

教育ビッグデータを用いた知識マップの作成と アダプティブ英語学習環境の構築

Constructing Knowledge Map and Building Adaptive English Learning Environment Using Educational Big Data

滝井 健介^{*1}, Flanagan Brendan^{*2}, 緒方 広明^{*2}
Kensuke TAKII^{*1}, Brendan FLANAGAN^{*2}, Hiroaki OGATA^{*2}

^{*1} 京都大学大学院情報学研究科

^{*1} Graduate School of Informatics, Kyoto University

^{*2} 京都大学学術情報メディアセンター

^{*2} Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Email: kensuke.takii96@gmail.com

あらまし：e-ラーニングの実装の一つに、教材推薦システムがある。しかし、既存のシステムでは、システムの行う推薦や分析に学習者が納得できない恐れがあり、学習事項や学習者の知識に関するメタ知識の活用も不十分であった。本研究では、教育ビッグデータを用いて、メタ知識を反映させた知識マップの作成と、それを用いた理由付き教材推薦システムを主軸としたアダプティブな英語学習環境の構築を行う。

キーワード：教育ビッグデータ、アダプティブラーニング、教材推薦システム、英語学習、知識マップ

1. はじめに

e-ラーニングは、学びに関する多様な学習・行動履歴などの教育ビッグデータを収集・分析するラーニングアナリティクス分野の盛り上がりにより、従来の教育システムにはない様々な可能性をもつようになった。e-ラーニングの実装の一つである教材推薦システムでは、個々の学習者によって様々な習熟度や興味の対象に対応できるよう、パーソナライズされた推薦を実施することが重要である。また、英語教育における教材推薦システムでは、学習者が次に学ぶべき単語や文法事項、関心を持ちそうなリーディング教材、学習不足な分野の演習問題などが、推薦されるべき事項として挙げられる。

しかし、従来の教材推薦システムには、以下に挙げる2つの課題が存在する。

1. 推薦の根拠や理由を学習者に提示するものが少ないため、システムが行った分析や推薦に学習者が納得できないケースがある。
2. 学習すべき事項や、学習者の知識に関するメタ知識の活用が不十分である。

1. は学習者の主体的な学習意欲にかかわる課題である。なぜ自分にその推薦がなされたのか、システムがどのような分析を行ったのかに学習者が納得できなければ、学習者の主体的意欲を引き出すことができない⁽¹⁾。

2. は推薦による学習効率の向上にかかわる問題である。英語学習における「メタ知識」としては、例えば単語や文法事項どうしの共起関係や、覚えた単語を忘却する過程に関する知識といった、言語学的、教育学的知見が挙げられる。従来のシステムの多くは、一般的な推薦システムに利用される技術(協調フィルタリング、内容ベースフィルタリング)を応用するにとどまっているが、他に活用できる学際

的知識を応用することで、アダプティブ性を高め、結果推薦の効果の向上が期待できる。

2. 推薦における知識マップの利用

メタ知識を活用した教材推薦システムの例に、Takii et al. (2021)⁽²⁾の英語多読学習向け絵本推薦システムがある。これは、学習者のテキストの収録英単語を知識マップの形に整理し、推薦に利用する(図1)。知識マップとは、ある分野の知識をその意味的関係性を保ちながら整理したグラフ構造であり、Takii et al. (2021)⁽²⁾においては、枝で繋がった単語を連続して学習することで高い学習効率が期待できる構造をとる⁽³⁾。すなわち、知識マップは英文における単語の出現情報に関するメタ知識を反映している。

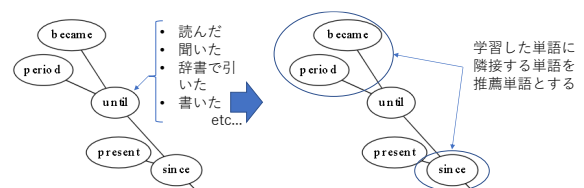


図1 知識マップの具体例及び推薦機構の動作

本研究では、教育ビッグデータを用いることで、より詳細かつ学際的なメタ知識を反映させた知識マップを作成し、知識マップ中の知識と学習者の学習ログを用いた推薦と、推薦の根拠を同時に提示するアダプティブな英語教材推薦システムを開発する。

3. 推薦システムの概要

3.1 システム構成

図2にシステムの全体像を示す。

まず、教材データベースから教材に関する知識が

抽出され、知識マップの形に予めモデル化される。次に、学習者が、英文を読む、問題を解くなどの学習行動を起こすと、学習ログが蓄積され、学習ログと知識マップ中の知識に基づいて学習者の各学習事項に対する理解度が推定される。推定された理解度は教材の推薦の生成に利用され、その理由・根拠とともに学習者に提示される。

