

令和 3 年 6 月 27 日現在

機関番号：37120

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02926

研究課題名(和文) 学習者自己評価文章に基づく学習行動に基づくフィードバックに関する研究

研究課題名(英文) Research on feedback based on studying behavior predicted from self-evaluated comments by student

研究代表者

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：振り返り文から、成績推定や、フィードバックを行う研究の知見の確認と応用に向け、学習支援システムを利用した生徒の操作履歴からSTEMコースに進むか否かを推定するコンテストに参加し、その成果を、国際会議で発表し、発展修正版は雑誌に採録された。複数の大学で提供するe-Learningシステムの学生の操作履歴から、成績推定を行うワークショップに参加し、その成果を発表した。自己評価文の分析手法で、評価項目に関係なく分析した場合よりも評価項目ごとに分析した場合の方がよい推測ができることを確認した。また、問題に基づくアプローチよりも技能に基づくアプローチの方がより良い予測をすることを明らかできた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で採用するPCN法と、それを利用した学習者の自己評価記述文からの学習能力推定の研究成果は、我々の研究独自の物であり、授業内容非依存で応用範囲も広く、自由な観点定義の有効性など、国際的にも評価されている。

本研究では、これらの研究成果をさらに発展させ、自己評価記述文の収集時に学習者モデルを構築した。それを基に生成したアドバイスを、学習者にフィードバックする仕組みの基盤を構築できた。これらを用いて、自律的学習行動の育成効果を高めることができるので、学術的意義は大きい。また、これらの仕組みをWebサービス化し、横展開を進めることで、日本全体の教育の質向上に繋がるなど、社会的貢献度も高い。

研究成果の概要(英文)：We have participated in a contest to estimate whether or not to proceed to the STEM course by operating history of students using the learning support system. The contest was aimed at confirming and applying the findings of research that provides grade estimation and feedback from reflective sentences. The results were presented at the international conference, and the revised version was published in the journal. In addition, we participated in a workshop to estimate grades from the operation history of students of the e-Learning system provided by multiple universities. The result was presented in the international conference. We confirmed that the self-evaluation sentence analysis method can make a better guess when analyzed for each evaluation item than when analyzed regardless of the evaluation item. We also found that the skill-based approach makes better predictions than the problem-based approach.

研究分野：教育工学

キーワード：振り返り文 成績推定 フィードバック 学習支援システム 運用・評価 機械学習

1. 研究開始当初の背景

アクティブラーナの育成に向け、学習行動特性把握のための評価基準作りが様々なところで進められている。行動特性の評価は学生へのインタビューに頼っているのが実情であるが、その評価の負荷は小さくはなく、揺れの問題もあり、客観的評価手法の開発が求められている。

学習者の行動特性の評価には、学習者の修得知識や習得技術の評価(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、他の履修科目の成績、SNS への投稿メッセージを利用した研究など、盛んに行われている。しかし、これらは、学習者の授業に対する行動特性を直接把握しようとするものではない。また、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	利用の利点	問題点
e-learning ログ	定量的	収集、分析が容易	粒度が細かすぎる。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が大きい
態度観察,インタビュー	定性的	個別理解ができる	手間が大きい
自由記述文	定性的	収集、解釈が容易	手間が大きい

これらの手法の中で、学習者による授業に対する自由記述文は、学習者の授業に対する取り組み内容や、授業時の理解度や気づき、疑問、さらには、今後の取り組み姿勢などを記してもらえることから、学習者自身の学習行動や状況の推定を定性的に行えるだけでなく、授業の良し悪し評価にも利用できる。一方、問題は、解釈の手間が大きいことである。そこで、代表者らは、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自己評価記述文を定量的に分析・利用する PCN 法を提案し、各学生の特性と成績との間に高い相関があることを示してきた。さらに、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ことから、PCN 法の項目 C を(理解, 気づき, 協力)の3項目に分け、これまでの理解中心の記述表現に対して、気づきや、他の学習者との協力の有無についても記述させ、これらの項目を利用することで、学習行動や学習状況の推定精度が向上することを確認した。さらに、学習者の学習行動に関する属性(以下、学習行動属性)を、PCN 法の項目に沿い、理解度、復習、予習、学習態度、協力、気づき、の6つの属性項目を設定するとともに、それぞれの属性と対応する語を、学習者の自己評価記述文から抽出し、属性に対応する値を肯定、否定、無記述の3値に分類し、辞書にまとめた。この学習行動属性情報を利用し、決定木やランダムフォレストを利用して学習者の学習状況推定モデルを構築することで、学習者の成績と相関の高い学習状況推定規則を生成できることを確認した。この学習状況推定規則は、機械学習に詳しくない教師でも、学習者の学習状況や学習行動を容易に確認できるものである。これにより、確認した学習状況に基づいたフィードバックを誰でも容易に行うことができるようになった。さらに、マルチインスタンス学習を導入することで、学習状況の推定精度を90%以上の安定した(分散が小さく)高精度で得られることも確認した。しかし、これら学習状況推定の仕組みの中では、自動化されていない部分が多いため、学習状況推定を漸次的に行い、その推定結果を学習者に返すことでの学習の振り返りや、学習意欲の向上支援などができないなど、多くの課題が残されている。そこで、これら残された課題を解明し、本研究成果を横展開するべく、本研究を立案した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、自己評価記述文の提出時に学習状況や態度を自動推定し、学習行動の改善や学習状況の向上に有効となる適切なフィードバックを与える仕組みを開発し、Web サービスとして提供するとともに、本研究課題の担当者の行う授業だけでなく、他の授業担当者に対して、本研究成果の横展開を行うことである。

