

オンライン短答式記述問題に対する 自動フィードバックのLTIによる実装

生田 寛^{1,a)} 中野 裕司^{2,b)} 杉谷 賢一^{2,c)} 久保田 真一郎^{2,d)}

概要: LMS のオンライン記述式問題は解答が多様なため自動的に評価を行い、フィードバックを返すことが困難である。記述式問題には大きく分けてエッセイ式と短答式の問題形式があり、自動採点の先行研究には、解答の候補を有しないエッセイ式の問題 (1000 字程度の小論文) を対象にしたものや、模範解答を有する短答式の問題 (1 文または多くとも 2 文) を対象にしたものがある。しかし、解答候補を有しない短答式記述問題に対しての自動採点は解答文の自由度が上がり困難であると考えられる。本研究では、特定のテーマ設定がなされた模範解答を有しない短答式記述問題を扱い、学習者が解答を入力すると自動的にフィードバックを返すシステムを LTI により実装した。

キーワード: 自動フィードバック, 潜在的意味解析, LMS

Development of LTI Service to Provide Automatic Feedback for Online Short-answer Questions

KAN IKUTA^{1,a)} HIROSHI NAKANO^{2,b)} KENICHI SUGITANI^{2,c)} SHIN-ICHIRO KUBOTA^{2,d)}

Abstract: In short-answer questions on LMS, it is known for difficulties to evaluate and provide feedbacks for students automatically because of various answers. Descriptive questions can be roughly divided into two question formats, essay style and short-answer style. Prior studies of automatic grading are directed to essay style questions (no less than 1000 letters of essay) without sample answers, and short-answer questions with sample answers (one sentence or at most two sentences). However, automatic grading for short sentences in response to short-answer questions without sample answers is considered to be difficult because the degree of freedom of the answer sentence is increased. In our previous research, we judged short sentence answers automatically into two status, good or not, in condition of short-answer question without sample answers and in particular topic. In this research, we have developed a system to provide feedbacks for students on the basis of our previous research.

Keywords: automatic feedback, latent semantic analysis, LMS

1. はじめに

LMS (Learning Management System) を用いたオンライン学習環境では、学習者の管理や教材の配信、ライブ授業、成績管理など多岐に渡って、教師と学生の学習を支えるシステムを使用することができ、代表的なものとして Moodle[1] や Sakai[2], canvas[3] などがある。その中でもオンラインテストは問題を作成し、テストを実施することで解答を一様に管理することができる。また、LMS で作

¹ 熊本大学大学院自然科学教育部
Kumamoto University Graduate School of Science and Technology

² 熊本大学総合情報統括センター
Kumamoto University Center for Management of Information Technologies

a) kan@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

b) nakano@cc.kumamoto-u.ac.jp

c) sugitani@cc.kumamoto-u.ac.jp

d) kubota@cc.kumamoto-u.ac.jp

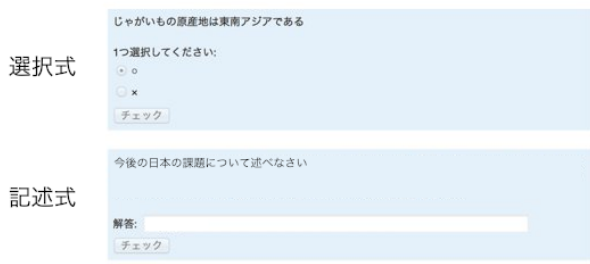


図 1 選択式と記述式の例

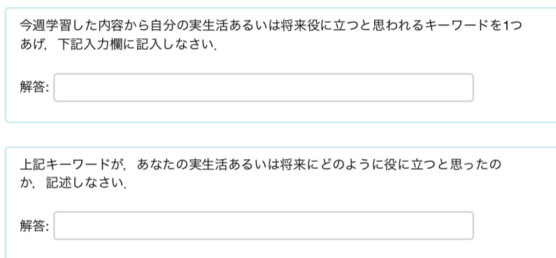


図 2 小レポートの問題文

成できる問題形式には、選択式問題や記述式問題などがある。図 1 は選択式と記述式の例を示している。

選択式問題は正解が定まっておらず自動採点ができるため、解答者は即時にフィードバックを受けることができる。記述式問題では解答が多様で、自動採点や即時フィードバックが困難である。そのため、評価者は学生全員の答案に対して手動で採点を行わなければならない、多大な負担となる。この負担を軽減するために記述式問題の自動採点の研究が行われている。自動採点の研究は石岡・亀田らの「コンピュータによる小論文の自動採点システム Jess の試作」[4] や中島の「機械学習を利用した短答式記述答案の自動識別」[5]、石岡らの「人工知能を利用した短答式記述採点支援システムの開発」[6] などが挙げられる。

