

英単語並べ替え問題における迷い抽出機能の実装

三木良介[†] 宮崎佳典[†] 厨子光政[†] 法月健[‡]

静岡大学大学院情報学研究科[†] 静岡産業大学情報学部[‡]

本研究は、英単語並べ替え問題の解答時のマウス軌跡情報等の履歴情報に注目し、解答時に発生する「迷い」（解答に対する自信の無さ）を取得するモジュールの開発を目的とする。これまでに、問題単位でマウス軌跡にかかわる各種パラメータを比較し、迷いが発生していると思われる問題を抽出することを目指してきたが、本発表ではさらに、問題内における迷いの発生個所の特定化を目指す。これにより、教師および学習者が、問題に対する学習者自身の理解度をより正確に把握が可能となることが期待される。パイロット実験を行った結果について分析を行い、マウス軌跡による迷い予測の実現性について考察を与える。

1. はじめに

本研究は、英単語並べ替え問題の解答時のマウス軌跡情報等の履歴情報に注目し、解答時に発生する「迷い」（解答に対する自信のなさ）を取得するモジュールの開発を目的とする。出海ら[1]は解答時間や平均マウス速度などのパラメータに注目することで、迷いを含む問題を抽出できる可能性を示した。しかし、各種パラメータは個人ごとの差が大きいため、全履歴データを対象とした分析は適切でないと考えられる。迷いを含む問題を抽出することができ、さらにその迷いの内容および発生箇所の候補を挙げることができれば、その問題において教師および学習者自身が問題に対する理解度をより正確に把握可能になることが期待される。これを実現するために、迷いが強く発生している履歴データの特定、およびその迷いの発生箇所を取得するモジュールの開発を目指す。

2. 先行研究

中村らは、学習者に課した e ラーニング教材の難しさ・分かりやすさに対する学習者自身の印象の推測・評価することを目的として、顔動作情報を用いた推測手法の提案を行った[2]。その結果 75%程度の精度で学習者の主観的難易度の推定を行うことに成功した。この推測手法では、被験者に難易度アンケート結果を行い、その結果を用いて解答時間等の各種パラメータとの相関分析を行った。

堀口らは e ラーニングシステムを使用して学習者が問題を解いている際のマウスの移動速度や顔の動きに着目することで、学習者の行き詰まりを検知

し、心理状態をリアルタイムに推定するシステムの構築を行った[3]。しかし、行き詰まりが検出できないという精度面の問題点も同時に指摘されている。

出海らは、英単語並べ替え問題における学習・履歴分析モジュールの構築を行った[1]。またモジュールを用いて、部分点を使用した得点および自信度（学習者が解答にどの程度の自信を持てるかの度合い）を指標として採用し、各パラメータとの相関分析を行った。その結果、解答時間および平均マウス速度を参照することで学習者が迷った問題を抽出できる可能性があるとして述べている。しかし、具体的に学習者が問題のどの部分で迷っているかについては特定するまでには至っていない。

これに対し著者らは、[1]のモジュールを使用して英単語並べ替え問題の各履歴データにおける迷い抽出を目的として実験を行った[4]。また、全ての単語をドラッグ&ドロップ（以下 D&D）する仕様に変更するために、同一ライン上に提示された単語を並べ替える仕様であった[1]のモジュールに対し、新たに解答欄を実装した。実験では被験者に対してヒアリングを行うことで迷いの内容を詳細に調査し、迷いの生じている単語に関係する動作に着目することで、関係性のあるパラメータの調査を行った。その結果、解答欄内における D&D 操作、D&D 操作を行った後に次の D&D 操作を行うまでの時間（以下、入れ替え間時間）が長い部分の履歴データ等に注目することで迷いの発生箇所を取得できる可能性を指摘している。

3. 実験および分析

3.1 実験の概要

著者らは、英単語並べ替え問題における迷い抽出機能の実装に先立ち、対象となる履歴データを収集するため、某国立大学に所属する学生 40 名を対象に各々 30 問の英単語並べ替え問題に解答してもらい、履歴データの収集を行った。解答を開始すると問題提示欄に英単語が表示され、学習者はこれらを解答欄に移動させることによって解答を行う。また各問題解答終了後に自信度を 4 段階から選択しても

Module Implementation to Extract Occurrence of Hesitation in Solving Word-Reordering Problems

[†]Ryosuke MIKI, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

[†]Yoshinori MIYAZAKI, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

[†]Mitsumasa ZUSHI, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

^{*}Ken NORIZUKI, School of Information Studies, Shizuoka Sangyo University

らい、これを迷いの指標とする。解答時の条件を同一にするため、出題する問題は単語の初期順序をアルファベット順とした。結果、計 1,178 件の履歴データの取得に成功した（22 件のデータに関しては、実験中の環境における不具合等の理由により分析対象から除く）。

