

# MÔ HÌNH KHẢO SÁT NGƯỠNG ĐÁM ĐÔNG TRỰC TUYẾN VÀ ỨNG DỤNG ĐỀ XUẤT MỘT HỆ THỐNG ĐĂNG KÝ HỌC PHẦN MỚI CHO TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ TRÊN NỀN TÍNH TOÁN ĐÁM MÂY VỚI CẤU HÌNH HỢP LÝ

Lê Quyết Thắng<sup>1</sup>, Võ Hoàng Tú<sup>2</sup>, Mai Yến Trinh<sup>3</sup> và Võ Thị Cẩm Tú<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khoa Công nghệ Thông tin & Truyền thông, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ Thuật Cần Thơ

<sup>3</sup> Trường Đại học Cửu Long

## Thông tin chung:

Ngày nhận: 03/09/2013

Ngày chấp nhận: 21/10/2013

## Title:

Assessment survey modelling for the online crowd threshold problem applied to the course registration system in Can Tho University and recommending a new system based on the cloud computing with reasonable configuration

## Từ khóa:

Mô hình mạng các hàng chờ, Chỉ số sử dụng, Ngưỡng tắc nghẽn, Thời gian lưu trú, Tính toán đám mây, Máy chủ ảo, Số liệu mô phỏng ngẫu nhiên

## Keywords:

Queueing Network Models, Utilisation, Congestion Threshold, Residence Time, Cloud Computing, Virtual Server, Random Simulated Data

## ABSTRACT

The congestion problem happens when there is a crowd accessing online has become more frequent. There have been several different solutions to solve this problem, such as upgrading equipments which have capable of faster processing, or using cloud computing with simultaneous virtual server number increasing with the number of online instant crowd. Another aspect of the congestion problem is to forecast itself for having time to prepare response measures, especially for dealing with DDoS attacks by hackers. Based on the queuing network model for a system serving online crowd, we have modeled congestion threshold survey. The application presents results of the survey and the predicted congestion thresholds of online course registration system at Can Tho University. These results allow to propose a new online course registration system based on cloud computing with reasonable configuration.

## TÓM TẮT

Bài toán tắc nghẽn khi có đám đông truy cập trực tuyến ngày càng trở nên thường xuyên. Đã có nhiều giải pháp khác nhau để giải quyết vấn đề này, chẳng hạn như nâng cấp thiết bị có khả năng xử lý nhanh hơn nhiều lần, hoặc sử dụng điện toán đám mây với số lượng máy chủ ảo xử lý đồng thời tăng theo số lượng đám đông trực tuyến. Một khía cạnh khác của bài toán tắc nghẽn đó là dự báo nó để có thời gian chuẩn bị các giải pháp ứng phó, đặc biệt khi đối phó với các đợt tấn công DDoS của tin tặc. Dựa trên mô hình mạng các hàng chờ cho một hệ thống phục vụ đám đông trực tuyến, bài báo đã mô hình hóa Phương pháp khảo sát ngưỡng tắc nghẽn. Phần ứng dụng trình bày kết quả khảo sát và dự báo các ngưỡng tắc nghẽn của hệ thống đăng ký học phần trực tuyến tại Trường Đại học Cần Thơ. Kết quả này cho phép đề xuất một hệ thống mới đăng ký học phần dựa trên nền Tính toán đám mây với cấu hình hợp lý.

## 1 GIỚI THIỆU

Ngày nay việc ứng dụng một dịch vụ trực tuyến trên Internet đã trở nên thông dụng và gần như không thể thiếu đối với các dịch vụ có uy tín. Mặc

dù vậy các dịch vụ trực tuyến này luôn phải đối mặt với hai thách thức cơ bản:

- Nhu cầu tham gia trực tuyến tăng nhanh tạo ra đám đông khách hàng có thể làm tắc nghẽn dịch vụ.

– Cạnh tranh không lành mạnh dẫn đến việc sử dụng tin tặc tấn công dưới dạng đám đông “ảo” làm mất uy tín đối phương, chẳng hạn như tấn công DoS hay DDoS.

Để vượt qua các thách thức này người ta thường hướng tới các công nghệ mới về thiết kế và xử lý các hệ thống xử lý song song hay nâng cấp các thiết bị phần cứng có cấu hình cao hơn nhiều lần. Các giải pháp này rất thụ động vì không xác định được bản chất của hiện tượng tắc nghẽn và dẫn đến hậu quả là mất tiền mà vẫn không giải quyết được tắc nghẽn.

Từ khi có Internet và hiện tượng tắc nghẽn ngày càng trở nên thường xuyên hơn và gây ra nhiều hậu quả về chất lượng phục vụ (QoS), nhiều nhà nghiên cứu đã tập trung phát triển các giải pháp chống tắc nghẽn dựa trên mô hình mạng các hàng chờ.

S. Athuraliya *et al.* (2001) đã đề xuất mô hình Quản trị hàng chờ chủ động (AQM, Active Queue Management) để tính các độ dài hàng chờ tương ứng với hiện tượng tắc nghẽn. Trên cơ sở này nhiều giải pháp khác nhau được xây dựng nhằm chủ động cắt bỏ các gói tin khi độ dài hàng chờ đã đạt tới một độ dài quy định, chẳng hạn như: RED (Random Early Detection) của S. Floyd *et al.* (2001), DRED (Dynamic Random Early Drop) của nhóm J. Aweya *et al.* (2001), Discret Time DRED của AJ Hussein *et al.* (2007). Cơ sở tính toán của các giải pháp dựa trên AQM là sử dụng bộ đếm các gói tin truy cập tại router để quản trị các hàng chờ. Như vậy muốn ứng dụng AQM một cách tương tự cho các hệ thống trực tuyến trên Internet cần phải cài đặt bộ đếm các gói tin.

Vấn đề hiện nay là rất nhiều hệ thống xử lý trực tuyến không có các bộ đếm thời gian thực các truy cập hệ thống nên không thể sử dụng các mô hình AQM. Bài báo này vẫn tiếp cận mô hình mạng các hàng chờ để xây dựng một giải pháp đơn giản nhằm dự báo hiện tượng tắc nghẽn đối với các hệ thống phục vụ đám đông. Kết quả dự báo có thể hỗ trợ tốt cho các giải pháp phòng ngừa tắc nghẽn.

