Kỷ yếu Hội nghị Quốc gia lần thứ X về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin (FAIR), Đà Nẵng, ngày 17-18/08/2017
DOI: 10.15625/vap.2017.00053

MÔ HÌNH MARKOV TRONG PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG MÁY CHỦ TÊN MIỀN DNS ANYCAST

Nguyễn Anh Chuyên[2], Lê Quang Minh[1], Lê Khánh Dương[2], Đinh Thị Thanh Uyên[2]

[1] Viện Công nghệ thông tin, Đại học Quốc gia Hà Nội
[2] Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông, Đại học Thái Nguyên

nachuyen@ictu.edu.vn, quangminh@vnu.edu.vn

TÓM TẮT: *Nhằm nâng cao độ tin cậy của hệ thống máy chủ tên miền DNS Anycast và đảm bảo chất lượng dịch vụ của hệ thống. Trong nghiên cứu gần đây, chúng tôi đã đề xuất cơ chế dự phòng tích cực cho hệ thống máy chủ tên miền hoạt động phân tán theo cấu trúc phân cấp. Tuy nhiên trên thực tế, các máy chủ khi gặp sự cố có thể được khôi phục hoạt động sau một khoảng thời gian và tiếp tục làm việc. Để phân tích độ tin cậy của hệ thống với các phần tử có phục hồi như vậy, trong nội dung nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình Markov để đánh giá và so sánh độ tin cậy của hệ thống trong các trường hợp cụ thể.*

Từ khóa: *Markov model, Reliability Analysis, repairable system, DNS Anycast.*

I. GIỚI THIỆU

Trong các nghiên cứu về độ tin cậy của hệ thống máy chủ DNS Anycast [3], chúng tôi đã đưa ra mô hình toán học và đề xuất giải pháp nhằm tăng độ tin cậy cho hệ thống máy chủ với các trường hợp chỉ có một máy chủ PDS (Primary DNS Server) và một máy chủ thứ cấp SDS (Secondary DNS Server) và trường hợp hệ thống có thêm một máy chủ thực hiện cơ chế dự phòng cho SDS. Kết quả của các nghiên cứu thu được với giả thiết trên các máy chủ không phục hồi khi bị hỏng, tuy nhiên trong thực tế hiện nay, hệ thống thường được trang bị với các giải pháp máy chủ có khả năng phục hồi sau sự cố, tự vận hành hoặc do tác động của người quản trị. Như vậy với các phần tử không phục hồi trong hệ thống thì vấn đề phân tích, đánh giá độ tin cậy sẽ trở nên phức tạp hơn nhiều, đồng thời không thể sử dụng các mô hình đánh giá độ tin cậy như trước đây được. Một trong những phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay là mô hình chuỗi Markov (hay Markov Chain) để tiến hành phân tích.

Nội dung nghiên cứu này chúng tôi tập trung phân tích khả năng sẵn sàng của hệ thống máy chủ DNS Anycast với giả định các máy chủ là những phần tử có phục hồi sau một khoảng thời gian rất ngắn khi gặp sự cố. Bằng việc sử dụng mô hình chuỗi Markov với các giả thiết về tỉ lệ hỏng, tỉ lệ phục hồi của các phần tử đồng nhất trong hệ thống, chúng tôi sẽ thực hiện các so sánh với trường hợp hệ thống không phục hồi và đưa ra nhận xét.

II. MÔ HÌNH MARKOV TRONG PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY

A. *Chuỗi Markov và đại lượng ngẫu nhiên*

Chuỗi Markov (theo thời gian rời rạc) là một quá trình ngẫu nhiên thời gian rời rạc với tính chất Markov, nếu biết trạng thái hiện tại của hệ thì quá khứ và tương lai là độc lập với nhau [1].

