

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

NGUYỄN ANH CHUYÊN

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT CÁC PHƯƠNG PHÁP  
ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CHO CÁC CƠ CHẾ DỰ PHÒNG  
CỦA HỆ THỐNG MÁY CHỦ

Chuyên ngành: Quản lý Hệ thống thông tin

Mã số: 9480205.01QTD

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Hà Nội – 2024



## MỤC LỤC

<b>MỞ ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỘ TIN CẬY CỦA</b>	
<b>HỆ THỐNG .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Tổng quan về độ tin cậy của hệ thống.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Khái niệm độ tin cậy của phần tử và hệ thống .....	4
1.1.2 Một số thuật ngữ liên quan độ tin cậy .....	5
1.1.3 Chỉ số độ tin cậy của hệ thống .....	5
1.1.4 Bài toán đánh giá độ tin cậy của hệ thống mạng .....	6
1.2. Tổng quan về các phương pháp tính độ tin cậy của hệ thống.....	6
1.2.1. Phương pháp liệt kê trạng thái .....	6
1.2.2. Phương pháp cắt cực tiểu .....	6
1.2.3. Phương pháp tổng sản phẩm rời rạc.....	6
1.2.4. Phương pháp biểu đồ quyết định nhị phân.....	6
1.2.5. Phương pháp SACNR .....	6
1.2.6. Một số nhận xét.....	6
1.3. Tổng quan về các phương pháp đánh giá độ tin cậy của hệ thống.....	6
1.3.1. Phương pháp mô phỏng Monte Carlo .....	7
1.3.2. Phương pháp sử dụng chuỗi Markov (Markov chain) .....	7
1.3.3. Phương pháp sử dụng mạng Bayesian .....	7
1.3.4. Phương pháp sử dụng phân tích cây sai .....	7
1.3.5. Một số nhận xét.....	7
1.4. Các phương pháp dự phòng nâng cao độ tin cậy hệ thống.....	7

1.4.1 Cơ chế dự phòng nóng .....	7
1.4.1 Cơ chế dự phòng lạnh .....	7
1.4.3 Cơ chế dự phòng ẩm .....	7
1.4.4 Cơ chế dự phòng kiểu chập.....	7
1.5. Kết luận và vấn đề nghiên cứu.....	7
<b>2.1. Vấn đề đánh giá độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Mô hình mạng và độ tin cậy của hai thiết bị đầu cuối .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Biểu diễn kết nối mạng trong lý thuyết đồ thị.....	8
2.2.2. Sử dụng phương thức SDP trong tính xác suất tổng các thành phần.....	9
<b>2.3. Phương pháp tính toán độ tin cậy hai nút đầu cuối sử dụng thuật toán PNRE .....</b>	<b>9</b>
2.3.1 Tính toán xác suất của biểu thức logic dựa trên LPC9	
2.3.2 Lưu đồ hoạt động của thuật toán PNRE .....	10
2.3.3. Đánh giá độ phức tạp thuật toán .....	12
<b>2.4. Cài đặt thuật toán PNRE.....</b>	<b>12</b>
2.4.1 Xác định trực giao hóa các toán tử logic.....	12
2.4.2. Một số giải thuật được cài đặt trong thuật toán PNRE .....	12
<b>2.5 Thực nghiệm và so sánh phương pháp PNRE với LPC, SACNR.....</b>	<b>13</b>
<b>2.6. Kết luận chương.....</b>	<b>14</b>
<b>CHƯƠNG 3. QUY TRÌNH ĐẢM BẢO ĐỘ TIN CẬY CHO HỆ THỐNG MÁY CHỦ DỰA TRÊN CƠ CHẾ DỰ PHÒNG.....</b>	<b>15</b>

<b>3.1. Cơ chế dự phòng nâng cao độ tin cậy cho hệ thống</b>	<b>15</b>
3.1.1. Phương pháp dự phòng song song .....	15
3.1.2. Dự phòng song song với phần tử có phục hồi.....	15
3.1.3. Phương pháp dự phòng tích cực .....	16
<b>3.2. Bài toán đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống máy chủ</b>	<b>16</b>
3.2.1. Phát biểu nội dung bài toán.....	16
3.2.2. Đề xuất quy trình đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống. .....	17
<b>3.3. Nâng cao độ tin cậy sử dụng phương pháp dự phòng song song</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1 Bài toán nâng cao độ tin cậy cho hệ thống máy chủ dịch vụ</b>	<b>18</b>
<b>3.4. Nâng cao độ tin cậy sử dụng PP dự phòng tích cực</b>	<b>24</b>
3.4.1 Tính độ tin cậy hệ thống với dự phòng tích cực .....	24
3.4.2 Bài toán lưu trữ dữ liệu an toàn .....	24
<b>3.5. Tổng kết chương.....</b>	<b>25</b>
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>26</b>
<b>DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN.....</b>	<b>1</b>

## MỞ ĐẦU

### 1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh hiện nay, hệ thống máy tính và mạng đóng vai trò vô cùng quan trọng trong hầu hết các lĩnh vực của cuộc sống, từ công nghiệp, thương mại, giáo dục đến y tế và dịch vụ công. Sự phụ thuộc ngày càng lớn vào các hệ thống này đặt ra yêu cầu ngày càng cao hơn về độ tin cậy và khả năng hoạt động liên tục, đặc biệt khi một sự cố nhỏ cũng có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng. Để đáp ứng nhu cầu này, việc nghiên cứu và áp dụng các phương pháp nhằm mục đích nâng cao độ tin cậy cho hệ thống trở nên cần thiết hơn bao giờ hết.

Vấn đề độ tin cậy, nổi bật là bài toán tính độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng, cơ chế dự phòng nâng cao đội tin cậy, từ đó đưa ra giải pháp, đề xuất quy trình nhằm nâng cao độ tin cậy, tính sẵn sàng của hệ thống máy chủ trong điện toán đám mây cũng là nội dung mang tính khoa học và thực tiễn. Xuất phát từ mục tiêu đó, đề tài: “*Nghiên cứu đề xuất các phương pháp đánh giá độ tin cậy cho các cơ chế dự phòng của hệ thống máy chủ*” được thực hiện trong khuôn khổ luận án tiến sỹ chuyên ngành Quản lý hệ thống thông tin. Đề tài này không chỉ mang lại những hiểu biết sâu sắc về các phương pháp dự phòng khác nhau mà còn cung cấp giải pháp cụ thể để cải thiện độ tin cậy của hệ thống mạng, góp phần nâng cao hiệu quả và an toàn trong quá trình vận hành.

### 2. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Mục tiêu:

Mục đích nghiên cứu chính của luận án là các phương pháp dự phòng nâng cao độ tin cậy cho hệ thống nhằm đảm bảo tính ổn định, sẵn sàng trong quá trình hoạt động.

Nội dung nghiên cứu của luận án tập trung vào các chủ điểm sau đây:

- **Mục tiêu thứ nhất:** Nghiên cứu và cải thiện hiệu quả tính độ tin cậy giữa hai thiết bị đầu cuối trong mạng thông qua cơ chế song song hóa các tác vụ tính toán.
- **Mục tiêu thứ hai:** Nghiên cứu và đánh giá các cơ chế dự phòng, từ đó đề xuất quy trình đảm bảo độ tin cậy theo cấu trúc hệ thống dựa trên các phương pháp dự phòng song song và dự phòng tích cực.

- Đối tượng nghiên cứu: Các phương pháp dự phòng đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống máy chủ hoạt động trên hạ tầng đám mây; yếu tố ảnh hưởng tới độ tin cậy của hệ thống.

- Phạm vi nghiên cứu: Các phương pháp dự phòng nâng cao độ tin cậy cho máy chủ trong môi trường điện toán đám mây và các kỹ thuật đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống dựa trên tính toán xác suất và lý thuyết độ tin cậy.

### **3. Những đóng góp chính của luận án**

1- Đã đề xuất phương pháp PNRE nhằm cải tiến thuật toán truyền thống SDP để tính độ tin cậy giữa hai thiết bị đầu cuối trong hệ thống mạng. Bằng cách thực hiện song song hóa các hàm tính độ tin cậy của mỗi thành phần con trong đường đi từ điểm nguồn đến đích, phương pháp đã cho kết quả tính toán được cải thiện đáng kể so sánh với hai thuật toán cùng loại là LPC và SACNR.

