

動的ドリルを用いた e ラーニング問題作成支援システムにおける 学習者の理解度評価に関する考察

Consideration on Learner's Comprehension Evaluation of e-learning Problem Creation Support System using Dynamic Drill

栗岡 陽平† 井口 信和‡§
Yohei Kurioka Nobukazu Iguchi

1. 序論

2019 年 12 月に文部科学省が作成した「教育の情報化に関する手引き」[1]によると、新学習指導要領に基づき小学校では 2020 年度、中学校では 2021 年度から教育の情報化が促進されている。また、高等学校に関しては 2022 年度から教育の情報化が促進される見込みである。教育の情報化とは情報通信技術の時間的・空間的制約をなくす、双方向性を有する、カスタマイズを容易にするといった特長を生かして、教育の質の向上を目指すものである。

また、新型コロナウイルスの流行によりオンライン授業が推奨されている[2]。このように学習のオンライン化が進んでおり、オンライン上における学習手段の一つである e ラーニングの需要が増加している。

e ラーニング上のコンテンツにおいて、学習者がコンテンツに沿った問題を解いて自己の学習理解度を確認するといったものがある。このコンテンツに沿った問題を学習者の理解度によって難易度を変化させることができれば、学習効果はより高まる。しかし、学習者の理解度に合わせた問題を作り続けることは教材提供者にとって負荷がかかる作業となる。加えて e ラーニングの需要は増加しており、学習者が増えているため、教材提供者に対してより負荷がかかると考えられる。

そこで我々は、増加する e ラーニングの需要に対して e ラーニングコンテンツ作成における負担を軽減することを目的に、動的ドリルという手法を用いた e ラーニング問題作成支援システム（以下、本システム）を提案する。動的ドリルとは辰己らの研究[3]において提案された手法である。この手法は、情報倫理教育における知識・理解力を維持するのに必要となる知識を身に着けるため、一つの学習目標に対して複数の学習項目を問題として抽出する。これらを組み合わせて回答させることで情報倫理に対する学習者の理解度を調査し、不十分なところを学習させることで理解を深めさせるという手法である。本システムはこの動的ドリルを拡張し、情報倫理の分野以外でも利用できるようにする。

これを実現するために本稿では動的ドリルを用いた e ラーニング問題作成支援システムにおける学習者の

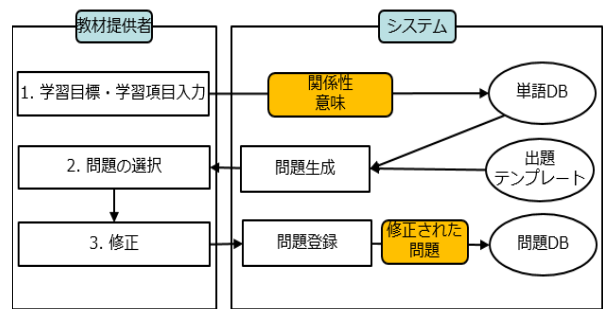


図 1 システム構成

理解度評価に関する考察を行った。

2. 関連研究

関連研究として、序論で示した辰己らの研究[3]以外に古館らの研究[4]と菅沼らの研究[5]がある。

古館らの研究では、試験問題の自動作成を可能とする知識ベース自動構築手法を提案し評価した。この研究では、問題の自動作成において多くの有益な知見が示されているが、自動作成のリソースとなる知識ベースなどの情報は基本的に問題作成者がそれぞれのシステムに対応した知識ベースを用意しなければならないと指摘した。そこで問題の自動作成のために過去の問題に含まれる知識を体系化し、知識ベースとすることで問題作成者に負担をかけないようにする手法を提案・評価した。

菅沼らの研究では、学生の理解度と問題の難易度を動的に評価する練習問題自動作成システムを提案している。この研究では、様々な問題自動作成に関する研究は行われているが、出題する問題の難易度が一定水準で学生の理解度の確認という用途でしか使用されていないと指摘した。そこで学生の理解度に応じ出題難易度を変更でき、繰り返し学習を進めることができるシステムを提案している。

本研究では、動的ドリルとこれら 2 つの研究を組み合わせ、動的ドリルを用いて作成された問題から、学習者の理解度に合わせて問題の難易度を動的に変更し、自動的に作成された問題をさらに次の問題を作成するための知識ベースにするようなシステムを提案する。

3. 研究内容

3.1 システム構成

本システムの構成を図 1 に示す。本システムは教材提供者を対象に、問題作成における負担を軽減するためのシステムである。このシステムでは、教材提供者が学習目標・学習項目の関係性と意味を単語 DB に登録し、その情報と出題テンプレートをシステムが用い

†近畿大学大学院総合理工学研究科, Kindai University, Graduate School of Science and Engineering.

‡近畿大学理工学部情報学科, Department of Informatics, Faculty of Science and Engineering, Kindai University.

§近畿大学情報学研究所, Kindai University, Cyber Informatics Research Institute.

