

電子教材の閲覧データとコンテンツ内容を用いた 学習者のスコア予測

小岸 沙也加[†]兵庫県立大学 社会情報科学部[†]島田 敬士[§]九州大学 大学院システム情報科学研究所[§]峰松 翼[‡]九州大学 データ駆動イノベーション推進本部[‡]川嶋 宏彰[¶]兵庫県立大学 大学院情報科学研究科[¶]

1 はじめに

初等中等教育から高等教育まで、タブレットやノート PC が幅広く普及し、講義資料の閲覧や課題の提出等で用いられるようになってきている。講義資料の閲覧や操作では、オンラインで配布された PDF 等の資料をダウンロードしてオフラインで閲覧する形態だけではなく、デジタル教材の配信システム上に教師がアップロードした講義資料をオンラインで閲覧する形態もある。後者の形態では、いつどの学生がどのページでどのような操作をしたかという、詳細な操作ログを取得できる。この閲覧データを解析することで各学生の理解度や、つまづき箇所を推定できれば、個々の学生に早い段階でアプローチすることができ、学生の学力向上に繋がると期待できる。

学生の行動から成績予測を行った研究として、デジタル教材の配信システムのひとつである BookRoll システムから得た閲覧データを用いて、毎週の生徒の成績を予測し、受講期間中に随時リスクのある学生とない学生に分類する試み [1] や、ニューラルネットワークの解釈手法を用いてどのような学習行動が成績に関連するかを調べた研究 [2] がある。一方で、閲覧コンテンツそのものの情報も成績予測には有効である可能性があるが十分検証されていない。

そこで本研究では、学習者の行動を記録した閲覧データに加えて、講義で使用されたスライドなどの講義資料（本稿では「コンテンツ」と呼ぶ）のテキスト情報を利用することで、各学生の理解度の推定精度向上を目指す。ここで理解度とは、毎週講義後に行われる小テストの点数（スコア）とし、閲覧データは BookRoll システムで得られた操作ログを用い

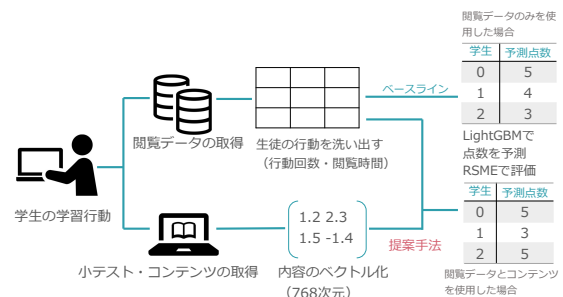


図1 本研究の全体像

る。このとき、コンテンツ情報の利用が小テストのスコア予測にどれだけ貢献するかを検証する。

BookRoll システム BookRoll システム [3] は、教員がアップロードした講義資料や教材を学生がオンライン上で閲覧できるシステムである。閲覧データとしては、たとえばコンテンツを開く／閉じる、次のページへ進む、一つ前のページへ戻る、マーカーやメモを付与する、コンテンツ内検索を行うといった操作を行ったタイミングで、その操作タイプが、操作を行った学生の ID、日時、コンテンツ番号、ページ番号、操作タイプなどの情報と共に記録される。

2 コンテンツを利用したスコア予測

図1は本研究の全体像である。BookRoll から得られた閲覧データより、各学生について、あるコンテンツの各ページにおける操作タイプごとの操作回数および閲覧時間を求め、これら特徴量を要素とするようなベクトルを各学生の「行動特徴ベクトル」と呼ぶ。ここで、学生 i のコンテンツ c における行動特徴ベクトルを $u_c^{(i)}$ と表す。 $u_c^{(i)}$ の次元数は「ページ数 \times (操作タイプ数 + 1)」（最後の 1 は閲覧時間に対応）であり、ページ数はコンテンツ c によりそれぞれ異なる。

本研究では、さらに学生 i がコンテンツ c においてよく閲覧したページの内容情報を多く含む「閲覧コンテンツベクトル」 $v_c^{(i)}$ を求め、行動特徴ベクトルに連結する。この統合された特徴ベクトルを用い

Predicting learner scores using browsing data and content of electronic learning materials

