

## 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1日現在

機関番号：15501
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2010～2011
課題番号：22700812
研究課題名（和文） 統計的パターン認識による個別化教育の評価と内視鏡教育への適用
研究課題名（英文） Analysis of Student Test Scores in Medical Education by Means of Visualization in Statistical Pattern Recognition
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

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、統計的パターン認識の可視化手法により、内視鏡教育における学習者の誤り傾向を分析する。学習者を多次元ベクトルとして捉え、その学習者を *Sammon* 法により可視化する。見ることができない多次元空間上の学習者を2次元空間上に可視化することにより、人間の直感を活用した誤り傾向の解析が可能となる。医学生の学習履歴データを用いた実験から解答の誤りが類似した集団を捉えることができ、誤り傾向の類似性に着目した指導が期待される。

## 研究成果の概要（英文）：

This study adopts a visualization method in statistical pattern recognition to analyze the test scores of medical students in endoscopic education. The students are represented as multi-dimensional vectors and are plotted in a 2-dimensional space by means of the *Sammon* method in statistical pattern recognition. The results indicate that students can be classified into groups, i.e., clusters in which each group tends to make similar mistakes in their tests.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：教育学

科研費の分科・細目：科学教育・教育学・教育学

キーワード：eラーニング，教育評価，統計的パターン認識，可視化，医学教育

## 1. 研究開始当初の背景

従来の内視鏡教育では、熟練の内科医による個別指導とテキストによる教育が中心であり、現状では以下にあげる問題を抱えている。まず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。

これらの問題を解決するために、ICT

(Information and Communication Technology) を活用したコンピュータ上のシミュレーション型教材が有効であると考え、内科医の指導のもと、実践的な内視鏡教育を可能とするシミュレーション型教材を開発し、この教材を用いて医学生に対する教育実践を行い、その有効性を検証した。

本研究は、以上の研究成果を踏まえて行うものである。内視鏡教育のためのシミュレーション型教材を学習する医学生を対象に、その教育評価方法を確立するとともに、多くの医学生に安定的に学習できる環境を提供していくために、安全性と利便性を両立することを念頭に置いた e ラーニングシステムを構築することを目的としている。

まず、教育評価方法について、医学教育の中でも内視鏡などの画像診断教育では、一定水準以上の臨床診断・推論能力を習得することを目的とする学習者個々の評価が重要であり、それを踏まえた個別化教育が必要とされる。しかしながら、それには総合得点などを基に順位や偏差値などの相対評価を主とする従来の教育評価方法は必ずしも適していない。そこで個別化教育に適した教育評価方法の確立が必要となる。本研究では個別化教育のために、学習者を多次元ベクトルとして捉え、その学習者を統計的パターン認識により可視化し、可視化された学習者を評価する対話型教育評価を提案する。

もう一つの目的である e ラーニングにおける利便性と安全性の最適なバランスを保つことを想定した詳細な実践報告は、あまり例がないため、本研究においてそのような実験を行うことは意義があると考えられる。

## 2. 研究の目的

これまで、上部消化器を専門とする内科医の指導のもとに、実践的な内視鏡教育を可能とするシミュレーション型教材を開発した。本研究では、この教材を用いて内視鏡教育のための個別化教育評価方法を統計的パターン認識により確立することを目的とする。さらに、開発した教材および教育評価方法を LMS (Learning Management System: 学習管理システム) に実装し、学内外の医学生等にとって安全で使いやすい最適な学習環境を構築することも目的とする。

## 3. 研究の方法

### (1) 個別化教育のための教育評価方法の確立

#### ① 教育評価方法の考案

統計的パターン認識の可視化手法を用いて、教育評価方法を考案する。

まず統計的パターン認識について概説する。浜本義彦著 (統計的パターン認識入門, 2009) では、「パターン認識とは任意に与えられたパターンを有限個のクラス

(概念) のいずれかに対応づける機能である」と定義され、「統計的パターン認識理論は、数値化された認識対象をパターンとして表し、個々のパターンからではなく、それらパターンのなすパターン分布の統計的構造から、パターン認識問題を解こうとする理論である」と述べられている。

