

マウスの軌跡情報を利用した、学習支援システム、
評価方法、教材開発に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2014-02-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 厨子, 光政 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7595

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年3月31日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23652136

研究課題名（和文）マウスの軌跡情報を利用した、学習支援システム、評価方法、教材開発に関する研究

研究課題名（英文）Analyses of mouse trajectories for the development of e-learning systems, student evaluation methods, and teaching materials

研究代表者

厨子 光政 (ZUSHI MITSUMASA)

静岡大学・情報学部・准教授

研究者番号：90187823

研究成果の概要（和文）：本研究チームは、英語並べ替え問題に解答した学習者の理解度を、解答の正解・不正解からだけでなくマウスの動きからも判定し、学習者が直面した解答時の迷いや不安を抽出するために、マウスの動きを履歴情報に取り込み分析した。その結果、解答所要時間、単語並べ替え回数、Uターン（マウスの左右の動き）回数と正解率とが、負の相関関係にあることが確認され、これらのマウスの挙動が、学習者の迷い（理解度の不足）を探る指標となりうる可能性を見いだした。

研究成果の概要（英文）：We have developed a Web application for English word-reordering problems which records and reproduces learners' mouse trajectories, and analyzed the recorded trajectories such as time needed for answering, numbers of u-turns and drag&drops, in relation to the scores and "confidence points" rated by learners. The negative correlations between them have led to the hypothesis that the trajectories can include useful clues to the solving processes, especially learners' hesitation resulting from uncertainty when the problems are being solved.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：e-ラーニング、コンピュータ支援学習（CALL）

1. 研究開始当初の背景

IT技術の革新に伴い、英語教育環境においてe-ラーニングシステムの導入が急速に進んできた。そのために、従来の「紙」の上での学習では入手不可能な学習履歴情報が詳細に記録されるようになった。しかしながら、多種多様な学習履歴情報が蓄えられているにもかかわらず、それらの情報を分析し、現場の英語教育に活用する研究が少ないことから、本研究において、（1）履歴情報にマウスの軌跡情報を加え、（2）マウス軌跡の再生と、パラメータとして数値的に検索できる軌跡情報の分析を通して、（3）学習者の

理解度をより正確に測るシステムの開発を試みることにした。特に、自信の欠如に帰因する学習時の迷いを抽出して、理解の不足の程度を示す「指標」となる要素を探るためのシステム開発を目指すこととした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、e-ラーニング環境における英語教育において、学習者と教師の両者を支援する、学習履歴情報の分析システムの構築、学習評価システムの改善、そしてそれに適した学習ソフトの開発を行うことである。マウスの軌跡情報を学習履歴情報に加え、学習者

が答えを導き出す過程をマウスの動き（図1）から分析し、解答結果や得点からだけでは判定できない学習者の理解度をより正確に把握し、学習者の習熟度に合った学習方法や教材提供方法に関する新たな提案を試みる。具体的には、「英単語並べ替え問題」に解答するWebアプリケーションを準備し、基礎英文法、英語構文の効果的教育と学習を支援するためのシステムとコンテンツの開発に焦点を当てる。

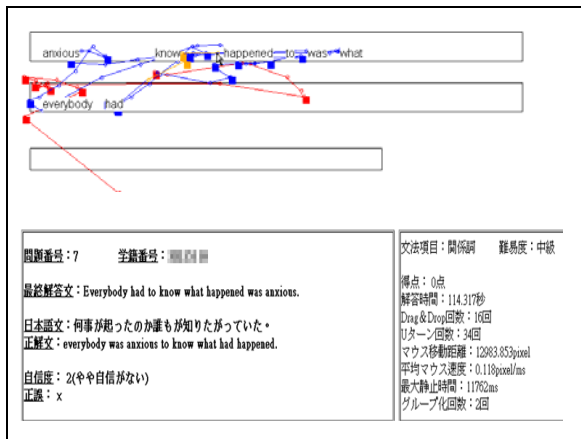


図1 マウス軌跡の再現

3. 研究の方法

学習支援システムの開発には、コンテンツとシステムとの両面から取り組む必要がある。

(1) コンテンツ面の開発では、誤りの程度に応じた部分点方式の採点基準の作成と、問題に含まれる文法項目のジャンル別管理・出題・検索を可能にするための、学習コンテンツの整理を行う。一般にコンピュータの自動採点では、準備された一つの正解以外の解答は、不正解として扱われる。例えば、与えられた英単語を並べ替えた学習者の解答が、

“Olympics are watched by the people all over the world.”であった場合でも、完璧な正解(The Olympics are watched by people all over the world.)と一致しないため不正解となる。この解答はほとんど正解である。構文や文法的には正しいと考えて差し支えないし、意味も誤解なく伝わるので、十分部分点付与に値する。部分点の採点基準は、解答に含まれる誤りの程度（言い換えれば、正答として容認される度合い）を測る必要があるが、システムで自動的に評価するプログラムを開発することは極めて困難である。むしろ、予想される誤答に対して部分点を決めておいて、採点プログラムに記憶させる方が簡便であり、かつ有効性も保たれると思われるので、英語教育の知見と経験に基づく採点基準を作成し実装する。

