

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (情報科学)	氏名	郭 秀景
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目			
A Study on Improvement of Automated Test Input Generation with Machine Learning Techniques in Software Testing (ソフトウェアテストにおける機械学習技術を用いた自動テスト入力生成の改善に関する研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	岡村 寛之	
審査委員	教 授	平嶋 宗	
審査委員	教 授	土肥 正	
審査委員	教 授	劉 少英	
審査委員	東京都立大学 准教授	肖 霽	
〔論文審査の要旨〕			
本論文では、機械学習を用いたソフトウェアテストにおけるテスト入力生成について議論している。			
第 1 章では、ソフトウェアテストに関する諸問題の紹介と、本論文で扱うテスト入力生成の位置づけならびに、解決すべき問題の整理を行っている。			
第 2 章では、生成型敵対ネットワーク (GAN) に基づく自動テストデータ生成のためのフレームワークを開発している。GAN とは、与えられたデータを模倣するデータを生成する機械学習モデルであり、ここでは、GAN をソフトウェアの実行パスを模倣するために使用している。また、GAN でいくつかの新しいテストデータを生成し、いくつかの選択戦略に従ってブランチカバレッジを改善するテストデータを選択している。数値実験では GNU Scientific Library の 2 つのモジュールを使用して、いくつかの手法と定量的に比較することで、提案した手法の有効性検証を行っている。			
第 3 章は、境界値分析 (BVA) に焦点を当てている。境界値とはソフトウェアが異なる振る舞いとなる入力空間の境界であり、経験的に境界値付近にバグが存在することが知られている。そのため、BVA を使用してテストケースを設計することで、より多くのエラーを検出し、テスト効率を向上させることができる。この章では、境界値付近のテストケースを自動生成するための機械アプローチを提案している。具体的には多層パーセプトロンで、与えられた二つのテスト入力異なるドメインかどうかを判断するモデルを構築し、そのモデルの出力を使用して、マルコフ連鎖モンテカルロに基づいたテスト入力を作成している。実験では、ランダムテストとコンコリックテストによって生成されたテスト入力と比較し、実際のプログラムに埋め込んだバグの発見率により比較を行っている。			
第 4 章では、BVA のための境界カバレッジメトリックについて議論している。BVA は			

強力なテストケース生成法であるが、どのくらいのパターンをカバーしたかを表すカバレッジ基準がない。そのため、生成した境界値によるテストケースが十分かどうかの判定が難しい。本章では、境界カバレッジ距離 (BCD) と呼ばれるメトリックを定義することによって、BVA に関してテストカバレッジを評価することに焦点を当てている。BCD は、与えられたテストセットが境界をどの程度カバーしているかを計測することができことが示される。また、BCD を最小化するための最適なテスト入力生成について提案されている。第3章同様に、実際のプログラムに埋め込んだバグを発見する割合でその他のテスト入力生成方法と比較事件を行っている。

最後に、第5章において、本論文のまとめと今後の研究課題について言及している。以上、本論文はソフトウェアテストにおいて機械学習を用いたテスト入力生成アルゴリズムを提案しその性能について実験的な評価を行っている。審査の結果、本論文の著者は博士 (情報科学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。