2- Nghiên cứu và đánh giá hiệu quả của một số phương án dự phòng nâng cao độ tin cậy cho hệ thống theo phương pháp dự phòng song song và dự phòng tích cực. Từ đó đề xuất quy trình đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống dựa theo cấu trúc nhằm xác định phương án triển khai hệ thống hoạt động đảm bảo độ tin cậy, sẵn sàng.

### **4. Bố cục của luận án**

Luận án bao gồm mở đầu, ba chương và kết luận:

- Mở đầu: Trình bày lý do chọn đề tài; Giới thiệu mục tiêu, đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu; Ý nghĩa khoa học của đề tài; Trình bày bố cục luận án.

- Chương 1: trình bày tổng quan về độ tin cậy của hệ thống, các khái niệm liên quan tới độ tin cậy, các phương pháp phổ biến được sử dụng để tính độ tin cậy trong hệ thống, các phương pháp đánh giá độ tin cậy và cơ chế dự phòng được sử dụng trong việc nâng cao độ tin cậy hệ thống..

- Chương 2: trình bày các nghiên cứu về đánh giá và nâng cao hiệu quả tính độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng. kỹ thuật SDP để tính độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối, chương này trình bày các đề xuất nhằm cải tiến phương pháp tính của SDP bằng việc song song hóa quá trình thực hiện các thao tác liên quan tới trực giao hóa ma trận.

- Chương 3. Trình bày các cơ chế dự phòng nâng cao độ tin cậy hệ thống như phương pháp dự phòng song song, dự phòng tích cực, từ đó đánh giá và thử nghiệm trên một số cấu hình dự phòng để so sánh mức độ cải thiện cụ thể.

- Phần kết luận: Nêu những đóng góp, hướng phát triển và những vấn đề quan tâm; danh mục các công trình đã được công bố của liên quan tới nội dung luận án; danh sách tài liệu tham khảo được sử dụng trong luận án.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG

Nội dung chương này trình bày về một số vấn đề liên quan tới độ tin cậy và tính sẵn sàng của hệ thống. Một số kiến thức cơ sở liên quan đến độ tin cậy, mô hình đảm bảo độ tin cậy, các phương pháp phổ biến được sử dụng để tính độ tin cậy hệ thống, các phương pháp đánh giá độ tin cậy và một số cơ chế dự phòng nâng cao độ tin cậy của hệ thống.

### 1.1. Tổng quan về độ tin cậy của hệ thống

#### 1.1.1. Khái niệm độ tin cậy của phần tử và hệ thống

- Hệ thống là một tập hợp gồm nhiều phần tử có các mối quan hệ ràng buộc tương tác lẫn nhau để thực hiện một mục đích chung.

a. Định nghĩa về độ tin cậy

*Độ tin cậy  $P(t)$  của phần tử hoặc của hệ thống là xác suất để trong suốt khoảng thời gian khảo sát  $t$ , phần tử đó hoặc hệ thống đó vận hành an toàn [30].*

$P(t)$  được định nghĩa bởi biểu thức:  $P(t) = P\{\tau \geq t\}$  (1.1)

Trong đó:  $\tau$  là thời gian vận hành liên tục một cách an toàn của phần tử.

b. Thời gian vận hành an toàn  $\tau$ .

Giả thiết ở thời điểm  $t = 0$  phần tử bắt đầu hoạt động và đến thời điểm  $t = \tau$  thì phần tử gặp sự cố. Khoảng thời gian được gọi là thời gian liên tục vận hành an toàn của phần tử. Vì sự cố không xảy ra tất định nên  $\tau$  là một đại lượng ngẫu nhiên có các giá trị trong khoảng  $0 \leq \tau \leq \infty$ .

Ta có hàm  $Q(t)$  mô tả xác suất xảy ra sự cố của phần tử, vậy hàm mô tả độ tin cậy của phần tử được ký hiệu là  $P(t)$  và sẽ được tính theo định nghĩa hàm xác suất:

$$P(t) = 1 - Q(t) = P\{\tau \geq t\} \quad (1.5)$$

Như vậy  $P(t)$  là xác suất để phần tử vận hành an toàn trong khoảng thời gian  $t$  vì ở đây ta đã giả thiết có  $\tau \geq t$ .

Độ tin cậy  $P(t)$  của phần tử hoặc của hệ thống là xác suất để trong suốt khoảng thời gian khảo sát  $t$ , phần tử đó hoặc hệ thống đó vận hành an toàn trong các điều kiện hoạt động cụ thể. Độ tin cậy của Hệ thống được tính toán và đánh giá bởi độ tin cậy của từng thành phần, từng phần tử tạo nên hệ thống thông qua cấu trúc logic, kết nối vật lý của hệ thống.

Độ tin cậy  $P(t)$  được định nghĩa bởi biểu thức:

$$P(t) = P\{\tau \geq t\} \quad (1.1)$$

Trong đó:  $\tau$  là thời gian vận hành liên tục một cách an toàn của phần tử.

Giả sử tại thời điểm  $t = 0$  phần tử bắt đầu hoạt động và đến thời điểm  $t = \tau$  thì phần tử gặp sự cố. Khoảng thời gian đó được gọi là thời gian vận hành an toàn một cách liên tục của phần tử. Vì sự cố không xảy ra tất định nên  $\tau$  là một đại lượng ngẫu nhiên có các giá trị trong khoảng  $0 \leq \tau \leq \infty$ .

Giả thiết trong khoảng thời gian khảo sát  $t$  thì phần tử xảy ra sự cố với xác suất  $Q(t)$ . Khi đó:  $Q(t) = P\{\tau < t\}$  (1.2)

Do  $\tau$  là đại lượng ngẫu nhiên liên tục nên:

- $Q(t)$  được gọi là hàm phân phối của biến ngẫu nhiên liên tục  $\tau$ .
- $q(t)$  là hàm mật độ phân phối xác suất của  $\tau$ .

Trong lý thuyết về độ tin cậy, giá trị cường độ hỏng hóc (hay cường độ trở ngại) là một trong những khái niệm quan trọng, trong đó  $\lambda(t)$  là một hàm theo thời gian

Công thức tính độ tin cậy của phần tử trong trường hợp biết cường độ hỏng  $\lambda(t)$ :  $P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t).dt}$  (1.12)

### 1.1.2 Một số thuật ngữ liên quan độ tin cậy

Các định nghĩa và ý nghĩa của: MTBF, MTTF, MTTR. Mối liên hệ giữa các thuật ngữ trên.

### 1.1.3 Chỉ số độ tin cậy của hệ thống

- Phần tử không phục hồi
- Phần tử có phục hồi.

Sự khác biệt giữa hai loại phần tử này và các thông số sử dụng cho mỗi loại phần tử.

#### **1.1.4 Bài toán đánh giá độ tin cậy của hệ thống mạng**

Các hệ thống mạng được sử dụng để mô phỏng các cấu trúc, trong đó các nút mạng thực hiện truyền thông dữ liệu với nhau, thường được mô hình hóa và biểu diễn bằng biểu đồ hoặc đồ thị (vô hướng hoặc có hướng). Các đỉnh đồ thị biểu diễn các nút (thiết bị) mạng, trong khi các cạnh biểu thị sự kết nối giữa các nút đó.

Độ tin cậy của các phần tử trong mạng có thể được phân chia thành ba bài toán chính: two-terminal, k-terminal và all-terminal.

Độ tin cậy của hai nút mạng bất kỳ được đo bằng xác suất tồn tại ít nhất một đường đi giữa hai nút đó.

Một số cách tiếp cận được sử dụng để tính độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối là: Kỹ thuật SDP; Phương pháp xấp xỉ; Kỹ thuật sử dụng BDD. Tuy nhiên với các mạng có số lượng nút và cạnh lớn, việc đánh giá độ tin cậy sẽ phức tạp và không hiệu quả. Hạn chế của SDP là tốc độ và hiệu suất làm việc, tuy nhiên cài đặt trên máy tính lại dễ hơn.

