機械学習による学習者の理解度推定

Estimation of Student's Performance based on Learner's data using Machine Learning

東 るみ子
Rumiko AZUMA
日本大学商学部
College of Commerce, Nihon University
Email: azuma.rumiko@nihon-u.ac.jp

あらまし：現在大学では学生の学力の低下が課題となり，教員は学生のつまずきを把握し，それに併せた学習支援を行うことが必要となっている．そこで本稿では，大学で従来から活用されているリアクションペーパーや授業アンケート，小テスト，試験などの情報をもとに，機械学習を用いて学習者の理解度の推定を試みる．理解が不十分な学生を早い段階から客観的に把握することができれば，最適な学習指導を促すことが可能になると考える．
キーワード：データマイニング，学習分析，機械学習，リアクションペーパー

1. はじめに

大学生の学力の低下が問題となり，近年リメディアル教育を導入する大学が増えてきている．そのため，従来の講義では理解ができない学生も増えており，教員は学生のつまずきを把握し，それに併せた学習支援を行う必要性が求められている．一方，教育情報のビッグデータ化に伴い，学習履歴と学習者の行動を分析することで，学習の質の向上をはかる研究も進んでいる．

そこで本稿では，大学で従来から活用されているリアクションペーパーや授業アンケート, 小テスト, 試験の点数などの情報をもとに，機械学習を用いて学習者の理解度の推定を試みる．従来から大学の講義で活用されているデータから，学生の成績を推定することができれば，講義を進めていく過程の中で理解が不十分な学生を客観的に把握することが可能となり，学習指導の改善に繋げることができる．

2. 先行研究

東[1]は，カリフォルニア大学バークレー校で実施された Minute Paper[2]をベースとした「学習の振り返りシート」を用い，大学生の授業に関する自由記述と学生自身による理解度と予備知識に関する主観的評価から学生の理解度と関連の強い要因を分析した．授業ごとの自由記述に関しては,「軽い振り返り」「深い振り返り」など 7 つのタグ付けを行い，定期試験の点数との関連分析を行った．分析の結果,「深い振り返り」に弱い正の相関($r=0.314$, $p<.05$)は見られたものの，定期試験の結果に強く影響を及ぼす要因を見つけることはできなかった．

そこで本稿では，学生の理解度と関連のある要因を探るのではなく，理解度の低い学生と関連のある要因を分析し，学習データから成績不良の学生を推定する問題を考える．

3. 機械学習による成績の推定

3.1 学習データの説明

本稿では, 先行研究で用いた学生 66 名分の学習の振り返り(自由記述)，理解度と予備知識度合の 5 段階アンケートの結果，小テストの点数，及び定期試験の点数を分析データとして使用した．

目的変数には定期試験の点数を使用した．説明変数には次の 13 変数を用いた．授業毎の(a1)小テストの点数，(a2)理解度，(a3)予備知識度の 3 つの変数．学習の振り返りの自由記述文章における(b1)専門用語の平均出現頻度, (b2)文字数の平均の 2 つの変数．さらに振り返り文章にタグ付した(c1)深い振り返り, (c2)軽い振り返り，(c3)質問，(c4)感想，(c5)一言，(c6)要望，(c7)疑問，(c8)授業内容のみ，の 8 つの平均出現回数を説明変数とした．

3.2 変数間の相関関係

13 の説明変数に目的変数を加えた 14 種類の変数に対し，相関行列を作成し，変数間の相関関係を調べた．

その結果，目的変数と最も相関が高かった変数は(c5)一言($r=-0.47$), 次いで(c4)感想($r=-0.43$)であった．

説明変数間では，(b2)文字数の平均と(c1)深い振り返り($r=0.856$)，(b1)専門用語と(c1)深い振り返り($r=0.803$)が高い相関を示した．いくつかの変数間で高い相関はみられたが，本稿では成績不良の学生を推定することを目的とするため，全ての変数をそのまま予測モデルの変数として扱うことにした．

3.3 推定アルゴリズム

教師あり学習でクラス分類ができる 7 つの機械学習のアルゴリズムを用い，成績の推定を行った．本稿では，主に成績不良の学生を推定することを目的としているため, 目的変数である定期試験の点数（平均値：58.7，SD：18.7）を 2 つのカテゴリ（60 点以上：問題なし，60 未満：問題あり）に分類し，バイナリデータとして扱った．

推定結果の評価には，前節で挙げた学生のデータを学習データとモデル評価を行うテストデータに分割し，推定結果の妥当性の検証を行う交差検証を用

いた．

3.4　各アルゴリズムによる推定精度

それぞれの機械学習アルゴリズムによる推定精度(F 値)を表 1 に示す．7 つの中で，Random Forest で成績を推定したときの精度が 53.3%と最も高かったため，本稿では Random Forest による分析結果をもとに考察を行った．

