

記述式回答の入力過程からの自信がない箇所の検出 —入力遅延の要因の調査と判別—

内海翔太^{*1}・高瀬治彦^{*1}

Email: 625M001@m.mie-u.ac.jp

^{*1}: 三重大学大学院地域イノベーション学研究所

◎Key Words 入力過程分析, 自信推定, 記述式演習

1. はじめに

講義型授業において、講師が効果的に講義を進めるためには、学習者の理解状況に応じたフィードバックが必要不可欠である。そのために、講師は学習者の理解状況を適切に把握することが求められている。しかし、多人数講義では、一人一人の学習者の理解状況を講師が把握することは容易ではない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、その解答から理解状況を確認することである。しかし、多人数講義で全ての学習者に対してこれを行うことは困難である。

学習者の理解状況を把握する方法の一つとして、学習者に演習やテストを実施し、その解答やふるまいから理解状況を推測する方法がある。講師は演習中または終了後に机間巡視を行い、学習者の様子や提出された解答から理解状況を把握し、即時のフィードバックを行っている。つまり、講師は学習者の解答だけでなく、ふるまいそのものからも理解状況を把握している。

近年、さまざまな大学でのPCの携帯化²⁾などが浸透し、ICTを活用した教育方法・教材の開発が進んでいる³⁾。これをうけて、学習者自身のPCやタブレットで教材を閲覧し、授業を行う状況が大学を含む高等教育機関に広がっている。このような状況のもとで、演習実施の負担を軽減させるための授業支援システムとして、e-Learningの普及に伴い、Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) などのさまざまな学習管理システムが開発されてきた⁴⁾。学習管理システムの導入により、演習の出題・解答の収集およびその分析が素早く行えるようになった。例えば、加藤は授業支援システムを用いて小テストの結果から理解度不足の検出を試みた⁵⁾。具体的には、設問を学習項目に分類し、正答率の差を統計的に検定して、理解度が低い項目を講師に提示するものである。学習管理システムにより、解答だけでなく学習者のふるまいも収集・分析できるようになる。例えば、鈴木らは記述式演習における解答の入力過程から学習者が解答中に自信を持ていない箇所の抽出を試みた。これは、入力が遅延した区間の近辺に学習者が自信を持てない箇所が存在するという仮定のもと、入力遅延区間を検出する手法である⁶⁾。この手法は、講師が机間巡視を通じて学習者のふるまいから理解状況を推測する方法に類似しており、解答内容だけでは見えにくい思考の迷いやつまづきを可視化できる点に特徴がある。

本研究では、鈴木らの研究（以降、従来法と呼ぶ）と同様に解答の入力の遅延からの自信がない箇所の検出に着

目する。ただし、入力の遅延は必ずしも学習者の自信のなさだけに起因するとは限らず、さまざまな入力操作や入力行動によっても生じる。そのため、従来法では自信のない箇所以外にも入力遅延区間として検出される可能性がある。そこで本研究では、従来法によって検出された入力遅延区間を対象とし、要因ごとの停止時間に着目した分析を行う。具体的には、要因別の停止時間の特徴と学習者が回答後に申告した自信の有無との関係を調査するとともに、停止時間が入力遅延要因の判別に利用できる特徴となるかについて検討する。

2. 記述式演習における学習者の自信がない箇所の検出

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。特に、入力の速度を、日本語入力の際のかな漢字変換の単位で計測して、検出を行う。まず、確定キー（Enter キー）ごとに入力を分割し、区間ごとの入力速度の平均を区間平均入力速度と解答開始時点から注目時点までの平均入力速度とを比較することで、入力の遅延を検出する。すなわち、区間平均入力速度からその地点までの平均入力速度を引いた速度差が負となる区間は、従来法における入力遅延区間である。また、速度差が小さい（より負の値となる）ほど、平均入力速度に対して区間入力速度の低下が大きいことを表す。そして入力遅延区間に加え、その前後2区間も含めて自信がない箇所とし、学習者が自信を持てない箇所の候補として講師に提示する。

検出区間について、具体例を使い説明する。図1では、短期大学（文系）の講義のコンピュータリテラシーの実習において、「明朝体・セリフ体フォントの特徴（形状・用途）を説明しなさい」という問題に対して、ある学習者が「横線の右端にうろこと呼ばれる装飾が…」と解答を入力していった入力過程の一部を示している。灰色の範囲は学習者が「うろこと呼ばれる装飾が」と入力し、変換した区間である。横軸はその学習者の入力開始からの経過時間を表し、縦軸は解答として入力された文字数を表している。青線の傾き（平均入力速度）は1.53 入力文字数/秒、赤線の傾き（区間平均入力速度）は0.75 入力文字数/秒であった。この場合は、区間平均入力速度の方が遅いので、入力が遅延した箇所として、この区間を検出する。

