

# 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

山川 智也† 宮崎 佳典‡

静岡大学大学院総合科学技術研究科情報学専攻† 静岡大学大学院情報学領域‡

## 1. はじめに

我々研究グループは英単語並べ替え問題解答時のマウス軌跡情報を記録し、同軌跡情報や正誤などの解答情報を特徴量として使用した機械学習により、問題単位と単語単位における学習者の迷いを推定するような研究を行っている。先行研究では新規パラメータ策定や取得データ分析などにより推定率向上に焦点を当てた取り組みが行われていた。評価指標の F 値を参照すると、問題単位では約 83%<sup>[1]</sup>、単語単位では 2 節で示す手法において約 53%<sup>[2]</sup>となっていた。単語単位の推定においては評価指標や使用データ、迷いの有無によって大きく差が出ることが問題とされていた。本稿では、単語単位の迷い推定の際に問題単位で推定された迷いを特徴量の一つとすることで推定率向上を試みた。また、解答中のマウスの軌跡再現を行う機能において、迷いが推定された単語を起点とした再現開始を可能とした。加えて Web アプリケーション上で推定された迷いを閲覧できるように改良し、取得した学習履歴情報などをグラフや表を用いて可視化する機能追加により、学習管理システムとしての実装に向けた検討を行う。

## 2. システムの概要

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。学習者は日本語を参考にして問題提示欄の単語を最終的に全て解答欄に移動させることで解答完了となる。その際に矩形選択を行うことで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。

また、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。学習者は一問を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」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に「全体的に迷った」という選択をすることもできる。問題一問の解答を通じた迷い度の選択では「かなり迷った」、「少し迷った」、「ほとんど迷わなかった」、「誤って決定ボタンを押した」の四つから選択する。「誤って決定ボタンを押した」は解答データからノイズとして除去する。取得した軌跡データや解答情報を特徴量とし、機械学習を行う。



図 1 解答画面

迷い推定では単語単位と問題単位の推定が行えるが、どちらも分類アルゴリズムではランダムフォレストを用いている。異なる点として特徴量の扱い方が異なるが、本稿では単語単位の推定における方法を説明する。

機械学習においては正解ラベルとして「かなり迷った」、「ほとんど迷わなかった」の二値分類を行う。特徴量としては以下の通りである。

- ・D&D 回数
- ・解答時間
- ・移動距離
- ・移動速度
- ・静止時間
- ・D&D 間時間
- ・U ターン回数 (X 軸)
- ・U ターン回数 (Y 軸)

また、先行研究においては、何度も単語を D&D する可能性があるため、各特徴量において最大、最小、平均、合計の 4 パターン採用していたが、一度しか単語を D&D しない場合において各特徴量間の相関係数が高くなってしまい、多重共線性の問題に配慮が必要となる。これを回避するために、今回は解答時間、移動距離、静止時間、D&D 間時間、U ターン回数 (X 軸, Y 軸) は合計を、移動速度は最大を用いて機械学習を行う。

本実験で扱ったデータは 2019 年に行われた A

An Attempt to Develop a Learning Management System with Function to Detect Hesitation in Solving English Word-Reordering Problems

†Tomoya Yamakawa, Department of Informatics, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

‡Yoshinori Miyazaki, College of Informatics, Shizuoka University

大学の実験である。実験内容としては英語系科目を履修している学生 22 名を対象とした本問 30 問からなる 660 件のデータである。今回は単語単位の迷いを推定するため、単語データとしては迷い有りが 229 件、迷い無しが 5,558 件の合計 5,787 件のデータを扱う。機械学習の際は迷い無し、迷い有りのデータを少ない方のデータ数に合わせて同数ずつランダムに抽出し、10 分割交差検定を 10 回行った平均を結果とする。