表 1　成績推定における精度（F 値）

アルゴリズム名	精度
Naive Bayes	42.9%
Generalized Linear Model	30.8%
Logistic Regression	30.8%
Deep Learning	40.0%
Decision Tree	40.0%
Random Forest	**53.3%**
Gradient Boosted Trees	30.8%

3.4　Random Forest による分析

Random Forest とは複数の決定木の結果をあわせて，識別，回帰，分類を行うアンサンブル学習である．本稿では，ランダムサンプリングする説明変数の数（木の深さ）を 4，木の数を 100 として予測を行った．構築された予測モデルにおける説明変数の重要度を表 2 に示す．ただし，各変数の重要度は最大値の変数を 1 として相対化したものである．

表 2　説明変数の重要度

説明変数	重要度
(b1) 専門用語の平均出現頻度	1.00
(c4) 感想	0.93
(c1) 深い振り返り	0.77
(c7) 疑問	0.70
(c6) 要望	0.68
(b2) 文字数の平均	0.66
(c5) 一言	0.60
(c3) 質問	0.45
(a2) 理解度	0.38
(a1) 小テストの点数	0.27
(c2) 軽い振り返り	0.17
(c8) 授業内容のみ	0.01
(a3) 予備知識度	0.01

表 2 より，成績を推定するにあたり(b1)専門用語の出現頻度が最も重要度が高く，次いで(c4)感想，(c1)深い振り返りの影響が高いことがわかった．学生の主観評価である(a2)理解度や(a3)予備知識度は，さほど成績の推定に影響を及ぼしていない結果となった．

さらに成績が「問題あり」の学生を決定する際の影響度の高い説明変数を調べた．その結果を図 1 に示す．成績「問題あり」に正の影響を及ぼしている変数は，(c4)感想と(c2) 軽い振り返りであった．すなわち，振り返り文の内容が「感想」または「軽い振り返り」に分類された回数が多かった学生ほど，成績が悪かったことを示している．

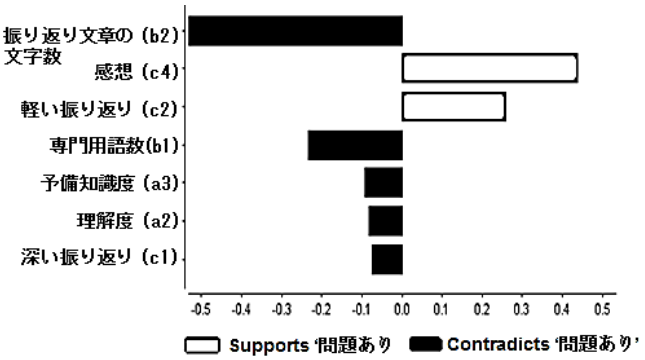

図 1　成績「問題あり」に対する説明変数の重要度

一方，(b2) 文字数の平均は負の影響度が最も高くなっていることから，振り返り文章の文字数が多い学生ほど成績が悪くないといえる．また，(b1) 専門用語に関しても成績「問題あり」に対して負の影響があることがわかった．

4.　おわりに

本稿では，機械学習アルゴリズムを用いて大学生の成績の推定を行った．推定精度が最も高かった Random Forest による分析の結果, 学習の振り返りにおいて「文字数」や「専門用語」が少なく，「感想」が多い学生ほど，成績が「問題あり」になることがわかった．一方，「文字数」や「専門用語」が多く，「疑問」が多い学生ほど成績は「問題なし」であった．

今後の課題としては，予測精度を向上させるためにデータ数を増やすことが考えられる．また，学習者の自由記述の文章を，どの視点から分類をすれば学習者の特徴を最も表す分類になるのかを再検討する必要がある．本稿で用いた分類は，KHcoder[3]のコーディングルールに基づいたものであったが，先行研究[4][5]にみられるような別の分類法も検討する必要がある．

参考文献

(1) 東るみ子: “テキストマイニングによる学習者の特性と理解度の分析”，教育システム情報学会第 42 回全国大会, pp.73-74 (2017).
(2) B.G. Davis, R. Wilson, L. Wood: 授業をどうする!—カリフォルニア大学バークレー校の授業改善のためのアイデア集”，東海大学出版会(1995).
(3) 樋口耕一: “社会調査のための計量テキスト分析”，ナカニシヤ出版，(2014)
(4) 新谷一朗，長井孝幸，峯恒憲: “中学生の授業後振り返り文に基づく成績推定”,電子情報通信学会信学技報，117(326), pp.31-36 (2017).
(5) Sorour Shaymaa, Mine Tsunenori, Goda Kazumasa, Hirokawa Sachio: “Examining students' performance based on their comments data using machine learning techniques”，電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, p.350 (2014).