

自己評価報告書

平成 23 年 3 月 31 日現在

機関番号：17601
研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2008～2011
課題番号：20500035
研究課題名（和文） テスト技法と可視化手法とによる組み込みソフトウェアの信頼性向上手法の提案
研究課題名（英文） Proposal of a method to improve reliability for embedded software with testing and visualization
研究代表者
片山 徹郎（KATAYAMA TETSURO）
宮崎大学・工学部・准教授
研究者番号：50283932

研究分野：ソフトウェアテスト

科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア

キーワード：ソフトウェアテスト、プログラムの可視化、ソフトウェアの信頼性、UML(Unified Modeling Language)、コントロールフローグラフ、実行経路、テスト容易化

1. 研究計画の概要

本研究課題の目的は、モデリング言語 UML(Unified Modeling Language)を利用したテスト技法、および、プログラムの可視化手法の2つの観点から、組み込みソフトウェアに特化した信頼性向上手法の提案し、来たるべきユビキタス社会における情報技術への要求に、迅速に対応できる基盤を与えることにある。

(1) UML のダイアグラムからテスト項目の抽出とテスト支援システムの試作

UML のダイアグラムの1つであるシーケンス図からユーザアクションのタイミングに着目してテスト項目を抽出するテスト手法を既に提案しており、その方法論の正しさについて証明できていたが、実用性は不明であった。そこで、シーケンス図を入力としてテスト項目を出力するテスト支援システムを試作し、実用性を検証する。

(2) プログラム可視化ツール Avis の拡張
コンパイラの技法(字句解析と構文解析)を援用することにより、Java プログラムを入力として、コントロールフローグラフ、実行経路、および、UML のシーケンス図を、ユーザに提示するツール Avis を既に試作していた。この Avis の次の拡張方針を定め、ユーザがプログラムの動作をより理解しやすい形で可視化できるよう Avis を改良する。さらに、Avis のテスト支援ツールへの拡張も視野に入れる。具体的には、ソフトウェアテストの1工程である結合テストに焦点を当てたテスト支援ツールへの拡張について検討する。

(3) ハードウェアを考慮したソフトウェアテスト手法の検討

組み込みシステムに適したプログラミング

言語とその実行のためのコンパイラについて検討する。その際の検討方針として、コードの記述量が少なくテスト実行が容易に進められるような特徴を持たせる。検討結果に基づいて、実際にプログラミング言語を提案する。

組み込みソフトウェアのテスト環境構築について検討する。組み込みシステムはその用途に応じて、システムの形態や構成は多種多様であるが、実際にソフトウェアが動作する際には、特定のハードウェア上で動作することが多い。そこで、ソフトウェアが動作するハードウェアを仮想的に実現することを試み、その仮想ハードウェア上でソフトウェアのテストが実施できるような環境の構築について、その実現性を含めて検討する。

2. 研究の進捗状況

(1) UML のシーケンス図を入力とし、テスト項目を出力するテスト支援システムを試作した。試作したテスト支援システムに、コピー機の実例を基にしたシーケンス図を適用して、実用性を評価した。

(2) 既に試作済の Avis を、結合テストに焦点を当てたテスト支援ツールへ拡張を行った。拡張した Avis を用いることにより、結合テスト実施を目的としたプログラムの実行経路を抽出可能となり、テスト実施前に、テスト実施回数を見積ることが可能となった。この Avis を、約 8,000 行の実用 Java プログラムに適用して、実用性と有用性を評価した。

(3) ハードウェアを考慮したソフトウェアテスト手法について検討した。

組み込みシステムのテスト実行が容易とな

るような、組み込みシステムに適したプログラミング言語とその実行のためのコンパイラについて検討した。具体的には、状態遷移構文、テスト構文、強い型チェック機能の特徴として持つプログラミング言語 Befana とそのコンパイラを実装した。また、Befana で記述したプログラムが実際に実行可能であることを示すとともに、その有用性について評価した。

