

記述式演習からの学習者の自信がない箇所の入力過程を用いた逐次検出に関する一検討

鈴木康平*¹・高瀬治彦*¹・北英彦*¹
Email: 423m222@m.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words 記述式演習, 講師支援, 自信がない箇所の検出

1. はじめに

多人数講義において、講師はより良い講義のために、学習者の理解状況を素早く把握して、素早いフィードバックをする必要がある。しかし、多人数講義で最大の問題点は、学習者による講義の理解状況を講師が把握することである⁽¹⁾。

学習者の理解状況を把握する上で確実なのは、学習者一人一人に質問し、その回答を聞くことになる。しかしこれは、多人数講義で行うのは困難である。そこで、講義中に比較的 understanding が現れやすい記述式演習問題を解いてもらい、講師が机間巡視などで学習者の様子を確認することで、学習者の理解状況を把握する方法がある。しかし、多人数講義においては、学習者全員を机間巡視で確認することは難しい。また、記述式演習では、解答を読むのに時間がかかってしまい、演習中に学習者全員の解答を読むことは難しい。そのため、学習者の理解状況把握が遅れてしまい、フィードバックが遅れてしまうという問題がある。

さまざまな大学での PC の必修化⁽²⁾などが浸透し、ICTを活用した教育方法・教材を開発がすすんでいる⁽³⁾。これを受けて、演習も計算機を利用して解答の作成・提出を行う場面が増えている。このような状況のもとで、さまざまな演習支援が行われている。例えば、学習者の集中度をカメラで撮影した画像から推定する試みがある⁽⁴⁾。しかし、学習者の集中度だけでは、学習者が演習のどの部分に取り組んでいるのがわからない。また、解答から理解状況の把握を支援する方法として、ニューラルネットワークを用いた文章分類により解答の正解/不正解を分類すること試みがある⁽⁵⁾。しかし、解答を解析する手法では、解答が完成している必要があり、演習の途中で解析結果を得ることができない。また、学習者のふるまいと解答内容を合わせ分析する方法として、計算問題における解答の習熟度が低いと思われる停滞箇所の検出⁽⁶⁾や解答の入力停滞から自信がない語の検出⁽⁷⁾がある。前者は、数字や文字などある程度解答パターンが決められた問題において、学習者の解答の作成状況から解答作成が停滞した箇所を検出する。後者は、キーボードを使用し解答を入力する際の入力の停滞箇所と学習者の自信がない箇所の関係について議論している。

本研究では、文献(7)の手法を発展させ、計算機を用いて解答する記述式演習で、解答の入力過程も用いて学習者の自信がない箇所を演習中に逐次検出することを目的とする。これにより、講師は学習者の理解状況を把握しやすくなる。

2. 記述式演習における学習者の自信がない箇所の検出

この節では、同様の考えに基づいた従来研究として鈴木らによる研究⁽⁷⁾（以降、従来法と呼ぶ）を紹介する。

2.1 従来法

従来法では、入力された解答だけでなく、各文字がいつ入力されたかという情報（入力過程）を用いて、解答のどの部分に学習者が自信がないのかを検出する。具体的には、解答の入力が平均より遅い箇所の近辺に自信がないキーワードが存在すると考えた。ここで、平均の入力速度は解答の入力に要した時間と、解答の文字数から算出する。この平均入力速度から求めた時間と各時点での入力文字数を比較することで、入力が遅れている箇所を検出する。図1はある学習者の入力過程を、横軸を解答開始からの経過時間・縦軸を入力文字数としたグラフに示したものである。黄色の範囲は、当該学習者が解答終了後に自信がない箇所として解答後に示した箇所に対応する。従来法では、平均入力速度から2秒以上遅れている区間を入力遅延が発生した箇所として、その前後2文節を学習者が自信の無い箇所として検出する。図1では、遅延として検出された区間が、黄色で示された区間に含まれており、その結果、自信がない箇所を概ね正しく検出できた。

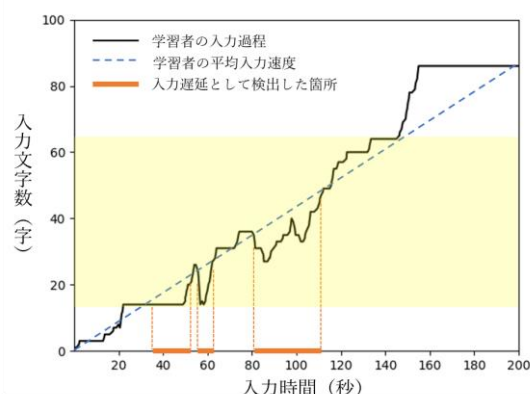


図1 ある学習者の解答の入力過程

2.2 従来法の問題点

従来法の問題点は、平均入力速度の計算法にある。従来法では、平均入力速度は、学習者のタイピングスキルや、その問題における入力状況によって変化するため、事前に計測することはせずに、当該解答の提出後に算出する。