Phương pháp này được ứng dụng vào khảo sát Hệ thống đăng ký học phần trực tuyến tại Trường Đại học Cần Thơ. Kết quả khảo sát này được ứng dụng tiếp để khảo sát hệ thống mới dựa trên nền Tính toán đám mây với khả năng tiết kiệm tài nguyên cao.

## 2 CÁC THAM SỐ ĐÁNH GIÁ MẠNG CÁC HÀNG CHỜ

### 2.1 Các tham số cơ bản

Mạng các hàng chờ (Queueing Network) là một phương pháp mô hình hóa một hệ thống nối mạng các hàng chờ (xem Edward D. Lazowska *et al.* (1984)). Kiến trúc tổng quát của một mạng các hàng chờ gồm các thành phần cơ bản: trung tâm Phục vụ (Service Center), trung tâm Trì hoãn (Delay Center) và Luồng tải công việc (Workload Flow). Trung tâm Phục vụ tuân theo mô hình xếp hàng. Trung tâm Trì hoãn là một mô hình của các thời gian chậm trễ trên mạng, như thời gian truyền dữ liệu hoặc suy nghĩ của khách hàng trước khi yêu cầu hệ thống xử lý. Luồng tải công việc kết nối các trung tâm và tuân theo một số luật trên mạng các hàng chờ, như luật Ép luồng (Forced Flow Law) và luật cân bằng tải (Balanced Flow Law) (Lê Quyết Thắng và Phạm Nguyên Khang, 2013).

Mô hình xếp hàng áp dụng cho mỗi trung tâm phục vụ trong trường hợp xử lý đám đông có thể xấp xỉ bởi mô hình M/M/1. Giả thiết này là hợp lý.

Thứ nhất, những khách hàng có nhu cầu khác đám đông sẽ có mật độ thấp hơn rất nhiều, do đó tỷ lệ chia sẻ thời gian xử lý cho nhóm khách hàng này sẽ không đáng kể. Như vậy có thể sử dụng một lớp khách hàng có cùng nhu cầu và tạo ra đám đông cần được xử lý. Khi đó mô hình xếp hàng tại mỗi trung tâm phục vụ là M/M/s.

Thứ hai, hầu hết các hệ thống ứng dụng trực tuyến đều đơn giản hóa quá trình phân tải. Có nghĩa là mỗi hệ thống xử lý trực tuyến đều cài sẵn module phân tải cho s máy chủ xử lý song song khi có đám đông xảy ra. Với phương pháp phân tải như vậy, s máy chủ xử lý song song sẽ tạo ra s trung tâm phục vụ song song. Khi đó mô hình xếp hàng tại mỗi trung tâm phục vụ sẽ trở thành M/M/1.

Xét các tham số trên mạng các hàng chờ và các công thức cơ bản:

N – Số khách hàng đăng nhập hệ thống và được lưu giữ tại một trung tâm trì hoãn trước khi tham gia một dịch vụ nào đó có trong hệ thống.

p – Xác suất để một khách hàng đã đăng nhập đi tới một trung tâm phục vụ.

d – Mật độ khách hàng truy cập hệ thống.

$\lambda$  – Lưu lượng giao dịch trung bình của luồng đi tới một trung tâm phục vụ. Dưới mô hình xếp hàng  $\lambda$  còn được hiểu là mật độ trung bình khách hàng có nhu cầu được phục vụ. Từ ý nghĩa của N, p và  $\lambda$ , ta có quan hệ đầu tiên:  $\lambda = pN$ .

R – Thời gian lưu trú (Residence Time) trung bình của mỗi khách hàng tại một trung tâm phục vụ. Dưới mô hình xếp hàng thì R còn được gọi là thời gian đáp ứng (Response Time) một yêu cầu.

$R^*$  - Thời gian trung bình hoàn tất tất cả các xử lý tại tất cả các trung tâm phục vụ của một khách hàng (xem Lazowska (1984)) và được tính theo công thức:

$$R^* = \sum_i R_i, \text{ i chạy trên tất cả các trung tâm}$$

phục vụ.

Q – Độ dài hàng (Queue Length) trung bình trong một trung tâm phục vụ, hay còn là số khách hàng trung bình đang lưu trú tại trung tâm. Mặt khác, theo luật Little (xem Lê Quyết Thắng và Phạm Nguyên Khang (2013)), ta lại có quan hệ:  $Q = \lambda R$ .

S – Thời gian phục vụ (Service Time) trung bình một yêu cầu của khách hàng tại một trung tâm phục vụ.

$\phi$  – Chỉ số sử dụng (Utilisation) dịch vụ của một trung tâm phục vụ, hay còn được hiểu là mức tải của trung tâm.

Từ mô hình M/M/1 của Lý thuyết xếp hàng ta có công thức tính chỉ số sử dụng:  $\phi = \lambda S$  (xem Lê Quyết Thắng và Phạm Nguyên Khang (2013)). Nhưng  $\lambda = pNS$ , nên  $\phi = pNS$ .

## 2.2 Chỉ số tắc nghẽn

Điều kiện để hệ thống không bị tắc nghẽn (xem Lê Quyết Thắng và Phạm Nguyên Khang (2013)) là:  $0 < \phi < 1$ . Nhưng trong thực tế, dấu hiệu tắc nghẽn xảy ra khi  $\phi > 0.7$ , do thời gian lưu trú R trong một trung tâm phục vụ sẽ tăng lên rất nhanh và hướng tới vô cùng.

Thật vậy, thời gian lưu trú tại một trung tâm phục vụ với mô hình M/M/1 có thể được tính theo chỉ số sử dụng (xem Lê Quyết Thắng và Phạm Nguyên Khang (2013)) như sau:

Trước hết từ M/M/1 ta có công thức tính  $Q = \phi/(1-\phi)$ . Do  $Q = \lambda R$  và  $\phi = \lambda S$ , nên:

$$R = S/(1-\phi) \quad (1)$$

Như vậy có thể xem công thức tính R là một hàm số dạng Hyperbol biến thiên theo  $\phi$  và có vận tốc biến thiên là đạo hàm bậc 1 của R theo  $\phi$ , hay  $R' = S/(1-\phi)^2$ .

