

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 3 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540183

研究課題名(和文) 学習者の授業後報告文に基づく行動特性の推定と授業評価手法の研究

研究課題名(英文) Study on Relation between Student Learning Situation and Lecture Evaluation Using Student Comments Collected After Every Lessons

研究代表者

峯 恒憲 (MINE, Tsunenori)

九州大学・システム情報科学研究所・准教授

研究者番号：30243851

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：学習者の毎回の授業後の報告文の分析を行い、学習者の学習行動特性や授業評価と関連の強いと思われる語句や表現の抽出を行った。学習行動特性として、学習の意欲や努力度、理解度、協調度、気づき度の5項目を設定し、各項目に関する語句の抽出を行った。これら抽出語句や学習行動特性と、学習者の最終成績との相関を調査した。最終成績推定手法として、様々な機械学習手法を組み合わせ利用し、推定精度の改善を図った。最終成績推定精度と、授業の難易度との間に、相関があることを確認した。特に、報告文の記載には、記載内容の例示やモチベーションアップのためのコメントのフィードバックが必須であることを確認した。

研究成果の概要(英文)：We analyzed student free-style comments written by themselves just after every lesson and extract words related to student learning characteristics, learning performance and/or class assessment. We set five learning attributes: effort, attitude, understanding, collaboration, findings and proposed novel methods to estimate student learning performance using the learning attributes. The methods use several machine learning methods such as SVM, Artificial Neural Network, Random Forest, LDA, pLSA, LSA, Word2Vec, Multi-instance Learning. We found there were high correlations between combination of the attributes and student grades. We also showed the effect of teacher interventions for improving the quality of student comments, understanding student learning situations and estimating student learning performance.

研究分野：情報知能工学

キーワード：テキストマイニング ラーニングアナリティクス 機械学習 コメントマイニング 授業後報告文 成績推定 学習状況推定

1. 研究開始当初の背景

学習者の行動特性は、学習者の修得知識や技術の評価(成績)を考慮することが求められている。学習者の修得知識を主とした学習状況把握手法として、e-Learning ログやテスト結果を利用した研究が盛んに行われている。しかし、これらは学習者の行動特性を直接求めるものではなく、授業評価との関係についても言及していない。これまでの授業評価は主に学生アンケート(学生の主観的評価)に頼っているが、学生の行動特性との関係は不明である。従来手法での利用データと、解釈方法などを表1にまとめる。

表1: 従来手法で、学習状況や学習行動推定に用いられてきたデータと解釈方法

データ	解釈方法	利点	問題点
eLearning ログ	定量的	収集, 分析が容易	意味解釈が困難
テスト結果	定量的	分析が容易	良問作成と採点の手間大
態度観察, インタビュー	定性的	個別理解が可能	手間が大
自由記述文	定性的	収集, 解釈が容易	手間が大

2. 研究の目的

学生に自身の講義に対する取組を、講義前(P)、講義中(C)、次回(N)という三つの時系列的観点から自由に記述させた学習報告文を定量的に分析・利用するPCN法を提案し(文献[1])、各学生の特性と成績との間に高い相関があるという手掛りを得ている(文献[2],[3])。PCN法では、学生に依頼する記述項目を教師が自由に設定することで色々な観点の定量的分析を可能とする。そこでPCN法を学習者の行動特性評価、授業評価に応用することを考え、次の3つの実施を目的とした。

本研究ではPCN法を基に、

- (1) 学習者の報告文と授業目標や行動特性の習得基準とを照合し、学習者の成績や相互評価などと相関の高くなる行動特性指標の定義、
 - (2) 習得基準達成学生の割合、授業で改善すべき問題、成績分布などに基づく授業評価指標の定義、
 - (3) 改善方法の記録・再利用化を可能とする、効率的かつ継続可能な授業評価・改善法の確立、
- の3つの実施を目指す。

参考文献

- [1] 合田和正, 峯恒憲. 自己学習評価文章の授業回時系列分析による学習状況の把握.

