

作問プロセスシミュレータの設計・開発とその応用可能性の検討

Problem-Posing Simulator and Its Applications

岩井 健吾^{*1}, 林 雄介^{*1}, 松本 慎平^{*2}, 平嶋 宗^{*1}
 Kengo IWAI^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}

^{*1} 広島大学大学院工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

^{*2} 広島工業大学情報学部

^{*2} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: iwai@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：算数文章題を対象とした作問学習支援システム「モンサクン」では、問題が満たすべき制約を学習者に考えさせる制約充足課題として作問を定式化している。本稿では、この制約を充足する過程を表現した作問プロセスシミュレータを開発したので報告する。さらに、個々の作問課題の分析・作成支援や、学習者の作問活動の分析およびフィードバック、自己説明演習の支援などの作問プロセスシミュレータの応用事例の検討について報告する。

キーワード：算数文章題，作問，制約充足課題，作問プロセスシミュレータ

1. はじめに

有効な学習方法の一つに問題を作ることで学ぶ作問学習がある。一方で、この学習方法は教授者にとって学習者が作成した問題に対して個別診断および即時フィードバックを行うことが困難なため、それを教育現場で実現することは困難であったと考えられる。この問題点を解決するために、先行研究では、作問学習支援システム「モンサクン」の開発が行われ、学習者が作成した問題の個別診断および即時フィードバックが実現されている⁽¹⁾。このシステムの有用性は、既に実践利用において学習効果および動機づけ向上の観点から確認されている。加えて、モンサクンを利用した作問過程のログデータに基づいた作問活動の分析が行われており、問題を作成した段階だけではなく問題を作るまでの過程も重要であることが示唆されている^(2,3)。その一方で、このシステムでは、その過程を考慮した作問課題の診断機能は実装されていなかった。この作問課題の診断機能により、作問過程を考慮した学習者の作問活動の分析・フィードバックや教授者の作問課題作成の支援につながると考えるため、この機能の実現には意義があるといえる。本研究では、上述した学習者および教授者の支援を実現するために、作問過程を考慮した作問課題の診断機能を備えた作問プロセスシミュレータを開発し、その応用事例について検討を行った。本稿では、それらに関して報告を行う。

2. 作問学習支援システム「モンサクン」

図1にモンサクンのインターフェースを示す。このモンサクンにおける作問では、図1の左上に提示されている問題制約を満たすように右側に与えられている単文カードセットから単文を選択および並び替えることで作問を行う。

この作問は、制約充足課題として定式化されてい

る。制約充足課題とは、学習者に制約充足問題を解決させる課題であり、学習者は制約条件を満たすように単文を操作することで作問を行うことが求められる。図2は、この制約充足問題としての作問の探索空間（単文選択の状態およびその状態間の遷移を表すもの）である。この探索空間における全ての状態は制約充足の観点から評価される。現状のモンサクンでは、作られた問題（つまり、3枚のカードが選択された時点）に対する診断機能しか備えていない。そこで、作問プロセスシミュレータを開発することで問題が作られるまでの中間状態の診断や状態遷移の診断などの作問課題の分析を可能にする。

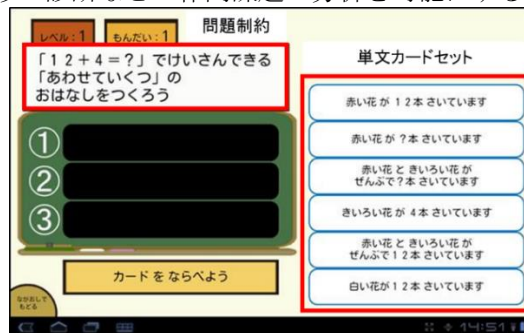


図1 モンサクンのインターフェース

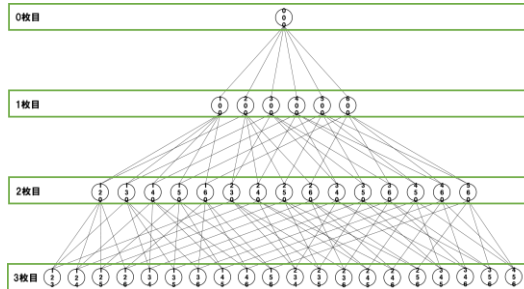


図2 制約充足問題の探索空間

3. 作問プロセスシミュレータ

本研究における作問プロセスシミュレータは、算

数文章題の情報構造を定義した三文構成モデル⁽⁴⁾に基づいて設計されている⁽⁵⁾。このため、単文を選択した理由を含めて作問過程をシミュレーションすることが可能である。加えて、制約条件を緩和することで誤った作問過程をシミュレーションすることも可能となっている。

