

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：34405

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350306

研究課題名(和文) 理解状態とモチベーションの解析で学習者支援開始時期を導出する教授学習支援システム

研究課題名(英文) A study support system that derives the best time to start supporting a learner by analyzing comprehension state and motivation of the learner

研究代表者

武村 泰宏 (TAKEMURA, Yasuhiro)

大阪芸術大学・芸術学部・教授

研究者番号：90280065

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、学習者の理解状態とモチベーションの関連に着目し、両者の関連を統計的に解析してe-Learningにおける学習者自身に適応した学習支援の開始時期を導出した。統計的関連分析手法の提案と両者の関連を表すモチベーション関連モデルによって理解状態とモチベーションの関連を解析し、学習支援の開始時期導出機構を構築して学習者支援開始時期を体系的に導出した。本成果は、e-Learning側からの体系的なフィードバックといった観点から、教授者の意図した学習効果が発揮でき、その機能が十分に生かすことができるので、新しい教育環境を構築するための有用な指標であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this research, we focused on the relation between comprehension state and motivation of a learner in an e-learning course, and derived the best time to start supporting the learner by analyzing the relation from a statistical perspective. We proposed a method to statistically analyze the relation between comprehension state and motivation of a learner, and developed a model of the relation between them. We then developed a mechanism for systematically deriving the best time to start supporting a learner. We think that the results of the research are important indexes for developing new teaching environments because the results show that the feedback from the e-learning system can be used to enhance learning as the teacher intended, and allow educators to make the best use of the learning systems.

研究分野：総合領域

キーワード：教育工学 教授学習支援システム ソフトウェア工学教育 学習者支援開始時期 ARCSモデル

1. 研究開始当初の背景

(1) MOOC のような次世代の e-Learning においても、学習成果に基づいた学習者支援に重点が置かれているように、学習者の理解状態とモチベーションとの定量的な関連に着目した取組みが少なく、学習者への支援開始時期に関する議論やモチベーションを考慮した e-Learning 側からの学習支援開始時期のフィードバックも見当たらない傾向にある。このような状況に鑑みて H19-20 年度は、教材に対するモチベーション・レベルの差異に着目し、基盤研究(C)19500832 の支援を受けて、アセスメント尺度の設計、モチベーションの遷移、学習環境要因を解析した。

(2) H21-23 年度には基盤研究(C)21500916 の支援を受け、学習環境要因を複合した学習効果を解析するために、学習環境要因尺度、関連分析モデルを設計し、モチベーション時系列遷移グラフによる学習環境要因の解析によって学習者支援といった要因が導出されたので、その開始時期に着目した。

(3) これまでの研究で、理解状態、モチベーションの遷移、学習環境要因を確認できたが、効率的で効果的な e-Learning を実現するため、理解状態とモチベーションの関連を解析し、学習者支援の開始時期を解明することが必要になった。

(4) 本研究は、申請者が従来行ってきた e-Learning 支援に関する研究を進展させ、既に開発した順序関係解析・アセスメント尺度測定機構、学習環境要因尺度、関連分析モデルで、理解状態とモチベーションのレベルを導出し、両者の関連を統計的関連分析手法によって解析して、開始時期導出機構で学習者に適応した学習者支援の開始時期を体系的に提示して e-Learning を支援する。

2. 研究の目的

理解状態とモチベーションの関連を統計的関連分析手法によって解析し、両者の関連を関連モデル構築手法で表して、学習者自身に適応した支援開始時期をフィードバックして e-Learning を支援する教授学習支援システムを開発する。

本研究の特徴は、学習者の理解状態とモチベーションの関連に着目し、学習者自身に適応した支援開始時期を定量的に導出する手法・技術の開発である。また、従来の e-Learning が学習者の学習成果に注視した学習者支援等を施しているのに比べ、本研究は e-Learning 側からの体系的なフィードバックにモチベーションを取り入れたアプローチである。

3. 研究の方法

平成 25~27 年度の研究方法は次のとおりである。

(1) 平成 25 年度

- ① 理解状態とモチベーションを関連分析するための統計的関連分析手法の提案を行った。
- ② 先行研究で開発した“理解状態解析機構”によって理解状態を測定し、ARCS アンケートを用いた“アセスメント尺度測定機構”によってモチベーション・レベルと遷移状態を測定した。
- ③ 両者の関連を解析する統計的関連分析手法とその機構を構築し、理解状態とモチベーションの関連機構用 Linux サーバーであるモチベーション関連機構用サーバーに実装した。

(2) 平成 26 年度

- ① 統計的関連分析手法による解析結果、先行研究における学習環境要因尺度、関連分析モデル、および学習者支援の開始時期のカテゴリーより、モデル構成要素を導出し、両者の関連を表すモチベーション関連モデルを構築した。
- ② 本モデルの構築と並行して、学習者支援の開始時期導出アルゴリズムを提案した。

(3) 平成 27 年度

- ① 開始時期導出アルゴリズムを基にして開始時期導出機構を構築し、モチベーション関連機構用サーバーに実装した。
- ② モチベーション関連分析機構、モチベーション関連モデル、および開始時期導出機構をモチベーション関連機構用サーバー上で結合させた。
- ③ 本学および研究協力者が担当する教育形態において教授学習支援システムとしての機能評価実験を行った。

4. 研究成果

本研究では、学習者の理解状態とモチベーションの関連を統計的に解析し、両者の関連モデルを表して、学習者自身に適応した支援開始時期をフィードバックできる教授学習支援システムの実現を目的としている。3 年間で得られた主な研究成果は次のとおりである。

