

表現の異なる多数の解答の要約表示システム

中西亮介*1・高瀬治彦・北英彦

Email: 420m238@m.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words 解答要約, 自然言語処理, 支援システム

1. はじめに

講師は学習者に対して、講義でどのくらい理解できたのかについて把握すべきである。講義における学習者の理解度を把握することで、講義中の説明や難易度の変更、提出物や課題の有無といった講義内容を改善するために役立つからである。近年、入試形態の多様化によって、学習者の学力にばらつきが見られるようになった(1)。このことから、講義での理解状況にばらつきがあるだろう。また、学習者から質問を受けることが把握のための手がかりとなることがあるが、日本の大学では他者の存在を気にかけ、質問をしない傾向が強い(2)。そのため、講師自身から理解状況を把握するための行動をする必要がある。しかし、講義を受講する人数が増加するにつれて、理解状況を把握するために時間がかかってしまう。これらから、多人数講義では、学習者の理解状況が把握しづらく、講義中における改善内容があいまいになり、適当な改善を行うことが困難である。

このような状況を解決するために、さまざまな試みが行われている。その試みとして、田畑らによる誤答問題の見直しを促すシステム(3)や、宮崎らによる並び替え問題における迷いを検出する試み(4)などがある。これらの試みは解答からその学習者の理解状況を把握することが目的である。しかし、これらの試みは事前に準備することが多く、講師には負担となってしまふと考えられる。ここから、講師の負担が少なくなるシステムを構築することで理解状況を把握しやすくなるだろう。

本研究では、記述式の小テストの実施に着目する。記述式の小テストの中でも特に1から2文で解答できるような短答式の小テストに着目する。また、ここでの小テストとは、成績の評価目的に用いられるものではなく、学習者全員に対して実施する簡単な演習を目的に用いられるものである。記述式の小テストであれば、学習者はなんらかの解答を記入して提出するため、その解答から理解状況を把握するための手がかりとなる。しかし、多人数講義となると、解答数も多くなるため、把握するためには多くの時間が必要になってしまう。

本研究では、多人数クラスで記述式小テストを実施した際に、講師が学習者の解答から講義での理解状況をすばやく把握することを支援することをめざす。特に解答閲覧において、講師の負担を軽減するように、類似解答をまとめて閲覧できるシステムを構築することを目的とする。

2. 解答の要約に関する先行研究

これまで学生が記述した多数の解答を分析して講師に提供するさまざまな手法が検討されている(5-7)。

高井らのシステム(5)は自動採点を目的とするシステムである。インターフェイスとして実用できる段階にはなっていないが、機械学習手法と文書分類モデルを採点に用いる手法により、どの程度の精度があるのかを検討している。また、予測理由の可視化を行うことで、採点の際に文章中のどの単語に着目しているのかを確認できる。しかし、本研究では、必ずしも解答の正誤について求める必要はない。

田中らによるシステム(6)はプログラミング教育を支援するシステムである。学習者の提出したプログラムのコンパイル結果を評価し、その評価結果を講師に提供する。多数の解答の評価結果を同時に表示できるように、講師が学習者の理解状況を把握することが容易になる。記述式の小テストを対象にしているため、本研究では評価基準が大きく異なるため、本研究に応用するのは難しい。

大庭らのシステム(7)は記述式小テストの解答群から理解状況を把握するために支援することを目的としている。キーワード表示(図1)、フレーズ表示(図2)、全文表示(図3)の三段階に解答群を要約したものを講師に提供することで、講師が理解状況を把握しやすくなることを示した。しかし、言葉の表現のゆらぎによって解答の要約が見づらくなることもある。本研究では、この問題の解決を試みる。

大庭らのシステムにおいて解答の要約が見づらくなる原因は、解答の表現にゆらぎが存在しているためである。同義語や表現の違いにより、それらの解答が別の表現の解答であると認識されている。そのため、似た表現の解答が増えることで、解答の要約が見づらくなったり、閲覧する項目が多くなったりする。ここから、複数表示されていた同義語としてみなされた語をひとつのセルにまとめて表示にすることがよいと考えられる。しかし、キーワード表示で同義語を集約した語を選択したとき、フレーズ表示に問題が発生する。それは、表示する検索語が多くなってしまうことと、学習者によって解答の表現にゆらぎがあり、使用回数の少ない語が多くなってしまうことである。加えて、キーワード表示で集約した語をすべて表示すると、フレーズ表示において表示する言葉が多くなる。



