

プログラミングの文章問題における問題解決過程モデルに基づく 学習支援システムの開発

Development of a Learning Support System Based on a Problem-Solving Process Model for Programming Story Problems.

白髭 虹輝^{*1}, 松爲 泰生^{*2}, 前田 新太郎^{*1}, 東本 崇仁^{*3}
Koki SHIRAHIGE^{*1}, Taiki MATSUI^{*2}, Shintaro MAEDA^{*1}, Takahito TOMOTO^{*3}

^{*1}千葉工業大学大学院情報科学研究科

^{*1}Graduate School of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

^{*2}東京工芸大学大学院工学研究科

^{*2}Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

^{*1}千葉工業大学情報科学部

^{*1}Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

Email: s2381022nq@s.chibakoudai.jp

あらまし：これまで本研究では、プログラミングの文章問題における問題解決過程をモデル化し、問題解決過程に沿った手法を提案した。本研究で想定する問題解決過程では、学習者は問題文の中に存在する情報を整理し、解を求めるために必要な抽象的操作を記述して、解法を定める。その後、抽象的操作をもとに具体的操作を記述し、解法の再構築を行う。本稿では、この問題解決過程モデルに基づく学習支援システムの提案・開発を行った。

キーワード：プログラミング、定式化、問題解決過程、ソースコード、文章問題

1. はじめに

一般的なプログラミング学習では、演習課題として文章問題が出題されることがよくある。この文章問題では、問題文から要件を把握し、要件を満たすソースコードを記述することが学習者に求められる。しかし、問題文の要件を満たすソースコードを記述できない学習者が存在する。そこで筆者らはこれまで、平嶋ら⁽¹⁾が提案した問題解決過程を活用し、プログラミングの文章問題の問題文から解法を導く思考を促す学習支援システムを開発してきた⁽²⁾。

しかし、平嶋らが提案した問題解決過程は、問題が対象としている領域の知識しか扱っておらず、「AがB未満の時、CにAを代入する」を「if A<B then C=A」と表現を変換するようなプログラミング特有の知識は扱っていない。そこで本研究では、問題の領域特有の知識に加え、プログラミング領域特有の知識を含んだプログラミングの文章問題における問題解決過程モデルと、モデルに沿った学習支援手法を提案した⁽³⁾。

本稿では、これまで提案してきた問題解決過程モデルに基づく学習支援システムの開発し、開発したシステムについて説明する。

2. 先行研究

これまで筆者らは、平嶋ら⁽¹⁾が数学や力学などの領域で提案した問題解決過程を用いて、プログラミングの文章問題における問題解決過程をモデル化し、モデルに基づく学習支援手法を提案してきた⁽³⁾。問題解決過程は5つの構造から構成されており、問題文中の情報を整理する定式化構造、解を求めるため

に必要な抽象的操作を作成する制約構造、解を求めるための一連の流れを表す解法構造、抽象的操作を具体的操作に変換する操作構造、具体的操作を解法構造に適用した処理構造の5つである。筆者らは、学習者がこの問題解決過程モデルに沿って思考することにより、問題文から要求を満たすソースコードを作成することが可能になると考える。

3. 開発システム

本稿では、プログラミングの文章問題における問題解決過程モデルに基づく学習支援システムの開発を行う。開発したシステムは定式化構造作成画面、制約構造作成画面、解法構造作成画面、操作構造作成画面、処理構造作成画面の5つの画面で構成される。

図1の(a)に定式化構造作成画面を示す。この画面では、問題文と問題文中の単語が学習者に提示される。学習者は単語をオブジェクトか属性で振り分け、単語同士の関係を線で接続して表すことが求められる。

例えば図1の(a)では、「Aさん」「Aさんの国語の点数」という単語が提示されている。学習者は「Aさん」をオブジェクト(赤いブロック)として振り分け、「Aさんの国語の点数」を属性(青いブロック)として振り分けている。また、「Aさん」の属性として「Aさんの国語の点数」が関係していると考え、2つの単語を線で接続している。学習者がこの活動を行うことで、問題文中のオブジェクトと属性を認識し、関係について思考することにつながる。

図1の(b)に制約構造作成画面を示す。この画面

では、属性と抽象的操作のひな形が学習者に提示される。学習者は、抽象的操作を作成するために、ひな形に当てはまる属性を選択することが求められる。

例えば図1の(a)では、「□と□のうち、値が大きい方を□に代入する」というひな型が提示されている。学習者は、このひな型に当てはまる属性として「E (Aさんのテストの合計点)」と「F (Bさんのテストの合計点)」と「G (AさんとBさんの合計点の高い値)」を選択し、「EとFのうち、値が大きい方をGに代入する」という抽象的操作を作成している。学習者がこの活動を行うことで、解を求めるために必要な抽象的操作を思考することにつながる。