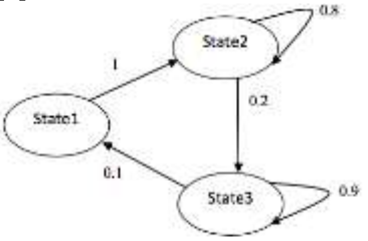
Dãy X_1, X_2, X_3…gồm các biến ngẫu nhiên, khi đó tập tất cả các giá trị có thể có của các biến này được gọi là không gian trạng thái S, giá trị X_n là trạng thái của quá trình tại thời điểm n:

$$P(X_{n+1} = x|X_0,X_1,\ldots,X_n) = P(X_{n+1} = x\,|X_n)$$

Trong đó x là một trạng thái nào đó của quá trình và x thuộc không gian trạng thái S. Trạng thái *i* có thể đi đến hay chuyển sang trạng thái *j* (kí hiệu là $i \rightarrow j$) nếu tồn tại giá trị $n \geq 0$ sao cho $P_{ij}(n) > 0$ (trong đó quy ước $P_{ii}(0) = 1$ và $P_{ij}(0) = 0$ nếu $i \neq j$).

Gọi (P_{ij} , i, j $\in$ S) là xác suất chuyển sau một bước hay xác suất chuyển còn (P_{ij} (n), i, j $\in$ S) là xác suất chuyển sau n bước. Chú ý rằng các trạng thái P_{ij} có một sự ràng buộc đó là: $\sum_{j\in S} P_{ij} = 1$.

Mô hình Markov dưới đây gồm 3 trạng thái, quá trình chuyển đổi giữa các trạng thái được thể hiện bởi các giá trị xác suất chuyển tương ứng trên Hình 1 [5].



Hình 1. Mô hình Markov với các trạng thái dịch chuyển

B. Ứng dụng của chuỗi Markov trong phân tích độ tin cậy

Mô hình Markov được sử dụng phổ biến trong việc mô hình hoá hệ thống nhằm phân tích khả năng sẵn sàng và độ tin cậy của hệ thống cần thiết kế. Do việc phân tích đơn giản của mô hình Markov đó là chỉ xét tới trạng thái hiện tại của hệ thống khi xem xét quá trình chuyển sang trạng thái tiếp theo. Theo đó, ta cần xác định tất cả các trạng thái của hệ thống có thể tồn tại, khả năng chuyển đổi có thể xảy ra giữa các trạng thái.

Mô hình Markov được ứng dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về đánh giá độ tin cậy của hệ thống tính toán, ở đó các phần tử có sự phục hồi sau thời gian hỏng trong quá trình vận hành [7, 12, 13]. C. Vasar sử dụng trong nghiên cứu về độ tin cậy trong hệ thống mạng cảm biến không dây WSN [4], được sử dụng trong ước lượng độ tin cậy của hệ thống phần mềm [5], trong các cơ chế RAID [8, 10].

Với bài toán phân tích độ tin cậy của hệ thống, ta cần xác định các phần tử trong hệ thống thuộc dạng nào sau đây:

1. Hệ với các phần tử không phục hồi

Trường hợp này các phần tử sau khi bị hỏng cần thay thế và không tái sử dụng được nữa. Độ tin cậy của một hệ thống tuân theo luật phân phối mũ trong suốt giai đoạn hữu ích của hệ thống: $P(t) = e^{-\lambda t}$, trong đó giá trị λ tượng trưng cho tốc độ hỏng của phần tử, thường được lấy là một hằng số khi xét đến thời gian hệ thống hoạt động [2].

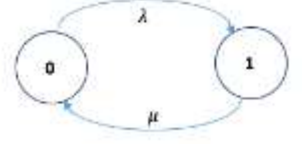
Giá trị MTTF (Mean Time To Failure) chính là thời gian dự kiến xảy ra sự hỏng đầu tiên của hệ thống, giá trị MTTF = $1/\lambda$ [4,11].

2. Hệ với các phần tử có phục hồi

Sau khi hỏng, mỗi phần tử của hệ đều được phục hồi bằng cách sửa chữa hoặc thay mới sao cho phần tử đó lại có được những tính chất ban đầu. Khi đó, ngoài xác suất hỏng λ, phần tử còn có thêm giá trị gọi là xác suất phục hồi, μ. [2, 4, 11]

Giá trị MTTR (Mean Time To Repair) là thời gian trung bình cần thiết để sửa chữa hệ thống, MTTR thường được xác định theo tỷ lệ sửa chữa μ, đó là số lượng dự kiến sửa chữa cho mỗi đơn vị thời gian. Thông thường tỷ lệ phục hồi lớn hơn nhiều so với tỷ lệ thất bại ($\mu >> \lambda$), MTTR được tính bằng: MTTR = $1/\mu$ [4, 11].

