

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に関する考察

喜多 義弘¹ 神里 麗葉² 朴 美娘¹ 岡崎 直宣²

概要：

多くのモバイル端末の画面ロック機能には、暗証番号やパターンなどの認証方式が利用されている。しかしながら、人通りの多い場所や公共施設などで画面ロックを解除する際には、第三者や監視カメラなどに覗き見され、認証情報が漏れてしまうことが考えられる。特に、画面を見ながら行う認証方式は、録画機器を用いた覗き見に対して十分な耐性を有していない。録画機器による覗き見対策の先行研究として、自己組織化マップを用いたリズム認証方式が行われているが、認証情報にタップのイベント時間のみを用いているため、指の識別や指間の距離の違いには対応しておらず、認証精度が十分ではない。そこで本研究では、タップのイベント時間だけでなく、タップした指の識別および指間の距離を認証情報として自己組織化マップに入力し、認証精度の向上を図る。また、本人拒否率および他人受入率の低減を考慮し、全ての特徴のうち、利用者本人の再現率が高い特徴、および、他人との差が大きい特徴をそれぞれ用いた場合の認証精度についても検証する。

A Study of Rhythm Authentication and its Accuracy using the Self-Organizing Maps

YOSHIHIRO KITA¹ KAZUHA KAMIZATO² MIRANG PARK¹ NAONOBU OKAZAKI²

1. はじめに

近年、BYODによるビジネスモデルのツールや個人のライフアイテムとして、スマートフォンをはじめとするモバイル端末が普及してきており、端末内の社内情報や個人情報への守秘への意識が高まりつつある[1]。多くのモバイル端末には、他人から端末を操作されないように画面ロック機能が搭載されており、そのロック解除に暗証番号やパターンなどの認証方式が利用されている。しかしながら、人通りの多い場所や公共施設などで画面ロックを解除する際には、第三者や監視カメラなどにより肩越しから認証動作を覗き見られ、認証情報が漏れてしまうこと（以下、覗き見攻撃）が考えられる。

覗き見攻撃への対策として、従来から様々な研究が行わ

れている[2]～[4]。しかし、これらの研究は認証動作をカメラによって覗き見され、認証動作を解析される攻撃（以下、録画攻撃）に対して、十分な耐性を有していない。そのため、利用者が画面を見ながら認証動作を行う以上、その認証画面を録画されていないことが保障されない限り、十分な安全性を確保できない。

録画攻撃対策の先行研究として、自己組織化マップを用いたリズム認証方式[5]～[7]が行われている。この認証方式は、タッチスクリーンをタップし、そのタップのイベント時間を自己組織化マップに入力し、学習・分析によりその類似度に応じて個人認証を行う。そのため、利用者は画面上のタップのみで認証を行うことができるため、鞆やポケットの中などに端末を入れたまま画面を見ずに認証情報を入力でき、認証画面を録画されることはなくなる。しかし、この方式は、タップのイベント時間のみを認証情報にしているため、タップした指の識別や指間の距離の違いには対応しておらず、認証精度も十分ではない。

そこで本研究では、タップのイベント時間だけでなく、

¹ 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology, Atsugi, Kanagawa 243-0292, Japan

² 宮崎大学
University of Miyazaki, Miyazaki, Miyazaki 889-2192, Japan

タップした指の識別および指間の距離も自己組織化マップに入力し、認証精度の向上を図る。タップした指の識別には、タップ点の座標と閾値を用いて最短距離の点同士をクラスタリングし、その集合体によって識別する。また、本人拒否率 (False Reject Rate, 以下, FRR) および他人受入率 (False Accept Rate, 以下, FAR) の低減を考慮し、全ての特徴のうち利用者本人の再現率が高い特徴、および、他人との特徴差が大きい特徴をそれぞれ用いた場合の認証精度についても検証する。

2. 関連研究

2.1 リズム認証

リズム認証とは、連続した入力的时间差を認証情報として用いる認証方法であり、利用者個人の行動的特徴を活かしたバイオメトリクス認証の一つである。リズム認証は、従来からキーボードなどの入力装置を対象とした研究 [5]～[10] が行われており、現在は、モバイル端末向けにタップ入力を利用した研究が行われている [6], [7]。リズム認証を用いることにより、利用者は認証画面を見ずに、タッチスクリーンへのタップ入力によって認証を行うことができる。そのため、他人や監視カメラに認証画面を露呈することがなくなり、認証情報の漏洩を防ぐことが期待できる。しかし、現在のリズム認証の認証情報は入力的时间差のみであるため、FRR や FAR が増えやすく、認証精度が十分ではない。

