

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02910

研究課題名(和文) 深層学習を用いた学習データ解析に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Learning Data Analysis using Deep Learning

研究代表者

児玉 靖司 (Kodama, Yasushi)

法政大学・経営学部・教授

研究者番号：30266910

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：最近の人工知能技術の発達により学習データ解析の分野にも機械学習を用いることにより、確実な成績評価の予測ができるようになってきた。本研究課題では、主に、さまざまな機械学習および深層学習の技術を用いて、その予測精度を上げる工夫を行った。後半では、さらに新しい技術を取り入れ、XR(クロスリアリティ)や、マルチモーダル学習データ解析の実験、研究も行った。常に同分野での海外の研究者との頻繁な議論から、最先端の技術を取り入れるように研究を行っている。今後も継続して新しい技術を取り入れながら研究を継続していく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最先端の人工知能技術を用いた新しい学習データ解析技術について研究した。学習において目標となる学習モデルに対して、実際の学習状況をデータとして取得し、その段階での評価と、将来の評価を高い確率で予測することができた。さらに、本研究課題では、さまざまな機械学習技術を用いた成績の予測確率の比較を行った。

後半では、新しいアプローチとしてXR(クロスリアリティ)空間での学習環境を用いて同様の学習データ解析に関する研究を行った。

研究成果の概要(英文)：Recent advancements in artificial intelligence technology have enabled the use of machine learning in the field of learning data analysis allowing for reliable predictions of performance evaluation. In this research project, various machine learning and deep learning techniques were employed to improve the predictive accuracy. In the latter part, we also incorporated new technologies and conducted experiments and researches on XR (cross reality) and multi-modal learning data analysis. Through frequent discussions with overseas researchers in the same field, we would like to incorporate cutting-edge technologies into our research. We will continue our research while continuously incorporating new technologies.

研究分野：教育工学

キーワード：MOOCs 学習データ解析 深層学習 機械学習 マルチモーダル 成績予測

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

最近の人工技術の発達により、機械学習や深層学習をさまざまな方面に応用する研究が進んでいる。近年、機械学習、特に深層学習分野で研究が進んでおり、様々な大規模データを入力し、自動的な特徴抽出や、特徴をもとにしたデータの分類、時系列データの予測ができるようになって来た。我々は、これまで教材情報システムに蓄積された学習履歴データを解析し、学生が円滑に学習を進めるための要素を抽出し、教員から学生へのフィードバック手法を研究した。

最近では、コンピュータ性能の向上により人工知能分野、特に機械学習を用いた大規模データ解析に関する研究が進んでいる。機械学習、特に深層学習分野で扱う解析ツールを用い、入力データから 1) 自動的な特徴抽出、2) 特徴をもとにしたデータの分類 (クラスタリング)、3) 時系列データの予測が詳細にできるようになって来た。さらに、様々な深層学習ツールもフリーソフトウェアとして簡単に入手できるようになっている。Google 社から提供される TensorFlow や、Preferred Networks 社から提供される Chainer 等が有名である。深層学習に関連した研究は、主に画像解析において特定の人物等を認識する画像認識で進んでいるが、我々は学習データ解析分野に応用することを考える。

近年、IOT (Internet Of Things) 分野の発達により、様々な新しいデバイス (アイトラッカや脳波センサ等) が簡単に入手できるようになり、学習行動データについては、これまでにない詳細なデータを取得することができるようになって来た。研究代表者は、日本オープンオンライン教育推進協議会 (以下、JMOOC という) の理事および国際連携プロジェクト主査を務め、アジアを中心とした世界各国の同様の研究者と常に交流を図っており、学習データ解析に関する研究者と学習データの標準化について議論している。さらに、学習分析学会主催で、2017 年 8 月に LASI-Asia を開催し理事として同研究分野の研究者をオーガナイズし、論文「Teruhiko Unoki, Toshiyasu Kato, Yasushi Kodama: Using Deep Learning to Predict Students' Programming Performance from Behavioral Features, LASI-Asia, 2017」にて、深層学習ツールを用いた新たな学習データ解析手法の提案を発表した。本論文では、独自に開発した学習ツール (教材情報システム) から取得した学習履歴データを用いたため、上記で述べた新しいデバイスからの学習データを用いたものではない。本課題で、これまでの研究成果をもとに、機械学習ツールや深層学習ツールを用いた新しい学習データ解析手法の開発、合わせて他の機械学習ツールや深層学習ツールとの性能評価等、継続して研究を進めていきたい。