ソフトウェアが動作するハードウェアを仮想的に実現するために、CPU の命令セットアーキテクチャから命令セットシミュレータを生成する具体的な手法を提案した。また、提案手法の有用性を確認するために、実際に提案手法をツールとして試作した。

(4) 組み込みシステムの品質確保のためにテスト法から考慮できること、および組み込みシステムを対象とした具体的なテスト分析手法について、現在までの研究実績を含めて、各種講演会にて講演した。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由)

本研究課題は、3つの項目を設けた上で、それぞれの項目に取り組んできた。現時点ですべての項目において、ほぼ当初の計画通りに研究が進んでいる。また、研究成果として都度取りまとめ、雑誌論文への掲載や学会発表を行っている。このことから、上記の判断をした。

4. 今後の研究の推進方策

本研究課題は3つの項目を設けた上で、それぞれの項目に取り組み、研究遂行の観点において現在特に大きな問題点はない。研究期間は残り1年であり、最終年度については各項目について新たな提案は行わず、これまでに提案した各手法について、有用性や実用性の評価を中心に進める計画である。また、各項目で提案した手法の統合の可能性についても検討する予定である。

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6件)

岡山直樹、片山徹郎、状態遷移構文とテスト構文を導入した組み込みソフトウェア向けプログラミング言語開発、情報処理学会組み込みシステムシンポジウム2010(ESS2010)、43-48、2010、査読有
喜多義弘、片山徹郎、富田重幸、プログラム自動可視化ツールAvisを利用した結合テスト実施のための実行経路抽出手法の提案、情報処理学会論文誌、Vol.51、

No.9、1859-1872、2010、査読有
岡山直樹、片山徹郎、信頼性向上を目的とした組み込みソフトウェア向けプログラミング言語の開発、宮崎大学工学部紀要、No.39、301-306、2010、査読無
喜多義弘、片山徹郎、富田重幸、結合テストのためのプログラム自動可視化ツールAvisによる実行経路表示手法の提案、火の国情報シンポジウム2010、2010、査読無

Y. Kita, T. Tokunaga, T. Katayama, S. Tomita, Extension and Evaluation of an Automatic Visualization Tool ``Avis`` for Programming Education, Proc. Int'l Association of Sci. and Tech. for Development(IASTED) Int'l Conf. on Softw. Eng. (SE 2009)、31-36、2009、査読有

〔学会発表〕(計10件)

東園修平、片山徹郎、組み込みソフトウェア開発支援のための命令セットシミュレータ(ISS)作成手法の提案、情報処理学会組み込みシステム研究会、2010年12月6日、熊本大学(熊本県熊本市)

岡山直樹、片山徹郎、組み込みソフトウェア向けプログラミング言語開発における状態遷移構文とテスト構文の導入について、第12回組み込みシステム技術に関するサマワークショップ(SWEST12)、2010年9月2日、ホテル日航豊橋(愛知県豊橋市)

片山徹郎、ソフトウェアのテスト技術～組み込みシステムにおける品質確保のためのポイント～、情報処理学会連続セミナー2009「進化する組み込みシステム技術」、第5回「組み込みシステムの高信頼化-V&V」、2009年11月11日、東京電機大学神田キャンパス(東京都千代田区)

片山徹郎、組み込みソフトウェアの品質確保のためのソフトウェアテストからのアプローチ、マイクロソフト ``Windows Embedded`` 組み込みセミナー博多、2009年11月5日、マイクロソフト九州支店(福岡県福岡市)

徳永友樹、喜多義弘、片山徹郎、プログラム自動可視化ツールAvisにおける実行パスの3次元表示手法の提案、電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会、2008年10月17日、山梨大学(山梨県甲府市)

〔図書〕(計1件)

情報処理学会 組み込みシステム研究会 監修(片山徹郎、他9名) CQ出版社、組み込みソフトウェア開発技術(組み込みシステム基礎技術全集Vol.3)、227-269、2011