そこで認証精度を高めるため、入力的时间差だけでなく、個人の行動的特徴を認証情報として追加することが考えられる。

2.2 自己組織化マップ

自己組織化マップ (Self-Organizing Maps, 以下, SOM) とは、競合学習型ニューラルネットワークの一種であり、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 [11]。

SOM は入力層と競合層の 2 つの層から成る。入力層には入力ベクトルが割り当てられたノードを、競合層には入力ベクトルと同次元の参照ベクトルを割り当てられた、2 次元空間上で規則的に配置したノードをそれぞれ持つ。まず、入力ベクトル $\vec{i}$ が入力層に与えられたとき、競合層において $\vec{i}$ との内積が最も大きい参照ベクトルを持つノードを探索する。この探索により特定したノードを、勝利ノードと呼ぶ。勝利ノード v が決定したとき、勝利ノードとその周辺のノードに対して、以下の式 (1)～(3) を適用し、勝利ノードを含むノード n の参照ベクトル $\vec{r}_n$ を $\vec{i}$ へ近づけるための学習を行う。式において、2 次元空間上での勝利ノードの座標を $L_v = (x_v, y_v)$ 、近傍半径 θ 内のノード n の座標を $L_n = (x_n, y_n)$ とする。また、 T は予め設定した学習の総回数、 t は学習回数、 σ は近傍の広がりを表す

正規分布の標準偏差に対応した正の定数とする。

$$\begin{aligned}\vec{r}_n(t+1) &= \vec{r}_n(t) + H_n(t) \cdot |\vec{i}(t) - \vec{r}_n(t)| \\ H_n(t) &= \alpha(t) \cdot \exp\left(-\frac{|\vec{L}_n - \vec{L}_v|^2}{2\sigma^2}\right) \\ \alpha(t) &= 1 - \frac{t}{T}\end{aligned}$$

これらの式を用いて学習を行うことにより、特徴が似たデータは近い場所に、異なる特徴のデータは遠い場所にマッピングされるため、複数の多次元データを視覚的に解りやすく分類することができる。

SOM の特性を活かしたリズム認証の先行研究 [5], [6] が行われており、認証の判定における SOM の有用性が報告されている。本研究においても認証の判定に SOM を利用し、認証情報の追加または選択により認証精度の向上を目指す。

2.3 シングルタップによるリズム認証方式

野口らによって、シングルタップ操作によるリズム認証方式 [6] が提案されている。この方式は、使用する指に関わらず、タップしたリズムを認証情報にする認証方式である。この方式は SOM を利用しており、タップのイベント発生時間および終了時間を入力データにしている。リズムのみであるため、画面が小さいモバイル端末でも適用しやすい利点がある。しかし、指の識別は行わないため、認証の際に画面をタップする音を他人が聞くことで、認証情報であるリズムが漏れ、他人が同様のリズムでタップすることで画面ロックを解除されてしまうことが考えられる。

また、リズムのみであるため、特徴量の差の大小がユーザ本人他人に関わらず安定しないため、FRR および FAR が高くなることが考えられる。

2.4 マルチタッチ操作を利用したリズム認証方式

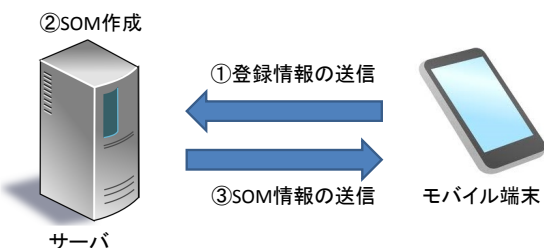
我々は以前に、マルチタップ操作を利用したリズム認証方式 [7] を提案した。この方式は、タップのイベント時間による特徴量を増やし、さらに指の識別や指間の距離など計 6 項目の入力データから SOM を作成し、その SOM を認証に利用した方式である。指の識別や指間の距離も特徴として加えることにより、ユーザ本人と他人との区別がつきやすくなった。しかし、特徴量が増えたことにより、SOM による認証の判断が難しくなり、FRR および FAR の低減が見られず、野口らの方式 (以下、従来方式) との認証精度の差は変わらなかった。