Trong mô hình Markov, khi mô hình hoá hệ thống với các phần tử có phục hồi sẽ có dạng:



Hình 2. Sơ đồ chuyển trạng thái Markov với các phần tử phục hồi

Các tham số λ là tốc độ hỏng, còn μ là tốc độ phục hồi, nếu kí hiệu các xác suất chuyển trạng thái tương ứng là $P_{00}(\Delta t)$, $P_{01}(\Delta t)$, $P_{10}(\Delta t)$ và $P_{11}(\Delta t)$. Theo mô hình Markov ta lập được ma trận xác suất chuyển trạng thái như sau:

$$\begin{pmatrix} P_{00}(\Delta t) & P_{01}(\Delta t) \\ P_{10}(\Delta t) & P_{11}(\Delta t) \end{pmatrix}$$

Từ đó chúng ta có thể xây dựng được hệ phương trình vi phân đối với các xác suất trạng thái của hệ, giải hệ ta thu được hệ số sẵn sàng và hệ số không sẵn sàng của hệ thống [1, 2, 13].

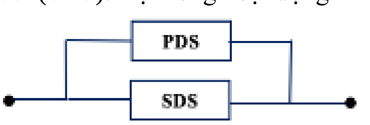
III. PHÂN TÍCH ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG MÁY CHỦ DNS ANYCAST

Trong nghiên cứu [3], chúng tôi giả sử hệ thống các máy chủ DNS Anycast hoạt động dựa trên mô hình song song, khi đó việc một máy chủ hỏng có thể được thay thế ngay bởi máy chủ dự phòng, điều này đảm bảo hệ thống hoạt động trong suốt và ổn định. Nếu hệ thống các máy chủ sắp xếp theo mô hình nối tiếp, thì việc hỏng của bất kì thiết bị nào cũng sẽ làm cả hệ thống hỏng theo, do vậy tính dự phòng là không đảm bảo.

A. Xét hệ thống với 2 phần tử song song

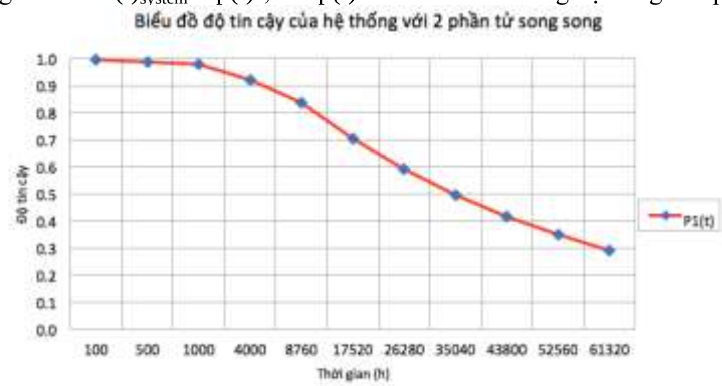
1. Hệ các phần tử không phục hồi

Giả sử hệ thống máy chủ DNS Anycast hoạt động theo mô hình song song gồm 2 máy chủ đồng nhất: Primary DNS Server (PDS) và Secondary DNS Server (SDS). Hệ thống hoạt động khi ít nhất 1 máy chủ hoạt động.



Hình 3. Mô hình 2 máy chủ DNS hoạt động song song

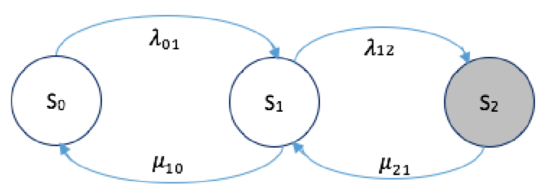
Trong kết quả của [3], tác giả đã xây dựng được công thức tính độ tin cậy cho hệ thống với các phần tử song song phụ thuộc theo thời gian t là: $P(t)_{system} = p(t)^2$, với $p(t) = e^{-\lambda t}$ và α là cường độ hỏng của phần tử trong hệ.