自律的学習者(アクティブラーナ)の育成への寄与を目指し、これまでに行ってきた「自己評価記述文に基づく学習行動の推定・学習状況の評価」に関する研究を発展させ、本研究では、学習行動改善に向けた自動フィードバックに関する研究を行う。自己評価記述文の提出時に、学習状況や態度を自動推定し、学習行動の改善や学習状況の向上に有効となる適切なフィードバックを与える仕組みの開発は学術的意義が大きい。また、この仕組みを Web サービスとして提供し、本研究課題の担当者の行う授業だけでなく、他の授業講師に対しても横展開していくため、社会的な貢献度も高い。

3. 研究の方法

これまでに開発してきた学習行動の推定・学習状況の評価を行う仕組み、特に、自己評価記述文から、学習行動属性関連語を、自動抽出する仕組みを開発する。また、これらを Web サービスとして利用可能とし、多くの授業講師に対して、本研究成果を横展開(複数の大学など)する環境を整備する。

学習行動の推定・学習状況の評価に基づく学習者モデルや学習者個別のフィードバックの仕組みを開発する。また、学習行動や態度、理解度を基にした授業評価の仕組みを開発する。これら学習者モデルや、個別フィードバック手法ならびに授業評価手法を、学習者の学習行動の改善度を基準に有効性を評価する。評価結果に基づき、改善・改良のサイクルを回す。

4. 研究成果

平成 28 年(2016)度の研究計画では、次の 2 つを主に実施することを目標としていた。

(1) 自己評価記述文から、学習行動属性関連語の自動抽出機能の開発と評価

(2) 自己評価記述文の収集から学習状況推定モデル構築までの機能連携の仕組みの開発

これらに対する研究成果： 目標である(1)の自己評価記述文から、学習行動属性関連語の自動抽出機能の開発と評価では、まず、手作業で抽出した学習行動属性関連語を利用することで、学習者の学習状況や学習性能を高精度で推定できることを確かめた。

次に、自己評価記述文の記載を補助する質問文と、学習行動属性を対応付けつつ、質問の回答として書かれた自己評価記述文から高頻度で出現する語を、対応する学習行動属性関連語と位置付けることで、自動抽出を可能とした。評価実験では、手作業で抽出した場合と、上記の推定精度が変わらないことを確認した。

(2)の自己評価記述文の収集から学習状況推定モデル構築までの機能連携の仕組みの開発は、Web サービス化まではできていないが、おおよその機能連携までは実現した。さらに、平成 29 年度に実現予定の、学習状況推定結果に基づくフィードバック機能の開発を実現すべく、フィードバックを逐次与えることのできる Web サービスを開発し、学習者の自己評価記述文と、フィードバック内容のとの対応付けデータの記録を、代表者と分担者の担当講義で実施した。

これらの成果は、論文誌 1 件、国際会議 3 件(LTLE2016[Best Student Paper Award], FIE2016, ICWL2016)で報告済である。

さらに補足すると、平成 29 年度に実施予定のフィードバックを提供する Web サービスも先行して実現し、その利用により、自動フィードバック機能開発の研究を進めた。また学習者の学習性能の推定が高精度にできるだけでなく、その推定理由を、機械学習に不慣れな教師に対しても理解できる形式で提示できるようにすることは、フィードバックを与える上で欠かせない機能であることから、これを実現するとともに、さらに機械学習手法を組み合わせ利用することで、さらに高精度に学習者の学習性能を推定可能とする手法を開発した。と同時に、良いフィードバックを与えることで、学習者に、自己評価記述文を積極的に書かせられるインセンティブを与えることを確認した。