図 1 キーワード表示



図 4 キーワード表示の集約例

前	検索語	後
直接	実行できる(24)	言語であり、
CPUが		プログラミング言語であり、
コンピュータが		言語である。
その他		
直接	実行する(23)	ことが
CPUが		ことの
命令し		ときに
その他		
直接	実行可能な(25)	プログラムは
CPUが		プログラミング言語である。
プログラムに		プログラミング言語であり、
その他		

図 2 フレーズ表示

前	検索語	後
格納されている	マクロ命令を(27)	変換して
格納された		実行する
メインメモリ内の		送り、
その他		その他
マクロ命令や	マクロ命令を(28)	格納する
マクロ命令と		実行する。
制御メモリの		用いて
その他		その他
制御メモリの	マクロ命令に(29)	変換して
格納される		する
マクロ命令と		格納されている
その他		その他

図 5 フレーズ表示での集約例

「実行できる」と「CPUが」Qを含む解答

機械語は、人が扱うことができない言語である。コンピュータの一部であるCPUが直接実行できる言語である。

機械語は、CPUが直接実行できる唯一のプログラミング言語である。人間が直接理解するのは難しい。数字の「0」と「1」で表現される二進数により命令できる。

機械語は、CPUが直接実行できる命令が書かれている言語であるが、中身は0と1のみで構成されている二進数なので人間には理解しにくい。

機械語は、CPUが直接実行できるプログラミング言語であり、二進数など簡単な言語が使用されているのが特徴。また、プログラミング言語のなかでも最も低い言語とされているが機械語である。

機械語は、CPUが直接実行できるプログラミング言語であり、人間では理解しにくい、2進数や16進数を使って作られるプログラミング言語である。

機械語は、CPUが直接実行できるプログラミング言語である。人間が使う場合は数字や英字を使った2進数や16進数で表す。機械語はプログラミング言語のなかで一番レベルの低い言語である。

図 3 全文表示

3. 提案

本研究では、大庭らのシステムの問題点である同義語がそれぞれ別の言葉として分けて表示してしまうことについて、同義語を集約することによって解決する。ここでは、伊藤による同義語の判定方法(8)を用いる。それにより同義語と判定された単語を一つのセルにまとめて表示する。なお、集約させる同義語のうち使用頻度が高いものをこの画面では表示させる。また、それによって発生する問題について、単語部分が一致したものでまとめることで対応する。特に、フレーズ表示の各セルを文節内の重要語単位で集計することを提案する。ここで重要語とはフレーズ表示で表示される語である前の列、検索語、後ろの列のそれぞれから助詞や助動詞を省き、名詞、動詞、形容詞を抽出したものを指す。なお、名詞、動詞、形容詞が複数存在する場合は重要度(9)が高いものを表示する。重要語単位でまとめ、解答の表現のゆらぎに対応することについて、伊藤は助詞や助動詞を省き、動詞の語幹を抽出す

前	検索語	後
格納	マクロ命令(27)	変換
メモリ		実行
ある		送り
その他		その他
命令	マクロ命令(28)	実行
制御		格納
格納		用い
その他		その他
複雑	命令(24)	取り出す
命令		実行
多数		処理
その他		その他

図 6 提案法を用いたフレーズ表示

れば対策できる(9)としているからである。これは動詞について検討されたものであるが、名詞、形容詞についても同様の効果が得られると考え、名詞と形容詞にも同様の方法を用いる。

表示例として、図1にこの方法を適用すると図4となる。なお、集約された語は図4における一番左の列の上から3番目のキーワード「実行」である。これによって、同義語によって解答が見つらなくなることが解消された。

次にフレーズ表示である図5の例に適用した結果を図6に示す。実際に解答数が多かった表現の表示数が増え、少なかった表現の解答がその他でまとめられるようになった。ここから、学習者の解答の表現のゆらぎを考慮した表示となったことが分かる。しかし、それぞれの文節から助詞を省いたため、フレーズ表示において、本来の文章が分かりづらくなってしまった。前述のとおり講師自身がフレーズ表示で確認する際、この語を使った解答はこのような解答だろうといった想定をもとに確認するのであれば、あまり大きな問題にならないだろう。そうでない場合でも、全文表示は実際の解答文をそのまま表示するため、こちらを参照すればよい。このことから、やはり問題にはならないのではないかと考える。

