



GT.0000027098



TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÙNG VƯƠNG
HUNG VUONG UNIVERSITY

KỶ YẾU

CÁC ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC TRỌNG ĐIỂMⁿ
CẤP TRƯỜNG GIAI ĐOẠN 2010-2017



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÙNG VƯƠNG

KỶ YẾU

**CÁC ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
TRỌNG ĐIỂM CẤP TRƯỜNG
(GIAI ĐOẠN 2010 - 2017)**

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
NĂM 2017**

MÃ SỐ: 02 - 68
ĐHTN - 2017

LỜI NÓI ĐẦU

Thế kỷ XXI là thế kỷ của sự bùng nổ thông tin, của nền kinh tế tri thức. Những tác động sâu sắc của thế giới trong bối cảnh hội nhập, toàn cầu hóa đã đặt ra cho chúng ta nhiều yêu cầu, nhiệm vụ, thử thách mới. Sự đổi mới, phát triển, hội nhập của mỗi trường đại học được bắt đầu bằng sự đổi mới tư duy: gắn đào tạo với thực tiễn, gắn nghiên cứu khoa học với phát triển kinh tế - xã hội, gắn sứ mạng phát triển của nhà trường với xu thế đổi mới của đất nước.

Đào tạo và nghiên cứu khoa học (NCKH) là 2 yếu tố then chốt làm nên vị thế và thương hiệu của một trường đại học. Trong đó, NCKH là một trong những giải pháp tích cực và hiệu quả nhất nhằm nâng cao chất lượng đào tạo ở các nhà trường. Hoạt động này ngày càng được Trường Đại học Hùng Vương quan tâm cả về nội dung và hình thức, góp phần đổi mới phương pháp dạy học, phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo của mỗi giảng viên cũng như sinh viên trong tiếp cận và gia tăng tri thức.

Nhằm mục đích công bố các kết quả NCKH của giảng viên trong toàn trường theo các nhóm ngành thời gian vừa qua; Tạo cơ hội để giảng viên trao đổi kinh nghiệm NCKH, gắn NCKH với ứng dụng, chuyển giao công nghệ, qua đó nâng cao uy tín của Nhà trường, Trường Đại học Hùng Vương biên soạn cuốn Kỷ yếu các đề tài NCKH cấp trường trọng điểm giai đoạn 2010 - 2017. Kỷ yếu là tập hợp dưới dạng bài báo khoa học của các đề tài NCKH trọng điểm cấp trường từ năm 2010 đến nay. Hi vọng cuốn Kỷ yếu sẽ phác họa tương đối đầy đủ những thành tựu nghiên cứu của giảng viên Nhà trường, làm sâu sắc thêm bản sắc, truyền thống của trường đại học công lập đầu tiên trên quê hương Đất Tổ, lấy đó làm động lực để Nhà trường phát triển mạnh hơn nữa trong các giai đoạn tiếp theo.

Biên soạn Kỷ yếu là một công việc đòi hỏi nhiều thời gian, công sức và trí tuệ. Ban biên soạn bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới các nhà khoa học, các nhà quản lý và đông đảo cán bộ giảng viên trong toàn trường đã cung cấp nhiều tư liệu quý giá, đóng góp thiết thực cho việc xây dựng cuốn Kỷ yếu này. Chúng tôi rất mong nhận được sự cảm thông đối với những thiếu sót và mong tiếp tục nhận được các ý kiến đóng góp, bổ sung tư liệu mới để cuốn Kỷ yếu được hoàn thiện hơn trong các lần xuất bản tiếp theo.

