

論文内容の要旨

博士論文題目 判別モデルに目視評価を組合せた **fault-prone** モジュール判別手法

氏名 笠井 則充

ソフトウェアモジュールに対する **fault-prone** 判別を、従来の判別モデルに目視評価を組合せて行う方法を提案する。一般的な判別モデルではソースコードやその更新履歴の特性値群を入力データとし、モジュールが不具合を含む度合いを出力する。これが基準値を超えるとそのモジュールには不具合が含まれると推定する。ただし、「コメント行の記述された注釈と実際のソースコードが一致していない」、「プラットフォーム依存の実装となっている」といった、潜在的な不具合の存在や兆候をそれら特性値から捉えることは困難であり、モデルだけで判別精度を高めることには限界があるとの指摘がある。潜在的な不具合の検出には目視評価が有効であるとされているが、目視評価には多くの時間・工数が必要であり、実用規模のソフトウェアに適用することは現実的ではない。提案法では、受入れ検査工程を対象に、従来の判別モデルによる評価結果に基づいて目視評価すべきモジュールを選定することで、目視評価のコストを抑えつつ、より高精度な **fault-prone** 判別を目指す。具体的な成果は次のとおりである。

(1) 判別精度の向上

判別モデルによる判別得点と目視評価による判別得点の和を **fault-prone** 判別得点とすることで、**fault-prone** 判別の精度が向上することを実験により確かめた。具体的には、判別モデルによる判別得点に基づいて、全モジュールの $\alpha\%$ にあたるモジュールのみを目視評価の対象とした。また、「判別モデルにより発見される不具合の期待値と目視評価により発見される不具合の期待値の比 β 」を過去プロジェクトの不具合データから算出し、目視評価による判別得点に乗じた上で判別モデルによる判別得点に加え **fault-prone** 判別得点とした。目視評価の対象とするモジュールの選定には、判別モデルによる判別得点の昇順、降順など計 4 種類の方法を用い、判別精度の比較を行った。いずれの方法においても、 α 、 β を適切に与えることで、判別モデルだけを用いるよりも高精度で判別可能であることを確認した。**fault-prone** 判別に適しているとして広く用いられているサポートベクタマシンを用いた場合、 α が 40% のとき判別精度が最大となった。

(2) 目視コストの低減

規模の小さいモジュールにおいて目視評価の一部を省略するスコアリング方法を開発した。実験により、目視評価の一部を省略しない場合と同程度の判別精度を保ちながら、43% の工数を削減できることがわかった。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、ソフトウェアモジュールに対する *fault-prone* 判別において、判別モデルのみを用いる従来法に目視評価を組合せることで、高い判別精度を実現しようとするものであり、商用ソフトウェアを対象とした評価実験によりその妥当性や有用性を確認している。不具合を含む可能性の高いモジュール (*fault-prone* モジュール) を、受入れ検査の初期に実施することは、スケジュール遅延や場当たりのモジュール修正を防ぐ上で非常に重要である。

提案法では、*fault-prone* 判別得点の算出において、判別モデルによる判別得点と目視評価による判別得点を単純に合計するのではなく、「判別モデルにより発見される不具合の期待値と目視評価により発見される不具合の期待値の比」を目視評価による判別得点に乗ずることで、2つの評価のバランスがとられるようになっている。また、判別モデルによる判別得点に基づいて、一部のモジュールのみを目視評価の対象とすることで、判別精度を低下させることなく目視評価コストの低減を実現している。また、目視評価コストのさらなる低減が容易となるよう、対象ソフトウェアの目的や要求される品質に合わせて「チェックリスト形式の質問とその採点基準」を事前に定義する方法 (スコアリング方法) が採用されている。

提案法の評価においては、判別モデルとして、ランダム、サポートベクタマシン、ソースコードメトリクス (ソースコード行数) の3種類、目視評価の対象とするモジュールの選定方法として4種類を設定し、それらすべての組み合わせにおいて、判別モデル単体による判別精度との比較を行っている。結果として、いずれの組み合わせにおいても、提案法による判別精度は、判別モデル単体によるものよりも高いことが確かめられた。このことは、提案法が、判別モデルの種類や特性に大きな影響を受けず、また、目視評価の対象とするモジュールの選定にもある程度の自由度を有しながら、従来法よりも高い判別精度を実現していることを示している。

提案法の評価では、目視評価コストの低減にも大きく貢献することが確かめられている。*fault-prone* 判別に適しているとして広く用いられているサポートベクタマシンを判別モデルとして用いた場合、全モジュールの40%だけを目視評価の対象としても、判別精度が低下しないことが確認された。更に、個々の目視対象モジュールの規模に応じて目視評価の項目を削減することにより、判別精度を保ちながら、目視評価コストを43%も削減可能であることも確かめられた。

以上のとおり、本論文は、ソフトウェアモジュールに対する *fault-prone* 判別においてより高い精度を実現する新しい方法を提案すると共に、その妥当性や有用性を具体的に示すものである。判別コストに関しても詳細な検討が加えられており、学術面ではもちろんのこと、ソフトウェアの開発現場での活用も期待される実用性の高い成果となっている。ソフトウェア工学およびソフトウェア産業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。