

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月26日現在

機関番号：34405

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500916

研究課題名(和文)

学習効果と学習環境要因の関連を3D可視化分析手法で解析する教授学習支援システム

研究課題名(英文)

A study support system that analyzes the relation between learning effect and learning environmental factors using 3D visualization analytical method

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(和文):

本研究では、専攻領域などの質的変数、経験年数など量的変数が異なる学習環境における学習者の理解状態および教材との関連に着目し、その学習効果をモチベーションの側面から解析した。学習効果とその学習効果へ影響を及ぼす学習環境要因の関連を3D可視化分析手法と関連分析モデルによって解析し、学習フェーズの進行による学習環境要因の影響を詳細に把握できることを確認した。本成果は、学習環境要因の観点から、これからの時代に適応する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, the relation between the teaching materials and the states of understanding of learners who have diverse fields of expertise and length of practice was studied, and the learning effect was analyzed from the motivational aspect. In the analysis, the relation between the learning effects and learning environmental factors that affect the learning effects was visualized using 3D graphs and the relational analysis model. It was confirmed that this method could be used to grasp in detail the influence of the learning environmental factors as the learning phase progresses. We believe that the result of the research could be an important benchmark for establishing new educational environment that adapts to new age.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

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：教育工学，e-Learning，学習環境要因，3D可視化分析，ARCSモデル

1. 研究開始当初の背景

(1) 従来のシステムが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、学習者の理解状態に注目が少ない傾向を鑑み、H17～H18年度に科学研究費補助金：基盤研究(C)17500662の支援を受けて、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，学習者の理解状態を解析するシステムを開発した。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によって，正解率が同じ2人の学習者における理解状態の差異を知識項目の関連構造によって確認できた。

(2) 本研究の進展に伴い，被験者の教材に対する「動機づけ」レベルに有意な差異が確認できたので，H19～H20年度に科学研究費補助金：基盤研究(C)19500832の支援を受け，アセスメント尺度測定機構を設計して，理解状態と教材の関連を解析するシステムを開発した。そして既に開発したテスト機構，順序関係解析機構，関連構造描画機構とアセスメント尺度測定機構によって，3つの教育現場においてMITで開発されたプログラミング環境Processingを用いた評価実験を行い，理解状態と教材の関係を解析した。その結果，ARCS動機付けモデルを基にした芸術系のプログラミング学習におけるモチベーションモデルの構築ができ，モチベーションの因子間における関係の遷移を把握できることが確認できた。

(3) しかし，異なる教育現場の学習効果を詳細に調査した結果，専攻領域などの質的変量，経験年数など量的変量といった学習効果へ影響を及ぼす学習環境要因が考えられたので，効率的で効果的なe-Learningシステムを実現するため，これら学習環境要因を含めた学習効果の解析が必要になった。

(4) 本研究は，申請者が従来行ってきたe-Learning支援技術に関する研究を発展させ，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，アセスメント尺度測定機構によって導出した学習効果と学習環境要因の関連を，3D可視化分析手法によって解析してe-Learningを支援する。

2. 研究の目的

質・量的に異なる学習環境における学習者の理解状態と教材の関連といった学習効果を測定し，学習効果とその学習効果へ影響を及ぼす学習環境要因の関連を3D可視化分析手法によって解析する。そして，e-Learningにおいて質・量的に異なる教育現場に適応した学習効果の解析が実現できる教授学習支援システムを構築する。

本研究の特徴は，先行研究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，アセスメント尺度測定機構によって導出した学習者の理解状態と，教材の関連に影響

を及ぼす学習環境因子に着目した教授学習支援システムの開発である。また，これら機構によって導出した学習効果と学習環境要因の関連を3D可視化分析手法によって解析し，質・量的に異なる教育現場に適応した教授戦略への定量的なアプローチである。

3. 研究の方法

平成21～23年度の研究方法は次のとおりである

(1) 平成21年度

学習効果を総合的に解析するための学習環境要因尺度を設計した。

3D可視化分析手法を用いて学習効果を総合的に解析するための3D可視化データ解析機構を設計した。

知識情報学部との大学間コラボレーション教育における学習データを用いて，3D可視化データ解析機構の評価実験を行った。

テスト/順序関係解析/関連構造描画/アセスメント尺度測定機構と3D可視化データ解析機構を結合させる設計を行った。

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した。

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した。

(2) 平成22年度

テスト/順序関係解析/関連構造描画/アセスメント尺度測定/3D可視化データ解析機構から導出された学習効果の関連分析モデルを設計し，可視化データ関連分析機構を構築した。

実際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，それぞれの機構と可視化データ関連分析機構との結合テストを行い，教授学習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。

大学間コラボレーション教育における学習データを対象として，教授学習支援システムの評価実験を行った。

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，国際間の差異などについて解析し，e-Learningにおける支援効果を評価した。