4. 評価実験

この章では、提案法により、講師は学習者の解答を把握し易くなったのかを実験により評価する。

4.1 実験内容

ここでは、大庭らのシステムと今回の手法を用いたシステムと提案法によるシステムの両方を被験者に試用してもらいその感想をアンケートにより調査した。調査の流れとして、大庭らのシステムと今回の手法を用いたシステムの使い方及びシステムの異なっている部分を説明し、アンケートの内容の説明を行った。その後、実際にそれぞれのシステムを使用してもらい、2つのキーワードを含む解答を複数検索してもらった。その後、アンケートを行った。また、アンケートの内容は以下のとおりとした。なお簡単のため、大庭らのシステムを従来法、今回の手法を用いたシステムを提案法とした。

- (ア) 従来法と提案法ではどちらの方が解答群全体の把握がしやすかったか。
- (イ) 従来法と提案法では同じ内容の文章に対し、どちらの方が把握しやすかったか。
- (ウ) 従来法と提案法ではどちらの方が解答のおおまかな人数を把握しやすかったか。

これらの3項目について1から5段階で評価した。なお、1は従来法、2はどちらかといえば従来法、3はどちらともいえない、4はどちらかといえば提案法、5は提案法とした。アンケートの各項目の意図としては、(ア)では解答群における概要について、どちらの表示方法が内容を把握しやすいのか確かめる。(イ)ではフレーズ表示においてどちらの手法が内容の把握をしやすいのか確かめる。(ウ)では全文表示において、表示人数の増加が内容の把握に支障がないのかを確かめる。これらのアンケートを通じて、今回の手法が妥当であったのかを検討する。

4.2 評価の結果

アンケートの結果を以下の表に示した。各項目において提案法のほうが良い結果となっていることがわかる。この結果から提案法によって解答群の内容が把握しやすくなったと考えられる。特に、同じ内容の解答をした学習者がどの程度いたのかという点においてわかりやすくなった。

表 1 アンケート結果

質問	評価				
	1 (従来法)	2	3	4	5 (提案法)
(ア)	1	1	1	5	1
(イ)	2	0	1	5	1
(ウ)	0	0	2	4	3

(人数)

4.3 考察

ほとんどの回答では、提案法が好ましいとの評価であった。しかし、(イ)の「従来法と提案法では同じ内容の文章に対し、どちらの方が把握しやすかったか。」という項目において従来法の表示方法の方が見やすいという声もあった。その理由としては想定できなかった単語があった場合、直観的に文章として構成しづらく、全文表示を閲覧するまで、文章のイメージができないことであると推測する。つまり、講師が解答を確認する際に想定している文章ではない語も表示されていることである。

図7から図9を用いて、簡単に説明する。図7はフレーズ表示画面(図6)の一部である。図8は、図7における「格納」と「マクロ命令」から表示された全文表示である。この場合、「格納されるマクロ命令」や「格納するマクロ命令」といったキーワードから記述されている解答文がイメージできる。実際、図8からそれと同様の記述であることが確認できる。しかし、図7の「ある」と「マクロ命令」から表示された全文表示(図9)の場合は、想像されるフレーズは「あるマクロ命令」であろうが、これでは何か一般的なものを指す「ある」であったのか、場所やものを指す「ある」であったのかが分からない。実際、図9から「メインメモリ(内)にあるマクロ命令」ということを示していることがわかるが、図7の段階でその状況に思い当たることは難しい。そのため、講師にとってイメージが難しく、わかりづらい表示となってしまったと考える。

3章において、助詞などを省くことは大きな問題とならないとしたが、前後の列に表示されていた言葉を単語にしたために、直観的に文章にできない言葉が見られるようになったと考える。このことから、直観的に文章が想像できる表示方法を検討していく必要がある。

