

適応型学習システムにおける類似問題提示ロジックの提案

A Proposal of Logic for Setting Similar Exercises in Adaptive Learning System.

阿部 晃大^{*1}, 白岩 駿太^{*2}, 小松川 浩^{*1}

Kodai ABE^{*1}, Shunta SHIRAIWA^{*2}, Hiroshi KOMATSUGAWA^{*1}

^{*1} 公立千歳科学技術大学 大学院光科学研究科

^{*1} Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology

^{*2} 公立千歳科学技術大学 理工学部

^{*2} Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

Email: abe215@kklab.spub.chitose.ac.jp

あらまし：先行研究の CBT システムでは、学習者の進捗に応じた学習内容を提供している。しかし、CBT のテスト利用時に類似問題が連続して出題され、学習者の解答に影響を与える可能性があり、真正な理解度の推定に課題が残っていた。一方で、学習者自ら学習することを想定する場合、類似問題を提示し反復的な学習を促すなどの教育的効果の観点まで考慮できていなかった。本研究では、CBT における類似問題を考慮した出題ロジックの検討を通じて、適応型学習システムにおける教育的効果の向上を目的とするシステムの提案を行う。

キーワード：eラーニング, CBT, 類似問題

1. はじめに

近年の AI 技術の進歩により、ICT を活用した学習支援において、学習者個人々の習熟度に応じて問題の提示を行える eラーニングシステムの研究が注目されている。公立千歳科学技術大学(以下、本学)の eラーニングシステム「CIST-Solomon」は、Computer-based Training/Testing(以下、CBT)システムにより学習者の進捗や理解度に応じた学習内容を提供している⁽¹⁾。しかし、先行研究で開発された CBT システムでは、問題の類似関係まで活用できていない。これにより CBT システムのテスト利用時に高い類似関係にある問題(以下、類似問題)が連続して出題され、学習者の解答に影響を与える可能性があり、真正な理解度の推定に課題があった。一方で、学習者自ら学習することを想定すると類似問題を提示し反復的な学習を促すなどの教育的効果の観点まで考慮できていなかった。本研究では、こうした一連の課題に対して、CBT システムにおける類似問題を考慮した出題ロジックの検討・開発・評価を目的とし、適応型学習システムにおける教育的効果の向上を目指す類似問題提示ロジックの提案を行った。

2. 適応型学習システム

CIST-Solomon では学習者の到達状況を確認するテスト機能やその到達状況に合わせた適応的な学習機能といった CBT システムを実装している⁽¹⁾。

2.1 理解度テスト

教員が学生の知識の理解の度合いを測定することを目的とした機能である。理解度テストでは項目反応理論を用いて学習者の能力を逐次推定しながら、能力にあった問題を出題する⁽²⁾。問題は計 7 段階の難易度(レベル)に分類されている。CIST-Solomon ではテスト機能と学習機能は、同一の学習教材を利用している。そこで、テスト機能として利用する観点から本機能は、同じ問題が短い期間内に繰り返し出題されることを防いでいる。出題の優先順位を以下に示す。

1. 解いていない問題
2. 解いて一番時間が経過している問題

2.2 復習機能

学生の学習状況・理解度に合わせて問題が自動的に出題される機能である。復習機能では過去に間違えた問題を優先的に出題するロジックを適用している。しかし、学習者の過去の解答履歴をもとにした理解度が優先されるため、必ずしも間違えた問題が出るわけではない。学習者の推定したレベル内に間違えた問題がある場合、推定したレベル外に間違えた問題があっても出題はされない。また、間違えた問題がない場合でも出題は行われる。出題の優先順位を以下に示す。

1. 間違えた問題
2. 解いていない問題
3. 解いて一番時間が経過している問題

3. 類似問題の定義

システム上で類似問題の判別を行うために、類似問題の定義を行った。類似問題の定義は、1) 解答者がある 1 つの問題の解答が分かっているとき、解いている問題の解答が受動的に分かる関係 2) 連続した出題が行われたとき問題の意図が同義だと捉えられる関係とした。類似問題の判別は、類似度機能¹で算出される類似度を活用した。

4. 類似問題提示ロジック

類似問題の定義を踏まえ、出題ロジックの改良を図った。本研究では理解度テストと復習機能に用いられる出題ロジック二つの改良を行った。

4.1 理解度テストのロジック

理解度テストの出題では、連続した類似問題の提示を抑制する出題ロジックにする必要がある。

¹ CIST-Solomon に実装されている機能。問題の文字から抽出した単語同士をコサイン類似度で比較し、0-1 の数値で類似度合いを表す。

改良した理解度テストの出題の優先順位を以下に示す。

1. 出題された問題に類似しない問題
 - 1.1 解いていない問題
 - 1.2 解いてから一番時間経過している問題
2. 出題された問題の中で解いてから一番時間経過している問題に類似する問題
 - 2.1 解いていない問題
 - 2.2 解いてから一番時間経過している問題

