

(410) 情報その他

簡易シンボル指書き認証における前置き分類器の導入 Introduction of Pre-Classifier into Person Verification Using Finger Writing of Simple Symbol

柵木 洋平[†]

高橋 篤史[†]

中西 功^{††}

Yohei Masegi[†]

Atsushi Takahashi[†]

Isao Nakanishi^{††}

[†]鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科

^{††}鳥取大学 工学系部門

1 はじめに

近年、スマートフォンの利用増加に伴い、より安全な本人認証が必要になってきている。現在スマートフォンに搭載している本人認証には、指紋認証や顔認証などがある。これらの認証方法は、利便性が良く認証率も高い。しかし、指紋や顔といった特徴は体外に露出した特徴であるため秘匿性が低く、パスワードのように変更できないため盗難にあった場合取り返しがつかない。

そこで我々は、筆記認証に注目した。筆記認証は筆記時の書き癖から認証を行う方法である。筆記中の動作を読み取ることは難しく、他者による盗難や詐称などは考えにくい。そのため、指紋認証や顔認証よりセキュリティ性が高いといえる。しかし、現在の筆記認証では、署名認証が多く扱われているが、筆記に時間がかかるため、利便性が低いことが問題である。

そこで、先行研究では利便性の面でもっとも優れた筆記認証を実現するため、スマートフォンの画面上に簡単なシンボルを指で筆記して認証を行うシステムを提案した[1]。また、指圧と指接触面積などの筆記に関わる情報で個人性があることを確認した[2]。

簡単なシンボルを筆記することで筆記認証を行うには、筆記形状に依存しない個人特徴の抽出が欠かせない。そこで、本研究では、指圧と指接触面積に注目する。

2 簡易シンボル指書き認証

従来の筆記認証では、署名認証が多く使われているが、スマートフォンのように小さい画面上に署名を書くことは難しく、ペンでの筆記はスマートフォンとともに専用のペンを持つ必要があり、煩わしさを感じてしまう。そこで、先行研究では、簡易シンボル指書き認証を提案した。

本法では、スマートフォンの画面上にペンを使わず直接指で筆記し、さらに覚える必要のない誰もが知るシンボル(○, △, □等)を採用することで利便性の改善を図った。

ここで、筆記特徴には、大きく分けて二つある。座標などの筆跡から読み取ることのできるオフライン特徴と、筆圧、筆記時間などの筆記動作の中で抽出されるオンライン特徴である。

先行研究では、被験者 19 人に対して○, △, □, の 3 シンボル毎に 20 セットの測定が行われた。そして、以下に示す、オフライン特徴が 12 個、オンライン特徴が 29 個の合計 41 個の特徴量を抽出し、ユークリッド距離を用いて識別性能の評価を行った。最も良い結果として、シンボル□の終点座標の特徴で EER (等誤り率) が 18.4%の結果が得られた[2]。

・ オフライン特徴

－X 座標, Y 座標の平均値

－X 座標, Y 座標の最大値

－X 座標, Y 座標の最小値

－X 座標, Y 座標の差分値

－始点・終点間距離

－描画領域面積

－始点, 終点座標

・ オンライン特徴

－指圧, 指接触面積の平均値

－指圧, 指接触面積の最大値とその座標

－指圧, 指接触面積の最小値とその座標

－速度, 加速度の平均値

－速度, 加速度の最大値とその座標

－速度, 加速度の最小値とその座標

－始点, 終点周辺速度

－始点, 終点周辺加速度

－始点, 終点指圧

－始点, 終点指接触面積

－筆記時間

3 筆記形状に依存しない新たな特徴

簡単なシンボルを筆記することで筆記認証を行うには、筆記形状に依存しない個人特徴の抽出が欠かせない。そこで、先行研究で抽出した特徴の中でも指圧と指接触面積の目に見えない特徴から形状に依存しない特徴として始点と終点に着目した。表 1 は、シンボルを書く際の始点と終点において、指圧と指接触面積が最小、または最大になる被験者の数を示したものである。表 1 から、始点では指圧、指接触面積のいずれにおいても弱く書く人がほとんどに対し、終点では強く書く人が多いが弱く書く人も数人ではあるが確認できる。

