得られた認証精度結果を表 1 に示す。SOM の初期値は乱数で決まる特徴があり, 毎回異なるマップが生成される。そのため, 指定楽曲 (long), 指定楽曲 (short) それぞれマップを 10 回分作成し, それらの平均を本実験における認証精度とした。

指定楽曲 (long) において認証精度に最も近い SOM 作成 1 回目の認証精度グラフを図 4, 指定楽曲 (short) において認証精度に最も近い SOM 作成 1 回目の認証精度グラフを図 5 示す。

表 1 認証精度結果

指定楽曲	認証精度[%]
long	99.9
short	100.0

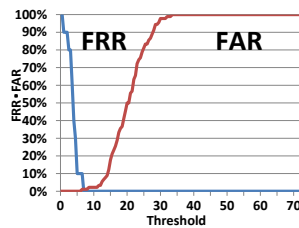


図 4 認証精度グラフ (long)

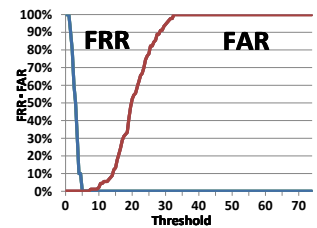


図 5 認証精度グラフ (short)

5. 考察

指定楽曲 (long) では認証精度 99.9%, 指定楽曲 (short) では認証精度 100.0% という結果を得た。リズムを一から考えるのではなく, 指定楽曲を用いたことで, リズムの再現性が向上した。その結果, FRR が先行研究に比べ優れた値を示し, このような結果になったと考える。

指定楽曲 (long) では, 2 名が似通った特徴のリズムを登録していた。対して, 指定楽曲 (short) では, 登録されたすべてのリズムには個人の特徴があらわれている。結果, 指定楽曲の指定幅が狭く, 同一箇所からリズムを作成する可能性が高い指定楽曲 (short) と, 指定楽曲 (long) の場合とで FAR は同程度となっている。このことから, 指定楽曲 (long) の前半 2 小節の主旋律に比べ, 指定楽曲 (short) に用いた主旋律が個人の特徴があらわれやすいことが考えられる。

6. おわりに

本実験では, スマートフォンにおけるリズム認証手法において, 指定した楽曲の主旋律を用いリズム作成を行った際のリズム特徴量を抽出し, 認証精度を求めた。結果, 指定楽曲を用いた際, FRR が優れた値を示し, 認証精度が指定楽曲 (long) の際 99.9%, 指定楽曲 (short) の際 100% と先行研究に比べ高い結果となった。時間経過した場合に本手法ではどの程度リズムを再現することができるか今後検証を行ってみたい。

参考文献

- [1] 市村亮太, 野口敦弘, 納富一宏, 斎藤恵一: "スマートフォンにおける視き見攻撃耐性を考慮した個人認証方式の提案", ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2012, 3431S, pp.1065-1066, (2012).
- [2] 市村亮太, 野口敦弘, 納富一宏, 斎藤恵一: "スマートフォンにおけるリズム認証手法の検討", 電子情報通信学会 2012 年度 HCG シンポジウム II-4-2, pp.222-225, (2012).
- [3] 社団法人日本自動認識システム協会: よくわかるバイオメトリクスの基礎, オーム社, pp2-6, (2005).
- [4] 野口敦弘, 納富一宏, 斎藤恵一: "ボタンレスで行うリズム認証手法~ピアノ経験者との比較によるリズムの個人差検証~, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2012) シンポジウム, 1F-3, pp.192-196, (2012).
- [5] 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).