### 3. 単語単位の迷い推定

2 の手法で機械学習を行った結果を表 1 に示す。どの評価指標もベースラインの 50%は超えているが、問題単位の約 83%の精度と比較するとかなり低い値になっていることが分かる。先行研究と比較すると、特徴量を減らしても精度が大きく変わることはなかったため、多重共線性問題については特徴量を減らすことで対処できることが分かった。また、F 値を見ても迷いの有りと無しで 1~2%ほどの差となっており、大きく離れているわけではないことが分かる。

表 1 特徴量減少後の分類結果

ラベル	適合率	再現率	F 値
迷い無し	58.0%	55.9%	56.3%
迷い有り	57.5%	59.5%	57.9%

先行研究では、問題単位と単語単位の迷い度推定において、別々に推定を行っていた。一方、学習者が迷ったと申告する際には問題と単語で関連性があると通常想定される。そこで今回は、問題ごとに推定された迷いの有無を Boolean 型として単語単位で迷い推定する際の特徴量の一つとして推定を行った。その結果を表 2 に示す。

表 2 問題単位の迷い特徴量追加後の分類結果

ラベル	適合率	再現率	F 値
迷い無し	67.7%	71.1%	68.8%
迷い有り	69.9%	66.3%	67.5%

表 1 と比較するとおおかた全ての評価指標において約 10%前後の精度向上が見られたため、単語と問題それぞれの迷いには相関があり、問題単位の迷いを推定した後に単語単位の迷いを推定することで精度向上することが分かった。

### 4. 学習管理システム開発の試み

本研究では、解答中のマウス軌跡再現や解答情報の閲覧機能はすでに実装されていたが、推定された迷いを利用してフィードバックを行う機能は実装されていなかった。そこで、今回はマウス軌跡再現において、単語単位で推定された迷いを利用して軌跡再現開始の場所を選択できる機能や解答情報を表やグラフを用いて閲覧

できるように改良し、学習管理システム開発の試みを行った。実際のマウス軌跡再現画面を図 2 に示す。本機能により特定の箇所からの軌跡再現が可能となり、軌跡再現における時間効率の向上や迷い検出において効率的な使用を促すことが出来る。

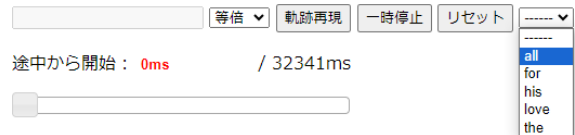


図 2 マウス軌跡再現画面

また、解答情報の閲覧機能を改良した概要図を図 3 に示す。従前には学習者が過去の解答履歴を迷いの有無を含め、詳細に閲覧できる機能はなかったが、本機能により特定の学習者が解答した問題や正誤情報、迷いなどをグラフや表を用いて視覚的に閲覧できるようになった。

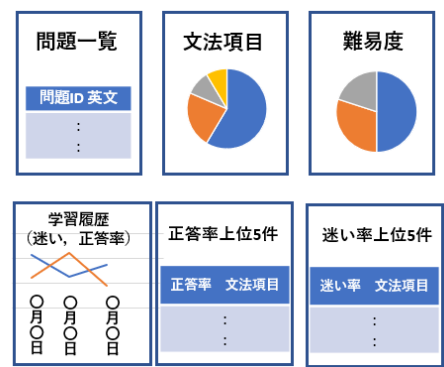


図 3 閲覧機能概要図

### 5. まとめ

今回は単語単位における迷い推定率向上と推定された迷いを利用した学習管理システムのプロトタイプ開発を行った。推定率に関しては多重共線性問題を回避しつつ向上させることができた。学習管理システム開発に関しては、マウス軌跡再現機能や閲覧機能において推定された迷いを用いて動作を変更したり、視覚的に理解しやすい閲覧機能となるように改良した。今後は推定率の向上ならびに学習管理のみならず、学習支援の足場かけを実現するシステム開発に一層取り組んでゆく所存である。

### 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 [4ZG-07] (2021).
- [2] 坂野 僚亮, 英単語並べ替え問題解答中の迷い箇所推測を指向した解答履歴データ分析, 静岡大学総合科学技術研究科情報学専攻令和 3 年度修士論文 (2022).