また、問題のジャンル別管理・出題・検索に関しても、機械的なジャンル分けを行うこ

とは難しいので、あらかじめ人の手でジャンル分けをした上で検索システムに組み込むという作業を行う。そうすることによって、ジャンル別の正解率(%)を、学習者別に検索することも可能となり、個々の学習者のニーズにあった教材提供にもつながる(図2)。

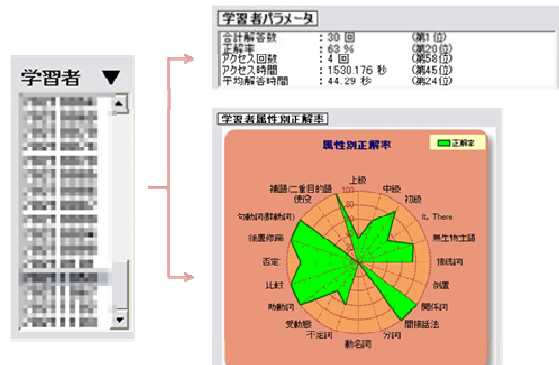


図2 文法項目別正解率

(2) システム面での開発は、解答に費やされた時間とマウスの挙動データとを解析し、正解答・誤解答の軌跡パターンによって、学習者の理解度を測るシステムを考案する。特に、誤解答の軌跡パターンには、学習者の解答時の迷いや自信の欠如を示す特徴が含まれていると考えられる。したがって、正解答の中に、このような誤解答の特徴的パターンが現れているとすれば、正解にたどり着いた学習者であっても理解度が十分ではないことを示唆していると判断できる。このように考え、マウスの軌跡データの中でも、解答に不要な（あるいは、余分な）挙動—例えば、Uターン（英単語の左右の移動）回数や、並べ替え回数の多さ—につながるデータが抽出できるようなシステムを考案する。

これら(1)と(2)の開発を終えた後に、学生を被験者として学習ソフトを試用させ、マウスの軌跡情報にもとづく学習者評価の有効性、理解度に応じた教材提供の可能性を検証し、さらなる学習支援ソフトの開発へつなげる。

4. 研究成果

(1) CALLに代表される一般的eラーニングシステムの履歴から閲覧できる学習時間や、正解率を分析するだけでなく、マウスの軌跡を再現し精査することによって、より正確に学習者の理解度を知ることができると考え、2011年度に、マウスの軌跡情報閲覧機能を持つシステムを準備し、14人の被験者を対象に予備実験を行い、そのデータを分析した。マウス挙動に関わるデータでは、特に、解答に要した時間、マウスのUターン回数、単語を並べ替える回数に着目した。これらの要素は、問題を解く際に一定の数量を必要とするものであるが、同時に、問題に含まれる

単語数によってある程度限定されるものでもある。つまり、複数単語を同時に移動する「グルーピング機能」を使用しない場合、並べ替えに必要な最小限の回数は、問題に含まれる単語数と同じであり、それを大幅に超える必要はない。この最小限の並べ替え回数におおむね比例して、解答に必要な時間やUターン回数も限定され、その数量を大きく超えるマウスの動きこそが、不要な動きと考えることができ、かつ、この不要な動きは学習者の解答時の迷い、自分の解答に対する自信の欠如を表す指標となり得るといふ仮説のもとに、実験を行いデータの分析を行った。

その結果、「解答に要した時間、マウスのUターン回数、単語を並べ替える回数」と、「正解率」（部分点を与えた「得点」と単純な正誤による〇×式の「正誤」）の相関関係を導き出すことによって、学習者の理解度（負の相関関係は理解度の不足を表すと考えられる）がある程度推測可能であることが明らかになった（表1）。さらに、このマウスの動作を数値的に分析することによって、結果的に答えが正しかったかどうかだけでなく、学習者の理解が不十分であるにもかかわらず偶然に正解にたどりついたことを示す「指標」を求められる可能性が見いだされた。

表1 14人の被験者を対象とした相関

パラメータ	得点	正誤
解答時間	-0.771	-0.796
Uターン回数	-0.697	-0.658
並べ替え回数	-0.776	-0.759

(2) 2011年度に見いだした可能性が、さらに確実性のあるものであることを実証するために、2012年度には、57人の被験者を対象に本格的実験を行った。また、この実験においては、「得点」よりも、理解/不理解の程度とより密接に結びつく「自信度」を分析データに加えた。データを分析した結果、解答時のマウスの挙動と学習者の理解度には相当の相関関係があることが改めて確認された（表2）。加えて、部分点式採点による「得点率」、および学習者本人が申告する解答に対する「自信度」のほうも、単純な正誤判定による正解率よりも、学習者の「理解度」をより正確に把握できることが、判明した。また、解答に直接に関わるマウスの動きを、より正確に履歴情報として記録するために、学習画面の「問題提示欄」と「解答欄」を分けるというシステム改良を施した上で、33人を対象に追加実験を行った。さらに、「並べ替え回数-単語数」という補正を施して、解答に要した余分な単語並べ替え回数を計算

