

氏名	本間 圭
学位の種類	博士（事業構想学）
学位記番号	第1号
学位授与年月日	平成23年3月18日
学位授与の条件	学位規程第3条第3項該当
学位論文題目	Modeling, Verification and Testing of Web Application Using Formal Approaches
論文審査委員	主査 梶 功夫 副査 富樫 敦, 須栗 裕樹, 小嶋 秀樹

論文の要旨

The number of Web applications handling online transaction is increasing, but verification of the correctness of Web application development has been done manually. This paper proposes a method for modeling, verifying and testing Web applications. In our method, a Web application is modeled using two finite-state automata, i.e., a page automaton which specifies Web page transitions, and an internal state automaton which specifies internal state transitions of the Web application. The entire Web application can be modeled as the synchronized product between page transitions and internal state transitions, where each transition is specified separately with a little concern of synchronized actions. General properties for checking the Web application design are presented in LTL formulae and they are verified using the model checker Spin.

Using our approach, it is feasible to design page transitions of each page and its internal state transitions separately at first. Then, we extend them to the whole application satisfying requirements for the Web application. This design process save costs in the software development. Test cases examining the behavior of the Web application are also generated by utilizing the counterexamples obtained as the result of model checking. We applied our method to an example Web application to confirm its effectiveness. So, our formal method covers various Web applications on the view point of design, verification, and testing. The thesis is structured as follows:

Chapter 1 gives background and introduction to the thesis. Chapter 2 describes some preliminaries. The proposed model of Web application is given in chapter 3, followed by verification and test generation presented in chapter 4. Chapter 5 shows the result of applying the proposed method to an example Web application (online store) and provide the case studies. In chapter 6, we discuss the related work, and chapter 7 concludes the paper.

審査結果の要旨

近年、Web アプリケーションが浸透し、適用範囲は増加の一途をたどっているが、開発プロセスの多くは経験とノウハウに基づくものであり、設計の形式化・自動化及び検証の自動化はモデルを的確に表現する形式化には不十分である。

本論文では、Web アプリケーションの設計で作成される画面遷移図と、システム内部の状態をそれぞれ有限状態オートマトンとして考え、その直積オートマトンを構成することにより、アプリケーション全体の状態遷移をモデル化する手法を提案した。また、遷移状態間で受け渡される遷移変数を導入することにより、遷移時の遷移条件や変数代入を行うことを可能とし、より見通しの良いモデル化が実現できることを提案している。Web アプリケーションは特徴として、多数のユーザが同時にアクセスすることが挙げられる。このことを反映するため、本論文では複数ユーザが並行して処理を行った場合のモデルも可能である手法を提案している。さらに、Web アプリケーションで成り立つべき性質を検査項目として挙げ、作成したオートマトンからモデル検査ツールである SPIN への変換手法を与え、SPIN による検査の可能性を示している。

本論文の新規性と有効性について、次のようにまとめることができる。すなわち、

- (1) Web アプリケーションを画面遷移とシステム環境に分割し、全体の設計モデルを直積オートマトンとしてモデル化した。
- (2) 実用性を考慮し、遷移変数を導入したこと。この拡張により、オートマトンの状態数を表現上飛躍的に減少させることができた。
- (3) Web アプリケーションの汎用的検証項目を明確にし、かつその定義を形式的に与えた。
- (4) デッドロックフリー性に関し、整合性を用いて必要十分条件を導いた。この結果は、デッドロックフリー性を実際に検査する上での時間量の削減に有効であることを示した。
- (5) 現実的なアプリケーションにおいて本手法を用いた検査事例を詳述し、提案手法の有効性を示した。
- (6) アプリケーションの検証条件に対して、SPIN による具体的な表現手法を明示し、その活用例を多岐に亘る事例で与えることによって有効性を示した。

以上、本論文は Web アプリケーションのシステム構築において不十分であった設計・テストに関するモデル化の手法に対し、実践的設計手法を与え、その有効性について実アプリケーションを近似したシステム事例を用いて示した。基盤となる理論を構築しその成果を現実の課題解決に効果的に適用するという事業構想学の観点から、本論文の成果はその趣旨に合致し、論理・形式モデルに基づいたモデル検査を実際の Web アプリケーション設計テスト問題への現実解を与えた。これらの提案と成果はモデル検査理論を実践的開発レベルに近づけた極めて有効な成果であり、学術かつ実践的成果をもたらした。今後の実践性の追求では、SPIN 入力作業の簡易化、遷移状態図の自動出力などの機能付加により汎用化、実システム開発への適用などが可能と判断される。