

論文内容の要旨

博士論文題目 ソフトウェア開発の超上流工程における非機能要件の定量的評価

氏名 齊藤 康廣

本論文では、委託ソフトウェア開発プロジェクトの超上流工程においてユーザ(発注企業)が作成する「提案依頼書(Request for Proposal: RFP)」の品質を、RFP で示されるべき非機能要件(NFR)に関する記述の明確さの観点で定量的に評価する方法を提案する。RFP は、ソフトウェアの委託開発のベースとなる重要な文書の一つであり、その品質は、ソフトウェア開発を成功させる上で極めて重要であるとされている。

まず、ユーザにとって重要度の高い「保守と運用に関する55個のNFR」に評価対象を限定した上で、要件記述の明確さを最大5段階で評価するためのメトリクスを定義した。6つのドメイン(地方自治体、図書館、官公庁、独立行政法人、大学、病院)におけるRFP29件を対象としたケーススタディにより、記述が不十分なNFRを特定できるだけでなく、基準値と比較することで、特に改善が必要なNFRを明らかにできることを確認した。

次に、評価の自動化を目的として、RFPに含まれる各NFRに関するキーワード(NFRキーワード)の出現頻度を学習データとする教師あり機械学習によるNFR評価法を実現した。具体的には、自然言語で記述されたRFPからNFRキーワードを抽出し、NFRキーワードの出現頻度とNFR記述の明確さとの関係をランダムフォレスト法によりモデル化する。RFP70件にモデルを適用し、非機能要件26個を評価した結果、人手による3段階評価との一致率は平均69.8%、±1段階の誤差を許容した一致率は平均97.2%となった。

最後に、NFRキーワードの出現頻度の加重和によるNFR評価を実現した。重み付けには、出現頻度が極めて高いNFRキーワードの評価を出現頻度が極めて低いNFRキーワードに対してその差を平準化する「拡張TF-IDF法」を用いた。RFP161件に提案法を適用した結果、人手による評価値との相関係数は0.22~0.43となった。重み付けに更なる改良が必要ではあるが、モデル構築に必要な学習データが得られない状況にあっても、NFRの自動評価が可能であることを示すことが出来た。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、委託ソフトウェア開発プロジェクトの超上流工程において作成される「提案依頼書 (Request for Proposal: RFP)」の品質を、「非機能要件(NFR)に関する記述の明確さ」の観点で定量的に評価する方法を提案するものであり、ケーススタディや評価実験によりその妥当性や有用性を確認している。RFP の品質が低いと、下流工程において多くの手戻り(作業のやり直し)が発生するだけでなく、上流工程においても要求仕様書等の作成に多くの工数が必要となる。NFR の記述の明確さに限ったとしても、その品質の定量的評価が実現することの意義は大きい。

提案法では、まず、RFP に関するガイドラインやソフトウェア開発者へのインタビューに基づき、保守と運用に関して重要と考えられるNFR55個を選定し、それぞれの記述の明確さを最大5段階で評価するための定量的尺度(メトリクス)を定義している。評価結果はレーダーチャートで示され、NFRそれぞれの基準値(高品質なRFPにおける評価平均値)が付記されるので、どのNFRをより明確に記述すべきかを容易に知ることができる。ただし、メトリクスに基づく評価は人手で行う必要がある。評価作業が煩雑なだけでなく、RFP や NFR 記述に関する知識を有する者でなければ有意な評価が行えない可能性もある。そこで、自然言語処理と機械学習の技術を応用し、RFP に含まれる各NFRに関するキーワード(NFRキーワード)の出現頻度に基づくRFP自動評価法が提案されている。提案法では、既存のRFPにおけるNFRキーワードの出現頻度を学習データとする教師あり機械学習により評価モデルを構築する。更に、学習データが十分に得られない場合にも対応するため、NFRキーワードの出現頻度の加重和によるNFR評価法も提案されている。

提案したNFR評価尺度(メトリクス)の評価においては、6つのドメインにおけるRFP29件が、自動評価法の評価においてはより多くRFP70件が、NFRキーワードの出現頻度の加重和による評価法の評価においては、さらに多くRFP161件が、それぞれ用いられている。評価に用いられているRFPは、いずれもウェブ上で公開されているものであり、公共性の高いドメインに属するシステムに偏っているきらいはあるが、それらに基づいて実際にソフトウェア開発が行われた実用規模のRFPである。

以上のとおり、本論文は、委託ソフトウェアの提案依頼書(RFP)の品質を定量的に評価する方法を提案し、実用規模のRFPに基づいてその妥当性や有用性を具体的に示すものである。評価の自動化についても取り組んでおり、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。