

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：32660

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560121

研究課題名(和文) 筆記認証と顔認証を組合せて受験時間全体を逐次認証できる e テスト用個人認証システム

研究課題名(英文) A system for continuous authentication of examinees during e-testing using handwriting and face data

研究代表者

赤倉 貴子 (AKAKURA, Takako)

東京理科大学・工学部・教授

研究者番号：80212398

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000 円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、非同期型 e テスティングシステムにおいて、受験している時間全てにおいて個人認証を行うことができる方法論を開発することであった。テスト受験中、問題を読んでいる時間はディスプレイ方向(カメラ方向)を見てと考えられるため、この時間は顔認証を行い、解答を書いている時間は筆記認証をする方法論を提案した。筆記認証については、文字をパーツに分解することにより、少ない登録文字で多種多様な文字の認証ができる方法論を開発した。また、顔認証は、テスト問題が次の問題に移動した直後が最も精度が高いこと、さらに頬杖をついたりするため、顔認証は目より上で行うことが適切であることを実験的に確認できた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to develop a method for continuous authentication of examinees during e-testing using handwriting and face data. In my system, a web camera is mounted on a computer display and face authentication is executed when the examinee reads questions on the display. Also, handwriting authentication is executed when the examinee inputs answers using a pen tablet. The handwriting authentication method decomposes each character into stroke segments. It was found that the precision of face authentication was high when the examinee moved from one question to the next and that areas above the eyes were most appropriate for face authentication because examinees sometimes rested their cheeks in their hands.

研究分野：教育工学

キーワード：教育工学 e テスティング 個人認証 筆記認証 顔認証

1. 研究開始当初の背景

現代は多様なライフスケジュールが可能であり、資格取得や自己啓発に励む人が増えている。こうした人を対象として大学は従来の高等教育だけではなく、社会人の能力開発支援や再教育実施の役割も果たすべきである。研究代表者は、これまで夜間大学に学ぶ社会人を主たる対象として非同期型eラーニングシステムを開発・運用してきた。ただし単位取得の公平性確保のため、テストは同時間同一場所で実施している。しかし、広く社会人のための再教育機関を目指すならば、テストにおいても空間的・時間的自由度の確保が必要であろう。テストをネットワーク上で行う研究は、eテスト研究として、内外で様々な研究が行われている。しかし、その多くは項目反応理論の応用などに代表される受験者の能力を適切に測定するためのテスト項目・出題方法の研究、得点や回答所要時間・回答履歴データの分析であり、受験者の個人認証に関する研究はほとんど行われていない。そこで研究代表者は、受験者の筆記行動に着目し、ペンタブレットを利用したeテストを行い、受験者認証を行うことができるかどうかを検討してきた。その結果、実験室レベルでは、かなり高い精度(75~95%程度)で受験者の識別を行うことができたが、単位認定のためのテストとするには、さらに精度を高める必要がある。そのため、解答を書いているときの行為である「筆記認証」だけでなく、問題を読んでいるとき、考えているときの「顔認証」を組み合わせることを新たに考えた。

2. 研究の目的

本研究は、今後、高等教育機関が社会人のための再教育機関としての役割を担うために必須である「時間的・空間的に自由に受験できる非同期型テストシステム」における「個人認証」を、受験している時間全てにおいて行う「逐次認証」に関する研究である。具体的には、テスト受験中は問題を読み考える時間とペンで解答を書く時間があることに着目し、筆記認証と顔認証を組み合わせることで、テスト受験中の全ての時間で逐次認証を行おうとする。

本研究の目的は、受験者に特別な物理的・心理的負担を強いることなく個人認証を行うことのできる筆記認証と顔認証を組み合わせたマルチモーダルモデルを提案し、その評価を行うことである。