しかし、入力速度の低下は必ずしも学習者の自信のなさだけに起因するとは限らない。解答入力過程に着目すると、学習者は解答開始時や入力途中、変換操作後、削除

操作後などに入力を一時的に停止する様子がみられる。これらの停止は、解答内容について考えている場合だけでなく、変換候補の選択や文章の推敲など、さまざまな要因によって生じる可能性がある。そのため、従来法では自信のない箇所以外も入力遅延区間として検出される可能性がある。

そこで本研究では、従来法によって検出された入力遅延区間を対象とし、入力開始時の停止、入力途中の停止、変換操作、削除操作の四つの入力遅延要因に着目する。そして、各要因における停止時間と学習者の自信の有無との関係を調査し、停止時間が入力遅延要因の判別に利用できる特徴となるかについて検討する。

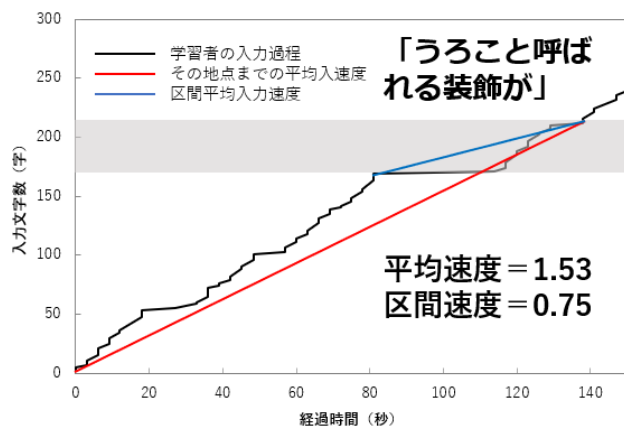


図1 学習者の入力過程の一部

3. 調査

本章では、入力遅延区間について、入力遅延要因ごとの停止時間と学習者の自信の有無との関係を調査し、それらの要因が自信の有無の判別に利用できるかについて検討する。

3.1 調査対象

調査では、2025 年度後期の三重大学「計算機工学」の受講生 18 人を対象とした。分析対象は、第 11 回講義で実施した記述式演習における解答入力過程を用いた。また、解答終了後、各学習者は自分の解答の中で自信を持てなかった箇所を図 2 に示すインターフェイスを用いて回答した。

図2 自信がない箇所のアンケート

3.2 調査方法

これにより得た自信がない箇所と、従来法によって検出された入力遅延区間を対象として、入力遅延要因ごとの停止時間と学習者の自信の有無との関係を調査する。

また、停止時間が入力遅延要因の判別に利用できる特徴となるかについて検討する。

入力遅延要因ごとの停止時間は、入力遅延区間における入力開始時、入力途中、変換操作後および削除操作後の停止時間をそれぞれ算出した。なお、入力途中および削除操作後の停止時間は、当該区間内の平均値を用いた。

また、要因ごとの停止時間と速度差との関係を散布図により可視化するとともに、速度差が一定値以下となる入力遅延区間を対象として停止時間の分布をヒストグラムにより比較し、入力遅延要因の特徴について調査した。

3.3 調査結果

図 3～図 6 に、要因ごとの停止時間と速度差（区間速度と平均速度）との関係の散布図を示す。各図では、横軸を速度差、縦軸を停止時間とした。学習者が解答後のアンケートで自信がないと申告した箇所を含む入力遅延区間を赤色、申告箇所以外を入力遅延区間を自信ありの区間として青色で表示した。

