

AR を用いた協調的作問学習支援システムの設計・開発

Development of Collaborative Learning Environment for Problem-posing Using Augmented Reality

小代 翔大^{*1}, 山元 翔^{*2}, 平嶋 宗^{*3}Shota KOSHIRO^{*1}, Sho YAMAMOTO^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}^{*1} 近畿大学理工学部^{*1} Faculty of Science and Engineering, Kindai University^{*2} 近畿大学情報学部 / 情報学研究所^{*2} Faculty of Informatics / Cyber Informatics Research Institute, Kindai University^{*3} 広島大学大学院先進理工系科学研究科^{*3} Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University

Email: s.koshiro@kindai.ac.jp

あらまし: 作問学習は有用な演習であることが知られている一方で, 作成された問題の診断が困難である. また, 作問学習支援システム「モンサクン」は作成された問題の自動診断を実現しているが, 協調学習的に作問しようとする場合, 様々なカードを扱う空間がタブレットやコンピュータ上に制限されるという問題がある. そこで本研究では Augmented Reality の技術を用いることで, 現実の空間で行った作問の結果を, 仮想空間で診断することで, カードの交換を協調的に行う作問学習を実現した. 本稿ではこのシステムの設計と開発について報告する.

キーワード: Augmented Reality, 協調学習, 作問, 算数文章題

1. はじめに

算数文章題の作問学習支援システムに「モンサクン」があり, 学習者が作成した問題の自動診断が行えることで, 学習者の試行錯誤的な作問学習を実現している⁽¹⁾. システムは学習者が算数文章題の構造の理解を促すことを確認しており, 個別の学習支援, および授業に組み込んだの一斉学習において効果を示している.

ここで, 学習者同士が共同で課題に取り組みながら適切にインタラクションをとることで学習を促進する協調学習が, 学習方法の一つとして知られている⁽²⁾. 作問学習において協調学習を適用する例としては, 作成された問題を共同学習者が評価するという方法が主である⁽³⁾. これは作成された問題の成立条件を, 学習者間のインタラクションによって学習するという形態の協調学習といえる.

これに対して本研究では, 問題を作るという活動自体を協調的に行うことで, より問題の成立条件についての理解を深めることを目的としている. 本稿ではこのシステムの設計と開発, および予定している試験的評価について報告する.

2. 作問学習支援システム「モンサクン」

2.1 算数文章題のモデル⁽¹⁾

図1にモンサクンで作成される問題の一例を示す. 本研究で取り扱う1回の演算で計算できる算数文章題は, 数量の存在を表す存在文2つと, それらの数量の関係を表す関係文1つで成立している. また, それぞれの文は, 量, オブジェクト, 述語で構成されており, 1つの数量概念を表している. これを単

文カードと呼ぶ. この時, 述語は数量概念が存在を表すか, 関係を表すかを規定している. また, 図1の例は合併の物語だが, 他に増加などの物語も存在する.

算数文章題が成立するためには, これらの要素が特定の条件を満たす必要がある. 例えば, 存在文は2つ, 関係文が1つ必要である(三文構成の制約)などである. つまり, 学習者が学習すべきはこれらの制約条件であり, 自動診断に基づく試行錯誤を通じて, この制約条件の理解を深める.

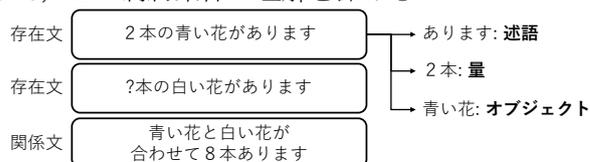


図1 単文統合型の算数文章題の例

2.2 協調学習への拡張

協調学習において重要なのは, 共同学習者が共同で課題に取り組み, インタラクションを通じて知識を構築するという点である. したがって問題が成立する制約を, 学習者が共同で作問学習をする過程を経て理解するようなインタラクションを設計する必要がある. よって次のような演習を提案する.

学習の目標としては, より少ないカードの交換により, 作成可能な問題を全て作成することである. その上で準備として, 4つの問題が作成できる単文カード12枚を用意する. これらを2名の学習者でシャッフルし, 6枚ずつに分ける. これらのカードは相手にも見える形で共有する.

