

機関番号：32619

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500843

研究課題名（和文）複数行手書き数式入力を用いたアダプティブ知的チュータシステムの確立

研究課題名（英文）On Establishment of Adaptive Tutoring System using Multiline Handwriting Mathematical Inputs

研究代表者

横田 壽 (YOKOTA HISASHI)

芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号：90210616

研究成果の概要（和文）：学習者が微分積分の単元ごとに自動生成され表示された問題について解き、解答をキーボードまたは手書きで入力することで、学習者の理解度を推測し、学習者にフィードバックするシステムの構築に成功した。学習者の理解度の推測は、教授者の知識構造から作成したコンセプトマップの項目間に相対距離を定義することで精度を高めることができた。

研究成果の概要（英文）：We are able to develop the system which is capable of assessing learners' understandings and giving appropriate feedback by reading learners' input for the self-generated questions about calculus. For the better assessing learners' understanding, we have developed a concept map using educator's knowledge structure and the relative distance.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：教育工学、教育工学

キーワード：アダプティブチュータシステム

1. 研究開始当初の背景

(1) 択一式問題型の数学学習支援システムを構築し2年間の運用した。その結果、択一式問題と解答では、表示された解答から答えの推測がなされ、学生の理解度向上にはあまり適切ではないという結論を得た。

(2) 2つの数式をある1点で値を調べることにより、それらが等しいか等しくないかを判定する1点判定法を生み出し、自動正誤判定を可能にし、2年間運用したが、このシステムを用いた学生は用いなかった学生より平

均点では少し高いという結果しか得られなかった。

2. 研究の目的

複数行にまたがる学習者の手書き数式入力を理解し、その入力結果から学習者の理解度を推測することを可能にする1点判定法を用いたアダプティブ知的チュータシステムの確立を目指す。

3. 研究の方法

(1) 1点判定法を用いたアダプティブ知的チ

ュータを確立し実装するために、学習者の入力した解答と正解をある2点で評価し、その差を用いて学習者の理解度を測ろうというものである。

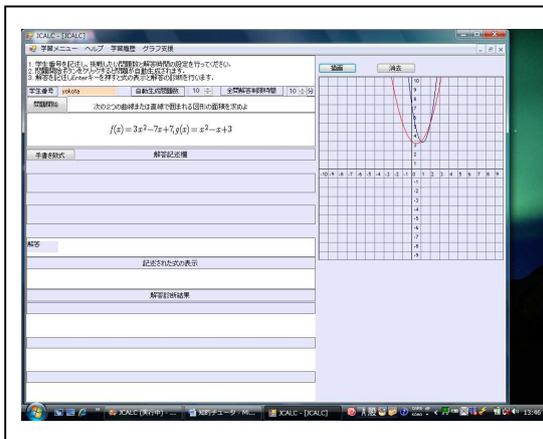
(2) 学習者が複数行にまたがる解答ができるようにシステムの変更を行う。現在、学習者は問題の解答を1行で表現しているが、紙の上で問題を解くときには、途中経過も書くのが普通である。そこで、解答欄を複数行にし、それぞれの行で1点判定法によるアダプティブ知的チュータ支援の実現を目指す。

(3) 学習者の理解度を多くのデータから推測する従来の方法ではなく、私たちが普段行っている教授者の知識構造から学習者の知識構造を推測する方法を考える。

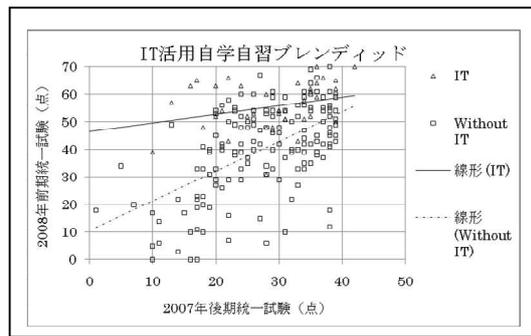
(4) キーボード入力が困難な数式について、簡易な入力方法を実現することで、学習者は入力ではなく問題に集中できることから、数式の入力方法について一から考え直す。

