

授業支援機能を有するビジュアルプログラミング環境 AT の開発

Visual Programming Environment “AT” that Offers Functionality to Support Teaching and Learning

國宗 永佳^{*1}, 大浦 真暉^{*2}, 香山 瑞恵^{*1}, 新村 正明^{*1}
Hisayoshi KUNIMUNE^{*1}, Masaki OOURA^{*2}, Mizue KAYAMA^{*1}, Masaaki NIIMURA^{*2}

^{*1}信州大学学術研究院工学系

^{*1}Institute of Engineering, Shinshu University

^{*2}信州大学大学院理工学系研究科

^{*2}Division of Science and Technology, Shinshu University

Email: kunimune@cs.shinshu-u.ac.jp

あらまし：著者らは、アルゴリズム作成時の様々な制御、作成したアルゴリズムの採点、課題や学生の分析など、授業支援のための機能を備えたビジュアルプログラミング環境 AT を開発し、プログラミング初学者に手続き型・構造化プログラミングの基本概念（逐次実行・制御構造・演算・変数など）と、これを用いた問題の分解・整理（アルゴリズム的思考）を教えるための授業において使用している。本稿では、AT の概要と授業支援のための機能について述べる。

キーワード：ビジュアルプログラミング環境、プログラミング教育、アルゴリズム的思考、授業支援

1. はじめに

著者らは信州大学工学部情報工学科の学部 1 年生を対象に、プログラミング教育の前段階として「アルゴリズム的思考」についての授業を実践している⁽¹⁾。アルゴリズム的思考については様々な研究が行われているが、我々は、アルゴリズム的思考を「与えられた問題を、決められた操作や制御構造のみを組み合わせて解決する思考」と定義している⁽²⁾。

この授業を受講した後に学生が学ぶプログラミング言語が C 言語であるため、この授業では手続き型・構造化言語のパラダイムに則って問題を解決する手順(アルゴリズム)を記述することにしている。また、アルゴリズムを記述するために必要になる、変数・制御構造などの概念や、値の代入・算術演算・論理演算などの操作についての学習を行う。

受講する学生の大多数がプログラミング未経験者であるため、アルゴリズムを記述する方法として、プログラミング言語を用いていない。従来は日本語で記述していたが、アルゴリズムを構成する操作の粒度と記法を統制するために、日本語プログラミング言語に近い用語と文法の制約を設けることになり、その書き方を習得する必要性が生じた⁽¹⁾。また、記述されたアルゴリズムを自動的に実行することができないため、評価を行う際にその動作を想定する必要が生じた。そのため、評価に多くの時間と労力を要し、学生へのフィードバックを十分に行うことができないという問題も生じていた。

そこで筆者らは、以下の要件を満たすものとして、ビジュアルプログラミングに着目した。

- アルゴリズムの記述が容易である
- 可能な操作の粒度が統制されている
- 自動的に実行することが可能である

既存のビジュアルプログラミング環境は、プログ

ラムを作成するための十分な機能を有している一方で、授業で用いる上で機能に不足があったため、著者らは授業支援機能を有するビジュアルプログラミング環境（以下、AT）の開発を行った。本稿では AT の概要と授業支援のための機能について述べる。

2. AT の概要

AT は Web アプリケーションとして実装され、アルゴリズムエディタと課題管理画面、課題確認画面、システム管理画面から構成されている。

アルゴリズムエディタはアルゴリズムを作成するための編集画面で、アルゴリズムを構成するブロックとして、変数および配列の用意（宣言）・値の代入・算術演算（加減乗除、剰余）・論理演算（ $<$, \leq , \geq , $>$, $=$, \neq ）と、条件分岐（if-else）・繰り返し（while 型, for 型）、変数の値の入力・出力を備えている。また、アルゴリズム作成時に大まかな見通しを記述するための「計画」というブロックも用意している（図 1 左）。ここで作成したアルゴリズムを実行する際、指定したブロックごとに一時停止し、そのときの変数の値を随時参照する（図 1 右上）ことが可能である。この機能を用いることで、アルゴリズムの動作を確認することができる。図 1 では、選択ソートの途中で一時停止している状況を示しており、次に実行するブロックが赤い枠、停止直前に実行したブロックが青い枠で示されている。

課題管理画面は、教員が学生に提示する課題を作成し、提出された解答の評価を行うための画面で、課題確認画面は学生が提示された課題とその評価を確認するための画面である。課題については次章で述べる。