記述式問題には大きく分けてエッセイ式と短答式の問題形式があり、エッセイ式の問題は 1000 字程度の小論文の問題を扱い、短答式の問題は解答文に 1 文または多くとも 2 文の問題を扱う。本研究が自動判定の対象とする問題形式は短答式記述問題であり、問題形式の例として、2016 年、2017 年の 10 月から 12 月にかけて開講された授業を挙げる。この授業は大学の学部 2 年生約 800 人を対象として、IT 系国家資格のひとつ「IT パスポート試験」のテクノロジー系分野と IT 関連法務について知識習得を目標としている授業であり、全 7 回のオンライン授業と期末試験から構成されている [7]。授業を受講後、毎回、出席確認を兼ねた小レポートが LMS の Moodle 上で実施されている。図 2 に小レポートで使用する問題文を示す。

問題文は最初に学習したキーワードを答える問題が設けられ、そのキーワードに従って短答式記述問題が設けられている。このような問題文では、得られる解答文は多様であり、評価者にとって多大な負担となる。また、解答候補

を有しないため、問題に対して正解を設定し、自動採点やフィードバックを行うことが困難である。

日本語エッセイ式記述問題の自動採点の研究として、石岡・亀田らは、エッセイ式記述問題の 800~1600 字程度の解答文に対して、修辞、論理構成、内容の 3 つの観点で自動採点を行うシステム Jess を開発している [4]。特に内容の採点では問題の質問文、新聞の社説やコラムを学習データとして潜在的意味解析 (LSA : Latent Semantic Analysis) で要約した単語文書行列を作成し、解答文とのコサイン類似度から自動採点を行うが、学習データにない内容はうまく自動採点できないことが分かっている。本研究が対象とする問題形式であっても解答が多様であるため、学習データにない内容はうまく自動判定できない。

短答式の研究として、中島は、文字数制限があり解答に含めるべき文が定まる短答式記述問題において、複数の採点済みの解答を学習データとし、機械学習手法を用いて自動評価のための自動識別を試みている [5]。その結果、相応の識別力を確認したが、判定に失敗する解答文があることを確認している。短答式記述問題に関する自動採点の研究では、解答として含まれるべきキーワードや表現が存在し、解答例がある問題設定を前提としている。短答式で自由記述のような解答候補を有しない短答式記述問題は解答文の自由度が上がり、本研究が対象とする問題形式では自動採点が困難である。

我々が行ってきた研究では、解答候補を有しない短答式記述問題であっても特定のテーマに絞ることで自動評価が有効であると考え、特定のテーマ設定がなされた解答候補を有しない短答式記述問題に対して、LSA により評価対象の解答文を自動評価した [8]。LSA による要約した単語文書行列と閾値決定手法により、評価対象の解答文を良い文か悪い文に自動識別し、3 つのキーワードに対する解答文に対して、正確度が 0.70 以上となった。この結果をもとに学習者が解答を入力し、その解答文の評価を星マークで掲示し、評価が悪い学習者に対して再提出を促す仕組みを提案した。

本研究では、評価が悪い学習者に対して再提出を促すようなフィードバックを与える学習支援を目的としたシステムを開発する。

2. LTI

開発するシステムを LMS からアクセスして利用できるように LTI を用いて実装した。LTI (Learning Tools Interoperability) は、IMS Global Learning Consortium が開発した規格である [9]。異なる LMS であっても外部ツールを呼び出し、LMS のログイン情報、ユーザ名などのデータを簡単かつ安全に外部ツールへ受けわたすことができる。LMS 上で制限のかかるようなことも外部ツールを開発し、