表 1 始点及び終点での特徴被験者数

			○[人]	△[人]	□[人]
始点	指圧	最小	18	19	19
		最大	1	0	0
	指接触面積	最小	19	19	19
		最大	0	0	0
終点	指圧	最小	8	3	6
		最大	11	16	13
	指接触面積	最小	8	0	4
		最大	11	19	15

そこで、指圧と指接触面積の始点と終点において、最大となるか最小となるかを用いて識別することができるのではと考えた。具体的には、最大値と最小値を抽出し、図 1 に示すように分割して 3 つの領域、max, mid, min を作成し、始点および終点における指圧、指接触面積の数値がどの領域に属するか分類を行い、以下に示す特徴の組み合わせから識別できるかを評価してみた。

・形状に依存しない特徴

- 始点指圧の大きさ (最大, 最小, 中間)
- 終点指圧の大きさ (最大, 最小, 中間)
- 始点指接触面積の大きさ (最大, 最小, 中間)
- 終点指接触面積の大きさ (最大, 最小, 中間)

識別の際の比較対象となるテンプレートデータは抽出した特徴量の平均を用いて領域を作成し、上記の分類を行った。照合データでは、それぞれ max, mid, min の領域を作成し、分類を行った。識別では、テンプレートデータと照合データの分類が完全に一致した場合のみ本人とした。

結果は表 2 に示すように、本人拒否率が一番低い指圧特徴でも 34.2% で、他人受入率も一番低い指圧と指接触面積を組み合わせた特徴で 14.6% とあまり良い結果ではなかった。

表 2 3 分類の識別結果

始点及び終点指圧	正解率[%]	本人拒否率[%]	他人受入率[%]
シンボル○	66.3	37.4	33.5
シンボル△	51.7	34.2	49.1
シンボル□	54.1	34.2	46.5
始点及び終点指接触面積	正解率[%]	本人拒否率[%]	他人受入率[%]
シンボル○	68.9	37.4	30.7
シンボル△	68.7	47.9	30.4
シンボル□	71.7	44.7	27.4
指圧・指接触面積の組み合わせ	正解率[%]	本人拒否率[%]	他人受入率[%]
シンボル○	83.1	58.9	14.6
シンボル△	76.8	57.9	21.3
シンボル□	76.6	56.8	21.6

三分割の場合、始点、終点の特徴を組み合わせても 3×3 の 9 通りにしか分類できず、指圧と指接触面積を組み合わせても 81 通りにしか分類できな

いため、分類の細分化を試みた。図 2 は、指圧の始点と終点における max, mid, min の組み合わせである。例えば、min/min は始点で min、終点で min となる場合の被験者の人数を表している。この図から分るように特徴の分布には偏りがあり、細分化を行ったことで他人受入率の改善は見られたが、それよりも本人拒否率が増加してしまい、結果、十分な識別性能の向上は見られなかった。

