

疑似データフロー図構築による未知部品の組み合わせを指向した プログラミング学習支援システムの開発

Development of Programming Learning Support System Oriented to the Combination of Unknown Components Through Pseudo Data Flow Diagram Construction

座間 出実^{*1}, 東本 崇仁^{*2}

Izumi ZAMA^{*1}, Takahito TOMOTO^{*2}

^{*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

Email: m2165003@st.t-kougei.ac.jp

あらまし: システム開発では, 組み込み関数や外部ライブラリのような未知の部品を利用し, 組み合わせることで機能を持ったプログラムを構築する. そのため, 基礎構文を理解しているプログラミング初学者にとっては, 部品を活用できる能力がなければ, システム開発を行うことは困難であるといえる. そこで筆者らは, 部品を探す能力, 部品を利用する能力, 部品を組み合わせる能力の 3 つの能力を定義してきた. 本稿では, 部品を組み合わせる能力獲得を支援するために新たに導入したデータフロー構築問題と, 部品を探す能力獲得を支援するための, 部品選択フェーズを加えたシステムの開発を行った.

キーワード: プログラミング学習, データフロー図, ソフトウェア開発

1. はじめに

システム開発では, if 文や for 文のような基礎構文に加え, 組み込み関数や外部ライブラリのような部品が多く用いられる. 古池らの研究では, 代入や if 文, for 文を段階的に拡張する部品の段階的拡張手法が提案⁽¹⁾され, さらに部品を機能・振舞い・構造にモデル化を行った研究⁽²⁾がなされている. 筆者らは, 組み込み関数や外部ライブラリを, 構造や振舞いのわからない未知部品と考え, 部品を活用する能力として部品を探す能力, 部品を利用する能力, 部品を組み合わせる能力の 3 つを定義し, 利用と組み合わせについての支援を試みてきた⁽³⁾.

従来の部品組み合わせ支援では, 学習者は習得した単体の部品を, システムが提示したプログラムの空欄に部品を呼び出すことで記述させる形式であった. そしてそのプログラムを実行することで振舞いを観察し, 修正を行う一連の試行錯誤をすることによって支援を行ってきた. 本稿では, 新たに部品を探す能力として, 組み合わせるための部品を学習者に選択させる部品選択フェーズの導入と, 部品の組み合わせの能力獲得を支援のための, 疑似データフロー図 (DFD) を用いた部品の組み合わせを提案し開発を行った.

2. 提案手法

学習者は, 出題される機能を持つ部品を, 疑似 DFD によって構築を行い, 部品の組み合わせ問題を解答する. 疑似 DFD は部品とデータ, それらを結ぶフローから構成される. 部品選択フェーズで選択した部品と問題で使われるデータ (変数) を用いる.

2.1 部品選択フェーズ

筆者らはこれまでにやってきた予備評価実験から, 学習者は組み合わせるための部品が不明である場合, 組み合わせを行うことは困難であると考察した.

そこで, 部品を組み合わせる前の段階で, 新たに目的の機能を達成するために必要な部品を選択させるフェーズを導入する. 部品選択フェーズにおいて列挙される部品らは, 部品利用問題にて既に振舞いを習得しているものである. また, 部品利用問題での習得時に, その部品についての機能や振舞いにメモを残しており, メモとともに部品の組み合わせに必要な部品を考慮し選択する.

2.2 部品の組み合わせと DFD

組み込み関数や外部ライブラリを用いるシステム開発では, 部品の内部実装を意識することは少ない. そのため, 部品はブラックボックスとみなすことができ, 機能や振舞いをもとに利活用すると考えられる. その一方で, 部品を利用するためには, 部品の入出力関係やデータの内容や形式を理解する必要があると考えている. したがって, 部品の組み合わせ能力獲得を支援するには, 部品とデータの入出力の関係を学ぶことが重要であると考えた.

