

平成 21 年 7 月 21 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006 年度～2009 年度

課題番号：18500729

研究課題名 (和文) e-Learning を活用したソフトウェア工学教育の研究

研究課題名 (英文) A Software Engineering Education System with e-Learning Techniques

研究代表者

松浦 佐江子

芝浦工業大学・システム工学部電子情報システム学科・教授

10348906

研究分野：ソフトウェア

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：ソフトウェア工学教育・オブジェクト指向開発技術・インストラクショナルデザイン・要求分析・モデル駆動開発・ソフトウェア開発技術者教育・Unified Modeling Language・Project Based Learning

## 1. 研究計画の概要

本研究では、ソフトウェア開発の全工程において、プロダクトおよびプロセスの妥当性検証方法を取り入れたオブジェクト指向開発技術の学習方法およびその評価方法を研究し、これらの方法に基づいた PBL (Project Based Learning) によるソフトウェア開発実習を最終ターゲットとしたカリキュラムならびに授業設計を行うことを目的とする。

## 2. 研究の進捗状況

学部教育におけるソフトウェア開発技術の習得の目標を下記の 4 項目により定め、プログラミング教育の各科目における目標に設定し、カリキュラムの改善ならびに支援環境の開発を行っている。

- A) プログラムを構文に従って正しく定義でき、コンパイル・実行することができる。
  - B) 機能的要求を満たすプログラムを適切なアルゴリズムで定義する。要求を満たすことをテストし、テスト結果により誤りを発見することができる。
  - C) データ構造とアルゴリズムを工夫し、効率の良いプログラムを定義できる。
  - D) 保守性の高いプログラムを定義できる。すなわち、対象をモデル化し、モジュール構造を設計し、再利用性の高いモジュールや仕様変更時に少ない労力で変更が可能なモジュールの設計を行うことができ、モデルとプログラム間の整合性を検証できる。
- 特に、基本的なプログラミング能力は B) の機能的要求を満たすプログラムを定義できることであり、要求を適切に認識する、認識し

た要求をプログラムとして定義できる、定義したプログラムが要求を満たしていることを確認するテストを定義できる、テストを実行し誤りを発見できることの 4 つの副目標を達成することを誤りがなくなるまで繰り返すことができることであると考える。

これらの目標を踏まえ、以下の項目を実施してきた。

- ① 演習に審査方式によるプログラムの評価方法を取り入れた[雑誌論文④等]。
- ② 単体テストの方法を学習するツールを開発し、適用実験を行った[学会発表④等]。
- ③ オブジェクト指向開発における統一モデリング言語 UML を用い、WebUI プロトタイプを自動生成ツールによる要求分析手法を提案し、適用実験を経て、大学院生を対象とした演習授業を設計、実施した[雑誌論文①②等]。
- ④ 学部 3 年次の PBL によるソフトウェア開発実習の授業設計をまとめ[雑誌論文③等]、上記の要求分析モデリング手法の研究成果の基づき、授業改善を行った。
- ⑤ MDA (Model Driven Architecture) の考え方に基づき、自律走行車のハードウェアおよび実装技術 (LEGO の車体および Java) に非依存なモデルをトップダウンに設計し、段階的な走行目標に対する開発方法を提案した。組込みシステム技術協会が主催する ET ロボコンに参加して、比較的良好なタイムで完走するという成果を得られた。さらに、迷路探索ロボットを事例として、実行可能 UML ツールを用いたモデリング実験を行っ

ており、組込みシステム開発におけるトップダウンなモデリング方法を検討している。

- ⑥ ソフトウェア工学的観点からのオブジェクト指向開発技術教育の充実のため、カリキュラムの改善を行った。具体的には、これまで半期で教育してきた内容を Java 言語による基礎プログラミング教育とオブジェクト指向開発技術の特長である再利用性・保守性についての教育を段階的に実施できるように科目を新設し、通年で教育を行った。

