

カード操作方式に基づくプログラミング学習支援システムにおける カード順列フィードバック機能の改善

Improving Card Order-Based Feedback Function of a Card Operation-Based Programming Learning Support System

重本 悠貴^{*1}, 重松 大志^{*2}, 松本 慎平^{*1}

Haruki SHIGEMOTO^{*1}, Hiroshi SHIGEMATSU^{*2}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {bm20053, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*2} 広島工業大学大学院工学系研究科

^{*2} Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md22004@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし：カード操作方式に基づくプログラミング学習システムにおいては、知識を用いず、フィードバックとして与えられたヒントを頼りに網羅的に探索する活動の抑制が求められている。先行研究では、網羅的探索の合理性は、課題の難易度が学習者にとって高すぎる場合にのみ見られる傾向だと仮定し、この真偽を調査した。その結果、非常に難解な問題では、「カード配置の適切さ」に関するフィードバックが必要以上の手助けを行っていたために、試行錯誤的なカード順列の設置・繰り返しが合理的戦略であった可能性が示唆された。一方、「カード配置の適切さ」は学習意欲維持に重要な仕組みである。そのため、試行錯誤的な解法を非合理的戦略とできるような方法が求められる。そこで本研究では、「カード配置の適切さ」に関する新たなフィードバック方法の設計・評価を目的とする。

キーワード：プログラミング、カード操作方式、フィードバック

1. はじめに

意味のある部分間の関係を考えるプログラミング学習において課題外在性負荷を減らすため、カード操作方式による学習支援システム(以降、従来システム)が開発されている⁽¹⁾。

従来システムの学習効果をより高めるため、その学習ログデータの分析が進められている。著者らのこれまでの取り組みの中で、学習ログデータを知識工学⁽²⁾の考え方にに基づき分析したところ、適切な学習活動を行っていない学習者の存在が確認された。具体的には、知識を用いず、フィードバックとして与えられたヒントのみを頼りに網羅的に探索すること(知識無し解法)の合理性が示唆された。

従来システムでは、学習者が回答を行った際、4種類のフィードバックである「プログラムの実行結果」、「正誤」、「助言」、「カード順列の適切さ」が提示されるようになっていく。先行研究では、「カード順列の適切さ」に関するフィードバック自体の有用性が明らかにされている⁽³⁾。一方、この中で、カード順列の適切さに関するフィードバック機能が原因となり、知識無し解法が合理的戦略として学習者に採用されていた可能性が、学習ログデータ分析により明らかにされた⁽⁴⁾。姫井らは、先行研究の報告⁽³⁾と矛盾した結果が導き出された理由として、先行研究で行っていた実験では学習者に適切な難易度の課題が与えられていたため、矛盾した結果が得られた可能性があると考えた。この仮説を検証するため、学習課題の難易度が学習者にとって高すぎる場合に

において、「カード順列の適切さ」に関するフィードバックが行われる群とそうでない群の学習効果を比較した。その結果、非常に難解な問題では、「カード順列の適切さ」に関するフィードバックを行った群はそうでない群よりも学習効果が低かった。さらに、コンパイル回数も多い傾向が見られた。以上から、網羅的に探索し正解を得ていた可能性が示唆された。

以上の知見を踏まえると、「カード配置の適切さ」に関するフィードバックは不要であると考えられる。一方、これは学習意欲維持に重要な仕組みである。そのため、「カード配置の適切さ」に関するフィードバックについて、試行錯誤的な解法を非合理的戦略とできるようなフィードバック情報の新たな提示法が求められる。そこで本研究では、「カード配置の適切さ」に関する新たなフィードバック方法の設計を目的とする。

2. カード操作方式による学習支援システム

従来システムは、問題文とプログラムコードの書かれたカードを提示し、学習者は問題文の処理にあるようにカードを並び替える演習を支援する Ruby on Rails で開発された Web アプリケーションである。

従来システムはカード設定位置の適切さを3パターンの色で学習者にフィードバックする。具体的には、回答送信時、回答欄に設定されたカードの選択と位置が共に正しければ青色、カードの選択のみ正しく場所が間違っていれば黄色、ダミーカードが選択されていれば赤色がカードに表示される。学習者



