

局所円弧パターン法を用いた e-Test System 用個人認証の検討

A Discussion of the Individual Authentication

used Localized Arc Pattern Method on e-Test System

菊池 伸一†
Shinichi Kikuchi古田 壮宏†
Takehiro Furuta赤倉 貴子†
Takako Akakura

1. はじめに

Web 上で試験を行う e-Test は遠距離受験者にとって空間的制約を持たないという利点がある。しかし、その導入は進んでいない。この原因の一つとして、試験での個人認証の多くが試験開始時の ID とパスワードのみであるため、になりすましが容易であることが考えられる。一方で、試験中に認証のために特別な作業を頻繁に強制することは現実的ではない。そこで、本研究では受験者の負担を考慮し、e-Test System 上でペンタブレットを用いた手書き解答を認証に利用することによりなりすましを防ぐことを検討する。本稿では、紙上に記述された文字を用いた筆者識別に有効な局所円弧パターン法 [1] がペンタブレットを用いた e-Test System における多肢選択式試験の選択肢に対して受験者識別に有効であるか実験を通して確認する。

2. 局所円弧パターン法 [1]

局所円弧パターン法 [1] は未知の筆者 Q の紙上に書いた 1 文字を対象とし、あらかじめ登録されている筆者 $P_i (i = 1, 2, \dots, a)$ の同一文字 (以降、参照用データ) を参照することにより対象文字の筆者を特定する。このとき、ペンや鉛筆などで書かれたものをスキャナで取り込み、画像処理したのちに筆者を識別することを行っている。

筆記特徴を表すのに適した局所円弧パターン法 [1] は、まず事前に $n \times n$ 領域の 2 値パターンの中からモデルパターン (以降、モデルパターン $n \times n$) を定義する (図 1 に例としてモデルパターン 2×2 を示す)。次に、筆者 Q の文字と登録者 P_i の参照用データの各文字を 2 値パターン化する。その 2 値化した各文字の領域をいくつか分割し、分割した領域ごとにモデルパターン $n \times n$ の頻度を測定する。登録者 P_i のモデルパターン $n \times n$ の頻度から参照用データ数に応じた参照標本平均と、登録者 a 人の標本分散を足し a で割った参照標本分散を求める。そして、参照標本分散から、降順に並べた固有値とノルムを 1 に正規化した

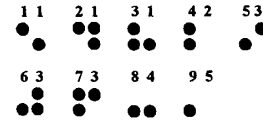


図 1: モデルパターン 2×2 . 上の数字の左側が通し番号, 右がモデルパターンの番号 [1]. モデルパターンの番号が同じものは一つとして扱う

対応する固有ベクトルを得る。この固有ベクトルを用いて、参照標本平均に対応する登録者 P_i の主成分と、筆者 Q によって書かれた文字のモデルパターン $n \times n$ の頻度についての主成分を得る。これらの主成分から、筆者 Q と登録者 P_i の修正マハラノビス距離 [2] が与えられる。この距離を a 人の登録者すべてについて調べ、最小値となる登録者を筆者 Q と判定する。

3. 実験

3.1. 実験の概要

本研究では、多肢選択式試験においてペンタブレットを用いて解答する e-Test System を想定している。そこで、紙上の手書き文字に対して有効であった局所円弧パターン法 [1] がペンタブレットを用いて記述された文字に対しても有効か実験により調べる。

実験は大学院生 4 名 (A~D) を対象とした。被験者には先行研究 [1] と同じく「大学の土地は愛知県名古屋市千種区不老町にもあります」(25 字種) を 1 人につき 8 反復筆記してもらおうという作業を時間を置き 6 回実施した。なお、実験開始前日にペンタブレットに慣れてもらうための練習時間を 10 分程度設けた。識別を行う条件も先行研究 [1] を参考に、参照用データを第 1 回~4 回のうちの 2 文章ずつ計 8 文章から作成し、テスト用データを残りのうちの 24 文章とした。局所円弧パターン法のパラメータは先行研究 [1] で最も高い正答率を得られているものと同じとした。

3.2. 実験結果

表 1 に実験結果として、被験者ごとの各字種の正答率 (= $100 \times \text{正答数} / 24$) と平均正答率を示す。被験者ごとの平均正答率をみると、A が 82.0%, B が 94.5%, C

†東京理科大学大学院工学研究科経営工学専攻

†東京理科大学工学部経営工学科

が84.2%, Dが93.2%, 全体の平均正答率が88.5%であった。各字種の平均正答率は「千」の66.7%以上、「に」の100%以下の間におさまった。以上のように、被験者とその被験者が書く字種によってばらつきはあるがまずまずの結果を得ることができた。よって、局所円弧パターン法がペンタブレットを用いて記述された文字に対する筆者識別においても有効であると考えられる。また、多肢選択式試験でよく使われる「あ」の正答率はAが91.7%, Bが95.8%, Cが83.3%, Dが95.8%, 平均正答率が90%であった。以上より、e-Test Systemで行う多肢選択式試験の選択肢の一つとして「あ」を使用できる可能性が示唆された。

