

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008 ～ 2009
 課題番号：20700650
 研究課題名 (和文) 大学教育に必要な数学能力習得のための誤り修正支援付適応型学習支援システムの構築
 研究課題名 (英文) An adaptive support system with correcting advice of mistakes for university students to master mathematics
 研究代表者
 大森 拓哉 (TAKUYA OHMORI)
 多摩大学・経営情報学部・准教授
 研究者番号：80332617

研究成果の概要 (和文)：

本研究では、大学生の数学の能力に関して、どこまで理解しているか、どこでつまづいているかを診断し、学習が不十分なものに対しては適切なアドバイスを与えて習得を促す適応型学習支援システムを構築した。その際、従来では扱うことのできなかった大問・小問構造 (テストレット形式) の問題を、ベイジアンネットワークモデルにより表現し、実在するペーパーテストの問題項目を CAT (コンピュータ適応型テスト) 上に実装することができた。

研究成果の概要 (英文)：

In this study, we propose a new adaptive diagnostic system to identify mistakes of mathematic skills of university students; it also gives them advices to correct their mistakes. In this method, Bayesian Network is applied to model the structure of testlet items. The method makes it possible to represent paper & pencil test on computerized adaptive test (CAT).

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	720,000	3,250,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：テストレット、適応型テスト、ベイジアンネットワーク、IRT、e-ラーニング

1. 研究開始当初の背景

大学の全入時代を迎え、一部の学生においては大学で授業を受ける際に最低限必要と

思われる知識・能力さえも有していない場合が散見されるようになってきた。特に数学の分野においては、中等教育における数学能力が欠如していると、その後の学習に支障をき

たす影響が大きい。

これらに対応するためには、中等教育までの内容を大学において再教育するか、あるいは個別学習を行うかなどが考えられるが、いずれも教授側の負担は大きい。また、能力の欠如している学習者にとっては、まず自分が何を理解できていないかというメタ認知ができていない場合が多い。そのため、教授側としては何が理解できていないかを学習者自身に明らかにすることが出発点となる。これら一連の作業を自動化し、教授・学習者双方の負担を減らすと考えられるのがコンピュータによる学習者適応型の支援システムである。

しかし現在の e-learning システムでは、全てのもが適応型のテストシステムとはなっておらず、また、その理論も項目反応理論 (IRT) に基づくもののみしか開発されていない。本研究では今まで実現できていなかった大問・小問構造 (テストレット形式) の問題も適応型テストシステムに実装できるよう、アルゴリズムを開発し、実際問題に適した適応型テストシステムを構築する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、近年学力低下が深刻化している大学生の、特に数学の能力に関して、どこまで理解しているか、どこでつまづいているかを診断し、学習が不十分なものに対しては適切なアドバイスを与えて習得を促す適応型学習支援システムを構築することである。

3. 研究の方法

適応型の学習システムにおいても、多くのものが従来の項目反応理論 (IRT) に基づくものであり、IRT をベースとした適応型テストを作成する際にはテスト項目間に局所独立性を仮定するため、一問一問が独立なものとして扱う必要がある。そのため大学入試センター試験をはじめとする国内において通常行われている大問・小問構造 (テストレット) を含むテスト問題とは理論的な仮定との整合性がとれず、取り扱いが困難となる。IRT においてテストレットを扱う研究も近年になって見受けられるようになったが、それらの方法は能力特性値を推定することが目的であり、そのままでは適応型テストを作成には応用できない。

本研究では、上記の諸問題を解決するため、テスト項目間に従属関係を考慮し、大問・小問といった従来のペーパーテストの形式を、因果推論モデルであるベイジアンネットワークモデルを用いて表現し、その推論機構を用いて適応型テストシステムを作成する。こ

のシステムは単なる評価システムではなく、学習者の理解状態を各レベルごとに確率で表現し、さらにはどこでつまづいているかなどを自動的に判断し、誤り修正のための適切なアドバイスを与える機能も備える。最終的にはこのシステムを Web 上に実装し、各学校の教室や家庭などからアクセス可能にして広く一般に利用されうる環境を整える。