Hình 4. Biểu đồ độ tin cậy hệ thống phụ thuộc thời gian (t)

2. Hệ các phần tử có phục hồi

Hệ thống cần xét cũng gồm 2 phần tử hoạt động theo mô hình song song, tuy nhiên ở đây các phần tử của hệ có thêm khả năng phục hồi sau khi gặp sự cố. Dựa theo mô hình Markov, các trạng thái hoạt động của hệ thống có thể được biểu diễn như sau:



Hình 5. Sơ đồ chuyển trạng thái của hệ thống với 2 phần tử

Hệ trên gồm 3 trạng thái S_0, S_1, S_2 tương ứng:

- Trạng thái S_0: với 2 phần tử hoạt động.
- Trạng thái S_1: 1 phần tử hoạt động tốt – 1 phần tử hỏng.
- Trạng thái S_2: 2 phần tử hỏng.

Quá trình chuyển đổi trạng thái trong hệ xảy ra khi phần tử hỏng hoặc phần tử phục hồi lại, kí hiệu λ và μ tương ứng là tỉ lệ hỏng và phục hồi của phần tử.

Theo mô hình chuỗi Markov ta có thể xây dựng được hệ phương trình vi phân của các trạng thái dịch chuyển trong hệ thống như sau:

$$\begin{cases} P_0'(t) = -\lambda_{01}P_0(t) + \mu_{10}P_1(t) \\ P_1'(t) = -(\mu_{10} + \lambda_{12})P_1(t) + \lambda_{01}P_0(t) + \mu_{21}P_2(t) \\ P_2'(t) = -\mu_{21}P_2(t) + \lambda_{12}P_1(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1 \end{cases} \quad (1)$$

Do các phần tử là đồng nhất nên xác suất hỏng λ và xác suất phục hồi μ của mỗi phần tử là như nhau. Khi đó ta có thể coi $\lambda_{01} = 2\lambda$ (do xác suất hỏng của 1 trong 2 phần tử là như nhau).

Tương tự như vậy ta có: $\lambda_{12} = \lambda$ và xác suất phục hồi tương ứng: $\mu_{21} = 2\mu$ và $\mu_{10} = \mu$.
Hệ phương trình (1) trở thành:

$$\begin{cases} P_0'(t) = -2\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \\ P_1'(t) = -(\mu + \lambda)P_1(t) + 2\lambda P_0(t) + 2\mu P_2(t) \\ P_2'(t) = -2\mu P_2(t) + \lambda P_1(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1 \end{cases} \quad (2)$$

Để giải hệ phương trình vi phân (2), giả sử tại thời điểm ban đầu t=0: $P_0(0)=1$ và $P_1(0)=P_2(0)= 0$. Tức là cả 2 phần tử đều ở trạng thái sẵn sàng hoạt động. Khi đó hệ (2) trở thành:

$$\begin{cases} -2\lambda P_0 + \mu P_1 = 0 \\ -(\mu + \lambda)P_1 + 2\lambda P_0 + 2\mu P_2 = 0 \\ \lambda P_1 - 2\mu P_2 = 0 \\ P_0 + P_1 + P_2 = 1 \end{cases} \quad (3)$$

Theo (3), sau khi tính toán ta thu được các giá trị: $P_0 = \frac{\mu^2}{(\lambda+\mu)^2}$, $P_1 = \frac{2\mu\lambda}{(\lambda+\mu)^2}$, $P_2 = \frac{\lambda^2}{(\lambda+\mu)^2}$

Tiến hành đặt giá trị $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, khi đó: $P_0 = \frac{1}{(1+\rho)^2}$, $P_1 = \frac{2\rho}{(1+\rho)^2}$, $P_2 = \frac{\rho^2}{(1+\rho)^2}$

