

商品に組み込まれたソフトウェアのフィールド信頼性予測

6Y-5

天池 学, 桑原 伸明, 飯田 茂
カシオ計算機㈱

1 はじめに

不特定多数の消費者に販売される商品に組み込まれたソフトウェア(以下、組込み型ソフトと呼ぶ)は、一般的にLSI化されているため、いったんフィールドに出荷されてから、いわゆる「バグ」が顕在化し、その結果である現象が消費者に大きな影響を与えるならば、商品の回収といった事態を招きかねない。

従って、ソフトウェアのテストが終了した時点で、ソフトウェアがLSI化される以前に、消費者(以下ユーザーと呼ぶ)に使われた時の品質、特にバグの顕在化に着目したソフトウェアの信頼性を予測する事が重要である。

本稿では、フィールドに着目したユーザー視点のソフトウェアの信頼性の考え方をまず述べ、ソフトウェアがLSI化されるまでに実施されるソフトウェアのテスト結果に絞り込み、ソフトウェア信頼性の予測について、ある商品に組み込まれたソフトウェアの事例を基に述べる。

2 ユーザー視点のソフトウェア信頼性

ソフトウェアの信頼性について、ISO/IEC/JTC1/TC97/SC7では「ソフトウェア・システムが指定された動作環境において、その期待された機能を実行できる特性、能力である」と定義し、その期待された機能が仕様書に定義されているかどうかは問わないと述べている。¹⁾ 定義にある期待された機能に関しては、「バグ」の観点から捉えた場合、次のような考え方が成立する。²⁾ (図1参照)

「ユーザーが、非合理でない範囲で、期待している通りにソフトウェアが動作しない時、ソフトウェアに障害(バグ)があると定義し、ソフトウェアの障害が表面に出る事がソフトウェアの故障である」

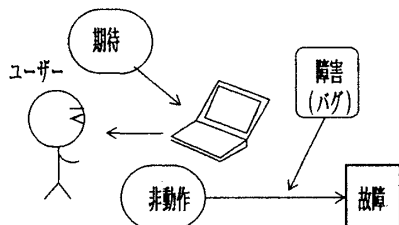


図1 故障と障害(バグ)の関係

また、特性、能力はフィールドで発生した故障がユーザーに与えた影響であり、影響度は故障の発生頻度と、故障がユーザーに与えた迷惑度(重み付け)で定量化が可能である。

以上、まとめると、ユーザー視点のソフトウェアの信頼性は、品質の一特性であって、ユーザー要求の直接的対象(機能)とはならず、ユーザーの期待(機能)の実現度の能力であり(図2参照)、その能力は、ユーザーに使われてから測定可能である。

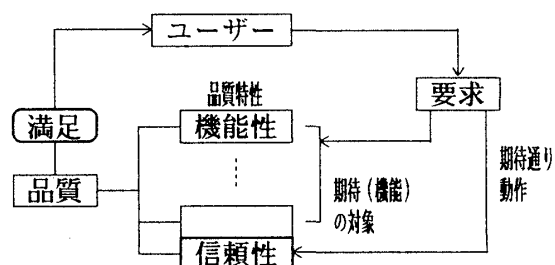


図2 品質特性におけるユーザー視点の信頼性の位置づけ

3 テスト結果に基づく信頼性の予測

テスト結果より、ソフトウェア信頼性を予測する前提は、信頼性尺度の設定である。尺度の設定は、ユーザーの使用後に発生するソフトウェアの障害による故障がユーザーに与えた影響度(R)を真の特性と捉えた場合、テスト終了時における該ソフトウェアに内在する障害数(F)と、ソフトウェアの使用環境を含めたすべての使用方法に対するテストの網羅度(E)を代用特性と捉える事ができる。

従って、信頼性尺度は、次式を満足する事を前提に設定した。

$$R = f(F, E)$$

3, 1 真の特性尺度の設定

商品がユーザーに使われてから、ソフトウェアの障害による故障の発生頻度と、その故障がユーザーに与えた迷惑度が尺度として使われるべきであるが、ユーザーを特定できない場合、ユーザー側で発生した故障と迷惑度は、すべて申告されるとは限らないため、生産者側で測定可能な尺度とした。(表1参照)

表1 組込み型ソフトの信頼性尺度の例

	発生頻度	迷惑度
尺度	$\frac{\text{申告された総故障数}}{\Sigma \text{出荷台数} \times \text{期間}}$	$\frac{\text{保守に要した費用}}{\text{申告された総故障数}}$