Nếu khảo sát vận tốc tăng  $R'$  của thời gian lưu trú theo  $\phi$  có thể thấy các đặc điểm cơ bản:

- Khởi động  $\phi = 0$ , thì vận tốc tăng là S.

- Khi  $\phi$  đạt 0.5, thì vận tốc tăng lên: 4S.
- Cho  $\phi$  tăng lên tới 0.7 thì vận tốc tăng nhanh và vượt quá 10.5S.
- Cho  $\phi$  tăng tới 0.8 vận tốc tăng rất nhanh và vượt 25S.
- Cho  $\phi$  vượt 0.9 vận tốc tăng hơn 100S và hướng tới vô cùng.

Kết quả khảo sát nhanh này cho thấy sự chậm chạp của hệ thống sẽ xảy ra khi có một trung tâm phục vụ trong hệ thống có  $\phi > 0.7$ . Vì vậy  $\phi$  có thể được gọi là *chỉ số tắc nghẽn* và "sự chậm chạp" còn có thể chấp nhận được tương ứng với  $\phi$  nằm trong khoảng [0.7, 0.8].

## 3 KHẢO SÁT HỆ THỐNG ĐĂNG KÝ HỌC PHẦN TRỰC TUYẾN TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ

### 3.1 Xây dựng mô hình mạng các hàng chờ

#### 3.1.1 Mô tả tình huống

Trong chương trình đào tạo theo tín chỉ tại Trường Đại học Cần Thơ, sinh viên phải đăng ký môn học trực tuyến trên một hệ thống thông tin theo quy trình sau:

- Tất cả sinh viên đều phải mở tài khoản của mình trong hệ thống để có thể đăng ký môn học trực tuyến.

- Khi đăng ký môn học, mỗi sinh viên đều phải đăng nhập. Để hệ thống có thể chấp nhận số lượng N sinh viên đăng ký môn học trực tuyến đồng thời đủ lớn, người ta bố trí hai máy chủ Đăng ký học phần và một máy chủ Phân tải. Máy chủ Phân tải có nhiệm vụ cân bằng tải cho hai máy chủ Đăng ký học phần, do đó nó sẽ kiểm soát và điều hướng các đăng nhập sang máy chủ nào có số lượng đăng ký trực tuyến ít hơn.

- Khi thực hiện đăng ký học phần, mỗi sinh viên phải suy nghĩ và điền vào mẫu đăng ký học phần (trực tuyến). Sau khi hoàn tất mẫu, sinh viên gửi kết quả cho máy chủ Đăng ký học phần. Máy chủ Đăng ký học phần xử lý mẫu và chuyển kết quả xử lý cho máy chủ Cơ sở dữ liệu (CSDL) để lưu lại các đăng ký mới của sinh viên.

- Sau mỗi lần đăng ký thành công sinh viên có thể xem lại kết quả và thoát khỏi hệ thống.

#### 3.1.2 Phân tích các trung tâm trì hoãn và trung tâm phục vụ

Máy chủ đăng nhập xử lý các đăng nhập của sinh viên sau đó phân tải tạo thành trung tâm phục vụ đầu tiên ở mức 0. Ta gọi trung tâm này là trung tâm 0 (Đăng nhập và Phân tải).

Sinh viên đăng nhập thành công và được phân tải sang máy chủ Đăng ký 1 hoặc 2. Trước khi đăng ký sinh viên phải cần thời gian suy nghĩ và điền đầy đủ mẫu đăng ký học phần trực tuyến. Như vậy, Máy chủ Đăng ký học phần 1 hoặc 2 phải tạo ra vùng nhớ riêng để lưu lại các sinh viên đăng nhập và cần thời gian suy nghĩ. Các vùng nhớ này tạo thành các trung tâm Trì hoãn. Tất cả sinh viên đăng nhập thành công đều được xếp vào một trong hai trung tâm Trì hoãn ở mức 1 để chuẩn bị đăng ký học phần. Máy chủ Đăng ký 1 tạo ra trung tâm Trì hoãn 1.1, còn máy chủ Đăng ký 2 tạo ra trung tâm Trì hoãn 1.2.

Sau khi hoàn thành mẫu đăng ký học phần, sinh viên yêu cầu được đăng ký chính thức. Máy chủ Đăng ký học phần sẽ thực hiện công đoạn xử lý mẫu đăng ký và chuyển cho máy chủ CSDL cập nhật: thêm, sửa hoặc xóa các đăng ký học phần của sinh viên. Với chức năng này, các máy chủ Đăng ký học phần sẽ tạo ra các trung tâm phục vụ ở mức 2. Ta gọi trung tâm Phục vụ tương ứng với Máy chủ Đăng ký 1 là trung tâm Phục vụ 2.1 (Đăng ký học phần 1), còn trung tâm tương ứng với Máy chủ đăng ký 2 là trung tâm Phục vụ 2.2 (Đăng ký học phần 2).

Máy chủ CSDL cập nhật các dữ liệu đăng ký bởi sinh viên và tạo ra trung tâm Phục vụ ở mức 3 và được gọi là trung tâm Phục vụ 3 (CSDL).

3.1.3 Phân tích luồng

Do mục tiêu đánh giá khả năng tắc nghẽn trong hệ thống, nên chúng ta chỉ quan tâm đến các luồng lớn như phân phân tích dưới đây.

Luồng sinh viên đăng nhập đi vào trung tâm 0 là luồng khởi tạo sự hoạt động của hệ thống và có lưu lượng là  $\lambda$ .

Thoát khỏi trung tâm 0 với luồng  $\lambda$  không đổi, sinh viên được gửi đến trung tâm 1.1 với xác suất là  $q_1$  hoặc đến trung tâm 1.2 với xác suất tương ứng

là  $q_2$ . Do cân bằng tải nên  $q_1 = q_2 = q = 1/2$ .