LTIで接続することで外部ツールをページに埋め込み、学習者から見てLMS内の1コンテンツとして表示し使用することが可能となる。本研究では、学習者が、LMSから開発する学習支援システムへシームレスにアクセスできるようにLTI対応のシステムとする。また、LTIはIMSJapanがGitHubのページで公開しているlti-php-sampleを使用した[10]。このサンプルではLTI1.1を使用して、LMSから外部ツールを呼び出し、データの受け渡しまでを行うことができる。

3. 外部ツール

本研究が自動判定の対象とする短答式記述問題形式の例としてあげた授業では、学習者から得られた解答文に対して、提出締め切り後に評価者が採点を行っている。多数の学習者に対して得られる解答文は多様であり、評価者にとって採点を行うことが多大な負担となる。そこで授業に使用しているLMSに外部ツールとして自動評価による学習支援システムを実装する。得られた解答文に対して自動判定の正確度は0.70以上となったことでシステムのみによる判定での実装は困難だが、システムによって推定される評価を学習者に与え、評価が悪い学習者に対して再提出を促すフィードバックを与える学習支援を目的としたシステムを実装する。評価結果は評価者にとって1つの基準と捉えることができ、評価者の負担の削減になると考えられる。

3.1 フィードバック方法

我々は評価者が過去に評価した良い文から作成した行列を用いて評価対象の文章との類似度を算出する。類似度が大きい良い文である場合は評価とその通知をし、類似度が小さい悪い文である場合は評価と再提出を促すような通知をする。再提出は強制ではなく、あくまでも解答者が望む場合に再提出を行えるようにし、解答者の自主性を尊重している。学習意欲の高い学習者に対して有効なフィードバックである。評価は類似度により、4つのグループに分類されるので、類似度がもっとも小さいグループを星マーク1つで表し、次に小さいグループを星マーク2つ、中程度の類似度を星マーク3つもっとも大きなグループを星マーク4つで表現する。

フィードバックには提出した解答文とその類似度に合わせた星マークを表示して、星マークが2つ以下の場合には再提出を促す文章を表示するようにした。

3.2 実装する外部ツール

表1に外部ツールの実装に使用した環境を示す。

本研究では、LMSとしてMoodleを使用した。次に、従来の評価形式と外部ツールを実装した評価形式を表したものを図3、図4に示す。

表1 外部ツールの実装に使用した環境

実装環境	
LMS側	サーバー側
Moodle 3.1.18	PHP 7.2.19
MAMP 3.4	Python 3.6.8
	MySQL Ver 14.14 Distrib 5.7.27
	Apache/2.4.29

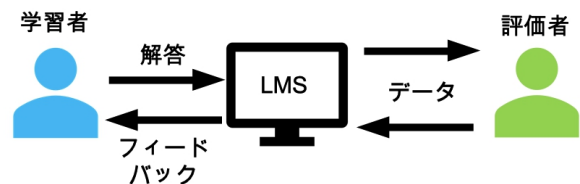


図3 従来の評価形式

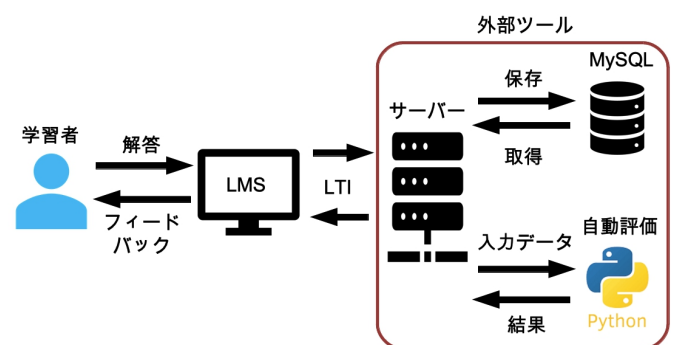


図4 外部ツールを実装した評価形式

図3の従来の評価形式では、学習者がLMSの小テストを期限までに受験する。期限後に評価者は解答データを受け取り、評価を行い、学習者にフィードバックする。図4の外部ツールを実装した評価形式では、学習者がLMSの小テストを受験することで得られる解答をLTIにより外部ツールのサーバーに受け渡す。受け渡されたデータは自動評価モジュールにより評価を行い、評価結果を即時に学習者へフィードバックする。LTIから受け渡されたデータや自動評価モジュールによる計算結果はDBに保存を行うようにしている。外部ツールはPHPで記述しており、DBにはMySQL、自動評価モジュールにはPythonを使用している。