4. 研究成果

2 カ年における研究の成果を以下に記す。

(1). 学習状況調査

2008 年度に、神奈川県・茨城県・滋賀県の公立小・中学校において、学習状況調査を行った。データを集計し、公表している。また、2009 年度には追跡調査を実施している。

(2). 誤りの種類の分類

学習結果のデータより、どのような誤りを犯しているかを潜在変数モデルを用いて多変量解析的に分類した。その結果、いくつかの誤りの要因を抽出することができ、誤りの種類 (バグルール) として類型化することができた。

(3). 誤り診断の自動化アルゴリズムの構築

確率ネットワークモデルにより、効率的な誤り診断アルゴリズムを開発した。従来の IRT モデルによる診断、ツリーモデルによる診断などがあるが、大問・小問構造を取り入れたベイジアンネットワークモデルにより全ての問題に回答する手間のない、効率のよい診断アルゴリズムを作成した。

(4). 推論計算アルゴリズムの作成

学習者に問題を出し、回答を得、適切な支援を与える適応型システムプログラムを作成した。ベイジアンネットワークによる推論アルゴリズムを基礎とするが、テストレット形式の問題を取り扱うことができるよう、小ネットワークを一つのノードとして扱うアルゴリズムを開発した。

(5). 誤り修正支援のための情報提示項目の検討

学習者の誤りや思い違い (バグルールなど) が見受けられた場合、その誤りを修正するための適切なメッセージやアドバイスを自動表示する機能を備えるための情報提示やメッセージが適切であるかを検討した。大

学生の被験者により、効率のよい誤り訂正の情報内容・提示の仕方を確認した。

(6).Web 上への実装

構築したシステムを Web 上に実装した。どういったインターフェースがよいかといったことも同時に考慮し、アドバイス提示のタイミングなどについても検討した。

(7).システムの評価実験

大学生を被験者とし、システムの有用性について評価実験を行った。ペーパーテストによる結果のフィードバック、全問回答による CBT の場合、および本システムによる実験を行い、本システムでの有用性を明らかにし、評価した。

(8).新しい IRT 法の開発

従来の項目反応理論 (IRT) では扱えなかったテストレット形式の問題について新たなモデルを設定し、従来法との比較を行った。新たなモデルでは、共分散構造の中に項目間の従属関係を取り入れて、MCMC 法 (Gibbs Sampling 法) により従来法より推定値のよいアルゴリズムを開発した。

これらの内容について、海外および国内の学会において研究発表を行った。

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 0 件)

[学会発表] (計 6 件)

Takuya OHMORI, Kazuo SHIGEMASU, Bayesian diagnostic model in testlet adaptive testing, International Meeting of the Psychometric Society, 2009, July, 16, 2009, Cambridge, U. K.

Takuya OHMORI, Kazuo SHIGEMASU, Bayesian adaptive diagnoser of bug rules with tree structure model, The Fourth IASTED International Conference on Computational Intelligence, 2009, Aug, 21, 2009, Hawaii, U. S. A.

大森拓哉、繁榎算男、グラフィカルテストレットモデルによる適応型テストへの実データの適用、第 37 回日本行動計量学科第 37 回大会、2009 年 8 月 3 日、大分大学

森 一将、大森拓哉、繁榎算男、テストレットモデルの母数のベイズ推論、第 37 回日本行動計量学科第 37 回大会 2009 年 8 月 4 日、大分大学

Takuya Ohmori, A support system of students' error by probabilistic modeling, 28th International Congress of Psychology. July, 20-25, 2008, Berlin, Germany

大森拓哉、多次元潜在変数モデルによるバグルールの類型化の試み、日本行動計量学会第 36 回大会、2008 年 9 月 2 日～5 日 成蹊大学 (東京)

[図書] (計 1 件)

繁榎 算男、大森 拓哉、橋本 貴充、培風館、心理統計学—データ解析の基礎を学ぶ (心理学の世界 専門編)、2008、256

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大森 拓哉 (TAKUYA OHMORI)
多摩大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：80332617

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：