本研究では、学生のテストの各問題に対する得点を成分とした多次元ベクトルを解答パターンとする。学習者の解答内容の類似性を調べる方法として、多次元ベクトルである解答パターンに対して、Sammon の非線形マッピング (Sammon, J. W. 1969) による可視化を行う。その際多次元空間上で近接している学習者の解答パターンはその解答内容が類似していると考える (図 1)。学習者を可視化することにより人の直感を活かした対話型解析により、解答内容が類似した学習者の集団の抽出や外れ値 (特異な解答内容の学習者) の検出ができる。類似集団の妥当性を検証するために、可視化によって人間の直感によって捉えられた類似集団ごとに、その集団に属する学習者 (多次元ベクトル) を折れ線グラフで表示する。各学習者の折れ線グラフの重なり具合から、同一の類似集団に属する一員か否かを判断する (図 2)。これらの 2 つの手続きを繰り返し行い、最適な結果を得ようとする対話型解析である。

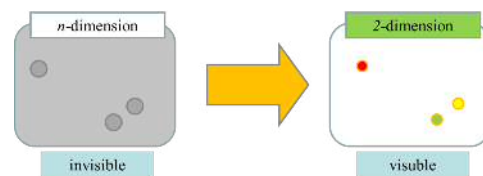


図 1 2次元空間への可視化

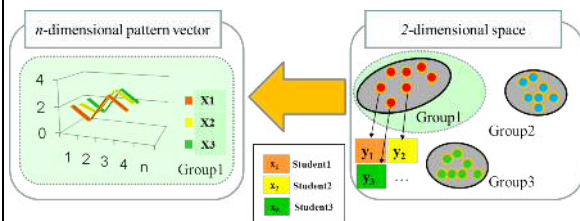


図 2 類似集団の妥当性の検証

#### ② 教育評価方法の有効性の検証

医学生の学習履歴データを用いて解析する。実施が限られている内視鏡教育では、データ収集に多くの時間を要するため、データが収集し終えるまでは模擬データを代わりに用い解析する。

(2)教材の実用化に向けた実験

今後、多くの学生に、開発した教材を安定的に学習できる環境を提供していきたいと考えている。しかしながら、安定的な学習環境を提供するためには、最低限必要な条件を明らかにしておかなければならない。そこで本研究では、開発した教材の特徴を考慮し、3つの調査課題について検討する。①動画を使っているため、学習時に必要なネットワーク帯域を調査する。②動画や静止画の不正アクセスや不正コピーなどを防止するため、セキュリティを強化する必要があると同時に、セキュリティ強化による利便性低下などの影響を調査する。③現サーバで保証できる同時アクセス数を調査する。③については、システム障害による情報漏洩等の事故が起こる可能性も考えられるため、予想される範囲内での被害を最小限に抑えるために必要不可欠な調査である。本研究では、これらの調査課題について実験を行う。

4. 研究成果

(1)個別化教育のための教育評価方法の確立

①データと解析方法

医学生5年生25名の学習履歴データ(設問8問(表1))を用いて、本研究で考案した手法による解析を行った。解析には、R\*というフリーの統計ソフトを用いて行った。

\*R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

表1 問題の内容

問題	内容
Q1	最適な画像の選択
Q2	内視鏡画像の読影
Q3	疾患名の選択
Q4	肉眼型の選択
Q5	深達度の選択
Q6	病変の範囲診断(通常)
Q7	病変の範囲診断(NBI/色素)
Q8	正しい治療法の選択

②結果

医学生25名を可視化した結果を図3に示す。描かれている楕円は、人間の目で見ると類似集団を捉えたものである。各類似集団の人数は、(A)3名、(B)9名、(C)10名、(D)2名、外れ値1名であった。これらの4つの類似集団(A)、(B)、(C)、(D)を折れ線グラフで表示した結果(図4)、各学習者の折れ線グラフの重なり具合がほぼ一致することから妥当性を検証できた。

