

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350274

研究課題名(和文) 多人数での演習において適切なフィードバックを支援するシステムの構築

研究課題名(英文) Supporting System for Effective Feedback on Exercise in Large Class

研究代表者

高瀬 治彦 (Takase, Haruhiko)

三重大学・工学研究科・准教授

研究者番号：10283516

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多人数のクラスにおいて、講師が小テストを用いて学生の状況を素早く把握し効果的なフィードバックができるように支援するシステムの構築をめざした。特に、正確な学習者(誤り)モデルの構築手法の検討、講師とのインタラクションにもとづく同じ指導が必要な学生を素早く特定するインターフェイスの開発を行った。そのために、2つの視点(解答文の詳細な解析、解答の入力過程にもとづく分析)にもとづく手法を検討し、その有効性を示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a system that supports teachers for grasping students' status and making effective feedbacks. Especially, we focus on discussing methods to construct a student model on computers and developing interfaces for grasping students who need the same feedback by interacting with the teacher. We developed a method based on two viewpoints: detailed analysis on answer texts and analysis other information (typing process of answers).

研究分野：教育工学

キーワード：教育支援 データマイニング 記述式 演習

### 1. 研究開始当初の背景

少子化に伴い、大学などの高等教育機関に入学する学生のレベルが多様化している。このような状況下で講義を効果的に行うためには、学生の状況を的確にとらえる必要がある。これまでに、我々の研究グループでは、多人数で行う講義において、講師が学生の状況を把握しがたいことを解決することを目的としてきた。このために、授業中に行う問いかけに着目し、その発展形として1~2文で解答する記述式の小テストをとりあげ、これを支援するシステムについて検討してきた。ここで「小テスト」とは、評価のためのテストではなく、学生の状況を探るための簡単な質問を意味する。これを記述式の問題として実施することで、学生が自ら解答を作成するため、間違えた原因を推測するための情報を回答文から得ることができる。しかし、多人数に対して行う小テストでは、講師には講義中にはそれぞれの解答を丁寧に読む時間は無い。そのため、解答に対する講師の応答が遅くなり、効果的な指導が困難となる。そこで、学生の解答文(レポート)に対して、その採点や採点の補助を行う試みが、これまでに多数なされてきた。たとえば[石岡恒憲, 2004]では、一定の基準で採点することが難しい小論文を計算機により採点することを試みている。また[Tubakimoto, et.al., 2007]では、レポートをその正誤ではなく内容で分類し、評価の助けとなる情報を提供する試みも行われている。しかし、講師のフィードバックを支援するという観点からは、解答の評点が分かるだけでは不十分であり、この目的に特化した分析が必要と考える。

筆者らのこれまでの研究では、解答の記述にもとづいて、解答群の主要な内容を素早く把握できるように支援するシステムの開発をめざしてきた。このために、解答の解析手法と、解析結果の提示方法について検討した。解析手法は、解答群内での語の使用頻度にもとづいた重要語の抽出を主に行う。提示方法は、抽出した重要語を含む文節の係り受け関係をもとに、解答を段階的に提示するものであった。しかし、講師は提示された情報をもとに、解答の主要な内容や、学生の状況を判断する必要があり、さらなる支援が必要な状況であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、講義中に行う演習において、講師が小テストを用いて学生の状況を素早く把握し効果的なフィードバックができるように支援するシステムの構築をめざす。具体的には、学生の演習中の活動・解答から学生の理解状況に基づいた学習者(誤り)モデルを構築する手法、構築した誤りに基づいて学生をクラスタリングする手法、それぞれに素早くコメントするインターフェイスについて検討する。これにより、講師は効果的なフィードバックに必要な情報をより直接的に得

ることができるようになると思う。

### 3. 研究の方法

本研究は次の手順で検討を行う。

- (1) 講師との簡単なインタラクションにより各学生の誤りのモデルを計算機内に構築する。
- (2) 構築した誤りモデルにもとづき学生をインタラクティブにクラスタリングする。
- (3) 講師に負担がかからない運用環境を提供する。

以下、各段階について簡潔に説明する。

まず(1)を行う。具体的には、これまでの研究では、解答群から重要語を抽出するところまでは自動で行っていたが、その分析は講師に委ねられていた点を2つの視点から改善する。

第1の視点は、解答文の解析手法の改善である。従来法では、重要語を自動抽出した後は、解答文の字面にもとづいて、その前後を単純に切り出して提示していた。その結果、計算機内では、どの重要語を使用していたのかしか把握しておらず、学習者モデルの精度は高いものではなかった。そのため、講師に学習者の状況を判定する負担がかかっていた。図1にその例を示す。これは、従来法による重要語の前後の内容の提示画面である。「修正」という語を重要語として先端した場合、このように単純に内容を切り出して提供しているが、どのような回答が多いのかを判断するのは手間がかかる。この表示の改善方法について検討する。



