

論文内容の要旨

博士論文題目 ソースコード解析に基づくソフトウェア品質確保

氏名 佐藤 慎一

ソフトウェア開発において、限られた開発期間で品質を確保するためには、上流工程での十分な検討に加えて、下流工程においてもコーディングにおける品質の作りこみ、試験における適切なリソース配分、デバッグ作業の効率化がそれぞれ重要となる。本論文では、ソースコード解析がこれら3つの観点いずれにおいても利用可能な技術である点に着目し、実用規模のソースコードを解析した結果からコーディングにおける品質作りこみと試験におけるリソース配分の基準となる指針を得るとともに、ソースコード解析法のひとつである依存関係解析に基づくデバッグ支援ツールを提案する。具体的な成果は次のとおりである。

(1) コードクローンと保守性・信頼性との関係の定量的評価

コードクローンはソフトウェアの信頼性や保守性を低下させる一要因であると考えられているが、その定量的な評価は行われていない。本研究では、あるレガシーソフトウェアを題材としてコードクローンと保守性・信頼性との関係を定量的に分析した。その結果、コードクローンを含むモジュールは含まないモジュールよりも信頼性が平均的に40%高く、保守性が平均的に40%低かった。この結果から、コーディング時にコードクローンを生成する場合に保守性と信頼性の間のトレードオフについて考慮する必要があることを示した。

(2) レガシーソフトウェアにおける fault-prone モジュール予測の有効性評価

これまで、モジュールメトリクスに基づき欠陥を含む可能性のある(fault-prone)モジュールを分類するモデルが多く提案されているが、直近のデータしか利用できないレガシーソフトウェアにおける適用事例はほとんど報告されていない。本研究では、あるレガシーソフトウェアを題材として判別分析、ニューラルネットワーク、分類木の3つのモデルを用いて予測精度の評価を行った。その結果、レガシーソフトウェアにおいてもこれらの予測モデルが fault-prone モジュールの絞込みに効果があり、試験の効率化が図れることを示した。

(3) プログラムスライシング・部分評価機能を組み込んだデバッグ支援ツール

デバッグ対象範囲の効率的な絞り込みを目的として、プログラムスライシングおよび部分評価によってソースコードから特定の入力または出力に関係する文のみを抽出し、実行できる機能を持ったデバッグ支援ツールを提案する。試作したツールを用いた実験の結果、誤った出力を示した変数に関する部分のみを抽出することで、デバッグ範囲を33行から25行に絞ることができ、欠陥の発見が容易になることを確認した。

氏名	佐藤 慎一
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本論文では、ソースコード解析の結果に基づき、試験、デバッグ作業を効率よく行う手法の提案、および、コードクローンの生成に関する指針を示している。

まず、ソースコード解析手法としてコードクローン抽出に着目し、実際のレガシーソフトウェアを対象としてモジュールに含まれるコードクローンとソフトウェアの信頼性・保守性との関係を分析している。その結果、コードクローンは、保守コスト増大の原因となり得るが、信頼性の低下を抑える場合があり、信頼性と保守性はトレードオフの関係にあることを示唆する結果を得ている。このことは、コードクローンは生成すべきでないという従来の原則論に対し、特に保守工程において短期的に信頼性を確保したい場合に、クローンを生成してもよいケースがあるという新たな視点を保守現場に与えた点で新規性、有用性ともに大である。

次に、試験の効率化を目的として、モジュールメトリクスに基づいて、仕様書等の開発時の文書が乏しいレガシーソフトウェアにおける **fault-prone** モジュール予測の有効性を評価している。その結果、判別分析、および、ニューラルネットワークモデルにより予測した場合において、**Alberg Diagram** を用いて **fault-proneness** の度合いに応じてモジュールを順位付けすることにより、試験を重点的に行うべきモジュールの特定が可能であることを示した。従来、これらの予測モデルを現実的な環境で評価した事例は極めて少なく、本論文の結果は、予測モデルを産業界へ適用していくための一つの成功事例として大変有用である。

さらに、プログラムスライシングおよび部分評価手法を取り入れたデバッグ支援ツールを提案している。従来、スライシングおよび部分評価によりバグ存在範囲の絞り込みが可能であることは示されていたが、そのツール化はほとんど試みられていなかった。本論文では、現実のデバッグ作業を想定した支援ツールとして実装し、実験を通してバグの絞り込みが容易に行えることを示している。この結果は、スライシングおよび部分評価に関する従来の研究成果を産業界へ適用していく上で大変有用である。

以上のとおり、本論文は、ソフトウェア品質確保作業である試験やデバッグをソースコード解析で得られた結果を用いて支援する手法を提案するとともに、実用規模のソフトウェアを対象とした実験結果に基づいてそれらの作業を行う際の指針を提供するものである。これらの研究成果は、ソースコード解析技術とソフトウェア開発現場との橋渡しとなり、ソフトウェア業界の発展に大きく貢献するものであり、本論文は博士(工学)論文として価値あるものと認める。