

プログラミング学習での問題解決過程を考慮する学習支援システムの試作

Prototyping of a Learning Support System Considering Problem-solving Process in Programming

古池 謙人^{*1}, 東本 崇仁^{*2}, 堀口 知也^{*3}, 平嶋 宗^{*4}

Kento KOIKE^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}, Tomoya HORIGUCHI^{*3}, Tsukasa HIRASHIMA^{*4}

^{*1} 東京工芸大学大学院工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*2} 東京工芸大学工学部

^{*2} Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*3} 神戸大学大学院海事科学研究科

^{*3} Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

^{*4} 広島大学大学院工学研究科

^{*4} Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: k.koike@t-kougei.ac.jp

あらまし : プログラミング学習支援においては, 計算機が学習者の問題解決過程を考慮して, 適切に問題やフィードバックを提示できることが望ましい. 本研究では, 問題を機能・振舞い・構造の観点から記述したモデルや, 問題解決でシステムが捉えるべきプロセスのモデルを定義し, モデルを含んだシステムを構想してきた. 本稿ではこの構想に基づき, 問題解決過程を考慮したフィードバックを行うプログラミング学習支援システムを試作する.

キーワード : プログラミング学習, 部品の段階的拡張手法, 学習支援システム

1. はじめに

近年注目されているプログラミング学習には, 文法やアルゴリズムなど学ぶべき要素が複数存在する. 学習者がこういった要素を理解し, 知識として獲得していくことは問題や要求を解決していく上で重要である. その一方で一度獲得した知識の性質を十分に理解できず, 同じ解法や似た解法が使える問題に対して, 既に学習者が用いたことのある解法を適切に再利用できないという問題がある.

そこで著者らは, 学習者の既有知識を体系化して整理する支援を行い, 再利用性の向上を指向してきた. 具体的には, 知識体系化手法について提案し, その支援システムの開発・評価に取り組んできた. これにより, 有意義な一連のコードを部品として獲得し, それを再利用して他の部品と適応的に組み合わせられるようになることを指向している.

しかしこれまでのシステム(以下, 既存システム)では, 学習者の部品構築過程に誤りがあった場合に提示するフィードバックが, 正解と比較して過不足を指摘するもののみであった. また, システム上で提示していた課題やその系列は著者らの経験則に基づくものであり, 基準が不明瞭であった. これらを改善するために, 著者らが検討してきた知識記述としての部品のモデルや, 部品の問題解決過程のモデルに基づき, プログラミングにおける問題解決過程を捉えてフィードバックすることのできるシステム(以下, 提案システム)の構想を提案してきた⁽¹⁾.

よって本稿では, 提案システムを実現するための設計を行い, 提案システムを試作する.

2. 先行研究

2.1 部品の段階的拡張手法とその支援システム

これまで著者らは, 知識体系化を指向して「部品の段階的拡張手法」という学習手法を提案し, そのシステムの開発を行ってきた. 本手法の事例を図1に示す. 本手法ではまず, 構築すべき部品が課題として提示され, 学習者は単一のコードを組み合わせ, 有意義な一連の塊を部品として構築する. 次に, 構築した部品を構成に含む部品が課題として提示されるので, 以前に構築した部品を再利用して拡張しながらより大きな部品を構築する.

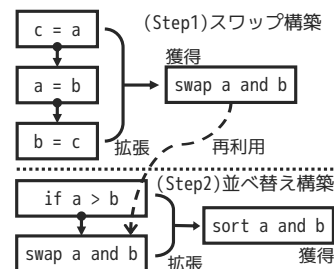


図1 部品の段階的拡張手法の例

2.2 部品と問題解決過程のモデル

有意義な一連のコードの塊を部品として再利用するためには, ソースコードとソースコード全体が行う動作, 着目した動作に対して目的に沿ってつけた意味の間を関係付けて記憶しておく必要がある. 例えば, swap において「cをaの値にする」「aをbの値にする」「bをaの値にする」といった振舞いをする. しか

し、`swap` の機能として着目しているのは後者の2つのみであり、「`c`を`a`の値にする」という振舞いには着目されない。

よって本研究では、ソースコードを構造、ソースコード全体の動作を振舞い、目的に沿って着目した動作に対してつけた意味を機能として3要素で部品を定義している。

図2に、部品の定義に基づく問題解決過程のモデルを示す。本研究では、部品に関わる問題解決過程を要求される機能の分解過程と構成過程の2つに分けて捉え、部品の各要素がどのように導出されるかを問題解決過程としてモデル化している。