Hệ số sẵn sàng của hệ chính là: $K_r = P_0 + P_1 = \frac{1+2\rho}{(1+\rho)^2}$ (3')

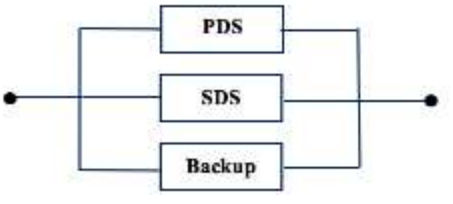
Giả sử ta chọn giá trị của xác suất hỏng của phần tử trong hệ thống là: $\lambda = 10^{-5}$, còn xác suất phục hồi của phần tử là: $\mu = 10^{-3}$. Khi đó hệ số sẵn sàng của hệ thống là: K_r = 99.999%

Dựa trên biểu đồ Hình 4, ta có thể thấy độ tin cậy của hệ thống sẽ giảm theo thời gian, thời gian làm việc càng lâu thì độ tin cậy càng thấp. Như vậy sau 8760 giờ (1 năm) làm việc, độ tin cậy của hệ thống giảm chỉ còn 83.90%, sau 5 năm còn lại là 41.60%. Tuy nhiên với hệ có phần tử phục hồi thì độ tin cậy của hệ thống có thể duy trì ở mức độ ổn định rất cao trong thời gian hệ thống hoạt động.

B. Xét hệ thống với 3 phần tử có dự phòng

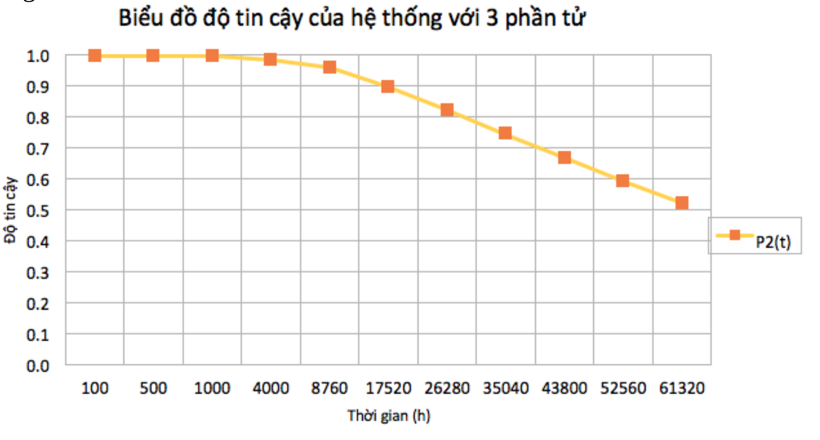
1. Hệ các phần tử không phục hồi

Trường hợp hệ thống với 3 máy chủ DNS đồng nhất trong đó máy chủ thứ 3 đóng vai trò dự phòng cho máy chủ SDS. Các phần tử trong hệ được sắp xếp song song, do đó để hệ thống hoạt động được, cần tối thiểu 1 máy chủ hoạt động.



Hình 6. Mô hình 3 máy chủ DNS hoạt động có dự phòng

Theo kết quả của [3], hàm tính toán độ tin cậy của hệ với các phần tử song song có phụ thuộc vào tham số t như sau: $P(t)_{system} = p(t)^3 + 3\alpha(1-p(t))p(t)^2$, từ đó chúng ta xây dựng được đồ thị về sự thay đổi độ tin cậy của hệ thống phụ thuộc thời gian như trong Hình 7:



Hình 7. Biểu đồ độ tin cậy hệ thống phụ thuộc thời gian (t)

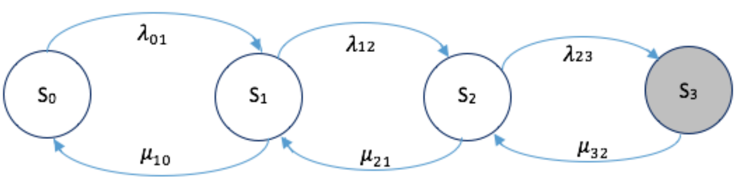
Kết quả có thể thấy rằng độ tin cậy của cả hệ thống bị suy giảm sau khoảng thời gian nhất định, tuy nhiên có thể thấy với việc sử dụng thêm phần tử dự phòng, độ tin cậy của hệ thống có nguy cơ giảm chậm hơn so với trường hợp ở trên khi không có dự phòng.