これにより、FRR および FAR に影響を与えやすい特徴量を選定することが重要であると考えられる。

3. 提案方式

本論文では、SOM を利用したリズム認証方式の認証精度の向上を目的として、タップのイベント時間だけでな

認証情報登録時



認証時

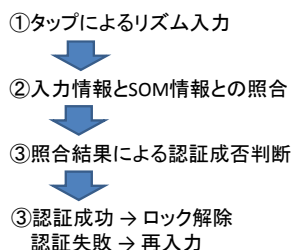


図 1 認証情報登録および認証の手順

Fig. 1 Flow of authentication and registration

く、タップした指の識別および指間の距離も認証情報に追加した認証方法を提案する。また、FRR および FAR の低減を考慮し、全て特徴のうち利用者本人の再現率が高い特徴、および、他人との特徴量の差が大きい特徴をそれぞれ挙げ、それらの特徴量から成る複数の SOM を用いることで更なる認証精度の向上を目指す。以下では、リズム認証の手順、認証情報として扱う個人特徴量の定義、クラスタリングによる指の識別、および、FRR および FAR 低減のための複数の SOM を用いた認証方法について述べる。

3.1 リズム認証の手順

図 1 に、本提案方式における認証情報登録および認証の手順について示す。モバイル端末は個人で所有している場合が多く、複数のユーザで 1 つの端末を共有することは少ない。そのため、ユーザは端末 1 台につき 1 名であることを想定する。

認証情報の登録では、ユーザが端末上でタップした認証情報はサーバへ送信され、サーバで SOM を作成する。SOM を作成した後、SOM 情報を端末へ送信し、登録は完了する。

サーバで SOM を作成する理由として 2 つ挙げられる。まず、SOM 作成の膨大な処理への対応である。SOM は、1 つのノードにつき n 次元を扱い、1 つのマッピングは数千～数万のノードによって構成されている。それらのノードにつき、探索および学習を数万回行うため、その処理は膨大である。その処理をモバイル端末上で行うには負荷が大きく、端末の動作が不安定になることが考えられるため、処理能力が高いサーバで SOM を作成する。次に、端末間での認証情報の共有によるユーザの負荷軽減がある。複数

台の端末を有するユーザが各端末上で本人認証を行う際、ユーザ本人の既存 SOM を端末へ送信して認証情報を共有することにより、各端末で認証情報の新規登録や変更を行う必要がなく、普段通りに認証を行うことができる。これによりユーザは、新たに認証情報を覚えたり、複数の認証情報を管理したりする必要がない。

認証時では、まず、ユーザは端末上をタップしてリズムを入力する。次に端末内では、入力情報と SOM とを照合し、入力情報の勝利ノードと近傍領域の中心とのユークリッド距離を求める。そして、その距離が予め定義した閾値内であるか否かによって認証の成否を判断する。認証が成功した場合は画面ロックを解除し、失敗した場合はユーザに対し再度入力を求める。

3.2 個人特徴量の定義

複数回のタップによる一連のリズムを認証情報として登録する。その際、個人を識別するための特徴を定義する必要がある。以下に、6 項目の個人特徴量の定義を示す。また図 2 に、タップのイベント時間の定義を併せて示す。

- n 回目にタップした指 (以下、指 F_n)
- 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 (以下、距離 D_n)
- n 回目にタップしてから指を離すまでの時間 (以下、時間 PR_n , 図 2 参照)
- n 回目のタップで画面から指を離し、 $n+1$ 回目のタップを行うまでの時間 (以下、時間 RP_n , 図 2 参照)
- n 回目のタップから $n+1$ 回目のタップまでの時間 (以下、時間 PP_n , 図 2 参照)
- 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 (以下、時間 RR_n , 図 2 参照)

従来のリズム認証方式では、時間 PR および時間 RP のみを認証情報にしていたため、タップの指が異なってもリズムが合っていれば、他人を利用者本人として誤認証することがあり得る。上記の特徴量を認証情報として追加することにより、より正確に認証の判定を行うことができると考えられる。

3.3 タップした座標のクラスタリングによる指の識別

タップした指を識別するために、タップした座標のクラスタリングによって指の識別を行う。図 3 に、タップ座標のクラスタリングによる指の識別について示し、以下では座標のクラスタリングを行う手順を示す。

- (1) 閾値を予め定義する。閾値は、手の指を閉じた際に隣合う指間の最短距離以下にする。この値は端末ごとに異なるため、使用する端末での実測値を閾値とする。
- (2) タップした点全ての座標 (x, y) を取得する。
- (3) 全ての点に対し、二点間の距離が小さい点同士から順にクラスタリングを行う。

