

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 27 日現在

機関番号：15501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700898

研究課題名(和文)可視化を用いた教育評価方法のモジュール化とeラーニングシステムへの適用

研究課題名(英文)Development of a Graphical Tool for Formative Assessment Using an E-Learning System

研究代表者

小柏 香穂理(Ogashiwa, Kahori)

山口大学・大学情報機構・助教

研究者番号：60379922

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円、(間接経費) 480,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、近年、学生の達成度を向上させる最も効果的な戦略の1つとして注目されている形成的評価に着目し、「学生の理解を把握・予想する」ためのアプローチとして、膨大なテスト結果のデータを解析することで、学生の理解(学生の誤り傾向)を把握することができる可視化機能を開発した。人間の直観(目視)を活用した可視化によるクラスタリングを行い、誤り傾向が似ている学生のクラスタを決定した。さらに各クラスタの誤り傾向を詳細に把握するために、各問題の平均点をグラフにより可視化した。これらの可視化機能を、Moodle上のモジュールとして実装したことで、多くの教員が容易に学生の誤り傾向を把握することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：In recent years, formative assessment has come into focus as one of the most effective strategies for improving student achievement. In this study, we developed a visualization tool that can grasp students' understanding and lack of understanding, as represented by common patterns of mistakes students make. By analyzing test score data with the tool, we wish to comprehend and predict students' understanding. The analysis method adopted visualization clustering combined with human intuition (sight). To understand the pattern of students' mistakes in detail, the average score for each question was visualized, and the tool was implemented as a Moodle module, which will make it easy for many teachers to grasp the patterns of students' mistakes.

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ラーニング 教育評価 可視化 Moodle 形成的評価

1. 研究開始当初の背景

これまで、従来の内視鏡教育の問題（実際の診療現場における個別指導中心の実習では、医学生全員が同じように診断の体験をすることは難しく、その機会も少ない。また従来のテキストでは診断の感覚をつかむことができない）を解決するために、動画像を活用したeラーニング教材を開発し、その有効性を検証した。さらに、内視鏡などの画像診断教育に適した個別化教育評価方法として、誤り傾向が似ている学習者をグルーピングするために、統計的パターン認識の手法を使って、学習者を多次元から2次元へ可視化する方法を確立した。その結果、従来の教育評価方法では見出すことができなかった学習者個々の評価（弱点）を見出すことが可能となった。この点は、医学の内視鏡教育に限らず、他分野の教育においても適用することができる。

本研究は、以上の研究成果を踏まえて行うものである。有効性が示された教育評価方法を他分野にも適用することができるように、eラーニングシステムのモジュールとして実装する。さらに、近年、ネットワークを活用した情報システムにおいて最も重要とされている情報セキュリティの観点からも考察する。安全性と利便性の最適なバランスモデルを考案し、その評価を行うことも目的とする。

まず、有効性が示された教材や教育評価方法を、eラーニング標準化技術に基づき、モジュール化する。LMS (Learning Management System) とそのモジュールのインタフェースを定めた規格 LTI (Learning Tools Interoperability, eラーニングシステム連携規格) などを参考に開発を進め、多くの高等教育機関で利用されている Moodle 上での実装を行う(図1)。

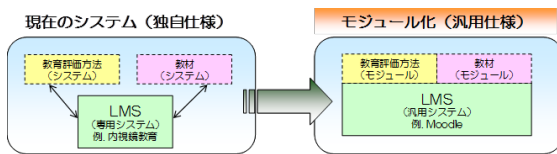


図1 教材や教育評価方法のモジュール化

次に、安全性と利便性の最適なバランスモデルについて、中村らによる研究（セキュリティ対策選定の実用的な一手法の提案とその評価、情報処理学会論文誌、2004）をもとに利便性の観点を組み込んだモデルを考案し、その評価を行う(図2)。