3. 研究の方法

(1) 筆記認証及び顔認証の個人認証モデルの動向を調査し、eテストでの個人認証に必要な機能を整理する。

- (2) これまでに開発してきた予め採取(実用化時には履修登録時に採取)した参照用筆記データとeテストでの解答筆記データを比較するための文字照合モデルを改良発展させる。
- (3) 予め採取した参照用顔データとテスト時にディスプレイを見ている(問題を読む、考える)ときを比較するための顔照合モデルをLocal Feature Analysisなどを応用して開発する。
- (4) 筆記・顔データともにテスト全体に対する解答行動を評価するための時系列の参照データを採取し、受験時のデータと比較するための行動照合モデルを開発する。

4. 研究成果

(1) 筆記認証モデル

研究代表者がこれまでに開発してきた筆記認証モデル(文字照合モデル)は、あらかじめ、受験者に文字を登録させ、受験時に書いた文字と登録文字を比較照合して本人が書いているかどうかを判断する方法である(図1)。

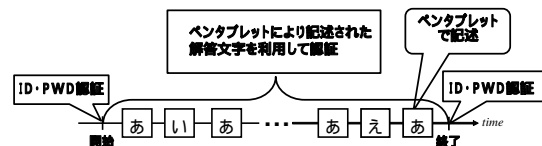
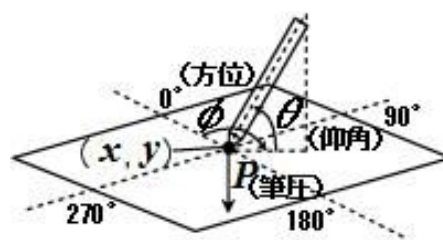


図1 筆記情報を用いた受験者認証

比較照合には、「文字の形」(静的情報)「筆圧」「座標」「ペンの傾き」(動的情報; 図2)を利用する。

図2 動的情報



しかし、一文字一文字を完全に一致させる方法では、膨大な文字を事前登録することはできず、「あ、い、う、え、お」のみを登録して、多肢選択式試験を行うなどの方法を採用していた。しかし、短答式、論述式などの試験の場合には利用できないという問題点がある。そこで、少ない文字登録で多くの文字を認証するために、記入された文字を細分化し、似ている部分同士と比較を行うことで、異なる文字に対しても比較照合を可能にした方法が、字画分割法である。

字画はペンタブレットから取得できる筆圧を用いて検出可能である。ペンがタブレット

トに接地した瞬間から（筆圧が検知された瞬間から）ペンがタブレットから離れるまで（筆圧0が観測される瞬間まで）を一つの字画と定義し、抽出された字画を「始筆」「送筆」「終筆」の3つの要素に分割する（図3）。

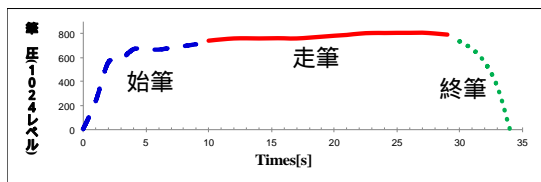


図3 始筆・送筆・終筆

さらに、位置座標をもとに、8方向のいずれかに分類する（図4）

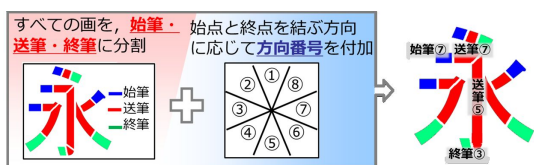


図4 字画分割

図5に示すように、分割した採取データと同種類の登録データをDPマッチングにて距離を計算する。この方法によって、登録データは少なくとも、各種の漢字にあてはめることができる。

