

( 続紙 1 )

京都大学	博士（情報学）	氏名	中村 航平
論文題目	Classroom Analytics with Educational Big Data (教育ビッグデータを活用した授業分析)		
(論文内容の要旨)			
<p>Traditional classroom analytics has relied heavily on the observations of teachers and researchers. However, such methods face challenges, including the lack of objectivity in data and the difficulty of sustaining data collection efforts. To address these issues, recent advancements have enabled data collection using video cameras and wearable devices, which have eliminated observer subjectivity. Nevertheless, these technologies have limitations, such as high cost and installation complexity. Against this backdrop, this study proposes a novel approach to classroom analytics that leverages digital trace data as educational big data. Digital trace data collected through digital tool interfaces form a core component of educational big data. However, its fragmented nature necessitates specialized analytical approaches tailored to its characteristics to extract meaningful insights for classroom analytics. To address this challenge, this study introduced the ICCC Classroom Analytics Framework. This framework is based on three key findings derived from exploratory analyses of digital trace data that are central to this dissertation.</p> <p>The first study proposed a method for automatically extracting teaching processes. By analyzing digital trace data as a point process, the method visualizes teaching processes and offers a clear understanding of lesson structures. The second study focused on detecting changes in overall student engagement during class. Using the Pruned Exact Linear Time (PELT) algorithm, this study demonstrated the ability to analyze dynamic changes in student behavior throughout a classroom. The first two studies make significant contributions by visualizing and analyzing instructional processes and student engagement using digital trace data, overcoming the challenges associated with video analytics and observer-dependent studies. However, both studies were limited to analyzing individual classrooms, highlighting the need for broader analytical scopes. To address this limitation, this third study extended its analytics to multiple classrooms by leveraging the unique characteristics of educational big data. An algorithm was developed to automatically identify comparable classrooms, thereby enabling teachers to compare and understand the distinguishing features of various classrooms. This comparison supports the identification of areas for improving instructional methods and lesson design.</p> <p>By integrating these three findings, this study proposes the ICCC Framework that encompasses three perspectives: visualizing teaching processes, detecting dynamic changes in student engagement, and comparing multiple classrooms. This framework demonstrates a novel approach to classroom analytics using educational big data. Finally, this dissertation discusses the contribution of utilizing digital trace data as educational big data to support the comparison and improvement of instructional practices, thus paving the way for new advancements in classroom analytics.</p>			

(論文審査の結果の要旨)

従来の授業分析は教師や研究者の観察に依存していた。しかし、この方法にはデータの客観性が欠如している点や、収集を持続可能に行う難しさという課題が存在していた。これらの課題を解決するため、近年ではビデオカメラやウェアラブルデバイスの利用により、観察者の主観を排したデータの収集と分析による研究が活発にされるようになった。しかし、これらの技術には高額な費用や設置の手間といった制約があり日常的な利用には至っていない。したがって、本研究では、日常的に情報端末を用いた授業で蓄積される教育ビッグデータを活用した新たな授業分析を提案する。教育ビッグデータはデジタル教科書やドリル、学習管理システムなどのデジタル学習ツールのインターフェースを通じて収集されるデータである。そこで、本研究では、デジタルトレースデータを用いた授業分析として、以下3つの研究を行い、ICCC 授業分析フレームワークを提案している。

第一の研究では、教師の指導プロセスを自動的に抽出する手法を提案している。この手法では、デジタルトレースデータを点過程として分析し、指導プロセスを可視化することで授業の構造を明確に把握できることを示している。第二の研究では、授業中の生徒全体の取り組み状況に注目し、その変化を自動的に検出する手法を検証している。この手法には Pruned Exact Linear Time (PELT) アルゴリズムが利用され、授業の進行中における生徒の動的な変化を分析することができる。第一の研究と第二の研究は、教育ビッグデータとしてのデジタルトレースデータを用いて、単一授業の指導プロセスや生徒の取り組み状況を可視化・分析している。これにより、従来のビデオ分析や観察者を伴う研究に見られた課題を克服している点で意義がある。ただし、両研究とも単一授業を対象としており、分析対象の広がりには課題が残されている。これに対し、第三の研究では、教育ビッグデータの特性を活かして複数の授業を分析対象とし、従来の単一授業に限定された分析を超えた手法を提案している。具体的には、教育ビッグデータから比較対象となる授業を自動的に特定するアルゴリズムを開発し、教師が複数の授業を比較して特徴を把握できるよう支援する。そして、この支援によって指導法や授業設計の改善点を明確化できることを示している。本研究では、これら3つの研究成果を統合し、ICCC フレームワークとして提案している。このフレームワークは、授業の指導プロセスの可視化、生徒全体の動的変化の検出、複数授業の比較という3つの視点を通じて、教育ビッグデータを活用した新たな授業分析を実現するものである。最後に本論文では、教育ビッグデータとしてのデジタルトレースデータを活用し、指導法の比較や改善をデータに基づいて支援することで、授業分析の新たな発展に対する貢献が議論されている。

以上のように、本研究は教育ビッグデータとしてのデジタルトレースデータを活用した授業分析に対し、新たなフレームワークを提案したものである。このフレームワークは、デジタルトレースデータの特性を生かし、授業分析に必要な視点を統合的に提供する点で、これまでの研究にない新しいアプローチを示している。今後は、デジタル学習支援ツールを活用した授業がさらに増加し、デジタルトレースデータの蓄積が進むにつれ、本研究で提案されたフレームワークが授業分析の実践にさらに活用されることが期待される。

よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和6年12月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当面の間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。