### **1.2. Tổng quan về các phương pháp tính độ tin cậy của hệ thống**

Giới thiệu tổng quan về đặc điểm, tình hình nghiên cứu liên quan tới các phương pháp tính độ tin cậy.

#### **1.2.1. Phương pháp liệt kê trạng thái**

#### **1.2.2. Phương pháp cắt cực tiểu**

#### **1.2.3. Phương pháp tổng sản phẩm rời rạc**

#### **1.2.4. Phương pháp biểu đồ quyết định nhị phân**

#### **1.2.5. Phương pháp SACNR**

#### **1.2.6. Một số nhận xét**

### **1.3. Tổng quan về các phương pháp đánh giá độ tin cậy của hệ thống**

- 1.3.1. Phương pháp mô phỏng Monte Carlo**
- 1.3.2. Phương pháp sử dụng chuỗi Markov (Markov chain)**
- 1.3.3. Phương pháp sử dụng mạng Bayesian**
- 1.3.4. Phương pháp sử dụng phân tích cây sai**
- 1.3.5. Một số nhận xét**
- 1.4. Các phương pháp dự phòng nâng cao độ tin cậy hệ thống**
  - 1.4.1 Cơ chế dự phòng nóng**
  - 1.4.1 Cơ chế dự phòng lạnh**
  - 1.4.3 Cơ chế dự phòng ẩm**
  - 1.4.4 Cơ chế dự phòng kiểu chập**
  - 1.4.5. Một số nhận xét**
- 1.5. Kết luận và vấn đề nghiên cứu**

## **CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ VÀ CẢI ĐỘ TIN CẬY GIỮA HAI ĐIỂM ĐẦU CUỐI TRONG MẠNG**

Nội dung chương này tập trung về trình bày đóng góp khoa học trong nâng cao tốc độ tính toán độ tin cậy giữa hai phân tử bất kỳ trong mạng dựa trên phương pháp song song hóa.

### **2.1. Vấn đề đánh giá độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng**

Bài toán đánh giá độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng được coi là bài toán cơ bản và nền tảng cho các bài toán phức tạp hơn như: đánh giá độ tin cậy từ một điểm đến các điểm còn lại, hay đánh giá độ tin cậy của tất cả các điểm trong mạng. Để giải quyết bài toán cơ bản, có ba cách tiếp cận hiện được nghiên cứu chủ yếu là: Kỹ thuật SDP; Phương pháp xấp xỉ và Kỹ thuật lược đồ cây nhị phân BDD.

Tuy nhiên, kỹ thuật SDP được cho là có nhiều ứng dụng rộng rãi do việc triển khai cài đặt thực hiện đơn giản. Ý tưởng chính của SDP là tính tổng các thành phần rời rạc để xác định xác suất của tổng các tích, có thể được biểu thị bằng tổng xác suất của từng tích riêng lẻ.

### **2.2 Mô hình mạng và độ tin cậy của hai thiết bị đầu cuối**

#### **2.2.1 Biểu diễn kết nối mạng trong lý thuyết đồ thị**

Các hệ thống như mạng máy tính có thể được mô hình hóa thành đồ thị với các nút và cạnh trong việc giải quyết vấn đề. Khi đó, có thể coi mạng  $G$  được biểu diễn dưới dạng đồ thị  $G(V, E)$  bao gồm  $n$  nút  $V$  và  $m$  cạnh  $E$ . Mỗi cạnh chỉ có hai trạng thái: hoạt động hoặc lỗi. Một tập hợp con của các nút  $K$  ( $K \subseteq V$ ) (được gọi là thiết bị đầu cuối) là các phần tử vận hành. Một mạng sẽ hoạt động nếu có một hoặc nhiều đường dẫn hoạt động tới tất cả các thiết bị đầu cuối từ các thiết bị đầu cuối còn lại.

Gọi  $p_e$  và  $q_e$  lần lượt là xác suất hoạt động (làm việc) và không hoạt động (hỏng) của một cạnh  $e \subseteq E$ . Hay theo cách khác:

$p_e$  là xác suất của  $X_e = 1$  (ký hiệu là  $P_r(X_e = 1)$ ) và  
 $q_e$  là xác suất của  $X_e = 0$  (ký hiệu là  $P_r(X_e = 0) = 1 - p_e$ ).

Độ tin cậy  $R$  của mạng là xác suất hoạt động thành công, trường hợp độ tin cậy hai đầu cuối  $R_{st}$ , chúng ta có:

$R_{st} = P$  (các nút  $s$  và  $t$  được kết nối)

Tức là:  $R_{st} = P(E_1 + E_2 + E_3 \dots)$  (2.2)

Trong đó  $P(E_i)$  là xác suất xảy ra các sự kiện  $E_i$

$R_{st} = P(E_1) + P(E_2) + P(E_3) + \dots$  (2.3)

### 2.2.2. Sử dụng phương thức SDP trong tính xác suất tổng các thành phần

Sum of Disjoint Products (SDP) là phương pháp được sử dụng phổ biến trong việc tính xác suất hệ thống dựa trên việc phân tích thành tổng các xác suất của sự kiện riêng lẻ.

Nếu có  $i$  tập tối thiểu giữa  $s$  và  $t$ , thì biểu thức tính độ tin cậy của hai điểm đầu cuối sẽ được viết lại như sau:

$$R_{st} = P(E_1 + E_2 + \dots + E_i) \quad (2.4)$$

Trong đó:  $P$  là xác suất tổng của các sự kiện;

$E_i$  là các cạnh hình thành lên đường dẫn từ điểm nguồn đến điểm đích.

## 2.3. Phương pháp tính toán độ tin cậy hai nút đầu cuối sử dụng thuật toán PNRE

### 2.3.1 Tính toán xác suất của biểu thức logic dựa trên LPC

Giả sử trạng thái của liên kết giữa hai nút  $\alpha, \beta$  là một trong hai trường hợp:

$$\begin{cases} \text{Làm việc } f_{\alpha\beta}(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1 \\ \text{Lỗi } f_{\alpha\beta}(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \end{cases} \quad (2.6)$$

Như vậy trạng thái của toàn hệ thống phụ thuộc vào trạng thái của từng phần tử  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Mỗi phần tử đều làm việc ( $x_k = 1$ ) hoặc lỗi ( $x_k = 0$ ).

Áp dụng công thức tính tổng xác suất các sự kiện riêng lẻ, ta

$$P_{\alpha\beta} = P[f_{\alpha\beta} = 1] = P\left[\bigvee_{j=1}^m K_j = 1\right] = \sum_{j=1}^m P[K_j = 1] \quad (2.7)$$

có công thức (2.8) sau đây:

$$y(x_1, x_2, \dots, x_m) = \bigvee_{i=1}^{2^m} K_i \quad (2.8)$$

Công thức (2.7) có thể viết thành:

$$y(x_1, x_2, \dots, x_m) = K_1 \vee \bar{K}_1 K_2 \vee \bar{K}_1 \bar{K}_2 K_3 \vee \dots \vee \bar{K}_1 \bar{K}_2 \dots \bar{K}_{n-1} K_n \quad (2.9)$$

Và (2.9) tương đương với:

$$y(x_1, x_2, \dots, x_m) = K_1 \vee \bar{K}_1 (K_2 \vee \bar{K}_2 (\dots (K_{n-1} \vee \bar{K}_{n-1} K_n) \dots)) \quad (2.10)$$

Như vậy, công thức (2.10) có thể cài đặt dễ dàng hơn so với công thức (2.8).

### 2.3.2 Lưu đồ hoạt động của thuật toán PNRE

Thuật toán PNRE được thực hiện thông qua năm bước chính:

*Bước 1:* Sắp xếp ma trận  $W$  chứa tất cả các đường đi tối thiểu tìm được giữa hai điểm đầu cuối. Để giảm thiểu số lượng đường dẫn rời rạc được tạo ra, ta sẽ sắp xếp ma trận  $W$  theo thứ tự được giới thiệu trong nghiên cứu.

*Bước 2:* Thuật toán chuyển đổi ma trận  $W$  thành vector  $C$  chứa các nút chung được lưu trữ trong tất cả các đường dẫn và ma trận  $K$  chứa các hàng sau khi loại trừ các nút chung.