Tại trung tâm 1.1 hoặc 1.2, sinh viên có thể suy nghĩ để điều chỉnh Kế hoạch học tập, sau đó điền mẫu Đăng ký học phần mới của mình.

Từ trung tâm 1.1, mỗi sinh viên được chuyển đến trung tâm 2.1 với xác suất  $p_1$ . Tương tự, từ trung tâm 1.2, sinh viên được chuyển đến trung tâm 2.2 với xác suất  $p_2$ . Do sinh viên có khả năng điều chỉnh Kế hoạch học tập và điền mẫu Đăng ký học tập như nhau nên họ có cùng xác suất đi tới trung tâm Đăng ký học phần, vậy:  $p_1 = p_2 = p$ .

Thoát khỏi trung tâm Đăng ký học phần, mỗi sinh viên sẽ có 3 trạng thái:

Trạng thái 1: Đăng ký mới tạo luồng đi tới trung tâm CSDL,

Trạng thái 2: Kết thúc cập nhật tạo luồng quay về trung tâm Trì hoãn và

Trạng thái 3: Hoàn tất đăng ký học phần tạo luồng thoát khỏi hệ thống.

Do các sinh viên đều thực hiện quy trình đăng ký học phần tương tự nhau nên mỗi sinh viên dù thoát khỏi trung tâm 2.1 hay 2.2 đều có phân phối xác suất giống nhau theo 3 trạng thái trên. Như vậy mỗi sinh viên khi thoát khỏi trung tâm 2.1 hoặc 2.2 đều có phân phối xác suất:

$$P(\text{Trạng thái 1}) = h_1, P(\text{Trạng thái 2}) = h_2 \text{ và } P(\text{Trạng thái 3}) = h_3.$$

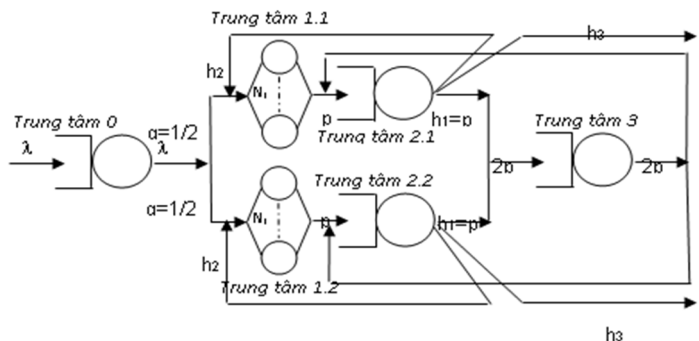
Để dễ dàng nhận thấy, mỗi sinh viên hoàn thành đăng ký học phần mới, bắt buộc sẽ cập nhật CSDL, do đó:  $h_1 = p$ .

Ở mức 3, mỗi sinh viên hoàn thành cập nhật đăng ký học phần của mình sẽ tạo một lưu lượng tương ứng với đầu vào là  $2p$  để quay về mức 2.

3.1.4 Mô hình mạng các hàng chờ

Kết quả phân tích trung tâm và luồng được tổng hợp thành mô hình Mạng các hàng chờ của hệ thống Đăng ký học phần trực tuyến tại Trường Đại học Cần Thơ và được minh họa trong Hình 1.

**Hình 1: Mô hình Mạng các hàng chờ của Hệ thống đăng ký học phần trực tuyến tại Trường Đại học Cần Thơ**



**3.2 Tính các tham số ổn định không phụ thuộc lưu lượng luồng**

**3.2.1 Hệ số kinh nghiệm**

Do chỉ khảo sát chỉ số tải khi có đám đông đăng ký học phần nên ở đây ta chỉ quan tâm đến các tham số ổn định liên quan đến các trung tâm 2.1, 2.2 và 3.

Các tham số ổn định được quan tâm gồm:

Xác suất  $p$  (xác suất để mỗi sinh viên hoàn thành điều chỉnh Kế hoạch học tập và điền mẫu đăng ký học phần để đi vào trung tâm Đăng ký học phần);

Thời gian  $S$  xử lý một mẫu đăng ký tại trung tâm 2.1 hoặc 2.2 và thời gian  $S_{CSDL}$  cập nhật Đăng ký học phần tại trung tâm 3.

Đối với hệ thống đăng ký học phần tại Trường Đại học Cần Thơ, chúng tôi khảo sát kinh nghiệm của các nhà quản lý hệ thống và chỉ nhận được 3 dữ liệu trung bình sau:

– Mỗi máy chủ Đăng ký học phần chạy chậm khi có khoảng  $N_1 = 400$  sinh viên đăng nhập đồng thời.

– Máy chủ CSDL chạy chậm khi có tổng sinh viên đăng nhập đồng thời khoảng  $N = 500$ .

– Thời gian trung bình mà hệ thống hoàn tất xử lý và cập nhật một mẫu đăng ký học phần dao động từ 2 - 4 giây. Như vậy thời gian trung bình là khoảng 4 giây khi toàn bộ hệ thống đạt ngưỡng đăng nhập khoảng  $N = 500$  sinh viên.

Để tính các tham số ổn định  $p$ ,  $S$  và  $S_{CSDL}$ , cần xây dựng hệ ba phương trình tìm các tham số này. Mặt khác như đã khảo sát ở phần trên: "sự chậm chạp" của hệ thống tương ứng với "sự chậm chạp" tại một trung tâm phục vụ nào đó và ở đó sẽ có chỉ số sử dụng  $\varphi \in [0.7, 0.8]$ . Nhưng ta lại cần một hệ số tương ứng với sự chậm chạp mà không phụ thuộc vào một trung tâm phục vụ nào. Ta đặt:  $k \in [0.7, 0.8]$  là một hệ số chỉ "sự chậm chạp" của hệ thống. Như vậy, nếu xét "sự chậm chạp" xảy ra tại một trung tâm Đăng ký học phần thì  $\varphi = k$ , còn nếu xảy ra tại trung tâm CSDL thì  $\varphi_{CSDL} = k$ .