平成 29 年(2017)度の当初研究計画では、1) 学習モデルの構築 2) フィードバック文の生成、および 3) フィードバック自動化機能の開発、の 3 つを中心に計画していた。

1)の学習モデルの構築では、ASSISTments という知的指導システム(ITS)のログを利用したデータマイニングコンテストに参加し、第 2 位を獲得した。これにより、これまでの研究活動で実施してきた学習モデル構築技術レベルの高さを示すことができた。このコンテストの内容をまとめたものを、同コンテストの主催者が主催する EDM2018 のワークショップと、同会議で発表した(より詳細について平成 30 年度の箇所で後述)。また、これまでの研究内容と AI との関係について、国際会議(the 1st International Scientific Conference of the Faculty of Specific Education)に招待され講演した。さらに、横展開を目指す上での一つの指標として、大学生と異なる表現を使うであろう中学生の自己評価記述文(振り返り文)の収集(2 年分)と、それらを利用した学習モデルの構築および、フィードバック文の生成や自動化の鍵となる仕組みの開発を行ってきた。また、フィードバックの自動化を行うため、チャットボットの構築を(当初予定よりも先行して)進めた。

なお、中学生の自己評価記述文(振り返り文)の収集と解析、フィードバック文を生成する上で n 有用な特徴の発見と、データマイニングのコンテストへの参加と上位入賞は、研究計画の想定以上の進捗であった。

平成 30 年(2018)度は、学習者の自己評価記述文(振り返り文)への(半)自動フィードバックを行うチャットボットシステム(平成 29 年度に当初予定よりも先行して着手済み)の開発に向け、実際の学習者の自己評価記述文(振り返り文)に対して、2 人の被験者に、過去のその学習者の振り返り文も考慮しながら、フィードバック文を作成してもらった。そして、それらのフィードバック文が、4 から 5 個程度のグループに分類できることを確認した。これにより、大半の振り返り文に対するフィードバック文を、予め、準備しておくことが可能であることを確認した。こ

これらの結果を基に、フィードバック文を用いたシステムの試作を行った。また、これまで学習者の自己評価記述文(振り返り文)から、学習者の成績推定や、学習者への(半)自動フィードバックを行う研究を進めてきたが、これらの知見の確認と、応用に向け、学習試験システム ASSISTments を使用した生徒の操作履歴から STEM (Science, Technology, Engineer, Math) コースに進むか否かを推定するコンテストに参加し、その成果を、国際会議 EDM (Educational Data Mining) で発表した。上述の通りコンテストの成績は第 2 位であり、その反転修正版を、Journal of EDM の特集号に投稿し採録された。なお、コンテスト参加で上位入賞、国際会議での発表、論文誌への採録と、これらの一連の流れが年度をまたがっているので前述の説明と一部重複がある。また、九州大学や京都大学、台湾の大学で提供する e-Learning システムの学生の操作履歴から、学生の成績推定を行うワークショップにも参加し、その成果を発表した。

最終年度は、自己評価記述文の分析に関して、分析手法として、評価項目に関係なく分析した場合と評価項目ごとに分析した場合を比較し、評価項目ごとに分析した場合の方がよい推測ができることを確認した。また、問題に基づくアプローチ(Problem-based Approach)と技能に基づくアプローチ(Skill-based Approach)という 2 つのアプローチを提案・比較し、技能に基づくアプローチの方がより良い予測をすることを明らかできた。

◎本研究課題について全期間を終えて、当初計画の 3 つの課題に照らして成果を整理する。

課題 1 授業依存と非依存の学習行動属性の定義： 学習行動属性に関する語の抽出と、学習行動属性との対応付けおよび属性値の決定を(半)自動的に行う仕組みを開発することについては、主に平成 28 年度の研究で、手作業で抽出した学習行動属性関連語を利用することで、学習者の学習状況や学習性能を高精度で推定できることを確かめた。また、自己評価記述文の記載を補助する質問文と、学習行動属性を対応付けつつ、質問の回答として書かれた自己評価記述文から高頻度で出現する語を、対応する学習行動属性関連語と位置付けることで、自動抽出を可能とし、成果を発表した。

課題 2 学習者モデル構築とフィードバック機能： 学習状況(理解度など)や学習行動(態度、努力度、協力度)を表す学習者モデルと、その学習者モデルに基づくフィードバック文(アドバイス分)を生成する機能などについては、平成 29 年度から 30 年度にかけて、EDM (Educational Data Mining) に関するコンテスト参加(上位入賞：第 2 位)、国際会議、論文誌ほかで成果を発表した。