図1: 従来法による重要語の前後の提示画面

第2の視点は、解答文以外の情報に基づく解析である。講師は、小テストにおいて学生の状況を判断する際に、解答文だけを読んでいない。学生の振る舞いも観測することで、総合的に判断している。計算機でこれを行うために、比較的容易に取得できる解答の入力過程に着目する。これを分析した結果と、解答文の分析結果を合わせることで、より詳細な学習者モデルを計算機内に構築できるだろう。

次に(2)を行う。具体的には、(1)で得られた情報と講師からの操作をもとに、同じ指導を必要とする学生たちを抽出し、講師に提示

できるようにする。特に、講師が小テスト中に本来実施する机間指導の妨げとならないように、携帯容易なタブレット端末を想定した、インターフェイスについて検討する。

最後に、(3)を行う。(1)および(2)で得られた知見をもとに、これらの成果を有機的に結合し、講師の負担にならないインターフェイスについて検討する。この際には、データ可視化技術・人間工学に基づいた知見を取り入れる。多人数講義では、各学生に対しては少量の情報でも、全学生分をそのまま表示すると膨大な量の情報になってしまう。適切な要約技術と、計算機の操作に習熟していない講師にも容易に利用できるインターフェイスについて検討する。

#### 4. 研究成果

研究成果としては、前節の(1)から(3)がそれぞれ独立した形ではなく、融合した形で発表された。そのため、(1)の2つの視点により区分して、取り上げる。

第1の視点として、各解答文の構文解析(係り受け解析)の結果にもとづく可視化手法を検討した(雑誌論文<sup>1)</sup>、学会発表<sup>2)</sup>)。講師は、解答文の中で注目語がどのように使われているのかに注意を払う。この使われ方は、単純に語の前後ではなく、分節間の係り受けの関係によると考えた。そこで、図1に示した重要語の前後の提示方法について、係り受け関係と、各記述の頻度をわかりやすく提示する方法について検討した。

提案したインターフェイスは、従来法と同じく、講師が解答を閲覧する3ステップの手順に従い、(a) キーワード候補の提示、(b) 選択されたキーワードの使われ方の提示、(c) 選ばれた解答の全文表示の各段階に応じた専用の表示を行う。

(a)のキーワード候補の表示は、図2に示すように使用頻度に応じた位置決め(頻度が高い語ほど上に表示)と、自動的に計算された重要度に基づく色付けがされており、すばやくキーワードを発見できるようにしている。この画面で、講師はキーワードと思う語を選択することで、表示が次の画面に遷移する。

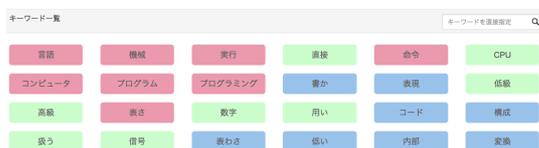


図2 キーワード候補の表示

(b)の選択されたキーワードの使われ方の提示では、図3に示すような可視化を行った。これは、3カラムから成る表形式になっており、中央のカラムには、選択されたキーワード(図では「命令」)を含んでいる文節がその頻度とともに表示されている。左のカラムには、中央のカラムの文節に係る文節がその頻

度とともに表示されている。右のカラムには、中央のカラムの文節に係る文節がその頻度とともに表示されている。例えば、一番上の行を見ると、「命令を」という文節の使用頻度は全解答群中で20回であり、「CPUによる...命令を」という形は5回、「命令を...実行できる」という形は2回だったことが分かる。なお、使用頻度は数値で表示するだけでは直感的に分かりにくいいため、それぞれのカラムで、セルの色の濃淡(濃いほど使用頻度が高い)によっても表示している。講師が、この画面でいずれかのセルを選択することで、表示が次の画面に遷移する。



図3 選択されたキーワードの使われ方の提示

(c)の選ばれた解答の全文表示では、図4に示すように、前段階で選択されたセルに関わる文節を含んでいる解答をすべて表示する。図の例では、図3において、「命令し」の横の「実行する」のセルを選択した場合の結果を示している。その結果、「命令し」と「実行する」の両文節を含む4つの解答が表示されている。注目した文節がわかりやすいように、それぞれの文節に対して異なる色づかいで強調している。

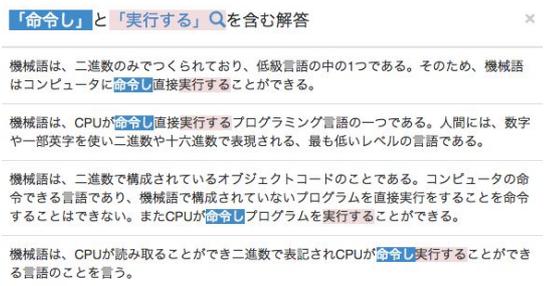


図4 選ばれた解答の全文表示

実験により、このように表示をすることで、主要な解答群の内容・数がとらえやすくなったことが確認された。講師の視線の動きを解析した結果、図2の画面では各語を短時間で読み取り、素早く選択している様子が観測された。また、図3の画面でも、各セルを短時間で読み取り図4の画面にあまり遷移することなく、解答群の主要な内容をとらえている様子が確認できた。計算機内でも、係り受け関係にある2つの文節により解答の内容が保持できるため、学習者モデルの記述精度が高くなったといえる。