**3.2.2 Xây dựng Phương trình 1**

Giả sử số sinh viên đăng nhập đồng thời tại một máy chủ Đăng ký học phần đạt mức tối đa:  $N_1 = 400$  sinh viên và dẫn đến hậu quả máy chủ Đăng ký học phần chạy chậm. Khi đó chỉ số tải tương ứng với dấu hiệu chậm chạp tại máy chủ Đăng ký này là  $\varphi = k$ . Nếu đặt  $\lambda_1$  là lưu lượng sinh viên đi tới

một trung tâm mức 2, khi đó  $\lambda_1 = pN_1$ . Như vậy tại trung tâm 2.1 (hoặc 2.2) chỉ số tải:  $\varphi = \lambda_1 S = pSN_1 = k$ . Ta nhận được phương trình thứ nhất:

$$N_1 p S = k \tag{2}$$

**3.2.3 Xây dựng Phương trình 2**

Tương tự đối với trung tâm 3, ta sẽ xét trường hợp có  $N = 500$  đăng ký học phần cần cập nhật và được phát sinh từ hai trung tâm 2.1 và 2.2. Khi đó có  $N'_1 = 250$  sinh viên đăng nhập đồng thời tại mỗi trung tâm 2.1 và 2.2. Mặt khác lưu lượng truy cập CSDL xuất phát từ hai trung tâm 2.1 và 2.2 và được bảo toàn theo luật Ép luông, do đó lưu lượng này bằng:  $\lambda_{CSDL} = pN'_1 + pN'_1 = 2pN'_1 = pN$ .

Do:  $\varphi_{CSDL} = \lambda_{CSDL} S_{CSDL} = pNS_{CSDL}$  và suy ra phương trình thứ 2:

$$N p S_{CSDL} = k \tag{3}$$

**3.2.4 Xây dựng Phương trình 3**

Để tính  $R^*$ , ta sử dụng tổng số sinh viên đăng nhập là  $N = 500$  kết nối các trung tâm 2.1, 2.2 và 3, khi đó sẽ có số  $N'_1 = 250$  sinh viên đăng nhập đồng thời lưu trú tại mỗi trung tâm Trì hoãn 1.1 và 1.2.

Bây giờ sử dụng (2) cho trung tâm 2.1 (hoặc trung tâm 2.2) khi  $N'_1 = 250$  và  $\varphi = \lambda_1 S = pSN'_1$  dẫn đến:

$$R = \frac{S}{1 - pSN'_1}, \text{ hay: } R = \frac{S}{1 - 250pS} \tag{4}$$

Còn áp dụng cho trung tâm 3 với  $N = 500$ , ta có tiếp:

$$R_{CSDL} = \frac{S_{CSDL}}{1 - pS_{CSDL}N}, \text{ hay: } R_{CSDL} = \frac{S_{CSDL}}{1 - 500pS_{CSDL}} \tag{5}$$

Do:

$$R^* = 2R + R_{CSDL} = 4 \text{ (s)}$$

Nên từ (4) và (5) ta tính được:

$$R^* = \frac{2S}{1 - 250pS} + \frac{S_{CSDL}}{1 - 500pS_{CSDL}} = 4 \text{ (s)}$$

Ta nhận được phương trình thứ 3:

$$\frac{2S}{1 - 250pS} + \frac{S_{CSDL}}{1 - 500pS_{CSDL}} = 4 \tag{6}$$

### 3.2.5 Giải hệ phương trình

Tổng hợp các kết quả ta có hệ ba phương trình (2), (3) và (6) với  $N_1 = 400$  và  $N = 500$ . Sử dụng phương pháp thế để giải hệ phương trình này và có kết quả:

$$p = \frac{k}{400S} \quad (7)$$

$$S_{CSDL} = \frac{4S}{5} \quad (8)$$

$$S = \frac{5(8 - 5k)(1 - k)}{28 - 25k} \quad (9)$$

Tùy trường hợp của  $k$  mà tính được  $S$  từ (9), sau đó tính  $p$  và  $S_{CSDL}$  từ (7) và (8).

Nếu  $k = 0.7$ , ta tính được:  $S = 0.643$  (s),  $p = 0.0027$  và  $S_{CSDL} = 0.514$  (s).

Còn nếu  $k = 0.8$  thì:  $S = 0.5$  (s),  $p = 0.004$  và  $S_{CSDL} = 0.4$  (s).

Do hệ số kinh nghiệm  $k$  là một chỉ số tương đối nên các tham số ổn định  $p$ ,  $S$  và  $S_{CSDL}$  cũng là tương đối và được ước lượng trong các khoảng biến động hợp lý. Như vậy, nếu  $k \in [0.7, 0.8]$  thì  $p \in [0.0027, 0.004]$ ,  $S \in [0.5, 0.643]$  và  $S_{CSDL} \in [0.4, 0.514]$ .

Với các tham số này chúng ta có thể khảo sát các chỉ số tắc nghẽn của hệ thống vật lý để đưa ra các ngưỡng dự báo hiện tượng tắc nghẽn. Nhưng mục tiêu của bài báo là khảo sát hệ thống mới hợp lý hơn trên nền Tính toán đám mây. Trong khi đó chỉ có tham số  $p$  không phụ thuộc vào kiến trúc của hệ thống, do đó chỉ có  $p$  được sử dụng để khảo sát hệ thống mới này.

## 4 KHẢO SÁT HỆ THỐNG ĐĂNG KÝ HỌC PHẦN TRỰC TUYẾN TRÊN NỀN TÍNH TOÁN Đám MÂY

### 4.1 Mô hình Tính toán đám mây

Trong mô hình của hệ thống Đăng ký học phần người ta sử dụng 4 máy chủ vật lý, trong đó có 2 máy chủ sử dụng riêng cho xử lý Đăng ký học phần của sinh viên. Đây là cấu hình được sử dụng khi chưa có kế hoạch hợp lý, nhưng khi đã có kế hoạch hợp lý thì cấu hình trên đã tỏ ra dư thừa tài nguyên. Mô hình mới dựa trên nền Tính toán đám mây cho phép quy hoạch tài nguyên hợp lý hơn.

