

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の フィードバック機能の現状分析及び改善に関する研究

BL19103 森俊介 指導教員 松本 慎平

広島工業大学 情報学部 知的情報システム学科

1 緒言

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 (Card Operation-Based Programming Learning Support System, 以降, COPS) が開発されている [1]。大学講義で従来システムを導入した結果、非本質的な認知負荷を減らしながら、教授者が意図した学習活動に集中できていたこと、とりわけ初学者にとって有効な学習方法であることが示唆された。また、従来のシステムは、従来のコーディング主体の学習とは同等の学習効果を有しながら、従来よりも学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが明らかにされた。一方、先行研究の中で、COPS の学習の質を評価するため、学習ログデータを知識工学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。このような結果が得られた理由は様々考えられるが、可能性の一つとして、既存のフィードバック機能の設計に原因があったのではないかと先行研究によって指摘された。COPS では、学習者が回答した際、「プログラムの実行結果」や「正誤のフィードバック」と共に、「カード配置の適切さ」の3つの情報が学習者に通知される。これら3つのうち、「カード配置の適切さ」について、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高く、適切な学習の妨げになっていたと結論付けられていた。ただし、この結論はあくまで推測に過ぎない。そこで本研究では、「カード配置の適切さ」に関するフィードバック方式の適切性を実験的に明らかにすることを目的とする。

2 先行研究

COPS 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、カードを並び替えてプログラムを組み立てる学習を支援する Web アプリケーションである。カードは、マウス操作で動かすことができる。

COPS では、「カード順列の適切さ」を3パターンの色で学習者にフィードバックし足場掛けを試みている。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。学習者はこの3色を手掛かりに、正解とのギャップを確認できるようになっている。「カード順列の適切さ」を用いた COPS の既存のフィードバック機能自体の有用性については、森永の研究 [2] で明らかにされている。ただし、森永の研究では、あくまで学習者にとって適切な難易度の課題が与えられることが前提とされている。この点に着目し、姫井は、知識無し解法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、この仮説を明らかにすることを目的として研究を進めた。その結果、高難易度の問題が与えられた際、「カード配置の適切さ」に関するフィードバックを行った群のコンパイル回数や正誤診断の回数がそうでない群に加えて有意に高く、姫井の仮説を裏付ける結果が明らかにされた。ただし、「カード配置の適切さ」のフィードバックについては、学習者に対するインタビュー評価から、足場掛けとして有用であることが示されている。そのため、「カード配置の適切さ」のフィードバック自体を取りやめるのではなく、既存の方法を改善した方法の構築が必要だと言える。

3 提案

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いければ青色、ダミーカードが選択されていれば赤色、の2色のみのフィードバックを行う。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することによって、色のフィードバック情報のみを頼りに網羅的探索を行うことが難しくなると想定している。その有用性については、比較実験を行い明らかにする予定である。その他の取り組みとして、操作ログデータを分析することによって、試行錯誤的な操作量の定量化に取り組む予定である。そして、定量化されたデータに基づいて、「カード配置の適切さ」のフィードバックの違いが試行錯誤量低減に対する有用性を数量的に明らかにしていく。

4 実験方法

被験者は、情報学を学ぶ大学生 3, 4 年生とし、理解度を図るプレテストを行い、学力水準が平等になるように実験群と統制群に分ける。一方提案システムでは、回答欄に設定されたカードの選択が正しければ青、そうでなければ赤とする。これらフィードバックの学習効果及び主観評価の差を実験で明らかにする。具体的には、本研究のフィードバックが先行研究のフィードバックより、フィードバック利用回数が少なくなることにより、網羅的探索をしている可能性が減っていることを予定している。実験後、ポストテストと共にアンケートを実施し、動機付けの効果や認知負荷を調査する。

5 分析結果

実験後、分析を行った結果、テスト 2, 3 ではフィードバック利用回数が減少したとともに、テスト 1, 3 の統制群にあった外れ値が実験群ではなくなった。ポストテストの結果、統制群に比べ実験群の方が点数が高くなった。T 検定の結果、 $p < 0.1$ となったため、有意傾向にあるといえる。

6 結言

本研究では、「カード配置の適切さ」に関するフィードバック方式の適切性を実験的に明らかにする方法を提案し、今後の計画を示した。

参考文献

- [1] 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗. 部分間の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 (電子・情報・システム部門誌), Vol. 138, No. 8, pp. 999–1010, 2018.
- [2] 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. *2019 IIAI-AAI*, pp. 310–313, 2019.