

平成22年5月31日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19500830
 研究課題名（和文） Web教育における個人認証および理解度予測システムの開発
 研究課題名（英文） Development of a system for human recognition and for understanding level estimation in Web education
 研究代表者
 足達 義則（ADACHI YOSHINORI）
 中部大学・経営情報学部・教授
 研究者番号：00115669

研究成果の概要（和文）：Web教育では端末側に座っている人間を特定することが、評価などを行う上で重要になる。本研究では平仮名を用いた筆者識別の検討を行い、「そ、よ、ま、わ」の文字を使うことで精度の高い筆者識別を実現した。また、顔画像を使った個人認証について検討し、主成分分析の手法と学習理論を併用した簡便な識別法を提案できた。さらに、学習を継続する上で理解度を予測し適切な教材を提供することが必要となるが、こまめなレベル調整が学習効率につながることを見出した。

研究成果の概要（英文）：In the Web education, specifying the learner at the terminal side is important for evaluation. In this research, writer recognition by using Hiragana was examined, and writer recognition was achieved with high accuracy by using the characters "そ", "よ", "ま", "わ". Moreover, human identification that uses the face image was examined, and a handy identification method that uses the technique of the principal component analysis together with the learning theory was proposed. In addition, it is necessary to estimate the understanding level and to offer an appropriate teaching material in continuing studying. A detailed level adjustment was found being connected with the study efficiency.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 ・ 教育工学

キーワード：e-ラーニング、個人認証、筆者識別、理解度予測、自己モニタリング

1. 研究開始当初の背景

(1) インターネットを通じた教育や商取引が盛んになり、電子署名や暗号化といった情

報と共に、情報の入力者を特定する必要性も増してきた。

(2) 教育の分野では Web 教育の発展と共に、学習者の特定や学習中の反応を捕らえることがきめ細かな教育のためには重要であり、その方法の確立が望まれていた。

2. 研究の目的

(1) Web 教育における学習者の個人照合と理解度の判定を行う。

(2) 筆跡と顔画像による個人識別、回答結果や回答に要する時間から理解度を判定するシステムの構築および教材の提示方法を提案する。

3. 研究の方法

(1) 平仮名に含まれる個人性を新局所円弧法で見つけ出すと共に、個人性が出やすい文字種および個人によって書き方に差の出やすい文字種を見つけ出し、識別精度の向上を目指す。

(2) 画像の中から顔領域を切り出し、顔部品を抽出する。その部品間の相対距離から個人性を見出し、主成分分析を用いた統計的手法で個人識別を行う。識別能が不十分の場合には類別後サポートベクターマシンによる識別を行う。

(3) Web 教育において学習者個別の教材を用意する場合、学習意欲を維持するために学習の伸展と共に難易レベルを調節必要があるが、レベル数の違いによる学習効率について調べる。

(4) フラッシュメモリと暗号技術を用いて、ネットワークトラブルにも強いより安定した教材の提示・学習管理の方法について検討する。

4. 研究成果

(1) 文字による個人認証（筆者識別）について検討した。

① まず始めに“謹賀新年”の4つの漢字と“あけましておめでとう”の10個の平仮名を対象として、新局所円弧法（曲率による特徴抽出）による個人認証について検討した。特に、記入箇所には枠がある場合と無い場合、および、枠の大きさの違いから派生する識別率の変化を、漢字と平仮名の場合で検討した。枠の大きさは、9mm、14mm、18mm、と23mmの4種類、曲率を求める基準となる弦長を5ドットから25ドットまで4ドット刻みの6種類について検討した。

その結果の一部を図1、図2に示す。枠の有無については枠有りで識別率が高い（特徴が出やすい）こと、漢字の方が平仮名よりも識別率が高いこと（これは漢字の直線性より

もストローク数が影響しているものと考えられる）、円弧計算に用いる弦長は13ドットが適していること、および、枠の大きさ（文字の大きさ）は18mmが適していることを示した（当然、文字の大きさと弦長は依存している）。