そのため、自信がない箇所を演習中に検出することはできないという問題点がある。

3. 提案法

この章では、前章で指摘した従来法で演習中に学習者の自信がない箇所を検出できないという問題を解決する。

先に述べたとおり、平均入力速度が解答提出後にしか計算できない点が問題である。そこで、解答入力途中で得られる情報から、全体の平均入力速度に代わる指標を求める。そこで、平均入力速度の代わりにその時点までの平均入力速度を、着目時点での入力速度の代わりに直近に入力したフレーズの入力速度を採用する。これは、日本語での演習を前提とした場合、解答の入力は、かなの入力と変換作業を繰り返すことに着目している。変換確定のたびに、その時点までの平均入力速度と、確定したフレーズの入力速度を比較することで、入力の遅延を検出する。この手法により、ある程度の塊を入力する毎に、学習者の解答入力が終了するまで待たずに、演習の途中で、遅延した箇所の検出ができる。ここで、変換確定したフレーズの入力速度を求めるにあたって、文字削除の扱いについて述べる。従来研究では、文字削除で入力文字数を削除していたが、短いフレーズでの入力速度を扱う提案法では、誤字などの削除による影響が大きくなる。そのため、文字削除による入力文字数の変化は無いものとする。これにより、誤字による削除であれば、入力速度がほとんど変化せず、解答に悩み解答を多く削除した場合は、入力速度が低下する。

図2に示した解答の入力過程を用いて具体的に説明する。この図は、ある学習者が「右ねじの法則を説明せよ」という問題に対して、「ある電流を流すことにより、…」と解答を入力していった入力過程の一部を示したものである。灰色で網掛けした部分が「流すことに」の部分を入力し、変換した区間に対応している。この区間の入力が遅延したかどうかの判定を行う。まず、解答開始時点からその時点までの区間である「ある電流を流すことにより」の平均入力速度を求める（図中青線、平均入力速度=0.57字/秒）。次に、「流すことに」の部分を入力し、変換した区間の入力速度（区間平均速度）を求める（図中緑線、平均入力速度=0.49字/秒）。求めた2つの平均速度を比較し、区間平均速度が、その時点までの平均速度を下回った場合に、入力が遅延・停滞したと判定する。このように、変換確定毎に平均入力速度と区間平均速度を求めることで、遅延した箇所の判断をするため、変換確定毎に逐次検出する。このようにして検出した入力の停滞・遅延箇所を用いることで、従来法と同様の手順により、学習者が自信がない箇所を推定できる。

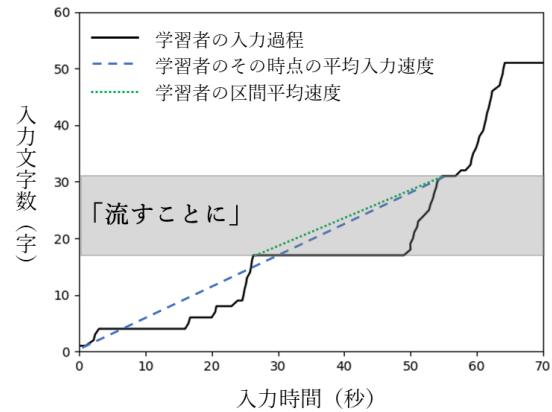


図2 ある学習者の解答の入力過程の一部

4. 実験

この章では、提案法により従来法と同等の自信がない箇所を検出できるかどうかを、簡単な実験を通じて確認する。

4.1 実験条件

本研究の実験では、Webシステムをつうじて演習の解答を行う。使用したシステムは、学習者が打鍵したキーの打鍵時刻を一字ごとに収集できる。各学習者は1問5分の制限時間で、簡単な記述式演習問題を解いた。加えて解答終了後に、各学習者は解答に自信がなかった箇所とその理由を回答した。被験者は、本学の電気電子工学科の学部生・大学院生10名であり、演習問題は理系・電気分野に関する基礎的な質問である。具体的な演習問題は以下のとおりである。