*Bước 3:* Thuật toán khởi tạo ma trận  $R$  và biến  $i = n - 1$  ( $n$  là số hàng trong ma trận  $K$ ).

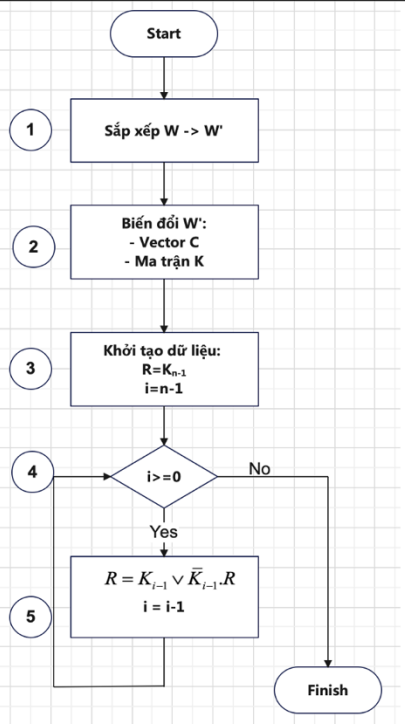
*Bước 4 & 5:* Thuật toán sẽ kiểm tra giá trị  $i \geq 0$ . Nếu đúng sẽ thực hiện ba bước phụ:

- (1) Tìm ma trận nghịch đảo  $K_{i-1}$  (ký hiệu là  $\bar{K}_{i-1}$ );
- (2) Nhân ma trận  $\bar{K}_{i-1}$  và ma trận  $R$ ;

(3) Thêm ma trận  $K_{i-1}$  vào kết quả.

Chú thích các thành phần trong lưu đồ Hình 2.2:

- $W$  - là ma trận chứa tất cả các đường đi tối thiểu tìm được;
- $C$  - là vector chứa tất cả các nút chung nằm trên đường dẫn giữa hai điểm đầu và cuối;
- $K$  - là ma trận chứa  $K_i$  hàng trong Công thức (2.10);
- $N$  - là số hàng của ma trận  $K$ ;
- $R$  - là ma trận kết quả thu được sau khi tính toán.

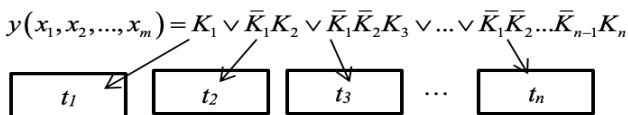


Hình 2.2: Lưu đồ thuật toán PNRE

Ngược lại, nếu giá trị  $i < 0$ : sẽ kết thúc giải thuật tính toán.

Kết quả thu được của thuật toán LPC cho ta một phương trình đại số, từ đó sẽ thực hiện tính độ tin cậy giữa hai điểm đầu và cuối trong topo mạng dựa trên giá trị xác suất từ đường đi tối thiểu đã tìm được trong các bước của thuật toán.

Từ kết quả thu được trong Công thức (2.10), thực hiện cài đặt song song hóa việc tính toán các biểu thức hợp của các  $K_i$ , thao tác xử lý có thể mô tả trong Hình 2.3 sau đây:



Hình 2.3: Tiến hành tính toán song song hóa các biểu thức trong Công thức (2.10)

Các thao tác tính toán  $t_i$  sẽ được thực hiện trong các luồng riêng và độc lập, do kết quả và thao tác tính toán không có sự liên quan lẫn nhau. Điều này sẽ giúp cho kết quả tính toán được thực hiện nhanh hơn rất nhiều, đặc biệt khi áp dụng trên các mô hình mạng phức tạp với nhiều nút, cạnh.

### 2.3.3. Đánh giá độ phức tạp thuật toán

Thuật toán PNRE được phát triển dựa trên cơ sở của thuật toán SDP, do vậy độ phức tạp của thuật toán PNRE về cơ bản là tương đồng. Tuy nhiên, trong thuật toán PNRE có sử dụng kỹ thuật tính toán song song để thực hiện tính các biểu thức từ công thức (2.10). Như vậy, thuật toán PNRE không thực hiện cải thiện độ phức tạp của các thuật toán tương tự trước đây như SDP, mà thực hiện việc tăng tốc độ trong tính toán khi áp dụng kỹ thuật song song để thực hiện quá trình nhân các ma trận khi thực hiện trực giao hóa.

## 2.4. Cài đặt thuật toán PNRE

### 2.4.1 Xác định trực giao hóa các toán tử logic

Trình bày các phương pháp trực giao hoá, và các thuật toán được sử dụng để trực giao hoá các biểu thức logic.

### 2.4.2. Một số giải thuật được cài đặt trong thuật toán PNRE

Trình bày một số giải thuật, hàm trong quá trình cài đặt.

## 2.5 Thực nghiệm và so sánh phương pháp PNRE với LPC, SACNR

Tiến hành thực nghiệm tính độ tin cậy của một số mô hình mạng và thực hiện so sánh.

Mạng	Số nodes	Số cạnh	Đường đi tối thiểu	Độ tin cậy
Topology 1	4	6	5	0,99785
Topology 2	6	8	7	0,96843
Topology 3	5	8	9	0,99763
Topology 4	6	9	13	0,97718
Topology 5	9	12	13	0,96485
Topology 6	8	12	24	0,97512
Topology 7	8	12	20	0,98407
Topology 8	7	12	25	0,99749
Topology 9	8	13	29	0,99622
Topology 10	10	14	32	0,94435
Topology 11	9	14	44	0,97415
Topology 12	11	21	18	0,99408
Topology 13	21	26	44	0,90458
Topology 14	13	22	281	0,98739

Kết quả so sánh thời gian thực hiện của PNRE với các phương pháp khác:

Network	SACNR (1)	LPC (2)	PNRE (3)	Speed up (2)/(3)	Speed up (1)/(3)
Topology 1	0,001	0,001	0,001	1	1
Topology 2	0,001	0,001	0,001	1	1
Topology 3	0,001	0,001	0,001	1	1
Topology 4	0,004	0,001	0,001	1	13
Topology 5	0,006	0,002	0,001	2	6
Topology 6	0,58	0,004	0,002	2	290
Topology 7	9,248	0,006	0,003	2	3.082,67
Topology 8	18,481	0,005	0,004	1,25	4.620,25
Topology 9	309,302	0,014	0,005	2,8	61.860,4
Topology 10	N/A	0.026	0.011	2.36	N/A
Topology 11	N/A	0.049	0.007	7	N/A
Topology 12	0.225	0.065	0.032	2.03	7.03
Topology 13	N/A	7.661	1.225	6.25	N/A
Topology 14	N/A	105.288	6.409	16.43	N/A

Kết quả đo đạc cho thấy với các topo mạng đơn giản có số lượng đỉnh ít như topo 1-2-3, thời gian thực thi của ba thuật toán gần như bằng nhau (trong khoảng 0,1 giây). Thậm chí ở topo 4-5, sự khác biệt giữa LPC và PNRE thực sự không chênh lệch nhau đáng kể, nhưng thời gian thực thi của SACNR chậm hơn so với PNRE tương ứng là 6 và 13 lần. Sự khác biệt bắt đầu tăng lên rõ ràng từ topo 6 trở đi, tốc độ của PNRE gấp 290x lần so với thuật toán SACNR.

## 2.6. Kết luận chương

Nội dung chương trình phương pháp đánh giá độ tin cậy trong hệ thống mạng và đề xuất phương pháp PNRE nhằm mục đích nâng cao độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng. Kỹ thuật được sử dụng trong PNRE là song song hóa quá trình thực hiện tính toán dựa trên sức mạnh của các bộ vi xử lý máy tính. Kết quả thực nghiệm trên một số mô hình mạng cho thấy sự cải tiến về thời gian xử lý và tính toán của phương pháp mới so với các phương pháp truyền thống.

## **CHƯƠNG 3. QUY TRÌNH ĐẢM BẢO ĐỘ TIN CẬY CHO HỆ THỐNG MÁY CHỦ DỰA TRÊN CƠ CHẾ DỰ PHÒNG**

Nội dung chương này sẽ trình bày một số cơ chế dự phòng nâng cao độ tin cậy cho hệ thống. Đồng thời đề xuất quy trình thực hiện nhằm đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống dựa trên các cơ chế dự phòng, kết hợp với cấu trúc của hệ thống.