(3) 平成23年度

大学間のコラボレーション教育における学習データを基に，評価実験のための学習環境モデルを設計した。

で設計した学習環境モデルを基に、大学間コラボレーション教育における学習データを対象として、詳細な教授学習支援システムの評価実験を行った。

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、国際間の差異などについて解析し、e-Learning における支援効果を評価し、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本研究の成果を発表した。

4. 研究成果

本研究では、専攻領域などの質的変量、経験年数など量的変量が異なる学習環境における学習者の理解状態と教材の関連といった学習効果をモチベーションの側面から測定し、学習効果とその学習効果へ影響を及ぼす学習環境要因の関連を 3D 可視化分析手法によって解析し、多様な教育現場における e-Learning に適応して学習効果を解析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) 3D バブルグラフにおける 2 つの下位カテゴリーの相関を基調とした基準面による 3D 可視化分析手法を用いて、学習効果を総合的に解析する学習環境要因尺度を設計し、評価実験によって学習環境要因の状態を 3D バブルグラフで把握できることを検証した。

(2) 他大学・知識情報学部との大学間コラボレーション教育における評価実験によって、数値データによる分析だけでは困難な一つの因子における下位カテゴリー間の関係や、学習フェーズの進行による学習環境要因の詳細な解析に適用できることを確認した。

(3) 教育機関や企業内訓練などの質・量的に異なる教育現場の学習効果を詳細に解析するため、3D 可視化分析手法を補足するための関連分析モデルを設計した。

(4) 質・量的に異なる学習環境における学習効果を測定するためのプログラミング教材を開発し、研究協力者の看護福祉心理学部の時系列的なモチベーションの遷移を解析し、プログラム完成度や新たな知識への適応といった学習環境要因を解明した。

(5) 企業内訓練では、プログラミングの難易度の上昇にしたがって、今までの学習経験の差異が新しい知識への学習に影響を及ぼすといった学習環境要因を確認した。また、モチベーションと成績との相関における解析によって出身専門領域といった学習環境要

因も解明した。

(6) 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 5 件)

- (1) H. Nagumo, Y. Takemura, H. Tsukamoto and Kenichi Matsumoto, "Comparative Analysis of 2D Games and Artwork as the Motivation to Learn Programming," Proc. of The 39th ASEE / IEEE Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. W2J1 - W2J6, (2009) 査読あり
- (2) N. Nitta, Y. Takemura and I. Kume, "A Practice of Collaborative Project-Based Learning for Mutual Edification between Programming Skill and Artistic Craftsmanship," Proc. of The 39th ASEE / IEEE Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. W1A1 - W1A5, (2009) 査読あり
- (3) 新田直也, 久野剛司, 久米出, 武村泰宏, "3D ゲームエンジン Radish の開発とそのアーキテクチャ比較への応用," Journal of Digital Games Research, 4 巻第 1 号, pp. 1-12, 2010 査読あり
- (4) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, "芸術系技能を必要とする IT 作業を考慮したプログラミング教育のモチベーションの解析," 日本産業技術教育学会誌, 第 52 巻第 3 号, pp. 177-185, 2011 査読あり
- (5) H. Nagumo, Y. Takemura and K. Matsumoto, "Analysis of the Motivation of Learners in the In-House Training of Programming in Japanese ICT Industries," Proc. of the 24th IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T 2011), pp. 121-128, (2011) 査読あり

[学会発表](計 6 件)

- (1) 南雲秀雄, 武村泰宏, 新田直也, "Processing プログラミング教育における異なる教材のモチベーションの解析," 日本産業技術教育学会第 52 回全国

大会講演要旨集, p.121, 2009, 査読なし

- (2) 南雲秀雄, 武村泰宏, 新田直也, “教育機関と企業のプログラミング教育を比較したモチベーションの解析,” 第 25 回日本産業技術教育学会情報分科会講演論文集, p. 79-80, 2010, 査読なし
- (3) 南雲秀雄, 新田直也, 武村泰宏, “情報通信産業のプログラミング教育を考慮したモチベーションの解析,” 日本産業技術教育学会第 53 回全国大会講演要旨集, p.39, 2010, 査読なし
- (4) 南雲秀雄, 武村泰宏, “プログラミング教育におけるモチベーションの時系列的考察,” 日本産業技術教育学会第 26 回情報分科会講演論文集, p33-34, 2011, 査読なし
- (5) 上田雄大, 壽浩規, 新田直也, 藤井孝貴, 戸潤賢太郎, 武村泰宏, “マーカレス AR アルゴリズムの精度向上と一人称視点ゲームへの適用,” 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会, EC 2011,(2011) 査読なし
- (6) 塚本英邦, 南雲秀雄, 武村泰宏, “トイプログラムおよび PBL による大学でのプログラミング導入教育,” 日本産業技術教育学会第 54 回全国大会講演要旨集, p.99, 2011, 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〕

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