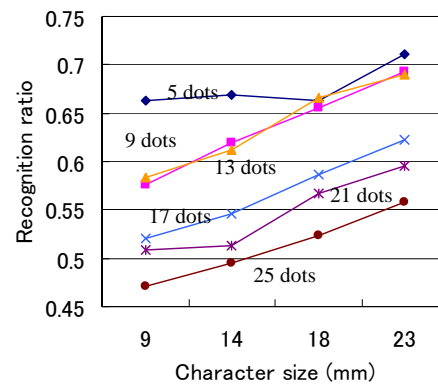


図1 文字の大きさによる精度の変化

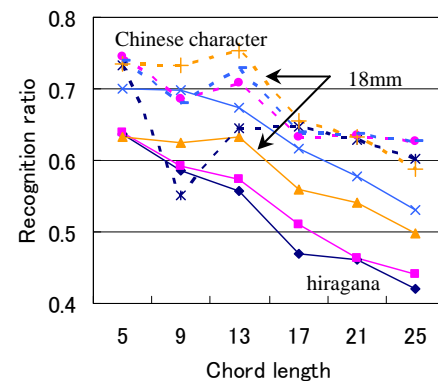


図2 弦長による精度の変化

② 次に46個の平仮名を用いて、新局所円弧法による個人認証の精度を、筆者間の類似度の大きさをt検定によって検討した。18mmの枠内に時期を変えて筆記した10通りの文字の曲率を弦長13ドットで計算し、特徴量として文字種ごとに類似度のt値を求めた。

その結果の一部を図3、図4に示す。文字種によりt値の大きさが異なり、類似度の大きさのみでなく、t値によっても筆者識別に適した文字種と適さない文字種とを選び出すことができた。その結果、類似度の大きさのみでなく、t値の大きさの観点からも推奨文字として、「そ」「よ」「わ」「ま」「や」「な」「ね」「め」「を」を、逆に避ける文字として、「け」「り」「い」「こ」「し」を挙げることができた。

③ 平仮名による個人認証の精度を、類似度の値と他者との差の程度を示すt値で検討した。

その結果の一部を図5、図6に示す。類似度の大きさのみでなく、t値の大きさも筆者識

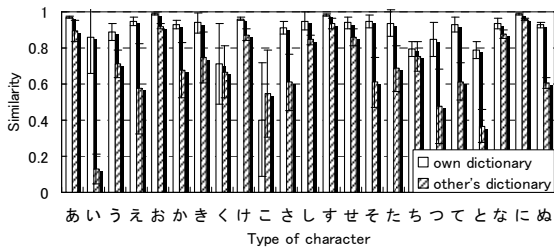


図3 文字ごとの類似度の変化

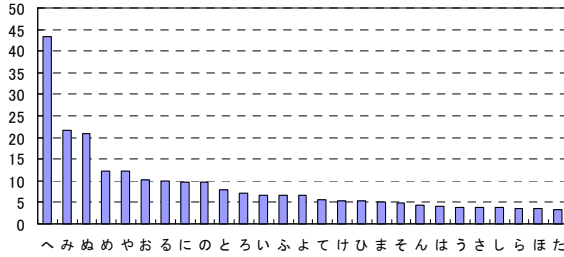


図4 文字ごとのt-値の変化

別に強い影響を示し、筆者識別に適した文字種と適さない文字種とを選定することができた。推奨文字として、「そ」「よ」「わ」「ま」を、逆に避ける文字として、「し」「こ」「い」「り」を示した。

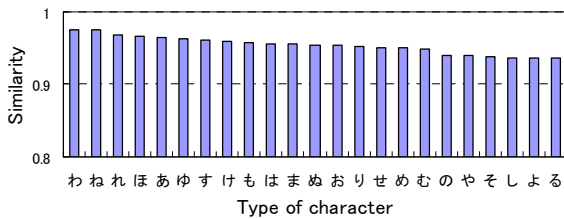


図5 類似度(大きい順)の変化

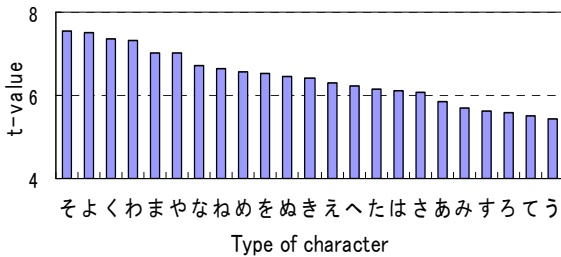


図6 t-値(大きい順)の変化

(2) 顔画像による識別について検討した。顔領域を HSV 表色系で人種別フィルタを用いて絞り込み、その中での顔部品の抽出は OpenCV のオブジェクト検出器で行った。図7に示す各顔部品間の相対距離(10次元ベクトル)を主成分分析(3次元の主成分得点空

間への射影)で分類したが、これだけでは高い精度が得られず、精度の向上を目指して同類(図8)に対する識別にはSVM(サポートベクタマシン)とのハイブリッドな識別手法を提案し、比較的安定した識別を実現することができた。

