

平成 21 年 6 月 23 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500832

研究課題名（和文） 学習者の理解状態と教材の関連を統計的に解析する e-Learning 支援システム

研究課題名（英文） An E-Learning Support System that Statistically Analyzes the Relation between the Learners Condition of Understanding and the Teaching Materials

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

研究成果の概要：学習者の理解状態と教材の関連を解析する関連構造分析モデルの設計と、「動機付け」の因子間の関連構造を 3D で描画して関連を導出する 3D 可視化分析手法の提案によって、教材の定量的な改善ができる e-Learning 支援システムを開発した。そして、学習者の専攻領域における教材に対する「動機付け」因子を測定し、解状態と教材の関連を基にして教材の要因分析を行い、本解析結果が教材の定量的な改善に貢献できることを確認した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：e-Learning, ARCS 動機付けモデル, モチベーション関連構造, 理解状態, Processing, 教育工学

1. 研究開始当初の背景

国内の学校教育や生涯学習において e-Learning が重要な位置付けになり、インタフェースの改善や知識データベースの充実が図られ、学習教材の提示やテスト結果に基づいた教育評価に加え、そのフィードバックなども可能になっている。海外では、スタンフォード大学の SSL (Stanford Learning Lab) やカリフォルニア大学バークレー校の UC Extension 等のシステムが構築され、通信教育や遠隔教育が盛んに行われている。し

かし、これらシステムではテストなどの間違いへの直接的なフィードバックに重点が置かれ、学習者の理解状態と教材の関連に注目が少ない傾向にある。このような状況を鑑みて次のような経緯で研究の着想に至った。

(1) 平成 17～18 年度に科学研究費補助金：基盤研究(C)17500662 の支援を受けて、学習者の理解状態を解析するシステムを構築してその評価を行った。本研究では e-Learning における学習者の知識の関係を、ある知識の理解に他の知識の理解を必要とする関係と

し、この関係を順序関係と呼ぶ。平成 17 年には、これまでの順序関係に関する研究成果を基にしてテスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構を設計し、Linux サーバーに実装した。そして、高等学校物理の「物体の運動」に関する知識をテスト対象とした評価実験を行い、それぞれの機構における機能を検証した。その結果、正解率が同じ 2 人の学習者における理解状態の差異を関連構造によって確認できた。また学習者の理解が困難な知識項目を、関連構造の視覚的な解析によって把握できることも確認できた。

(2) しかしながら、同じ知識ドメインの評価実験において、専攻領域の異なる被験者グループ間の理解状態に有意な差が生じていることが判明した。この傾向を詳細に分析するため、ARCS 動機付けモデルを用いた実験を行った結果、被験者の教材に対する「動機付け」のレベルが被験者グループの専攻領域によって差異があることが確認できた。

(3) その結果、学習者の理解状態が教材に影響されることが考えられたので、効率的で効果的な e-Learning システムを実現するためには、学習者の理解状態と教材の関連についての解析が必要になったので本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究は、申請者が従来行ってきた e-Learning 支援技術に関する研究を進展させ、e-Learning を支援するために既に開発したテスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構によって導出した学習者の順序関係と、ARCS 動機付けモデルを適用して導出した動機付け因子との関連の統計的分析によって、学習者の理解状態と教材の関連を解析して e-Learning を支援する。また、先行研究において開発した機構を活用して学習者の理解状態を導出し、その理解状態と教材の関連を解析する e-Learning 支援システムを開発する。

さらに、学習者の専攻領域における教材に対する「動機付け」因子の測定を行い、学習者の理解状態と教材の関連を統計的な分析手法によって解析して、教材の定量的な改善ができる e-Learning 支援システムを開発し、学習者の理解状態と専攻領域に適応した効果的な教授戦略の実現を目指している。

本研究の特徴は、先行研究において開発したテスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構によって導出した学習者の理解状態と教材の関連に着目した e-Learning 支援システムの開発である。また、学習者の理解状態と、ARCS 動機付けモデルを適用して導

出した「動機付け」の因子レベルとの関連を、統計的分析手法によって解析する、教材改善に対する定量的なアプローチである。

3. 研究の方法

平成 19～20 年度の研究計画及び方法は次のとおりである。

(1) 平成 19 年度

平成 17～18 年度の研究成果を基に、ARCS 動機付けモデルを用いて、学習者の「動機付け」の因子レベルを測定するためのアセスメント尺度を設計する。

平成 18 年度の研究成果を基に、アセスメント尺度を測定するためのアセスメント尺度測定機構を設計する。設計したアセスメント尺度測定機構を Linux サーバーに実装する。

