

単文統合型作問演習における視線情報からの作問プロセスの分析

Analysis of Problem-Posing for Interactive Learning Environment of Problem-Posing with Eye Mark

広田 智也^{*1}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}
 Tomoya HIROTA^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}
^{*1}広島大学大学院工学研究科
^{*1}Graduate School of Engineering, Hiroshima University
 Email: hiroya@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 単文統合型作問演習環境モンサクン Touch では, 学習者は三つの単文カードの組み合わせにより算数文章題の作問を行う。この作問中の学習者の思考を捉えようとする場合, 単文カードの直接操作として捉えられる部分もあるが, そこに現れない, どの単文カードのどの部分を見たかといった視線情報も重要な役割を果たすと期待できる。本研究では, 学習者の視線情報を測定し, 作問時の学習者の思考についてのより深い分析をすることを目指す。

キーワード: 作問学習, 作問プロセス, 視線情報, Eye-Tracking

1. はじめに

問題を解くのではなく, 作る (作問する) ことの学習効果が示されており, 単一の二項演算で計算できる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」が開発されている⁽¹⁾。このシステムでは, 作問を用意された複数の単文の中から3つの単文を組み合わせることとし, システムが学習者の作成した問題を即時診断・フィードバックできる演習環境となっている。また, いくつかの教育現場で実践的に利用されており, 作問活動の増加や問題解決能力向上といった効果も確認されている。

モンサクンのこれまでの実践利用での結果から, 学習者が作問に必要な情報の一部だけに着目して誤りを起こしていると推定される事例も確認されている。しかし, このような間違いは, 実際に学習者がどのような情報に注目しているために起こっているかは, 学習者が選択した単文だけでは分からない。本研究では, 学習者がどのような情報に注目して作問しているかを, その視線情報から分析することを目指している。

2. 作問プロセスの追跡

2.1 作問プロセスの分析

モンサクンにおいて, 学習者は作成する問題の条件として「数式」と「物語の種類」, 部品として複数の単文(オブジェクト, 数量, 述語からなる文章)カードが与えられ, そのカードの中から三つを選択し, 並べることで条件にあった問題を作成する。現在, モンサクンの操作ログから, 学習者が選択したカードやその順番から作問プロセスの分析が行われている⁽²⁾。このログが表しているのは, あるカードを使ってみるといふ意思決定をした結果であり, その前に学習者の思考の中では, どのカードを使ってみるかという判断が行われているはずである。そして, それはモンサクン上での操作には現れない。例えば,

ある学習者が与えられた数式と数値だけが正しく, 物語の種類が間違っている問題を作成したときには, 数字のみに着目して作問を行っている可能性があり, オブジェクトや述語といった他の要素を見落としていない可能性や, 見てはいるが重要な要素として扱っていない可能性がある。このような学習者の間違いの原因を同定するには, 操作データだけでは無く, どこを見ているかという視線情報が重要な役割を果たすと考えられる。

2.2 視線情報から取得する要素

先に述べたように, モンサクンでは作問の条件として数式と物語種類を与えている。これは「 $2+7=?$ 」や「あわせていくつ」といったものがある。また, 作成する問題の部品となる単文カードは, オブジェクト, 数量, 述語で構成されている。例えば, 「みかんが2こあります」という単文であれば, 「みかん」がオブジェクト, 「2こ」が数量, 「あります」が述語を表す。課題の数式, 物語種類, そして単文カードのオブジェクト, 数量, 述語の計五つの要素がモンサクン上で学習者に与えられる情報であり, どれに注目しているかを視線情報として取得する。

視線情報の取得には, 視線追跡装置”The Eye Tribe Tracker”を利用する。この装置によって画面上の視線の位置座標を検出し, 各要素に視線が停留していた時間と, 各要素を視線が移動した軌跡の二つの視線情報の取得することで, 作問中の視線分析を行う。

3. 視線追跡機能の実装

視線情報を取得可能にしたモンサクンのインタフェースを図1に示す。左側に条件提示と回答欄, 答え合わせボタンがあり, 右側に部品が提示されている。学習者は右側の部品から3つ選んで回答欄に移動させることによって問題を作成し, 答え合わせボタンによって正誤を確認する。各要素の位置座標と視線の位置座標を組み合わせることにより, 学習者

がどの要素を見ているかをリアルタイムで判定し、要素の背景色を変更する。図1は、動作確認用の画面を示しており、学習者が2つ目の単文として選択したカードの中で「3こ」という数量を見ていることが検出されている。