2 . 研究の目的

本研究では、学習者の学習行動に関するデータを取得し、機械学習や深層学習ツールを用いて解析することにより、学習者の個別学習をサポートする学習データ解析方法や教員から学生へのフィードバック手法を開発し、評価することを目的とする。

さらに、新たに IOT 分野で用いられている様々な新しいデバイスを用いて学習行動データを取得し、機械学習ツールや深層学習ツールで分析し、これまで行ってきた研究成果と融合させることにより、個別学習やアダプティブ学習に貢献する新しい学習モデルを提案したい。

これまで我々の研究の目的は、学習結果としての学習者の成績 (評価) の向上だけでなく、学習者の学習意欲の向上や、学習者自らの学習行動調整を促す (自己調整学習) ことであった。学習過程における上記の向上を目指すには、詳細な学習者の学習データが不可欠である。

「基盤研究 (C) 新しいオンデマンド教育実践のためのフィードバックに焦点をおいた学習データ解析 : 課題番号 (15K01094)」(以下、前課題という) では、独自に開発した学習ツールから取得した学習履歴データの解析結果をもとに、教員から学習者へのフィードバック方法を考察したが、学習データに制限があった。学習データについては、上記で述べたように、新しいデバイスを用いることにより、これまでにない詳細なデータを取得することができるようになって来た。さらに、簡単に機械学習や深層学習に関するソフトウェアも入手することができるようになって来た。結果として、詳細な学習行動データを取得し、機械学習や深層学習ツールに入力することにより、新たな学習データ解析法が開発が期待でき、さらに、リアルタイムに教員から学習者への適切なフィードバックをする新しい手法を開発することができる。我々は、これまでに行ってきた研究成果と融合させることにより、新たな学習データ解析手法を開発することを目的とする。

3 . 研究の方法

本研究課題は、前課題の継続課題として、ア) 機械学習や深層学習分野の解析ツールを用いた新しい学習データ解析手法を開発する。イ) 学習データ解析に必要な、新しいデバイスを調査分析し、評価を行う。ウ) 学習データ解析に必要な機械学習や深層学習ツールそのものの性能評価を行う。エ) 教員から学習者への適切なフィードバック手法を考察する。さらに学習効果を分析する。以上、4 種類の研究を並行して行う。

ア) では、最初は、これまでの学習ツールから取得した学習履歴データを主に機械学習や深層学習ツールを用いて学習データ解析を行う。イ) では、IOT 分野で用いられている新たなデバイスから学習行動データを取得し調査分析を行う。さらに、性能評価も行う。ウ) では、最初は、様々な機械学習や深層学習ツールの予備実験を行い、性能評価を行う。さらに、特に学習データ

解析に必要な性能評価を行う。エ)最終目的である教員から学習者への適切なフィードバック手法について考察を加え、新しい学習モデルを提案する。以上の順に研究を進めた。

平成30年度:文献調査から始め、深層学習を用いた大規模学習データ解析に関する文献調査および、Google社から提供されるTensorFlowや、他の深層学習ツールの調査分析をした。IoT分野で用いられている様々なデバイスから取得される学習行動データの解析および予備実験等を行った。さらに、機械学習や深層学習ツールで解析した。

令和1年度:これまでの研究成果(学生の学習履歴データ)に機械学習や深層学習を適用し解析した。さらに、機械学習ツールや深層学習ツールの性能評価をした。学習履歴データを用いた機械学習ツールや深層学習ツールによる解析結果と学習者の学習行動データを用いた機械学習ツールや深層学習ツールによる解析結果の融合方法を検討した。

令和2年度:学習データ解析における機械学習や深層学習ツールの性能評価を行った。さらに、新たな試みとして、XR(クロスリアリティ)空間での学習方法の検討と実現を行った。

