

チャンクを考えによるカード操作方式による プログラミング学習支援法の提案

Proposal of a Method to Support Card Operation-Based Programming Learning with the Concept of Chunk

倉本 隼^{*1}, 森永 笑子^{*2}, 松本 慎平^{*1}, 林 雄介^{*3}, 平嶋 宗^{*3}
Hayato KURAMOTO^{*1}, Shoko MORINAGA^{*2}, Shimpei MATSUMOTO^{*1},
Yusuke HAYASHI^{*3}, Tsukasa HIRASHIMA^{*3}

^{*1} 広島工業大学情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology
Email: {bl16034, 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: md18006@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*3} 広島大学大学院工学研究科

^{*3} Graduate School of Engineering, Hiroshima University
Email: {hayashi, tsukasa}@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：分節化された意味のある部分の再構成を通じ部分間の関係の思考に焦点を当てたプログラミング学習において、外在的な非本質的認知負荷の影響をできる限り抑制するため、カード操作方式によるプログラミング学習支援システムが開発され、その有用性が示されている。ただし、先行研究の有用性は、行数が少ないソースコードなど比較的規模が小さい学習課題のみに限られている。この問題点を改善する方法として、本研究ではチャンキングに着目した。本研究は、チャンク方略の観点に基づきソースコード全体を意味のある部分に分割し、2つ以上の命令を持つカードを含んだ学習課題を構成する方法を提案する。チャンク単位でカードを定義することで、非本質的な認知負荷の発生を抑制できると共に、学習者の理解度に応じて適切な粒度の課題が提示可能となる。

キーワード：プログラミング，カード操作方式，チャンク

1. はじめに

分節化された意味のある部分の再構成を通じ部分間の関係の思考に焦点を当てたプログラミング学習において、外在的な非本質的認知負荷の影響をできる限り抑制するため、カード操作方式によるプログラミング学習支援システム(以降、基本システム)が開発され、その有用性が示されている⁽¹⁾。先行研究において大学講義で基本システムを導入した結果その有用性が明らかとされた。ただし、先行研究は1カード1命令で構成された出題形式のみ取り扱っていたため、行数が少ないソースコードなど比較的規模が小さい学習課題のみに有用と考えられる。先行研究よりも規模の大きな学習課題、すなわちより実践的なソースコードを課題として取り扱うためには、カード枚数と認知負荷が正の関係にあることを踏まえると、1カードに2命令以上を与え認知負荷を抑制することが不可欠となる。これを実現する方法として、本研究ではチャンクに着目した。本研究は、チャンキングの観点に基づきソースコード全体を意味のある部分に分割し、2つ以上の命令を持つカードを含んだ学習課題を構成する方法を提案する。チャンク単位でカードを定義することで、非本質的な認知負荷の発生を抑制できると共に、学習者の理解度に応じて適切な粒度の課題が提示可能となる。

2. 提案

基本システムは、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方式である。学習者は、カードをマウスのドラッグ&ドロップ操作で動かすことができ、右側から左側にカードを移動させてプログラムを組み立てることができる。基本システムの外観を図1に示す。

問題文 (命令の部分保管)



学習者の回答

問題ごとに用意されるカード群 (ダミーカードを含む)

図1 カード操作方式によるプログラミング学習支援システムの外観

本研究では、基本システムにチャンク⁽²⁾の考え方を導入した学習課題の構成法を提案する。チャンクとは1つのまとまった意味単位として一時的に処理される項目であり、人間の短期記憶における情報処理容量を調査した結果考案された概念である⁽²⁾。なお、チャンキングとはチャンクの利用した技法を意味する。チャンキングは大きな情報の塊を意味のある部分に分解し、それぞれ分解した情報を理解後に元の大きな情報に結合する工程によって物事の理解の効率化を図る技法である。チャンキングによるリーディング効果として、文章の内容を記憶する認知負荷の軽減⁽³⁾や読解速度の向上が認められている⁽⁴⁾ことを踏まえ、本論文では基本システムに対してチャンキングの導入を考えた。