### **3.1. Cơ chế dự phòng nâng cao độ tin cậy cho hệ thống**

Dự phòng là quá trình thiết kế và triển khai các biện pháp bảo vệ nhằm đảm bảo rằng hệ thống có thể tiếp tục hoạt động ngay cả khi một hoặc nhiều thành phần của nó gặp sự cố. Các cơ chế dự phòng không chỉ giúp giảm thiểu rủi ro về hỏng hóc mà còn tăng cường khả năng phục hồi và khôi phục nhanh chóng sau khi xảy ra sự cố. Do vậy, việc lựa chọn cơ chế dự phòng một cách hợp lý là rất quan trọng, vì nó không chỉ giúp bảo vệ hệ thống trước các sự cố bất ngờ mà còn đảm bảo tính liên tục của dịch vụ.

#### **3.1.1. Phương pháp dự phòng song song**

Trong phương pháp này, nhiều thành phần hoặc hệ thống dự phòng được vận hành song song cùng với các thành phần chính. Khi một thành phần chính gặp sự cố, một trong các thành phần dự phòng có thể tiếp tục hoạt động mà không gây gián đoạn dịch vụ. Có 3 cơ chế khác nhau gồm:

- Dự phòng nóng;
- Dự phòng ấm;
- Dự phòng lạnh;

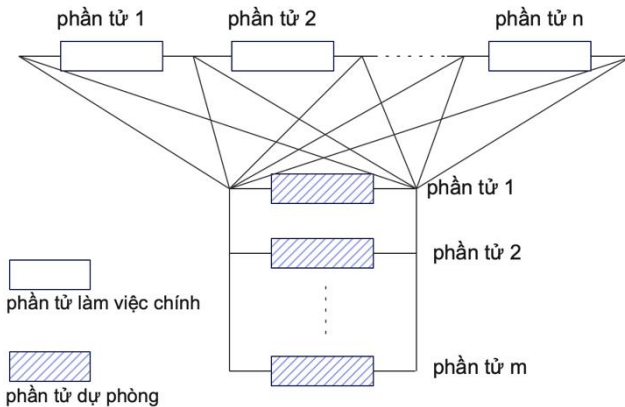
#### **3.1.2. Dự phòng song song với phần tử có phục hồi**

Trong cơ chế dự phòng song song này, các phần tử có khả năng phục hồi bằng cách sửa chữa hoặc thay mới sao cho phần tử đó lại có được những tính chất ban đầu.

Với hệ thống các phần tử có khả năng phục hồi, ngoài xác suất hỏng  $\lambda$ , phần tử còn có thêm giá trị gọi là xác suất phục hồi (ký hiệu là  $\mu$ )

### 3.1.3. Phương pháp dự phòng tích cực

Là hệ thống gồm có  $n$  phần tử cùng loại hoạt động theo kiểu nối tiếp. Nguyên tắc của hệ thống cần phải đảm bảo tất cả các phần tử đều làm việc, bất kỳ phần tử nào hỏng sẽ kéo theo hệ thống ngừng hoạt động. Để đảm bảo điều kiện làm việc cho hệ thống, các nhà thiết kế đã bố trí thêm  $m$  phần tử cùng loại ở vị trí dự phòng. Khi một phần tử bất kỳ trong số  $n$  phần tử làm việc bị hỏng thì bộ chuyển tiếp sẽ đưa một trong số  $m$  phần tử dự phòng vào thay thế.



Hình 3.2: Cơ chế dự phòng tích cực

## 3.2. Bài toán đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống máy chủ

### 3.2.1. Phát biểu nội dung bài toán

Đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống thông tin là công việc quan trọng của người thiết kế hệ thống ngay từ khâu đầu tiên. Công

việc này chính là quá trình bảo vệ và duy trì tính toàn vẹn, an toàn và đáng tin cậy của thông tin trong một hệ thống.

Các nghiên cứu của Sadeghi (2020), Gao (2023) đã phân tích độ tin cậy và tối ưu hệ thống sử dụng cơ chế dự phòng tích theo mô hình ở Hình 3.2, tuy nhiên các nghiên cứu liên quan chưa xét đến khía cạnh về đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống. Từ yêu cầu của về độ tin cậy ban đầu, cần xác định phương án dự phòng phù hợp dựa trên cấu trúc hệ thống để có được mức độ tin cậy tốt nhất. Do vậy, cần thiết có một công cụ để giúp các nhà thiết kế hệ thống có thể lập phương án dự phòng cho hệ thống.

### **3.2.2. Đề xuất quy trình đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống.**

Các bước tiến hành của quy trình:

**Bước 1: Xác định yêu cầu của hệ thống:** Xác định hiện trạng, yêu cầu, cấu trúc hoạt động của hệ thống...

**Bước 2: Kiểm tra tiêu chí mới đã đáp ứng được trên hệ thống hiện tại:** Tính toán trên cấu trúc hiện tại để xác định giá trị độ tin cậy, so sánh yêu cầu để thực hiện các bước tiếp.

#### **Bước 3: Xác định cấu trúc dự phòng của hệ thống.**

Xây dựng cấu hình cho hệ thống với các phần tử kết nối, xác định mối liên hệ giữa các phần tử để từ đó biết được cấu trúc của hệ thống là song song hay nối tiếp. Phương án dự phòng có thể được lựa chọn như: dự phòng song song, dự phòng chập, dự phòng tích cực.

**Bước 4: Cập nhật cấu trúc mới của hệ thống và tính lại độ tin cậy.**

Xây dựng công thức tính xác suất và độ tin cậy cho hệ thống mới, cần căn cứ vào phương pháp dự phòng được lựa chọn, từ đó thiết lập công thức tính và lựa chọn cấu hình tối ưu nhất phù hợp yêu cầu ban đầu đặt ra.

**Bước 5: Ghi nhận phương án:** Xác định và ghi nhận phương án dự phòng mới cho hệ thống.



Hình 3.3: Quy trình đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống

### 3.3. Nâng cao độ tin cậy sử dụng phương pháp dự phòng song song

#### 3.3.1 Bài toán nâng cao độ tin cậy cho hệ thống máy chủ dịch vụ

##### a. Phương án bổ sung một máy chủ dự phòng

Từ hệ thống ban đầu, tiến hành bổ sung một máy chủ dự phòng làm nhiệm vụ dự phòng cho máy chủ chính.

Xét hai trường hợp:

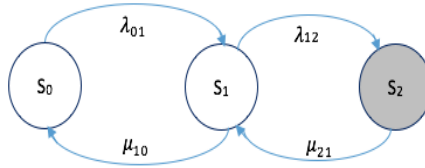
- Phần tử không phục hồi
- Phần tử có phục hồi

Với mỗi trường hợp, thực hiện lập công thức tính độ tin cậy và tính toán.

Với trường hợp hợp sử dụng một phần tử không phục hồi, công thức tính độ tin cậy theo thời gian hoạt động  $t$  là:

$$P_{hệ}(t) = p(t)^2 \quad (3.1)$$

Trường hợp phần tử có phục hồi, theo lý thuyết của chuỗi Markov, tiến hành xây dựng biểu đồ chuyển trạng thái (Hình 2.5) của các phần tử trong hệ, sau đó xây dựng hệ phương trình vi phân.



Hình 3.6: Sơ đồ chuyển trạng thái của hệ thống với 2 phần tử

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

$$\begin{cases} P_0'(t) = -\lambda_{01}P_0(t) + \mu_{10}P_1(t) \\ P_1'(t) = -(\mu_{10} + \lambda_{12})P_1(t) + \lambda_{01}P_0(t) + \mu_{21}P_2(t) \\ P_2'(t) = -\mu_{21}P_2(t) + \lambda_{12}P_1(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1 \end{cases} \quad (3.2)$$

Trong đó:

$\lambda$  là xác suất hỏng và  $\mu$  xác suất phục hồi của mỗi phần tử. Do các phần tử là đồng nhất nên:

$$\begin{cases} P_0'(t) = -2\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \\ P_1'(t) = -(\mu + \lambda)P_1(t) + 2\lambda P_0(t) + 2\mu P_2(t) \\ P_2'(t) = -2\mu P_2(t) + \lambda P_1(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1 \end{cases} \quad (3.3)$$

Giải hệ trên ta thu được hệ số sẵn sàng là:

$$K_r = P_0 + P_1 = \frac{1 + 2\rho}{(1 + \rho)^2} \quad (3.4)$$

Trong đó:  $K_r$  là hệ số sẵn sàng của hệ.