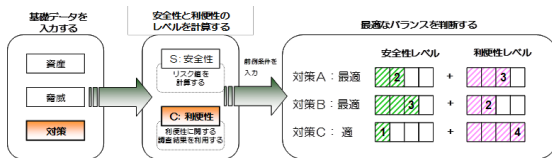


図2 最適なバランスモデルの例

2. 研究の目的

これまで、実践的な内視鏡教育を可能とするeラーニング教材を開発し、この教材を用いて、個別化教育評価方法を統計的パターン認識により確立してきた。本研究の目的は、これらの有効性が示された「教材」や「教育評価方法」をモジュール化（部品化）し、それらを自由に組み合わせて利用できるeラーニングシステムの実用化である(図1)。さらに、情報セキュリティの観点(資産・脅威・対策)から、eラーニングシステムをいつでもどこでも誰でも安全かつ便利に使えるために「安全性と利便性の最適なバランスモデル」を考案し(図2)、その評価を行う。

3. 研究の方法

(1)教育評価方法のモジュール化

近年、形成的評価は学生の達成度を向上させる最も効果的な戦略の1つとして注目され、「学生の理解を把握・予想する」ために、一般的には、テスト結果から解答の誤りを見て学生の理解を把握するアプローチがとられている。より詳細な学生の理解を把握・予想するためには、膨大なデータから誤り傾向を解析することが必要であり、膨大なテスト結果のデータを解析するツールが不可欠となる。そこで本研究では、Moodle 上の小テストを対象とし、まず小テストの評点を成分とするベクトルで学生を記述し、学生群を多次元空間から2次元空間へ可視化し、2次元空間上で人間の直観を活用した学生に対するクラスタリング（クラスタの検出）を行う。次にクラスタ内の学生についてテストの問題ごとの平均点を折れ線グラフにより可視化することによってクラスタの解釈を行う(図3)。ここでは、非線形の Sammon 法と線形の K-L 展開の2つの手法を用いる。とで用いられる可視化機能を Moodle 上のモジュールとして実装する。

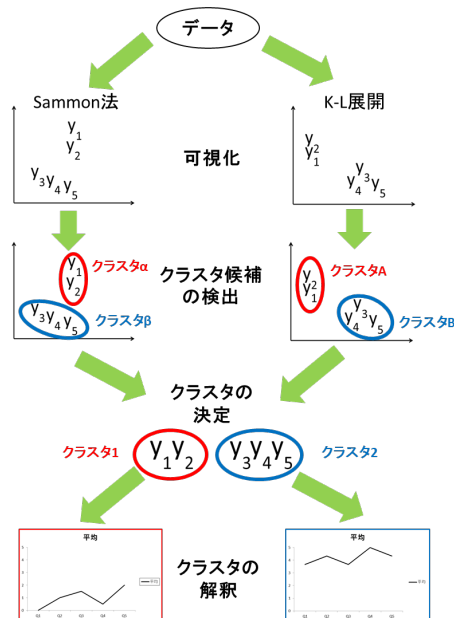


図3 誤り傾向を解析するまでのプロセス

(2)安全性と利便性の最適なバランスモデルの考案と評価

まず、安全性のレベルの基準として、情報セキュリティの観点に基づいたリスク値を使う。資産、脅威、脆弱性の各々のレベルを4段階に設定し(1-4)、乗算することでリスク値を求める方法を用いる(表1)。リスク値を下げるための対策を講じることで、脆弱性が下がることは明らかであるが、利便性について明らかにされていない。そこで、本研究では特に利便性に関するデータを収集し、基礎データに反映する。表2のように対策の種類(A,B)によって、脆弱性の下がるレベルが異なる場合、安全性の観点ではリスク値の小さいBの方が良いと考えられる。一方で、安全性と利便性の両観点では、どちらの対策を講じる方が、最適だといえるのだろうか。本研究では、「利便性」に焦点を当て、安全性と利便性の最適なバランスモデルを考案し、その評価を行う。

