

「テンポ感」を特徴量に取り入れたリズム認証の評価

堀 孝浩[†] 喜多 義弘[‡] 豊田 健太郎[†] 朴 美娘[†] 岡崎 直宣^{†2}[†]神奈川工科大学 [‡]東京工科大学 ^{†2}宮崎大学

1. はじめに

画面ロックのパスワードを覗き見、録画され、他人が画面ロックを解除することにより、個人情報流出してしまう問題が発生している。そこで我々は、覗き見、録画耐性を有する認証方式として、リズム認証方式を提案してきた[1]。さらに、認証精度の向上を目的とし、特徴量に音楽経験の有無などによって生じる、個人の音楽能力、「テンポ感」を取り入れたリズム認証方式も提案してきた[2]。しかし、認証精度については、明確に評価していなかった。そこで、本論文では、自己組織化マップ[3]を用いて、テンポ感を特徴量に取り入れた、リズム認証方式を実装し、認証判定を行い、認証精度の評価を行う。

2. 関連研究

2.1. 「テンポ感」を特徴量に用いたリズム認証の認証精度への影響

我々は以前に、認証率の向上を目的とした、「テンポ感」を特徴量としたリズム認証[2]を提案した。ここでは、ユーザによって、タップ入力から得られる1音毎の間隔、テンポに対するタップ入力のずれに特徴があると考え、これを「テンポ感」と定義した。この「テンポ感」が認証に与える影響を調査するため、「テンポ感」の相対的標準偏差を算出した。その結果、「テンポ感」は他人との差が非常に大きい特徴量であるという結果になり、他人受け入れ率(FAR: False Acceptance Rate)の低減に有用な特徴量として期待できるという結果になった。しかし、本人の入力が安定しない特徴量という結果にもなり、本人拒否率(FRR: False Rejection Rate)を上げてしまう可能性も考えられ、実装を行い、認証率の変化を確認する必要がある。

2.2. 自己組織化マップ

自己組織化マップとは、教師なし学習を行う、競合学習型ニューラルネットワークの一種であ

表 1 自己組織化マップの共通定数

	定数
マップサイズ (横×縦)	9000 (150×60)
学習総回数	400

り、与えられた入力情報の類似度を2次元空間のマップ上での距離で表現するモデルである。今回の実装では、最初に、「テンポ感」を取り入れたリズム認証の特徴量の抽出を行い、そこで得られた情報でマップを作成し、入力された情報がどこにマッピングされるかによって認証判定を行う。

3. 実装と評価

表1に、今回実装した自己組織化マップの作成における共通定数を示す。

3.1. 使用した楽曲

特徴量の計測で使用する曲は童謡「猫踏んじやった」の冒頭4小節、全19タップとする。曲を指定する理由としては、ユーザが登録した曲と同じ曲を他人がタップした場合を想定し、誤認証が発生するかを確認するためである。

特徴量の計測を行う被験者は5名である。被験者は以下の条件に従い、モバイル端末のタッチスクリーン上で認証情報をタップ入力してもらった。

- 20回の試行を行う
- タップする指、指の順番、リズムの速さは被験者の任意とする。ただし、それらは全ての試行で一貫し、試行途中での変更は認めない。

3.2. 計測する特徴量とテンポ感

計測する特徴量は下記のとおりとする。

- 指Fn: n回目にタップした指
- 指間Dn: n回目にタップした点とn+1回目にタップした点との距離
- 時間PRn: n回目にタップしてから指を離すまでの時間
- 時間RPn: n回目のタップで指を離し、n+1回目のタップを行うまでの時間
- 時間PPn: n回目のタップからn+1回目のタップまでの時間
- 時間RRn: n回目のタップで指を離してから、n+1回目のタップで指を離すまでの時間