$P_i$  là xác suất làm việc ở trạng thái  $i$ .

$\rho$  là biểu thức tương quan giữa xác suất hỏng và phục hồi.

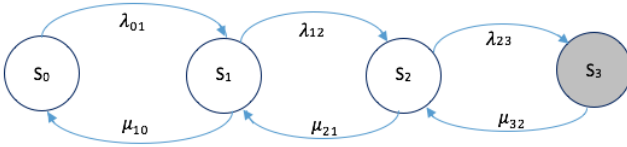
### b. Phương án bổ sung hai máy chủ dự phòng

Trường hợp bổ sung thêm một máy chủ dự phòng thứ hai. Xét các trường hợp không phục hồi, xác định của công thức tính độ tin cậy:

$$P_{hệ}(t) = p(t)^3 + 3\alpha(1 - p(t))p(t)^2 \quad (3.6)$$

với  $p(t) = e^{-\lambda t}$

Với phần tử có phục hồi, xác định sơ đồ chuyển trạng thái:



Hình 3.8: Sơ đồ chuyển trạng thái với ba phần tử song song

Từ đó thiết lập được hệ phương trình:

$$\begin{cases} -3\lambda P_0 + \mu P_1 = 0 \\ 3\lambda P_0 - (\mu + 2\lambda)P_1 + 2\mu P_2 = 0 \\ 2\lambda P_1 - (2\mu + \lambda)P_2 + 3\mu P_3 = 0 \\ \lambda P_2 - 3\mu P_3 = 0 \\ P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 1 \end{cases} \quad (3.9)$$

Với đặt các giá trị  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ , ta thu được hệ số sẵn sàng của hệ:

$$K_r = P_0 + P_1 + P_2 = \frac{1 + 3\rho + 3\rho^2}{(1 + \rho)^3} \quad (3.10)$$

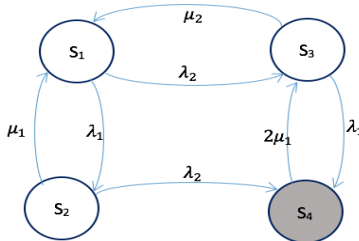
Trong đó:  $K_r$  là hệ số sẵn sàng của hệ.

$P_i$  là xác suất làm việc ở trạng thái  $i$ .

$\rho$  là biểu thức tương quan giữa xác suất hỏng và phục hồi.

### c. Trường hợp phần tử phục hồi có độ ưu tiên

Giả thiết trong quá trình hoạt động của hệ, với các phần tử không đồng nhất, dựa theo điều kiện, người thiết kế hệ thống có thể lựa chọn phần tử phục hồi theo thứ tự ưu tiên. Sơ đồ chuyển trạng thái với phần tử phục hồi có ưu tiên:



Hình 3.9: Sơ đồ trạng thái với hai phần tử phục hồi có ưu tiên khác nhau.

Theo chuỗi Markov, ta xây dựng được hệ phương trình:

$$\begin{cases} P_1'(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2)P_1 + \mu_1P_2 + \mu_2P_3 \\ P_2'(t) = \lambda_1P_1 - (\lambda_2 + \mu_1)P_2 \\ P_3'(t) = \lambda_2P_1 - (\lambda_1 + \mu_2)P_3 + 2\mu_1P_4 \\ P_4'(t) = \lambda_2P_2 + \lambda_1P_3 - 2\mu_1P_4 \\ P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1 \end{cases} \quad (3.11)$$

giả sử tại thời điểm ban đầu:

$t=0 \Rightarrow$  Khi đó  $P_1(0)=1$  và  $P_2(0)=P_3(0)=P_4(0)=0$ . Tức là cả hai phần tử đều ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.

Khi đó hệ trở thành:

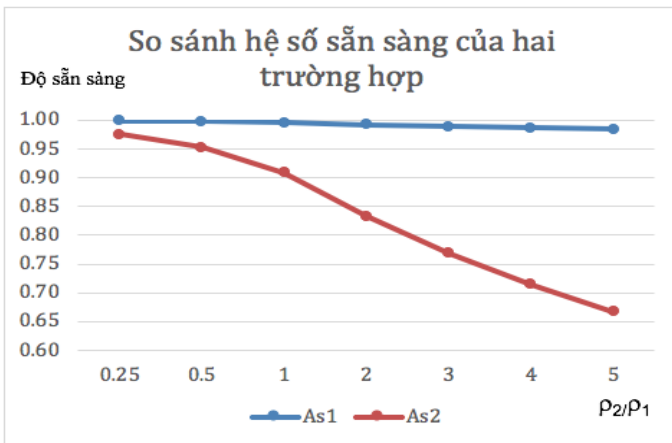
$$\begin{cases} -(\lambda_1 + \lambda_2)P_1 + \mu_1P_2 + \mu_2P_3 = 0 \\ \lambda_1P_1 - (\lambda_2 + \mu_1)P_2 = 0 \\ \lambda_2P_1 - (\lambda_1 + \mu_2)P_3 + 2\mu_1P_4 = 0 \\ \lambda_2P_2 + \lambda_1P_3 - 2\mu_1P_4 = 0 \\ P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1 \end{cases} \quad (3.12)$$

Đặt giá trị  $\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1}$  và  $\rho_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2}$ , với  $\lambda$  là tỉ lệ lỗi,  $\mu$  là tỉ lệ phục hồi

Giải hệ phương trình (2.25) ta được hệ số sẵn sàng của hệ thống:

$$A_{s1} = P_1 + P_2 + P_3 = \frac{1 + \rho_1 + \rho_2}{1 + \rho_1 + \rho_2 + \frac{1}{2}\rho_1\rho_2} \quad (3.14)$$

Tiến hành so sánh  $A_{s1}$  với công thức (3.4) (đặt là  $A_{s2}$ ), ta xây dựng được biểu đồ tương quan:

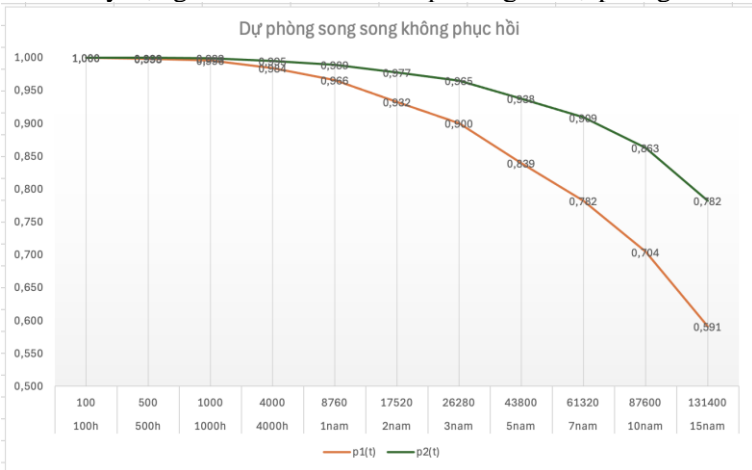


Hình 3.10: Tương quan hệ số sẵn sàng trong hai trường hợp

Có thể thấy hệ số sẵn sàng của hai hệ thống có sự thay đổi khi giá trị  $\rho_2$  biến thiên. Do ở trên đã cố định giá trị  $\rho_1$ , nên giá trị  $A_{s1}$  và  $A_{s2}$  được tính theo  $\rho_2$ . Khi hệ số  $\rho_2$  biến đổi trong khoảng từ 0,025 đến 0,5, thì giá trị của  $A_{s1}$  thay đổi rất ít, khoảng 1,42%, trong khi giá trị của  $A_{s2}$  thay đổi tới 30,8%. Điều này có thể thấy rằng khi chúng ta lựa chọn đúng phần tử để ưu tiên phục hồi (sửa chữa khi bị lỗi), thì khả năng sẵn sàng làm việc lại của toàn bộ hệ thống sẽ cao hơn.