表 1 各被験者における特徴量の相対的標準偏差

Table 1 Relative standard deviation of characteristic values on each subject

	指 F	距離 D	時間 PR	時間 RP	時間 PP	時間 RR
被験者 1	0.00	7.02	13.58	4.81	7.52	15.14
被験者 2	59.39	32.38	13.63	10.16	11.90	16.02
被験者 3	3.70	13.43	14.19	8.97	10.16	14.88
被験者 4	10.00	14.65	10.99	9.23	11.00	16.12
被験者 5	0.00	6.74	10.97	10.34	12.66	18.39
被験者 6	49.87	21.12	12.15	4.71	6.02	8.35
被験者 7	30.05	6.56	11.54	27.37	34.62	42.41
被験者 8	0.00	8.04	13.74	36.30	13.12	14.06
被験者 9	0.00	10.28	11.79	10.90	8.13	7.82
被験者 10	0.00	5.32	15.58	14.35	7.55	9.89
被験者 11	0.00	9.60	11.99	9.38	7.38	7.00
被験者 12	0.00	10.14	13.08	13.00	9.37	9.58
被験者 13	0.00	9.89	14.39	21.63	11.36	12.76
被験者 14	0.00	4.45	10.58	16.49	8.36	9.34
平均	10.93	11.40	12.73	14.12	11.37	14.41

表 2 全被験者における特徴量の相対的標準偏差

Table 2 Relative standard deviation of characteristic values on all subject

	指 F	距離 D	時間 PR	時間 RP	時間 PP	時間 RR
相対的標準偏差	118.54	28.53	13.53	14.99	18.23	24.38

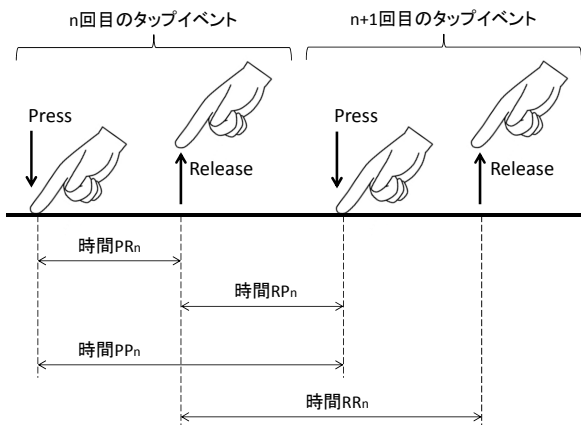


図 2 タップのイベント時間の定義

Fig. 2 Definitions of tap event time

(4) 二点間の距離が閾値を超えるまで手順 (3) を繰り返す。

この手順により、同一の指でタップされた可能性が高い点同士を 1 つのクラスタにまとめることができ、タップした指を識別することができる。指の識別により、複数の指で同時にタップイベントが発生しても、どの指によってタップされたかを判定できるため、マルチタッチ操作へ対応することができる。

3.4 FRR および FAR 低減のための複数の SOM を用いた認証方式

個人の特徴には、本人再現率が高い特徴と他人との差が大きい特徴がある。それぞれの特徴量を認証情報として利

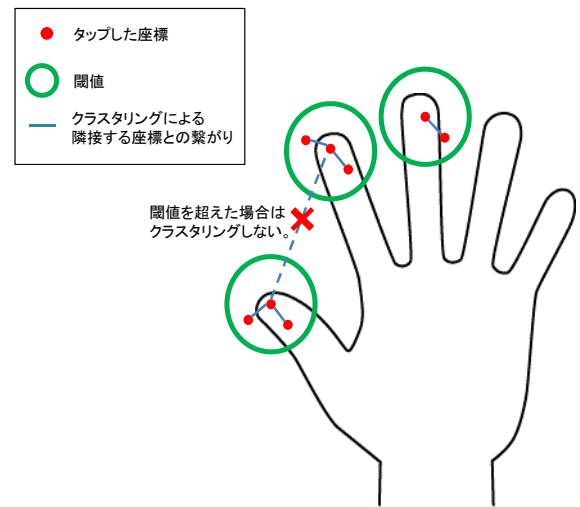


図 3 タップした座標のクラスタリングによる指の識別

Fig. 3 Discrimination of fingers by clustering coordinates of the tapped points

用することにより、本人再現率が高い特徴量は FRR を低減することが期待でき、他人との差が大きい特徴は FAR を低減することが期待できる。そこで特徴量をこれらに分類するために、特徴量の計測を予め行った。被験者は、神奈川工科大学の学生 7 名と宮崎大学の学生 7 名の計 14 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童謡「猫踏んじゃった」の冒頭 4 小節をタップした。