令和3年度(延長):XR空間での大規模学習データの取得および、学習データの解析方法の検討を行った。

令和4年度(延長):論文執筆および、XR空間での大規模学習方法の検討と様々なマルチモーダル学習解析方法の検討を行った。さらに、解析結果を用いて、学習者へのフィードバック方法の検討を行った。

4. 研究成果

研究代表者が、(1)JMOCの理事であり、(2)学習分析学会(JASLA)の理事であるため、日本国内のみならず海外、特にアジア圏各国のステークホルダと研究に関して連携している。(1)の理事の役割として、アジア欧州会議(ASEM)主催の国際会議(ASEM MOOC Stakeholders' Forum)や、ユネスコ主催の国際会議(Regional Consultation on ICT-Driven Innovation in Higher Education in Asia-Pacific等)に出席し、JMOCの活動の現状を報告するとともに、本研究課題の学習データ分析についても発表することができ、海外のステークホルダとの議論を常に行っている。後半はコロナ禍で対面の意見交換は少なくなっているが、オンライン開催での国際会議(ASEM MOOCs Stakeholders Forum 2020等)で、MOOCsの現状や本研究課題について紹介を行った。

平成30年度は、ASEM MOOCs Stakeholders' Forum 2018(ソウル)に招待され、日本のMOOCsに関する取り組みをアジア圏各国のステークホルダに現状報告し、本研究課題についても意見交換を行うことができた。

学習データ解析の手法として機械学習ツールや深層学習ツールを用いた学生の成績予測についての論文として“教育オープンデータによる機械学習アルゴリズムの性能評価”を学習分析学会の第1回研究会にて発表した。これまで、我々が研究して来た深層学習ツールを用いた成績予測を行わなくても、他の簡単な機械学習ツールを用いた成績予測でも十分な結果が得られることがわかった。さらに、本論文を改良して“Performance Evaluation for Four Types of Machine Learning Algorithms Using Educational Open Data”をThe 6th International Conference on Smart Education and e-Learning 2019(ポルトガル)にて発表した。

LAK 19(Learning Analytics Knowledge Conference 2019,アリゾナ州立大学)に参加し、本分野のステークホルダと議論したり、最新研究に関する情報を得ることができたので、学習分析学会第2回研究会にて“LAK 19報告と最新動向”を発表した。

令和1年度は、定例のユネスコ主催の国際会議(Regional Consultation on ICT-Driven Innovation in Higher Education in Asia-Pacific)(深圳,中国)と、ASEM MOOCs Stakeholders' Forum 2019(マレーシア)に招待され、日本のMOOCに関する取り組みをアジア圏各国のステークホルダに現状報告し、本研究課題についても意見交換を行った。特に、アジア圏では、MOOCsをはじめとしたオンライン教育プラットフォームへの関心が高まり、授業の評価や単位化について議論が行われていることがわかった。Thai MOOC(タイ)やK-MOOC(韓国)では、国の機関によるACBS(Academic Credit Bank System, 学術的単位銀行システム)の構築が始まっていることが確認できた。深圳で開催された国際会議は、すべて授業が英語で行われる南方科技大学にて開催され、本研究課題に関する話題でも学生の研究が進んでいることが確認できた。

学習者の学習に対する達成目標の検討をし、学習分析学会第2回研究会にて“英国のコンピュータショナルシンキングに基づくプログラミング教育における到達目標の検討”を発表した。さらに、オンラインの国際シンポジウムとして「世界と日本のオープンエデュケーション」が京都大学をメイン会場として開催され、“JMOCの活動報告”として各国のMOOCsの現状と、本研究課題に関する学習データ解析についても発表を行った。

令和2年度は、コロナ禍となり、国際会議などで発表することがあまりできなくなり、各国のステークホルダとの意見交換が難しくなった。定例のASEM MOOCs Stakeholders' Forum 2020がタイを開催国としてオンラインにて開催され、“Current Situation and Perspective of JMOC”を招待講演として発表した。オンラインの開催であったため、各国のステークホルダと十分な議論はできなかったが、パネルディスカッション等で議論することができた。Open Education Japan セミナー「MOOC開発の実際」にて“国内外におけるMOOCの現状”を招待講演として発表した。

