

平成 21 年 3 月 13 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500823
 研究課題名（和文） プログラミング初学者のトレース能力の修得を目的とした
 学習支援システム
 研究課題名（英文） Learning Support System to Aid Novice Programmers in
 Obtaining the Capability of Tracing.
 研究代表者
 荒井 正之 (ARAI MASAYUKI)
 帝京大学・理工学部・准教授
 研究者番号:70212602

研究成果の概要：

大学の理工系学部情報系学科の学生にとって、プログラミングの学習は必須である。多くの情報系学科では、1年生からプログラミング教育がはじまり、その後3年生くらいまで、積み重ね的な教育を行っている。このため、初学者が初期にプログラミングでつまずくと、その後の学習に大きく影響を与えてしまう可能性がある。本研究では、初学者がプログラムを1行1行トレースする能力を身につけさせるために、ビジュアルプログラムトレーシングツールの開発を行った。開発したシステムは次のような特徴をもつ。

- (1) ソースプログラムからフローチャートを自動的に生成し、学習者が指でなぞりながらトレースする機能を持つこと
- (2) 類似問題を容易に出題可能な機能を持つこと
- (3) 変数の内容を表示する機能を持つこと
- (4) 場所と時間に制限されず、プログラム開発環境がなくても Web ブラウザがあれば学習が可能なこと

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：授業学習支援システム

1. 研究開始当初の背景

大学の理工学部系学部情報系学科(以下情報系学科と呼ぶ)の学生にとって、プログラミングの学習は必須である。多くの情報系学科では、1年生からプログラミング教育がはじまり、その後3年生くらいまで、積み重ね的な教育を行っている。このため、情報系学

科において、初学者が初期にプログラミングでつまずくと、その後の学習に大きく影響を与えてしまう可能性がある。プログラミング初学者がつまずく理由を、我々は次のように考えている。

- ・アルゴリズムを熟考して決定した後で、プ

ログラムを記述するという習慣がつかない時期に、プログラミング初期教育が始まる場合が多い。論理的思考定着前のプログラミング学習には障害が多い。

・既存のプログラミング言語の多くはヨーロッパ言語を使う人間が設計しており、印欧語の影響を強く受けている。従って、プログラミング学習においても、外国語の学習同様に、多くのプログラムに触れ、多くの優れたソースコードを読む、などが有効であると考えられる。しかし、このような学習環境が現状では整備されていない。

・プログラミング学習に限ったことではないが、学習者個人に合った方法・手順で学習を進めるべきであるが、現状では、教科書などに沿った画一的学習が一般的である。

上記のような問題点の解決策の1つとして「プログラム可視化による学習支援」の研究がある。これらの研究は、アルゴリズムアニメーションとプログラムビジュアライゼーションの大きく2つに分類される。アルゴリズムアニメーションは、アルゴリズムを画像等を用いて可視化する研究であり、主に情報処理教育におけるアルゴリズムの学習を目的としている。最もよく知られているアルゴリズムアニメーションシステムに、Balsal, Zeus, Tango などがある。もう一方のプログラムビジュアライゼーションは、プログラムの振る舞いを可視化する研究であり、主に情報処理教育におけるプログラミングの学習を目的としている。ソフトウェアのテストやデバッグ作業にも使用される。プログラムビジュアライゼーションは、さらにビジュアルデバッガとビジュアルプログラムトレーシングに分類することができる。ビジュアルトレーシングで広く知られているものとして、Jinsighがある。Jinsighは、実行するプログラムから情報を集め、それらの図式化を行う。プログラマは、これらの図式化された情報からプログラムの振る舞いを理解する。しかし、図式化された情報は、経験を積んだプログラマ向けのものであり、ソースプログラムレベルにいたるほど詳細なものではない。プログラミング初学者がこれらの情報でプログラムの振る舞いを理解するのは難しいと考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、次に示す機能を有する学習支援システムを開発するである。