し、分析に加えた。その結果、マウスのUターン回数や解答所要時間と同様に、単語を並べ替える回数（特に、補正後の並べ替え回数）と学習者の理解度の間に、強い負の相関関係があることが観察された（表3）。

表2 57人の被験者を対象とした相関

パラメータ	得点	正誤	自信度
解答時間	-0.777	-0.729	-0.848
Uターン回数	-0.735	-0.687	-0.759
並べ替え回数	-0.435	-0.413	-0.475

表3 33人の被験者を対象とした相関

パラメータ	得点	正誤	自信度
解答時間	-0.752	-0.564	-0.803
Uターン回数	-0.762	-0.559	-0.776
並べ替え回数	-0.625	-0.496	-0.622
補正回数	-0.705	-0.489	0.702

【注】表1～表3は、30題の問題ごとに各パラメータの平均を求め、そこから相関係数を算出した。標本数30の限界値（5%水準）は0.361である。

(3) 以上のことから、マウスの軌跡情報の分析が、解答結果からだけでは判断できない、学習者の解答時の迷いや、問題文が含む文法・構文への理解の不足を知る、有効な手段であることが分かった。今後は、解答中のどの部分で迷いが生じたか、どの文法項目が十分理解できていないかを探るために、マウス軌跡情報の部分検索（解答全体の軌跡情報でなく、解答中の一部の情報だけを取り出す）ができるようにシステムを改良する。また、迷いに関わるマウスの動きと、慎重さに帰因する動きとを区別する工夫も必要となる。そのために、個々の学習者がマウスを動かすときの癖を、解答時間、Uターン回数、及び単語並べ回数の平均値をもとにした「ハズレ値検定」を用いて分析する予定である。

マウスの軌跡分析が学習者の理解度把握に有効であることが実証されれば、語彙テストや、マルチプルチョイス（選択肢方式）による読解問題の内容理解度確認など、マウスを使って解答する他のe-ラーニングに応用できる。

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4件）

① 出海絢子、三木良介、宮崎佳典、厨子光

政、法月健、英単語並び替え問題におけるマウス軌跡再現および迷い抽出を志向した履歴検索 Web アプリケーション開発、日本 e-Learning 学会論文誌、査読有、Vol. 13、2013、(掲載決定)。

② M. Zushi, Y. Miyazaki, K. Norizuki, “Web Application for Recording Learners’ Mouse Trajectories and Retrieving Their Study Logs for Data Analysis,” Special Issue on “APTEL 2011 Best papers”, Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL), 査読有, Vol. 4, No. 1, 2012, 37-50.

<http://www.kmel-journao.org/ojs/index.php/online-publication/issue/view/14>

③ 出海絢子、三木良介、宮崎佳典、厨子光政、法月健、英単語並び替え問題におけるマウス軌跡再現および迷い抽出を志向した履歴検索 Web アプリケーション開発、日本 e-Learning 学会 2012 年度学術講演会、セッションIV(論文9)、査読無、2012、42-47、(学生セッション優秀賞受賞)。

④ Y. Miyazaki, M. Zushi, K. Norizuki, “Web Application for Recording Learners’ Mouse Trajectories and Retrieving Their Study Logs for Data Analysis,” in Cheng, Jiangan; Fu, Gangshan; and Han, Xibin (eds.), Asia-Pacific Technology Enhanced Language Learning, Xi’an: Shaanxi Normal University Press, 査読有, 2011, 95-99.

[学会発表] (計3件)

① M. ZUSHI, Y. MIYAZAKI, K. NORIZUKI, Development of Web Application: Recording Learners’ Mouse Trajectories and Retrieving Their Study Logs to Approach the Degree of Understanding, (2013TELDAP (Taiwan E-learning and Digital Archive Project) International Conference, March 16, 2013, Taipei, Taiwan: Academia Sinica)

② 出海絢子、三木良介、宮崎佳典、厨子光政、法月健、英単語並び替え問題におけるマウス軌跡再現および迷い抽出を志向した履歴検索 Web アプリケーション開発、(日本 e-Learning 学会 2012 年度学術講演会、平成 24 年 11 月 9 日、大手前大学)

③ 厨子光政、宮崎佳典、法月健、三木良介、ウェブを利用した英単語並び替え学習ソフトにおける問題提示と評価方法に関する提案、(外国語メディア学会第 79 回中部支部研究大会、平成 24 年 5 月 26 日、名古屋学芸大学短期学部)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

厨子 光政 (ZUSHI MITSUMASA)
静岡大学・情報学部・准教授
研究者番号：90187823

(2) 研究分担者

宮崎 佳典 (MIYAZAKI YOSHINORI)
静岡大学・情報学部・准教授
研究者番号：00308701
法月 健 (NORIZUKI KEN)
静岡産業大学・情報学部・教授
研究者番号：30249247

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：