#### d. Nhận xét

Từ hai công thức (3.1) và (3.6) dùng để tính độ tin cậy của hệ thống ở hai trường hợp: sử dụng một phần tử và sử dụng hai phần tử. Ta xây dựng biểu đồ so sánh hai phương án dự phòng sau:

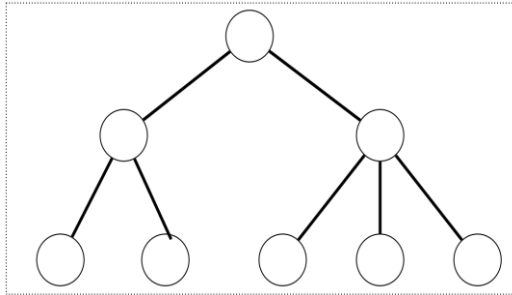


Hình 3.11: Biểu đồ so sánh hai phương án dự phòng với phần tử không phục hồi.

Dựa vào biểu đồ xác định được mức độ giảm độ tin cậy của các phương án qua từng khoảng thời gian khác nhau. Đồng thời việc xây dựng công thức tính cho phép áp dụng phương pháp tương tự khi bổ sung thêm các phần tử dự phòng khác vào hệ thống. Ta có thể lượng hóa cụ thể để đánh giá độ tin cậy hệ thống, từ đó giúp lựa chọn phương án dự phòng tối ưu hơn về thời gian hoặc số lượng phần tử cần thêm.

### 3.3.2 Đảm bảo độ tin cậy hệ thống với dự phòng song song

Áp dụng quy trình đảm bảo độ tin cậy đề xuất trong 3.2.2 trên mô hình với tám máy chủ hoạt động theo 3 tầng như Hình 3.12:



Hình 3.12: Hệ thống ban đầu không có dự phòng.

Thực hiện các bước lần lượt để xác định các cấu hình dự phòng khả dụng của hệ thống, luận án đưa ra được tám phương án dự phòng, áp dụng lý thuyết độ tin cậy và xây dựng công thức tính cho mỗi phương án, từ đó lập được bảng kê chi tiết:

**Bảng 3.3: Giá trị độ tin cậy của các phương án sử dụng dự phòng song song**

Cấu hình	1 năm	2 năm	3 năm	4 năm	5 năm	6 năm	7 năm	%
Ban đầu	0,9521	0,9065	0,8631	0,8218	0,7825	0,7450	0,7094	
PA1	0,9556	0,9132	0,8726	0,8338	0,7967	0,7612	0,7272	1,38%
PA2	0,9591	0,9199	0,8821	0,8459	0,8111	0,7777	0,7456	2,79%
PA3	0,9626	0,9266	0,8918	0,8582	0,8258	0,7945	0,7644	4,21%
PA4	0,9662	0,9334	0,9015	0,8707	0,8407	0,8117	0,7836	5,66%
PA5	0,9697	0,9402	0,9114	0,8833	0,8560	0,8293	0,8034	7,14%
PA6	0,9733	0,9471	0,9214	0,8962	0,8715	0,8473	0,8236	8,65%
PA7	0,9768	0,9540	0,9314	0,9092	0,8873	0,8657	0,8444	10,18%
PA8	0,9804	0,9610	0,9416	0,9224	0,9034	0,8844	0,8657	11,74%

Dựa trên bảng giá trị 3.3, nhà thiết kế hệ thống có thể lựa chọn phương án dự phòng tối ưu nhất cho hệ thống cần xây dựng dựa trên các nguyên tắc, điều kiện cụ thể ban đầu của bài toán đặt ra.

### 3.4. Nâng cao độ tin cậy sử dụng PP dự phòng tích cực

#### 3.4.1 Tính độ tin cậy hệ thống với dự phòng tích cực

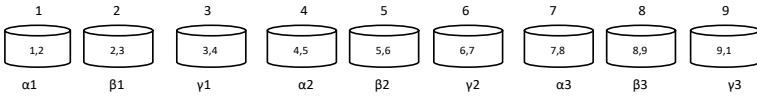
Trình bày lý thuyết về công thức tính độ tin cậy của hệ thống khi sử dụng dự phòng tích cực.

#### 3.4.2 Bài toán lưu trữ dữ liệu an toàn

Trình bày vấn đề đảm bảo độ tin cậy cho dữ liệu người dùng khi lưu trữ đám mây và nguy cơ mất mát dữ liệu hoặc bị vi phạm chính sách. Dựa trên dịch vụ lưu trữ đám mây công cộng đề xuất phương án lưu trữ theo mô hình RAID gọi là RESCS.

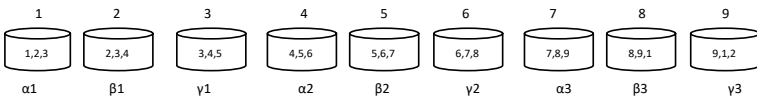
Áp dụng cơ chế dự phòng tích cực theo hai trường hợp:

Khi  $m=2$  (lưu trữ hai khối dữ liệu trên mỗi tài khoản cloud):



Hình 3.17: Trường hợp sử dụng hai phần tử dự phòng tích cực

Khi  $m=2$  (lưu trữ hai khối dữ liệu trên mỗi tài khoản cloud):



Hình 3.18: Trường hợp sử dụng ba phần tử dự phòng

Với mỗi trường hợp, ta xác lập công thức tính độ tin cậy hệ thống:

$$\begin{aligned}
 P_{SS1} = & \alpha^3 * \beta^3 * \gamma^3 + (1 - \alpha)^3 * \beta^3 * \gamma^3 + \alpha^3 \\
 & * (1 - \beta)^3 * \gamma^3 + \alpha^3 * \beta^3 * (1 - \gamma)^3 \\
 & + \alpha * \beta^2 * \gamma^2 * (1 - \alpha)^2 * (1 - \beta) \\
 & * (1 - \gamma) + \alpha^2 * \beta^2 * \gamma * (1 - \alpha) \\
 & * (1 - \beta) * (1 - \gamma)^2 + \alpha^2 * \beta * \gamma^2 \\
 & * (1 - \alpha) * (1 - \beta)^2 * (1 - \gamma)
 \end{aligned} \quad (3.27)$$

$$\begin{aligned}
 P_{ss2} = & \alpha^3 * \beta^3 * \gamma^3 + (1 - \alpha)^3 * \beta^3 * \gamma^3 + \alpha^3 \\
 & * (1 - \beta)^3 * \gamma^3 + \alpha^3 * \beta^3 \\
 & * (1 - \gamma)^3 + (1 - \alpha)^3 * (1 - \beta)^3 \\
 & * \gamma^3 + \alpha^3 * (1 - \beta)^3 * (1 - \gamma)^3 \\
 & + (1 - \alpha)^3 * \beta^3 * (1 - \gamma)^3
 \end{aligned} \quad (3.28)$$

Trong đó,  $\alpha, \beta, \gamma$  tương ứng là độ tin cậy của từng khối trong các khối trên. Thay các giá trị vào ta có thể tính được  $P_{ss1}$  và  $P_{ss2}$  từ đó đánh giá mức độ tin cậy trong mỗi trường hợp.

### 3.4.3 Đảm bảo độ tin cậy hệ thống với cơ chế dự phòng tích cực

Áp dụng quy trình đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống trong Hình 3.12 và sử dụng cơ chế dự phòng tích cực để xác định được sáu phương án dự phòng khả thi cho hệ thống.