システム管理画面は、次章で述べる使用可能なブロックの組み合わせの設定などに加え、ユーザ管理などを行うための画面である。

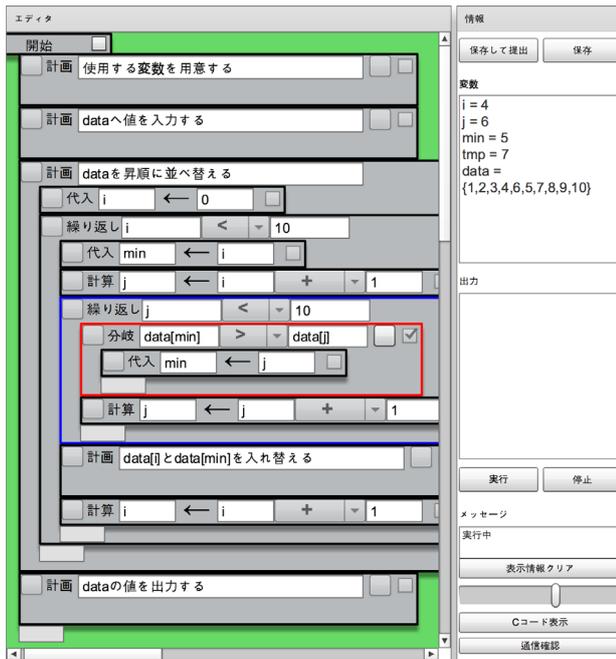


図 1 アルゴリズムエディタ（選択ソートの一部）

3. 授業支援機能

上述の通り、AT はビジュアルプログラミングを行う機能に加えて、授業で用いることを想定した支援機能を有している。これらの機能をアルゴリズム作成・課題・分析の 3 つに分類し、それぞれについて以下に述べる。

3.1 アルゴリズム作成に関わる支援機能

授業では、アルゴリズムの構成要素となる操作や概念を段階的に導入していく。導入の途中段階にある学生がアルゴリズムを作成する際に、未導入のブロック（操作・概念）が表示されると混乱を招く可能性がある。このことを防ぐために、AT ではブロックの種類ごとに使用の可・不可を定める機能を提供している。ブロックの使用可・不可の組み合わせについては、課題ごとに異なる組み合わせを適用することが可能であるため、授業の進行に伴って使用可能なブロックを増やしていくことができる。

また、作成したアルゴリズムの実行の可否を制御する機能を提供している。AT 上で作成したアルゴリズムは実行可能であるため、正しく動作しない場合に場当たりの修正と実行結果の確認を繰り返してしまうことが起こり得る。このことを防ぎ、動作の過程を考えることを促すために、作成したアルゴリズムの実行を制限することを可能にしている。

アルゴリズムの大まかな見通しを記述する「計画」ブロックは他のブロックを入れ子にすることができ、入れ子になったブロックを隠す（折りたたむ）ことができる（図 1 の上部 2 つおよび最下部の「計画」ブロックは折りたたまれている）。教員が事前に、大まかな見通しを示し、入れ子になった操作を行うブロックを隠した計画ブロックを用意することで、学生は大まかな見通しを適切な順番で接続し、実際に

動作するアルゴリズムを作成することができる。この機能によって、大まかな見通しから詳細な操作に問題を分解していく過程を確認することができる。

3.2 課題に関わる支援機能

教員は学生に提示する課題を作成することができる。課題は問題文とテンプレートアルゴリズムを含み、各課題について前述の使用可能ブロックや実行の可否を設定することができる。テンプレートアルゴリズムを提供することで、アルゴリズムを 1 から作成する形式の課題だけでなく、アルゴリズムの一部を作成するような穴埋め問題や、与えられたアルゴリズムの動作を読み取る問題など、多様な問題を提示することが可能である。

学生は課題の解答をアルゴリズムエディタ上で作成し、システム上で提出することができる。

提出された課題の採点を支援する機能として、変数の初期値・入力と対応する出力（正解）の組み合わせを登録し、提出された解答が正解を出力するかを自動的に確認するテスト機能と、解答に評定（例えば優・良・可など）とコメント（自由記述）を付加する採点機能を提供している。

3.3 分析に関わる支援機能

AT では、提出された解答について分析を行う機能を提供している。提出された解答の採点結果に基づいて S-P 表を作成し、課題および学生の注意係数の分布を示すグラフを表示することができる。これらの結果を確認することによって、提示した課題の質の向上や、理解度の低い学生を早期発見し対処を行うことが可能になる。

4. おわりに

筆者らはプログラミング言語を学習していない学生へアルゴリズム的思考法教育を行うために、授業支援機能を有するビジュアル環境 AT の開発を行っている。本システムは著者らが実践している授業の他に、プログラミング言語の授業での補完的な利用も行われている。

これらの授業においてアンケート等による調査を継続的に行っており、その結果に基づいてシステムの改善を行う予定である。

参考文献

- (1) 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明: “情報工学科学生に対するアルゴリズム的思考法教育の実践と評価 (第 2 報)”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.6, pp.177-182 (2013)
- (2) 國宗永佳, 山本樹, 新村正明, 香山瑞恵: “初級プログラミング学習におけるプログラム作成過程と支援方法の検討”, 教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集, G5-1, pp.379-380 (2013)
- (3) 不破泰, 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明, 宮尾秀俊: “情報工学科学生に対するアルゴリズム的思考法教育手法の提案と実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.23, No.6, pp.34-41 (2009)