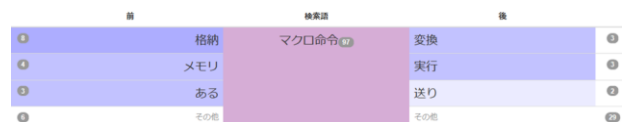


図 7 提案法によるフレーズ表示の一部

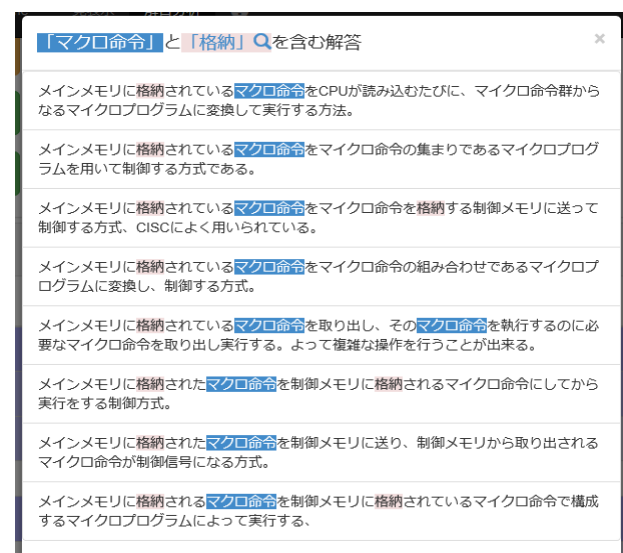


図 8 「マクロ命令」と「格納」を選択した全文表示

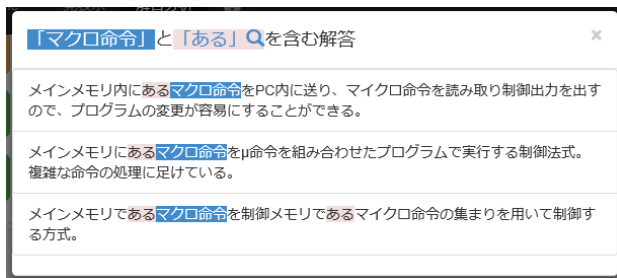


図 9 「マクロ命令」と「ある」を選択した全文表示

5. おわりに

本研究では、記述式小テストを実施した際、解答閲覧における講師の負担を軽減するための理解状況把握支援システムを構築することを目標とした。そのために、目的の合致した大庭らのシステムを同義語に着目して改良した。アンケートを通じて、提案手法を用いたことで複数の解答を分かりやすく講師に提供できるようになったことを確認した。今後の方針として、より直観的に文章のイメージを行うことのできる表示方法について検討していく。

参考文献

- (1) 松本旭, 河野公一:「大学数学演習のための問題・解答自動生成システムの構築」, 第 75 回全国大会講演論文集, vol.1, pp.635-636 (2013)
- (2) 藤井利江, 山口裕幸:「大学生の授業中の質問行動に関する研究—学生はなぜ授業中に質問しないのか?—」,九州大学心理学研究, vol.4, pp.135-148 (2003)
- (3) 田畑忍, 森田直樹:「誤答問題の見直しを促すことを目的とした記述式問題の出題方式」, Computer & Education, vol.20, pp.94-100 (2006)
- (4) 宮崎佳典, 相馬あおい, 厨子光政, 法月健「英単語並べ替え問題における機械学習による学習者の迷い検出の試み」 Computer & Education, vol.45, pp.31-36 (2018)
- (5) 高井浩平, 竹谷謙吾, 早川純平, 森康久仁, 須鎗弘樹:「LSTM と Attention を用いた自動採点及び採点支援の実用化に向けて」, 人工知能学会全国大会論文集, 第 33 回, pp.1-3 (2019)
- (6) 田中久美子, 箕一彦, 武市正人:「Web インタフェースによるプログラミング教育支援システム—閻魔—」, Computer & Education, vol.18, pp.69-75 (2005)
- (7) 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—学生の理解状況をすばやく把握するためのインターフェース—」, Computer & Education, vol.39, pp.86-91 (2015)
- (8) 伊藤慎治:「記述式小テストの解答群の分類—類似解答の抽出方法の検討—」, 平成 29 年度, 三重大学院工学研究科電気電子工学専攻修士論文(2017)
- (9) 高瀬治彦, 川中普晴, 鶴岡信治, 森田直樹:「記述式小テストの解答群の分析手法」, コンピュータ&エデュケーション, vol.34, pp. 46-49 (2013)