

N-016

アルゴリズムの学習を目的としたプログラミング自習システム A Self-Learning System for Programming Oriented to Studying Algorithm

阿部 清彦[†]
Kiyohiko Abe

大山 実[‡]
Minoru Ohyama

大井 尚一[†]
Shoichi Ohi

1. はじめに

コンピュータプログラミングの学習において、講義を聴いたり書物を読んでも、どうしてもよくわからないという人がある。このような人たちのために、コンピュータを用いてプログラミングの技術を自学自習するシステムの開発が望まれている。

今までにも、プログラミングの自習システムはいくつか開発されているが、そのほとんどは特定の言語を習得する目的で設計されている [1, 2]。ソースプログラムの一部を空欄にし、そこに解答を書き入れることで学習していくシステムもある [2]。このようなシステムでは、プログラミング言語の文法についての学習は行えても、学習者が問題を解決するために自らアルゴリズムを組み立て、プログラミングする技術を得ることは難しい。

一方、アルゴリズムの組み立て方を修得することができれば、それを記述するプログラミング言語の学習は容易になる。筆者らは、初めてプログラミングを学ぶ人々には、言語以前にアルゴリズムの学習が必須と考え、アルゴリズムの組み立て方の学習を目的としたプログラミング自習システム（以下、本システムとよぶ）を開発した。アルゴリズムの記述にはフローチャートを用いた。フローチャートは自由な配置ができるため、構造化プログラミングに向かないという弱点があるものの、初学者が使い方を修得しやすいという大きな利点がある。

また本システムは、フローチャートを用いてアルゴリズムの組み立て方を学習するだけでなく、自ら設計したアルゴリズムの正しさを確認するために、フローチャートをインタプリタとして実行することができ、実際のプログラムの実行動作の様子を目で見ながら確認できるので、学習効果は高い。

2. プログラミング自習システム

インターネットの普及にともない、コンピュータを用いた学習の一形態として、インターネット上で学習を進める WBT(Web Based Training) が注目されている [1, 3]。筆者らは、学習者がソフトウェアのインストールなどの作業を必要としないこと、またシステムの修正や更新を容易に行えることから、本システムを WBT ベースとして構築した。

本システムは、フローチャートを学ぶチュートリアルと、フローチャートによってアルゴリズムを学ぶ学習ツールからなる。チュートリアルは、マクロメディア社の Flash を用いることにより、文字だけでなくアニメーションを併用することで視覚的に理解しやすいように構成した。また学習ツールは Java アプレットとして作成した。そのため、本システムはプラットフォームを選ばず

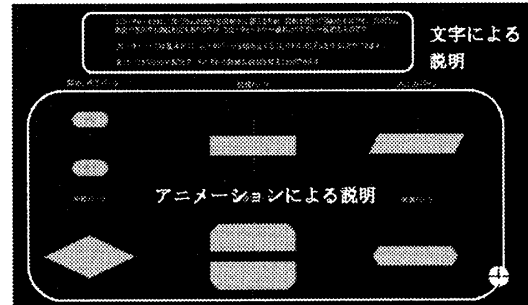


図 1: チュートリアルの画面例

Web ブラウザ上で動作するため、学習者がどのような環境にあってもインターネットへ接続すれば利用できる。

チュートリアルは、まず問題を解決する手段であるアルゴリズムについて解説した。そしてアルゴリズムとフローチャートの関係を示し、プログラミングの作業がどのようなものであるかを学習できるようにした。また、フローチャートの各パーツについての解説も同時に行う。図 1 にチュートリアルの一画面を示す。

学習ツールは、本システムが出題した問題について学習者がフローチャートを組み立て解答した結果を判定し、正解ならば、順次、難易度の高い問題を出题する。出题範囲は基礎的な入出力処理のみを用いた問題から、条件分岐処理を用いた問題、繰り返し処理を用いた問題まで、初学者に必要な学習の範囲を網羅している。また通常の変数だけでなく、配列変数を扱う問題も出题されるため、初学者の理解が困難な繰り返し処理について効果的な学習が期待できる。図 2 に学習ツールの一画面を示す。

図中の出題領域に表示された問題について、それを解決するためのアルゴリズムに対応したフローチャートを解答領域に配置し、判定ボタンをクリックすることにより、システムがその正否を判定する。ここで同じ問題に

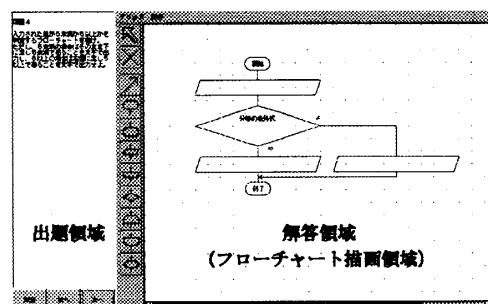


図 2: 学習ツールの画面例

[†]東京電機大学 工学部 電子工学科

[‡]東京電機大学 情報環境学部 情報環境工学科

対して繰り返し不正解となると、やや難易度の低い復習問題が出題されるようになっており、学習者のペースに合わせた自習を可能としている。

解答領域に配置されたフローチャートは、メニューからの指示によりインタプリタとして実行できる。さらにプログラムの一例としてC言語のソースプログラムに変換されたものを表示することができる。これにより、自分の設計したアルゴリズムがプログラムとしてどのように記述され、実行されるかを確認することができる。