BAN BIÊN SOẠN



KHOA KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ

MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY PHẦN MỀM

Software Reliability Evaluation Modelling

Nguyễn Hùng Cường, Nguyễn Thị Hiền, Thiều Thị Tài

TÓM TẮT

Mô hình hóa độ tin cậy phần mềm là kỹ thuật toán học nhằm ước lượng các thông số liên quan đến độ tin cậy của một hệ thống phần mềm máy tính. Nhóm các mô hình sử dụng tiến trình Poisson không đồng nhất (non-homogeneous Poisson process, NHPP) là một trong những cách tiếp cận chủ đạo hiện nay. Trong nhóm này, các mô hình có hàm tổng số lỗi và hàm tỉ lệ phát hiện lỗi là hằng số hoặc hàm của thời gian. Một vài các nghiên cứu đã ứng dụng đường cong hình dạng S trong việc xây dựng nên mô hình, tuy nhiên những mô hình đó vẫn còn những hạn chế nhất định: tính hợp lý của các hàm đặc trưng của hệ thống; khả năng tính toán sơ cấp dẫn đến sự giới hạn trong xây dựng các mô hình mới. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất hàm tỷ lệ phát hiện lỗi có dạng S tổng quát, từ đó xây dựng mô hình độ tin cậy phần mềm cải tiến. Các thử nghiệm và cài đặt cho thấy tính đúng đắn của mô hình đề xuất. Đặc biệt, việc thử nghiệm trên Matlab đã chỉ ra rằng khi sử dụng phương pháp hợp lý cực đại để ước lượng các tham số của mô hình đề xuất, mô hình hội tụ về mô hình Goel-Okumoto là mô hình cơ bản nhất trong nhóm mô hình NHPP.

ABSTRACT

Software reliability modelling (SRM) is a mathematics technique to estimate some measures of computer system that relate to software reliability. One of the best approaches is using non-homogeneous Poisson process (NHPP). In this group of models, fault-number and failure-rate are constant or time-dependent functions. A few studies have been manipulated S-shaped curve to construct their models. However, those works remain some limitations: the reality of used functions; the complex computing limits the way to build new SRM. In this study, we introduce a new model that is based on a generalised S-shaped curve and evaluate it by real data set. After installing it in real code of Matlab and using MLE method to estimate parameter with a range of initial solutions, we confirm that our model converge to the most basic model of NHPP group, Goel-Okumoto model.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Một trong những vấn đề lớn nhất của công nghệ phần mềm là đảm bảo trạng thái hoạt động của hệ thống phần mềm, hay còn được gọi là độ tin cậy phần mềm. Vấn đề này được quan tâm như là một đặc điểm chất lượng của phần mềm. Rất nhiều tác giả [6], [11], [3] tập trung vào mô hình hóa độ tin cậy để mô hình hệ thống một cách toán học mà trong đó họ có thể ước tính một số đặc tính của hệ thống, chẳng hạn như tổng số lỗi, thời điểm dự kiến xảy ra lỗi tiếp theo, v.v.. NHPP là một tiến trình ngẫu nhiên với tham số tỉ lệ là hàm của thời gian và được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu về mô hình hóa độ tin cậy phần mềm với hàng loạt mô hình khác nhau.

Chúng ta có thể sử dụng đường cong hình dạng S để mô hình hóa về mặt toán học hàng loạt các tiến trình trong tự nhiên có đặc điểm tiến đến trạng thái ổn định sau một giai đoạn tăng trưởng ban đầu. Nhiều tác giả đã sử dụng hàm hình dạng S này để

xây dựng mô hình của họ với các ưu điểm nhất định [5], [6], [8], [9]. Tuy nhiên, họ gặp phải một số hạn chế sau: thứ nhất, hàm biểu diễn tổng số lỗi của hệ thống là không bị chặn, nói cách khác nó tiến đến vô cùng khi thời gian tiến đến vô cùng; thứ hai, hàm mật độ phát hiện lỗi là hàm hình dạng S đơn giản.

Chúng tôi đề xuất phương pháp khắc phục hai hạn chế trên thông qua xây dựng hàm tỷ lệ phát hiện lỗi có hình dạng S tổng quát. Từ đó, mô hình độ tin cậy phần mềm NHPP cải tiến đã được đề xuất, dựa trên quá trình tính toán chi tiết. Chúng tôi cũng cài đặt thử nghiệm mô hình đề xuất này, sử dụng bộ dữ liệu chuẩn về thất bại của dự án T của AT&T [1]. Đây là bộ dữ liệu được sử dụng trong thử nghiệm và đánh giá mô hình độ tin cậy phần mềm. Tiếp theo, chúng tôi tiến hành đánh giá phương pháp hợp lý cực đại ước lượng các tham số trong mô hình đề xuất. Các thử nghiệm toán học được thực hiện trên công cụ Matlab.

