

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：17102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07031

研究課題名(和文)リアクティブプログラムの依存性解析とその応用に関する研究

研究課題名(英文)Dependence Analysis of Reactive Programs and Its Applications

研究代表者

趙 建軍 (Zhao, Jianjun)

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：20299580

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：リアクティブプログラムには多重制御流れとデータ流れが存在しうるので、その挙動の予測は一般に非常に難しい。このため、リアクティブプログラムの理解、テスト、及び保守はコストが高くて非常に時間がかかる。本研究では、信頼性の高いかつ効率の良いリアクティブプログラムの開発支援環境を基礎付けるために、リアクティブプログラムの挙動における構成要素間の依存関係を究明すると共に、リアクティブプログラムにおける新しい依存性モデルを構築した。また、構築された依存性モデルをリアクティブプログラムの理解、テスト、及び保守へ適用し評価すると共に、信頼性の高いリアクティブプログラムの開発支援に対するその有効性を明確にした。

研究成果の概要(英文)：Since there existing multiple control flows and data flows in reactive programs, it is generally very difficult to predict the behaviors of the programs. For this reason, understanding, testing, and maintenance of reactive programs is expensive and time consuming. In this research, in order to establish a base of the development support environment for constructing reliable and efficient reactive programs, we proposed a new dependence model for explicitly representing various types of program dependences in reactive programs, which can be used to predict their behaviors. We also applied and evaluated the proposed dependence model in understanding, testing, and maintenance of reactive programs and demonstrated its effectiveness in the development of reliable and efficient reactive programs.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：プログラム解析 ソフトウェア理解 リアクティブプログラム

1. 研究開始当初の背景

リアクティブプログラミング (Reactive Programming) はデータの流れ (data flow) とデータの値の変化の伝播にフォーカスしたプログラミングパラダイムである。使用されるプログラミング言語で静的 / 動的なデータフローが簡単に表現でき、実行モデルは自動的にデータフローを通じて変更を伝播する。

リアクティブプログラム (Reactive Program) に関する従来の学術研究では、記述方法や記述言語とその処理系の研究が中心であった。しかし、一般的には、ソフトウェアの開発においては、記述用プログラミング言語の優劣に加え、その開発支援環境の整備が開発されたソフトウェアの信頼性を大きく左右する。信頼性の高いリアクティブプログラムの開発支援について、従来、個別的な技法とツールの研究開発が多少行なわれたが、その環境を基礎付ける理論に関する研究は皆無であると言える。

リアクティブプログラムの開発資源の蓄積に伴って、リアクティブプログラムの理解、テスト、デバッグ、及び保守などを支援するツールや環境の重要性も増してきた。しかし、リアクティブプログラムには多重制御流れとデータ流れが存在しうるので、その挙動の予測は一般には非常に難しいである。このため、リアクティブプログラムの理解、テスト、デバッグ、及び保守はコストが高くて非常に時間がかかる。信頼性の高いリアクティブプログラムを系統的な方法で効率よく開発するために、リアクティブプログラムの挙動に関するモデルを構築し、それに基づいてリアクティブプログラムの開発支援環境を整備しなければならない。

2. 研究の目的

本研究では、信頼性の高いかつ効率の良いリアクティブプログラムの開発支援環境を基礎付けるために、リアクティブプログラムの挙動における構成要素間の依存関係を究明すると共に、リアクティブプログラムにおける新しい依存性概念を提案し、リアクティブプログラムの依存性モデルを構築することを目指す。また、構築された新しい依存性モデルをリアクティブプログラムの理解、テスト、デバッグ、及び保守へ適用し評価する

と共に、信頼性の高いリアクティブプログラムの開発支援に対するその有効性を明確にする。

3. 研究の方法

本研究では、Scala に基づく設計された実用リアクティブプログラミング言語 Scala.React で書かれたリアクティブプログラムを研究の具体的な対象とする。これによって、実用規模のリアクティブプログラムを開発する際に起こった問題を考慮すると共に実用の立場に立脚するように研究を進めることができるばかりでなく、研究成果の評価と適用も実用の観点から行うことができる。

これによって、本研究は二段階で行う予定である。

(1) リアクティブプログラムにおける制御流れとデータ流れを表現できる有向グラフを構築し、そのグラフに基づいてリアクティブプログラムにおける構成要素間の構造と挙動に関する依存性を洗い出して抽象化し、これらの依存性概念に基づいてリアクティブプログラムの新しい依存性モデルを提案する。その依存性モデルに基づいて、リアクティブプログラムを静的に・動的にスライスするアルゴリズムを開発する。

(2) 次に、開発されたリアクティブプログラムにおける依存性解析ツールとリアクティブプログラムの静的・動的なスライシングツールをリアクティブプログラムの理解、テスト、デバッグ、及び保守へ適用する。

4. 研究成果

本研究では、信頼性の高いかつ効率の良いリアクティブプログラムの開発支援環境を基礎付けるために、リアクティブプログラムの挙動における構成要素間の依存関係を究明すると共に、リアクティブプログラムにおける新しい依存性モデルを構築した。また、構築された依存性モデルをリアクティブプログラムの理解、テスト、及び保守へ適用し評価すると共に、信頼性の高いリアクティブプログラムの開発支援に対するその有効性

を明確にした。本研究では得られた具体的な研究結果は以下の通りある。

- (1) リアクティブプログラムにおける多重制御流れとデータ流れを表現できる有向グラフを定義した。
- (2) (1)で定義された有向グラフに基づいてリアクティブプログラムにおける構成要素間の構造と挙動に関する依存性を洗い出して抽象化し、これらの依存性概念に基づいてリアクティブプログラムの新しい依存性モデルを提案した。
- (3) (2)で提案された依存性モデルに基づいて、リアクティブプログラムをスライスするアルゴリズムを開発した。
- (4) 開発されたリアクティブプログラムにおける依存性モデルとスライシングアルゴリズムをリアクティブプログラムの理解、テスト、デバッグ、及び保守へ適用した。

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 4 件)

1. Anil Kumar Karna, Jinbo Du, Haihao Shen, Hao Zhong, Jiong Gong, Haibo Yu, Xiangning Ma, and Jianjun Zhao. Tuning Parallel Symbolic Execution Engine for Better Performance. In *Frontiers of Computer Science*, Springer, Vol.12, No.1, pp.86-100, 2018.
2. Anil Karna, Yuting Chen, Haibo Yu, Hao Zhong, and Jianjun Zhao. The Role of Model Checking in Software Engineering. In *Frontiers of Computer Science*, May 9, 2018.
3. Ziyi Lin, Yilei Zhou, Hao Zhong, Yuting Chen, Haibo Yu, and Jianjun Zhao. SPDebugger: A Fine-grained Deterministic Debugger for Concurrency Code. In *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol.E100-D, No.3, pp.473-482,

March 2017.

4. Xiao Cheng, Zhiming Peng, Lingxiao Jiang, Hao Zhong, Haibo Yu, and Jianjun Zhao. CLCMiner: Detecting Cross-Language Clones without Intermediates. In *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol.E100-D, No.2, pp.273-284, February 2017.

[学会発表](計 1 件)

1. Gefei Zhang and Jianjun Zhao. Visualizing Interactions in AngularJS-based Single Page Web Applications. In *Proc. 30th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering*, California, USA, July 1-3, 2018 (accepted)

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究代表者

趙 建軍 (ZHAO, Jianjun)

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：20299580

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

()