

Title	オンライン学習環境における自己調整学習能力認知フレームワークとMarkovモデル
Author(s)	TRAN, MINH TUAN
Citation	
Issue Date	2022-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/18131
Rights	
Description	Supervisor:長谷川 忍, 先端科学技術研究科, 博士

氏名	TRAN, Minh Tuan		
学位の種類	博士 (情報科学)		
学位記番号	博情第 475 号		
学位授与年月日	令和 4 年 9 月 22 日		
論文題目	A PRINCIPLE FRAMEWORK AND A MARKOV MODEL FOR SELF-REGULATED LEARNING ABILITY RECOGNITION IN ONLINE LEARNING ENVIRONMENTS		
論文審査委員	主査 長谷川 忍	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	NGUYEN, Minh Le	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	池田 心	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	岡田 将吾	北陸先端科学技術大学院大学	准教授
	松田 岳士	東京都立大学	教授

論文の内容の要旨

We are motivated to discover and to know. And one thing that we always do consciously or unconsciously is to learn. Discovering knowledge is motivating. But it is even more desirable to know ourselves, our way of learning, and our learning habits with their strengths and weaknesses so that we can learn effectively, efficiently, patiently, and fruitfully. The modern world today enables us to approach knowledge so quickly that we might rarely think of any roadblock to the learning process. However, the last two years tells us otherwise. COVID-19 pandemic has prevented millions of learners worldwide from knowledge acquisition. Many learners have suffered anxiety and depression from disconnection from knowledge. In this challenging situation, we have realized a fortunate. It is online learning. One of the powerful impact channels for learning is online learning environments (OLEs) used by millions of learners and thousands of educational institutions worldwide. For learners to progress in learning, it is required to grow the mindset and skill set of an active way of learning. Learning in OLEs requires learners to be active and autonomous because of the lack of contact with advisors, teachers, or instructors. Such an active mindset and skill set for learners is named self-regulated learning (SRL).

This research aims to support learners' recognition of their SRL ability in OLEs. We think that adequate support can be done by assisting learners in seeing their online learning history and then helping them understand their learning patterns. To achieve this objective, we highlight two main subjects of this research: the method for modeling online learning behaviors and the framework for explaining the model. We pave the studies on these two subjects with the following research questions.

- RQ1: What intrinsic and extrinsic factors construct and differentiate the SRL ability of a learner?
- RQ2: How can these SRL factors be identified and measured from a learner's learning history?
- RQ3: Under what cognitive or metacognitive conditions are individuals intrinsically/extrinsically motivated to self-regulate their learning?
- RQ4: By what signs can learners' learning history data in OLEs manifest SRL patterns?
- RQ5: How can learning history data from OLEs be synthesized for assessing the SRL ability of a learner?

The research outcome will be twofold:

- An SRL Recognition and Improvement framework (SRL framework for short) which is a source of reference for recognizing the SRL characteristics of a learner and measuring SRL ability;

- A learner Markov model structure for modeling SRL characteristics of learners in OLEs.

The SRL framework contains sound principles for describing SRL ability. The Learn Markov Model refers to both the model of a self-regulated learner and the method to generate the model from online learning data.

To build the SRL framework, we dated back to the basic principle of the mind and then reviewed existing SRL models popular and widely used to analyze their common and unique attributes and root principles. The purpose of the SRL framework is to give a source of explanation for SRL related activities, SRL ability, and SRL modification for improvement.

The learner Markov model is an application built from a reference to the SRL framework to support learners' recognition of their SRL patterns in an online learning context. We demonstrated a procedure to generate resource use sequences from learners' learning history data, suggested how to present SRL activities visually, introduced the SRL profile – a description of learners' SRL characteristics - and especially proposed the quantitative measurement of SRL ability – the SRL index.

The proposed method was applied to an open dataset from the Open University, one of the world's largest universities of online learning, for evaluation. We built prediction models to predict learner performance and compare the prediction results with current approaches to demonstrate the potential of our method. We also discuss the combination of the SRL framework with the SRL profile to support the understanding of learners' SRL.

Since the SRL framework and the proposed method for learner Markov modeling are newly introduced, there are several limitations to the validation of the framework, the specific approaches for SRL improvement, and the application of learning Markov modeling on other learning history data besides OULAD needed to justify its generalization. Such limitations call for future works to test the proposed framework and modeling method on other cases.

With the SRL framework as fundamental and the method for modeling SRL profile, we believe that the outcomes of our research help to ease the understanding of SRL and make the recognition of SRL concrete and the improvement of SRL approachable.

Keywords: Self-regulated learning, SRL profile, SRL ability, Online learning, Learner model.

論文審査の結果の要旨

本論文は、学習者が学習過程において自己の認知活動や行動を制御しながら学習目標を達成しようとする自己調整学習(Self-regulated Learning: SRL)を対象に、特にオンライン学習環境での学習者の SRL 能力を把握することを目的として、SRL 能力を記述するための参照モデルを SRL フレームワークとして整理するとともに、学習者の SRL 特性を表現するための学習者 Markov モデルを開発したものである。

SRL フレームワークの整理にあたっては、従来の複数の SRL モデルが対象とする認知的要素がそれぞれ異なっていることを示し、Cognition, Meta-cognition, Goal, Ego, Motivation, Affect からなるそれらの要素全体をカバーする包括的な SRL フレームワークを提案した。また、小規模な機械学習に関するオンラインチュートリアルの実践を通じて、学習者のメタ認知能力と認知活動に一定の相関関係があること、メタ認知能力が高くても既有知識の不足などの影響により認知活動が活発にならない群が存在することを示した。

学習者 Markov モデルは、前述した SRL フレームワークに基づき、学習者のオンライン学習における学習履歴データからリソース利用シーケンスを Density, Frequency, Effectiveness に時間的要素を加えた観点から学習者の SRL 特性と SRL 能力としてそれぞれ定量的に表現する SRL Profile および SRL Index を定式化した。さらに、学習者の SRL 活動を最終結果 (Pass, Fail, Withdraw), 期末試験得点, アクセス数などの観点から可視化する手法を開発した。

加えて、提案手法を Open University のオープンデータセットに適用し、学習者の最終結果予測につい

て Learning Analytics 分野の SOTA 手法と同等の精度を達成しつつ、学習者の SRL 特性および能力の特徴を学習パターンとして説明することが可能なモデル構築手法であることを示した。特に、トレーニングデータが相対的に少ない設定においても高精度な結果予測が行えることが大きな特徴である。ただし、現在の提案手法はコース単位の SRL 特性および能力の推定に留まっており、ジェネリックスキルとしてコースを超えた学習者の SRL 能力を表現できる段階には至っていない。また、学習者の SRL 能力を改善・向上するための手法についても今後の課題となっている。

以上、本研究の成果は、オンライン学習における SRL 活動を分析・理解するための基盤を提供するものであり、データに基づく学習状態の把握および支援を行う Educational Data Mining (EDM) 及び Learning Analytics (LA) の観点から学術的に貢献するところが大きい。また、パンデミック下のオンライン学習の増加により SRL の重要性が再認識される昨今において実践的な効果が期待できる研究であるといえる。これらのことから、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認めた。