4. 研究成果

(1) 学習者が入力した解答とシステムが生成した正解の差および商を用いて距離を定義し、この距離を用いて学習者の知識構造の理解に用いた次のようなシステムを開発した。



さらに、このシステムを用いて学習した学生とそうでない学生との比較をするために、サンプルの収集を行った。バイアスがかからないようにするため、入学時のプレテストのスコアでクラス分けを行い、学期末に同じ時間に同じ問題で試験を行った結果、達成度が十分でないと判断された学生の中から、ほぼ同じ点数の学生を学生番号の末尾の奇数、偶数で分けることで、サンプルを得た。この学生に対して、上記のシステムを用いてブレンディッドラーニングを行い、次のような結果を得た。



(2) 学習者の解答に対する診断は、正誤判定、習熟度診断から成り立っている。筆者は、学習者の記述した解答と生成された正解をある1点で評価することにより正誤判定を行うことができることを示した。

習熟度診断を行うために、rd値が整数の場合は、学習者が解答を入力するときに簡単な間違いをしたと判断する。次に、rd値が整数でない場合について考える。rd値を自動生成正解値で割った値が小さいとき、学習者はある程度内容について理解しているが、十分ではないと判断する。また、その値が大きいつき、学習者は内容についてほとんど理解していないと判断する。

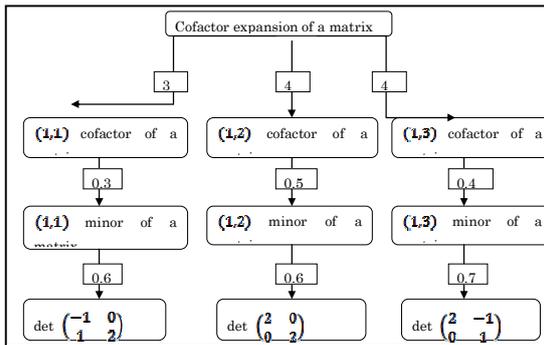
その根拠について説明する。rd値が整数になるのは、両者の値の差が整数か比が整数の場合である。これは、学習者の入力が基本的に正解と同じ形をしていていることを示している。また、rd値が整数でなくrd値/自動生成正解値が小さいときは、評価した点における値に近い必要があり、これは2つの関数が似ていることを示している。下の図は、 $2x^2 - 4x^2 - 1$ の導関数を $6x^2$ と入力し、導関数が理解できていないと判断された解答診断結果である。



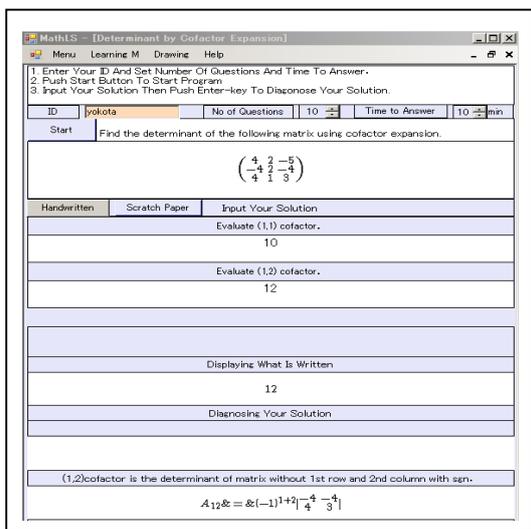
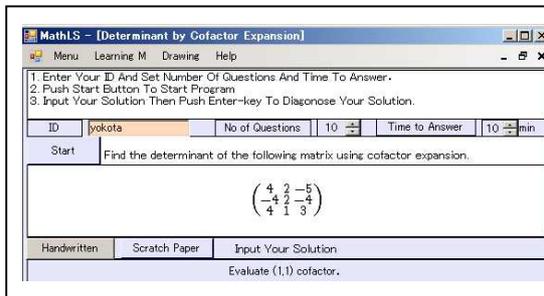
(3) 学習者の知識構造を推測するために、教授者12人を対象に、学習者の解答について、学習者の理解度を判断してもらうという作業を4回行った。その結果、教授者の判断は非常に近いものであることが分かった。そこで、教授者の知識構造をもとに、コンセプトマップを作成し、それぞれの項目間に相対距離を定義し、教授者の知識構造を単元ごとに構築した。

