

論文内容の要旨

博士論文題目 Towards a Better Understanding of the Impact of Experimental Components on Defect Prediction Models

氏名 Chakkrit Tantithamthavorn

ソフトウェア開発において、ソフトウェア中に欠陥がないことを保証するソフトウェア品質保証 (SQA) チームの役割は非常に重要である。ただし、SQA 作業に割り当てることのできる人的資源 (工数) には限りがあり、特に、大規模ソフトウェアの開発において、テストやコードレビューといった SQA 作業を徹底的に行うことは現実的ではない。SQA 諸作業への工数割り当てにおける優先順位付けは、SQA において解決すべき重要な技術的課題の一つである。

欠陥予測モデルを用いることで、ソフトウェアモジュールを、欠陥が含まれる可能性の大小により順位付けし、モジュールの諸特性が欠陥の有無に与える影響度が明らかになる。SQA チームは、同モデルによる予測と洞察に基づき、限りある工数を欠陥が存在する可能性が高いモジュールに優先的に割り当て、欠陥の見逃しをできるだけ回避することになる。ただし、モデル利用において、データセット、メトリクス、判定基準といった実験的要素がモデルに与える影響を制御できない場合、モデルから得られる予測と洞察は正確性と信頼性を欠き、誤った意思決定をもたらすことになる。

本論文では、実験的要素が欠陥予測モデルの性能等に与える影響を明らかにする。具体的には、これまで見落とされてきた3つの実験的要素「欠陥報告書における虚偽記載」、「欠陥を含むモジュールとなるかどうかの判定におけるパラメータ最適化」、「モデル妥当性評価法」の影響について明らかにする。商用ソフトウェアおよびオープンソースソフトウェアを対象としたケーススタディの結果、(1) 欠陥報告書における虚偽記載は、欠陥予測モデルの精度には影響しない、(2) 欠陥を含むモジュールとなるかどうかの判定におけるパラメータの自動最適化は、欠陥予測モデルの安定性を本質的に向上させる、(3) サンプル外ブートストラップ検証法は、モデルのバイアスとバリエーションを共に比較的小さくし、従来から広く用いられている単一ホールドアウト検証法や一連の交差検証法よりも優れている、ことが分かった。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、ソフトウェアを構成するモジュールに、現在から将来のある時点において、欠陥が含まれるかどうかを予測(推定)するモデルの精度向上を目的としている。モデルの予測精度は、モデルの定義などから定性的に決定される部分と、モデルを実データに適用する手法や技術(実験的要素)に依存する部分がある。従来研究の多くが前者に着目しているのに対し、本論文では、後者に焦点を当て、3つの実験的要素「欠陥報告書における虚偽記載」、「欠陥を含むモジュールとなるかどうかの判定におけるパラメータ最適化」、および、「モデル妥当性評価法」がモデルの予測精度に与える影響を、商用ソフトウェアおよびオープンソースソフトウェアを対象としたケーススタディの通じて明らかにしている。

「欠陥報告書における虚偽記載」に関しては、モデルの予測精度に有意な影響はないことを明らかにしている。このことは、虚偽、あるいは、不正確な記載が見られる欠陥報告書が含まれる、いわゆる、ノイズが含まれるデータであっても、モデル構築用データとして用いることができることを意味する。「欠陥を含むモジュールとなるかどうかの判定におけるパラメータ最適化」に関しては、自動最適化手法により、予測精度の安定性が向上することを明らかにしている。安定性向上は、モデルの適用範囲を拡げると共に、モデル適用が適当でない場合の検知を容易にする。「モデル妥当性評価法」に関しては、サンプル外ブートストラップ検証法が、モデルのバイアスとバリエーションを共に比較的小さくし、従来から広く用いられている単一ホールドアウト検証法や一連の交差検証法よりも優れていることを明らかにしている。モデルのバイアスとバリエーションはトレードオフの関係にあり、その両立は難しいとされている。

以上のとおり、本論文は、ソフトウェア開発における欠陥予測モデルの精度に、データ適用手法・技術(実験的要素)が与える影響を明らかにするものである。ケーススタディで得られた結果は、欠陥予測モデルの適用指針とも呼べるものであり、研究と実践の両面において、モデルの改良や普及を促進することになる。ソフトウェア開発における正確な欠陥予測は、品質低下だけでなく、工数超過や納期遅延といった開発上のリスクを未然に防止する、あるいは、軽減するという点で、大変重要な技術であり、当該領域の学術研究の発展にも大きく貢献することから、博士(工学)論文として価値あるものと認める。