表 3 各 SOM で用いる特徴量

Table 3 Characteristic values which are included in each SOM

	指 F	距離 D	時間 PR	時間 RP	時間 PP	時間 RR
イベント時間のみの SOM	×	×	○	○	×	×
全ての特徴量を含む SOM	○	○	○	○	○	○
FRR 低減 SOM	○	○	×	×	○	×
FAR 低減 SOM	○	○	×	×	×	○

- 全体で 5 回の試行を行う。
- タップに使用する指、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。
- 各試行の合間に 30 秒～1 分間のブランクを設ける。
- 計測する項目は、3.2 節で定義した 6 項目とし、各項目の相対的標準偏差を算出する。

相対的標準偏差は、データのばらつきを示すための標準偏差 $\sqrt{\sigma^2}$ を平均値 μ で割った百分率の値であり、尺度や種類が異なる各データのばらつきを相対的に比較することができる。各項目のデータを x とし、相対的標準偏差 RSD の定義式を、以下に示す。

$$RSD = \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\mu} \times 100$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 (x_n - \mu)^2$$

$$\mu = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 x_n$$

表 1 に、各被験者における特徴量の相対的標準偏差を示す。各値は、試行 5 回分の相対的標準偏差であり、表の下部には一人あたりの平均値を示す。平均値が小さいほど、入力が安定していることを示しており、本人再現率が高いと考えられる。本人再現率が高いことは、FRR を低減できることに結びつく。表中の平均値により、指 F 、距離 D 、時間 PP の 3 項目の平均値が小さいことから、これら 3 項目の特徴量を FRR 低減の特徴量とする。

表 2 に、全被験者における特徴量の相対的標準偏差を示す。各値は、項目別の被験者 14 人分の相対的標準偏差である。値が大きいほど、他人との差が大きい特徴となり、FAR を低減できる特徴であると考えられる。表中の値により、指 F 、距離 D 、時間 RR の 3 項目の値が大きいことから、これら 3 項目の特徴量を FAR 低減の特徴量とする。

表 3 に、本提案方式で扱う各 SOM で対象とする特徴量を示す。

本研究では、認証判定の精度を高めるために、トーラス型 SOM[12] を用いる。トーラス型 SOM は、マップ端の上下左右を結合したマップであり、近傍領域のばらつきがなく、ノード間のユークリッド距離を正確に導き出すことができる。表 4 に、各 SOM の作成における共通定数について示す。学習係数 σ^2 は、2.2 節の式 (2) における σ^2 を指

表 4 全 SOM の共通定数

Table 4 Common values in all SOM

	定数
ノード数 (マップサイズ：横×縦)	8,000 (100 × 80)
学習係数 σ^2	160.0
初期近傍半径 θ_0 (ノード数)	50
学習総回数 T	30,000

す。また、近傍半径 θ は学習回数 t によって、以下の式に従い減少する。

$$\text{近傍半径 } \theta = \text{初期近傍半径 } \theta_0 \times \left(1 - \frac{\text{学習回数 } t}{\text{学習総回数 } T}\right)$$

これらの共通定数に従って、全ての特徴量を含む SOM、FRR 低減 SOM、および FAR 低減 SOM をそれぞれ作成する。

図 4 に、サーバ内で学習を 30,000 回行った SOM を示す。近傍領域は赤で、近傍領域の中心（勝利ノード）は白点で示す。FRR 低減 SOM および FAR 低減 SOM も同様に作成し、端末へ 3 つの SOM を送信し、認証情報の登録を完了する。

画面ロック認証の際は、端末内で入力情報と SOM との照合を行う。図 5 に、SOM を用いた認証の成否判定例について示す。白点は入力情報の勝利ノードを、黄点は近傍領域の中心ノードを、白点線は認証の閾値を示す。勝利ノードと中心ノードとのユークリッド距離によって認証の成否を判断する。図内の閾値は中心ノードから 10 ノードの距離である。

閾値内に勝利ノードがある場合（図 5 上段参照）は認証成功となり、閾値内に勝利ノードがない場合（図 5 下段参照）は認証失敗となる。この認証判定を 3 つの SOM それぞれで行い、全て SOM で認証成功になった場合に画面ロックを解除する。1 つの SOM でも認証失敗になった場合はユーザに対し再度入力を求める。