教育システム情報学会, Vol.30, No.1, pp. 104-109, 2013.

- [2] [2] Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa, Tsunenori Mine. Automated Evaluation of Student Comments on Their Learning Behavior, The 12th International Conference on Web-based Learning, Vol.8167, pp 131-140, 2013
- [3] [3] Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa, Tsunenori Mine. Correlation of Grade Prediction Performance and Validity of Self-Evaluation Comments, ACM Conf. on SIGITE/RiIT'13, pp. 35-42, 2013

3. 研究の方法

研究方法として、実施する項目を以下に記す。

- (1) 学習者の毎回の授業後の報告文の分析を行い、学習者の学習行動特性や授業評価と関連の強いと思われる語句や表現の抽出を行う。
- (2) 学習行動特性として、学習の意欲や努力度、理解度、協力度、気づき度の5項目を設定しこの設定項目に従い、学習者に毎回の授業後に、報告文を記述してもらい、各項目に関する語句の抽出を行う。そして、これら抽出語句や学習行動特性と、学習者の最終成績との相関を調査する。
- (3) 最終成績推定手法として、様々な機械学習手法(LSA, k-means, LDA, pLSA, SVM, ANN, Random Forest, Decision Tree, Word2Vec, 2段階マルチインスタンス学習, 多数決法など)を組み合わせて利用し、推定精度の改善を図る。特に、多数決法や2段階マルチインスタンス学習法は、学習者の授業後報告文のデータ内容や、各回の分析結果について、複数授業回分を一つにまとめて扱うため、毎回の各授業回に対して実施した最終成績推定精度が安定することが期待される。
- (4) (3)で利用する手法で得た最終成績推定精度と、毎回の授業内容の難易度との間に、相関があることを確認する。これにより、授業で改善すべき問題などが明らかとなる。
- (5) 報告文の記載を促すために、どのような手法が必要か、たとえば、記載内容の例示やモチベーションアップのためのコメントのフィードバックが、必要であるか否かを確認する。

4. 研究成果

下記に研究成果をまとめる。

- (1) 学習者の毎回の授業後の報告文（以下、学習者報告文）の分析を行い、その結果から、学習者の学習行動特性や授業評価と関連の強いと思われる語句や表現（学習属性表現）の抽出を行った。
- (2) 学習属性表現として、学習の意欲や努力度、理解度、協調度、気づき度の5項目を設定し、各項目に関する語句の抽出を行った。5項目設定時に利用した質問文は次の通りである。
 1. 授業前に何をどれだけ勉強しましたか？（努力度、学習意欲）
 2. 授業中に何かわからなかったことはありますか？（理解度）
 3. 授業を通して気づいたことは何ですか？（気づき度）
 4. 授業中もしくは授業外で友達と教えあったり、質問したり、話し合いましたか？（協調度）
 5. 次の授業までに何をしますか？（学習計画、学習意欲）

なお、学習意欲を表すキーワードについては、予め、設定したものを抽出対象とした。さらに、肯定・否定表現にも着目し、その抽出も行った。否定表現は、助動詞や形容詞の「ない、ぬ」だけを扱うこととし、その表現を含まない場合、肯定表現とした。また、5項目に対応しない場合、「肯定・否定表現記載なし」と判断した。

- (3) これら抽出語句と、学習者の最終成績との相関を調査した。特に、学習行動特性と学習成績との相関を調べ、各グレードの学生グループの学習行動特性に基づく特徴を明らかとした。
- (4) 最終成績推定手法として、様々な機械学習手法（LSA, k-means, LDA, pLSA, SVM, ANN, Random Forest, Decision Tree, Word2Vec など）を組み合わせ利用し、推定精度の改善を図った。その際、LSA や、pLSA, LDA などのトピックモデルを利用し、語句をグルーピングする効果を確認した（Topic-based Method）また、(1)(2)で示した学習属性表現を利用した手法（Attribute-based Method）を提案し、Topic-based Method と比較して、同等以上の最終成績推定性能が出ることを確認した。これら両手法の内容を図1に、最終成績推定結果を図2に示す。