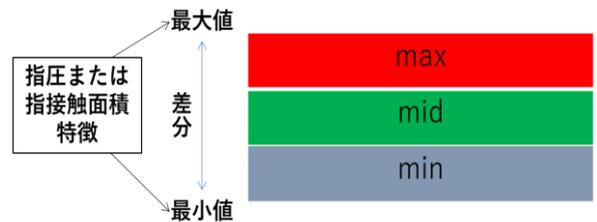


図 1 三分割の領域

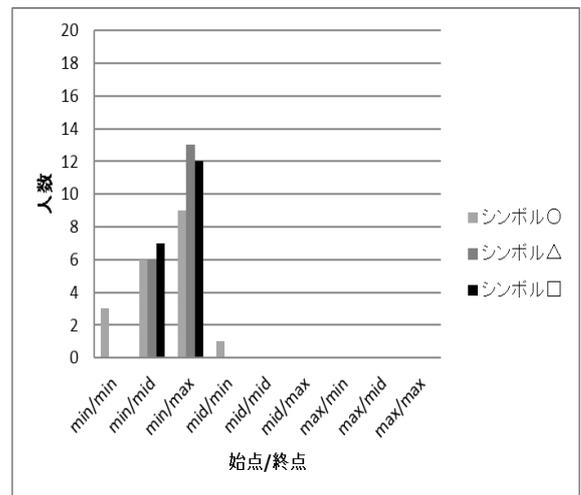


図 2 指圧における 3 分類の分布

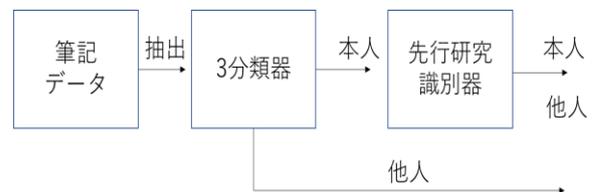


図 3 提案法の手順

4 前置き分類器としての利用

そこで、先行研究[2]で用いられた識別器と図 3 に示すように直列に組み合わせる。初めに、3 分類器を用いて分類を行い、本人と判定されたデータのみ先行研究の識別器で認証する方法を提案する。そのため、前置き分類器としては、本人データは極力、誤って他人と判定されないことが求められる。従って、本人拒否率を下げることに重きを置いた。よって、3 分類の中でも本人拒否率の

少なかった始点指圧，終点指圧，始点指接触面積の判定結果を図4に示すように論理和処理し，どれか一つでも本人と判定した場合，本人データとする．また，3分類における3つの領域を調整し，できるだけ本人拒否率が小さくなるように設定した．

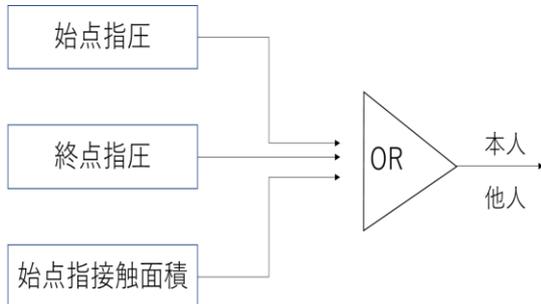


図4 3分類特徴結果の論理和処理

5 識別結果

表3は，先行研究の識別器のEER結果と提案法を用いた場合の各シンボルのEER結果である．全ての特徴においてEERの数値が良くなっている．特にシンボル○の始点座標を特徴した場合で1.9%のEERの改善が見られた．また，シンボル□の終点座標を特徴とした場合で，最も良いEERが17.9%となった．このことから，今回の前置き分類器の導入の有効性が確認できた．

6 まとめ

筆記形状によらない筆記特徴として，筆記の始点，終点での指圧，指接触面積の違いを用いることを提案した．

当初，それらの違いを最大，最小，中間の3段階で定義し，識別することを試みたが，特徴の分布に偏りあり，十分な識別性能は得られなかった．そこで，先行研究の識別器と組み合わせて，前置き分類器として利用することを提案した．

結果として，先行研究の結果と比較してEERは最大で1.9%の改善がみられ，最も良いEERは17.9%となった．このことから，前置き分類器としては，利用できることが確認できた．今後は，EERをより小さくするため，先行研究と他の組み合わせ方について検討する予定である．

参考文献

- [1] I. Nakanishi, and A. Takahashi, "A Study on Writer Verification Based on Finger-Writing of a Simple Symbol on a Tablet", Proc. of TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference, pp.28-31, Octo. 2018
- [2] A. Takahashi, and I. Nakanishi, "Authentication Based on Finger-Writing of a Simple Symbol on a Smartphone", Proc. of ISPACS2018, pp.411-414, Nove.2018

表3 各シンボルでの先行研究結果と提案法結果

特徴量	シンボル	EER(%)		
		先行研究 識別結果	提案法	
オフライン	始点座標	○	27.7	25.8
		△	25.8	25.2
		□	19.5	19.4
	終点座標	○	28.9	28.3
		△	28.4	27.2
		□	18.4	17.9
	描画領域面積	○	25.7	24.2
		△	27.3	26.8
		□	27.9	26.3
オンライン	指圧 平均値	○	28.9	27.7
		△	29.3	28.8
		□	27.2	25.8
	接触面積 平均値	○	25.8	25.1
		△	25.2	25.0
		□	23.1	22.1
	指圧 最大値	○	27.2	26.3
		△	23.1	22.9
		□	22.4	21.5
	接触面積 最大値	○	25.1	24.4
		△	23.7	23.6
		□	23.5	22.3
	接触面積 最大座標	○	27.9	26.8
		△	35.8	35.3
		□	31.6	30.0
	速度 平均値	○	25.7	24.7
		△	27.9	27.4
		□	28.2	27.4
	加速度 平均値	○	28.4	27.6
		△	33.7	33.2
		□	32.1	31.5
加速度 最小座標	○	28.9	27.9	
	△	44.6	43.7	
	□	42.4	40.9	