そこで筆者らは, プロセスがブラックボックスであり, データの流れとプロセスの入出力を記す方法として用いられる DFD に着目した. DFD は, プロセス, データストア, フロー, 外部実体から構成される.

3. 提案システム

提案システムは、部品利用問題、部品選択画面、疑似 DFD 構築による組み合わせ問題の順に構成される。図 1 に示す部品利用問題では、学習者はフィードバック欄に表示される出力例となるように部品の引数を解答し、解答の実行を行う。解答の実行を行うと、実行結果欄に出力結果が表示され、正答の差異を観察し、試行錯誤を促すことで、部品の振舞いを習得する。

図 2 に示す部品組み合わせ問題は、従来の部品組み合わせ問題である。従来方式では、学習者は部品を組み合わせる際に、部品とデータの関係性や、部品の入出力関係を構築できず、部品を組み合わせる能力の支援が行えていなかった。そこで新たに図 3 に示す疑似 DFD 構築を用いた部品の組み合わせの能力獲得の支援を導入した。画面右側にある、パーツリストから、左側のエディタにドラッグアンドドロップし追加する。変数のようなデータは四角い図形で表され、部品は円形で表されている。

学習の流れとして、学習者は出題された部品組み合わせ問題に必要な部品を選択し、部品とデータを線で結ぶことで、部品とデータの入出力関係を構築する。学習者は解答ボタンにて、正誤判定を行い、不正解の場合、システムは学習者にフィードバックを与える。フィードバック内容は、学習者の解答された変数のようなデータの有無やデータの入力内容をもとに行う。例えば、解答に必要な変数 `result` を追加していない場合、システムは「部品の結果を出力するためのデータが存在しません。必要なデータを追加してみましょう」のようなフィードバックが行われる。また、変数 `result` が存在するが、入力内容が不正解である場合には、「変数 `result` へ入力するためのメソッドの出力内容が異なります。そのメソッドに必要なデータは、`startDate`, `endDate`, `nowDate` です。」のようなフィードバックを行う。データに入力される結果を返すメソッドが入力とするデータを提示し、学習者に部品の組み合わせをボトムアップ方式で構築を行えるようにする。



図 1 部品利用問題



図 2 部品組み合わせ問題

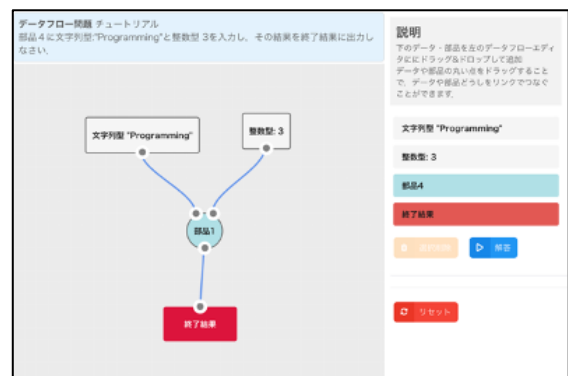


図 3 データフロー構築画面

4. おわりに

本稿では、筆者らがこれまでに行ってきた従来の部品組み合わせ問題に部品の選択フェーズを追加し、組み合わせを行う方法を空欄補充形式から疑似 DFD を構築する手法の提案と開発を行った。今後の課題として、評価実験を行うことが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K12322, JP21H03565, JP19H04227 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: “プログラミングの構造的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, Vol. 36, No. 3, pp. 190-202 (2019)
- (2) 古池謙人, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “プログラミング学習における再利用性を指向した知識組織化のための知的支援:機能・振舞い・構造の観点に基づく問題解決過程のモデル”, 人工知能学会論文誌, Vol. 35, No. 5-C, pp. 1-17 (2020)
- (3) 座間出実, 古池謙人, 東本崇仁: “部品の利用と組み合わせを指向したプログラミング学習支援システムの開発と評価”, 先進的学習科学と工学研究会, Vol. 91, pp. 54-59 (2021)