Bài báo của chúng tôi có cấu trúc như sau: sau mục 1 giới thiệu, chúng tôi sẽ bàn luận cụ thể về mô hình độ tin cậy phần mềm NHPP. Mục tiếp theo sẽ trình bày các tính toán cơ bản về đường cong hình dạng S và áp dụng trong mô hình độ tin cậy phần mềm. Cuối cùng, mục 4 đưa ra các kết quả thực nghiệm để đánh giá mô hình này; mục 5 tổng hợp các công việc và đưa ra những ý tưởng mở rộng.

2. MÔ HÌNH ĐỘ TIN CẬY PHẦN MỀM DỰA TRÊN TIẾN TRÌNH POISSON KHÔNG ĐỒNG NHẤT

Bảng I cung cấp các hàm toán học biểu diễn các đặc tính của hệ thống phần mềm.

Bảng I. Các kí hiệu sử dụng trong nhóm mô hình Poisson

Kí hiệu	Ý nghĩa
$a(t)$	Tổng số lỗi của hệ thống
$b(t)$	Tỉ lệ phát hiện lỗi tại thời điểm t
$m(t)$	Số lượng lỗi được kì vọng sẽ phát hiện ở thời điểm t
$\lambda(t)$	Hàm tham số của phân phối Poisson

Ở thời điểm t , hệ thống có $a(t)$ lỗi và $m(t)$ lỗi đã được phát hiện, tức sẽ còn lại $a(t) - m(t)$ lỗi. Với tỉ lệ phát hiện lỗi là $b(t)$, chúng ta có mối liên hệ giữa số lỗi được phát hiện trong khoảng thời gian Δt , số lỗi còn lại của hệ thống và tỉ lệ phát hiện lỗi:

$$m(t + \Delta t) - m(t) = b(t)[a(t) - m(t)]\Delta t + o(\Delta t) \quad (1)$$

với $o(\Delta t)$ là vô cùng bé so với (Δt) : $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{o(\Delta t)}{\Delta t} \rightarrow 0$. Cho $\Delta t \rightarrow 0$ ta có:

$$\frac{\partial}{\partial t} m(t) = b(t)[a(t) - m(t)] \quad (2)$$

Nếu t_0 là thời điểm bắt đầu quá trình kiểm thử, với điều kiện ban đầu $m(t_0) = m_0$ và $\lim_{t \rightarrow \infty} m(t) = a(t)$, Pham [6] chỉ ra nghiệm tổng quát của (2) là:

$$m(t) = e^{-B(t)} \left[m_0 + \int_{t_0}^t a(\tau) b(\tau) e^{B(\tau)} d\tau \right] \quad (3)$$

với
$$B(t) = \int_{t_0}^t b(\tau) d\tau \quad (4)$$

3. HÀM TỈ LỆ PHÁT HIỆN LỖI HÌNH DẠNG S 4 THAM SỐ VÀ ỨNG DỤNG TRONG MÔ HÌNH ĐỘ TIN CẬY PHẦN MỀM

Chúng tôi sẽ giới thiệu hàm hình dạng S và các tính toán liên quan khi áp dụng cho mô hình độ tin cậy phần mềm dựa trên tiến trình Poisson không đồng nhất.

3.1. Những tồn tại của các độ tin cậy phần mềm dựa trên tiến trình Poisson không đồng nhất có hàm tỉ lệ phát hiện lỗi hình dạng S 3 tham số

1) *Tính tăng của các hàm biểu diễn tổng số lỗi của các mô hình sử dụng hàm tỉ lệ phát hiện lỗi hình dạng S:*

Để nhận xét tính tăng của các hàm biểu diễn tổng số lỗi trong các mô hình sử dụng hàm hình dạng S 3 tham số, chúng ta xét các hàm đó:

- Mô hình hình dạng S của Ohba [4]

$$a(t) = a = \text{const} \quad (5)$$

- Mô hình Pham-Zhang [9]

$$a(t) = c + a(1 - e^{-\alpha t}) \quad (6)$$

- Mô hình lũy thừa của Phạm Loan [8]

$$a(t) = a \times e^{\alpha t} \quad (7)$$

- Mô hình PNZ [10]

$$a(t) = a(1 + \alpha t) \quad (8)$$

Rõ ràng, hàm biểu diễn tổng số lỗi của mô hình PNZ và mô hình lũy thừa của Phạm Loan là không bị chặn trong điều kiện $\alpha > 0$:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} a(1 + \alpha t) = +\infty \quad (9)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} a \times e^{\alpha t} = +\infty \quad (10)$$

