

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 8 月 1 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25330415

研究課題名(和文) 学習者知識構造マップの点数化による習熟度診断を用いた知的学習支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of intelligent learning support system using proficiency degree diagnosis by scoring learner's knowledge structure map

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：微分積分、線形代数、微分方程式を学ぶことは工学部で専門科目を学ぶ上で、最低限必要なことである。ところが、工学部に入学してくる学生の中には、上記の科目で苦勞している学生が少なからずいる。

そこで、学生の記述した解答から学生の習熟度を判断し、レベルにあった問題を提供し、学生の習熟度を上げるシステムの開発が多くの学生が所持しているスマートフォンで必要となった。学生の習熟度の診断は、学生の記述した解答と正解を比較し、その距離を定義することである一定の成果を得た。

研究成果の概要(英文)：Learning differential integral, linear algebra, differential equation is the minimum necessary to learn special subjects in engineering department. However, among students enrolled in the Faculty of Engineering, there are a few students who are struggling with the above subjects.

Therefore, the development of a system that judges students' proficiency level from the answers written by students, provides problems according to the level, and increases the proficiency of students can be used on the web screen of smartphones possessed by many students.

Diagnosis of students' proficiency level gained certain results by comparing answers written by students with correct answers and defining their distances.

研究分野：教育工学

キーワード：知的学習支援システム

### 1. 研究開始当初の背景

知的学習支援システムは学習者の習熟度診断ができなければ単なる練習帳である。そこで、多くの知的学習支援システムは、大量の問題を学習者に解いてもらうことで得られる問題の難易度と学習者の正解率を用いて習熟度診断を行う方法をとっている。しかし、この方法は費用対効果の面で優れていないばかりでなく、教授者が作成した問題に対する学習者の習熟度診断もできないという欠点を持っている。

### 2. 研究の目的

本研究では、教授者の知識構造マップと一点判定法による相対距離を用いることで、学習者の知識構造を推測する方法を確立し、費用対効果に優れた習熟度診断を組み込んだ知的学習支援システムを構築し、スマホやタブレットでも利用できるようにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

数学学習支援システムのある学習項目について、教授者の知識構造マップを作成したが、これをどのように学習者の習熟度診断に適用できるのか、その仕組みを考える必要があることが分かった。その方法として、自動生成する問題の分野の学習者知識構造マップの項目をツリー構造にし、それぞれの項目間の値を教授者の知識構造マップと教授者の経験値を用いて決定する。学習者がツリートップから正解の項目まで辿る間の経路により点数が蓄積され、その点数により学習者の習熟度を推測しようとするにいたった。

そこで、2013年度は、私たちが開発している知的学習支援システムが生成する問題のそれぞれの項目に、教授者の知識構造マップを作成し、項目間に重み付けを行い、重み付けを行った学習支援システムによる学習者の習熟度診断と一般に行われるペーパーテストによる学習者の習熟度診断に正の相関があるか調べ、重み付けを改善する。

2014年度、2015年度は、教授者の知識構造マップに沿って、問題を自動生成できるようにし、学習者の理解度に合わせて、自動生成した小問を学習者に提示し、学習者の理解を助ける機能を備えた知的システムの確立を目指す。また、PC対応のシステムでは最近の学生の学習環境とのずれがあるため、スマホやタブレット対応の知的学習支援システムの構築を行う。

### 4. 研究成果

自動生成する問題のそれぞれの分野で学習者知識構造マップの項目をツリー構造にし、それぞれの項目間の値を教授者の知識構造マップと教授者の経験値を用いて決定する。学習者の入力結果と自動生成された正解との距離を測り、学習者知識構造マップのツリートップから正解の項目まで辿る間の経路に割り当てられる点数を加算し、その合計点により学習者の習熟度を推測する方法を確立する。そのためには、実際に学習者に利用してもらえる学習者対応型チュートを組み込んだ知的学習支援システムの構築を一緒に進めていく必要がある。そこで、以下のようなスケジュールで研究計画を進めた。  
平成25年度：

自動生成する問題のそれぞれの分野に対して、まず教授者の知識構造マップを作成する。次に、知識構造マップに教授者の経験値を用いて重み付けを行う。例えば、合成関数の導関数に関して教授者の知識構造マップを考え、項目間ベクトルにおける重要度の表し方として経験値を用いた。

平成26年度：

学習者の理解度の判断をより正確なものにするために、教授者の知識構造マップのそれぞれの項目間ベクトルと経験値ベクトルの内積で得られた値とペーパーテストの点数による学習者理解度の比較を行い、統計的に有意な水準を得られるかの検討を行う。

そのため前期には、私達が担当する微分積分の授業を受けている学生の中からプレイス

ントテストのスコアを用いて、上位、中位、下位の3つのグループから無作為に6人ずつの計18人抽出し、ペーパーテストの点数分析を行う。また、この18人を被験者として、知的学習支援システムを用いて問題を解いてもらい、それぞれの学習者の知識構造マップを作成し、習熟度を上で述べた方法で点数化する。この点数とペーパーテストの点数の相関を調べ、学習者の習熟度分析の精度の向上を図った。

同様に後期にも、18人の被験者を用いて学習者の習熟度分析の精度の向上を図った。

平成27年度：

実用化に向けて、知的学習支援システムをスマートフォン、タブレット PC、iPad でも使えるようにする。それぞれのシステムに対応したものを開発するのは時間的に無理である。ただし、これらのシステムに共通なインターフェイスとしてwebブラウザがあるので、webブラウザ対応の知的学習支援システムを開発すれば、どのシステムでも利用可能となる。

そこで、webブラウザ上で動作することを目指して、知的学習支援システムの開発を行い、担当している授業の受講生の中から学生アルバイト20名を採用して、その性能を評価する。後期にも学生アルバイト20名を採用する。その方法として、学生アルバイトを4つのグループに分ける。

1.大学のPC教室でPCを利用して開発中の知的学習支援システムで学習するグループ。

2.スマートフォンを利用して開発中の知的学習支援システムで学習するグループ。

3.タブレットを利用して開発中の知的学習支援システムで学習するグループ。

4.iPadを利用して開発中の知的学習支援システムで学習するグループ。

この4つのグループの学習者の知的学習支援システムによる習熟度診断とペーパーテストによる習熟度診断を比較し、グループごとの因子分析を行い、グループで偏りがあ

るかを知らべる。もし、偏りがあるようならば、ブラウザの表示の仕方に変化を付けることで、偏りの解消が可能か調べる。

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 1 件)  
Hisashi Yokota Mobile Adaptive Tutoring System with Formative Assessment Transactions on Engineering Technologies pp.331~341

〔学会発表〕(計 3 件)  
横田 豊 ICTを用いたアクティブ・ラーニング講義システム 私立大学情報教育協会 2015

横田 豊 形式的評価を組み込んだモバイル知的チュータシステム 教育システム情報学会 2014

Hisashi Yokota On Development an Adaptive Tutoring System with Formative Assessment for Mobile Learning Proceedings of World Congress on Engineering and Computer Science 2013

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

横田 壽

(Hisashi Yokota)

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：

(4) 研究協力者

( )