つぎに、この知識構造をプログラムに組み込むため、生成された問題をもっと細かな問題へ分割した。これにより、学習者が正解に辿り着くまでに、いくつかの質問に答えることになり、目標であった複数行問題の生成が可能となった。

さらに、学習者の解答に対してのフィードバックがより細かくなり、学習者は問題を解くことで、その単元に必要な知識を身につけられるようになった。

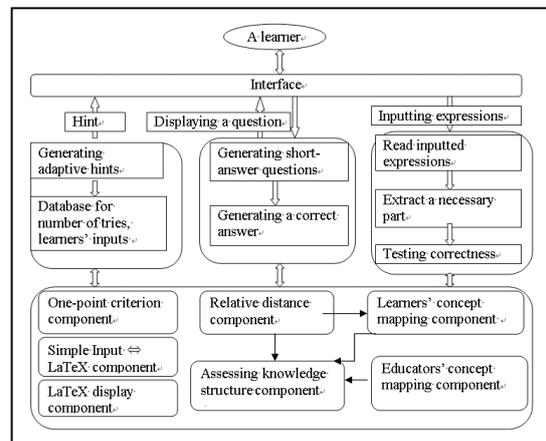


(4) 個別指導を利用した学習はそれなりに効果があることが知られている。そこで、筆者は基礎学力の足りない学習者の習熟度に応じて、個別指導的にヒントを提示する学習支援システムの設計・開発と実践的運用を行った。



しかし、行列の問題に関しては、学習者が簡単に入力する方法を見つけられず、学習支援システムに含めることができないでいた。そこで、学習者がキーボードから簡単に入力する方法を開発し、開発中の学習支援システムに搭載した。これにより、学習者は単に解答を記述するだけでなく、初めて学ぶ題材でも、システムが生成する質問に答え、分からない場合はシステムが提供する学習者の理解度にあったヒントを読みながら学習することが可能となった。

実際のシステムの構造は次の図に示すように、いくつものコンポーネントで構成されている。このコンポーネント1つ1つは、全て筆者らが開発したものであり、市販のソフトウェア等は一切使用していない。したがって、大学等での利用に関して自由がきくようになっている。



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)

[雑誌論文] (計5件)

- ① Hisashi Yokota, On Development of an Adaptive Tutoring System, IAENG Transactions on Engineering Technologies 査読有, 2010, 276-287
- ② Hisashi Yokota, An Adaptive Tutoring System for Calculus, Proceedings of Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE) 査読有, 2010, 185-187
- ③ Hisashi Yokota, An Adaptive Tutoring System for Calculus Learning, Lecture Notes in Engineering and Computer Science 査読有, 2117 巻, 2009, 640-645
- ④ 横田 壽, 学習者対応型知的チュータシステム, IT 活用教育方法研究, 査読有, 11 巻, 6-10

- ⑤ 久保 泉, 本田 竜広, 横田 壽, 履修歴別授業による数学教育の実践と分析, 工学教育, 査読有, 56 巻, 147-151

[学会発表] (計 5 件)

- ① 横田壽, 簡易数式入力を用いた数学学習支援システム, 教育システム情報学会第 35 回全国大会講演論文集, 2010.8 北海道大学
② 横田壽, 学習者対応型微分積分学習支援システム, 教育システム情報学会全国大会, 2009
③ 横田壽, 学習者対応型微分積分学習支援システムの開発, 日本教育工学会, 2009. 8 名古屋大学
④ 横田壽, 学習者対応型ヒント機能を備えたソフトウェアの開発, 日本教育工学会, 2008
⑤ 横田壽, 学習者対応型知的チュータシステム, 全国大学 IT 活用教育方法研究発表会, 2008

[図書] (計 0 件)

[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

<http://next1.msi.sk.shobaura-it.ac.jp>

<http://next1.cc.it-hiroshima.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

横田 壽 (YOKOTA HISASHI)
芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号 : 90210616

(2) 研究分担者
()

研究者番号 :

(3) 連携研究者
()

研究者番号 :