Evaluation of Rhythm Authentication with “Tempo feeling” Information

[†]Takahiro Hori, Kentaroh Toyoda, Mirang Park, Kanagawa Institute of Technology

[‡]Yoshihiro Kita, Tokyo University of Technology

^{†2}Naonobu Okazaki, University of Miyazaki

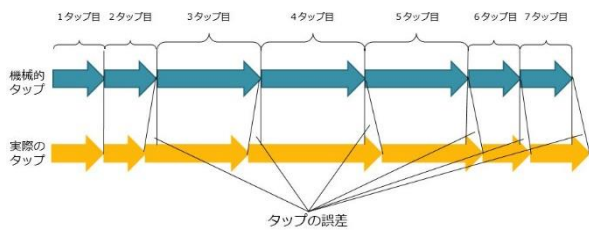


図1. タップの誤差の例

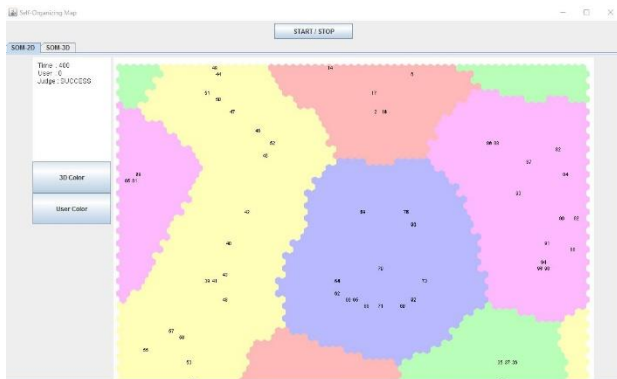


図2 作成された自己組織化マップ

- 指圧 P_n : n 回目のタップの指圧
- 誤差 $DifPP_n$: 楽曲のテンポに対するユーザの時間 PP_n のずれ(テンポ感)
- 誤差 $DifRR_n$: 楽曲のテンポに対するユーザの時間 RR_n のずれ(テンポ感)

「テンポ感」とは、ユーザの音楽経験などにより発生する、テンポを感じることをできる能力の1つである。「テンポ感」を算出するには、1タップ目で得られる時間情報から、楽曲を機械的にタップした場合の時間情報を算出し、そこから、実際にユーザがタップした時間情報を引くことにより、タップの誤差を算出する(図1)。

3.3. 認証率の測定

特徴量の計測で得た合計100個のタップ情報のうち1つを認証時データとし、残りの99個を自己組織化マップの作成に利用すると図2のようなマップが生成される。マップ上が5色で分類されているのは、被験者が5人で5人分のデータでマップを作成しているためである。このようにして、全部で100回の認証を行い、今回の測定では、認証が成功した回数の百分率を認証率とする。「テンポ感」を特徴量に取り入れることによる認証率の変化を確認するために、「テンポ感」を特徴量に取り入れていない方式と「テンポ感」を特徴量に取り入れた方式の認証率を測定する。

表2に測定結果の認証率を示す。

表2 認証率

	認証率
「テンポ感」を取り入れていない方式	99.0%
「テンポ感」を取り入れた方式	100%

テンポ感を特徴量に取り入れたことにより、認証率が従来方式より向上させることが分かった。

4. 考察

「テンポ感」は、他人との差が大きい特徴量でFRRの低減に長けており、認証率を向上させるのに期待できると考えられていた半面、個人での入力が安定していなくFARを上げてしまい認証率を下げてしまうことが考えられた。しかし、今回行った実装で、認証率を上げることに成功しており、認証率を上げるのに有用な特徴量と考えられる。さらに、「テンポ感」は音楽経験の有無や個人的な思考や好みによって発生するものと考えられるので、どのユーザにも「テンポ感」という特徴量を持っていると考えられ、リズム認証に適している特徴量だと考えられる。

5. おわりに

本研究では、前回提案したリズム認証の実装を行い、認証率を確認し、「テンポ感」は認証率を向上させることが期待できる特徴量という結果になった。今後の課題としては、ユーザビリティを考慮した、実用的なリズム認証方式を提案し、その中で、どの特徴量が認証精度の向上に有用なのかを検討する必要がある。例えば、ユーザが楽曲ではなく、ユーザが独自で考えたリズムを認証情報とした場合、「テンポ感」をどのようにして算出するかを再び検討する必要がある。

参考文献

[1] 喜多義弘, 神里麗葉, 朴美娘, 岡崎直宜, “自己組織化マップを利用したリズム認証方式とその認証精度の考察”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOM2014), pp. 1011-1018, 2014, pp. 1005-1010, 2014

[2] 堀孝浩, 朴美娘, 豊田健太郎, 喜多義弘, 岡崎直宜, “「テンポ感」を特徴量としたリズム認証の認証精度に関する考察”, コンピュータセキュリティシンポジウム 2015 (CSS2015), pp. 779-786, 2015

[3] T. Kohinen, “Self-Organizing Map”, Springer, 2011