図1の(c)に解法構造作成画面を示す。この画面では、解法構造のひな形が学習者に提示される。学習者はひな形に当てはまる属性と抽象的操作を選択することが求められる。

例えば図1の(c)では、「2つのテストの合計点が高い方の点数を出力」が問題の要件としてあるため、「G」を求めることが目的となっている。そのため、学習者は「G」を構造の終わりに入力している。また、「G」を求めるのに、「EとFのうち、大きい方の値をGに求める」という操作が必要となるため、学習者は操作部分に「EとFのうち、大きい方の値をGに求める」を選択している。学習者がこの活動を行うことにより、解を求めるためにどのような流れで操作を行うか思考することにつながる。

図1の(d)に操作構造作成画面を示す。この画面では、コードのひな形と、学習者が制約構造作成画面で作成した抽象的操作が学習者に提示される。学習者はひな形を選択してブロックを生成し、当てはまる属性を選択することが求められる。

例えば図1の(d)では、「EとFのうち、値が大きい方をGに求める」を構築する具体的操作を作成することが求められている。まず学習者は、ひな形の「if(>?)」を選択し、「E」と「F」を当てはまる属性として選択している。次に、if文の処理として「?=？」を選択し、「G」と「E」を属性として選択している。また、「G=E」は条件分岐の入れ子となっているため、

ブロックの右端にある矢印を押すことにより、ブロックを右に移動させ、入れ子の表現を行う。学習者がこの学習活動を行うことにより、抽象的操作をどのような具体的操作に変換することが可能か思考することにつながる。

図1の(e)に処理構造作成画面を示す。この画面では、操作部分を暗黙的にした解法構造と、操作構造作成画面で学習者が作成した具体的操作が提示される。学習者は解法構造に具体的操作を当てはめることが求められる。

例えば図1の(e)では、「E」と「F」から操作を介して、「G」に矢印が出ている。学習者は、「E」と「F」を使用して「G」を求めるための操作に「if E>F then G=E else G=F」を選び、操作部分に当てはめている。学習者がこの活動を行うことにより、具体的操作を用いて、解を求めるための一連の流れを思考することにつながる。

4. おわりに

本稿では、プログラミング課題における文章問題の問題解決過程モデルに基づく学習支援システムを開発した。

今後の課題として、開発したシステムの学習効果についての検証があげられる。

参考文献

- (1) 平嶋宗, 東正造, 柏原昭博, 豊田順一: “補助問題の定式化”, 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.413-420 (1995)
- (2) 白髭虹輝, 松為泰生, 東本崇仁: プログラミングの文章問題を対象とした定式化による解法の理解を促す学習支援システムの開発・評価, 教育システム情報学会 (JSiSE) 2022年度特集論文研究会, vol.37, No.7, pp.1-8, (2023)
- (3) 白髭虹輝, 松為泰生, 東本崇仁: “プログラミング課題における問題文からソースコードの作成を指向した問題解決過程のモデル化と学習手法の提案”, 人工知能学会第98回先進的学習科学と工学研究会, pp.1-6, (2023)

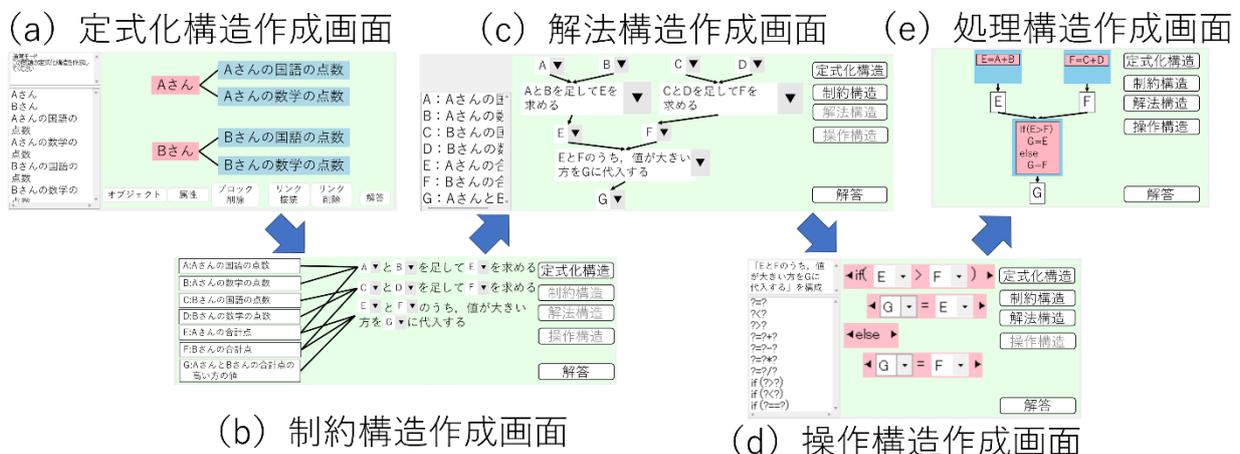


図1 提案システムの流れ