

論文の内容の要旨

論文題目	Software Test Automation for Database Applications with Graphical User Interfaces
学位申請者	丹野 治門

ソフトウェアテストの効率化は、ソフトウェア開発における QCD (Quality, Cost, Delivery) を改善するために重要である。ソフトウェアテストの主要タスクとして、テスト設計、テスト実行、テスト結果確認、バグ原因箇所特定、プログラム修正の5つがある。

ソフトウェアを構成する小さな部品の機能の動作を確認する単体レベルのテストについては、例えば Microsoft Visual Studio IntelliTest や JUnit など、テスト設計、実行、結果確認を支援する技術が普及してきており、開発現場でも活用されている。また、単体レベルでテスト対象となる機能は規模が小さいため、バグ原因箇所特定、プログラム修正が比較的容易である。一方で、ユーザインタフェースや、データベース (DB) など含めた複数のモジュールを組み合わせてソフトウェアの動作を確認する結合レベルのテストでは、テスト実行については Selenium などのテスト自動化ツールが普及してきているが、テスト設計、テスト結果確認については手動で行うことが多いのが現状である。加えて、結合レベルでテスト対象となる機能は、複数のモジュールが組み合わさって動作する上、ソフトウェアへの入力と、入力を受け取ったときのソフトウェアの状態の様々な組み合わせによりプログラムの挙動が複雑に変化するため、テストで検出されたバグの原因箇所特定にも手間がかかる。

本論文では、近年多く開発されておりリリースサイクルが短いため、テストの効率化が強く求められている、Webアプリケーションやゲームアプリケーションのような、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) をもつ DBアプリケーションを対象として、テスト設計、テスト結果確認、バグ原因箇所特定における主要な課題4つをそれぞれ解決する手法を提案している。そして、提案手法と既存の手法/ツールを組み合わせることにより、テスト工程全体の自動化を進め、効率化することを目指す。

GUIをもつDBアプリケーションは進化のスピードが速く、多様な実装技術で構成されるという特徴がある。この特徴を踏まえ、本論文では最初に、テスト自動化における要件を示した上でテストの現状と既存手法を俯瞰し、テスト設計、テスト結果確認、バグ原因箇所特定における主要な課題4つを明らかにしている。

第一の課題は、テスト設計において、モデルベーステスト(MBT)の考え方に基づいて各テストケースの事前条件となるDB初期状態を生成する既存手法が、実用システムの複雑なビジネスロジックに対して適切なDB初期状態を生成できない点である。これに対し、本論文では、設計モデルに基づき、複雑なビジネスロジックがあった場合でも適切なDB初期状態を生成できる手法DDBGenを提案している。そして、企業における開発案件3つを題材として、提案手法の有効性を示した。

第二の課題は、上述したDB初期状態を生成する既存手法が、テストケース1つにつき1つのDB初期状態を生成するため、DB初期状態の数とサイズが増え、管理コストが大きくなる点である。これに対し、本論文では、DDBGenを拡張し、複数のテストケースで共有できるDB初期状態を生成することで、DB初期状態の数とサイズを削減する手法DDBGenMTを提案している。そして、企業における開発案件3つを題材として、提案手法の削減効果を示した。

第三の課題は、アプリケーションの新旧版の画面を比較して差異を検出することで、テスト結果確認を支援する既存手法である画像ベースVisual Regression Testingが、新版で画面全体に影響の出る変更があると、適切に比較を行えず、ソフトウェア進化への対応が難しい点である。これに対し、本論文では、画面全体に大きな影響を与える変更があった場合でも、適切に差異を検出できる手法ReBDiffを提案している。そして、実世界のPCWeb、モバイルWeb、Electronアプリケーションの画面を題材として、提案手法の有効性を示した。

第四の課題は、バグ原因箇所特定において、プログラムを一時停止させる既存のデバッグ手法は、本研究が対象とするような双方向性、実時間性の高いプログラムに向かないという点である。これに対し、本論文では、プログラムの実行位置の情報と変数情報を実時間で出力して表示することで、プログラムを停止させずにデバッグすることが可能な手法を提案している。さらに、C#における実装SLDSharpについても述べている。そして、Unityで実装されたゲームプログラムを用いたケーススタディを用いて、提案手法の有用性を示した。