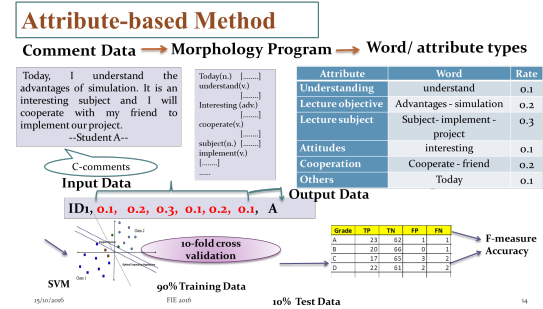
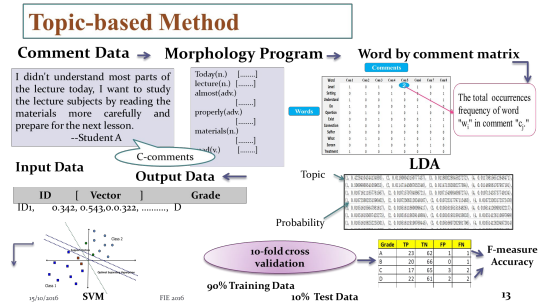


図 1 Topic-based Method（上）と Attribute-based Method（下）

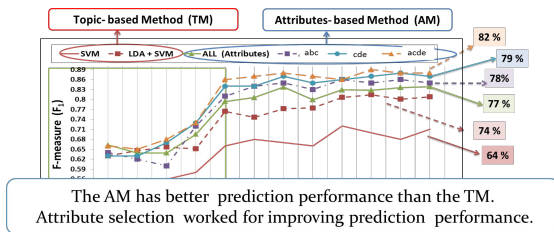


図 2 Topic-based Method と Attribute-based Method の最終成績推定結果比較

- (5) 二段階マルチインスタンス学習や、多数決法などといった新たな成績推定手法を提案し、成績推定精度の改善を行った。その結果、各回での成績推定に比べ、安定した推定ができることを確認した。図3に二段階マルチインスタンス学習法を用いた時の推定結果を示す。90%を超える精度を得られることを確認した。

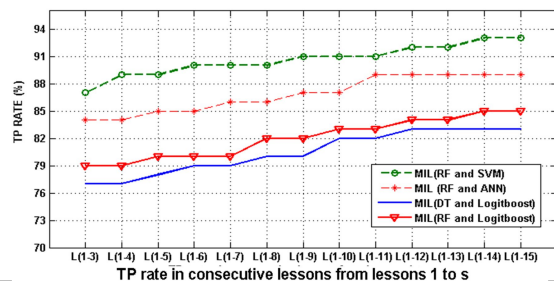


図 3 二段階マルチインスタンス学習による推定結果

- (6) 高い成績推定精度を保ちながら、推定に寄与するルールの視覚化を可能とするため、SVM からルールを抽出し、そのルールを Random Forest で学習させることで、機械学習に不慣れな教員でも理解可能な成績推定手法の開発を行った。

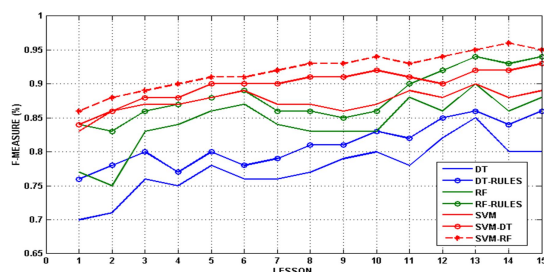


図 4 複数の機械学習手法を組み合わせて利用した最終成績推定結果

この結果、推定に寄与するルールの視覚化を実現するだけでなく、推定精度の向上にも寄与することを確認した。

- (7) サウジアラビアの大学の授業で、報告文の記載には、記載内容の例示やモチベーションアップのためのコメントのフィードバックが必須であることを確認した(図2)。図2では、4回まで、自由に学生に報告文を記載させていたが、教材の内容の写しが多く、表面的な記述しかなかったため、その後、例示を行うとともに、書き方などの指導をフィードバックとして与えた。また、他の学習者との協調学習が、学習成績を向上させる鍵であることも授業中に説明することで、それらの内容についての記述が5回目から増えた。ここでは、日本の大学生に与えた学習属性項目とは異なるものを利用している。