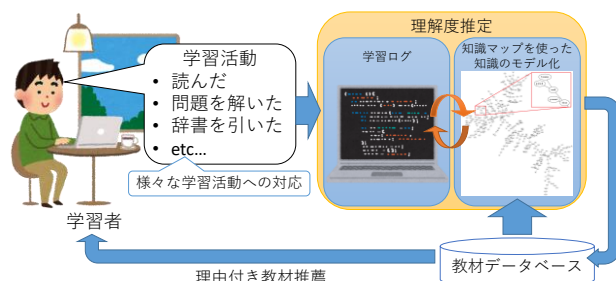


図2 教材推薦システム全体像

3.2 システム構成要素

3.2.1 知識マップ

本システムでは、知識マップにおいて、学習者の知識の習得や忘却を含めた知識状態を状態遷移モデルの形で管理する（図3）。これは、学習者がマップ中の項目を学習したら状態を理解度の高い状態へ遷移し、一定時間の経過や演習問題のミスなど、知識を忘却したと判断できるイベントの発生時に理解度の低い状態へ遷移するというモデルである。また、このモデルにより学習事項に重みづけを行うことで、学習事項を学習する順序を決定する。

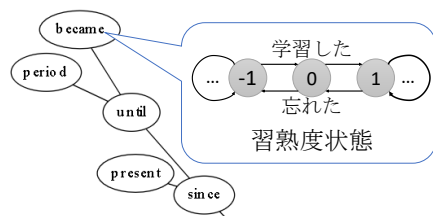


図3 知識状態の状態遷移モデル

知識マップの作成は、英語教材の内容、難易度、語数といったメタデータから、語彙及び英文法に関してそれぞれ行うものとする。語彙知識マップはFlanagan et al. (2019)⁽³⁾に示される手法で、英文法知識マップは各英文法の依存関係を反映させてそれぞれ作成する（例：仮定法過去の学習は、過去形の学習の後に行われるべきである）。これにより、知識モデルを用いた「モデル駆動」の推薦を実現する。

3.2.2 理解度推定

学習者による学習行動のログと、知識マップに格納された知識状態を総合的に用いて、語彙及び英文法に関する学習者の理解度や知識状態を推定する。これにより、教育ビッグデータを用いた「データ駆動」の推薦を実現する。

3.2.3 推薦、及び推薦理由の生成

推定した学習者の知識状態を基に、学習者が次に学習すべき教材の推薦や、その推薦理由を生成する。推薦の理由は、表1に示す観点から生成する。

表1 教材推薦理由生成の観点及び推薦理由の例

観点	推薦理由の例
学習者自身の学習履歴	理解度が低い知識を多く含む、習得した知識の応用が含まれる、興味を持ちそうな分野である
他の学習者の学習行動	成績上位の生徒がよく使っている、学習者間の人気が高い
同じ教材を学習した学習者の学習履歴	ミスしやすい分野である

4. 考察

一般的に推薦システムに必要とされるアダプティビリティは、本システムにおいては学習者個人の学習ログと知識状態を利用して推薦を実施するという点において保証されている。また、表1の観点から生成した推薦の理由を提示することで、学習者に自らの知識状態に関する自覚を育ませ、より計画的で効率の良い英語学習を支援することが可能になる。

また、本研究では、「モデル駆動」と「データ駆動」の両面から教材推薦を実施する。先行研究ではこれらのいずれか片方の観点のみからシステム開発を行ったものが多いため、これら両面から開発を行う点に新規性が認められる。

5. おわりに

本研究は、教材推薦システムにおいて、メタ知識と教育ビッグデータを活用し、推薦理由を学習者に提示するものを開発することで、学習者の意欲的な学習を促すことを目的とするものである。将来的には、英語学習における4技能「読む・書く・聞く・話す」を用いた学習に対応させ、教育現場を超えて継続的に利用される英語学習環境の構築を目指す。

参考文献

- (1) Duffy, M.C. and Azevedo, R.: "Motivation matters: Interactions between achievement goals and agent scaffolding for self-regulated learning within an intelligent tutoring system", Computers in Human Behavior, 52, pp.338-348 (2015)
- (2) Takii, K., Flanagan, B. and Ogata, H.: "An English Picture-book Recommender System for Extensive Reading Using Vocabulary Knowledge Map", In Proceedings of the 11th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK21) (2021)
- (3) Flanagan, B., Chen, M.A., Lecailliez, L., Majumdar, R., Akcapinar, G., Ocheja, R. and Ogata, H.: "Automatic Vocabulary Study Map Generation by Semantic Context and Learning Material Analysis", In Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education (ICCE2019), pp.698-702 (2019)