[†] Sayaka Kogishi, University of Hyogo

[‡] Tsubasa Minematsu, Kyushu University

[§] Atsushi Shimada, Kyushu University

[¶] Hiroaki Kawashima, University of Hyogo

て、小テストのスコア予測を行う方法を提案する。ベースラインとして、行動特徴ベクトルのみを使用した場合でもスコア予測を行い、予測精度を比較する。

閲覧コンテンツベクトル まず、コンテンツ c に含まれる各ページのテキスト情報のベクトル化を行う。ベクトル化には、事前学習済みの Sentence-BERT [4] を使用するものとし、これによりページ p ごとに 768 次元の「ページベクトル」 $v_{(c,p)}$ が得られる。ただし単位ベクトルに正規化を行った。ここで、各学生がよく閲覧したページの内容情報を多く含むようなベクトルを得るために、学生 i のページ p に対する閲覧時間の総和 $t_{(c,p)}^{(i)}$ に基づいてページベクトルに重みづけを行って足し合わせる。具体的には、閲覧時間をそのまま各ページの重み $w_{(c,p)}^{(i)} = t_{(c,p)}^{(i)}$ としてページベクトルの線形和 $v_c^{(i)} = \sum_p w_{(c,p)}^{(i)} v_{(c,p)}$ を求め、単位ベクトルに正規化して閲覧コンテンツベクトルとする。ただし、同じページを継続して 5 分より長く開いていたログは、長時間放置されたものとして、各ページの閲覧時間の総和から除外した。

3 評価

3.1 データセット

2020 年に九州大学の情報系科目の講義で取得された BookRoll システムの閲覧データ、講義で用いられたコンテンツ、および講義中に行われた小テストの結果（小テストデータ）を用いる。

講義は 100 名の学生に対し 90 分授業が 7 週間に渡って行われ、各授業の最後の約 10 分間で小テストが行われた。閲覧データは計 200,818 行のログからなる。小テストは 5 問の択一式の問題であり、学生が小テストを提出したタイミングで、問題の文章、学生の選択した選択肢、正解か否か、および提出時間が記録される。

3.2 予測および評価方法

スコア予測は小テストごとに LightGBM を使用して行う。5-fold 交差検証を用いて各 fold の RMSE の平均により評価する。評価には小テストごとに求めた 5 点満点のスコアを使用する。2 週目は 2 つのコンテンツが使用され、小テストが 2 回分行われたため、2 週目 (1) と 2 週目 (2) に分けてスコア予測を行う。

行動特徴ベクトルは、講義時間外の操作を全て用いる場合 (all) と、講義時間内および前後 1 時間の操作に絞った場合 (in-lec) の 2 通りで計算し比較する。行動特徴ベクトルに含める操作タイプは、事前に LightGBM で各小テストのスコア予測を行った際

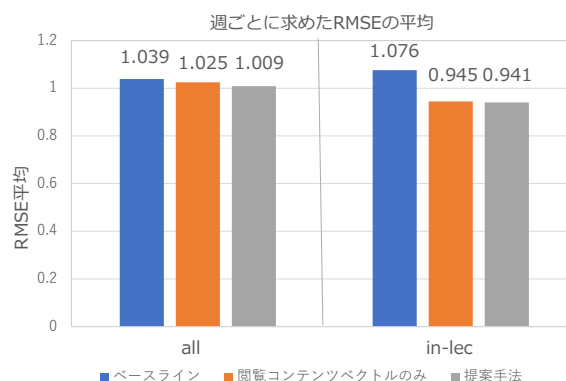


図2 小テストごとに求めた RMSE の平均

に、いずれの小テストでも予測結果への寄与度が 0 であった操作タイプを除いた。

3.3 結果

ベースラインの手法と提案手法で小テストごとにスコア予測を行い、求めた RMSE の平均を図 2 に示す。all と in-lec のどちらの条件でも、行動特徴ベクトルのみを用いる場合 (ベースライン) に比べて、閲覧コンテンツベクトルを用いる場合が予測誤差が小さく、両方のベクトルを用いた場合が最もよかった。

3.4 課題

結果から、学生の行動を講義時間内（前後 1 時間含む）に絞ることはスコア予測の精度向上に繋がる。また、ベースラインと比べて提案手法では RMSE の値が下がっていることよりコンテンツ情報を含めることはスコア予測の精度向上に繋がり、学習行動の中では各ページの閲覧時間がより重要であると言える。本研究では実験していないが、行動の重要度に加え、ページの重要度を変えることでより高い精度を期待できる。

謝辞 本研究の一部は科研費 JP19H04226 の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] Leelaluk Sukrit, Minematsu Tsubasa, Taniguchi Yuta, Okubo Fumiya, and Shimada Atsushi. Predicting student performance based on lecture materials data using neural network models. *CEUR Workshop Proceedings*, pp. 11–20, 2022.
- [2] 椎野徹也, 峰松翼, 島田敬士, 谷口倫一郎. デジタル教材の学習ログと成績の関連分析. 情報処理学会研究報告, Vol. 2020-CLE-30, No. 10, pp. 1–4, 2020.
- [3] Ogata Hiroaki, Oi Misato, Mohri Kousuke, Okubo Fumiya, Shimada Atsushi, Yamada Masanori, Wang Jingyun, and Hirokawa Sachio. Learning analytics for e-book-based educational big data in higher education. In *Smart Sensors at the IoT Frontier*, pp. 327–350. Springer, Cham, 2017.
- [4] <https://huggingface.co/sonoisia/sentence-bert-base-japanese-mean-tokens-v2>. last accessed on 11 January, 2023.