

令和 2 年 7 月 15 日現在

機関番号：34405

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01087

研究課題名(和文)教材と理解状態の統計的解析によって教材改善ポイントを導出する教授学習支援システム

研究課題名(英文) A teaching and learning support system that derives teaching material improvement points based on statistical analysis of teaching materials and understanding

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) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、教材と学習者の理解状態の関連に着目し、学習者の理解状態に適応した定量的な教材改善が施せる手法を提案した。先行研究のモチベーションに関する知見を基に、教材と理解状態の関連要素を抽出し、その統計的概念を用いた教材理解モデルを提案して教材改善の要素項目を導出した。本要素項目から教材改善ポイントの導出アルゴリズムおよび、プログラミング教育の支援候補学習者に関する知見を加えて教材改善支援手法を提案した。本成果は、学習者に適応した体系的な教材改善により、教授者は面談授業のようなきめ細やかな学習指導がe-Learning上で実現できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発された教授学習支援システムの活用によって、従来のe-Learningシステムでは対処が困難な理解状態が好転しない学習者への対応が可能になり、e-Learningにおける学習者支援体制を充実できることから、新しい教育環境を構築するための有用な指標の一つになると考える。さらには、学習者に適応した教材改善がe-Learningの機能向上につながり、教授者の意図したe-Learningの機能が十分に生かされることが期待できる。

研究成果の概要(英文)： In this research, we focused on the relation between the learning material and the understanding state of the learner, and proposed a method that can improve the teaching materials quantitatively and that can adapt to the understanding state of the learner. Based on the knowledge about the motivation in the previous research, we derived the related elements of the teaching material and the understanding state. Also, we proposed the teaching material understanding model using the statistical concept, and derived the elements that improve the teaching materials. We proposed an algorithm for deriving teaching material improvement points from these elements, and also proposed a method that supported teaching material improvement by adding knowledge about the learners of programming education who might need support.

This result is considered to be one of the useful indicators for building a new educational environment.

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 教材改善ポイント ARCSモデル

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 学習の質向上を目指す次世代 e-Learning においても、学習者の理解状態に適応した教材の改善・整備が重要になると言われており、教授者はさまざまなアイデアを出し、工夫を施している。一方、教材改善は教授者の知見に重点が置かれるため、学習者の理解状態に対処するためのモチベーション構成因子などに着目した定量的な教授戦略が行われておらず、理解状態などに適応した学習支援の議論に欠けている。また、理解状態が好転しない学習者への学習支援などのフィードバックが見当たらない傾向にある。

(2) このような状況に鑑みて 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で学習者支援要因を導出した。H25~27 年度には学習支援要因に着目し、基盤研究(C)25350306 の支援を受け、学習支援開始時期導出アルゴリズムを提案した。

(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、学習支援開始時期を確認できたが、効率的で効果的な e-Learning を実現するため、教材と学習者の理解状態との関連を解析し、教材の改善ポイント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発展させ、これまでに開発した順序関係解析機構、アセスメント尺度測定機構、関連分析モデル、学習支援開始時期導出アルゴリズムで、教材と理解状態の関連を解析して教材理解モデルを構築し、体系的な教材の改善ポイントを見つけ出して、理解状態に適応した教材改善を施して e-Learning を支援する。

2. 研究の目的

教材と理解状態の関連をモチベーションの側面から可視化して、教材の改善ポイントをフィードバックする教授学習支援システムの手法・技術に関して、①教材と学習者の理解状態を可視化する教材理解モデル構築手法、②教材の改善ポイントをフィードバックする教材改善ポイント導出機構、③学習者の理解状態に適応した教材の改善ができる教材改善支援手法に関する研究開発を行う。

本研究の特徴は、教材と学習者の理解状態の関連に着目して、学習者の理解状態に適応した定量的な教材改善が施せる手法・技術の研究開発である。また、本研究は ARCS アセスメント尺度によって学習者のモチベーションの因子レベルを測定し、教材改善にモチベーション構成因子による体系的なフィードバックを取り入れたアプローチである。

3. 研究の方法

平成 28 年度～令和元年の研究方法は次のとおりである。

(1) 平成 28 年度

- ① 教材と学習者の理解状態を可視化する教材理解モデル構築手法の研究開発を行った。
- ② 先行研究で開発した“理解状態解析機構”によって学習者の理解状態を測定し、“ARCS アセスメント尺度”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 先行研究の“学習環境要因尺度”、“関連分析モデル”より、モデル構成要素を導出して両者の関連を表わすモデルを描画する教材理解モデル構築手法を提案した。

(2) 平成 29 年度

- ① 改善ポイントをフィードバックする教材改善ポイント導出機構の研究開発を行った。
- ② H28 年度の教材と理解状態の関連を表わす教材理解モデルおよび、先行研究の学習者支援の導出カテゴリより、教材の改善ポイントを見つけ出してフィードバックする教材改善ポイント導出機構を提案した。

(3) 平成 30 年度

- ① 理解状態に適応した教材改善ができる教材改善支援手法の研究開発を行った。
- ② H29 年度の教材の改善ポイントを基にして教材改善支援手法を提案した。

(4) 令和元年度

- ① 教材理解モデル構築手法、教材改善ポイント導出機構、および教材改善支援手法を総合させ、本学および研究協力者が担当する教育形態において評価を行った。

4. 研究成果

本研究では、教材と理解状態の関連から教材の改善ポイントをフィードバックする教授学習支援システムの研究開発を目的としている。補助事業期間延長 1 年を含めた 4 年間で得られた主な研究成果は次のとおりである。