最後に、更なるテスト効率化に向けた課題と、その課題解決に向けた議論を行った。

論文審査の結果の要旨

学位申請者氏名 丹野 治門

審査委員主査 岩崎 英哉

委員 久野 靖

委員 沼尾 雅之

委員 南 泰浩

委員 寺田 実

本論文は「Software Test Automation for Database Applications with Graphical User Interfaces」という題目で、全8章から構成されている。

第1章は「Introduction」と題し、研究の背景となるテストについて概観し、本研究が取り組む課題と目指すゴールについて説明している。テストの効率化は、ソフトウェア開発のQCD改善における要である。単体テストでは自動化が進んでいる一方、結合テストでは手動の作業が多く残されており、課題となっている。本研究では、グラフィカルユーザインタフェース(GUI)をもつデータベース(DB)アプリケーションの結合テストを対象として、4つの主要課題の解決に取り組む。そして、これらの手法と既存手法を組み合わせ、テスト全体をより効率化することを目指すことを述べている。

第2章は「Testing of DB Applications with GUIs」と題し、GUIをもつDBアプリケーションにおけるテスト自動化の現状について述べた上で、テスト設計、テスト結果確認、バグ同定における主要な課題4つを明らかにしている。

第3章は「Design Model-based Initial DB State Generation」と題し、テスト設計において、モデルベーステスト(MBT)の考え方に基づいて各テストケースの事前条件となるDB初期状態を生成する既存手法が、実用システムの複雑なビジネスロジックに対して適切なDB初期状態を生成できないという課題を扱っている。本論文は、設計モデルに基づき、複雑なビジネスロジックがあった場合でも適切なDB初期状態を生成できる手法DDBGenを提案している。そして、企業における開発案件3つを題材として、提案手法の有効性を示した。

第4章は「Reducing Number and Size of Initial DB State」と題し、上述したDB初期状態を生成する既存手法が、テストケース1つにつき1つのDB初期状態を生成するため、DB初期状態の数とサイズが増え、管理コストが大きくなるという課題を扱っている。本論文では、DDBGenを拡張し、複数のテストケースで共有できるDB初期状態を生成することで、DB初期状態の数とサイズを削減する手法DDBGenMTを提案している。そして、企業における開発案件3つを題材として、提案手法の削減効果を示した。

第5章は「Region-based Essential Differences Detection」と題し、アプリケーションの新旧版の画面を比較して差異を検出することで、テスト結果確認を支援する既存手法である画像ベースVisual Regression Testingが、新版で画面全体に影響の出る変更があると、適切に比較を行えず、ソフトウェア進化への対応が難しいという課題を扱っている。本論文では、画面全体に大きな影響を与える変更があった場合でも、適切に差異を検出できる手法ReBDiffを提案している。そして、実世界のPCWeb, モバイルWeb, Electronアプリケーションの画面を題材として、提案手法の有効性を示した。

第6章は「Suspend-less Debugging」と題し、バグ同定において、プログラムを一時停止させる既存のデバッグ手法は、本研究が対象とするような双方向性、実時間性の高いプログラムに向かないという課題を扱っている。本論文では、プログラムの実行位置の情報と変数情報を実時間で出力して表示することで、プログラムを停止させずにデバッグすることが可能な手法を提案した。また、C#における実装SLDSharpについて述べている。そして、Unityで実装されたゲームプログラムを用いたケーススタディを用いて、提案手法の有用性を示した。

第7章は「Toward More Efficient Testing」と題し、更なるテスト効率化に向けた課題と、その課題解決に向けた議論を行っている。

第8章は「Conclusion」と題して、本論文をまとめている。

本論文はGUIをもつDBアプリケーションのテスト自動化に関する一連の研究を扱ったものであり、以下の貢献がある。

- ・テスト自動化における課題について議論し、4つの主要な課題を明らかにした。
- ・設計モデルからDB初期状態を自動生成する手法DDBGen, DDBGenMTを提案した。
- ・領域単位で画面画像を比較して差異を検出しテスト結果確認を支援する手法ReBDiffを提案した。
- ・プログラムを停止させないデバッグ手法を提案し、SLDSharpとして実装した。
- ・更なるテスト効率化に向けた議論を行った。

本論文は、ソフトウェアテストの効率化における主要な課題を解決しており、ソフトウェア工学の研究分野に対して寄与する点が少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認める。