MIT で開発されたプログラミング環境 Processing を用いて、アセスメント尺度測定機構の評価実験を行う。

平成 17 年度の研究成果を基に、テスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構とアセスメント尺度測定機構を結合させるための設計を行う。

基盤研究(C)17500662 の支援で開発したテスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構とアセスメント尺度測定機構を Linux サーバマシンに実装して結合テストを行う。

実際の教育現場においてプログラミング言語を対象とした評価実験を行い、これら機構にける機能を検証する。評価実験で得られたデータとアンケートを基に、本機構の効果を解析して操作性、利便性などの機能を評価する。

(2) 平成 20 年度

テスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構によって導出された理解状態と教材の関連分析モデルを設計し、教材解析機構を構築する。そして、構築した教材解析機構をネットワークに対応した Linux サーバーに実装する。

Linux サーバマシンに実装したテスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構と教材解析機構の結合テストを行う。そして、国内と英国の教育現場においてプログラミング教育のデータを用いて結合テストを行い、e-Learning 支援システムとしての操作性、利便性などの機能を評価する。

本支援システムを、本学の e-Learning に組み込み e-Learning 支援システムとしてのシステムテストを行う。

プログラミング言語を対象として、e-Learning 支援システムの評価実験を行う。

評価実験で得られたデータと従来の e-Learning における知見との比較及び、国際間の差異を解析して e-Learning における支援効果を評価する。

4. 研究成果

本研究では、学習者の専攻領域における教材に対する「動機付け」因子の測定を行い、学習者の理解状態と教材の関連を統計的な分析手法によって解析して、教材の定量的な改善ができる e-Learning 支援システムを開発し、学習者の理解状態と専攻領域に適応した効果的な教授戦略の実現を目指している。2 年間の研究で得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 基盤研究(C)17500662 の支援で開発したテスト機構、順序関係解析機構、関連構造描画機構によって導出された理解状態と、教材

	A1	A2	A3	R1	R2	R3	C1	C2	C3	S1	S2	S3
A1	1.00											
A2	0.41	1.00										
A3	0.21	0.10	1.00									
R1	0.06	0.00	0.09	1.00								
R2	0.06	0.26	0.08	0.14	1.00							
R3	0.21	0.11	0.55	-0.14	-0.13	1.00						
C1	0.43	0.39	0.09	0.64	0.48	-0.03	1.00					
C2	0.22	0.38	0.16	0.18	0.46	-0.17	0.38	1.00				
C3	0.35	0.45	-0.09	0.50	0.54	-0.14	0.69	0.56	1.00			
S1	0.02	0.24	-0.36	0.27	0.24	0.05	0.34	0.34	0.44	1.00		
S2	0.21	0.35	0.01	0.22	0.60	-0.31	0.46	0.84	0.71	0.30	1.00	
S3	0.14	0.00	0.19	0.25	0.22	0.05	0.29	0.54	0.45	0.16	0.46	1.00

The correlation coefficients between the motivation factors (The highlighted numbers indicate strong correlation ($|x| \geq 0.6$))

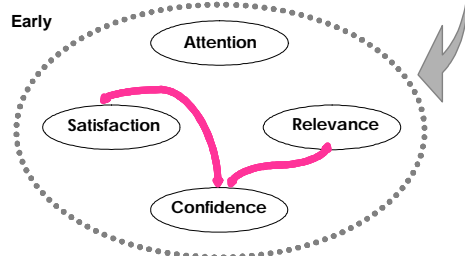


図1 関連構造分析モデル

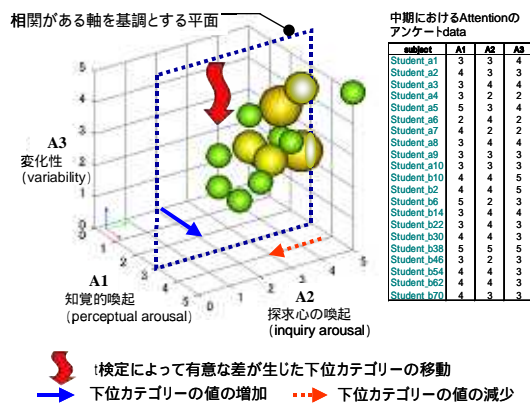


図2 3D可視化分析手法

との関連を解析する関連構造分析モデル(図1 参照)を設計した。本モデルの設計では、「動機付け」の因子間の関連構造を3Dで描画し、その関連を導出する3D可視化分析手法(図2 参照)を提案して、本モデルを用いた教材解析機構を構築した。