4. 評価および考察

4.1 認証精度の評価実験

本提案方式の有用性を確認するために、利用する特徴量の項目が異なる SOM ごとに FRR および FAR を計測し、認証精度を求める。従来方式や提案方式を考慮し、表 3 の特徴量を持つ SOM をそれぞれ用いる。

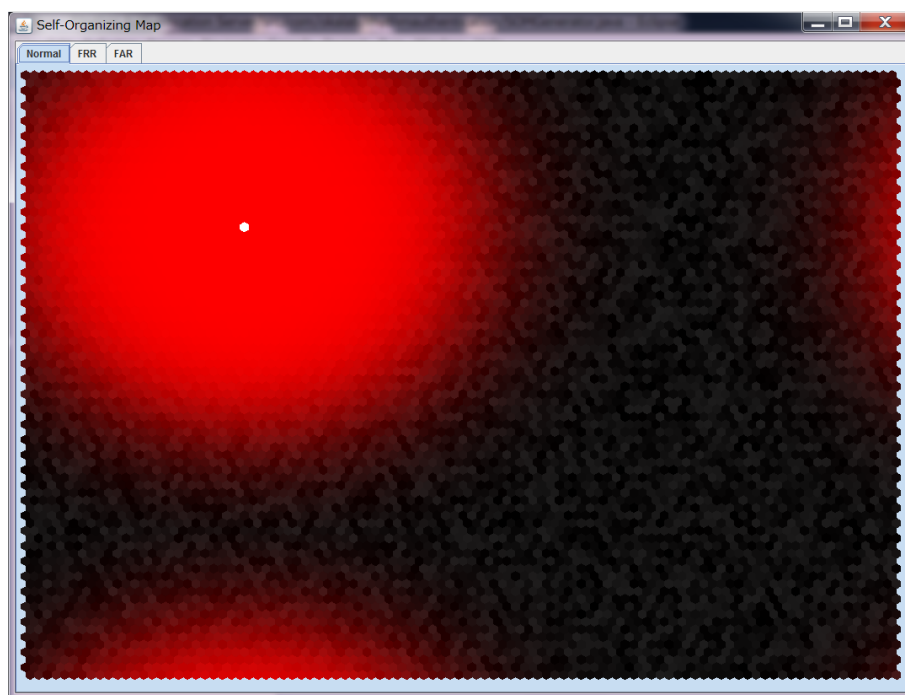


図 4 学習 30,000 回後の SOM
Fig. 4 SOM after 30,000 iterations

- 従来方式 [6]
イベント時間のみの SOM
- 全ての特微量 [7]
全ての特微量を含む SOM
- 提案方式
FRR 低減 SOM および FAR 低減 SOM

SOM の初期マップはいずれの SOM も同じマップを用い、ユーザの認証情報も同じ情報を用いて学習を行う。学習後、認証情報と同じリズムで、ユーザ本人による入力を 50 回、本人以外による入力を 50 回行い、各 SOM における勝利ノードと近傍領域の中心ノードとの距離を各入力ごとに計測する。そして、認証の閾値を 5~20 の範囲で 0.5 ずつ変えながら、FRR および FAR を以下の式より計測する。

$$FRR(\%) = \frac{\text{ユーザ本人の認証失敗数}}{\text{試行回数}} \times 100$$

$$FAR(\%) = \frac{\text{ユーザ以外の認証成功数}}{\text{試行回数}} \times 100$$

図 6 に、各 SOM を利用した認証方式の FRR および FAR を示す。各グラフとも、閾値が大きくなるにつれ、FRR は減少し、FAR は増加している。FRR と FAR の交点を等価エラー率 (Equal Error Rate, 以下、EER) とし、1 から EER を差し引いた値を認証精度とする。また表 5 に、各認証方式の認証精度の比較を示す。これらの認証精度は、認証精度の評価実験を 10 セット行い、それらから得た EER の平均から算出した。