図3、図4を比較して分かるように、学習者はLMSを通して小テストに解答し、フィードバックを受けることは共通しており、大きな変化はない。

3.3 外部ツールの動作

外部ツールのMoodle上での動作を実際の画面のキャプチャ図5~図10を用いてテスト解答開始から終了まで説明する。

最初に図5にあるMoodleのコース「情報処理概論」で作成された「第1週小テスト」をクリックする。「第1週小テスト」の画面遷移先は解答入力画面(図6)となってお

情報処理概論



図 5 Moodle コース画面

情報処理概論

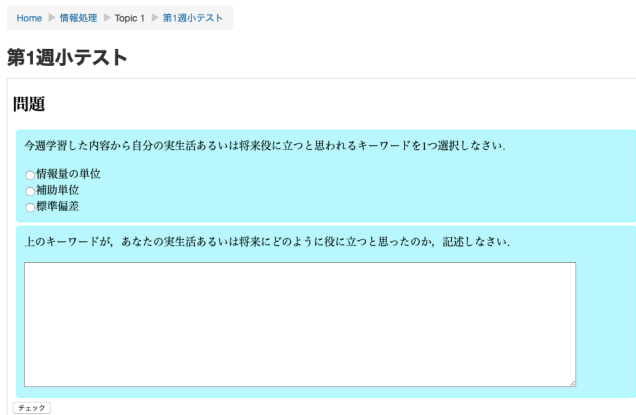


図 6 解答入力

自動判定結果

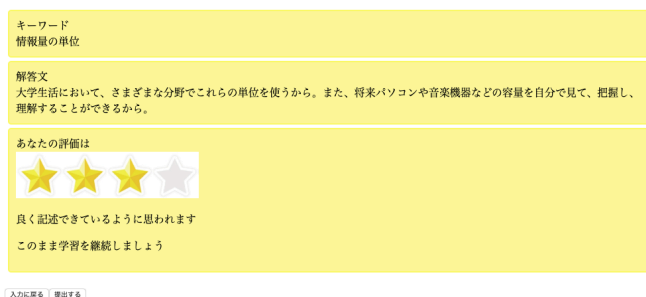


図 7 自動評価結果 (良い文)

自動判定結果

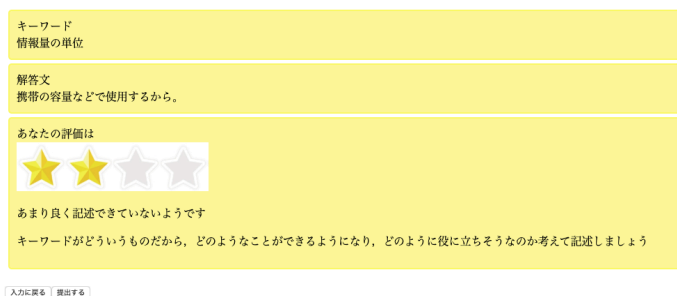


図 8 自動評価結果 (悪い文)

り、Moodle のページ上にインラインフレームで外部ツールが埋め込まれて表示される状態になっている。解答入力

過去の解答

日時	キーワード	解答文	評価結果
2019-10-22 18:05:19	情報量の単位	生活の中でよく使う情報機器にGBやMBと記されていたとき、その意味を理解したうえで機器を使用できると思う。	★★★★☆
2019-10-22 18:05:53	補助単位	機械システムなので将来、コンピュータなどを扱うならば必要であると思う。	★★★★☆
2019-10-22 18:06:35	標準偏差	自分のクラスの中で、テストの点数がどれだけ分散しているかデータとしてわかるので、クラス内でどれだけの差があるのかわかる。	★★★★☆
2019-10-22 18:07:55	情報量の単位	大学生活において、さまざまな分野でこれらの単位を使うから。また、将来パソコンや音楽機器などの容量を自分で見て、把握し、理解することができるから。	★★★★☆

図 9 過去の解答一覧

最終結果

日時	キーワード	解答文	評価結果
2019-10-22 18:07:55	情報量の単位	大学生活において、さまざまな分野でこれらの単位を使うから。また、将来パソコンや音楽機器などの容量を自分で見て、把握し、理解することができるから。	★★★★☆