第2の視点として、解答文以外の情報に基づく解析手法を検討した(雑誌論文, 学会発表)。ここでは、解答文以外の情報として、計算機システム(Webシステム)を小テストに利用することを想定して、キーボードで解答を入力する際のキーの打鍵情報(時刻)に着目した分析を行った。学生は解答を入力する際、自信がある内容については滑らかに入力し、自信がない内容については、ためらいながら入力する傾向にあるのではないかと考え、学生の解答の入力時に取得した打鍵時刻の情報と、解答後に学生に尋ねた自信がない箇所との関係を調査した。その結果、ある程度キーボード入力になれた状態であれば、技術の差によらず、(1)長時間(10秒以上)入力が停滞した前後に自信がない箇所が現れることと、(2)自信がない箇所では、自信がある箇所と比べ入力速度が低下することを明らかにした。これにより、学生が自信を持っていない記述を抽出できるようになった。

また、以上の成果に基づいた、情報提示システムについては、平成29年度に発表予定である。

#### 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 3件)

Shinji Ito, Tomoya Oba, Haruhiko Takase, Hiroharu Kawanaka, Shinji Tsuruoka, Supporting System for Descriptive Quiz in Large Class -Effectiveness of the Three-step-view System-, *Procedia Computer Science*, Vol. 96, 1166-1171, 2016. (査読有)

Haruhiko Takase, Kenji Hayakawa, Hiroharu Kawanaka, Shinji Tsuruoka, Supporting Teachers for Descriptive Quiz in Large Class -Find imperfect Understandings by Using Typing Information-, *Procedia Computer Science*, Vol. 60, pp. 1164-1169, 2015. (査読有)

大庭知也, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 多人数クラスにおける記述式小テストを支援するシステム 学生の理解状況を素早く把握するためのインターフェイス, *Computer & Education*, Vol. 39, pp.86-91, 2015 (査読有)

##### [学会発表](計 7件)

木村聖, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 記述式小テストにおける解答の入力過程の分析 解答の入力速度と解答者の自信の関係, 平成28年度電気関係学会東海支部連合大会, 2016年9月12-13日, 豊田工業高等専門学校(愛知県豊田市), 平成28年度電気関係学会東海支部連合

大会講演論文集, E3-2

木村聖, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 記述式小テストにおける解答の入力過程の分析 打鍵間隔と自身の有無の関係, 第41回教育システム情報学会全国大会, 2016年8月29-31日, 帝京大学宇都宮キャンパス(栃木県宇都宮市), 第41回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 261-262

S. Kimura, K. Hayakawa, H. Takase, H. Kawanaka, S. Tsuruoka, Support teachers for quiz in large class Analysis of typing process for descriptive answers, 2016 International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2016年8月13-15日, 中国 長沙, Proceedings of 2016 International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, pp. 2118-2122

伊藤慎治, 大庭知也, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 記述式解答群の主要な内容の把握支援 三段階表示の効果の検証, 2016 PCカンファレンス, 2016年8月10-12日, 大阪大学豊中キャンパス(大阪府豊中市), 2016 PCカンファレンス論文集, pp. 41-44

早川賢治, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 記述式小テストにおける解答の入力過程の分析 理解が不十分なことに關する記述の抽出法, 第40回教育システム情報学会全国大会, 徳島大学(徳島県徳島市), 第40回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 217-218, 2015年9月1-3日, 徳島大学(徳島県徳島市) 大庭知也, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 三段階表示による記述式解答把握の支援 ~誤答の把握に関する評価実験~, 2015 PCカンファレンス, 2015年8月20-22日, 富山大学五福キャンパス(富山県富山市), 2015 PCカンファレンス論文集, pp. 97-100, 2015年8月20-22日, 富山大学五福キャンパス(富山県富山市) 早川賢治, 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 記述式小テスト支援システム ~解答の入力過程の解析~, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2015年6月6日, 三重大学(三重県津市), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2015-11

##### [図書](計 0件)

##### [産業財産権]

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

##### [その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高瀬 治彦 (TAKASE, Haruhiko)  
三重大学大学院工学研究科・准教授  
研究者番号：10283516

(2) 研究分担者

鶴岡 信治 (TSURUOKA, Shinji)  
三重大学・事務局・理事  
研究者番号：30126982

川中 普晴 (KAWANAKA, Hiroharu)  
三重大学大学院工学研究科・准教授  
研究者番号：30437115