

**Môn học: Đánh giá hiệu năng Mạng máy tính  
(Performance Evaluation of Computer Networks)**

**Người soạn: Nguyễn Khánh Thuật**

Email: thuatk@uit.edu.vn

**Lab 2: Queuing**

Xây dựng công thức tính các xác suất  $P_x$  và các xác suất  $P\{\text{immediate service}\}$ ,  $P\{\text{delay}\}$ ,  $P\{\text{loss}\}$  của hàng đợi  $M/M/n/K/N$ ,  $E\{q\}$  (kích thước trung bình của hàng đợi),  $t\{w\}$  (thời gian đợi trung bình),  $E\{x\}$  (số lượng khách hàng trung bình trong hệ thống).

Tổng quan hàng đợi:  $A/B/n/K/N/X$

- A (Arrival Process)
- B (Service process)
- n (number of servers)
- K (total capacity of the system)
- N (number of customers)
- X (queueing discipline)

1. Tính  $\lambda = A/t_m$

2. Tính  $q$ :

IF  $x < n$ :  $q = 0$

Else  $q = x - n$

3. Tính  $\lambda_x$ :

If  $N = 0$  (i.e number of sources is infinite  $\rightarrow M/M/n/K$  model) then  $\lambda_x = \lambda T = \lambda = A/t_m$

Else if  $x \leq K$  then  $\lambda_x = \lambda * (N - x)$

Else  $\lambda_x = 0$  (these states do not exist in the state transition diagram)

4. Tính  $\mu_x$ :

If  $x > K$  then  $\mu_x = 0$  (these states do not exist in the state transition diagram)

Else if  $x > n$  then  $\mu_x = n\mu = n/t_m$

Else  $\mu_x = x\mu = x/t_m$

5. Tính  $T_x$ : (Non-normalized term)

If  $x > K$  then  $T_x = 0$  (these states do not exist in the state transition diagram)

Else if  $\mu_x \neq 0$  then  $T_x = T_{x-1} \cdot (\lambda_{x-1} / \mu_x)$

Else  $T_x = 0$

Note:

1. Take a large number  $C$  of values of  $T_x$ , i.e larger than  $K$ .

2. In this way, we have:

3. Initially,  $T_0 = 1$ .

6. Tính  $P_x = T_x / (\text{sum of } T_x)$  sử dụng công thức bên dưới

$$P_x = \frac{T_x}{\sum_{i=1}^C T_i}$$

Proof :

$$P_x = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{x-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_x} \cdot P_0 \text{ (have already shown in Queueing Systems)}$$

And we also have :

$$P_x = \frac{T_x}{\sum_{i=1}^C T_i} = \frac{\frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{x-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_x} \cdot T_0}{\sum_{i=1}^C \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{i-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_i} \cdot T_0} = \frac{\frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{x-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_x} \cdot P_0}{\sum_{i=1}^C \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{i-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_i} \cdot P_0} = \frac{P_x}{\sum_{i=1}^C P_i} = \frac{P_x}{1} = P_x$$

7. Tính  $\lambda(x) \cdot P(x)$

8. Tính  $\lambda_T$  (The total arrival rate)  $\lambda_T = \sum_{x=0}^K \lambda_x \cdot P_x$

9.  $P\{\text{immediate service}\} = \sum_{x=0}^{n-1} \frac{\lambda_x \cdot P_x}{\lambda_T}$

10.  $P\{\text{delayed service}\} = \sum_{x=n}^{K-1} \frac{\lambda_x \cdot P_x}{\lambda_T}$

11.  $P\{\text{loss}\} = \frac{\lambda_K \cdot P_K}{\lambda_T}$  ( $P_K = P_{(x=K)}$ )

12. Tính  $E\{q\}$ : độ dài trung bình của hàng đợi

+ Ở tất cả các trạng thái:  $E\{q\} = \sum_{x=n+1}^K (x - n) \cdot P(x)$

+ Khi tồn tại hàng đợi ( $x > n$ ):  $E\{q|x > n\} = \frac{E\{q\}}{\sum_{x=n+1}^K P(x)}$

thêm phần, thử các trường hợp để xem xác suất delay ntn khi tăng giảm  $A = 1, 2, \dots = 0$  (A; B7 - THÔNG SỐ Ô NÀY)

xem coi xs có hàng chờ ko, xs mất gói,..  
NÓI CHUNG CỤM CÁC THÀNH PHẦN/ CHỈ SỐ Ở TRÊN

### Hình thức nộp bài:

Sau khi hoàn thành lab, sinh viên upload rar/zip file chứa báo cáo trả lời các câu hỏi trong lab (.doc/docx) và nội dung (.xls/xlsx) với tên file như sau:

<Hoten>-<MSSV>-labn.rar (hoặc .zip)

VD: NguyenKhanhThuat-20520000-lab2.rar