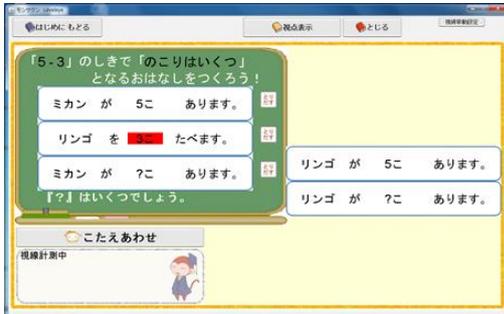


図1 視線情報を表示したインタフェース

3.1 システムによる視線情報の計測

各要素に対する視線情報の取得は、各要素における視線の停留時間と要素間の視線の軌跡によって行える。視線の停留時間の計測は、要素に視線が入ったときに開始し、要素から視線が出たときに終了する。視線の軌跡の計測は要素単位での視線の停留時間計測を時系列順に記録することで可能にする。

計測した視線情報は、見ているのがどの要素か、そして、その要素の具体的な値、停留時間、停留回数について時系列で記録している。また、これらの情報を集計することで、課題・単文カードごとにどの要素をどれだけ割合で注目しているかを分析することもできる。例えば、ある単文カードにおいて、述語を8割、オブジェクトを2割、他の情報には注目していないという情報を得ることができる。

4. 試用実験とその結果

視線情報取得機能を追加したモンサクンの試験的利用を工学系大学生と大学院生2名によって行った。調査内容は、学習者の視線情報を正確に取得できるか、視線情報のデータから作問プロセスを追跡できるかの2点である。実験手順は、実験や視線追跡についての説明を10分程度行い、システムの調整の後、実際に20分程度システムの利用を行った。その後、システムに関するアンケートへの回答と、システムの視線情報取得についてのインタビューを行った。

実験の結果、「見ている単語の背景の色が変わりましたか?」といった内容などに肯定意見が得られ、被験者が実際に見ていたものとシステムが判定した結果に大きな誤差が無いことが示された。

また、実験から図2や図3のような視線推移情報が得られた。図2では作問する際の条件となる「物語種類」を掲示しない課題を行った時の取得した視線情報のグラフである。この課題において作成可能な問題は2つあり、異なる物語種類のものであったが、被験者は条件として提示された「8-3」という引き算から想起しやすい比較の物語のみに注目した

視線が計測された。図3に示す課題では物語種類を掲示しており、こちらでは2種類の物語の両方に注目しており、条件とそれぞれの物語で使う単文カードを比較しているような視線が計測された。

操作ログだけでは、作成された問題やその途中で実際に回答欄まで動かしたカードしか記録できない。しかし、今回取得したログデータから実際にカードを回答欄に動かさなくても特定のカードに注目していることや、解答を作った後も答え合わせするまでに条件と解答を再度見比べていることが分かる。このような情報を得ることによって、より詳しく学習者の思考がトレースできると考えられる。

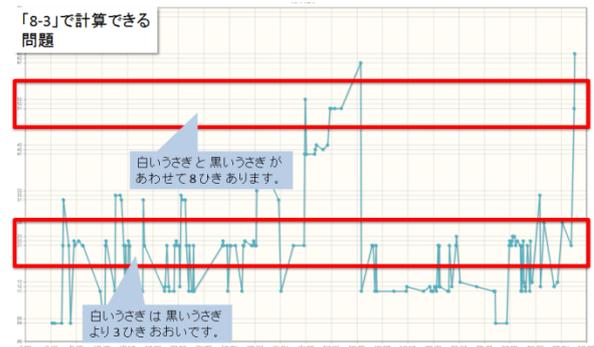


図2 物語種類を掲示しなかった作問課題

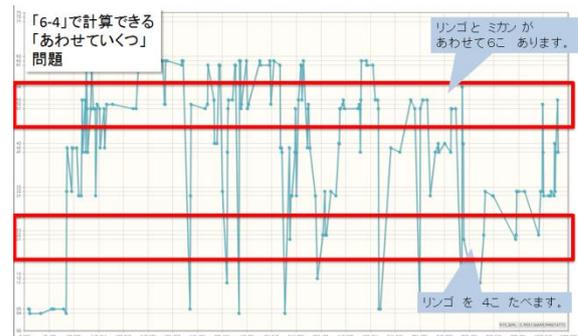


図3 物語種類を掲示した作問課題

5. まとめと今後の課題

本研究では作問学習支援システム「モンサクン」における作問プロセス追跡のため、作問時に考慮すべき情報を確認しているかを視線情報から確認する手法を考え、システムに追加した。今後は、試験的評価の実施と、作問プロセスの分析のため、より詳細な分析を行っていく。

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) 林雄介, ヌルハサナ, 前田一誠, 平嶋宗: "算数文章題の単文統合型作問演習におけるログデータからの思考の変化の分析~第1選択単文の観点から~", 教育システム情報学会 JSiSE2014, TF1-3, pp.303-304(2014.09.10-12)