3. ユーザによる本システムの評価

本システムの評価を行うため、実際に筆者らの大学で自習用に公開し、約3ヵ月後に以下に述べるアンケートによる調査を行った。有効回答数は59名であった。

3.1 本システムの機能および操作方法の評価

ユーザである学生が、本システムを使用することにより、どのような印象を受けたかを調査した。調査項目は、「チュートリアルの評価」、「出題内容の評価」、「操作性の評価」、「総合評価」の4点である。それぞれ、「とても良い」～「とても悪い」の5段階の評価で回答を求めた。表1にその集計結果を示す。

表1から、チュートリアルおよび出題内容の評価はおおむね良好であることがわかる。これは、チュートリアルでアニメーションを用いたため視覚的に理解しやすく、出題内容を基礎部分に限定し補習問題やヒントを充実させたためと考えられる。一方、本システムの操作性については、悪いと感じる学生が多い。現在のシステムでは解答領域上でパーツの複数選択やコピーができない、またフローチャートの矢線の結線方法に慣れが必要なことなどが原因と思われる。今後は操作方法を再検討する、あるいはマニュアルをさらに充実させる必要がある。

3.2 学習者の理解度による評価

学習内容別に、本システムによるプログラミングに対する理解度を調査した。表2にその集計結果を示す。

表2から、学習初期の「文字の出力」、「変数の入出力」、「演算」、「分岐」に関しての理解度はすべて90%以上であり、それ以降の「繰返し」、「配列」に関しての理解度は60%～70%程度であることがわかる。また、学習内容が進むにつれて、問題を解くに至っていない学生が増加している。とくに「繰返し」と「配列」の問題を解いていない学生が半数以上いる。そのため、本システムを効果的に使用するには3ヶ月以上の期間を必要とするのか、それとも本システムの出題内容では不十分であるのかを再度詳細に調査する必要がある。

3.3 本システムに対する意見・要望

実際に本システムを使用した印象や、改良して欲しい点について、自由記述式で調査した。その結果、「(アル

表1: 本システムの評価 [%]

評価対象	とても良い	良い	普通	悪い	とても悪い
チュートリアル	8	39	50	3	0
出題内容	7	39	52	2	0
操作性	7	17	56	20	0
総合	8	39	48	5	0

表2: 本システムによる学生の理解度

学習内容	○[名]	×[名]	?[名]	理解度 [%]
文字の出力	47	0	12	100
変数の入出力	42	2	15	95
演算	41	0	18	100
分岐 (if 文)	38	3	18	93
繰返し (for 文)	25	9	25	74
繰返し (while 文)	25	8	26	76
繰返し (do 文)	21	11	27	66
配列	12	8	39	60

(表中、○は「理解できた」を、×は「理解できなかった」を、?は「問題を解いていない」をそれぞれ示す)

ゴリズムの) 流れの動きを低速実行できるので、流れが見えて理解しやすかった」のように、本システムの特色のひとつであるフローチャートの実行機能について良好な評価を得ることができた。一方、「チュートリアル文章を充実して欲しい」、「(完成したフローチャートやC言語のプログラムを) 保存できるようにして欲しい」というようなシステムの機能面についての要望や、「do文、while文、for文の違いをもっと詳しく知りたい」のように出題内容に対する要望もあった。

4. むすび

本システムは、出題される問題に従ってフローチャートを組み立てることにより、アルゴリズムの設計について学習することができ、そのフローチャートを実行することによってプログラムの動作をより深く理解することができる。また、システムの評価のためアンケートを行ったところ、おおむね良好との結果を得た。これは、本システムが自学自習用に有用であることを示していると考えている。しかしながら3ヶ月の使用期間では、すべての問題(30問)を解く学生が少なかったため、調査期間を延長して、出題内容の難易度に原因があるのか、もしくは使用期間が短すぎたのかを調査したい。

今後は学習者から寄せられたシステムの機能や操作性、それに問題内容についての要望を検討するとともに、学習者ごとの学習の記録をサーバで行ったり、学習者からのフィードバックをネットワークを経由して得ることができる機能を追加し、より学習効果が高く使いやすいシステムへと発展させたい。

末筆ながら、本システムの設計と開発に携わった村山拓生氏、瀬川浩氏、齋藤峻氏(いずれも当時本学卒業研究生)に感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 富士通インフォソフトテクノロジー, "Internet Navigware", <http://www.navigware.com/>
- [2] K. Chang, B. Chiao, S. Chen, R. Hsiao, "A Programming Learning System for Beginners - A Completion Strategy Approach", IEEE Trans. on Education, 43, 2, pp.211-220, (May 2000)
- [3] 歌谷, 佐々木, 永田, 久保川, 川原, "インターネットを利用した習熟度別教育支援システム", 電学論, 122-B, 3, pp.385-391, (Mar. 2002)