表1 リスク値の計算例

資産	脅威	脆弱性	リスク値
3	3	4	36

計算式：資産(3)×脅威(3)×脆弱性(4) = リスク値(36)

表2 利便性の観点を追加した場合の例

リスク値	対策	対策後のリスク値	安全性	利便性	バランス
36	A	27	2	3	最適
36	B	18	3	2	最適

4. 研究成果

(1)教育評価方法のモジュール化

Moodle 上での実装方法

誤り傾向を解析するために、クラスタの検出とクラスタの解釈で用いられる可視化機能を Moodle 上で実装した。オープンソースツールの XAMPP を使って Moodle の開発環境を構築した。Moodle1.9.19 をインストールし、標準の小テストモジュールを活用して、散布図と折れ線グラフを Google Chart 機能を使って実装した。クラスタ検出のための手法(Sammon 法、K-L 展開)については R version 3.0.11\* を使って実行した。

\*R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

データと可視化結果

医学生5,6年生25名を対象とした学習履歴のデータを用いて解析を行った結果を示す。クラスタの検出では、Sammon 法と K-L 展開による可視化結果を図4と図5に示す。またクラスタの解釈では、各クラスタの折れ線グラフによる可視化結果を図6に示す。

考察

2つの可視化機能によって、教員は学生の誤り傾向を容易に把握することが期待でき

る。これによって、教員が日常的に効果的な形成的評価を行い、授業改善に役立つことが期待できる。

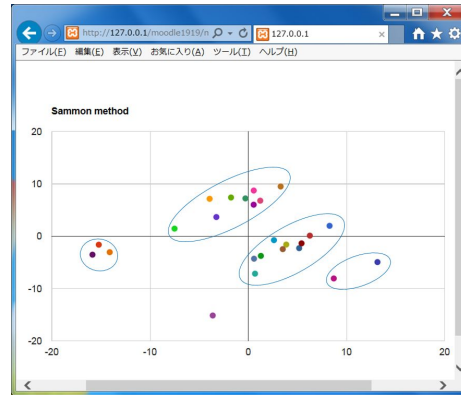


図4 Sammon 法による可視化

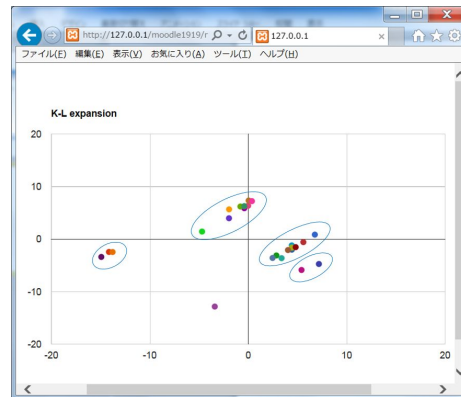


図5 K-L 展開による可視化

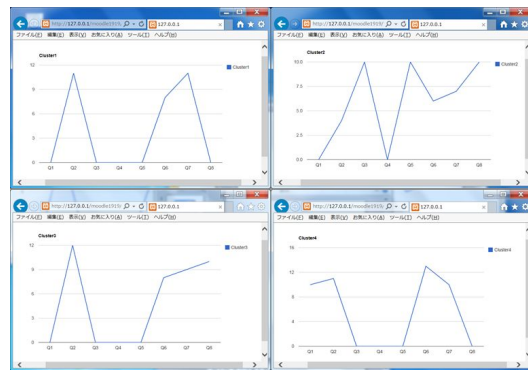


図6 折れ線グラフによる可視化

(2)安全性と利便性の最適なバランスモデルの考案と評価

バランスモデルの考案

当初は、安全性と利便性はトレードオフの関係であると予想していたが、データによる評価結果から、すべての対策においてトレードオフの関係ではないことが予想され、安全性と利便性の関係性を定義することは難しい。そこで各観点を4段階(1-4)で設定し、それらを乗算した結果(表3)を利用することにした。値が大きいほど良く、安全性と利便性の差が小さいほど良いという観点で評