2. Hệ các phần tử có phục hồi

Xét hệ thống với các phần tử có phục hồi, tuỳ thuộc vào trạng thái làm việc của mỗi phần tử trong hệ, ta giả thiết với 4 trạng thái xảy ra với hệ thống bao gồm:

- Trạng thái S_0: với 3 phần tử hoạt động.
- Trạng thái S_1: 2 phần tử hoạt động tốt – 1 phần tử hỏng.
- Trạng thái S_2: 1 phần tử hoạt động tốt – 2 phần tử hỏng.
- Trạng thái S_3: cả 3 phần tử đều hỏng.

Sơ đồ chuyển trạng thái của hệ theo mô hình Markov với các giá trị của xác suất hỏng λ và xác suất phục hồi μ được thể hiện trong Hình 8:



Hình 8. Sơ đồ chuyển trạng thái của hệ thống với 3 phần tử

Khi đó theo mô hình Markov, ta thành lập được hệ phương trình vi phân theo thời gian ***t*** như sau:

$$\begin{cases} P_0'(t) = -\lambda_{01}P_0(t) + \mu_{10}P_1(t) \\ P_1'(t) = -(\mu_{10} + \lambda_{12})P_1(t) + \lambda_{01}P_0(t) + \mu_{21}P_2(t) \\ P_2'(t) = -(\mu_{21} + \lambda_{23})P_2(t) + \lambda_{12}P_1(t) + \mu_{32}P_3(t) \\ P_3'(t) = -\mu_{32}P_3(t) + \lambda_{23}P_2(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) = 1 \end{cases} \quad (4)$$

Giả thiết các máy chủ là đồng nhất do đó xác suất hỏng và xác suất phục hồi của các phần tử trong hệ thống là như nhau, khi đó ta có mối liên hệ giữa các giá trị λ và μ như sau:

$\lambda_{01} = 3\lambda$ (do xác suất hỏng của 1 trong 3 phần tử là như nhau), tương tự như vậy ta có:
$\lambda_{12} = 2\lambda$ và $\lambda_{23} = \lambda$
$\mu_{32} = 3\mu$ (xác suất phục hồi là như nhau với cả 3 phần tử), ngoài ra: $\mu_{21} = 2\mu$ và $\mu_{10} = \mu$

Từ hệ phương trình (4) ta có thể viết như sau:

$$\begin{cases} P_0'(t) = -3\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \\ P_1'(t) = -(\mu + 2\lambda)P_1(t) + 3\lambda P_0(t) + 2\mu P_2(t) \\ P_2'(t) = -(2\mu + \lambda)P_2(t) + 2\lambda P_1(t) + 3\mu P_3(t) \\ P_3'(t) = -3\mu P_3(t) + \lambda P_2(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) = 1 \end{cases} \quad (5)$$

Giải hệ phương trình (5), giả sử trường hợp ban đầu tại t = 0 thì: $P_0(0)=1$ và $P_1(0)=P_2(0)=P_3(0)=0$, từ là tất cả các phần tử đều ở trạng thái tốt, hệ (5) được viết lại thành:

$$\begin{cases} -3\lambda P_0 + \mu P_1 = 0 \\ 3\lambda P_0 - (\mu + 2\lambda)P_1 + 2\mu P_2 = 0 \\ 2\lambda P_1 - (2\mu + \lambda)P_2 + 3\mu P_3 = 0 \\ \lambda P_2 - 3\mu P_3 = 0 \\ P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 1 \end{cases} \quad (6)$$

lấy $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, khi đó ta có: $P_1 = 3\rho P_0$, $P_2 = 3\rho^2 P_0$, $P_3 = \rho^3 P_0$

Phương trình cuối cùng của hệ trở thành: $P_0(1 + 3\rho + 3\rho^2 + \rho^3) = 1 \Rightarrow P_0 = \frac{1}{(1+p)^3}$