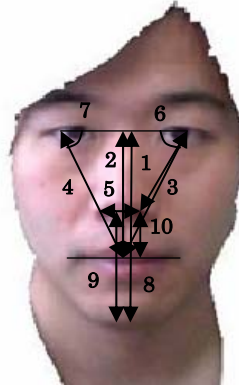


図7 顔の特徴量

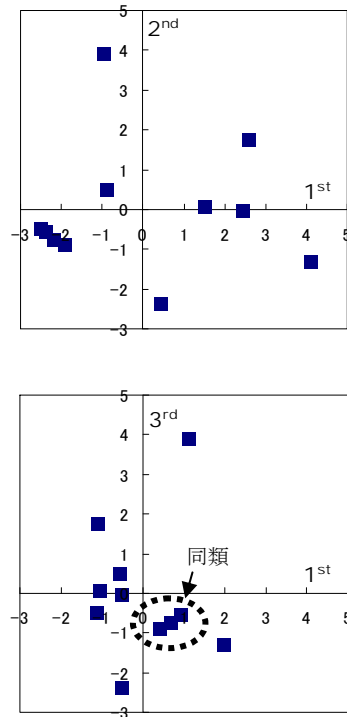


図8 主成分得点空間での位置

(3) 学習の効率化は、理解度予測システムの予備的な検討として行った。つまり、どのような学習態度が理解度向上に寄与するかについて検討することで、単にテスト成績のみからの理解度予測ではなく、学習意欲の維持、および効率的な指導につながる可能性がある。
① 学習に対する動機、意欲の維持が大切で

あり、図9に示す自己モニタリング方略を実施することで、常に自己の状況を把握し、学習意欲を持ち続けることが可能となる。自己の状況（正解率）を常に把握させ、間違いを復習させるグループとそうでないグループとの間で達成度を比較し、自己モニタリングの有効性を確認した。単に成績から理解度を判定するだけでなく、意欲・態度を加味することで、トータルの理解度とするべき方針の妥当性を明確化することができた。

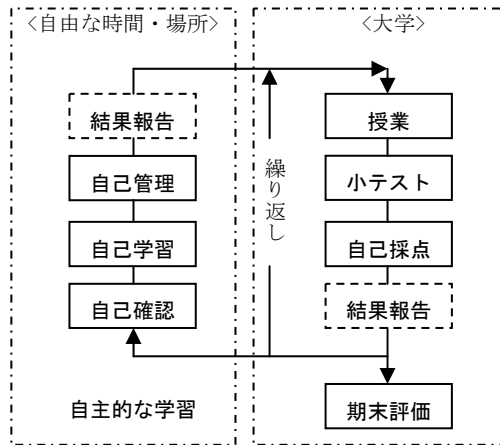


図9 自己モニタリング方略による学習

② Web 学習と対面学習とを併用させた学習において、どのように自己モニタリング手法、および習熟度別の Web 教材を活用して学習意欲の持続を図るかという点に焦点をおいて検討した。教材は英検 2～3 級の問題を使用し、教材レベルを 9 段階に分けて習熟度別に個別学習者固有の教材を提供した。間違った問題は次週までに自宅で学習するように指示し、全て正答するまでのトライ回数を記録した。トライすることで自己の状況を把握し、学習意欲を持ち続けることが可能となる。しかし、表1に示すように、トライ回数は異常に多いが習熟度の上がらない学習者が存在し、学習の効率化を考える上で、対面学習において如何に個別にフォローしていくべきかが、大きな課題として残った。

表1 トライ回数と最終平均正答数

トライ回数	平均正答数
3	20.0
4	20.0
5	20.0
6	19.9
7以上	18.2

③ Web 学習と対面学習とを併用させたブレンディッド学習において、自己モニタリング手法、および習熟度別の Web 教材を活用して学習意欲の維持向上を図ることに焦点をおいて検討した。教材は表2に示すような英検 2 級～3 級の問題を使用し、混合割合によって教材レベルを 5 段階 (A,C,E,G,I)、および 9 段階 (A～I) に分けて習熟度別に学習者固有の教材を提供した。間違った問題は次週までに自宅で Web 学習するように指示し、全て正答するまでのトライ回数と達成の有無を記録した。正答割合によるメッセージ表示によって自己の状況を把握し、学習意欲を持ち続けることが可能となる。ただし、上級レベルへのステップアップのハードルを高く (80%以上) 設定すると効率が上がらないこと、および習熟度レベルは細かく設定する必要があることが明らかになった。

