

審査の結果の要旨

氏 名 前澤 悠太

本論文は、Ajax Webアプリケーションの予防保守、すなわち、テスト環境では発見されないがユーザ環境において顕在化するエラーを未然に防ぐことを目的としている。本研究では、その目的を達成するため、Ajax Webアプリケーションの解析とテストの手法を提案・実装し、その評価を行っている。

近年のWebアプリケーションでは、豊かなユーザ体験を実現するために、クライアント側におけるAsynchronous JavaScript and XML (Ajax) 技術が多用されている。すなわち、Ajax技術を実装したWebアプリケーション (Ajax Webアプリ) は、ユーザイベントに応じて更新データを非同期的に取得することにより応答性を高め、ユーザ体験の質を向上させている。しかしながら、Ajax技術のイベント駆動性・非同期性により、開発者がAjax Webアプリの全ての実行状態を把握することは難しいため、上述したように、ユーザ環境において初めて顕在化するエラーが生じる可能性が高い。

本研究では、①Ajax Webアプリから静的に状態遷移モデルを抽出する手法、②Ajaxデザインパターンから得られるオラクルを用いて状態遷移モデルを検査する手法、③モデル検査によって得られた状態遷移列をテスト環境において顕在化させるためにAjax Webアプリが通信結果を処理するタイミングをコード変異操作によって調整する手法を提案・実装している。

本論文は8章から成る。第1章では本研究の動機が述べられた後、提案手法が紹介され本研究の貢献が簡潔にまとめられている。第2章では、Ajax Webアプリ開発の背景について詳述されている。

第3章では、①状態遷移モデルを抽出する手法が詳述されている。実行時に定まるDOMは静的に解析できないため、提案手法ではAjax Webアプリの状態を変化させる相互作用 (例えば、マウスクリックやサーバレスポンス) に着目し、ソースコード上のイベントハンドラから静的に抽出できる相互作用に基づいて、Ajax Webアプリの (実行可能性に依存しない) 状態遷移モデルを抽出する。

第4章では、②Ajaxデザインパターンから得られるオラクルを用いてモデル検査を行う手法が詳述されている。状態遷移モデルの正しさの検証にモデル検査技術を適用するためには、正しい振舞いを表す不変条件が必要だが、Ajax Webアプリの相互作用に関わ

る正しい振舞いの一般的な定義はないため、提案手法では、Ajax Webアプリ開発のノウハウをまとめたAjaxデザインパターンから相互作用に関わる振舞いをオラクルとして合成する。そして提案手法では、モデル検査器（SMV）を用いて状態遷移モデルの中でオラクルに反する状態遷移列を探索する。

第5章では、③モデル検査によって得られた状態遷移列をテスト環境において顕在化させる手法が詳述されている。提案手法では、Ajax Webアプリが同期的・非同期的な通信結果を処理するタイミングを調整するコード変異操作を定義する。変異操作により通信遅延を繊細に調整することが可能であり、通信遅延に依存する潜在的な欠陥が原因となるエラーを顕在化させることができる。

第6章では、提案手法の評価を、予備的なケーススタディおよび現実のAjax Webアプリに対して行っている。現実のAjax Webアプリに提案手法を適用した結果、提案手法により脆弱性に関わるエラーを顕在化させることができ、既存の解析・テスト手法ではそれらを検出できないことが確認されている。

第7章では関連研究が詳述され、第8章では本研究の貢献が改めてまとめられている。

以上を総じて、本研究によって提案・実装された手法は、Ajax Webアプリに対して新たに開発した静的解析、モデル検査、変異操作を適切に組み合わせることにより、現実のAjax Webアプリにおける脆弱性に関わるエラーを顕在化させることに成功している。したがって、Ajax Webアプリの潜在的な欠陥を発見しデバッグする予防保守に役立つと考えられ、特にソフトウェア工学に対する貢献が顕著である。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。