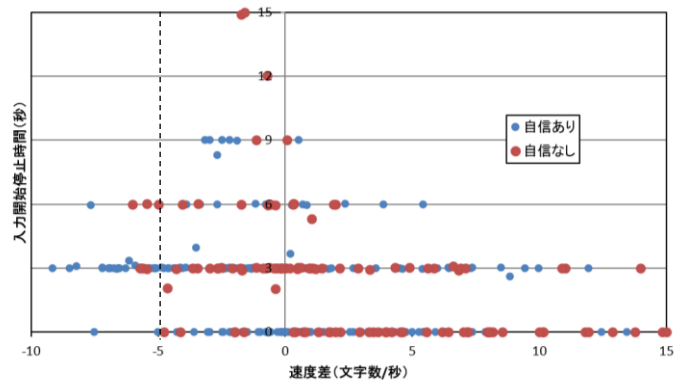


図3 入力開始停止時間と速度差との関係

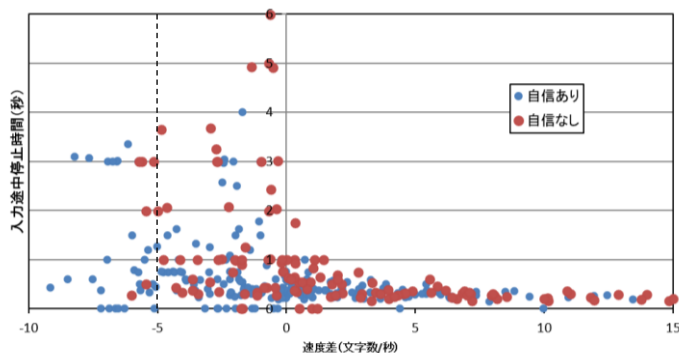


図4 入力途中停止時間と速度差との関係

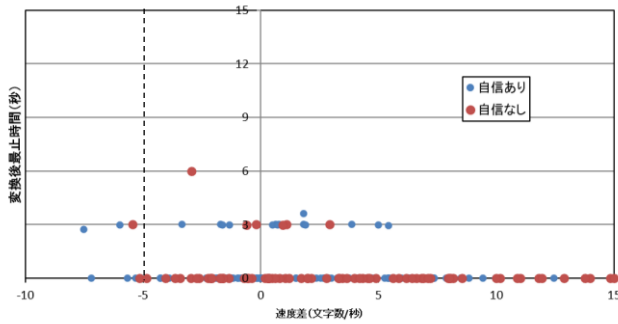


図5 変換操作後停止時間と速度差との関係

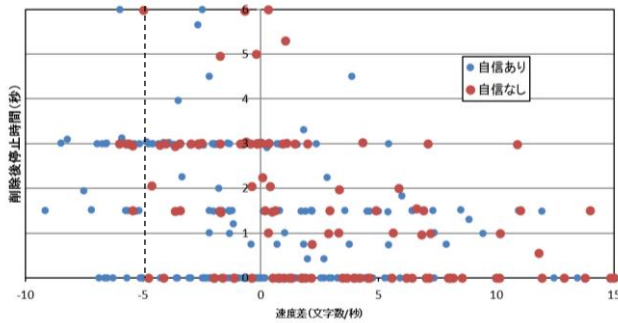


図6 削除後停止時間と速度差との関係

図3～図6より、速度差が負の部分(グラフ左半分)は、入力遅延区間ではある。そのうち、速度差-5の左右で分けると、右側は赤点・青点ともに多いが、左側は赤点の割合が減っているように見える。このような青点は、自信がある区間なのにも関わらず、入力遅延区間として検出されるため、これらの点を除外できれば自信がない区間の検出精度が改善するだろう。

そこで、この右側にプロットされた点について、停止時間により区分した点数のヒストグラムを図7～図10に示す。図7から順に、入力開始停止時間、入力途中停止時間、変換後停止時間および削除後停止時間のヒストグラムを示す。