Đặt $(1 + p)^3 = A$, khi đó $P_1=3\rho/A$, $P_2 = 3\rho^2/A$, $P_3 = \rho^3/A$

Do tại trạng thái S_3 các phần tử bị hỏng nên hệ số sẵn sàng của hệ thống chính là tổng của:

$$K_r = P_0 + P_1 + P_2 = \frac{1+3\rho+3\rho^2}{(1+\rho)^3} \quad (6')$$

Giả sử ta chọn giá trị của xác suất hỏng của phần tử trong hệ thống là: $\lambda = 10^{-5}$, còn xác suất phục hồi của phần tử là: $\mu = 10^{-3}$. Khi đó hệ số sẵn sàng của hệ thống là: K_r = 99.99%

Tương tự như ở trên, mặc dù hệ thống song song ở Hình 6 có thêm một phần tử giữ vai trò dự phòng, tuy nhiên sau khoảng thời gian nhất định, độ tin cậy của hệ thống vẫn suy giảm. Cụ thể độ tin cậy giảm còn 95.9% sau 1 năm hoạt động và sau 5 năm làm việc, độ tin cậy ở thời điểm này là 66.80%. So với hệ gồm các phần tử có khả năng phục hồi, thì khả năng sẵn sàng của hệ thống luôn được duy trì ở mức 99.99%.

C. Nhận xét về hai trường hợp

Trong hai trường hợp xét ở trên, hệ thống với phần tử có phục hồi cho thấy độ tin cậy rất cao, khả năng sẵn sàng của hệ gần như liên tục. Điều này có thể giải thích thông qua giá trị xác suất hỏng λ và xác suất phục hồi μ, với các thiết bị điện tử, tuổi thọ có thể kéo dài tới 5 năm nên giá trị MTTF = 1/λ rất nhỏ, tức là tỉ lễ hỏng, lỗi của thiết bị là thấp. Tuy nhiên khi thiết bị gặp sự cố, thời gian sửa lỗi chính là tốc độ phục hồi, tốc độ phục hồi này thường được tính bằng giờ hoặc ngày, tức là giá trị MTTR = 1/μ, do μ>>λ, chính vì vậy hệ số sẵn sàng của cả hệ có giá trị rất lớn.

Về nguyên lý làm việc của các thiết bị điện tử trong điều kiện thực tế, thì sau khoảng thời gian 1 năm, 2 năm làm việc, khả năng phục hồi của các thiết bị sẽ tăng lên (có thể do lỗi hỏng, do vấn đề bảo trì, thay thế…), nên giá trị μ sẽ tăng đáng kể, giả thiết rằng giá trị μ sau 1 năm làm việc sẽ tăng lên $\mu = 10^{-4}$. Như vậy hệ số sẵn sàng của hệ thống trong 2 trường hợp ta đã xét ở trên sẽ có sự thay đổi, cụ thể:

Theo (3'), hệ số sẵn sàng của hệ với 2 phần tử sẽ là: $K_r = 99.17\%$ và theo (6'), ta tính được $K_r = 99.92\%$. Tức là hệ số sẵn sàng đã giảm đi sau 1 năm làm việc. Tương tự như vậy ta có thể xác định được hệ số sẵn sàng của hệ thống trong từng trường hợp sau các năm kế tiếp để có thể đưa ra giải pháp phù hợp.

IV. KẾT LUẬN

Trong nội dung nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng lý thuyết về mô hình Markov để phân tích khả năng sẵn sàng của hệ thống với các phần tử có khả năng phục hồi khi gặp lỗi. Các kết quả sau khi tính toán được so sánh với độ tin cậy của cùng hệ thống tương ứng như sử dụng các phần tử không phục hồi. Sự chênh lệch đáng kể giá trị độ tin cậy của hệ thống cho thấy phương án sử dụng các phần tử có khả năng tự phục hồi mang lại hiệu quả cao hơn, tính sẵn sàng tốt hơn hẳn. Tuy nhiên điều này sẽ yêu cầu sự đầu tư về hạ tầng, kinh phí khi triển khai các hệ thống máy chủ DNS có thể tự phục hồi khi gặp sự cố, hay bị tấn công dẫn đến dịch vụ không thể đáp ứng được.