- (1) ソースプログラムからフローチャートを自動的に生成し、学習者が指でなぞりながらトレースする機能を持つこと
- (2) 類似問題を容易に出題可能な機能を持つこと
- (3) 変数の内容を表示する機能を持つこと
- (4) 場所と時間に制限されず、プログラム開発

環境がなくてもWebブラウザがあれば学習が可能なこと

3. 研究の方法

次に示す順序および内容で研究を進めてきた。

- (1) システムの要求仕様の検討
- (2) システム構成の検討
- (3) トレースのためのプログラム可視化機能の実現方法の検討
- (4) ソースプログラムの入力と問題作成方法の検討
- スケジュールデータおよびフローチャートデータの生成方法の検討
- 可視化情報の表示方法の検討
- (5) システムの実装と評価

4. 研究成果

プログラミング初学者のトレース能力の修得を目的とした学習支援システムを開発し、システムを実授業に用いて評価を行った。その結果、システムがプログラミング初学者のトレース能力の習得に寄与していることが確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

(1) Ishizaki, Y., Shimokawa, R., Takahashi, K., Takahashi, Y., Nakamura, S., Fukuwara, M., Miyoshi, K., Yamamoto, H., Mizutani, K. and Arai, M.: Design of a Learning Support System to Obtain the Capability of Tracing for Novice Programmers of Java Applets, Proc. of E-Learn2008 Las Vegas, pp.3745-3751, (2008).

(2) Mizutani, K., Arai, M. and Unagami, T.: Proposal and Basic Research for a Learning Model "RPRaS" for Novice programming, Proc. of International Conference on Computers in Education 2007 (ICCE2007) Hiroshima, pp. 493-500 (2007).

(3) Arai, M.: A Method of Evaluating Programs for Novice Programmer' Learning Support System, Computers and Advanced Technology in Education, pp.400-403(2007).

(4) 水谷晃三, 荒井正之, 佐々木茂, 渡辺博芳, 海上隆: ピアレビューによる協調学習環境における支援エージェントの試作, Joint

Agent Workshops and Symposium 2007
(JAWS2007), (2007).

(5) 水谷晃三, 赤羽根隆広, 荒井正之, 海上隆: プログラミング初学者のための学習モデル RPRas の提案, 情報技術レターズ, Vol.1, pp.343-346 (2007).

(6) Arai.M. and Yamazaki,T: Design of a Learning Support System to Aid Novice Programmers in Obtaining the Capability of Tracing, The 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2006), The Netherlands, pp.396 - 397, (2006).

(7) Arai.M. and Yamazaki,T.: Design of a Tool that Sets Problems of Tracing a Source Program for Novice Programmers, Proc. of The 3rd International Conference on Multimedia and ICT's in Education, Vol.2, pp.702-705(2005).

〔学会発表〕(計 4 件)

(1) 大谷育弘, 小塩貴裕, 島崎智也, 中泉純, 赤羽根隆広, 荒井正之: Java アプレットのプログラミング初学者のためのトレース能力の修得を目的とした学習支援システムの開発, 情報処理学会第 71 回全国大会, 5L-1, (2009)

(2) 山本雅也, 下川 亮, 福原 幸, 高橋陽介, 高橋和也, 石崎由也, 三好健一, 中村駿介, 水谷晃三, 荒井正之: Java アプレットのプログラミング初学者のためのトレース能力の修得を目的とした学習支援システムの設計, 情報処理学会第 70 回全国大会, 2ZH-4, (2008).

(3) 井田泰平, 菊地優太, 小野智義, 荒井正之: プログラミング初学者のための学習支援システムにおける記述問題判定方法の提案, 情報処理学会第 69 回全国大会, 1Z-1, (2007).

(4) 山崎倫巳, 荒井正之: プログラミング初学者のトレース能力の修得を目的とした学習支援システムの開発, 情報処理学会第 68 回全国大会, 4V-11, (2006).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

(1) 荒井正之, プログラミング学習支援システムおよびプログラミング学習支援方法, 特願 2006-044452.

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荒井 正之 (ARAI MASAYUKI)
帝京大学・理工学部・准教授
研究者番号:70212602

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者