課題 3 横展開のためのシステム化 自己評価記述文の収集、学習状況推定モデルの構築と漸次的更新、学習状況推定結果に基づくフィードバックまでの機能を連携させ、総合的に 1 つの大きな機能として活用する Web サービスを実現することについては、Web サービスについては、総合的な完全に 1 つの大きな機能にまでは完成していないが機能をほぼ実現し、利用した。自己評価記述文の収集、モデルの構築と漸次的更新は継続的に行っており、成果を発表した。

以上

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Shaymaa E. Sorour, Kazumasa Goda, Tsunenori Mine	4. 巻 Vol. 20, No. 1
2. 論文標題 Comment Data Mining to Estimate Student Performance Considering Consecutive Lessons	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Educational Technology & Society Journal	6. 最初と最後の頁 73-86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 2件/うち国際学会 11件）

1. 発表者名 Jihed Makhlouf and Tsunenori Mine
2. 発表標題 Investigating How School-Aggregated Data Can Influence in Predicting STEM Career from Student usage of an Intelligent Tutoring System
3. 学会等名 EDM 2018 Workshop on Scientific Findings from the ASSISTments Longitudinal Data（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jihed Makhlouf and Tsunenori Mine
2. 発表標題 Predicting if students will pursue a STEM career using School-Aggregated Data from their usage of an Intelligent Tutoring System
3. 学会等名 EDM 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsunenori Mine
2. 発表標題 Artificial Intelligence and Education
3. 学会等名 Rakuten Technology Conference 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jihed Makhoulouf and Tsunenori Mine
2. 発表標題 Investigating Reading Behaviors within Student Reading Sessions to Predict their Performance
3. 学会等名 International Workshop on Predicting Performance Based on the Analysis of Reading Behavior: A Data Challenge 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsunenori Ishioka and Kohei Yamaguchi and Tsunenori Mine
2. 発表標題 Rubric-based Automated Japanese Short-answer Scoring and Support System Applied to QALab-3
3. 学会等名 the 13th NTCIR Conference on Evaluation of Information Access Technologies (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tsunenori Mine, Shaymaa E. Sorour, and Kazumasa Goda
2. 発表標題 Artificial Intelligence and Education -- Comment mining project toward improving student learning performance
3. 学会等名 the 1st international scientific conference of the Faculty of Specific Education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Makhoulouf & Mine
2. 発表標題 Investigating How School-Aggregated Data Can Influence in Predicting STEM Career from Student usage of an Intelligent Tutoring System
3. 学会等名 EDM 2018 Workshop on Scientific Findings from the ASSISTments Longitudinal Data, to appear (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makhlouf & Mine
2. 発表標題 Predicting if students will pursue a STEM career using School-Aggregated Data from their usage of an Intelligent Tutoring System
3. 学会等名 EDM2018, to appear (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新谷 一郎, 峯 恒憲
2. 発表標題 中学生の学習能力向上を目指した授業後振り返り文に基づく成績推定
3. 学会等名 火の国情報シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新谷 一郎, 長井 孝幸, 峯 恒憲
2. 発表標題 中学生の授業後振り返り文に基づく成績推定
3. 学会等名 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究専門委員会報告
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長井 孝幸, 新谷 一郎, 峯 恒憲
2. 発表標題 中学生の塾での学習後の振り返り文を用いた成績変化の推定
3. 学会等名 情報処理学会ドキュメントコミュニケーション研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shaymaa E. Sorour, Tsunenori Mine
2. 発表標題 Building an Interpretable Model of Predicting Student Performance Using Comment Data Mining
3. 学会等名 5th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shaymaa E. Sorour, Shaymaa Abd El Rahman, Tsunenori Mine
2. 発表標題 Teacher Interventions to Enhance the Quality of Student Comments and their Effect on Prediction Performance
3. 学会等名 The 46th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shaymaa E. Sorour, Tsunenori Mine
2. 発表標題 Understandable Prediction Model of Student Performance Using an Attribute Dictionary
3. 学会等名 International Conference on Web-based Learning (2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	峯 恒憲 (Mine Tsunenori) (30243851)	九州大学・システム情報科学研究院・准教授 (17102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	廣川 佐千男 (Hirokawa Sachio) (40126785)	九州大学・情報基盤研究開発センター・教授 (17102)	
研究分担者	石岡 恒憲 (Ishikawa Tsunenori) (80311166)	独立行政法人大学入試センター・研究開発部・教授 (82616)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関