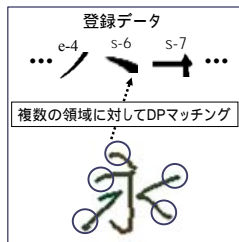


図5 登録データと採取データ比較

(2)筆記認証モデルの改良

(1)の字画分割法での個人認証精度は60~80%程度であったことから、さらに精度の向上をはかることを考えた。漢字の線の方向が横から縦に急に变化するような「転折」と呼ばれる部分には個人性が多く含まれるという先行研究があり（堂園 2006）、それに従えば、図4に示した字画分割法では、転折部分で分割を行っているため、個人性が失われていた可能性がある。そこで、転折を含む送筆には複数の方向番号を付加することにした。ただ、その場合、図4のように8方向の分類を行うと、一つの指標に少量のデータしか分類されず、登録データとして取得できない指標が多く存在する可能性があると考えて、4方向の転折番号を付加することにした（図6）。

これによって、筆記データは、始筆8種類、

終筆8種類、転折を含まない送筆8種類、転折を含む送筆12種類（4×3）の36通りの指標に分類される。

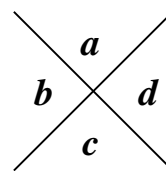


図6 転折番号

実験の結果、この改良手法は、転折を含む送筆だけでなく、転折を含まない送筆の個人性も向上することが確認された（雑誌論文、学会発表）。

(3)筆記認証モデルの改良

(2)で転折を考慮して字画分割を分類したが、さらに字画を細分化し、まず表1に示す30種類の指標に分類した。

表1 指標の定義

指標	定義
点 (3種)	字画の長さが下位12% (方向5-7)
始筆 (5種)	ペン着地から3pixel移動 (方向4-8)
走筆 直線 (5種)	始筆, 終筆以外の直線部分 (方向4-8)
走筆 転折 (5種)	転折を含む走筆 (転折 ca, cb, cd, db, dc)
終筆 とめ (5種)	終筆の移動が3pixel以下 (方向4-8)
終筆 はね (2種)	終筆直前から向きが変化 (右・左はね)
終筆 はらい (5種)	とめ, はね以外の終筆 (方向4-8)

分類の際には、ペンが進んでいる向きに応じて図4、6の番号・記号を付加する。例えば、「方向番号5の向きの点」における「筆圧」であれば、「点5_筆圧」のように表記する。細分化された指標を各被験者の登録データとして取得しておき、試験時に入力された文字に対しても同様の方法で細分化し、同じ指標同士を比較することで、事前に登録していない文字に対しても認証可能となる。本手法では、12種類の動的データ（筆圧、筆圧の変化量、筆記速度、筆記加速度、ペンの傾き（ x, y, z 軸方向, 3次元ベクトル（山中ほか2000））、ペンの傾きの変化量（ x, y, z 軸方向, 3次元ベクトル）を用いる。本手法を適用することで、筆記データは360種類（字画の要素30種類×動的データ12種類）の指標に分類される。この360種類の指標のうち、どの指標に個人性が多く含まれているかを特定するために、分離性尺度（S値）を用いた。

個人内距離と個人間距離の計算には、DP マッチングを求めた。

評価実験の結果、被験者ごとの最大の S 値を示した指標には「転折」、「とめ」の指標が多く、ここで着目した書写技能には個人性が含まれていることが認められた。また、動的データでは、ほとんどの被験者がペンの傾きが含まれる指標で S 値が最大となっており、ペンの持ち方に個人性が含まれていることがわかった(雑誌論文、学会発表)。

(3)顔認証

筆記認証法は、試験では常に答案に解答を記入しているという状況に照らし、記入された文字が本人のものかどうかを判定(予測)することで、なりすましが行われているかどうかを判断する方法であった。さらに筆記を行っていないとき、例えば、問題文を読んでいるときは、受験者は画面を見ていると考えられることから、そのときには顔認証を用いると、さらに認証精度が向上するのではないかと考えた(図7)。