Quy hoạch tài nguyên hợp lý nhằm vào quy hoạch máy chủ xử lý Đăng ký học phần. Tùy vào mật độ sinh viên đăng ký học phần mà ta sử dụng số lượng máy chủ ảo Đăng ký học phần từ 1 đến số

tối đa cho phép. Như vậy nếu mật độ sinh viên truy cập không lớn thì phần tài nguyên dành cho các máy chủ ảo không dùng tới có thể sử dụng cho các công việc khác.

#### 4.1.1 Cấu hình máy chủ ảo

Do công nghệ Tính toán đám mây chỉ có thể cung cấp cấu hình máy chủ ảo theo những phương án xác định trước, nên khi đưa ra mô hình xử lý trực tuyến trên nền Tính toán đám mây chúng ta cũng chỉ có thể xác định trước một số cấu hình cho máy chủ ảo. Do cấu hình máy chủ ảo phụ thuộc vào máy chủ vật lý, nên cấu hình máy chủ ảo chỉ mang tính tương đối.

Giả thiết rằng các máy chủ vật lý dành riêng cho hệ thống Đăng ký học phần trực tuyến của Trường Đại học Cần Thơ được sử dụng để cung cấp các máy chủ ảo. Khi đó ta có thể đề nghị cung cấp ba mức cấu hình: (1) Cấu hình Mạnh: máy chủ vật lý có thể sinh tối đa 4 máy chủ ảo, (2) Cấu hình Trung: có thể sinh tối đa 7 máy chủ ảo và (3) Cấu hình Yếu: có thể sinh tối đa 14 máy chủ ảo.

##### a. Cấu hình Mạnh

Trong mô hình mạng các hàng chờ của hệ thống Đăng ký học phần các máy chủ Đăng nhập và CSDL được sử dụng chung cho một hoặc nhiều máy chủ Đăng ký học phần. Vì vậy, chúng ta có thể sử dụng cấu hình Mạnh cho Máy chủ Đăng nhập và máy chủ CSDL.

Mục tiêu của bài báo là khảo sát khả năng quy hoạch tài nguyên cho máy chủ Đăng ký học phần nên các thông số cho máy chủ Đăng nhập sẽ không bàn tới và chỉ xét một máy chủ ảo với cấu hình Mạnh cho máy chủ Đăng nhập.

Do cấu hình Mạnh có số tối đa được sinh ra là 4 từ máy chủ vật lý, nên nếu sử dụng cấu hình Mạnh cho máy chủ ảo CSDL thì số truy cập CSDL dẫn đến “sự chậm chạp” của hệ thống sẽ là  $N_{CSDL}^* = 500/4 = 125$ . Trường hợp sử dụng cấu hình Mạnh cho máy chủ ảo xử lý Đăng ký học phần, số truy cập dẫn đến “sự chậm chạp” sẽ là  $N_M^* = 400/4 = 100$ .

##### b. Cấu hình Trung

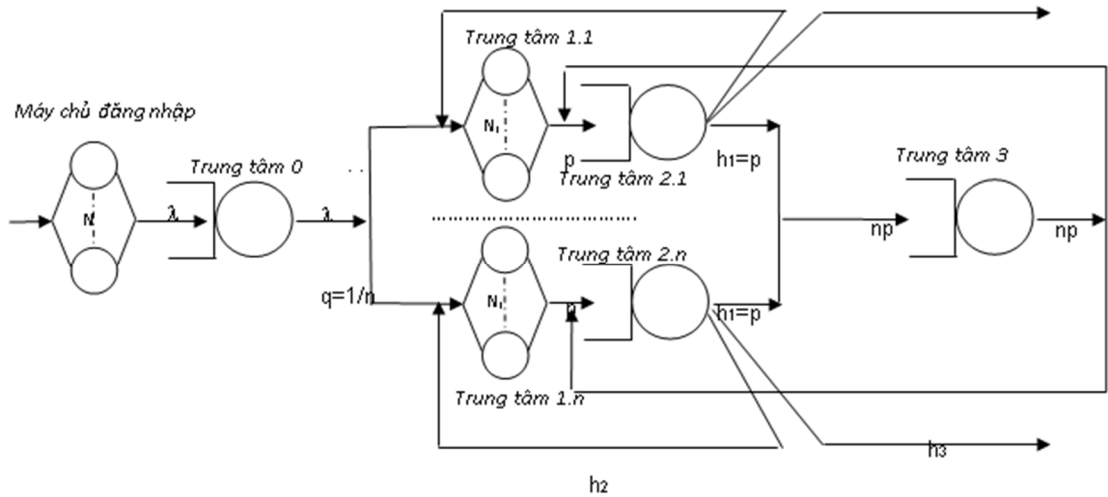
Cấu hình này chỉ sử dụng cho máy chủ ảo xử lý Đăng ký học phần khi có mật độ truy cập của sinh viên không lớn.

Nếu máy chủ vật lý sinh tối đa là 7 máy chủ ảo thì số lượng truy cập dẫn đến “sự chậm chạp” sẽ khoảng  $N_T^* = 55$  ( $\approx 400/7$ ).

c. Cấu hình Yếu

Tương tự như cấu hình Trung, nếu máy chủ vật lý sinh tối đa là 14 máy ảo thì số lượng truy cập

dẫn đến “sự chậm chạp” khoảng  $N^*_Y = 25 (\approx 400/14)$ .



**Hình 2: Mô hình Mạng các hàng chờ của Hệ thống đăng ký học phần trực tuyến trên nền Tính toán đám**

4.1.2 Mô hình trên nền Tính toán đám mây

Tương tự như phân tích các trung tâm và luồng đối với hệ thống vật lý, chúng ta xây dựng được mô hình mạng các hàng chờ cho hệ thống Đăng ký học phần trực tuyến trên nền Tính toán đám mây như trong Hình 2.

