

3M-5 層別モデルによるフィールド信頼性の考察

松尾谷 徹

日本電気(株) システム技術本部

1. はじめに

本論文ではソフトウェアの開発過程における試験の信頼性成長ではなく、ソフトウェアの運用段階における信頼性を対象とする。 前回の報告¹⁾でソフトウェアの信頼性を劣化型の故障モデルではなく探索の問題とすること、および探索空間を層別すること(層別モデル)により、フィールドにおけるソフトウェアの障害発生件数を単純なベルヌーイの試みとして取り扱えることを提案した。今回はフィールドにおける信頼性の成長について考察を行い、その範囲、及び潜在欠陥数の予測について報告する。

2. 単一ユーザの場合

フィールドにおけるソフトウェアは大別して、単一ユーザに使われる個別注文システムと複数のユーザに使われる量販システムとに分類出来る。 個別注文システムは開発過程における試験の延長として運用が始まり、そこで発生する障害は直ちに処置可能である。 図1に代表的な観測値を示すが飽和型のもが多く観測されている。

これはユーザにおいてソフトウェアを使う過程が時間と共に拡大して行くとするならば、試験工程におけるテスト項目の消化と同様に取り扱うことができる。

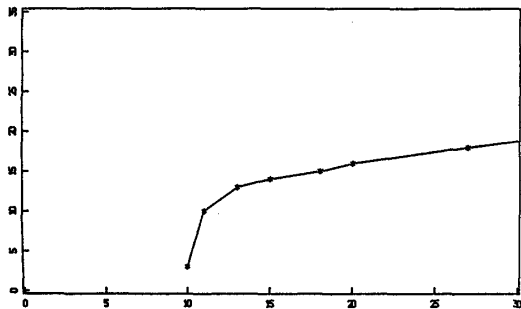


図1 単一ユーザにおける累積障害件数

モデルとして時間の関数として取り扱い、テストにおける予測手法が適用出来る。

テストと以上にランダム探索であると考えられるから式1が適当である。

α : 係数 ($t \rightarrow \infty$ における障害数)

r : 係数 (発見確率に対応)

$$\text{累積障害数} = \alpha (1 - e^{-rt}) \dots \text{式1}$$

A study of software reliability under the fields using Layers-Model

Toru Matsuodani
NEC Corp.

3. 複数ユーザの場合

複数のユーザがソフトウェアを利用する場合、単一ユーザにおける積み重ねと考えられるが、実際の観測値を見ると適合していないケースが多数存在する。 図2に代表的な観測値を示す。 図2は横軸に月数、縦軸に障害件数(正確にはソフトウェアの障害以外のも含まれる)を表したものであり、顕著な飽和が見当たらない。

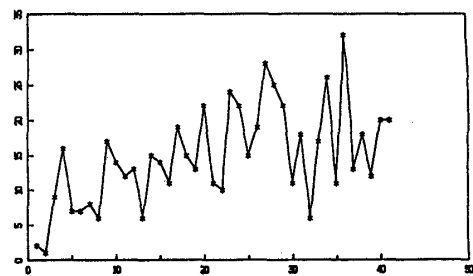


図2 製品に対する月別障害件数の推移

製品に対する障害件数を決定する要因は、その製品の信頼度以外にユーザの数が影響する。 なぜならば発見された欠陥を直ちに、全てのユーザに対して修正することは出来ない為、同じ欠陥に起因する障害(重複障害と呼ぶ)が複数のユーザから報告される事になる。

図2に対応するユーザ増加を図3に示す、そして図2に対応する障害件数の度数分布を図4に示す。

前回の報告で示したように、この時の累積障害件数は式2で与えられる。

μ_i : 層別 i における平均障害件数

U_i : 層別 i におけるユーザの数

$$\text{累積障害件数} = \sum \mu_i \times U_i \dots \text{式2}$$

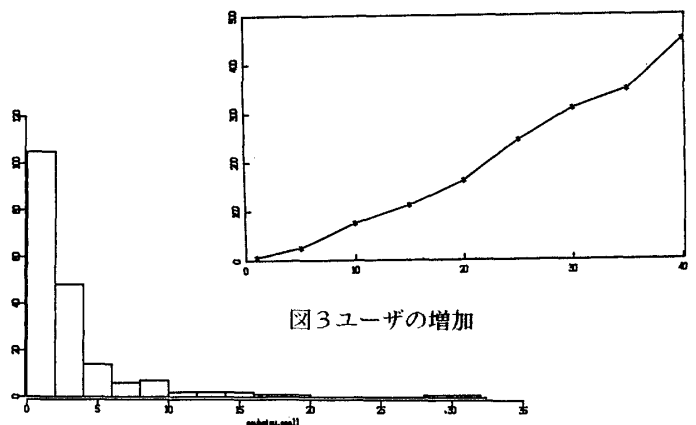


図3 ユーザの増加

図4 障害件数の度数分布 (件数0を除く)