表2 9段階の習熟度レベル

習熟度レベル	学習教材レベル
A	3 級(100%)
B	3 級(75%)+準 2 級(25%)
C	3 級(50%)+準 2 級(50%)
D	3 級(25%)+準 2 級(75%)
E	準 2 級(100%)
F	準 2 級(75%)+2 級(25%)
G	準 2 級(50%)+2 級(50%)
H	準 2 級(25%)+2 級(75%)
I	2 級(100%)

(4) 学習環境の安定化が学習の継続性で必要となる。ネットワーク障害での学習不能状態を避けるためには、教材をクライアント側で持ち、学習状況も管理できる必要がある。これには、本人の認証もさることながら、学習データを暗号化して USB メモリ内に持ち、次の開始時にサーバとのやり取りを行う専用ブラウザを開発することで、遅滞のない学習を可能とした。

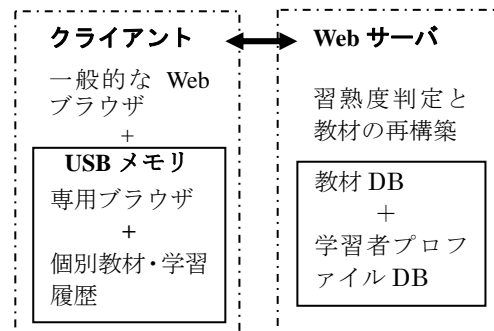


図10 USBメモリを利用したWeb学習環境

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 8 件)

- ① Shinji Fukui, Takumi Adachi, Yuji Iwahori, R.J. Woodham, and Yoshinori Adachi, Speeding Up of Updating Background Image Using GPU, Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, 査読有, Supplement, 2009, pp.55 - 62
- ② Yoshinori Adachi, Masahiro Ozaki, and Yuji Iwahori, Study of Writer Recognition by Japanese Hiragana, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, 5712, 2009, pp.689 - 696
- ③ 尾崎正弘、足達義則、Web学習における学習支援のための推論アルゴリズム (I)、情報科学リサーチジャーナル、査読無、Vol.16、2009、pp.69 - 80
- ④ Masahiro Ozaki, Yoshinori Adachi, and Naohiro Ishii, Learning Algorithm for Study Support in Web Study - Design of Prototype Model, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, 5178, 2008, pp.942 - 949
- ⑤ Yoshinori Adachi, Masahiro Ozaki, and Yuji Iwahori, Influence of Character Type of Japanese Hiragana on Writer Recognition, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, 5178, 2008, pp.934 - 941
- ⑥ 尾崎正弘、足達義則、Web学習における学習支援のための推論アルゴリズム (I) - プロトタイプ・モデルの設計 -、情報科学リサーチジャーナル、査読無、Vol.15、2008、pp.55 - 62
- ⑦ Yoshinori Adachi, Masahiro Ozaki, Yuji Iwahori, and Naohiro Ishii, Influence of Presence of Frame on Writer Recognition, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, 4693, 2007, pp.1045-1050
- ⑧ Masahiro Ozaki, Yoshinori Adachi, Saori Takeoka, Ai Sugimura, and Naohiro Ishii, Education System Using Self-monitor Study and Streaming, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 査読有, 4693, 2007, pp.1037 - 1044

[学会発表] (計 5 件)

- ① 宇佐美裕康、小山幸治、尾崎正弘、足達義則、USBメモリと簡単な暗号化を利用したWeb学習の提案、第 7 回情報学ワークショップ、2009 年 11 月 27~28 日 名古屋工業大学
- ② 曾昶斐、足達義則、尾崎正弘、顔画像を用いた出退勤管理システムの開発、平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会、2009 年 9 月 10~11 日 愛知工業大学(愛

知県豊田市)

- ③ 宇佐美裕康、尾崎正弘、小山幸治、足達義則、暗号化を利用したWeb学習時のトラブル対策について、教育システム情報学会第 34 回全国大会、2009 年 8 月 19~21 日 名古屋大学 (愛知県)
- ④ 杉村藍、尾崎正弘、武岡さおり、足達義則、授業におけるWeb教材の効果的な活用法について、電子情報通信学会技術研究報告[教育工学]、2009
- ⑤ 榊原信康、小山幸治、足達義則、尾崎正弘、Web教育支援システムに関するLinuxサーバーの構築、電子情報通信学会 2007 年総合大会、2007 年 3 月 20~23 日 名城大学 (愛知県)

[その他]

ホームページ等

<http://www.chubu.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

足達 義則 (ADACHI YOSHINORI)
中部大学・経営情報学部・教授
研究者番号：00115669

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

尾崎 正弘 (OZAKI MASAHIRO)
中部大学・経営情報学部・教授
研究者番号：50214127
(平成 19 年度：研究分担者)