値した。

表3 安全性と利便性のマトリックス

		利便性			
		1	2	3	4
安全性	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16

データによる評価結果の一例

セキュア化によるレスポンスタイム結果から、安全性と利便性は、相互補完の関係にあることがわかった。また指紋認証の操作性に関するアンケート結果からは、安全性と利便性は、トレードオフの関係にあることがわかった。このように対策の種類によって、安全性と利便性の関係性は異なるため、データ収集により予測せざる負えない部分がある。またどの程度の安全性が必要か、その許容範囲を考えておく必要がある。

考察

安全性の許容範囲を設定できれば、一定のセキュリティを保持しながら、利便性を向上させるための一助となると期待できる。

(2)国内外における位置づけとインパクト

本研究の学術的な特色・独創的な点は、次の2点である。

教育評価方法のモジュール化について、有効性が示された教育評価方法をモジュール化することによって、誰もがこの機能を使うことができるようになり、学習効果の向上や教育改善の一助となることが期待できる。

安全性と利便性の最適なバランスモデルの考案について、管理者及び利用者の情報セキュリティ意識を高め、ICTを活用した教育の発展に寄与できる。

以上から、教員にとっては教育方法の改善、学生にとっては学習効果の向上が期待できる。さらに、情報セキュリティ意識の向上から、eラーニングによる多様な学習の可能性が広がる。

(3)まとめと今後の展望

Moodleの小テストの評点情報を使って、可視化によって学生の誤り傾向を把握するモジュールを開発した。このことは、教員が授業の改善のための情報として役立つことが期待できる。今後は、MoodleなどのLMSから取得できる多様なデータをLA(Learning Analytics)などの手法を活用して、学習プロセスなどの情報を解析し可視化することによって、教員の授業改善のみならず、組織としての評価(例えばIR(Institutional Research))としての活用方法を見出していきたいと考えている。

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)

[学会発表](計4件)

小柏香穂理, 浜本義彦, 王躍, 刈谷丈治, 小河原加久治, 形成的評価を支援する可視化ツールの開発, MoodleMoot2014, 2014年2月19日~21日, 沖縄国際大学(沖縄県宜野湾市)

小柏香穂理, 浜本義彦, 王躍, 刈谷丈治, 小河原加久治, 形成的評価を支援する可視化ツールの開発-Moodleの小テストモジュールを活用して-, 情報処理学会研究報告, コンピュータと教育研究会報告2013-CE-122(22), 2013年12月14日~15日, 琉球大学(沖縄県中頭郡西原町)

Kahori OGASHIWA, Yoshihiko HAMA-MOTO, Yue WANG, Joji KARIYA & Kakuji OGAWARA, Graphical Tool for Formative Assessment with the Moodle Quiz Module, The 21st International Conference on Computers in Education (ICCE 2013), November 18-22, 2013, Grand Inna Bali Beach Hotel, Denpasar Bali, Indonesia.

小柏香穂理, 浜本義彦, 王躍, 刈谷丈治, 小河原加久治, グラフを用いた教育評価支援ツールの開発 - Moodle モジュールを活用して -, 第75回情報処理学会全国大会, 2013年3月6日~8日, 東北大学(宮城県仙台市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

小柏香穂理(OGASHIWA KAHORI)  
山口大学・大学情報機構・助教  
研究者番号: 60379922

(2)研究分担者 なし

(3)連携研究者 なし

(4)研究協力者

浜本義彦(HAMAMOTO YOSHIHIKO)  
山口大学・大学院医学系研究科・教授  
研究者番号: 90198820

王躍(WANG YUE)  
山口大学・大学情報機構・准教授  
研究者番号: 30263792

刈谷丈治(KARIYA JOJI)  
山口大学・名誉教授  
研究者番号: 90109950

小河原加久治(OGAWARA KAKUJI)  
山口大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号: 70211125