4. 信頼性の時間変化

式2は時間経過によって変化するものであるから、時間tにおける値を考えることができる。

μ_{it} : 層別iの時間tにおける平均障害件数

U_{it} : 層別iの時間tにおけるユーザの数

$$\text{累積障害件数} = \sum \mu_{it} \times U_{it} \dots \text{式3}$$

U_{it} は図4に示すような関数であり、多くの場合単調増加を示している。 μ_{it} は潜在する欠陥数により決まるのであるが、試験や単一ユーザにおいて仮定した“発見された欠陥は直ちに修正される”(この状態を完全予防保守と呼ぶ)が成立しない。潜在する欠陥数が減少するのは予防保守と呼ばれる修正されたソフトウェアと交換することによって行われる。これと類似の行為としてバジョンアップがある、これは新しい製品として機能や諸元の向上を目的としたものと定義しここでは区別する。

μ_{it} の変化は連続で無くこの予防保守とバジョンアップによって変化する。両者の違いはバジョンアップがソフトウェアの規模増加を伴い、その結果 μ_i を増加させることがある。 μ_{it} は完全予防保守と予防保守無し(既知の欠陥を修正出来ない状態)の範囲で離散的な値を取る、この関係を図5に、それに対応してユーザ数を一定とした場合の累積障害件数を図6に示す。

μ (故障率)

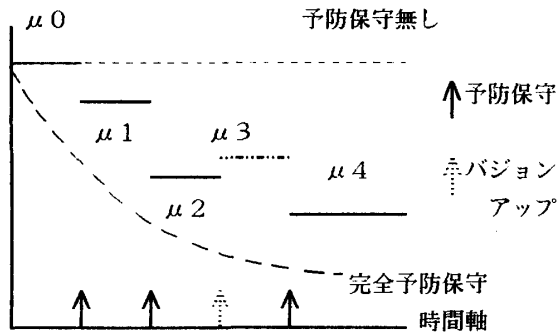


図5 μ の範囲と変化

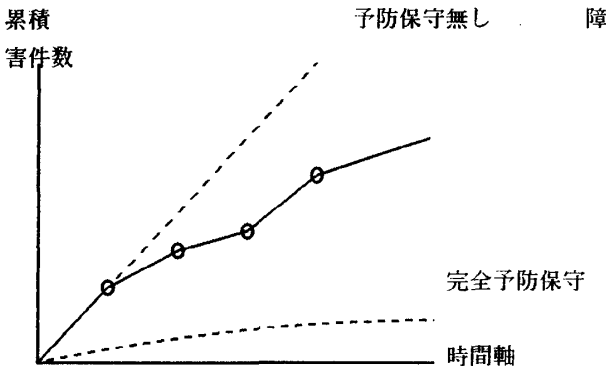


図6 累積障害件数の範囲と変化

実際の観測値はユーザ数の増加が作用するが、障害件数の度数分布は影響を受けない、その例を図7に示す。

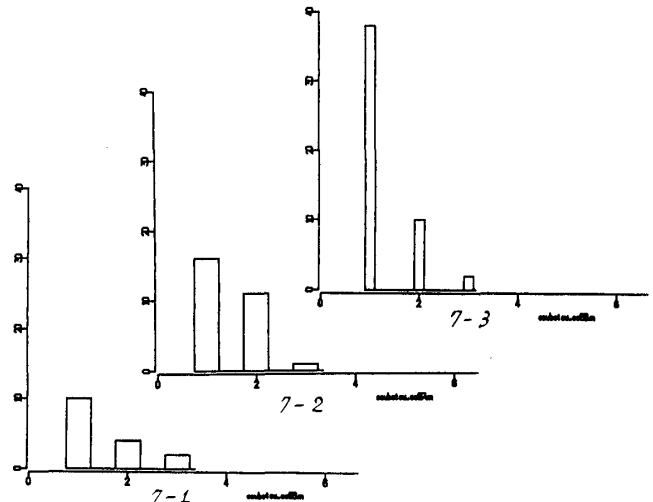


図7 μ と分布の時間変化 (i = 1層)

5. μ と潜在欠陥数の予測方法

将来を予測するためには U_{it} と μ_{it} を予測する必要がある。その方法としては回帰分析が利用出来る。

一方、最適な予防保守の期間を求めようとする、 μ を発生する障害の数と修正する欠陥の数で表現する必要がある。一つの着目として発生する障害数とその中に含まれる重複障害数(別のユーザで同じ障害が発生する数)の関係がある。

X_i : i層における潜在欠陥数の予測数

N_i : i層においてある期間に発見された欠陥数

M_i : N_i のなかに含まれていた重複欠陥数

$$X_i = \frac{(N_i - 1) N_i}{2 M_i} \dots \text{式4}$$

6. むすび

フィールドにおける信頼性について層別モデルを基にして検討を加えた、一見複雑に見える現象も予防保守、バジョンアップ、ユーザ数、平均障害数などで記述出来る可能性を示した。今後は得られた関係から、フィールドにおけるソフトウェアの信頼性向上のための最適配分(予防保守の期間、バジョンアップ・等々)を求めることが課題である。

参考文献

- 1) 松尾谷 " 予防保守のモデル化" 第36回情報処学会全国大会 5L-3 1988年3月
- 2) 松尾谷 " ソフトウェア誤りの統計的解析" 信学会R研究会R83-11 1983年5月
- 3) 山田 茂 " ソフトウェアの信頼性評価法" SRC 1985年11月
- 4) 多田和夫 " 探索理論" 日科技連 ORライブラリー 1973年8月