表 5 各認証方式の認証精度の比較

Table 5 Comparison of authentication accuracy by each method

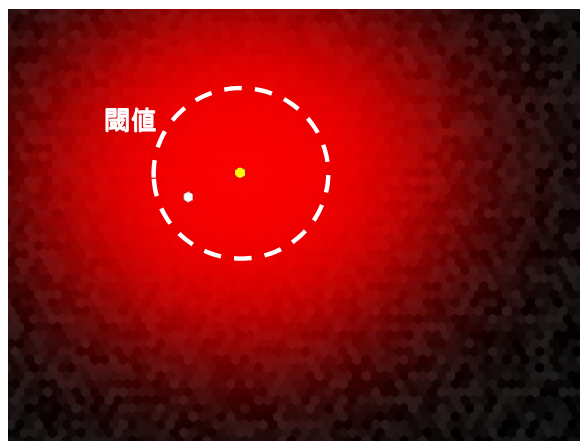
	認証精度
従来方式	73.8%
全特微量	92.8%
提案方式	99.3%

4.2 認証精度の考察

図 6 より、従来方式では閾値 13.3 のときに EER が 28% 程度であることが確認できる。また、FAR は閾値が最小のときでも 0 ではないことから、他人によるリズムの再現性が高いことも確認できる。指の識別や指間の距離が考慮されていないため、タップするリズムを他人に聞かれた場合、同じリズムでタップすると簡単にユーザ本人になります。ことができると考えられる。

全ての特微量、および、提案方式では EER が閾値 15 前後のときに 10% 未満であることから、従来方式よりも認証精度が向上したと考えられる。特に提案方式は、表 5 より、全ての方式の中で認証精度が最も高く、その値も 99% 以上であるため、認証方式としての有用性があると考えられる。認証精度が高くなった理由として、FRR および FAR それぞれの低減に特化した 2 種類の SOM も併せて用いることにより、FRR および FAR が全体的に下がり、その結果が認証精度の底上げに繋がったことが考えられる。また、これら 2 種類の SOM で使われていない特微量を全ての特微量を持つ SOM によって補っていることも、認証精度の向上に繋がると考えられる。

認証成功時



認証失敗時

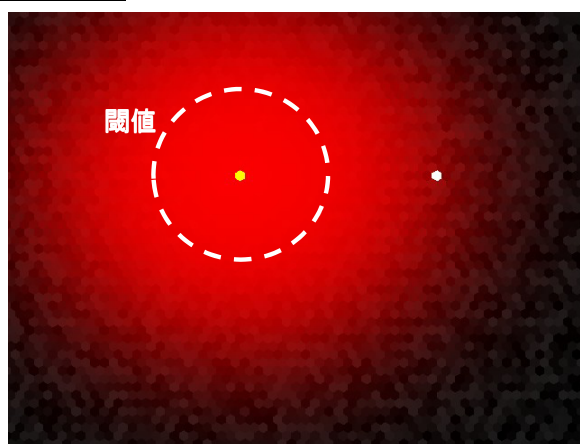


図 5 SOM を用いた認証成否判定
(上段：認証成功時，下段：認証失敗時)
Fig. 5 Authentication using SOM
(Upper: success, Lower: failure)

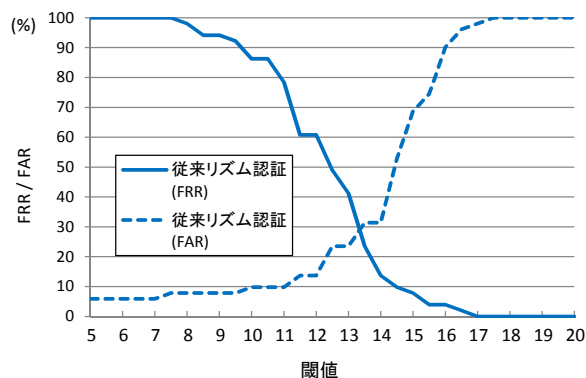
提案方式により，他人が同じリズムでタップしても，
ザ本人になりすましにくく，鞆の中などで画面を見ずに認
証を行うことができるため，覗き見による認証情報の漏洩
を防ぐことができる。

4.3 マルチタッチ操作への応用と今後の課題

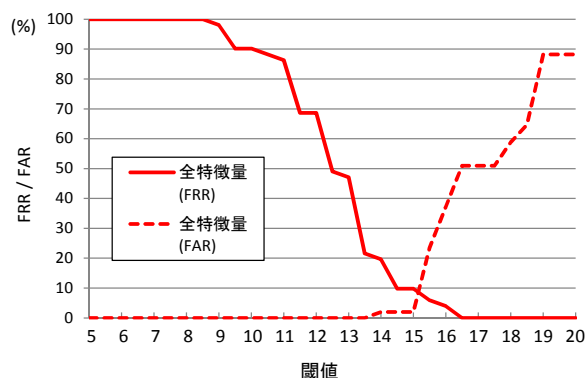
指の識別や指間の距離も認証情報として扱うことによ
り，マルチタッチ操作への応用を見込んでいる．この応用
により，タップ入力のパターンを増やすことができるため，
例えば，端末のスクリーンをタップする音によって他人に
リズムを聞かれたとしても，認証情報が全て漏れることが
なく，認証方式としての安全性を保つことができる．しか
し，マルチタッチ操作によって操作が複雑化し，ユーザの
誤操作や誤認証が発生することもある。

