OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Efficient Test Script Generation and Maintenance for Web Applications
Author(s)	切貫, 弘之
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/91985
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式3

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 （ 切貫 弘之 ）	
論文題名	Efficient Test Script Generation and Maintenance for Web Applications (Webアプリケーションを対象とした効率的なテストスクリプト生成と保守)

論文内容の要旨

The speed of business has become increasingly important in recent years, leading to a need for quick improvements to services.
To achieve this, it is necessary to shorten the software release cycle.
Testing is an essential part of the software development process, and regression testing is a critical component of this.
Reducing the costs of regression testing is a major challenge in shortening the release cycle.
End-to-end testing is a crucial part of regression testing and involves testing applications with a graphical user interface (GUI) such as interactions between web browsers and users.

Test automation is an effective way to reduce the cost of regression testing.
Testing tools such as Selenium are commonly used to automate end-to-end testing for web applications.
End-to-end test automation involves creating test scripts that describe the steps in the test procedures.

The first challenge related to test scripts is that locators for identifying web elements are fragile because they depend on the structure of web pages and the attributes of the web elements, requiring a significant amount of effort to maintain.
The second challenge is the high cost of implementing maintainable test scripts.
This dissertation presents three studies that address these challenges and improve end-to-end test automation for web applications.

The first study proposes an approach called COLOR for repairing broken locators in accordance with software updates.
COLOR uses various properties from web pages as clues and evaluates their reliability.
Our experimental results from four open-source web applications show that COLOR consistently presents the correct locator with an accuracy ranging from 77% to 93% in the first place and is more robust against page layout changes compared to structure-based approaches.

The second study proposes an approach for generating modularized test scripts to improve their maintainability.
The technique extracts operations useful for test automation from test logs and generates test cases that cover the features of an application by analyzing its page transitions.
The approach was evaluated using test logs from four testers, showing that it can generate more complete methods than an existing approach.
Our empirical evaluation also showed that the approach can reduce the time required to implement test scripts by 48% compared to manual implementation.
This study contributes to reducing implementation and maintenance efforts.

The third study proposes a technique to identify web elements to be operated on a web page by interpreting natural-language-like test cases.
The test cases are written in a domain-specific language that is independent of the metadata of web elements and the structural information of web pages.
Natural language processing techniques are used to understand the semantics of web elements, and heuristic search algorithms are used to explore web pages and find promising test procedures.
The technique was applied to test cases for two open-source web applications, with the results showing that it was able to successfully identify 94% of web elements to be operated on and all the web elements in 68% of the test cases.
This study contributes to the easy implementation and maintenance of test scripts for various users.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（切貫弘之）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	楠本真二
	副 査	教授	増澤利光
	副 査	教授	肥後芳樹

論文審査の結果の要旨

近年，ソフトウェアを活用したビジネスのスピードが重視されるようになり，ソフトウェアのリリースサイクルを短くすることが求められている．ソフトウェア開発において，テストはソフトウェアの動作の正しさを確認するために実施される必要不可欠な作業であり，テストの自動化は重要な課題となっている．テストには様々な種類が存在するが，中でもリグレッションテスト（回帰テスト）は，機能の追加や変更，不具合の改修などに伴うプログラムの変更によって，その他のプログラムに意図しない影響が発生していないかどうかを確認する重要なテストである．特に，Webアプリケーション等のグラフィカルユーザインタフェース（GUI）を持つソフトウェアのテストでは画面の操作を伴うユーザ目線のテスト（End-to-Endテスト）も必要となっている．End-to-Endテストを自動化するためには，Selenium などのテストツールが一般的に使用される．その際，テスト手順を記述したテストスクリプトを実装する必要がある．また，リグレッションテストのためには，テストスクリプト自身の保守も必要となる．しかし，(1)テストスクリプトの実装にはコストがかかるが，既存のテストスクリプト生成技術は保守性を考慮していない，(2)ロケータ（画面上のどの要素を操作するかを指定するための情報）がソフトウェアの更新によって壊れやすいためテストスクリプトの保守性が低く，既存のロケータ修正手法は精度が十分でない，(3)Webアプリケーションの実装や見た目に依存しないテストスクリプトの記述方法が存在しない等の問題が指摘されている．

本論文では，End-to-Endテストを対象に，上記の(1)～(3)の問題に対して研究を行っている．最初に，ソフトウェアの更新に伴い壊れたロケータを修復するアプローチCOLORを提案している．COLORはWebページの様々な属性を手がかりに，更新前後のロケータの関連性を評価し，正しいロケータを推薦する．4つのオープンソースWebアプリケーションを用いた実験の結果，COLORは77%から93%の精度で常に正しいロケータを最初に推薦し，既存のアプローチと比較してページのレイアウト変更に対してより頑健であることを確認した．次に，モジュール化されたテストスクリプトを生成し，その保守性を向上させるアプローチを提案している．提案手法は，テストログからテスト自動化に有効な操作を抽出し，ページ遷移を解析してアプリケーションの機能をカバーするテストケースを生成する．4人のテスト担当者のテストログを用いて本手法を評価した結果，既存の手法に比べてより完成度の高い手法を生成できることを確認した．また，実証評価により，テストスクリプトの実装に要する時間を手動に比べて48%削減できることを示した． 最後に，自然言語に近い表現で記載されたテストケースを解釈することで，Webページ上で操作すべきWeb要素を特定する技術を提案した．テストケースは，Web要素のメタデータやWebページの構造情報に依存しないドメイン固有の言語で記述される．自然言語処理技術はWeb要素のセマンティクスを理解するために用いられ，ヒューリスティック検索アルゴリズムでWebページを探索し，有望なテスト手順を見つける．2つのオープンソースWebアプリケーションのテストケースに適用した結果，操作対象となるWeb要素の94%を特定し，68%のテストケースで全てのWeb要素を特定することに成功した．

本論文の成果は，End-to-Endテストにおけるテストスクリプトの実装と保守の労力を削減する上で有用な手法の開発を行っており，実際のビジネスにおけるWebアプリケーション開発の効率化に大いに寄与するものである．よって，博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものと認める．