

令和4年度実績報告書

令和5年3月20日

公立千歳科学技術大学
学長 宮永 喜一 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第7条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	共通教育科	職名	助手
	氏名	上野 春毅	ふりがな	うえの はるき
研究課題名	深層型ニューラルネットワークを活用した問題文から難易度を推定するシステムの開発			
本研究費による発表論文、著書など	次年度以降に予定			

研究成果報告

1. 研究の背景及び目的

高等教育において知識の定着や活用を図るために、個々人にとって自身に適した難易度の演習問題を取り組むことは重要である。しかし、これまでに大学等の教育機関で利活用が進んでいる Learning Management System (LMS) を通じて提供される演習問題には難易度が暗黙的に設定されているものの明示的に付与されていないことがある。統一的な難易度指標に沿って分類することでこれまでに開発されてきた多くの演習問題をより有効に活用できる可能性がある。問題の難易度推定は項目反応理論によって解答履歴から難易度を推定するのが一般的であるが、当理論を適応するには統制された大規模な被験者と解答データ数が要求されるために一部の専門的な機関での実施に留まっており一般的な教育機関での実施は容易ではない。一般的な教育機関での利用を想定して、解答履歴ではなく演習問題の構成要素から統一的な難易度指標のもとで適合する難易度を推定できるモデルの構築を試みる。

2. 方法

難易度指標には学習評価に用いられるルーブリックを採用する。演習問題の構成要素には、問題の文章、解答方式、解答の選択肢、解答欄の数があげられる。今回は最も影響が大きいと想定される問題の文章を対象とする。問題の文章中に存在する単語や文脈から難易度が設定されていると仮定すると、この情報をみて予測するモデルが必要となる。この条件から深層学習技術の Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) を予測モデルとして選定した。データセットには、CIST-Solomon の CBT 教材を用いた。この教材は、ルーブリックで知識定着・活用・応用が定義されており、それぞれに上下あるいは上中下の 2 あるいは 3 の段階の難易度設定が設けられて、1 学習ユニットにつき 7 レベルの難易度が設定された演習問題である。この演習問題の問題文を入力データ、レベルを出力データとする。

3. 研究成果

構築した予測モデルを評価した。評価指標には正解率 (Accuracy) を用いる。予測するラベル数は 7 つ (レベル 1~7) である。データセットの件数は 280 件であり、内容は Python の入門内容の教材とした。トレーニング：バリデーション：テストのデータ件数の比率を 8：2：2 とした。各データはデータセットからランダムに抽出する。トレーニングデータとバリデーションデータを用いて BERT の事前学習モデルに対してファインチューニングを行った。ファインチューニングの条件としてバッチサイズは 2、epoch 数は 4 とした。ファインチューニング後にテストデータを用いてモデルにレベルを予測させた結果は正解率が 70% となった。予測結果の正誤状況の内訳を調べた。表 1 に予測したレベルと正解のレベルの対応を混合行列で示す。正解率と表 1 から予測のレベルとあらかじめ設定されたレベルが一定程度一致していることがわかる。しかし、高いレベルの 6、7 が外れる傾向がみられた。どの程度外れているかという点でみれば、概ねプラスマイナス 1~2 程度のレベルがずれる傾向がみられた。つまり、あらかじめ教材に設定されたレベルの近辺で予測できている様子が伺える。この傾向は今回の結果の範囲ではすべてのレベルの予測においていえる。ルーブリックに沿って段階的に設定した難易度の特徴を今回構築したモデルが一定程度掴んで、適合する難易度を予測するモデルの構築が一定程度できたと考えられる。今後は、Python の教材だけでなく他の教材も用いてモデルの検証を行う必要がある。また、難易度を予測するのに今回は問題の文章のみを扱っているが、問題の難易度は解答の仕方が選択肢から選ぶ形式や自由記述の形式などにも影響を受ける可能性が十分に考えられるため、これらの情報も扱うことで精度向上を試みる必要があると考えられる。将来的には予測モデルを学習支援に役立てられるように LMS に組み込んでシステム化を図る。

表 1 混合行列

	Lv1	Lv2	Lv3	Lv4	Lv5	Lv6	Lv7
Lv1	7	0	1	0	0	0	0
Lv2	0	9	0	0	0	0	0
Lv3	0	2	8	1	0	0	0
Lv4	0	0	0	6	3	1	0
Lv5	0	0	0	2	5	1	0
Lv6	0	0	0	2	1	2	1
Lv7	0	0	0	1	0	1	2