図2のモデルではまず、分解過程において要求された機能を達成するために必要な振舞いを導出する。つまり機能を達成するために、明示的に与えられた入力か、学習者が想定する入力をもとに、行うべき状態遷移を振舞いとして導出する。また振舞いでは、学習者の獲得済みの部品を同定することでその部品に含まれる詳細な振舞いを省略することができる。次に必要となる振舞いが導出されると、振舞いを表現するために部品を組み合わせることで構造を組み立てる。ここでは各振舞いに対応する部品を組み合わせるが、獲得済みの部品をもとに省略した振舞いに対しては、学習者の既有知識から構造を再利用する。

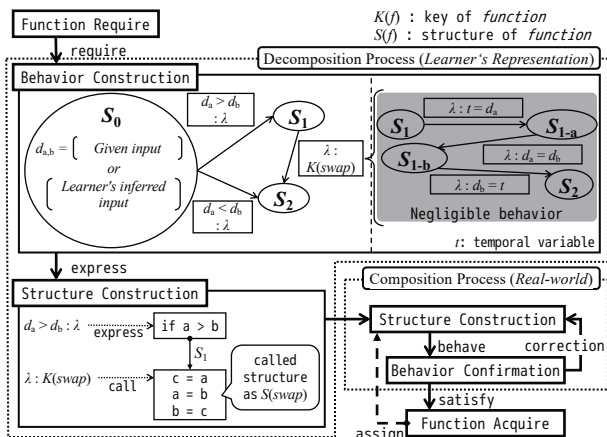


図2 部品に基づく問題解決過程のモデル

3. 提案システムの試作

2章で述べた先行研究を踏まえて知見を統合することで、問題解決過程に踏み込んでフィードバックを行うことができるシステムを試作する。

図3に既存システムの構成と提案システムの構成を比較したものを示す。既存システムでは一定の課題系列に基づいて出題したり、正解の構造との比較のみで学習者にフィードバックを与えるに留まっていた。一方提案システムでは、部品のデータベースから課題系列を生成したり、部品の知識記述を基に学習者の問題解決過程を診断し、誤り箇所を同定することが可能になる。これにより、学習者の構築した構造の振舞いが、構築しようとしている部品の振舞いとの間にはどのような差があるのかを学習者が観

察することができる。

これらの提案システムの構想⁽¹⁾に基づき、本稿では正解の部品の振舞いをフィードバックすることができるシステムを試作する。試作したシステムのインタフェースを図4に示す。試作システムでは、その時の獲得目標の部品の正しい振舞いを、画面右側で常に確認することができる。さらに入出力をランダムにすることで、こういった入力の際に出力が変化するかなど、条件分岐などの制御文についても考察する機会を与えている。

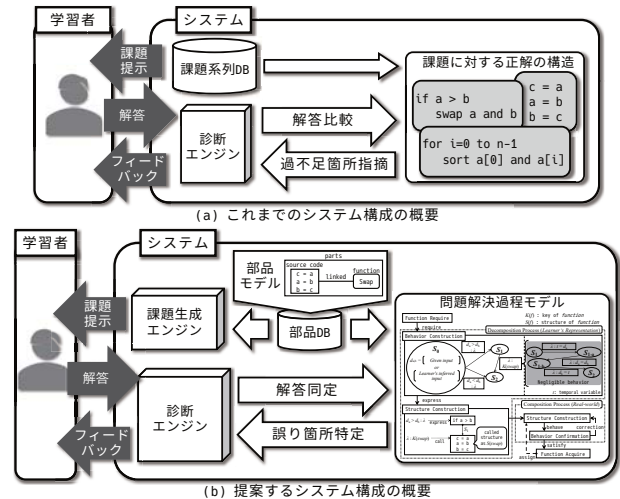


図3 既存システムと提案システムのシステム構成



図4 試作した提案システム

4. おわりに

本稿では、本研究で扱ってきた知識体系化支援システムのフィードバック機能を改善するための提案システムの構想を基に、システムの試作を行った。

今後の課題は、フィードバックの妥当性の検討と、図3(b)に示すような機能の実装である。

謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(18K11586)、基盤研究(B)(15H02931)、挑戦的萌芽研究(16K12558)、基盤研究(B)(17H01839)の助成による。

参考文献

- (1) 古池謙人, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “プログラミングにおける学習者の部品構築プロセスを考慮した学習支援システムの提案,” 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, vol. 86, To appear, (2019)