

自己評価報告書

平成23年 3月31日現在

機関番号：13801
研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2008～2012
課題番号：20300267
研究課題名（和文） アルゴリズムからプログラミングまでを対象とする学習者支援・教師支援総合型教育環境
研究課題名（英文） Development of educational tools for learners and teachers in learning on algorithm and programming
研究代表者
伊東 幸宏（YUKIHIRO ITOH）
静岡大学・学長
研究者番号：20193526

研究分野：情報工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 教育工学

キーワード：学習支援システム, プログラミング教育, アルゴリズム教育, 教師支援システム, 自動評価

1. 研究計画の概要

本研究ではアルゴリズム教育からプログラミング教育までを一貫して支援する総合的な学習支援環境を構築する。本研究で構築する学習環境は以下のサブシステム群によって構成される。

(1) 学習者支援ツール群

- ①アルゴリズムをPAD表現により図的に記述できるエディタ（アルゴリズムエディタ）
- ②アルゴリズムエディタにより記述したアルゴリズムから実行ファイルを生成するコンパイラ（アルゴリズムコンパイラ）
- ③記述したアルゴリズムもしくはソースコードからその意味を説明するテキストや、その振る舞いを示すアニメーションを生成するツール（アルゴリズムアナライザ）
- ④記述したアルゴリズムもしくはソースコードを、教師が用意したテストケースに対する出力をもとに評価し、学習者に助言を行うツール（プログラミングアドバイザー）

(2) 教師支援ツール群

- ①学習者が(S1)を用いて記述したアルゴリズムやソースプログラムを、課題の標準的なアルゴリズム表現と突き合わせ、その一致部分を抽出するツール（半自動プログラム評価器）
- ②上記(T1)の評価結果を図的に表示するビューワ（評価結果ビューワ）
- ③学習者からネットワークベースでアルゴリズム・ソースファイルを受け取って管理する学習データ管理システム。教師はこのシステム上で提出物に対する採点・コメント付与を行なえる。また学習者はそれらの情報をネ

ットワーク上でいつでも・どこでも参照できる。

2. 研究の進捗状況

(1) 学習者支援ツール群

アルゴリズムエディタ (①) ならびにアルゴリズムコンパイラ (②) については、本学で行われている初級・中級プログラミング教育で使用可能となるよう整備し、試用実験を通じてインターフェースの改善を行った。プログラミングアドバイザー (③) については、プログラミングにおけるデータ構造（配列、連結リストなど）が構成する世界を視覚的に再現し、かつその世界に対して自由な操作を許す学習環境を構築した。さらにこの環境上で学習者が行った操作の系列に対して、教師がシステムに与えた模範プログラムから生成した処理系列と比較することにより、その妥当性をフィードバックする機構を構築するとともに、その学習効果を実験的に評価した（論文①、③および学会発表③④）。またデータ構造が構成する世界を視覚化する際に、プログラマが持つ専門的な視点を反映した構造とすることを提案し、システムを試作した（学会発表①②）。

(2) 教師支援ツール群

半自動プログラム評価器 (①) および評価結果ビューワに関しては、試作システム構築後、実際にプログラミング教育に携わる教員による試用実験を繰り返して、操作性の改善と追加すべき機能の設計を行った。主な追加機能としては、教師が作成した標準的アルゴ

リズムと学習者のプログラムの差異を抽出し、類似した差異を持つ学習者プログラム群をグループ化する機構を構築した(論文②)。これは学習データ管理システム(③)を用いてレポート添削を行う際に、あるレポートに記入した添削コメントを類似した短所を持つ学習者プログラムに再利用するために役立つものである。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している
(理由)

上記の研究の進捗状況に述べたとおり、各課題について成果を挙げ、国内外の学会での発表に至っており、高い評価を得ている(査読つき論文3編、学会発表奨励賞1件(学会発表④))。

4. 今後の研究の推進方策

これまでに作成した学習者支援・教師支援のためのツール群を、本学における実授業に利用し、その有効性を評価する。具体的計画としては平成23年度前期開講のアルゴリズム・プログラミング教育科目において、教師支援ツール群を担当教員に利用してもらい、前課題の半分から三分の二程度のレポートの添削をこのツール上で行う予定である。学習者支援システムの実授業への利用については現在計画内である。

5. 代表的な研究成果

(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3件)

- ① Yasuhiro Noguchi, Takeharu Nakahara, Tatsuhiro Konishi, Satoru Kogure, Yukihiro Itoh: "Construction of a Learning Environment for Algorithm and Programming Where Learners Operate Objects in a Domain World", International Journal of Knowledge and Web Intelligence, Volume 1, Number 3/4, pp. 273-288, 2010. 査読有
- ② Satoru KOGURE, Hiroyasu TAKATSU, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH: "Development and Evaluation of Learning Support System based on Automatic Classification of Students' Programs according to

Difference from Standard Algorithm," Proceedings of ICALT2010 (The 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies), pp. 227-228 (2010.7). 査読有

- ③ T. Nakahara, T. Konishi, S. Kogure, Y. Noguchi, Y. Itoh: "Learning Environment for Algorithm and Programming where Learners Operate Objects in a Domain World using GUI", Proceeding of ICCE2009, pp. 59-66 (2009.12). 査読有

[学会発表](計4件)

- ① 野口靖浩, 小暮悟, 小西達裕, 伊東幸宏: "プログラマ視点を考慮したアルゴリズム学習支援システムの検討", 第60回人工知能学会先進的学習科学と工学研究会(SIG-ALST)技術報告, pp. 1-6, 2010. 11. 20, 静岡大学
- ② 小西 達裕, 伊東 幸宏: "対象世界モデルと学習支援", 日本教育工学会第26回全国大会, pp. 175-178, 2010. 9. 20, 金城学院大学
- ③ 中原 丈晴, 小西 達裕, 小暮 悟, 伊東 幸宏: "GUIを用いた対象世界の操作に基づくアルゴリズム・プログラム学習環境の設計と構築", 教育システム情報学会第3回研究会, vol.24, no.3, pp.14-19, 2009. 9. 28, 静岡大学
- ④ 中原 丈晴, 小西 達裕, 小暮 悟, 伊東 幸宏: "GUIを用いた対象世界の操作に基づくアルゴリズム・プログラム学習環境の構築", 教育システム情報学会第34回全国大会講演論文集, pp.194-195, 2009. 8. 20, 名古屋大学(研究奨励賞受賞)