このシミュレーションにより、次の五つの機能が実現できる。一つ目は、制約充足診断機能である。これは、途中状態を含む3枚以下の単文が選択されている組み合わせを対象とした制約充足を診断するものである。二つ目は、状態遷移診断機能である。0枚目から1枚目への遷移、1枚目から2枚目の遷移、2枚目から3枚目への遷移を診断する。三つ目は、作問過程説明機能である。これにより、単文を選択するだけでなくその理由となる制約条件を示すことが可能である。四つ目は、探索戦略診断機能である。一部の制約条件を考慮するだけで正しい回答を特定することが可能な作問方法を診断する機能である。五つ目は、自動作問機能である。正しい作問および誤った作問を自動化することが可能となる。

4. シミュレータの応用可能性の検討

4.1 学習者を対象とした支援

学習者を対象とした支援としては、(1)作問活動の分析、(2)作問活動に対するフィードバック、(3)自己説明演習環境の開発がある。一つ目に関しては、先行研究において多くの学習者が共通の途中状態で躓き、さらに、その途中状態から抜け出すのが困難であることが観測されている⁽²⁾。この状態の生成条件を分析する方法の一つとして、中間状態を対象とした制約充足と状態遷移の診断機能を活用することが可能である。この状態の生成条件が明らかになれば、システムでその状態を検知し、その状態を解消することにつながるため学習者の支援として有効であると考えられる。

二つ目に関しては、途中状態における診断およびフィードバックの診断が可能となる。例えば、“りんごが5個あります”と“みかんとぶどうをあわせて8個あります”が選択されている場合、この時点で登場するものが間違っていることを診断およびフィードバックすることが可能となる。これにより、従来は三枚選択時しか診断およびフィードバックができなかったが、二枚以下の場合でも診断およびフィードバックが可能になる。さらに、状態遷移診断機能を用いることでモンサクンを特に苦手とする学習者に対して正しい状態遷移を可視化し、作問活動をガイドするといった支援も実現可能になる。その他にも学習者の理解状況に応じて単文カードセットの種類や枚数を変更することで学習者が考慮すべき制約条件を変更するという支援も可能となると考えられる。

三つ目に関しては、シミュレータの自動作問機能により単文選択過程を学習者に見せ、その単文選択

の理由を説明させる自己説明演習の支援である。この自己説明演習では、正しい作問過程および誤った作問過程に対する自己説明を行わせることが可能である。

4.2 教授者を対象とした支援

教授者を対象とした支援には、作問課題の作成を支援するオーサリングツールの開発がある⁽⁶⁾。このオーサリングツールでは、シミュレータの機能に基づいて単体の作問課題の分析や複数の作問課題間の比較を行うことが可能である。さらに、複数の作問課題間の比較では、過去に実践利用を行った作問課題と比較を行うことで新規に作成した作問課題の難易度が推定可能になると考える。新規に作成した作問課題に類似する作問課題を過去の作問課題と比較することで見つけ出し、その過去の作問課題で発生した誤りの数などから難易度を推定する。

5. まとめと今後の課題

本稿では、学習者を対象とした作問活動の分析およびフィードバックの自動化、自己説明演習の支援や教授者を対象とした作問課題作成の支援を実現するための作問プロセスシミュレータとその応用事例に関して検討を行った。今後の課題としては、その作問プロセスシミュレータの応用事例の実現とその評価を行っていききたい。

参考文献

- (1) 山元 翔, 神戸 健寛, 吉田 祐太, 前田 一誠, 平嶋 宗: “教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, No.10, pp.2440-2451, (2013).
- (2) A.A. Supianto, Y. Hayashi, and T. Hirashima: “Visualizations of problem-posing activity sequences to-ward modeling the thinking process,” Research and Practice in Technology Enhanced Learning, vol.11, no.1, p.14, (2016).
- (3) A.A. Supianto, Y. Hayashi, and T. Hirashima: “Model-based analysis of thinking in problem posing as sentence integration focused on violation of the constraints,” Research and Practice in Technology Enhanced Learning, vol.12, no.1, p.12, (2017).
- (4) Hirashima Hirashima, T., Hayashi, Y., Yamamoto, S.: Triplet Structure Model of Arithmetical Word Problems for Learning by Problem-Posing, Proc. of HCI2014(LNCS 8522), pp.42-50(2014).
- (5) 岩井健吾, 林 雄介, 平嶋 宗: 算数文章題を対象とした作問学習支援システム「モンサクン」における個々の作問課題の分析を目的とした作問プロセスシミュレータの設計・開発先進的学習科学と工学研究会, 第86回 先進的学習科学と工学研究会(ALST86),(2019).
- (6) 岩井健吾, 林 雄介, 松本 慎平, 平嶋 宗: 算数文章題を対象とした作問プロセスシミュレータの設計・開発とオーサリングツールへの応用, 第32回人工知能学会全国大会,(2018).