基本システムの学習では、用意したソースコードの学習者に学ばせたい部分をカードにして学習者に演習を行っている。チャンキングの考えである大きな情報の塊を意味のある部分に分解し、元の大きな情報に繋ぎ合わせるという点で、チャンキングとカード操作方式は類似している点が多くあると考えられる。そこで、基本システムのカード操作方式では1カード1命令としてカードを用意していた点に関して、ソースコードを意味のある部分に分割し、2命令以上を持つ複数枚のカードを用意した学習課題を用意した。よって、本研究では、分節化タスクを含まない構造化タスクのみをチャンキングと呼ぶ。

表1 事前・事後試験結果(平均)

	事前試験	事後試験
実験群	8.92	15.00
統制群	8.92	14.09

表2 認知負荷(平均)

	内在負荷	外在負荷	関連負荷
実験群	2.5	2.8	7.5
統制群	3.3	2.5	6.0

3. 実験

チャンクそのものが非本質的な認知負荷を抑制可能であることを明らかにするため、実験群では複数命令を持つカードをチャンク方略により用意した学習課題、統制群は1カード1命令のカードだけで構成される学習課題を与え比較実験を行った。被験者は情報学を学ぶ大学2-4年生22名とした。実験の手順は、段階学習の実験と同じ流れで行った。学習目標は、配列の構造を理解し実装できることとした。

実験結果を表2に示す。実験群では、学習者が取り扱うカード枚数が減少するために学習効果の低下が予期されるが、事後試験ではそうではなく実験群は統計群と同程度の学習効果が示された。

全ての実験が終わった後、被験者22名に認知負荷に関するアンケートを11段階(0:全く当てはまらない - 10:完全に当てはまる)の主観評価で回答を得た。

アンケートの内容は、先行研究^(5,6)を参考にして、課題内在性負荷、課題外在性負荷、学習関連負荷を調査するためのアンケートを作成した。結果を表3に示す。学習関連負荷に関して統計的に有意($p < .05$, 両側)な差がみられた。ワーキングメモリ容量を超えない程度に学習関連負荷を高めるのがよい教材設計であると言われていることから⁽⁷⁾、実験群は統制群よりも教材を適切に提示できていたことが示唆された。

4. おわりに

本研究では、教授者が意図した課題に認知資源を集中させるため、カード操作方式によるプログラミング学習支援システムにチャンキングを用いた学習方法を提案した。実験の結果、提案法は有用な学習方法であることを確かめた。今後は、段階的詳細化プロセス⁽⁸⁾に従い、学ばせたい粒度に応じた課題をチャンキングで構成したいと考えている。機能的に有意味な一連のコードを「部品」と定義した古池らの考え⁽⁹⁾に倣いと部品と同様に多段階のチャンク単位を定義しシステム側設定することを考えている。

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)17K01164, No.19K02987)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

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) G. Miller, The psychology of communication: seven essays. Penguin Books (1967).
- (3) N. Ellis, Memory for Language, In P. Robinson (Ed.) Cognition and second language instruction, Cambridge: Cambridge University Press, pp.33-68 (2001).
- (4) A. Tan, T. Nicholson, Flashcards revisited: Training poor readers to read words faster improves their comprehension of text, Journal of Educational Psychology, 89, pp.276-288, 1997.
- (5) J. Young, D. Irby, M. Barilla-LaBarca, O. ten Cate, P. O'Sullivan, Measuring cognitive load: mixed results from a handover simulation for medical students. Perspectives on medical education, 5(1), pp.24-32 (2016).
- (6) K. Miwa, H. Terai, Y. Mizuno, Relations between cognitive resources and two types of germane load for learning. Proceedings of 14th international conference on cognition and exploratory learning in digital age, pp. 315-318 (2017).
- (7) W. Schnotz, C. Kurschner, A reconsideration of cognitive load theory. Educational Psychology Review, 19(4), 469-508 (2007).
- (8) 新開純子, 炭谷真也, プロセスを重視したプログラミング教育支援システムの開発, 日本教育工学会論文誌, Vol. 31, pp. 45.48 (2008).
- (9) 古池 謙人, 東本 崇仁, 堀口 知也, 平嶋 宗, プログラムの構造的な理解を指向した部品の段階的拡張手法の提案と支援システムの開発・評価, 教育システム情報学会誌 Vol36, No.3, pp190-202(2019)