Tiếp theo, lập công thức tính độ tin cậy cho mỗi cấu hình của hệ thống, ta lập được bảng sau:

**Bảng 3.4:** Giá trị độ tin cậy của các phương án sử dụng dự phòng tích cực

Cấu hình	1 năm	2 năm	3 năm	4 năm	5 năm	6 năm	7 năm	%
Ban đầu	0,9521	0,9065	0,8631	0,8218	0,7825	0,7450	0,7094	
(PA1)	0,9649	0,9309	0,8978	0,8656	0,8345	0,8042	0,7749	5,06%
(PA2)	0,9732	0,9467	0,9207	0,8950	0,8697	0,8449	0,8205	8,48%
(PA3)	0,9795	0,9594	0,9395	0,9198	0,9005	0,8814	0,8625	11,46%
(PA4)	0,9805	0,9613	0,9424	0,9237	0,9054	0,8873	0,8696	11,93%
(PA5)	0,9764	0,9524	0,9280	0,9035	0,8788	0,8540	0,8294	9,38%
(PA6)	0,9901	0,9797	0,9686	0,9568	0,9444	0,9313	0,9177	15,71%

Dựa vào kết quả thu được trong Bảng 3.4, ta có thể lựa chọn được cấu hình tối ưu nhất cho hệ thống dựa trên yêu cầu ban đầu.

### 3.5. Tổng kết chương

Độ tin cậy là một yếu tố cực kỳ quan trọng trong việc quản lý thông tin, đặc biệt trong quản lý hệ thống thông tin hiện đại. Đảm bảo độ tin cậy của hệ thống không chỉ đảm bảo rằng thông tin

được bảo vệ một cách an toàn mà còn đảm bảo tính toàn vẹn, sẵn sàng và đáng tin cậy của thông tin.

### **KẾT LUẬN**

Độ tin cậy có vai trò và ý nghĩa hết sức quan trọng trong việc đảm bảo cho hệ thống được hoạt động ổn định, khả năng sẵn sàng trong bất cứ tình huống nào mà còn cho phép người quản trị có thể chủ động các phương án vận hành, duy trì hệ thống. Có nhiều phương pháp để nâng cao độ tin cậy cho hệ thống, trong đó có phương pháp dự phòng. Tuy nhiên việc dự phòng không hiệu quả có thể dẫn đến hao phí về nguồn lực của tổ chức, vì vậy đánh giá độ tin cậy là việc làm hết sức cần thiết để lựa chọn phương án dự phòng phù hợp với mỗi hệ thống.

Nội dung của luận án đã tập trung vào việc đánh giá độ tin cậy của hệ thống thông qua nghiên cứu và so sánh các phương pháp dự phòng, cũng như các biện pháp nâng cao độ tin cậy cho hệ thống máy tính. Các phương pháp dự phòng như dự phòng song song và dự phòng tích cực đã được phân tích và so sánh để xác định hiệu quả của chúng trong việc tăng cường độ tin cậy. Đồng thời, luận án cũng đã triển khai các kỹ thuật và giải pháp mới nhằm nâng cao độ tin cậy của hệ thống, đảm bảo rằng hệ thống máy tính có thể hoạt động ổn định và liên tục, giảm thiểu rủi ro và gián đoạn. Luận án được trình bày trong năm phần, với ba chương nội dung:

1. Tổng quan về độ tin cậy của hệ thống, các phương pháp được sử dụng để tính độ tin cậy hệ thống, phương pháp đánh giá và dự phòng nâng cao độ tin cậy hệ thống được sử dụng phổ biến hiện nay.

2. Nghiên cứu và đề xuất cải thiện phương pháp tính độ tin cậy giữa hai điểm đầu cuối trong mạng dựa trên phương pháp truyền thống SDP, kết hợp với kỹ thuật tính toán song song để cải thiện hiệu quả tính toán của phương pháp.

3. Nghiên cứu và đề xuất quy trình đảm bảo độ tin cậy của hệ thống dựa trên cơ chế dự phòng, thực hiện đánh giá và so sánh các phương án dự phòng song song, dự phòng tích cực dựa trên cấu trúc của hệ thống.

#### **Kết quả chính của luận án:**

Thứ nhất, luận án đã đề xuất phương pháp PNRE nhằm cải tiến thuật toán truyền thống SDP để tính độ tin cậy giữa hai thiết bị đầu cuối trong hệ thống mạng. Bằng cách thực hiện song song hóa các hàm tính độ tin cậy của mỗi thành phần con trong đường đi từ điểm nguồn đến đích, phương pháp đã cho kết quả tính toán được cải thiện đáng kể so sánh với hai thuật toán cùng loại là LPC và SACNR.

Thứ hai, đánh giá và đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống dựa trên các cơ chế dự phòng. Đề xuất quy trình thực hiện nhằm xác định phương án dự phòng đảm bảo độ tin cậy theo cấu trúc của hệ thống. Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở để thực hiện việc xác định phương án dự phòng đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống hoạt động ổn định.

#### **Hướng phát triển của luận án:**

Thứ nhất, tiếp tục mở rộng, nghiên cứu phương pháp dự phòng trên các thiết bị IoT với cấu trúc mạng thay đổi. Nghiên cứu và mở rộng phương pháp tính độ tin cậy giữa nhiều phần tử trong hệ thống, thay vì chỉ dùng ở hai thiết bị đầu cuối.

Thứ hai, nghiên cứu và áp dụng các phương pháp đảm bảo độ tin cậy cho hệ thống với các máy chủ trong môi trường điện toán đám mây, nghiên cứu cơ chế tái cấu trúc hệ thống máy ảo để thay thế, dự phòng cho hệ thống ảo hóa.

## DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

[CT1] Le Quang Minh, Phan Huy Anh, *Nguyen Anh Chuyen*, Le Khanh Duong (2017), “Research on Enhancing Security in Cloud Data Storage”, Proceedings of the International Conference, ICTA 2016, Springer International Publishing, Vol. 538, 510-519. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-49073-1\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-319-49073-1_55)

[CT2] *Nguyễn Anh Chuyên* Lê Quang Minh, Lê Khánh Dương, Đinh Thị Thanh Uyên (2017), “Mô hình Markov trong phân tích độ tin cậy của hệ thống máy chủ tên miền DNS Anycast.”, Kỷ yếu hội thảo FAIR lần thứ X, 443-448, ISBN:978-604-913-614-6.

[CT3] *Nguyễn Anh Chuyên*, Lê Quang Minh, Đinh Thị Thanh Uyên, Lê Khánh Dương (2018), “Mô hình Markov trong phân tích độ tin cậy của hệ thống với phần tử phục hồi có độ ưu tiên”, Kỷ yếu hội thảo FAIR lần thứ XI, 262-267, ISBN:978-604-913-749-5.

[CT4]. *Nguyễn Anh Chuyên*, Lê Quang Minh (2023), “An Efficient Method for Evaluating the Two-terminal Reliability with A Parallel Algorithm on the Multi-core Processor Architecture”, International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS-2023), 262-267, ISBN: 978-981-99-9485-4.

[CT5]. Lê Quang Minh, *Nguyễn Anh Chuyên* (2024), “Proposing a Process Utilizing Redundancy Methods to Ensure the Reliability of the Server System”, Международный научный журнал «Национальная Ассоциация Ученых», секция "ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ" ISSN Print 2413-5291,ISSN online 2782-2869, pp.34-38.

### CÁC CÔNG BỐ LIÊN QUAN

[CT6]. Lê Quang Minh, *Nguyễn Anh Chuyên*, Lê Khánh Dương, Phan Huy Anh, Trịnh Thị Thu, “Nghiên cứu về các cơ chế RAID và đề xuất giải pháp lưu trữ dữ liệu an toàn trên dịch vụ đám mây”, Kỷ yếu hội thảo FAIR lần thứ IX, 515-520, ISBN:978-604-913-472-2, 2016.

[CT7]. Lê Khánh Dương, Lê Quang Minh, *Nguyễn Anh Chuyên*, Tô Hữu Nguyên, “Đề xuất phương pháp ước lượng độ tin cậy mạng MANET dựa trên kỹ thuật phân cụm và dự phòng mạng”, Kỷ yếu hội thảo FAIR lần thứ IX, 112-117, ISBN:978-604-913-472-2, 2016.

[CT8]. Lê Khánh Dương, Nguyễn Văn Tảo, Lê Quang Minh, *Nguyễn Anh Chuyên*, Quách Xuân Trường, “Ảnh hưởng của điều kiện nhiệt độ đối với độ tin cậy

của mạng MANET”, Kỷ yếu hội thảo FAIR lần thứ VIII, 30-36, ISBN: 978-604-913-397-8, 2015.

[CT9]. Lê Quang Minh, Nguyễn Anh Chuyên, Trần Thị Dung (2015), “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.