問1: 右ねじの法則を大学1年生向けに言葉で説明してください

問2: フックの法則を「弾性」「近似」という語を使って大学3年生向けに説明してください

4.2 実験結果

検出した自信がない箇所の評価は、そこに含まれる語により評価する。被験者が解答後に示した自信がない箇所、および、提案法・従来法により抽出された自信がない箇所が含む自立語の名詞・動詞を比較する。本稿では、演習中の支援を意図しているので、主要な語に着目する。そのため、全被験者分の抽出結果における累積使用者数上位50%の語のみに着目する。

表1に問1、問2それぞれにおける提案法により抽出された箇所に含まれる語、表2に従来法により抽出された箇所に含まれる語の、それぞれ累積使用者数上位50%の語とその使用者数を示す。同様に、被験者が自信がないと申告した箇所に含まれる累積使用者数上位50%の語を示す。

表1 提案法により検出された箇所に含まれる語

問1		問2	
キーワード	人数	キーワード	人数
電流	8	弾性	7
方向	7	バネ	6
向き	7	近似	5
右	5	力	4
ねじ	5		
磁界	4		
流す	4		

表2 従来法により検出された箇所に含まれる語

問1		問2	
キーワード	人数	キーワード	人数
電流	7	弾性	9
方向	7	バネ	6
向き	5	力	6
右	5	近似	5
ねじ	4		
磁界	4		
流す	4		

表3 被験者が自信がないと申告した箇所に含まれる語

問1		問2	
キーワード	人数	キーワード	人数
電流	6	弾性	8
方向	6	近似	7
向き	5	バネ	6
磁界	5	力	5
ねじ	4		

5. 考察

表1, 2より, 提案法で検出した語と従来法で検出した語は同じであることがわかる。したがって, 従来法では解答提出後でしか検出できなかった自信がない箇所と同等の箇所が, 提案法によりそれを含む部分の変換が完了した時点で検出できた。

また表1, 2, 3より, 提案法・従来法で検出した語は, いずれも学習者が自信がないと申告した語をすべて含んでいた。この結果より, 入力の変延・停滞に着目した部分を検出することで, 自信がない箇所を概ね正しく検出できたと言える。

6. おわりに

本稿では, 計算機により解答を入力する記述式演習において, 解答の入力過程から学習者の自信がない箇所を逐次検出することを目的とした。このために, 変換確定毎に, それまでの平均入力速度および確定キー間の区間入力速度を求め比較することで, 入力停滞・遅延した箇所を検出する手法を提案した。簡単な実験により, 従来法で検出する箇所と同等の箇所を提案法により検出したことを確認した。加えて, 検出した箇所が, 学習者が自信がないと申告した箇所と同等の箇所であったことも確認した。以上より, 提案法により解答の入力過程から学習者の自信がない箇所を逐次検出できたといえる。

参考文献

- (1) 西澤泰彦: “多人数講義における問題点と教育方法”, 名古屋高等教育研究, 第6号, pp.52-56 (2006)
- (2) 宇治橋祐之, 渡辺誓司: “GIGA スクール構想と「オンライン学習」に向けたメディア利用～2020年度「新型コロナ下の小学校, 中学校, 特別支援学校でのメディア利用に関する調査」から～”, メディア研究部, pp.50-58 (2021)
- (3) 中島英博: “多人数講義で学生の深い学習を促す教員の特質”, 名古屋高等教育研究, 第15号, pp161-162 (2015)
- (4) 藤白智也, 浅利恭美, 宮田真宏, 山田徹志, 大森隆司: “授業中の画像からの姿勢推定による集中度の評価”, 人工知能学会全国大会論文集, 第34回全国大会, 一般社団法人人工知能学会 (2020)
- (5) 寺田凜太郎, 久保顕大, 柴田知秀, 黒橋禎夫, 大久保智哉: “ニューラルネットワークを用いた記述式問題の自動採点”, 言語処理学会発表論文集, 第22回年次大会, pp.370-373 (2016)
- (6) 飯山将晃, 中塚智尋, 森村吉貴, 橋本敦史, 村上正行, 美濃導彦: “ペンストロークの時間間隔を用いた解答停滞箇所の検出”, 情報システム情報学会誌, Vol. 34, No. 2, pp. 161-171 (2017)
- (7) 鈴木公貴, 木村聖, 高瀬治彦, 北英彦, 川中普晴: “解答の入力停滞からの学生の自信がない語の検出の試み—停滞の判定基準に関する検討—”, 2018PC Conference 論文集, pp.48-51 (2018)