

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	OCHEJA, PATRICK ILEANWA
論文題目	Blockchain of Learning Logs (BOLL): Connecting Distributed Educational Data across Multiple Systems (ブロックチェーン・オブ・ラーニングログ (BOLL) : 複数のシステムに分散した教育データの連結)		
(論文内容の要旨)			
<p>Technology and data have continued to play vital roles in redefining various aspects of the lives including teaching and learning. However, learning data continuity is still lacking and the absence of prior learning data creates a cold-start problem as the learning data collected at their previous schools are not available for use at the learner's current or future schools. Challenges to enabling learning data continuity include concerns such as security, privacy, interoperability, and lack of enabling infrastructure for analysis of such distributed data. The advent of decentralized technologies such as the blockchain presents a unique opportunity to solve these problems and enable learning institutions and platforms connect the data of their students across multiple environments in a trusted, secure, tamper-proof and traceable way.</p> <p>This thesis conducted a theoretical and practical investigation on connecting distributed learning data and analytics with studies on needs, designs and evaluations. The findings suggested that connecting learning data of learners across different schools could be beneficial to both teaching and learning, solves the cold-start problem and further enables lifelong learning and analytics. This research also provided concrete support for enabling personalized learning at scale and enabled cross-border analytics of lifelong learning. This work also created a paradigm shift in data-driven education to a decentralized approach where all institutes can work collectively to impact knowledge on the learner. The findings have implications for researchers in the learning analytics domain of education research as it presents new methods for multisource data collection and analysis. These findings also have a ripple effect for other domains such as knowledge management, healthcare, AI ethics, design of intelligent and agent-based systems where similar settings of user data continuity, the need for privacy, control, data transfer and analytics exists.</p> <p>In chapter 1, this thesis introduced the key problems and why it is important to solve them. This include problems such as lack of learning data continuity, non-transferable learning materials and how to enable decentralized analytics. The thesis also highlighted the research questions, the key contributions and novelty different from existing systems.</p> <p>In chapter 2, the thesis provided a literature review on prior researches and systems that are related to the work and their limitations. Specifically, the thesis described related learning</p>			

technologies, decentralized systems and blockchain technology in education as well as distributed analytics. Various gaps were identified and reported in this chapter.

In chapter 3, the thesis presented the solutions to enabling learning data continuity, transfer of digital learning materials and a platform that can enable decentralized analytics. The thesis also discussed the attributes of the proposed frameworks, system architectures and designs.

Chapter 4 contains a detailed report on various experiments conducted with the goal of evaluating the proposed frameworks in chapter 3. This includes educational blockchain system, performance evaluation, visualizations for decentralized learning data, relevance of connected learning logs and using such data to help students achieve their goals. The thesis also discussed the implications of the solutions as well as its impact on teaching and learning.

The thesis concluded in chapter 5 and report key findings from design and impact evaluations. The thesis further discussed the implications of the work for the field, limitations and directions for future research.

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

Society 5.0時代に向けて、教育においてもビッグデータとAI技術を用いた教育DX(デジタルトランスフォーメーション)の実践が求められている。このような中、2020年度はコロナ禍の影響やGIGAスクール構想の推進により、情報端末やインターネット等の整備が急速に進められた。この情報環境を用いて教育・学習活動を行うことで、自然と学習の履歴データ(学習ログ)が蓄積されるが、現在のところ、そのようなデータはあまり活用されておらず、使われても、一つの学校や大学で学習ログを収集して解析を行うことに留まっている。

一方、人々の学びは、生涯を通じて様々な場所で生じる。例えば学校教育では、小学校から中学、高等学校、大学と変わっていく。さらに、その間、学習塾や大規模公開オンライン講義(MOOCs)を受講したり、様々な場所で学ぶ機会がある。このような多様な教育・学習環境において情報端末を用いて教育・学習を行う場合、学習ログは複数の異なる教育機関やサーバーに分散して蓄積される。そのため、生涯を通じた学習ログデータの収集が困難となっている。

本研究では、ブロックチェーン技術を用いることで、学習ログデータの継続性とセキュリティ、プライバシー、相互運用性を実現し、分散データの解析を可能にする情報基盤システムの設計と開発方法を提案する。具体的には、本研究では以下の3つの観点から研究を行い、研究成果を得た。

1. まず、学習者が学んだ様々な教育機関やシステムに分散して蓄積された学習ログを、ブロックチェーンで連結して解析を可能とするシステム(BOLL: Blockchain of Learning Logs)を提案し実装した。これによって、複数の異なる教育機関とプラットフォームが安全で、改ざん防止され、追跡可能な方法で複数の環境にわたって学習者の学習ログデータを連結することを可能にする。
2. 次に、学習者が転校または卒業した後も、過去の教育機関に蓄積された学習ログだけでなく、デジタル教科書や教材にもアクセス可能にするための機能を設計し、BOLL上に実装した。これにより、過去の教科書や教材にアクセスしたり、そのログデータの分析を可能とするだけでなく、教員が作成した教材もBOLLシステム上で流通させ、作成者本人の許可を得て、互いに相互利用を可能とすることができる。
3. 最後に、BOLLシステムの効果を検証するために、複数の学校の学習ログを連結して、教員や学習者に対する、学習ログの分析・視覚化機能をBOLLシステムに実装した。特に、各学年における知識要素への学習者の理解度の可視化は、教員や学習者自身にとって有用であることが分かった。

以上をまとめると、まず、本研究では、学校などの教育機関や学習支援システム等に分散して蓄積される学習ログデータを連結して解析可能とすることに対する教育現場でのニーズや、ブロックチェーンを用いたシステム開発の理論的および実践的な研究の結果をまとめたものであり、学術上・実応用上寄与するものである。

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4年7月14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、本論文の令和4年12月20日以降のインターネットでの全文公表についても支障がないことを確認した。

要旨公開可能日： 令和4年 12月 20日以降