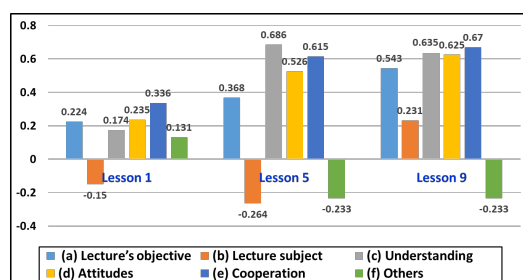


図 5 学習属性項目と学習者の最終成績(グレード)との相関

図5では、学習者の最終成績と、各学習属性項目との相関を示している。中程度の相関を持つ項目があることがわかり、属性を利用した成績推定が可能であることがわかった。同時に、日本と異なる学習属性項目の選択が求められることがわかっただけでなく、そ

のような国や授業内容、学生に合わせた、適当な学習属性項目の選択ができることも明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 7 件)

- (1) Shaymaa E. Sorour, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine, Comment Data Mining to Estimate Student Performance Considering Consecutive Lessons, Educational Technology & Society Journal, Vol. 20, No. 1, pp. 73-86, (2017) http://www.ifets.info/journals/20_1/7.pdf (査読有)
- (2) 石岡恒憲, コンピュータ上で実施する記述式試験 - エッセイタイプ, 短答式, マルチメディア利用について -, 電子情報通信学会誌, Vol. 99, pp. 1005-1011, (2016) (査読なし, 招待)
- (3) Shaymaa E. Sorour, Kazumasa Goda and Tsunenori Mine: Evaluation of Effectiveness of Time-Series Comments by Using Machine Learning Techniques, Journal of Information Processing, Vol.23, No.6, pp.784-794, (2015) https://www.jstage.jst.go.jp/article/ipsj/ip/23/6/23_784/pdf (査読有)
- (4) 合田和正, 廣川佐千男, 峯 恒憲: 学習態度に関する自己評価記述の正確さと成績推定性能の相関, 電子情報通信学会和文論文誌, Vol. J98-D, No. 9, pp. 1247-1255, (2015) (査読有)
- (5) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine, Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa: A Predictive Model to Evaluate Students Performance, Journal of Information Processing, Special Issue of "Students' and Young Researchers' Papers," Vol.23, No.2, pp.192--201, (2015) https://www.jstage.jst.go.jp/article/ipsj/ip/23/2/23_192/pdf (査読有)
- (6) 石岡恒憲, 狩野芳伸, 橋本貴充, 大津起夫, 全文検索による試験問題検索システム- 新規作成問題の類似文書検索を中心として -, 大学入試研究ジャーナル, Vol. 25, pp. 129-135, (2015) (査読有)
- (7) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine, Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa: Comment Data Mining for Student

Grade Prediction Considering Differences in Data for Two Classes, Journal of Computer & Information Science (JCIS), Vol.15, No.2, pp.12-25, (2014)
<http://www.acisinternational.org/journal/full/V15%20N2.pdf> (査読有)

〔学会発表〕(計 14 件)