(2) これら機構の結合テストはプログラミング教育のデータを用いて行い、e-Learning 支援システムとしての操作性、利便性などの機能を評価した。

(3) Processing を用いたプログラミング教育を実際の教育現場で実施し、本支援システムの評価実験を行った。本実験では、ゲームと美しさに関する二つの領域のプログラミング教材も開発した。

(4) 評価実験の解析結果と従来の e-Learning に関する知見を基に、e-Learning における支援効果を評価した。その結果、学習フェーズの初期から中期で、プログラミング教材によって理解状態と教材の関連に有意な差が生じることを確認できた。また ARCS アンケート尺度によって、これら関連の詳細な解析が可能になることも確認できた。そして、学習者の専攻領域における教材の要因分析と、それに適応した教授戦略が提案できた。

これらの成果については国内外の学会において発表を行った。以上の研究によって、理解状態と教材の関連の解析結果が教育環境を改善することに貢献できた。

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 7 件)

Y. Takemura, H. Nagumo, K. Huang and K. Matsumoto, "Analysis of the Relation between the Teaching Materials and Motivation in Programming Education", Proc. of The 20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEE&T2007), pp.317-324, 2007, 査読あり

Y. Takemura, H. Nagumo, K. Huang and H. Tsukamoto, "Assessing the Learners' Motivation in the E-Learning Environments for Programming Education", Proc. of The 6th International Conference on Web-based Learning (ICWL 2007), pp.368-375, 2007, 査読あり

Y. Takemura, H. Nagumo, and K. Huang, "Analyzing the Motivation of the Students in the Art Faculty for Learning Programming", Proc. of The 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), pp.244-246, 2007, 査読あり

N. Nitta, I. Kume and Y. Takemura, "An Extension of Object Oriented Programming for Structural Changes in System Design", 日本情報経営学会誌, Vol.28, No.2, pp.43-53, 2007, 査読あり

Y. Takemura, H. Nagumo, K. Huang and H. Tsukamoto, "Assessing the Learners' Motivation in the E-Learning Environments for Programming Education", Springer Berlin / Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science Series, ISSN 0302-9743, Vol. 4823, pp.355-366, 2008, 査読あり

Y. Takemura, H. Nagumo, and K. Matsumoto, "The Transition of the Motivation of the Students in the Art Faculty to Learn Programming", Proc. of The 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2008), pp.894-896, 2008, 査読あり

H. Nagumo, Y. Takemura, and K. Matsumoto, "Analyzing the Transition of Learners' Motivation to Learn Programming", Proc. of The 38th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, S4B6-S4B11, 2008, 査読あり

〔学会発表〕(計 6 件)

武村泰宏, 南雲秀雄, "関連構造グラフによるプログラミング学習におけるモチベーションの解析", 平成 19 年度日本産業技術教育学会第 50 回全国大会講演論文集, p.9, 2007, 査読なし

武村泰宏, 南雲秀雄, "芸術系のプログラミング学習におけるモチベーションの遷移", 第 23 回日本産業技術教育学会情報分科会講演論文集, pp.13-14, 2008, 査読なし

武村泰宏, 南雲秀雄, "ARCS 動機づけモデルを用いた芸術系プログラミング教育の解析", 平成 20 年度日本産業技術教育学会第 51 回全国大会講演論文集 p.45, 2008, 査読なし

南雲秀雄, 武村泰宏, 新田直也, "プログラミングへの動機付けとしてのゲー

ムと美しさの関係", 日本産業技術教育学会第 21 回北陸支部大会講演論文集, pp.16-17, 2008, 査読なし

新田直也, 久米出, 武村泰宏, "3D ゲーム用アプリケーションフレームワークの開発を通じたエンピリカルなソフトウェア工学教育の試行" 日本産業技術教育学会近畿支部第 25 回研究発表会講演論文集, pp.13-14, 2008, 査読なし

南雲秀雄, 新田直也, 武村泰宏, "2D ゲームと数式表現図形のプログラミング学習におけるモチベーションの比較", 第 24 回日本産業技術教育学会情報分科会講演論文集, pp.45-46, 2009, 査読なし

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 授業支援システム, プログラム及び記録媒体

発明者: 武村泰宏, 塚本英邦

権利者: 同上

種類: 特願

番号: 2007-340141

出願年月日: 2007 年 12 月 28 日

国内外の別: 国内

取得状況(計 件)

〔その他〕

講演: 武村泰宏, "Processing プログラミング教育における国際比較", 日本情報経営学関西支部第 188 回支部総会, 平成 19 年 5 月 24 日, 大阪市立大学文化交流センター

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