(1) アセスメント尺度測定機構によってモチベーション・レベルを測定し、先行研究の知見を基にモチベーション・レベルと遷移状態遷移の関連を解析した。

(2) 教材理解モデル構築手法の提案に必要な教材と理解状態の関連要素を導出し、その相関とクラスタといった統計的概念による教材理解モデル構築手法を提案した。

- (3) 教材理解モデル構築手法による実験結果および、学習支援開始時期導出カテゴリーの研究結果より、教材改善の要素項目を導出し、本要素項目とモチベーション遷移推定手法の知見を基に、教材改善ポイント導出アルゴリズムを提案した。
- (4) 教材改善ポイント導出アルゴリズム、学習支援開始時期導出機構および、モチベーション遷移推定手法の知見を基に教材改善ポイント導出機構を構築し、現在までの解析結果によって教材改善ポイント導出の有効性を評価した。
- (5) 教材改善ポイント導出機構によって導出した教材改善ポイントを活用し、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に関する知見も加えて教材改善支援手法を提案した。
- (6) Computational Thinking の側面から、昨年度に構築した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教材改善支援機構の評価を行った。その結果、プログラミング概念と技能への効果および複雑性への対応が確認できた。
- (7) 本研究成果は、高大連携授業などを介して e-Learning が導入されている教育現場に還元した。機能評価の結果と従来 e-Learning の知見との比較などから、e-Learning における支援効果を評価し、その成果を国内での学会発表や学会誌投稿、および海外で開催される e-Learning 関連の国際会議において発表した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Y. Oomori, H. Tsukamoto, H. Nagumo, Y. Takemura, et al.	4. 巻 Vol. 1
2. 論文標題 Algorithmic Expressions for Assessing Algorithmic Thinking Ability of Elementary School Children	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of the 49th ASEE / IEEE Frontiers in Education (FIE) Conference	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/FIE43999.2019.9028486	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tanaka Yasushi, Iida Hajimu, Takemura Yasuhiro	4. 巻 Vol. 1
2. 論文標題 A manga-driven system requirements development PBL exercise	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of the 2nd International Workshop on Software	6. 最初と最後の頁 80-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3194779.3194788	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 H. Tsukamoto, Y. Oomori, H. Nagumo, Y. Takemura, A. Monden and K. Matsumoto	4. 巻 Vol. 1
2. 論文標題 Evaluating Algorithmic Thinking Ability of Primary Schoolchildren Who Learn	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. of 47th ASEE / IEEE Frontiers in Education (FIE) Conference	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/FIE.2017.8190609	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 H. Tsukamoto, Y. Takemura, Y. Oomori, I. Ikeda, H. Nagumo, A. Monden and K. Matsumoto	4. 巻 Vol. 1
2. 論文標題 Textual vs. Visual Programming Languages in Programming Education for Primary Schoolchildren	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. of the 46th ASEE / IEEE Frontiers in Education (FIE) Conference	6. 最初と最後の頁 110-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7741/fie.2016.14.1.050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 武村泰宏, 南雲秀雄, 大森康正
2. 発表標題 プログラミング初学者のためのアルゴリズム表現
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第62回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南雲秀雄, 武村泰宏, 大森康正
2. 発表標題 Computational Thinking 評価の国際動向
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第62回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南雲秀雄, 武村泰宏
2. 発表標題 小学校プログラミング教育のためのアルゴリズム表現の評価
3. 学会等名 日本産業技術教育学会・第34回情報分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南雲秀雄, 武村泰宏
2. 発表標題 プログラミングのスムーズステップ学習用コーディングカードの試作
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第61回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 南雲秀雄, 武村泰宏
2. 発表標題 小学校プログラミング教育のためのコーディングカードの試作
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第33回情報分科会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武村泰宏, 大森康正, 南雲秀雄
2. 発表標題 プログラミング学習による小学生のアルゴリズム的思考力の評価
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第60回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 南雲秀雄, 大森康正, 武村泰宏
2. 発表標題 表計算ファイル自動採点ソフトの開発と評価
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第60回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 武村泰宏, 南雲秀雄, 大森 康正
2. 発表標題 ロボットプログラミングによるアルゴリズム学習の課題
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第31回情報分科会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池田勇, 武村泰宏, 南雲秀雄
2. 発表標題 Processing を用いた小学生プログラミング教育の学習効果を計るメトリクスの提案
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第58回全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 武村泰宏, 南雲秀雄, 大森 康正
2. 発表標題 プログラミング教育のためのテキスト言語とビジュアル言語を比較する評価方法の提案
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第33回近畿支部研究発表会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 武村泰宏, 南雲秀雄, 落合史生	4. 発行年 2020年
2. 出版社 晃洋書房	5. 総ページ数 241頁
3. 書名 アートを生み出すプログラミング	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	南雲 秀雄 (NAGUMO Hideo)	新潟青陵大学・福祉心理学部・教授 (33109)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	新田 直也 (NITTA Naoya)	甲南大学・知識情報学部・教授 (34506)	