2) *Khó khăn tính toán toán học sơ cấp khi xây dựng mô hình mới:*

Một mô hình mới được xây dựng thông qua việc tính toán một cách sơ cấp hàm đặc trưng $m(t)$ được nhắc lại như sau:

$$m(t) = e^{-B(t)} \left[m_0 + \int_{t_0}^t a(\tau) b(\tau) e^{B(\tau)} d\tau \right] \quad (11)$$

với

$$B(t) = \int_{t_0}^t b(\tau) d\tau \quad (12)$$

Khi xây dựng mô hình mới, các nhà nghiên cứu sẽ dựa vào điều kiện thực tế để đưa ra các giả thiết của mình. Từ đó sẽ giới thiệu cặp hàm $a(t)$ và $b(t)$ tương ứng với các giả thiết đó và thay vào hai công thức trên. Tuy nhiên, vấn đề đặt ra là việc tính toán hàm $m(t)$ một cách sơ cấp. Nếu cặp hàm $a(t)$ và $b(t)$ càng phức tạp tương

ứng với các giả thiết sát thực tế, việc tính toán sơ cấp hàm $m(t)$ trở nên rất khó khăn, đôi khi là bất khả thi.

3.2. Đề xuất hàm tỷ lệ phát hiện lỗi hình dạng S 4 tham số

Như đã nhắc đến ở các mục trước, một số mô hình độ tin cậy phần mềm hiện có đã sử dụng dạng đặc biệt của hàm hình dạng S: Infection S-shaped của Ohba [5]; Pham exponential imperfect [10]; PNZ [8] và Pham-Zhang [9] của Pham và đồng nghiệp. Trong các mô hình đó, tác giả sử dụng hàm:

$$b(t) = b \times \frac{1}{1 + \beta e^{-bt}} \quad (13)$$

Chúng tôi đề xuất việc sử dụng hàm hình dạng S 4 tham số như sau:

$$b(t) = b \times \frac{e^{bt} + k \times n}{e^{bt} + n} \quad (14)$$

$$m(t) = e^{-bkt} \times (e^{bt} + n)^{k-1} \times b \times \int_0^t a(\tau) \times e^{bk\tau} \times \frac{e^{b\tau} + kn}{(e^{b\tau} + n)^k} d\tau \quad (15)$$

Công thức (15) cho thấy mối quan hệ giữa hàm biểu diễn số lỗi được kì vọng phát hiện $m(t)$ với hàm tổng số lỗi của hệ thống $a(t)$. Ta lần lượt xét các hàm $a(t)$ ở các mục tiếp theo.

3.3. Hàm biểu diễn tổng số lỗi là hằng số

Trong trường hợp đơn giản nhất, ta có hàm tổng số lỗi là hàm hằng:

$$a(t) = a = \text{const} \quad (16)$$

Thay công thức (16) vào công thức (15) ta có:

$$m(t) = a - a e^{-bkt} \times \left(\frac{e^{bt} + n}{1 + n} \right)^{k-1} \quad (17)$$

$$\lambda(t) = \frac{ab}{(1+n)^{k-1}} e^{-bkt} \times (e^{bt} + n)^{k-2} \times (e^{bt} + kn) \quad (18)$$

3.4. Hàm biểu diễn tổng số lỗi theo thời gian

Xét công thức (15), ta có biểu thức bên trong dấu tích phân là:

$$a(\tau) \times e^{bk\tau} \times \frac{e^{b\tau} + kn}{(e^{b\tau} + n)^k} \quad (19)$$

Chú ý rằng hàm $a(\tau)$ được nhân với một thương, trong đó tử số là một tích hai hàm đơn và mẫu số là một hàm đơn. Do đó chúng ta có thể lựa chọn hàm $a(\tau)$ là một thương từ ba hàm đơn đó nhằm triệt tiêu lẫn nhau khi thực hiện phép nhân, giúp quá trình tính toán trở nên đơn giản hơn. Xét lần lượt các hàm sau:

$$a_1(t) = a(e^{bt} + n)^k \quad (20)$$