3.2 代用特性尺度の設定

テスト結果から計測する尺度には、テストを十分実施したかを表わす尺度と、テストを実施した結果出力される尺度がある。これらの尺度は、テストの種類によって、その重要度は決まる。組込み型ソフトウェアの場合の例を表2に示す。表2に示された野外テストは、モニター形式による商品テストの事であり、ソフトウェアがLSI化される以前に実施されるものであり、使われ方の網羅度の把握を目的としている。

表2 尺度の種類と対象テストにおける設定基準例 (0ΔX -- 重要性)

対象テストの種類		単体テスト	機能テスト	システムテスト	野外テスト
テスト 十分性	テスト項目	量	質	環境	テスト項目実施状況
	設定状況	量	質	環境	テスト項目実施状況
	テスト実施	量	質	環境	テスト項目実施状況
	状況	量	質	環境	テスト項目実施状況
テスト実施 結果の出力	障害検出	量	質	環境	テスト項目実施状況
	状況	量	質	環境	テスト項目実施状況
	プログラム	量	質	環境	テスト項目実施状況
	網羅状況	量	質	環境	テスト項目実施状況
作業状況	テスト時間	量	質	環境	テスト項目実施状況
	作業量	量	質	環境	テスト項目実施状況
	作業方法	量	質	環境	テスト項目実施状況

3.3 信頼性の予測

テスト結果から収集されたデータを基本に、代用特性尺度に従って、計測、評価を行ない、最終的に真の特性値を予測する。(図3参照)

その予測に使われる関係式は、真の特性と代用特性の関係を、それぞれの尺度の評価結果を基に多変量解析による統計的分析法により回帰的に関係を求めた回帰式によって決められる。

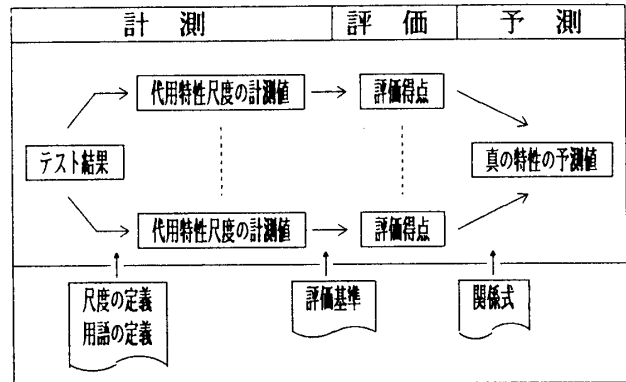


図3 真の特性値の予測方法

4 関係式の実例

表3に、組込み型ソフトを内蔵した、フィールドに出荷済みの、ある特定のジャンルの商品10モデルにおいて、実際に回帰分析を行なった際の入力データのサンプルを示す。

表3 多変量解析により回帰式を求めたときのサンプルデータ

商品モデル	真の特性 (0~4)	代用特性 (0, 1, 2)					
		単体テスト X1	機能テスト X2	システム X3	システム X4	野外テスト X5	野外テスト X6
A-001	3	0	1	2	0	1	2
A-002	4	1	1	1	1	2	2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
A-010	3.5	1	2	1	2	1	2

その結果、真の特性値の高い(すなわち信頼性が高い)モデルにおいては、代用特性の中で特に野外テストの部分の係数値が高いという傾向が明らかに現われた。実際にユーザーが商品を使用する環境を設定し、使われ方の網羅度をより高めた野外テストを行なうことが、組込み型ソフトウェアにおけるユーザー視点の信頼性を高めることにつながるといえるだろう。

5 あとがき

組込み型ソフトウェアの真の特性尺度は、生産者側で測定可能なもので代用しているが、申告されるクレーム等の情報、統計的な分析によって真の特性尺度を定義することが必要である。また第三者によるテスト、いわゆる検査の結果が反映されていない。これらの扱いについて、さらにアプローチを行う所存である。最後に本稿執筆にご協力いただきました関係各位に深謝致します。

参考文献

- (1) 込山、大場:「ソフトウェア信頼性メトリクス」、ソフトウェア・シンポジウム'89論文集P103、JISA、SEA
- (2) G. J. Myers著、有澤訳:「ソフトウェアの信頼性」P6、近代科学社