- (1) Shaymaa E. Sorour, Shaimaa Abd El Rahman, Samir A Kahouf, and Tsunenori Mine: Understandable Prediction Model of Student Performance Using an Attribute Dictionary, International Conference on Web-based Learning, pp.161-171 (2016) DOI: 10.1007/978-3-319-47440-3_18 (査読有)
- (2) Shaymaa E. Sorour, Shaymaa Abd El Rahman, Tsunenori Mine: Teacher Interventions to Enhance the Quality of Student Comments and their Effect on Prediction Performance, The 46th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, (2016) DOI: 10.1109/FIE.2016.7757736 (査読有)
- (3) Shaymaa E. Sorour and Tsunenori Mine, Building an Interpretable Model of Predicting Student Performance Using Comment Data Mining, 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE 2016), in conjunction with the 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics 2016, pp. 285-291, July 2016 ([Best Student Paper Award](#))
- (4) Shaymaa E. Sorour, Tsunenori Mine, Exploring Students' Learning Attributes in Consecutive Lessons to Improve Prediction Performance, Eighteenth Australasian Computing Education Conference (ACE), 2nd to 5th of February (2016) ISBN: 978-1-4503-4042-7, DOI: 10.1145/2843043.2843066
- (5) Shaymaa E. Sorour, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine: Estimation of Student Performance by Considering Consecutive Lessons, Proc. of IIAI AAI ESKM 2015, pp. 121-126 (2015) (査読

有)

- (6) Shaymaa E. Sorour, Jingyi Luo, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine: Correlation of Grade Prediction Performance and Characteristics of Lesson Subject, the 15th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2015), pp.247-249 (2015) (査読有)
- (7) Jingyi Luo, Shaymaa E. Sorou, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine: Predicting Student Grade based on Free-style Comments using Word2Vec and ANN by Considering Prediction Results Obtained in Consecutive Lessons, The 8th International Conference on Educational Data Mining, (2015) (査読有)
- (8) Shaymaa E. Sorour, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine: Student Performance Estimation based on Topic Models Considering a range of Lessons, AIED 2015, pp.790-793 (2015) (査読有)
- (9) Shaymaa E. Sorour, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine: Using Latent Topics to Estimate Student Performance, JEC-ECC 2015 : The Third International Japan-Egypt Conference on Electronics, Communications and Computers (2015) (査読有)
- (10) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine, Kazumasa Goda: Correlation of Topic Model and Student Grades Using Comment Data Mining, SIGCSE 2015, pp. 441-446, (2015) (査読有)
- (11) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine, Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa: Predicting Students' grades based on free style Comments Data by Artificial Neural Network, The 44th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. 2475-2483, (2014) (査読有)
- (12) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine, Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa: Comments data mining for evaluating student's performance , The 5th IIAI International Conference on e-Services and Knowledge Management (IIAI ESKM 2014), pp. 25--30 , (2014) (査読有)
- (13) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine,

Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa:
Prediction of Students' Grades based
on Free-style Comments Data, The
13th International Conference on
Web-based Learning, LNCS 8613, pp.
142-151, (2014) (査読有)

- (14) Shaymaa Sorour, Tsunenori Mine,
Kazumasa Goda, Sachio Hirokawa:
Efficiency of LSA and K-means in
predicting Students' academic
performance based on comments data,
The 6th International Conference on
Computer Supported Education
(CSEDU2014), Vol. 1, pp.63-74,
(2014) (査読有)

〔図書〕(計 1 件)

- (1) 石岡恒憲, 米国における SAT の改革と
入試研究, 「大学入試における共通試験」
第 III 部「海外における共通試験」第 1
章, 高等教育ライブラリー 1 2, 東北大
学出版会, pp. 153-164, (2017)査読無し)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

峯 恒憲 (MINE, Tsunenori)
九州大学・大学院システム情報科学研究所・
准教授

研究者番号：30243851

(2)研究分担者

廣川 佐千男 (HIROKAWA, Sachio)
九州大学・情報基盤研究開発センター・教授

研究者番号：40126785

(2)研究分担者

石岡 恒憲 (ISHIOKA, Tsunenori)
独立行政法人大学入試センター・研究開発
部・教授

研究者番号：80311166

(2)研究分担者

合田 和正(GODA, Kazumasa)
九州情報大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：50320396