### 3. 現在までの達成度

計画当初のカリキュラムの見直しを行い、2 年次前期の科目を増やすことにより、より段階的な、ソフトウェア工学的観点の授業設計が実施できたと考える。開発した支援ツールを用いた適用実験を踏まえて、演習を実施しており、主観的ではあるが、学生のソフトウェア開発能力の向上も見られており、現在のところ、概ね順調に進展していると考えている。基礎的なプログラミング能力の育成には、多くのプログラミングを行わせ、解答例を提示し、テストプログラムによるテストを実施することが望ましいが、限られた教員で問題・解答例のプログラム・テストプログラムを開発し続けることはできない。演習の評価方式や採点支援等による支援を模索してきたが、学習者の意欲の向上や、教員の作業負担の軽減に対する改善にはつながることはわかったが、根本的な解決にはならない。そこで、つぎの2つの方針で、研究を進めている。第一に、学習者自身が、自己のプログラムをソフトウェアメトリクス等による客観的な指標や、構造および振舞いの観点から評価するツールを提供し、プログラムの改善点を学習することを支援する。第二には、プログラム作成に至るまでの、対象システムのモデリング能力の育成支援を行う。これは、要求分析段階における、曖昧な仕様の定義と不十分な設計が、プログラムの複雑化の要因の一つであると考えられるからである。上流工程において、プロトタイプ自動生成ツールによる抽象度の高い実現による妥当性検証を支援することで、要求からソースコードまでのトレーサビリティの高い開発方法を確立することを目指している。

### 4. 今後の研究の推進方策

今後は、今回の授業設計に基づき2節で述べた段階に合わせ、ソフトウェア開発のシナリオベースの教科書を段階的に作成する準備を行う。要求分析手法と支援ツールを学部3年次に実施しているソフトウェア開発実習に導入し、評価を行う。

### 5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① 小形, 松浦: UML 要求分析モデルからの段階的な Web UI プロトタイプ自動生成,

情報処理学会ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム論文集, pp. 79-86, 2008. 査読有

- ② S.Ogata and S.Matsuura, A UML-based Requirements Analysis with Automatic Prototype System Generation, Communications of SIWN, Vol.3, pp. 166-172, June 2008. 査読有
- ③ 松浦: 実践的ソフトウェア開発実習によるソフトウェア工学教育, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2578-2595, 2007. 査読有
- ④ 松浦: プログラミングレポート採点支援ツールと課題設計による評価方法の改善, 論文誌IT活用教育方法研究, (社)私立大学情報教育協会, 第9巻, 第1号, pp.36-40, 2006. 査読有
- ⑤ 松浦: ソフトウェア開発実験におけるPBLの評価方法, 情報処理学会FIT2006情報科学技術レターズ, Vol.5, pp.401-404, 2006. 査読有

[学会発表] (計 43 件)

- ① M.Amakawa, S.Ogata and S.Matsuura, A System Development Method based on a Service Independent Interaction Model, Proc. of The 9th IASTED International Conference on Software Engineering and Applications (SEA2008), pp. 154-159, 2008. 査読有
- ② S.Ogata and S.Matsuura, Scenario-based Automatic Prototype Generation, Proc. of 32nd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC2008), pp.492-493, 2008. 査読有
- ③ S.Ogata and S.Matsuura, Automatic Generation of UML-based Web Application Prototypes, Proc. of Tenth International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS2008), pp.244-251, 2008. 査読有
- ④ S.Matsuura: IMPROVEMENT IN MARKING OF PROGRAMMING EXERCISES USING A MARKING SUPPORT TOOL AND SUBJECT DESIGN, CATE 2007, pp.76-80, 2007. 査読有
- ⑤ N. Kamigochi and S. Matsuura: A Learning Support Tool for Testing Java Programs, The IASTED International Conference on Software Engineering SE2007, pp.273-278, 2007. 査読有

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

プロトタイプ自動生成ツールの公開  
<http://www.sayo.se.shibaura-it.ac.jp/>