提出を確認しました

このページを離れて構いません

図 10 最終結果

画面に遷移すると同時に LTI で認証やデータ受け渡しが行われ、PHP の POST 変数などで受け取り、必要な情報を DB に保存する。

次に、学習者が問題に解答を入力する。

- (1) キーワードをラジオボタンで選択する。
- (2) 選択したキーワードが実生活あるいは将来にどのように役に立つと思ったのかをテキストエリアに記述する。
- (3) 記述を終えたらチェックボタンをクリックし、自動評価結果画面 (図 7 または図 8) に遷移する。

自動評価結果画面へ遷移する際に入力されたキーワード、解答文が自動評価モジュールに渡され、類似度が算出される。

次に、自動評価画面を説明する。自動評価画面には前の画面で入力したキーワード、解答文と自動評価モジュールで算出された類似度に沿った評価結果が星マークで表示され、コメントと共に学習者に表示される。

図 7 では、星 3 つの評価であり、「よく記述できていると思われます」と褒めるコメントであるのに対して、図 8 では星 2 つの評価であり、「キーワードがどのようなものだから、どのようなことができるようになり、どのように役に立ちそうなのか考えて記述しましょう」と再度考えて、再提出を促すようなフィードバックをしている。

学習者が再提出の必要があると判断した場合は自動評価画面の「入力に戻る」をクリックすることで、再提出が可能となる。再提出の際は学習者本人が自分の解答履歴を閲覧することができ (図 9)、もし、再提出の自動評価結果が前回の提出よりも悪かった場合は、評価が高かった解答文での再提出も可能である。学習者が納得のいく解答文を用意できた場合は自動評価画面の「提出する」をクリックすることで、最終結果画面 (図 10) に遷移し、提出を行うことができる。

最終結果画面（図 10）では提出されたキーワード、解答文とその自動評価結果を示しており、「提出を確認しました」とコメントをしている。

4. おわりに

本研究では、特定のテーマ設定がされた解答候補を有しない短答式記述問題に対して、学習者が解答し、得られた文章が良い文であるか悪い文であるかを自動評価モジュールにより評価し、悪い文を記述した学習者に再提出を促す学習支援システムを LTI で実装した。再提出は強制ではなく、解答者の自主性を尊重している。今後、本研究で実装したシステムを実際の授業に導入し、過去の授業とのデータを比較することでシステムの有効性の検討を行う予定である。また現在、LMS で動作確認をしたのは Moodle のみなので、他の LMS の Sakai, canvas などで動作可能か検証する必要がある。

参考文献

- [1] Moodle, <https://moodle.org/>, (確認日:2019 年 10 月 22 日)
- [2] Sakai, <https://www.sakailms.org/>, (確認日:2019 年 10 月 22 日)
- [3] canvas, <https://www.canvaslms.com/>, (確認日:2019 年 10 月 22 日)
- [4] 石岡 恒憲, 亀田 雅之, コンピュータによる小論文の自動採点システム Jess の試作, 計算機統計学 第 16 巻 第 1 号, pp3 - 19, 2003
- [5] 中島 功滋, 機械学習を利用した短答式記述答案の自動識別, 日本教育工学会 第 26 回全国大会, pp639-640, 2010 年
- [6] 石岡 恒憲, 亀田 雅之, 劉 東岳, 人工知能を利用した短答式記述採点支援システムの開発, 電子情報通信学会, 信学技報 NLC, 87- 92, 2016
- [7] 情報処理概論ガイダンス <https://mahara.kumamoto-u.ac.jp/view/view.php?t=VM652sv1H13bkjpcxfwS>, (確認日:2019 年 10 月 22 日)
- [8] 生田 寛, 中野 裕司, 杉谷 賢一, 久保田 真一郎, オンライン短答式記述問題の解答に対する潜在的意味解析を用いた自動フィードバック手法の検討, 第 27 回教育学習支援情報システム (CLE) 研究会
- [9] Learning Tools Interoperability — IMS Global Learning Consortium, <https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>, (確認日:2019 年 10 月 22 日)
- [10] GitHub - IMSJapan/basiclti-php-sample, <https://github.com/IMSJapan/basiclti-php-sample/>, (確認日:2019 年 10 月 22 日)