- (1) 多様なプログラミング教育環境に適応できるように改善した理解状態解析機構によって理解状態を解析し、ARCS モデルを適用したアセスメント尺度測定機構でモチベーションレベルと遷移状態の特性を明らかにした。
- (2) その授業回におけるモチベーションの下位カテゴリーの分布が分散すると、次回の授業ではその分散が大きくなって、モチベーションが減少する学習者が有意な割合で存在することを解明し、下位カテゴリーの分散を関連要素の一つとして、学習者のモチベーションの遷移推定ができる統計的関連分析手法を提案した。
- (3) モチベーション関連機構を設計し、本学

および国内の研究協力者の大学で本機構の評価実験と、先行研究の比較などにより改善項目を導出した。

(4) その解析結果、先行研究の学習環境要因尺度、関連分析モデル、および支援候補学習者のカテゴリーよりモデル構成要素を導出し、理解状態とモチベーションの関連を表すモチベーション関連モデルを構築した。

(5) 本手法で導出した支援候補学習者における偽陽性データを減少させるため、ヒューリスティックなメトリックを取り入れ、学習者支援のための開始時期導出アルゴリズムを提案し、支援候補学習者における4個の偽陽性データを2個減少させて導出率が向上できた。

(6) 本学と国内の研究協力者の大学および、小学校におけるプログラミング教育を加えた評価実験によって本機構の改善要素を評価した。

(7) これら解析結果および従来のe-Learningにおける知見との比較などによって、e-Learningにおける教授学習支援システムの効果を評価した。これら成果については国内外の学会において発表を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- (1) H. Tsukamoto, H. Nagumo, Y. Takemura, A. Monden and K. Matsumoto, "The Effects of Teaching Material Remediation with ARCS-Strategies for Programming Education," Proc. of the 43rd ASEE / IEEE Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. 717-723, (2013), 査読あり
- (2) N. Nitta, I. Kume, and Y. Takemura, "Identifying Mandatory Code for Framework Use via a Single Application Trace," The 28th European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP' 14), Springer, ECOOP 2014 - Object-Oriented Programming, R. Jones (Ed.), LNCS 8586, pp. 593-617, (2014), 査読あり
- (3) H. Tsukamoto, Y. Takemura, H. Nagumo, A. Monden and K. Matsumoto, "Prediction of the Change of Learners' Motivation in Programming Education for Non-Computing Majors," Proc. of the 44th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. 1421 - 1427, (2014), 査読あり
- (4) H. Tsukamoto, Y. Takemura, H. Nagumo, S. Ikeda, A. Monden and K. Matsumoto, "Programming Education for Primary Schoolchildren Using a Textual Programming Language," Proc.

of the 45th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. 1008 - 1014, (2015), 査読あり

[学会発表] (計 11 件)

- (1) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, 門田暁人, 松本健一, "プログラミング教育における教材改善効果と学習支援開始時期," 日本産業技術教育学会第 56 回全国大会講演要旨集, p. 100, (2013), 査読なし
- (2) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, 門田暁人, 松本健一, "プログラミング教育における学習者のモチベーションの遷移推定方法の提案," 日本産業技術教育学会第 29 回情報分科会講演論文集, pp71-72, (2013), 査読なし
- (3) 泉川大樹, 野村亮太, 武村泰宏, 田中 康, "ソフトウェア工学研究の場としての PBL の可能性—マンガ技法適用による要件開発プロセス改善の試み—," 日本産業技術教育学会第 29 回情報分科会講演論文集, pp 73-76, (2013), 査読なし
- (4) 平部裕子, 伊藤冬樹, 武村泰宏, 田中 康, "他分野連携による PBL 形式のシステム開発演習—要件開発プロセスにマンガ技法を用いた文系・理系連携授業—," 日本産業技術教育学会第 29 回情報分科会講演論文集, pp 77-80, (2013), 査読なし
- (5) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, 門田暁人, 松本健一, "モチベーション遷移推定法によるプログラミング教育の支援候補学習者の導出," 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会講演要旨集, p.170, (2014), 査読なし
- (6) 南雲秀雄, 塚本英邦, 池田勇, 武村泰宏, "ARCS アンケートを用いた小学校のプログラミング教育におけるモチベーションの解析," 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会講演要旨集, p. 171, (2014), 査読なし
- (7) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, 池田 勇, 門田暁人, 松本健一, "小学校におけるソースコードを用いたプログラミング教材に関する研究," 日本産業技術教育学会第 30 回情報分科会講演論文集, pp 63-64, (2014), 査読なし
- (8) 武村泰宏, "特集: 第 10 回情報学教育カリキュラム検討委員会までの経緯," 日本情報科教育学会誌 Vol. 7, No. 1, p.5, (2014), 査読なし
- (9) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, 門田暁人, 松本健一, "プログラミング教育における支援候補学習者に適応した支援教材の提案," 日本産業技術教育学会第 58 回全国大会講演要旨集, p. 86, (2015), 査読なし
- (10) 南雲秀雄, 塚本英邦, 武村泰宏, 池田勇, 門田暁人, 松本健一, "ソースコードプログラミング環境による小学生向けプログラミング教材の研究開発," 日本産

業技術教育学会第 58 回全国大会講演要
旨集, p. 128, (2015), 査読なし

- (11) 池田勇(NPO 法人情報教育支援研究会),
南雲秀雄, 武村泰宏, “Processing を用
いた小学生のプログラミング教育にお
ける学習効果,” 日本産業技術教育学会
第 31 回情報分科会 (佐賀大学) 講演論
文集 pp. 27-28, (2016), 査読なし

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

○取得状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

武村 泰宏 (TAKEMURA Yasuhiro)

大阪芸術大学・芸術学部・教授

研究者番号 : 9 0 2 8 0 0 6 5

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者