

氏名	Pitigala Liyanage Madura Prabhani		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	総博甲第108号		
学位授与年月日	平成28年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
文部科学省報告番号	甲第573号		
専攻名	電子機能システム工学専攻		
学位論文題目	Enhancing learning management systems by using learning styles (学習スタイルを使った学習管理システムの強化)		
論文審査委員	主査	島根大学教授	平川 正人
		島根大学教授	會澤 邦夫
		島根大学教授	濱口 清治
		島根大学准教授	鈴木 貢

## 論文内容の要旨

This thesis investigates how Learning Management Systems (LMSs) can be enhanced by using learning styles of learners. The cost of computing devices and connectivity to the Internet has seen a gradual fall throughout the years. This cost decline has resulted in increase in the number of individuals who own computing devices including smartphones. Ubiquitous computing is a term that can be applied to the present day. Educational establishments around the world are realizing the need to extend learning beyond the classroom using technology. LMSs are often the choice of e-learning systems in the endeavor to create virtual classrooms.

It has been nearly 15 years since the first LMSs appeared on the market. While the number of LMS implementations and their users are on the rise, they have not been universally accepted as providing ultimate solutions to educational needs. Some researchers attribute this reason to the approach of presenting the same educational content for all learners of a course irrespective of learner differences as an unresolved limitation of LMSs.

Among learner differences, learning styles have been researched extensively. Educational theorists have forwarded a number of models to explain the learning preferences of learners. Recently research investigating the applicability of learning styles to computer-based learning environments has been trending.

The literature survey attempted to review the research and techniques to evaluate the current state, limitations and trends in LMS. One observation from the existing research is the popularity of Moodle – an open source LMS. In the investigation of learning style models, similarities between them, as well as common criticisms are found. The Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM) is one of the most cited models with respect to e-learning and is the chosen learning style model for this research. Several researchers have investigated how to identify learning styles of learners in an LMS and provide a mapping between learner activity in an LMS and learning styles. The methods adopted include questionnaire type instruments as well as automatic detection of learning styles. Automatic detection of learning styles requires close monitoring of the student activities. Analyzing student activities using the database log is one of the most frequently used methods. A data mining software tool can help to extract user patterns from log data.

A significant contribution of this research is to present a framework for a learning management system that provides personalized learning material recommendations using the automatically detected learner's learning styles. The framework contains modules for automatically detecting learners learning styles, storing individual profiles and recommending content based on their learning styles. Recommendations are provided initially using a mapping we introduce between different types of content and learning styles to avoid the “cold start” problem. Later the collaborative filtering technique using the k-nearest neighbor algorithm is used for recommendations.

Little study on the awareness of learners to the concept of learning styles, and a relationship of a learner's learning style to others has been done in existing research. The learning style visualization introduced in this research is aimed at filling this void. A learning style map is developed which visualizes eight learning preference characteristics corresponding to eight preferences of the FSLSM. This visualization is a unique and valuable contribution to this research, and can even be used by instructors in their aim to understand

learners better, as well as structure their content according to the learners.

The research contributions do not limit to theory. The proposed framework can be seamlessly integrated into the Moodle LMS. This research will benefit future researchers who wish to conduct further research on learning style integration into an LMS. Technical implementation details, including database modifications, software development, and API configuration for data mining are further mentioned. The open source software Weka is chosen as a data mining tool.

The performance of the framework is explained where three datasets are used for the comparison. The results reveal that the J48 Decision Tree Algorithm provides the best performance. A pilot user evaluation carried out to evaluate the learning material recommendation performance shows satisfactory results.

This approach can be applied not only for the selected Moodle LMS but other LMSs, as they would have the same architecture whereby user activities are logged in a database. Therefore, the research has positive implications for e-learning systems in general.

Limitations of the framework and the developed system are also discussed. The study concludes by providing insight into further research directions emerging out of this study.

# 論文審査結果の要旨

情報端末及びコンピュータネットワークを用いて教育を行う e-learning あるいはオンライン教育が近年注目を集めている。その一例として、米国の大学を中心に始まり、世界中に広がりつつある MOOCs がある。時間や場所に制約を受けることなく幅広い学習機会が得られることから、今後は日本でも利用が増えると期待されている。所得格差が教育格差につながることはないようにするという点でも期待は大きい。

一方、システム実現の観点からすれば、学習管理システム (LMS) が注目される。これは学習教材の蓄積・配信、受講者管理、学習進捗管理、受講者連携 (コミュニティ機能) など、e-learning に必要な機能を一手に受け持つソフトウェアシステムである。対面での学びと異なり、受講者のモチベーションの維持が課題である。その理由のひとつとして、LMS にあっては受講者は全員同じ教材に向き合うことが求められるという点がある。つまり画一化された学習を避けることができない。人間は一人一人異なるニーズ、能力、嗜好の特性を持っていることを考えれば、そのような特性 (学習スタイル) に応じて、各人に最適な学習環境を提供することができるようになれば、モチベーションの低下を避けることができるようになることが期待できる。学習スタイルの研究は欧米を中心に以前から取り組みがなされてきており、教育はもとより心理や経営などのさまざまな分野の研究者がモデルの構築に取り組んできた。

本論文では、受講者の学習スタイルをシステムで推測し、それによって教材を選択的に提示することができるような技術を提案している。基盤となる LMS としてはオープンソースソフトウェアで、機能モジュールの追加を自由に行うことができる Moodle を採用している。学習スタイルモデルには、この分野で著名なモデルのひとつであり、e-learning との相性がよいとされている Felder-Silverman Learning Style Model (FSLSM) を選択している。

受講者向けに新しい教材が用意され、学習が始まった時点では、受講者の学習スタイルを推し量るデータがないため、質問票に直接入力する。しかし、一定期間のシステム操作が行われた後では、システム操作記録 (ログデータ) を基に、システムが自動で学習スタイルの推測を行うようになっている。そこではデータマイニングツールキットである Weka を使い、複数のアルゴリズムの性能評価を行った結果、J48 アルゴリズムによる決定木を用いたものが最も高い性能を提供できることが分かった。協調フィルタリング技術を用いた教材の選択的提供についても明らかにしている。なお、単に受講者だけに目を向けるのではなく、教授者に受講者の特性を示し、それによって教育内容の見直しを後押ししようとしている。そのための具体的貢献として学習スタイルの可視化ツールの実装も行っている。

本論文はピアレビュー制度の整ったジャーナル誌に掲載された 2 編の関連論文の上にまとめられている。その他に 1 編の参考論文も発表されている。

以上述べたように、本論文は LMS を用いた e-learning 環境にあって、受講者の学習スタイルに見合った教育の提供を目指し、学習スタイルを LMS 操作ログから推測し、学習効果が期待できるような教材を選択する技術を明らかにしている。理論面だけでなく、実際に動作するシステムの実現を通して、提案するフレームワークの有用性を明らかにしている点は高く評価できる。ここでの研究成果が今後、同分野の研究開発活動に与える貢献は極めて大きい。博士 (工学) の学位授与にふさわしい内容と判断される。