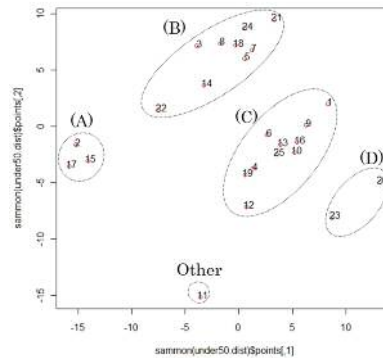


図3 学習者の可視化

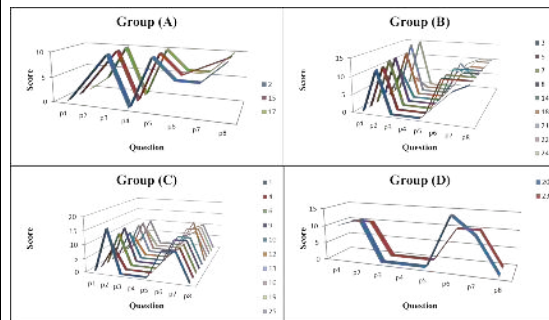


図4 折れ線グラフによる検証

③考察

学習者を2次元に可視化した結果から、4つの類似集団を見つけることができた。各集団の特性について表2に示す。集団(A)は、問題1,4の得点が低く、問題2,6,7は中程度、問題3,5,8は高い。集団(B)は、問題1,3,4,5の得点が低く、問題2,6は中-高程度、問題7,8は高い。集団(C)は、問題1,3,4,5,8の得点が低く、問題2,6は中-高程度、問題7は高い。集団(D)は問題3,4,5,8の得点が低く、問題1,2,6,7は高い。また折れ線グラフ(図4)により、類似集団の妥当性も検証できていることから、提案した手法は有効であると考えられる。

表2 類似集団の各問題の得点傾向

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
(A)	低	中	高	低	高	中	中	高
(B)	低	中高	低	低	低	中高	高	高
(C)	低	中高	低	低	低	中高	高	低
(D)	高	高	低	低	低	高	高	低

(2)教材の実用化に向けた実験報告

教材を安全で使いやすい最適な学習環境で利用するためには、LMSサーバに関するセキュリティ強化の度合いを適度に保たなければならない。内視鏡教育のためのシミュレーション型教材をサーバ上に実装し、その実用化に向けた3つの課題について実験を行っ

た。①動画像教材を学習する際のネットワークの帯域保証の問題については、下りの帯域が小さいとレスポンスタイムが大幅に遅くなる可能性があることがわかった。②セキュア化による利便性低下の問題については、サーバのセキュリティ対策（暗号化）による利便性低下はほとんどないと考えられるが、指紋認証装置の導入については、操作性に問題が指摘され、利便性が低下する可能性が高い。③同時アクセス数の増加によるサーバ負荷の問題については、JMeter という負荷ツールを用いて、同時アクセスを仮想的に実現した負荷実験を行い、現在の環境で学習できる同時利用者数の目安を得ることができた。また動画像教材を学習する際に負荷が大きいことがわかった。これらの実験から、動画像を使ったシミュレーション型教材の安定的な学習環境を整備するための有用な知見を得ることができた。

### (3)国内外における位置づけとインパクト

本研究の成果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。考案した教育評価方法により個別化教育を推進し、効率的な学習の一助となることが期待できる。

### (4)まとめと今後の展望

これまで、実践的な内視鏡教育を可能とするシミュレーション型教材を開発してきたが、本研究ではこの教材を用いて、統計的パターン認識の可視化手法による個別化教育評価方法を確立した。教育評価方法の確立については、表面的な評価ではなく、「見えないもの（隠れているもの）を見えるようにする」に適した評価方法のひとつになりうる可能性があると考えている。

さらに教材の安定的な学習環境を整備するための有用な知見を得ることができた。学習環境の実験結果については、開発した教材を対象として実験を行っているため、すべての事例が他の教材にも適用できるわけではないが、現在のeラーニング運用の方法（ノウハウ）が不足している状況に対して、これがひとつの報告事例となり、資料的価値として役立つものと考えている。

今後は、今まで開発してきた「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を目指す。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、その実用化に向けた実証実験とその評価を行いたいと考えている。

## 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5件）

- ①小柏香穂理、浜本義彦、学内におけるマルチメディア教材の学習環境構築に関する実験報告、教育システム情報学会研究報告 Vol. 26, No. 6, pp.117-122, 2012年3月17日、大阪工業大学（枚方市）。
- ②小柏香穂理、浜本義彦、動画像を用いた教材の実用化に向けた学内における実証実験報告、情報処理学会研究報告 Vol. 2012-CE-113, No. 9, 2012年2月5日、三重大学（津市）。
- ③小柏香穂理、浜本義彦、学習履歴可視化による分析とその医学教育への応用、教育システム情報学会研究報告 Vol. 26, No. 5, pp.43-48, 2012年1月21日、鹿児島大学（鹿児島市）。
- ④小柏香穂理、浜本義彦、統計的パターン認識の可視化手法を用いた内視鏡教育における学習者の誤り傾向分析、情報処理学会研究報告 Vol. 2011-CLE-6, No. 2, 2011年12月1日、JR福井駅前 AOSSA（福井市）。
- ⑤小柏香穂理、浜本義彦、皆上興平、原田貴大、平野佳浩、動画像教材を対象としたLMSの負荷テスト、第73回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol. 4, pp. 327-328, 2011年3月2日、東京工業大学（目黒区）。

## 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