

英単語並べ替え問題解答中の迷い推定を学習履歴として包含する 学習管理システム開発の試み

An Attempt to Develop Learning Management System Including Estimated Hesitation in Solving English Word Reordering Problems

山川 智也^{*1}, 宮崎 佳典^{*2}

Tomoya YAMAKAWA^{*1}, Yoshinori MIYAZAKI^{*2}

^{*1} 静岡大学大学院総合科学技術研究科情報学専攻

^{*1} Department of Informatics, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

^{*2} 静岡大学学術院 情報学領域

^{*2} College of Informatics, Shizuoka University

Email: yamakawa.tomoya.21@shizuoka.ac.jp

あらまし：当研究グループは英単語並べ替え問題を解答中のマウス軌跡情報を記録し、特徴量として軌跡情報や解答情報を使用した機械学習により学習者の解答中の迷いを推定する Web アプリケーションの開発を行っている。本稿では、教師や学習者が UI を操作することで任意の特徴量を使用した機械学習が行えるような機能や、履歴情報や機械学習の結果を可視化する機能を学習管理システム (LMS) としてプロトタイプ実装を行った。

キーワード：迷い推定, 学習管理システム (LMS), 機械学習, 英単語並べ替え問題, 学習履歴

1. はじめに

当研究グループでは、英単語並べ替え問題解答中のマウス軌跡情報を記録し、同軌跡情報や解答情報などから生成した特徴量を用いて機械学習を行い、学習者の迷いを推定するような研究を行っている。推定する迷いは問題単位と単語単位の2つがあり、最新の F 値はそれぞれ約 83%、約 68%である⁽¹⁾⁽²⁾。本稿では学習管理システム (LMS) 実装に向けて、Web アプリケーション改良、機能追加を試みた。LMS の代表的な機能として、e ラーニング機能や学習者や学習履歴の管理機能が挙げられる。今回は特に管理機能に着目し、機能追加を行った。本研究では機械学習により学習者の問題解答中の迷いを推定することが可能であるため、Web アプリケーション上で任意の特徴量を設定し、リアルタイムで迷い推定が行えるようなシステムを実装した。また、学習者間でデータ比較がスムーズに行えるように検索機能、可視化機能についても実装を行った。これらの機能により従来の LMS よりも学習者個々に適した学習支援や学習者分析の補助を行うことを目的とする。

2. システム概要

本システムは Web 上でマウスのドラッグ&ドロップ (D&D) 操作を利用して英単語並べ替え問題に解答する。その際の解答画面を図 1 に示す。解答画面では問題提示欄、解答欄、単語退避レジスタが用意されている。学習者は日本語文を参考にして問題提示欄の英単語を全て解答欄に移動させることで解答完了となる。学習者は単語を選択する際に矩形選択を行うことで複数単語をまとめて移動させる「グループ化機能」を使用できる。単語退避レジスタは単語を一時的に退避させるレジスタとなっている。

学習者は一問解答するごとに迷った単語の選択と

一問の解答を通じた迷い度の選択を行う。迷った単語の選択では「かなり迷った」、「少し迷った」、「ほとんど迷わなかった」の三つから選択する。特定の単語ではなく問題全体に対して迷った場合のために「全体的に迷った」という選択肢もある。問題一問の解答を通じた迷い度選択では「かなり迷った」、「少し迷った」、「ほとんど迷わなかった」、「誤って決定ボタンを押した」の四つから選択する。



図 1 解答画面

迷い推定では単語単位と問題単位の迷い推定があり、どちらも分類アルゴリズムはランダムフォレストを用いている。特徴量は単語と問題でそれぞれ異なるものを用いているが、今回の説明では問題単位の推定方法について説明する。

問題単位の推定では上記で示した四つの選択肢のうち「かなり迷った」、「ほとんど迷わなかった」の二値分類を行う。これまで提案された特徴量は約 30 個程度あり、グループに分けると以下の通りある。

- ・時間 ・距離 ・速度 ・Uターン回数
- ・レジスタ使用に関するもの
- ・グループ化機能に関するもの

例として時間であれば、解答全体の時間のほかに最初のドラッグから解答終了までの時間や解答開始から最初のドラッグまでの時間、マウスが静止して

いる時間といった様々な特徴量が計算される。今回のシステムではこれらの特徴量を任意に選び、選択した特徴量を用いて機械学習が行われる。なお、最新の先行研究で実際に用いられている特徴量や精度については参考文献(1), (3)を参照いただきたい。

3. 学習管理システムの提案

3.1 リアルタイムで迷い推定可能なシステム

本研究ではリアルタイムで機械学習を行い、迷い推定を行う機能は未実装であった。そのため別プログラムで予め作成された分類器を用いて推定を行う必要があった。そこで今回は、Web アプリケーション上で特徴量を選択することで、選択した特徴量を用いた分類器が生成され、機械学習が行われるようなシステムを実装した。特徴量を選択する画面の一部を図 2 に示す。