Hướng nghiên cứu tiếp theo chúng tôi sẽ tập trung tìm hiểu các yếu tố ảnh hưởng tới khả năng tự phục hồi của các phần tử trong hệ thống, cụ thể ở đây là các máy chủ DNS Anycast. Những yếu tố về phần cứng, hạ tầng mạng, môi trường… hay những giới hạn cho phép để mỗi phần tử có thể hoạt động đúng thông số kĩ thuật.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành nội dung nghiên cứu này, chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến sự tài trợ của đề tài "Ứng dụng công nghệ bảo đảm an ninh, an toàn mạng và bí mật thông tin ở mức cao để phát triển bộ giải pháp an toàn an ninh mạng LAN cho cơ quan nhà nước và doanh nghiệp" theo hợp đồng số 09/2015/CNC-HĐKHCN tại Viện CNTT, ĐHQGHN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đặng Hùng Thắng, "Quá trình ngẫu nhiên và tính toán ngẫu nhiên", Nxb. Đại học Quốc gia, 2006.

[2] Phan Văn Khôi, "Cơ sở đánh giá độ tin cậy", Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, 2001.

[3] Lê Quang Minh, N. A. Chuyên, T. T. Dung, "Nâng cao độ tin cậy cho máy chủ DNS Anycast với giải pháp dự phòng tích cực", Hội thảo quốc gia một số vấn đề chọn lọc của công nghệ thông tin và truyền thông 2015, tr202-tr206, ISBN 978-604-67-0645-8, 2015.

[4] Cristian Vasar, O. Prostean, I. Filip, R. Robu và D. Popescu, "Markov Models for Wireless Sensor Network Reliability", Intelligent Computer Communication and Processing, 2009. ICCP 2009. IEEE 5th International Conference on 2009.

[5] Divya Bindal, "A Review of Markov Model for Estimating Software Reliability", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Volume 3, Issue 6, June 2013.

[6] Hoda Rohani, Azad Kamali Roosta, "Calculating Total System Availability", www.delaat.net Report 2013 - 2014.

[7] Hoon Choi, "Analysis of Conditional MTTF of Fault-Tolerant Systems", Microelectronics Reliability, Pg 393-401, Volume 38, Issue 3, 27 March 1998.

[8] Jian-jun Lu, X. Zhang, X-Peng Zhou, "Based On Markov Model Analyze A New RAID Reliability", The 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2012) July 14-17, 2012.

[9] Sheldon M. Ross, "Introduction to Probability Models, Tenth Edition", ISBN: 978-0-12-375686-2, 2010.

[10] Martin L. Shooman, "Reliability Of Computer Systems And Networks", ISBN 0-471-29342-3, 2002.

[11] Mihaela Radu, "Using Markov Models to Estimate the Reliability of RAID Architectures", 2013 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference (LISAT), 978-1-4673-6245-0, 2013.

[12] M. Reni Sagayaraj and co-authors, "Markov Models in System Reliability with Applications", International Journal Of Innovative Research & Development, November, ISSN 2278 - 0211, 2014.

[13] Pavel Skalnyan, "An Application of Graph Theory in Markov Chains Reliability Analysis", Advances In Electrical And Electronic Engineering, Volume: 12, June 2014.

MARKOV MODEL IN RELIABILITY ANALYSIS OF DNS ANYCAST SERVER

Nguyen Anh Chuyen, Le Quang Minh, Le Khanh Duong, Dinh Thi Thanh Uyen

ABSTRACT: *In the goad of improving the reliability of the DNS Anycast server and ensuring the quality of service of the system. In our recent study, we proposed a proactive backup mechanism for DNS servers. However, in reality, the server can be restored to operate when they got problems, and after a period of time, the system can continue working. To analyze the reliability of the system with such repairable units, we used the Markov model to evaluate and compare the reliability of the system in detail.*