

氏名(本籍)	長野伸一(高知県)
学位の種類	博士(工学)
学位授与番号	甲第1号
学位授与日付	平成17年3月25日
専攻	システム工学専攻
学位論文題目	ユーザ視点による制御系ソフトウェア測定法とその評価
学位論文審査委員	(主査)教授 鯨坂恒夫 (副査)教授 瀧寛和 助教授 満田成紀

論文内容の要旨

1 研究動機

コンピュータ利用技術の進化, CPU やその他の装置の小型化と高性能化, 通信インフラの普及等で, 日常身の回りの社会基盤にコンピュータの利用が広がっている. その反面, コンピュータシステムの不具合から社会的に大きな影響を与える事故も増えている. 今や, コンピュータシステムに対するリスク管理はコンピュータシステムの開発者のみならず, ソフトウェアの製造を依頼する要求者の課題でもある.

要求者がコンピュータシステムのリスクに備えるには, 製造時から検討する必要がある. 要求者は, コンピュータシステムの製造を発注し, 納品を受け, 運用してサービスを提供する. この流れの中で, 要求者のリスクは発注時から発生している. 例えば, 開発コストの見積もり, 品質や性能条件の設定等である.

要求者が, これらのリスクに対して備えるためには, 要求者のためのリスク回避手法が必要である. 中でも, コンピュータシステムの中核を担うソフトウェアに関わるリスク回避が重要である. 要求者にとってのソフトウェアとは, 機能・性能・品質・コストの四つの側面から捉えることができる. そこで, これら四つの側面からリスクを回避する方法を考えればよい.

ソフトウェアの四つの側面の内, 品質やコストはそのソフトウェアの規模に依存する. 要求者にとってのソフトウェアの規模とは, 当該ソフトウェアの機能を意味する. 従って, 機能を基としたソフトウェアの定量化がリスク回避への第一歩となる.

ソフトウェアの定量化の研究は, メトリックスとして, ソフトウェア工学の重要なテーマの一つであり, 様々な研究がなされている. それらの研究の内, 我々の研究に必要な条件は,

- ユーザ視点であること
- 開発の初期で適用できること
- 要求者と開発者の両方が共有できる情報を元としていること

である.

上記の条件を満足し, 昨今のコンピュータシステムの多様な適用を鑑みて, リアルタイムシステムにも適用可能な手法であることを条件に加えると, COSMIC FFP(以後 CFFP と略す)が適当である.

本論文では, 要求者に対するソフトウェア開発時のリスク回避の基礎データとして, CFFP を用いた測定を実用的に行う検討とその結果を示す.

2 CFFP 概要

CFFP はソフトウェアの機能規模を測定する機能規模測定法である. 1999年にCOSMICコアチームにより提案され, 世界的な規模でフィールドトライアルを実施し, 2003年2月にISOにて国際標準となった機能規模測定法である. CFFPはファンクションポイント法の一つであり, その特徴は,

- ユーザ視点でソフトウェアを捕らえること
- 要求機能を定量化すること
- リアルタイムシステムにも適用できること

である.

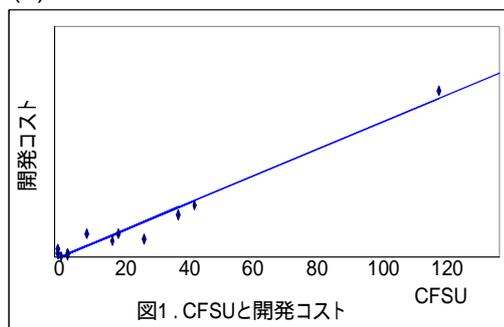
3 CFFP の評価

CFFPは要求者のリスクヘッジに利用するソフトウェアの規模尺度として, 条件を満足している. しかし, CFFP自体が比較的新しい手法であり, ソフトウェアの開発現場で実用的に使用できるか否かの判断が必要であった. そこで, 実際の商用ベースのソフトウェアを用いて, 実的に使用できるか否かの評価を行った. その結果を図

1に示す。図1はCFFPによる測定結果と開発コストの相関を示した図である。

評価の結果、開発コストと測定結果の間には、一次相関レベルで高い相関があることが得られた。しかし、二つの課題も明らかになった。すなわち、

- (1)定義が曖昧なことによる理由で測定結果が異なること
- (2)測定コストが大きいことである。



4 拡張CFFPの提案

前章(1)の課題は、測定作業を行った実験者へのアンケート調査で明らかになった。問題の箇所は、機能の捉え方に関するものである。測定する機能が起動し、終了するまでをどのようなレベルで捕らえるかが、測定者によって異なっていた。例えば、エレベータの機能を例に挙げる。ある測定者は、エレベータのドアの開閉や籠の昇降をそれぞれ一つの機能として捕らえるかもしれない。しかし、別な測定者は人が乗ってから降りるまでの一連の流れを機能として捉えるかもしれない。現行のCFFPの場合どちらでも測定方の定義に抵触しない。しかしながら、その結果は異なる。