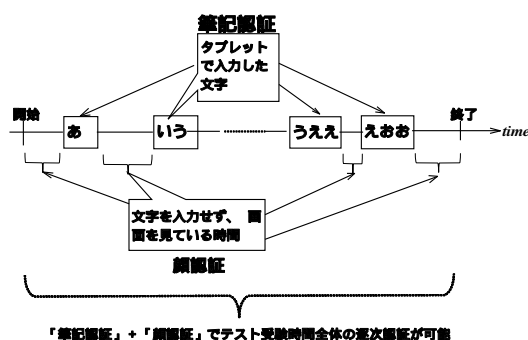


図7 筆記認証 + 顔認証

実験を行ったところ、テストの問題が切り替わった直後の顔認証が最も認証率が高かったが、それ以外の時間は認証精度が低かった。また、受験者が受験中に頬杖をついたりして、顔検出できない時間が認められたが、頬杖などの影響が少ないと考えられる、目から上であれば、検出が可能であることも実験的に確認できた。

したがって、図7の認証を進めるためには、姿勢などの位置情報を取得し、姿勢情報によって、逐次的に顔の認証位置を変化させていく必要があると考えられた(雑誌論文、学会発表)。

【参考文献】

堂園浩ほか、自己組織化マップによる PDA における手書き図形の筆圧解析、情報補処理学会論文誌、Vol.47、No.8、2004、55-59
山中晋爾ほか、ペンの傾きを利用した署名照合方式の改良、電機情報通信学会技術研究報告、Vol.100、No.77、2000、65-72

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計 3件)

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、査読有、Vol.J98-D、No.1、2015、172-173

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、査読有、Vol.J98-D、No.1、2015、174-177

吉村優、古田壮宏、東本崇仁、赤倉貴子、e-Test の個人認証のための手書き漢字における個人性の抽出、電子情報通信学会技術研究報告、査読なし、Vol.113、No.166、2013、1-6

(学会発表)(計 7件)

Takehiro Furuta、Takako Akakura、A METHOD AUTHENTICATION OF EXAMINEE DURING E-TESTING USING THEIR STYLES OF HANDWRITING、Proceedings of 7th International Conference of Education, Research and Innovation、1659-1664、Seville(Spain)、Nov.18、2014

Yu Yoshimura、Takehiro Furuta、Takahito Tomoto、Takako Akakura、Analysis of Writing Data for Cheating Detection in e-Testing、Proceedings of The 21th International Conference on Computers in Education、431-436、Bali(Indonesia)、Oct.19、2013

田中佑典、東本崇仁、赤倉貴子、e-Testing における筆記情報と顔画像を用いた逐次認証、2015年電子情報通信学会総合大会情報システムソサイエティ特別企画学生ポスターセッション予稿集、214、立命館大学(滋賀県草津市) 2015-03-12

川又泰介、東本崇仁、赤倉貴子、e-Testing における受験者の姿勢変化が顔認証に及ぼす影響の調査、2015年電子情報通信学会総合大会情報システムソサイエティ特別企画学生ポスターセッション予稿集、213、立命館大学(滋賀県草津市) 2015-03-12

吉村優、古田壮宏、東本崇仁、赤倉貴子、書写技能に着目した e-Testing のための個人認証法、2014年電子情報通信学会総

合大会講演論文集(情報システム1) 143、
新潟大学(新潟県新潟市) 2014-03-20

奈良教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：60453825

田中佑典、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、2014年電子情報通
信学会総合大会情報システムソサイエテ
ィ特別企画学生ポスターセッション予稿
集、143、新潟大学(新潟県新潟市)、
2014-03-20

吉村優、東本崇仁、古田壮宏、赤倉貴子、
転折を考慮した字画分割法による e-Test
のための個人認証法、日本教育工学会第
29回全国大会講演論文集、557-558、秋田
大学(秋田県秋田市) 2013-09-21

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

赤倉 貴子 (AKAKURA, Takako)
東京理科大学・工学部・教授
研究者番号：80212398

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

東本 崇仁 (TOMOTO, Takahito)
東京理科大学・工学部・助教
研究者番号：10508435

古田 壮宏 (FURUTA, Takehiro)