3.3. 実験の考察

本実験と局所円弧パターン法のパラメータが同じである先行研究 [1] の実験結果と比べると、図2より部分的にはあるが同程度に近い正答率を得ることができたということわかる。一部、先行研究 [1] と正答率が大きく離れたのは、被験者の人数や実験期間、ペンタブレットの使用といったような条件が異なるためであると考えられる。

実験結果より、局所円弧パターン法 [1] を e-Test System で用いるにはより高い正答率が必要であると思われる。その方法として、e-Test System 上で使用する選択肢ごとに適切なモデルパターンを提案することで正答率を向上させたい。また、現状では文字の形状をまねることでなりすましが行える。そこで、ペンタブレットから取得することができる筆圧、ペンの角度、方位角、速度などの筆記運動の情報の利用を検討したい。これらの情報はまねることが難しいために動的署名認証で利用されている。そこで、局所円弧パターン法と組み合わせることを検討していきたい。

4. まとめと今後の課題

本稿では、e-Test System においてなりすましを防ぐ個人認証として紙上に書かれた1文字に対して有効であった局所円弧パターン法 [1] に着目した。実験より、局所円弧パターン法 [1] がペンタブレットを用いて記述された文字に対しても有効であるか確認した。実験の結果、全体の平均正答率が88.5%であった。よって、局所円弧パターン法はペンタブレットによる多肢選択式試験の1解答に対してもある程度有効であることが示唆された。今後の課題は、正答率をより向上させるために局所円弧パターン法の改良を検討することである。さらに、時間制限のある試験における受験者の焦りなどを考慮した実験を行っていく必要がある。

謝辞 本研究の一部は、平成19~21年度科学研究費補助金萌芽研究(課題番号19650245)の助成によるも

のである。

表1: 本実験の被験者ごとの各文字の正答率(%), ()内は正答数

	A	B	C	D	平均
天	58.3(14)	91.7(22)	66.7(16)	95.8(23)	78.1
学	91.7(22)	100.0(24)	87.5(21)	100.0(24)	94.8
の	83.3(20)	100.0(24)	87.5(21)	87.5(21)	89.6
土	79.2(19)	87.5(21)	62.5(15)	87.5(21)	79.2
地	95.8(23)	100.0(24)	87.5(21)	95.8(23)	94.8
は	95.8(23)	95.8(23)	100.0(24)	100.0(24)	97.9
愛	91.7(22)	91.7(22)	83.3(20)	100.0(24)	91.7
知	83.3(20)	100.0(24)	100.0(24)	100.0(24)	95.8
県	41.7(10)	95.8(23)	58.3(14)	100.0(24)	74.0
名	70.8(17)	100.0(24)	91.7(22)	95.8(23)	89.6
古	91.7(22)	91.7(22)	91.7(22)	83.3(20)	89.6
屋	87.5(21)	95.8(23)	100.0(24)	100.0(24)	95.8
市	87.5(21)	100.0(24)	79.2(19)	87.5(21)	88.6
千	45.8(11)	79.2(19)	70.8(17)	70.8(17)	66.7
種	79.2(19)	75.0(18)	79.2(19)	95.8(23)	82.3
区	79.2(19)	95.8(23)	100.0(24)	100.0(24)	93.8
不	75.0(18)	83.3(20)	87.5(21)	91.7(22)	84.4
老	100.0(24)	100.0(24)	79.2(19)	95.8(23)	93.8
町	87.5(21)	95.8(23)	100.0(24)	91.7(22)	93.8
に	100.0(24)	100.0(24)	100.0(24)	100.0(24)	100.0
も	100.0(24)	100.0(24)	91.7(22)	79.2(19)	92.7
あ	91.7(22)	95.8(23)	83.3(20)	95.8(23)	91.7
り	91.7(22)	91.7(22)	70.8(17)	87.5(21)	85.4
ま	70.8(17)	100.0(24)	66.7(16)	100.0(24)	84.4
す	70.8(17)	95.8(23)	79.2(19)	87.5(21)	83.3
平均	82.0	94.5	84.2	93.2	88.5

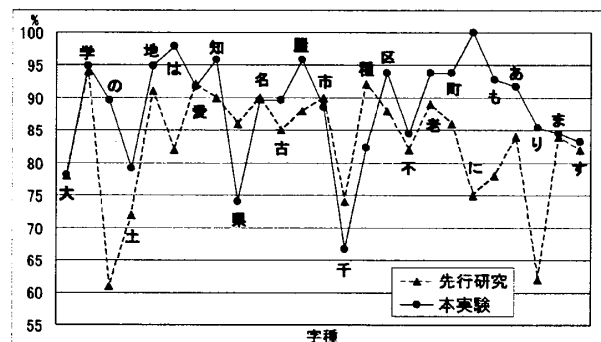


図2: 本実験と先行研究 [1] の実験の字種ごとの正答率比較

参考文献

- [1] 吉村 ミツ, 吉村 功, “局所円弧パターン法を用いた筆者識別”, 信学論, Vol. J74-D-II, No. 2, pp. 230-238, 1991.
- [2] Kimura F., Harada T., Tsuruoka S. and Miyake Y., “Modified quadratic discriminant functions and the application to chinese character recognition”, 8-th Int. Conf. Pat. Rec., pp. 377-380, 1986.