4.2 復習機能のロジック

復習機能は、過去に間違えた問題を優先的に解くことができるが必ずしも間違えた問題が出る仕組みではない。そのため、間違えた問題とその類似問題を提示することでより効率的に学習を図れると考えた。復習機能の出題ルールを以下に示す。なお、間違えた問題は、その問題の中で一番低いレベルから出題する。

- 1 と 2 を繰り返して問題を提示する
 1. 間違えた問題 (1の問題が無い場合は終了)
 2. 間違えた問題の類似問題
- ※類似問題がない場合、他の間違えた問題を出題する

5. 評価

5.1 理解度テストの評価

本学の学部2年生の講義「アルゴリズムとプログラミング」で実施した、再帰処理の理解度テスト3回分の出題順から類似問題の出題傾向を集計した。図1が昨年度(受講者80名)の結果、図2が本研究の出題ロジックを適用した、今年度(受講者89名)の結果である。横軸は、対象の問題の提示後、その問題の類似問題が提示される間に出題された問題数とし、縦軸を集計数とした。なお、横軸の「連続」とは、類似問題が連続して出題された場合である。

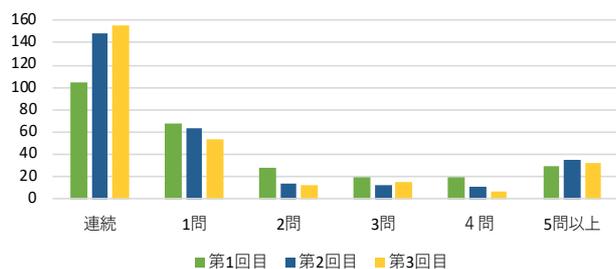


図1. 類似問題の出題傾向(2018年度)

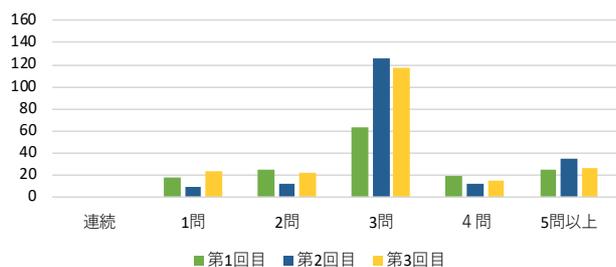


図2. 類似問題の出題傾向(2019年度)

この結果から類似問題が連続的に出題されるという課題点については抑制ができていているといえる。また類似問題全体の出題回数が少なくなったことが分かる。一方で、問題の不足により、同じ問題が複数回提示されるという課題が残った。

5.2 復習機能の評価

類似問題を活用する出題ロジックは、本学の学部2.3年生20名に使用してもらい、アンケートを実施した。抜粋したアンケート結果を図3に示す。

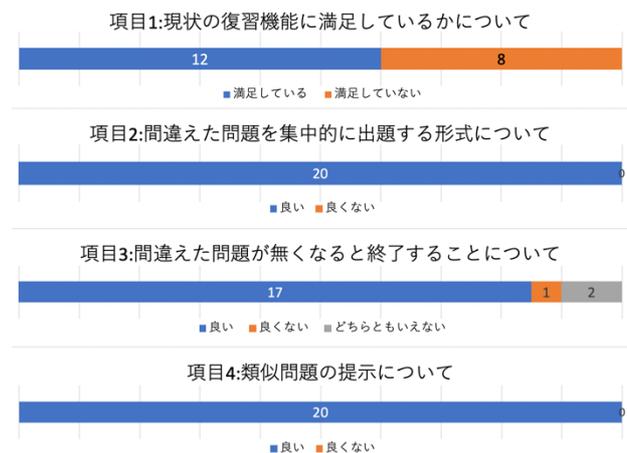


図3. 類似機能のアンケート結果(抜粋)

また、学生に対してアンケートについてのヒアリングを実施した。項目1を満足していないと答えた理由としては、正答したレベル以上の問題しか提示されないこと、復習機能独自の学習方法が確立されていないことが挙げられた。項目2は間違えた問題を集中的に出題すること、項目4は類似問題も解くことで知識の定着につながることを肯定的意見の要因となった。一方で、項目3では、自身で復習機能の学習方法を選択できた方が良いと感じている学生もいることが確認できた。

類似問題を活用し学習を進めることで教育的効果の向上が図れる可能性があることを示した。しかし、学習者自身で学習方法を選択できないなど、機能面で未完成であり改良が必要であった。

6. 今後の展望

今後の展望としては演習問題の追加と復習機能の改良が挙げられる。同じ問題が複数回提示される課題に関しては類似問題の偏りが原因だと考えられる。そのため、演習問題を追加し、類似問題を充実させることで同じ問題が提示されることを防ぐことができる。復習機能では、学習方法を選択する機能を含めて実装することを目指す。

参考文献

- (1) 吉田史也, 上野春毅, 光永悠彦, 山川広人, 小松川浩: "CBTを有する適応型学習支援システムの開発と評価", 第42回教育システム情報学会全国大会(2017).
- (2) 吉田史也, 光永悠彦, 山川広人, 小松川浩: "IRTベースのWBTシステムの試作と情報系授業への適用実験", 第41回教育システム情報学会全国大会(2016).