

e-Testing における不正防止のための顔認証と筆記認証の精度分析

Analysis of authentication accuracy on face and sub-stroke for impersonation prevention in e-Testing

川又 泰介[†] 石井 隆稔[‡] 赤倉 貴子[‡]
Taisuke Kawamata Takatoshi Ishii Takako Akakura

1. はじめに

Web 上で学習評価試験を行う e-Testing は、その利便性から今後広く普及していくと考えられるが、試験中のなりすましが発生するという課題がある。先行研究[1]ではペンタブレットと Web カメラを用いた受験者認証法が提案されているが、認証においては顔情報のみが用いられており、筆記情報を用いた認証についての言及はない。そこで本研究では、e-Testing 受験者に対して顔認証と筆記認証を適用し、2 つの認証法の組み合わせによって試験中の受験者を認証する方法の開発を行うことを目的とする。

本稿では自由記述式の e-Testing 中に取得した筆記・顔情報に対して各認証法を適用し、各認証法の認証精度を分析する。分析結果について考察を行い、既存の認証法の改善に関する検討を行う。

2. 分析方法

2.1 分析データ

12 名の学生から、証明写真を模した正面画像と、署名等の筆記情報を取得し、これらを登録情報とした。次に、数学系の問題を出題し、計算過程および解答をペンタブレットで筆記させ、解答中は Web カメラで 1 秒おきに正面画像を撮影した (図 1)。試験中に得られた正面画像と筆記の筆記座標、筆圧、方位角、仰角を入力情報とした。

2.2 認証法

2.2.1 顔認証

OpenCV が標準で搭載している顔検出器を用いて顔検出を行った。検出に成功した画像について、顔画像の LBPH(Local Binary Patterns Histogram) [2]を計算し、登録画像と入力画像の LBPH の相関値を顔の類似度とした。

2.2.2 筆記認証

吉村ら[3]の提案した字画分割法を用いて字画を始筆・送筆・終筆に分割し、字画の方向によってクラスのカテゴリ分けを行った。分類した字画について、動的情報(筆圧・方位角・仰角)を抽出し、同一クラス内の登録字画群と入力字画の動的情報の平均 DP マッチングコストを字画の非類似度とした[3]。よって字画の類似度は、0 以下の値で算出される。

字画分割法は漢字の入力を想定した手法であり、数字のような曲線を含む字画には対応していない。本項の分析データは数学系の試験であり、字画は曲線を多分に含むため、分割は始筆・終筆と直線送筆・転折を 1 つ含む送筆は吉村らと同様の方法で照合を行った。曲線を含む送筆については、「曲線含有字画」として送筆とは別に扱い、方向によるクラスタリングは行わずに分類した。

[†] 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情報工学科

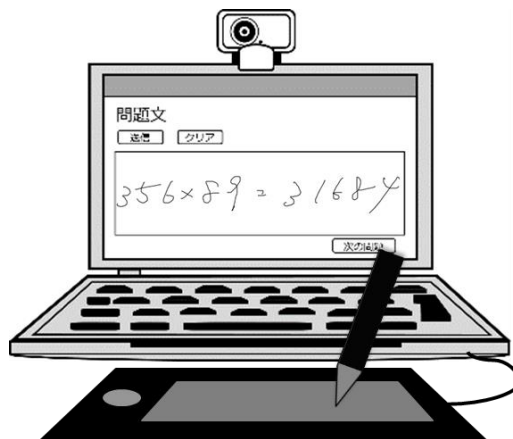


図 1 実験環境

2.3 認証精度

認証精度の評価は、一般的な生体認証で用いられている誤り率を用いた評価と、e-Testing 特有の問題に対する評価の 2 種について行う。

2.3.1 従来における認証精度の評価指標

従来の生体認証では、FRR (False Rejection Rate), FAR (False Acceptance Rate) および FRR と FAR が等しくなったときの誤り率 EER (Equal Error Rate) で認証精度を評価するのが一般的である。本研究においても、受験時間全体における顔認証と筆記認証の誤り率を算出し、評価を行った。

2.3.2 受験者認証における評価方法

本研究における生体認証は、試験中の全ての時間で認証が行える必要がある。一般的な生体認証は、被認証者に認証のための行動を要求し、認証環境もある程度統制して行われる。しかし、試験中に特殊な行動を要求するのは解答を阻害する可能性があるため、環境の統制は行えない。この場合、顔の検出失敗や長時間の筆記未入力などが起こりうる。このことから、顔の検出失敗時間や、未筆記時間などは重要な要素となる。これらの理由により、顔検出の失敗秒数と、未筆記秒数についても評価を行った。

2.4 分析

本稿では 1 秒おきに認証が行われることを想定している。ただし、筆記認証は字画単位で行われるため、1 秒間に複数の入力がある場合が存在する。従来における評価指標では、1 秒間に入力された字画を全て用いて誤り率を算出するが、未筆記秒数においては 1 秒間中の字画入力の有無を筆記/未筆記の判断基準とした。顔認証については、試験中の全画像中で顔が検出できた画像の割合から顔検出の成功/失敗を求め、認証誤り率については検出に成功した顔画像のみを用いて行った。

3. 結果と考察

受験者の正面画像は約 5,000 枚得られ、筆記は約 1,600 回行われた。これらのデータを用いて評価を行った。

3.1 e-Testing における各認証法の誤り率

試験時間全体における認証精度は表 1 のようになった。顔の認証精度は 85% 程度であり、従来の顔認証と比較して精度がかなり低い。また、筆記の認証精度は 70% 以下となった。