Các trung tâm 1.1 và 2.1 là máy chủ ảo xử lý học phần thứ nhất khi mật độ truy cập thấp. Khi mật độ truy cập tăng lên thì số lượng máy chủ ảo xử lý Đăng ký học phần cũng tăng lên cho phù hợp để tránh tắc nghẽn. Như vậy nếu máy chủ ảo tăng đến số  $n$  thì ta có các trung tâm tương ứng là trung tâm 1.n và 2.n.

Các trung tâm 0 (Đăng nhập) và 3 (CSDL) sẽ tùy tình huống mà ta sử dụng máy chủ vật lý hay ảo.

**4.2 Khảo sát ngưỡng tắc nghẽn cho mô hình trên nền Tính toán đám mây**

Do bản chất của xác suất  $p$ , xuất hiện yêu cầu xử lý Đăng ký học phần của một sinh viên, là ổn định và chỉ phụ thuộc vào môi trường đào tạo tại Trường Đại học Cần Thơ, nên tùy hệ số kinh nghiệm  $k$  mà ta có các giá trị  $p$  tương ứng đã được tính và có thể ước lượng trong khoảng  $[0.0027, 0.004]$ .

Từ Hình 2 ta thấy toàn bộ luồng lưu thông trên hệ thống tập trung vào trung tâm 0 và trung tâm 3. Do trung tâm 3 là CSDL nên khả năng tắc nghẽn

lớn nhất nằm ở đây. Việc quy hoạch các máy chủ Đăng ký học phần ở các trung tâm 1.1, 2.1 đến 1.n và 2.n sẽ phụ thuộc vào trạng thái tắc nghẽn hay không ở trung tâm 3. Vì vậy, ta bắt đầu từ việc xét các ngưỡng tắc nghẽn tại trung tâm 3 sau đó sẽ suy ra số lượng  $n$  các máy chủ Đăng ký học phần hợp lý.

4.2.1 Ngưỡng tắc nghẽn đối với trung tâm 3

a. Trường hợp máy chủ CSDL là máy ảo với cấu hình Mạnh:  $N = N^*_{CSDL} = 125$

Từ phương trình (3) với  $k = 0.7$ , ta tính được  $\text{Min}(S^*_{CSDL}) = 1.4$  (s). Còn với  $k = 0.8$  ta tính được:  $\text{Max}(S^*_{CSDL}) = 2.351$  (s).

Sử dụng công thức  $\phi^*_{CSDL} = \lambda S^*_{CSDL}$  và chỉ số tắc nghẽn  $\phi^*_{CSDL} = 0.7$ , ta tính được ngưỡng dự báo mật độ truy cập dẫn đến tắc nghẽn tại CSDL:

$\text{Min}(\lambda) = 0.7/\text{Max}(S^*_{CSDL}) = 0.298$  (sv/s) và

$\text{Max}(\lambda) = 0.8/\text{Min}(S^*_{CSDL}) = 0.571$  (sv/s).

b. Trường hợp máy chủ CSDL là máy chủ vật lý với  $N = 500$

Một cách tương tự như trên ta lại tính được:

$\text{Min}(S^*_{CSDL}) = 0.4$  và  $\text{Max}(S^*_{CSDL}) = 0.514$ .

$\text{Min}(\lambda) = 0.7/\text{Max}(S^*_{CSDL}) = 1.361$  và

$\text{Max}(\lambda) = 0.8/\text{Min}(S^*_{CSDL}) = 2$ .

4.2.2 Ngưỡng tắc nghẽn đối với các trung tâm 2.i

a. Trường hợp trung tâm 3 và các trung tâm 2.i đều là máy chủ ảo với cấu hình Mạnh

Ngưỡng dự báo tắc nghẽn lúc này là  $\text{Min}(\lambda) = 0.298$  và  $\text{Max}(\lambda) = 0.571$ , trong khi máy chủ ảo của trung tâm 2.i có cấu hình Mạnh với  $N^*_M = 100$ .

Từ phương trình (2):  $N_{ipS} = k$  với  $k = 0.7$ , suy ra:  $\text{Min}(S^*) = 0.7/(100 \cdot 0.004) = 1.75$ , còn với  $k = 0.8$ , ta lại tính được  $\text{Max}(S^*) = 0.8/(100 \cdot 0.0027) = 2.963$ .

Nếu  $n$  là số lượng máy chủ ảo tại các trung tâm 2.i, chỉ số ứng dụng tại một trung tâm sẽ là:

$\varphi^*_1 = (\lambda/n)S^*$ . Từ đây suy ra các ngưỡng cho trung tâm 2.1.

Khi  $\lambda$  đạt ngưỡng dự báo tắc nghẽn  $\text{Min}(\lambda)$  và  $\varphi^*_1 = 0.8$  thì  $\text{Min}(n) = [\text{Min}(\lambda)\text{Max}(S^*)/0.8] = 1$ .

Khi  $\lambda$  đạt ngưỡng tắc nghẽn  $\text{Max}(\lambda)$  và  $\varphi^*_1 = 0.7$  thì  $\text{Max}(n) = [\text{Max}(\lambda)\text{Max}(S^*)/0.7] = 2$ .

Vậy nếu sử dụng máy chủ CSDL là máy ảo với cấu hình Mạnh thì số lượng  $n$  máy chủ ảo với cấu hình Mạnh cho xử lý Đăng ký học phần dao động trong khoảng từ 1 đến 2 và chỉ đáp ứng mật độ truy cập tối đa  $\text{Max}(\lambda) = 0.571$ .

b. Trường hợp trung tâm 3 là máy ảo có cấu hình Mạnh còn các trung tâm 2.i đều là máy chủ ảo với cấu hình Trung

Tương tự như trên từ phương trình (2) với  $N^*_T = 55$ , ta tính được  $\text{Max}(S^*) = 0.8/(55 \cdot 0.0027) = 5.387$  và  $\text{Min}(S^*) = 3.182$ .

Khi  $\lambda$  đạt ngưỡng dự báo tắc nghẽn  $\text{Min}(\lambda)$  và  $\varphi^*_1 = 0.8$  thì  $\text{Min}(n) = [\text{Min}(\lambda)\text{Max}(S^*)/0.8] = 1$ .