3.2 学習者ごとの相関分析

出海ら[1]は、自信度と各種パラメータの相関分析を全履歴データを対象として行うことにより、迷いの指標となる可能性のあるパラメータを調査した。しかし、各種パラメータには個人差が大きいため、全履歴データを対象とした分析は適切ではないと考えられる。そこで我々は、被験者 40 人について被験者ごとに分けて相関分析を行い、相関が有意であると判定された人数を比較することにより、迷いに関係する可能性の高いパラメータの調査を行った。5%水準において標本数 30 における限界値は 0.361 であり、これを超える相関係数が算出された被験者の数をパラメータごとに示す（表 1）。

表 1 相関が見られた学習者数（パラメータ別）

パラメータ	解答時間	総移動距離	平均速度	D&D 開始時間	最大静止時間
人数	36	23	32	6	22

決定後時間	D&D 回数	解答欄内 D&D 回数	U ターン回数 (横軸)	U ターン回数 (縦軸)
6	13	8	25	20

解答時間：問題の解答に要した時間

総移動距離：解答開始から終了までに移動した距離

平均速度：総移動距離を解答時間で割ったもの

D&D 開始時間：最初にドラッグ操作をするまでの経過時間

最大静止時間：解答中にマウスが最も長く静止した時間

決定後時間：並べ替え終了から解答終了までの時間

D&D 回数：英単語に対して D&D 操作を行った回数

解答欄内 D&D 回数：解答欄内で発生した D&D 回数

U ターン回数：マウス軌跡の進行方向が変化した回数

表 1 より、解答時間、総移動距離、平均速度、最大静止時間、U ターン回数（横軸）、（縦軸）において半数以上の被験者は自信度とパラメータの相関が有意である、という結果が得られた。よって、これらのパラメータが迷いの抽出に有効である可能性が高いといえることができる。

4. 迷い抽出機能の実装

本論の投稿時点では実装中であるため、実装した機能の詳細等は発表時に行う予定である。

過去に筆者らが行った実験[4]において、迷いを含む単語に見られた動作または傾向を以下に示す。

- ① 同じ単語における複数回の D&D 動作
- ② 解答欄内における D&D 動作

- ③ 入れ替え間時間が長い

③は、学習者により平均値が大きく異なるため、学習者ごとの最大値あるいはそれに見合うもの取得するのが望ましいと考えられる。そして、①～③のそれぞれの動作または傾向が見られた単語を迷いの候補単語としてリストアップする。

仮に、ある履歴データの同一の単語について①～③のいずれかの動作または傾向が見られた場合、その単語に迷いが発生している可能性は高い。ただし、②（解答欄内 D&D）は発生していない履歴データも多く、強い迷いを含む履歴データにおいても解答欄内入れ替えが 0 回のものは多く存在した。

迷いが発生している履歴データの抽出については 3.2 節の分析を踏まえ、各履歴データの解答時間、平均速度、総移動距離、最大静止時間、U ターン回数（横軸）、（縦軸）の値を用いて実装することを検討している。これらのパラメータについても個人差が大きいため、学習者別に判定を行うのが望ましいと考えられる。そして外れ値検定などで、各パラメータについて平均から大きく離れているものを多く含む履歴データを迷いが強い履歴データと判断するのが有望な候補の 1 つと考えている。

5. まとめ

著者らは英単語並べ替え問題における解答時の履歴データの収集および分析を行っている。今回の実験で収集した履歴データを用いて、被験者ごとにデータを分け、自信度と各種パラメータについて相関分析を行うことにより、迷いに関係する可能性の高いパラメータの調査を行った。

迷いが含まれている可能性が高い履歴データ、およびその迷いの内容を教師、学習者自身が確認することが可能になれば、教師および学習者自身が問題に対する理解度を把握することができる。これを実現するため、4 章の①～③の動作または傾向が見られた単語を迷いの発生箇所として抽出する機能を実装中である。

参考文献

- [1] 出海純子, 三木良介, 宮崎佳典, 厨子光政, 法月健: “英単語並べ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”, JeLA 学会誌, Vol.13, pp. 24-31 (2013).
- [2] 中村和晃, 角所考, 村上正行, 美濃導彦: “e-learning における学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定”, 2010 年電子情報通信学会論文誌, pp. 568-578 (2010).
- [3] 堀口祐樹, 小島一晃, 松居辰則: “e-learning における学習者の Low-Level Interaction 特徴に基づく行き詰まりの推定システム”, 第 24 回人口知能学会論文集, 2F1-3, pp. 1-4 (2010).
- [4] 三木良介, 宮崎佳典, 厨子光政, 法月健: “マウス軌跡情報に基づく迷い挙動分析 - 英単語並べ替え問題を例にして -”, 教育システム情報学会 研究報告, Vol.28, No.3, pp. 53-58 (2013).