顔認証については、微細な顔向きの変動によって精度が悪化した。また、受験者の考え込む動作によって顔の一部領域が正面画像から欠損したことが原因であった。このことから、正面画像の一部領域のみで認証を行う方法について検討する必要がある。

筆記認証の精度については、字画情報の短い始筆・終筆と、単純形状である直線を主に扱ったことが精度低下の原因であると考えられる。そのため、曲線や複数の転折を含む字画形状のクラスタリング方法について検討する必要がある。

図 2 と図 3 より 2 つの認証法の誤り率の傾向を比較すると、筆記認証は EER が高いが、FRR が 0% になる閾値での FAR は筆記のほうが低い値となった。筆記はなりすまし時の類似度が低い値にばらついたが、顔は逆に本人受験時の類似度が低い値にばらついた。このことから、筆記と顔の認証結果について Fusion モデルを構築することにより、認証精度が向上できる可能性が存在する。

表 1 e-Testing における顔認証と筆記認証の誤り率

	顔	筆記
入力件数	4,013	3,218
入力割合	74%	21%
EER	15%	31%

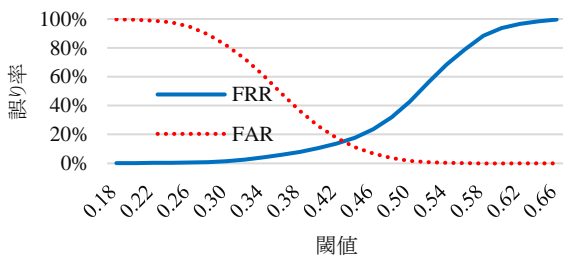


図 2 各閾値における顔認証の誤り率

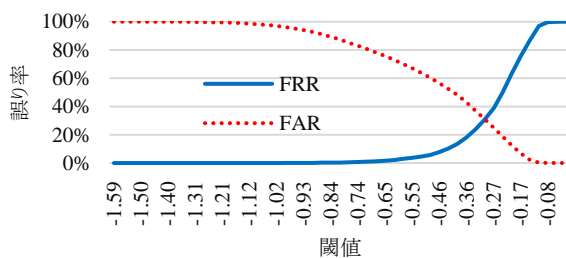


図 3 各閾値における筆記認証の誤り率

3.2 e-Testing 中の認証に成功した時間

表 2 より、顔の検出失敗は最長で 1 分程度であり、未筆記は最長で 2 分程度であった。顔の検出失敗は、主に頬杖や姿勢の変動による顔領域のオクルージョンが原因であった。未筆記時間は問題の難易度にもよるが、問題を読み返す時間などについては筆記が行われない。つまり、顔認証・筆記認証を単体で用いた場合、試験中に 1 分以上連続して認証できない区間が存在しうることになる。

しかし、表の「顔 or 筆記」より、顔もしくは筆記の認証を併用する場合、認証不可能な時間は最長で 30 秒となった。顔はある区間に検出失敗が集中することが多いが、筆記は途中計算等でコンスタントに行われたことが原因である(図 5)。そのため、顔検出に失敗した場合は筆記を、未筆記時には顔を用いて認証を行う受験者認証モデルには一定の妥当性があるといえる。

表 2 各認証における認証不可能区間

	顔	筆記	顔 or 筆記
類似度が算出できた情報数	4,013	1,159	4,301
全時間における割合	74%	21%	80%
非認証区間の最大秒数	83 秒	135 秒	26 秒

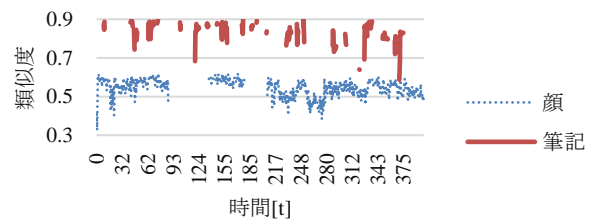


図 5 認証精度の時系列推移

4. おわりに

本稿では e-Testing におけるなりすまし防止のために、ペンタブレットと Web カメラを用いた受験者認証を考案した。そこでは、試験中における顔認証と筆記認証の精度を確認し、顔と筆記の併用によって受験中密な時間間隔で認証できる可能性が示唆された。

今後は、曲線を含む文字の認識およびクラスタリング方法について検討する必要がある。また、顔と筆記の認証結果の統合も課題である。

謝辞

本研究の一部は、平成 27～29 年度科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(課題番号 15K12427; 研究代表者 赤倉貴子)の助成によるものである。

参考文献

- [1] 田中佑典, 吉村優, 東本崇仁, 赤倉貴子, “e-Testing におけるなりすまし防止のための顔画像を利用した個人認証,” 電子情報通信学会論文誌, Vol.J98-D, No.1, pp.174-177, 2015.
- [2] T. Ahonen, A.Hadid, M.Pietikainen, “Face Recognition with Local Binary Patterns,” Computer Vision - ECCV 2004, pp.469-481, 2004.
- [3] 吉村優, 古田壮宏, 東本崇仁, 赤倉貴子, “e-Testing の個人認証のための書写技能を考慮した字画分割法における個人性評価,” 電子情報通信学会論文誌, Vol.J98-D, No.1, pp.172-173, 2015.