我々の提案は、CFFPの定義を拡張し、測定対象の中で一連に動作するものを機能として捕らえることとしたものである。それまでのCFFPの測定法を踏襲しながら、機能の捕らえ方に関して、一定の条件を示したものである。

5 簡易測定手順の提案

もう一つの課題である3章(2)は、測定コストの削減である。測定コストの削減の課題は、測定者が測定法を習熟するコストと個々の測定に要するコストの二つを含んでいる。我々はこの二つのコストの削減に取り組んだ。

我々は、測定コストを削減するために、CFFPの測定法に関する知識が無くとも、機械的な作業のみで測定を可能とする簡易な測定手順を作成した。機械的な作業のみで測定を可能とすることで、測定作業の効率化を図ることができる。

ただし、機械的に作業を行うためには、入力となる測定対象を定型のモデルとする必要がある。本論文では、昨今のオブジェクト指向の隆盛から、Executable UMLを採用した。

我々は、Executable UMLの分析モデルを入力として、CFFPによる機能量の測定を機械的に行う簡易測定手順を提案した。

我々の提案する簡易測定手順は、機械的に測定できることとExecutable UMLを入力としていることに加えて、測定手順の構築に特徴がある。測定対象であるオブジェクト指向のモデルとCFFPのモデルを互いに比較し、基本要素を対応させることを前提として測定手順を構築している。

6 分析モデルの改善方法の提案

前章で我々が提案した簡易測定手順で測定して得られた機能量と、同じ測定対象を従来の方法で測定して得られた機能量を比較すると、差が生じる。その差異の要因は、要求内容の分析が異なるためである。

CFFPでは要求された機能を計測することから、測定法の中に要求分析の作業が含まれている。Executable UMLも要求分析を行い、その結果をクラス図やコラボレーション図、状態遷移図等で表現する。両者は、同じ要求分析であっても、分析技術や測定者のスキルによって、分析結果が異なる。この分析結果の差が、機能量の測定結果の差につながっていることが得られた。

要求分析の差によって機能量が異なることは、測定目的に合致していれば問題ないが、測定者のスキルによる差は許容しがたい。そこで、不適切な要求分析を抽出し、適切な分析に改善することが必要となる。

我々は、CFFP自体が要求分析を測定作業内で行うことと、測定結果が定量的であることの二つを利用して、CFFPの測定経過を利用して不適切な分析モデルを抽出し、改善する手法を提案した。

CFFPによる機能量の測定では、機能毎あるいはデータ毎の機能量を得ることができる。我々の提案は、機能毎の機能量とデータ毎の機能量のヒストグラムを作り、その分布を調べることで、機能分割が不適当な機能や責務

の重いデータを抽出し、分析モデルの改善を図るものである。

7 まとめ

以上、我々はCFFPの評価を行い、評価結果から拡張CFFPの提案と簡易測定手順の提案を行った。また、簡易測定手順の提案の評価から分析モデルの改善方法の提案も行った。

論文審査結果の要旨

ソフトウェアシステム開発の初期の段階でそのコスト見積もりの正確化をはかる技術に関するものとして新規性・有用性ともに認められる。制御系システムを対象とし、オブジェクト指向分析との関連で議論を展開している。要求仕様に対する機能量測定方法(メトリクス)の改善と系統化、および測定機能量の分布から要求仕様自体の改善方を指摘できる技術が中心である。前者は生産現場への適用性に優れるもの、後者は要求工学における発展的視点を与え設計との接合性において新たな展開が期待できるものと判断される。以上により、本論文は博士学位論文に値するものと結論された。

最終試験結果の要旨

本論文の主張、とくに提案する機能量計測手順の実用的妥当性を従来手法と比較して審査した。また、コスト見積もり技術とともに本研究の背景となっているソフトウェア品質(信頼性)評価手法の知見についても審査を行い、良好な結果を得た。ソフトウェアシステムの運用において常に問題となるエラー処理フローの認識とその機能量測定に対する疑義が生じたが、提案する技術体系のなかで適切に取り扱えることが確認された。以上により、申請者は博士学位授与に値するものと結論された。