

## 対象世界モデルを利用したプログラム理解とその応用

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 太田, 智也 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/1543">http://hdl.handle.net/10297/1543</a>

氏名・(本籍)	太 田 智 也 (兵庫県)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博甲第 169 号
学位授与の日付	平成 10 年 3 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学
学位論文題目	対象世界モデルを利用したプログラム理解とその応用

論文審査委員	(委員長)		
	教授	水 野 忠 則	教授 新 妻 清三郎
	教授	山 口 高 平	助教授 前 田 恭 伸
	助教授	伊 東 幸 宏	

## 論 文 内 容 の 要 旨

ソフトウェアの生産性の向上が産業界から強く望まれており、そのための基礎研究として、プログラム理解に関する研究が活発に行われている。それらの多くは、プログラミングの断片的知識、それら断片的知識の構成方法の知識、グラフによるアルゴリズム単位での知識などを利用して、抽象化されたプログラムのパターン記述とソースコードとのパターンマッチングによって行われて来た。これらは、与えられたプログラム中に現れる変数、命令(群)の役割や他の構成要素との関係を同定すること、つまり、プログラムを構造的に理解することを目的としており、この範囲内で確かに効果的な方法である。しかしながら、従来の方法だけでは、プログラムの意味の限られた一側面しか取り合うことができていない。本来、プログラムは何等かの対象領域において問題解決を行う手順を記述したものであると捉えることができる。プログラマはプログラムを作成する際に、この対象領域の世界をモデル化し、適宜適当なデータ構造に写像する。その対応関係に基づいて、対象領域に働きかけるべき動作をデータ構造に対する操作として記述したものがプログラムである。従来の方法では、プログラマが対象領域に対して抱いているイメージを把握する能力、つまり、対象領域のメンタルモデルに対する考慮が十分ではない。

そこで、本論文では、プログラムのデータ構造モデルに加えてそのプログラムが対象としている問題領域モデルからなる対象世界モデルを構築し、プログラム(あるいは、プログラムを構成する各命令)の意味を、そのプログラム(命令)が実行された時の対象世界に与える作用と定め、その意味を抽出するために対象世界モデル上で命令のシミュレーションを行い、その前後のモデルの状態の差分と

して命令の意味を取り出す枠組を提案する。また、このプログラム理解の枠組をプログラムの動作検証に応用して提案する枠組みの有効性の評価を行う。

まず、このプログラム理解の枠組を実現するために、

1. 対象領域のモデル化の範囲、各モデルの要素を表現する方法、各モデルがもつ機能を表現する方法、状態変化を引き起こす仕組みなどの対象世界モデルの構築手法の検討、
2. 状況が確定、不確定に関わらず、与えられた情報のみを利用して、モデル上での命令の動作をシミュレートする方法の検討、
3. 命令の意味を解釈するための状況が組合せ的爆発を起こすのを防ぐための、状況の場合分けおよび一般化手法に関する検討、
4. 各命令のシミュレート中の状況の変化からその命令の意味を抽出するための意味抽出処理、ある命令で把握出来た意味を別の関連する命令に付加する再解釈処理、複数回実行される命令の意味をまとめてより一般的な意味を得る一般化処理の検討

を行った。

また、以上の議論に基づいて試作システムを開発し、Z80アセンブリ言語で記述された機器制御プログラムに対して処理を行った。その結果、各命令の対象世界における意味を抽出し、それらのうち、重要と思われる、対象世界に働きかけている命令(機器の状態を変更する命令)とプログラムの実行順序の制御を行う命令に対して、簡潔に機械に対する作用をまとめたコメント文を付加することが出来た。