図1 カード順列に応じたフィードバック

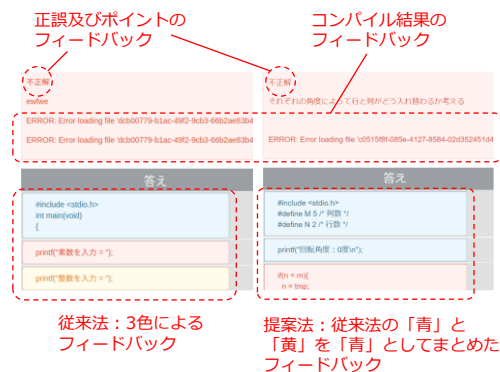


図2 提案法

はこの3色と実行結果を手掛かりに、正解とのギャップを確認できるようになっている。色によるフィードバック機能がある場合とない場合を図1に示す。

本研究では、「カード配置の適切さ」について、回答欄に設定されたカードが「正しいか/そうでないか」のみのフィードバックとし、その有用性を調査する。具体的には、正誤確認やコンパイルを行った時、回答欄に設定されたカードの選択が正しければ青色、ダミーカードが選択されていれば赤色、の2色のみでフィードバックを行う。このような設定で学習を行わせる方法を提案法とする。提案法と従来法の違いを図2に示す。本研究では、先行研究のフィードバックの青と黄の2色を合わせて、回答に設定されたカードの選択が正しい場合を青とし、網羅的探索の抑制を試みる。本研究のリサーチクエスションは、「提案法によりカード配置の適切さに関するフィードバックを行うことは、適切な学習の促進に有効か?」となる。

3. 実験方法

本研究では、「一度習得した知識の再獲得を意図した学習」を実験のテーマとした。被験者は、情報学を学ぶ大学生3,4年生とした。学習課題は「配列の操作」や「探索」といった、大学2年時に学習した基本的なアルゴリズムの実装法に関する知識の再獲得とした。本研究では20名の被験者を動員する。そして、実験群と統制群それぞれ10名ずつとした。

まず、理解度を図る30分のプレテストを行い、学力水準が平等になるように実験群と統制群に被験者を分けた。つぎに、被験者はそれぞれの方法で学習

を行った。学習時間は60分とした。提案法で学ぶ被験者は、「カード順列の適切さ」に関して、回答欄に設定されたカードの選択が正しければ青、そうでなければ赤のみのフィードバックを受けた。統制群で学ぶ被験者は、従来通り3色でのフィードバックを受けた。実験後、30分のポストテストと主観評価アンケートを実施し、これらの結果に基づき提案法の有用性を評価した。加えて、学習ログの分析も行った。そして、提案法で学ぶ場合、従来法よりもフィードバック利用回数が少なくなっていたかどうか、すなわち、網羅的探索が減っていたかどうかを確認した。なお、本研究では、ポストテストの得点は学習効率(知識の再獲得の割合)と等価とした。

実験結果の一部を紹介する。ポストテスト(100点満点)の結果について、実験群の平均点は68.8、統制群は57.6であった。Welchのt検定を行った結果、2群の間に統計的に有意な差は見られなかったが、実験群は有用である可能性が示された。フィードバック利用回数の差について、Welchのt検定を行った結果、2群の間に有意($p < .01$, 両側)な差が示された。以上より、「カード配置の適切さ」に関するフィードバックの色数を減らすことで、本研究が意図したとおり、不適切な学習活動を抑制できていたことが示唆された。

4. おわりに

本研究では、従来システムにおける「カード配置の適切さ」に関するフィードバックに着目し、試行錯誤的な解法を非合理的戦略とできるようなフィードバック提示法を設計し、その有用性を確認した。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)20K0319, 22K02815)の助成を受けて実施した成果の一部である。

参考文献

- (1) 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗. 部分間のある関係を考えることに焦点を当てたカード操作によるプログラミング学習システムの開発. 電気学会論文誌C, Vol. 138, No. 8, pp. 999-1010, 2018.
- (2) 山元翔, 田和辻可昌, 平嶋宗, 算数文章題における定性・定量モデルを融合した知識状態推定手法の提案, 人工知能学会研究会資料 先進的学習科学と工学研究会 93回, pp.07-12 (2021).
- (3) Shoko Morinaga, Shimpei Matsumoto, Yusuke Hayashi, and Tsukasa Hirashima. A new concept of distance modified by levenshtein distance for clarifying the learning processes in card operation-based programming learning support system. pp. 310-313, 2019.
- (4) 姫井貴雅, 松本慎平, 岩井健吾, 林雄介, 平嶋宗, カード操作方式に基づくプログラミング学習支援システムにおけるカード順列フィードバック機能の評価, 教育システム情報学会 2021年度学生研究発表会講演論文集, pp151-152 (2022).