手続きとしてはシンプルであり, 一回一回, お互

いのカード1枚を交換する。もしカードを交換して問題が作成できるようになったと考えた場合は、そのカードを提示する。正解していれば、そのカードを除くが、誤っていれば手順を増やす。これを繰り返し、4つすべての問題を作成できれば終了である。この活動において求められるのは、相手が問題を成立させられるようなカードを予測し、手渡すことである。よって相手の手持ちのカードセットと、自身のカード1枚をそれぞれ比較することで、作問できるパターンを予測することになる。また、このパターン予測はお互いに適切である必要がある。一方が適切なカードを渡したとしても、そのカードで作成できる問題のカードを交換してしまうと、問題は作成できない。よって相互成立しうる問題を予測し、最短の交換回数を踏まえてカードを交換する必要がある。このことから、制約条件のシミュレーションを行う必要がある、制約条件の理解に寄与するインタラクションを含んだ課題であるといえる。

3. 協調学習型作問学習支援システム

提案システムのインターフェースを図2に示す。提案演習を従来のモンサクンで実現しようとする、タブレットの画面に収まらないカード数であり、交換という操作も複雑になる。そこで本研究では拡張現実感(AR)を用いることで、現実世界の協調的作問と、仮想世界での診断を実現した。

本システムでは、現実世界において紙のカードを用いて先に述べた協調的な作問活動を行う。そして、成立する問題を見出し、回答する時は、文章題が成立するように左から順番に3枚の単文カードを並べる。その後右側の「よみとる」ボタンを押すとシステムがカードを認識する。認識したカードの枚数は画面上に表示され、3枚読み取れていると「けっぺい」ボタンを押して診断することができる(図1上)。

なお、学習者が交換したカードを意識し、またログを保存する関係から、現実世界で交換したカードは、一度システムで認識する(図1下)。自分のカードを左、相手のカードを右に配置し、「よみとる」ボタンを押すことでカードを認識し、「けっぺい」ボタンで交換を実行する。これによりシステム内部でも、



図2 システムインターフェース

お互いの持つカードの情報が保持される。

また本システムではARとOCRを用いたことにより、マーカーのない文字だけの単文カードが使用可能である。よって現場教員にとってのオーサリングと診断・フィードバックの負荷を低減しつつ、学習者からは自身のペースで作問学習を進められる枠組みにもなっている。

なお、システムの診断とフィードバックには2タイプあり、一つ目は従来の作問結果の診断であり、これは従来同様である。二つ目は協調学習の診断とフィードバックであり、スコアとして実装している。現在は仮に100点を満点として、カードの交換、診断の誤りの上限を15回と設定した。その上で、診断において誤り、あるいはカードの交換をすると、その回数 $\times 1.7$ 乗を減点とした。

4. 試験的評価

実験参加者は6名の大学生3組である。今回提案する演習は新規なものであるため、(a) 制約を予測する必要のある演習になっているか、(b) 小学生にとって適切な課題であるかを確認することを目的とした。

用意した1組4題(12枚)のカードセットは難易度順に3パターンあり、この3回を試験的評価として実施してもらった。課題は算数文章題の難易度順に、「順思考の合併」「順思考の増加」「逆思考の増加」で作問可能なカードセットとなっている。

手順としては、まず演習やシステムの操作方法について説明した。その後、演習を3回行い、最後にアンケートに回答してもらった。当日はこの結果について報告する。

5. まとめ

本研究では、作問学習支援システム「モンサクン」を協調学習支援システムに拡張した。本システムは現実空間で協調的に行なった作問の結果を、仮想空間で自動診断をすることができる枠組みを提案している。よって従来より柔軟な協調的作問が実現可能であり、ARを用いることで、小学生にとってインタラクションのしやすい紙による作問とシステムによる診断も実現している。

参考文献

- (1) 山元翔, 神戸健寛, 吉田裕太, 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, 第 J96-D 巻, 第 10 号, pp. 2440-2451 (2013)
- (2) Koschmann, T.: “Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm”, Vol. 116, pp. 1-23 (1996).
- (3) 高木正則, 若林俊郎, 勅使河原可海: “学習者が協調的に作問可能な WBT システム「CollabTest」の小学生への適用と評価”, 日本教育工学会論文誌, 33 巻, Suppl.号, pp.125-128 (2009)