分担者の寺脇が、マルチモーダル学習解析について研究を進め、さらに、学習環境についても

XR 空間での学習方法を検討し、学習データを取得し始めた。

令和3年度および令和4年度(延長):本研究課題の延長として、研究活動は続けたが、定例のユネスコ主催の国際会議や、ASEM MOOCs Stakeholders' Forum は中止され、研究発表はできなかった。

分担者の寺脇は、XR 空間でのマルチモーダル学習解析について研究を進め、超教育協会第99回オンラインシンポジウムにて“XRを活用した新しい教育の可能性 - 学生個人の最適な学びと新しい教育手法の提供に向けた仮想空間授業の実証実験”を発表した。さらに、情報処理学会論文誌「プログラミング」に“プログラミング環境 PeMT の開発と利用”を掲載した。

本研究課題について、引き続き、機械学習ツールや深層学習ツールを用いたマルチモーダル学習データ解析について研究を進めている。さらに、学習環境についてもXRを用いた学習環境を構築して学習データ解析の考察を進めている。新しい研究については、国際会議等で発表できていない論文もあり、今後も継続して研究を続けていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Terawaki Yuki, Unoki Teruhiko, Kato Toshiyasu, Kodama Yasushi	4. 巻 144
2. 論文標題 Performance Evaluation for Four Types of Machine Learning Algorithms Using Educational Open Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Smart Education and e-Learning 2019 - Proceedings of the 6th International Conference on Smart Education and e-Learning (KES-SEEL-19) by V.Uskov, R.J.Howlett and L.C.Jain.	6. 最初と最後の頁 281-289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-8260-4_26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 寺脇由紀	4. 巻 15
2. 論文標題 プログラミング環境PeMTの開発と利用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌「プログラミング」	6. 最初と最後の頁 8-8
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 寺脇由紀
2. 発表標題 XRを活用した新しい教育の可能性 - 学生個人の最適な学びと新しい教育手法の提供に向けた仮想空間授業の実証実験
3. 学会等名 超教育協会第99回オンラインシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 児玉靖司
2. 発表標題 国内外におけるMOOCの現状
3. 学会等名 Open Education Japanセミナー「MOOC開発の実際」, OE Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasushi Kodama
2. 発表標題 Current Situation and Perspective of JMOOC
3. 学会等名 ASEM MOOCs Stakeholders' Forum 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasushi Kodama
2. 発表標題 Current Situation and Research Topics of JMOOC
3. 学会等名 Regional Consultation on ICT-Driven Innovation in Higher Education in Asia-Pacific (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasushi Kodama
2. 発表標題 Current Situation of JMOOC and Introducing our OER research approaches at Hokkaido University
3. 学会等名 ASEM MOOCs Stakeholders' Forum 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 児玉靖司
2. 発表標題 JMOOCの活動紹介
3. 学会等名 国際シンポジウム「世界と日本のオープンエデュケーション」(招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤利康、児玉靖司
2. 発表標題 英国のコンピューショナルシンキングに基づくプログラミング教育における到達目標の検討
3. 学会等名 学習分析学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 児玉靖司、卯木輝彦、加藤利康、堤宇一
2. 発表標題 学習分析学会研究活動報告
3. 学会等名 学習分析学会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 卯木輝彦、加藤利康、児玉靖司
2. 発表標題 教育オープンデータによる機械学習アルゴリズムの性能評価
3. 学会等名 学習分析学会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshimi Fukuhara and Yasushi Kodama
2. 発表標題 Current Situation and Perspective of JM00C
3. 学会等名 The ASEM M00Cs Stakeholders' Forum 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 児玉靖司
2. 発表標題 LAK (Learning Analytics and Knowledge conference) 19 報告と最新動向
3. 学会等名 学習分析学会
4. 発表年 2019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	寺脇 由紀 (Terawaki Yuki) (30559365)	法政大学・経営学部・講師 (32675)	

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
---------	---------