本提案方式では，認証判定に複数の SOM を利用してい
るため，SOM の作成時間が従来よりも SOM の枚数分長く
なり，ユーザへの負担が大きくなることが課題として挙げ
られる．そのため，例えば FRR 低減 SOM および FAR 低

従来のリズム認証方式



全ての特微量



提案方式

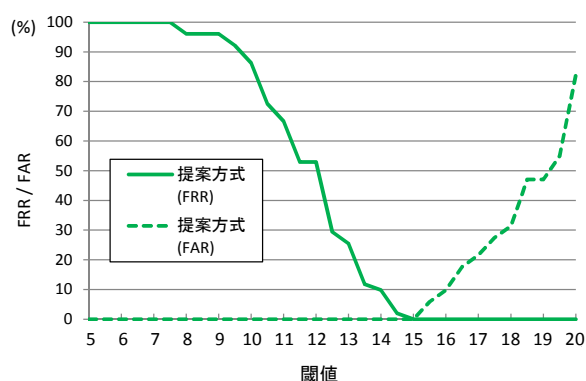


図 6 各 SOM を利用した認証方式の FRR および FAR
Fig. 6 FRR and FAR of authentication methods which using
each SOM

減 SOM の 2 種類のみを用いたリズム認証方式など，SOM
の作成方法や認証方法について改良する必要がある。

5. おわりに

本研究では，タップのイベント時間だけでなく，タップ
した指の識別および指間の距離も自己組織化マップに inputs
し，認証精度の向上を図った．タップ点の座標と閾値を用
いて最短距離の点同士をクラスタリングすることによ
って指の識別を行い，FRR および FAR の低減を考慮した
SOM を複数用いることによって，高い認証精度を実現し
た．ユーザは画面を目視することなく認証を行うことが
できるため，本提案方式は録画による覗き見に対して有効
であると考えられる。

参考文献

- [1] “スマートフォン&タブレットの業務利用に関するセキュリティガイドライン,” 日本スマートフォンセキュリティフォーラム (JSSEC), 2012.
- [2] 石塚正也, 高田哲司, “振動機能を応用した携帯端末での個人認証における覗き見攻撃対策手法の提案,” Computer Security Symposium 2013, pp.708-715, 2013.
- [3] 高田哲司, “fakePointer: 映像記録による覗き見攻撃にも安全な認証方式,” 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.9, pp.3051-3061, 2008.
- [4] 喜多義弘, 菅井文郎, 朴美娘, 岡崎直宣, 西村広光, 鳥井秀幸, 岡本剛, “STDS 認証方式における録画解析による攻撃への耐性に関する一検討,” 第 12 回情報科学技術フォーラム, RL-002, pp.1-8, 2013.
- [5] 市村亮太, 納富一宏, 斉藤恵一, “覗き見攻撃耐性を考慮したスマートフォンにおけるリズム認証手法,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICO2013), pp.230-233, 2013.
- [6] 野口敦弘, 納富一宏, 斉藤恵一, “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～,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICO2012), pp.192-196, 2012.
- [7] 喜多義弘, 神里麗葉, 朴美娘, 岡崎直宣, “マルチタッチ操作を利用したリズム認証方式の検討,” モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL) 研究報告, 2014-MBL-70(19), pp.1-7, 2014.
- [8] T., Chang, C., Peng, C., Tsai, Y., Chen, and P., Cheng, “Personalized Rhythm Click Based Authentication System Improvement using a Statistical Classifier,” Proceedings of 2nd International Conference on Information Communication and Management (ICICM 2012), pp.39-43, 2012.
- [9] T., Chang, C., Tsai, Y., Yang, and P., Cheng, “User Authentication using Rhythm Click Characteristics for Non-Keyboard Devices,” Proceedings of International Conference on Asia Agriculture and Animal, pp.167-171, 2011.
- [10] Jacob, O.W., “TapSongs: Tapping Rhythm-Based Passwords on a Single Binary Sensor,” Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.93-96, 2009.
- [11] T. Kohonen., “Self-Organizing Map,” Springer, 2001.
- [12] 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,” Springer, 2007.