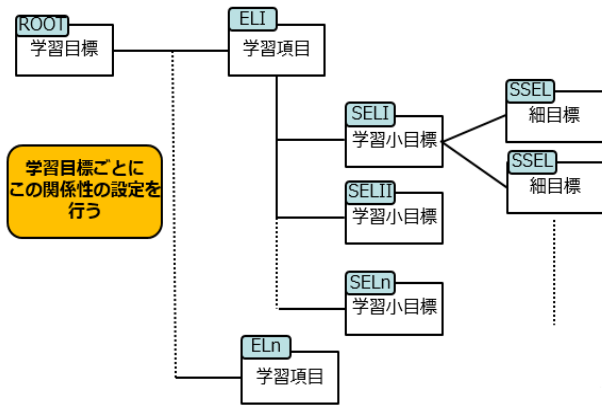


図2 単語 DB を構成する木構造

て問題を自動作成する。この自動作成された問題を教材提供者は確認し誤りがあれば修正を行い、なければ修正は行わず問題を問題 DB に登録する。この一連の作業は、学習目標・学習項目を新たに登録するたびに設定する。以降はシステムが学習者の理解度を動的に評価し、その理解度から学習者に沿った問題を自動作成する。

3.2 問題作成手順

本システムの単語 DB を構成する木構造を図 2 に示す。本木構造の構成要素は、「学習目標」、「学習項目」、「学習小目標」、「細目標」の 4 つである。ここで細目標とは、単元毎の学習目標のことを指す。

4 つの構成要素は互いを識別するための記号を割り振っており、ROOT は学習目標を、EL[I,II,...,n] は学習項目を、SEL[I,II,...,n] は学習小目標を、SSEL[I,II,...,n] は細目標を示している。

次に問題を作成するための問題テンプレートについて述べる。問題テンプレートについては表 1 に示す。

表 1 問題テンプレート

No.	問題文
1	(SSEL,SEL)は(SEL,EL)であるか?
2	(SSEL,SEL)と(SEL,EL)ができるか?
3	(SSEL,SEL)を(SEL,EL)はいけないか?

今回想定している問題は学習者が自身の学習定着度を確認することを目的としているため、「はい」か「いいえ」で答えられる問題テンプレートとなっている。本システムは単語 DB から ROOT をランダムで選択し、選ばれた ROOT から問題テンプレートに沿って、問題を作成する。

また作成された問題を学習者が解答すると学習者の理解度から、同じ分野の新しい問題が作成される。

3.3 理解度評価

学習者の理解度評価は菅沼らの研究[5]で提案された理解度評価を利用する。初めに、問題の難易度の評価は以下の数式に従う。

$$q_{jt} = \begin{cases} q_{j,t-1} + \sigma_i & \text{if } 1 \leq t \leq 30, \sigma_i \neq 0 \\ q_{j,t-1} & \text{[otherwise]} \\ 1 & \text{[initial state]} \end{cases}$$

q は問題、 j は問題番号、 t は問題が解かれた回数を表し、 σ_i は q_j を解いた学習者の理解度レベルが q_j より高く且つ不正解であれば 1、学習者の理解度レベルが q_j より低く且つ正解していれば -1、それ以外では 0 である整数である。

続いて、学習者の理解度の評価は以下の数式に従う。

$$s_{it} = \begin{cases} s_{i,t-1} + \frac{\sum_{j \in Q} (q_{j,t} - s_{i,t-1}) \sigma_{ij}}{\sum_{j \in Q} \sigma_{ij}} & \text{if } \sum_{j \in Q} \sigma_{ij} \neq 0 \\ s_{i,t-1} & \text{[otherwise]} \\ 1 & \text{[initial state]} \end{cases}$$

s は学習者自身、 i は学習者の番号、 Q は学習者が解いた問題の集合、 q は学習者が解いている問題、 j は問題番号、 t は学習者が問題を解いている時刻を表し、 σ_{ij} は学習者 s_i が自分の理解度 $s_{i,t-1}$ より難しい問題を正解もしくは $s_{i,t-1}$ より簡単な問題を不正解になった場合に 1 に、それ以外は 0 となる定数である。

以上の 2 式を用いて問題の難易度と学習者の理解度を評価することで、学習者に対し理解度に沿った問題を提供できる。

4. 実験

実験は自動作成された問題の難易度と学習者の理解度が、動的に評価されているかどうかを確認することを目的に、本システムを用いて学習者に対し実際に問題を解いてアンケートに答えてもらう利用評価実験を実施する予定である。ここで学習者は本学の情報工学を専攻する大学生、大学院生を対象とする。

5. 結論と今後の予定

本研究では、e ラーニングコンテンツ作成の負担を軽減することを目的に、動的ドリルという手法を用いた e ラーニング問題作成支援システムを提案した。本システムを使用することで、コンテンツに対する問題を学習者の理解度に合わせて自動で生成することが可能となる。これにより教材提供者のコンテンツ作成における負担を軽減することができる。

今後の予定として、今回提案した手法を用いた e ラーニングシステムを開発する。加えて、e ラーニングコンテンツの持続可能性が重要であることから、持続可能性を高めるシステムの開発を検討している。

参考文献

- [1] 文部科学省, 「教育の情報化に関する手引」について, 入手先< https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html> (参照日時: 2021 年 6 月 28 日).
- [2] 文部科学省, 「新型コロナウイルスに関連した感染症対策に関する対応について」, 入手先< https://www.mext.go.jp/a_menu/coronavirus/index.html> (参照日時: 2021 年 6 月 28 日).
- [3] 辰己丈夫, 布施泉, 中平勝子, 原田康也, e-Learning での活用を目指した情報倫理教育における「組問題」, 情報シンポジウム論文集, 2004 巻, 9 号, 207-214 ページ, 2004 年.
- [4] 古館昌伸, 高木正則, 高木輝彦, 試験問題の自動作成を可能とする知識ベース自動構築手法の提案と評価, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-CE-128, No.14, 2015/2/14.
- [5] 菅沼明峯, 峯恒憲, 正代隆義, 学生理解度と問題の難易度を動的に評価する練習問題自動作成システム, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.7, July 2005.