次に、以上のプログラム理解の応用としてプログラムの動作確認支援システムを作成した。このシステムでは、テスト項目をリアクション・システムで広く利用されている状態遷移記述で、また、プログラム理解結果も同様に状態遷移を基本とした実行履歴というグラフ構造で表現する。実行履歴では、対象世界モデルのプログラムによる状態変化と対象世界モデルの要素間の制約で起こる状態変化をまとめて識別子を用いることで一つの枠組で表現している。システムは、両者を照合することでテスト項目が正しく実装されているか否かをチェックする。また、正しく実装されていないと判定された場合は、実行履歴中から関連する部分を抽出することでデバッグ作業を支援する。本システムでは、上述の枠組みを利用することによりテスト項目を対象世界モデルにおける機能という形で直感的に記述でき、プログラム言語に依存しない機能レベルでプログラムの動作確認が可能になっている。また、プログラムの意味を機能と見なすことでプログラム中から、ある機能を実現している部分を見つけ出す機能検索として利用することもでき、プログラム再利用時にも利用可能である。本システムは、マイクロプロセッサM3817xのアセンブリ言語MELPSで記述された、ほぼ実用レベルの電子レンジ制御プログラムを対象に動作することが確認できている。

以上のように、プログラムの意味を、その対象世界に対する作用という形で抽出することが、実用レベルのプログラムに対しても可能であること、さらに、そのような形でプログラムの意味を捉えることにより、従来のプログラム開発支援ツールでは取り扱いにくいフェーズの支援、すなわち、プログラムの対象世界上での機能の検証支援に応用できることが確認でき、本研究で提案したプログラム理解の枠組みの有効性と応用可能性が実証できた。

## 論文審査結果の要旨

従来のプログラム理解の研究は、知識として何らかのプログラムのパタンの記述を持ち、その記述とソースコードとのマッチングによって行われて来た。しかし、従来の方法ではプログラムを構造的に把握するには有効であるが、プログラムの問題領域の意味は考慮できていなかった。そこで、本論文では、プログラム理解の新しい枠組として、対象世界に対する働きかけをプログラムの意味として抽出する枠組を提案している。また、このプログラム理解の枠組をプログラムの動作確認に応用して枠組みの有効性を評価している。

本論文は全5章からなっている。

第1章では、本研究の背景と目的を述べている。

第2章では、プログラム理解の研究、動作検証の検証支援の研究の動向を概観し、それらの手法、問題点について考察を行い、本研究との差異、関連性を整理し、本研究の位置づけを述べている。

第3章では、従来の方法では、プログラマが対象領域に対して抱いているイメージを把握する能力が十分ではないことを示している。そして、プログラムの意味を、そのプログラムが実行された時の対象世界に与える作用と定め、その意味を抽出するために対象世界モデル上で命令のシミュレーションを行い、その前後のモデルの状態の差分として命令の意味を取り出す枠組を提案している。また、以上の議論に基づいて試作システムを開発し、Z80アセンブリ言語で記述された機器制御プログラムに対して処理を行っている。その結果、各命令の対象世界における意味を抽出し、それらのうち、重要と思われる対象世界に働きかけている命令とプログラムの実行順序の制御を行う命令に対して、簡潔に機器に対する作用をまとめたコメント文を付加することが出来ている。

第4章では、第3章の枠組の応用として作成したプログラムの動作確認支援システムについて述べている。このシステムでは、テスト項目を状態遷移記述で、また、プログラム理解結果も状態遷移を基本とした実行履歴というグラフ構造で表現し、両者を照合することによってテスト項目が正しく実装されているか否かをチェックしている。このとき、上述の枠組を利用することによりテスト項目を対象世界モデルにおける機能という形で直感的に記述でき、プログラム言語に依存しない機能レベルでプログラムの動作確認が可能になっている。また、また、このシステムは、マイクロプロセッサM3817xのアセンブリ言語MELPSで記述された、ほぼ実用レベルの電子レンジ制御プログラムを対象に動作することが確認されている。

第5章では、本研究のまとめを行っている。

以上により、本研究で提案したプログラム理解の枠組みの有効性と応用可能性が実証できており、博士(工学)の学位を与えるものにふさわしいと認定する。