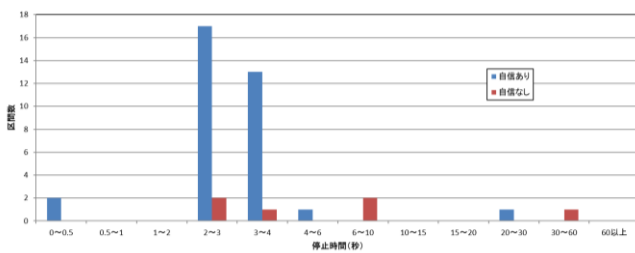


図7 入力開始停止時間の分布

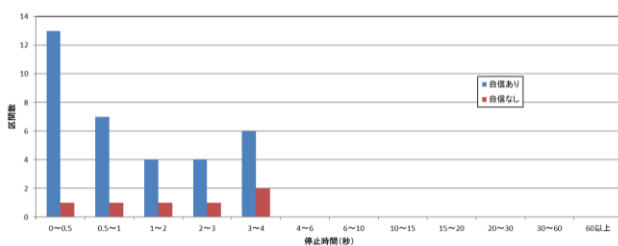


図8 入力途中停止時間の分布

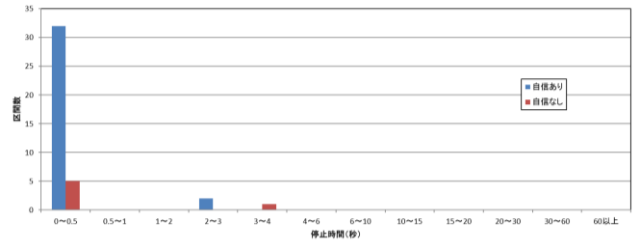


図9 変換後停止時間の分布

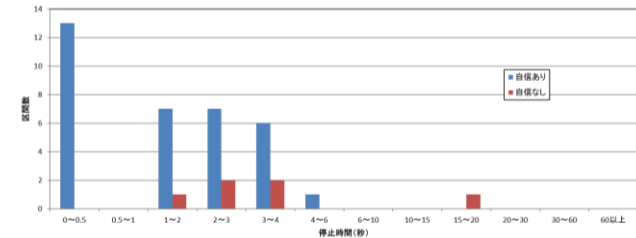


図10 削除後停止時間の分布

図7より、自信がある区間は、入力開始停止時間が2～4秒の範囲に多く分布していた。また、自信がない区間は2秒以上の広い範囲に分布していた。これより、入力開始停止時間が短い場合(図7では6秒以下)は、自信がある区間が多い。そのような場合を精査することで、入力速度が遅いにも関わらず、自信がある区間を検出結果から除外できるだろう。

図8より、入力途中停止時間は、自信の有無にかかわらず、広く分布していた。これより、自信あり区間と自信なし区間を、入力途中停止時間で明確に分離できないと考える。

図9より、自信の有無にかかわらず、変換後停止時間が0～0.5秒の範囲に最も多く分布していた。これより、自信あり区間と自信なし区間を、変換後停止時間で明確に分離できないと考える。

図10より、自信がある区間は、削除後停止時間0～0.5秒の範囲に最も多く、かつ広く分布していた。自信がない区間は、削除後停止時間1秒以上の広い範囲に分布していた。これより、自信あり区間と自信なし区間を、削除後停止時間で明確に分離できないと考える。ただし、分布自体は異なるように見えるので、これを分離できる可能性は否定できない。

以上より、入力速度が遅い区間にも多数の自信がある区間が含まれており、それらを除外できれば自信がない区間の検出精度が向上することが分かる。また、入力速度が特に遅い区間(速度差-5未満)について、入力開始停止時間・削除後停止時間に着目することで、自信がある区間を除外できる可能性が示された。

今後は、停止時間だけでなく速度差や複数の入力遅延要因を組み合わせることで、より有効な判別方法について検討する。

4. おわりに

本研究では、従来法によって検出された入力遅延区間を対象として、入力開始停止時間、入力途中停止時間、変換後停止時間および削除後停止時間について学習者の自信の有無との関係を調査した。

その結果、速度差が -5 以下となる入力遅延区間には、自信あり区間が多く含まれており、速度差のみでは自信の有無を判別することが難しいことを確認した。また、要因ごとの停止時間を調査した結果、入力開始停止時間、削除後停止時間などに着目することで、入力速度が遅いにもかかわらず自信がある区間を除外できる可能性を示した。

今後は、本研究で得られた停止時間の特徴を基に、入力遅延要因の判別方法について検討するとともに、その判別結果を従来法に組み合わせることで、学習者の自信がない箇所をより高精度に検出する手法について検討する。

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，pp. 161-162 (2015).
- (4) 米満潔，梅崎卓哉，藤井俊子，江原由裕，穂屋下茂，角和博，高崎光浩，大谷誠，大月美佳，皆本晃弥，岡崎泰久，渡辺健司，近藤弘樹：“Moodle と XOOPS を基盤とした大学の要求を考慮した学習管理システムの開発と運用”，情報処理学会論文誌，Vol.48, No.4, pp. 1710-1718 (2007).
- (5) 加藤利康：“授業支援システム Moodle における小テスト結果からの理解度不足の検出機能の提案”，学習分析学会論文誌，2 巻，pp. 1-10 (2018).
- (6) 鈴木康平，高瀬治彦，北英彦：“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”，PC カンファレンス 2023，pp.237-239 (2023).