選択する特徴量			
解答全体	<input checked="" type="checkbox"/> 解答時間	<input type="checkbox"/> 移動距離	<input type="checkbox"/> 平均速度
	<input checked="" type="checkbox"/> 合計静止時間	<input type="checkbox"/> 最大静止時間	<input type="checkbox"/> 最大速度
	<input type="checkbox"/> 静止回数	<input type="checkbox"/> 最終dropから解答終了までの時間	
Uターン	<input checked="" type="checkbox"/> X軸Uターン回数	<input type="checkbox"/> Y軸Uターン回数	<input type="checkbox"/> 次回DragまでのX軸Uターン回数
			<input type="checkbox"/> 次回DragまでのY軸Uターン回数
第一ドラッグ	<input type="checkbox"/> 第一ドラッグ前時間	<input type="checkbox"/> 第一ドロップ後から解答終了を待てるまでの時間	

図 2 特徴量選択画面の一部

本システムの出力結果として、推定率と選択した特徴量のジニ係数(使用した特徴量に対する重要度)が表示される。これにより、利用者によって生成された分類器の推定精度や使用した特徴量の寄与度といった情報をリアルタイムで確認できるようになっている。さらに結果の比較を行うために、直近5回の検索フィルタを保存している。実際の結果表示画面を図 3 に示す。

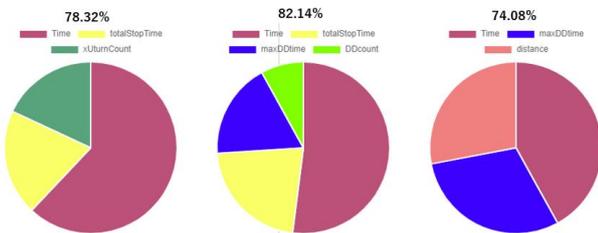


図 3 結果表示画面

特徴量を選択できるようにした理由として、これまでの研究結果から学習者や問題を限定することで、推定に貢献する特徴量や推定率が変化することが分かっている。そのため、より精度の高い分類器を作成できるような機能とした。

今回提案する LMS と他の LMS との大きく異なる点は、学習者の解答中の迷いを推定することが可能な点である。一般的な LMS では主に正答率、得点な

どから学習者の理解度を管理する。本システムではそれらに加えて学習者の迷いを推定することで、不正解だが迷い無しの場合や正解だが迷い有りというような詳細な理解度まで把握することができる。

3.2 学習者間の取得データ比較システム

LMS の機能として学習者間の進捗や記録を比較し、管理する機能がある。従来のシステムではこのような機能が存在しておらず、学習者間の比較が困難であった。そこで、今回は取得データのうち解答時間、正誤情報についてグラフによる可視化を行い、容易に比較できるよう機能追加を行った(図 4)。

本機能により教師に対し、学習者間の比較が容易になり、今後学習者特性の調査といった学習者分析などに役立てられると考える。学習者に対しては、自身の正答率や解答時間が全体に対してどの辺りに属しているかを知ることができる機能となっている。

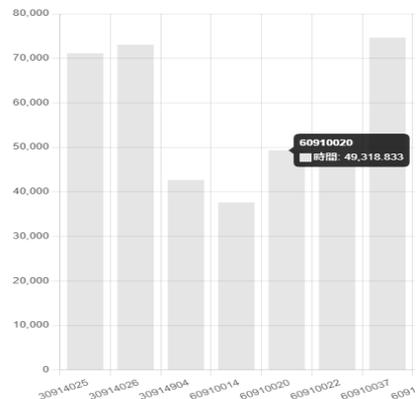


図 4 取得データ比較システム

4. まとめ

現在作成している学習管理システムについて、Web アプリケーションの改良、機能追加を行った。これにより学習者分析が容易に行えるようになり、迷い推定も利用者が設定した分類器を用いてリアルタイムで行えるようになった。今後は推定された迷いを用いて学習者分析を行い、学習者の理解度に適したフィードバックを行う機能追加を行い、実用的な学習管理システム実装に向けて取り組んでいきたい。また、迷い推定の際のアルゴリズムを最適化し、推定率の向上やシステムの利便性向上に繋げたい。

参考文献

- (1) 坂野 僚亮, 宮崎 佳典, 英単語並べ替え問題に解答する際に発生する迷いの解答履歴データ分析, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.(4)-789-790 (2021)
- (2) 山川 智也, 宮崎 佳典, 英単語並べ替え問題における迷い推定を利用した学習支援システム開発の試み, 情報処理学会第 86 回全国大会, [6ZG-04] (2024)
- (3) Y. Miyazaki, R. Banno, Detecting Learner's Hesitation in Solving Word-Reordering Problems with Use of Machine Learning for Better Precision, Companion Proceedings of the 11th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK21), pp. 121-123 (2021)