Khi  $\lambda$  đạt ngưỡng tắc nghẽn  $\text{Max}(\lambda)$  và  $\varphi^*_1 = 0.7$  thì  $\text{Max}(n) = [\text{Max}(\lambda)\text{Max}(S^*)/0.7] = 4$ .

Vậy nếu sử dụng máy chủ CSDL là máy ảo với cấu hình Mạnh thì số lượng  $n$  máy chủ ảo với cấu hình Trung cho xử lý Đăng ký học phần dao động trong khoảng từ 1 đến 4 và chỉ đáp ứng mật độ truy cập tối đa  $\text{Max}(\lambda) = 0.571$ .

c. Trường hợp trung tâm 3 là máy ảo có cấu hình Mạnh còn các trung tâm 2.i đều là máy chủ ảo với cấu hình Yếu

Tương tự các kết quả lần lượt là:  $\text{Max}(S^*) = 0.8/55 \cdot 0.0027 = 11.755$  và  $\text{Min}(S^*) = 7$ . Suy ra số lượng máy chủ ảo tương ứng:  $\text{Min}(n) = 3$ ,  $\text{Max}(n) = 9$ .

Vậy nếu sử dụng máy chủ CSDL là máy ảo với cấu hình Mạnh thì số lượng  $n$  máy chủ ảo với cấu hình Yếu cho xử lý Đăng ký học phần dao động trong khoảng từ 1 đến 3 hoặc 9 và chỉ đáp ứng mật độ truy cập tối đa  $\text{Max}(\lambda) = 0.571$ .

a) Trường hợp trung tâm 3 là máy chủ vật lý và các trung tâm 2.i đều là máy chủ ảo với cấu hình Mạnh.

Ta cũng vẫn có các phép tính tương tự và nhận được:  $\text{Min}(n) = 3$ ,  $\text{Max}(n) = 8$ .

Vậy nếu sử dụng máy chủ CSDL là máy vật lý thì số lượng  $n$  máy chủ ảo với cấu hình Mạnh cho xử lý Đăng ký học phần dao động trong khoảng từ 1 đến 3 hoặc 8 và có thể đáp ứng mật độ truy cập tối đa  $\text{Max}(\lambda) = 2$ .

4.3 Quy hoạch hệ thống trên nền Tính toán đám mây

Kết quả xử lý số liệu sinh viên Đăng ký học phần năm 2012 tại Trường Đại học Cần Thơ cho thấy mật độ sinh viên truy cập đăng ký học phần cao nhất là 0.5 sv/s. Sau đó phần lớn các khoảng thời gian khác mật độ truy cập nhỏ hơn 0.2.

Ta chia thời gian hoạt động của hệ thống Đăng ký học phần thành ba giai đoạn: (1) Giai đoạn Cao điểm có mật độ sinh viên truy cập từ đến 0.5 sv/s, (2) Giai đoạn Trung điểm có mật độ sinh viên truy cập đến 0.2 sv/s và (3) Giai đoạn Bình thường có mật độ sinh viên truy cập đến 0.1 sv/s.

Dựa vào kết quả tính toán ở mục 4.2 và mật độ truy cập thực tế của sinh viên hiện nay sau khi có kế hoạch Đăng ký học phần theo khoa chuyên ngành, toàn bộ hệ thống Đăng ký học phần trực tuyến có thể đưa lên đám mây với cấu hình tùy thuộc vào giai đoạn.

- Giai đoạn Cao điểm: sử dụng cấu hình Mạnh cho tất các các máy chủ.

- Giai đoạn Trung điểm: sử dụng cấu hình Mạnh cho Máy chủ Đăng nhập và CSDL, còn cấu hình Trung dành cho máy chủ Đăng ký học phần.

- Giai đoạn Thấp điểm: sử dụng cấu hình Mạnh cho Máy chủ Đăng nhập và CSDL, còn cấu hình Thấp dành cho máy chủ Đăng ký học phần.

5 KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu mô hình mạng các hàng chờ cho một hệ thống ứng dụng trực tuyến cho phép đánh giá được bản chất của hiện tượng tắc nghẽn và do đó có thể đưa ra nhiều mô hình hiệu quả theo hai xu hướng:



(1) Dự báo tắc nghẽn theo mật độ truy cập để tiếp cận các giải pháp chống tắc nghẽn kịp thời. Đặc biệt hiệu quả khi đưa ra các mô hình lọc bớt những khách hàng "không mong muốn" bị nghi ngờ tham gia tấn công DDoS.

(2) Xây dựng mô hình Tính toán đám mây cho cùng một hệ thống nhưng đặc biệt hiệu quả cho tiết kiệm tài nguyên.

Kết quả của bài báo đi theo xu hướng thứ hai và ứng dụng đề xuất mô hình Tính toán đám mây cho hệ thống Đăng ký học phần trực tuyến của Trường Đại học Cần Thơ hiện nay.

Xu hướng thứ hai còn có thể ứng dụng khảo sát những hệ thống trực tuyến để xây dựng mô hình Tính toán đám mây thay thế an toàn hơn và tiết kiệm hơn dựa trên nền công nghệ phần cứng phù hợp.

### LỜI CẢM Ạ

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn anh Lê Hữu Bình, Quản trị viên Hệ thống Đăng ký học phần Trường Đại học Cần Thơ, đã tận tình cung cấp thông tin cho bài báo này.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Edward D. Lazowska, John Zahorjan, G. Scott Graham, Kenneth C. Sevcik, 1984, Quantitative System Performance. Computer System Analysis Using Queueing Network Models, Prentice-Hall, Inc.
2. S. Athuraliya, V.H. Li, S.H. Low, Q. Yin., 2001. REM: Active Queue Management, IEEE Network, 15(3), pp 48-53.
3. S. Floyd, G. Ramakrishna, S. Shenker, 2001. Adaptive RED: an Algorithm for Increasing the Robustness of RED's Active Queue Management. Technical Report, ICSI.
4. J. Aweya, M. Ouellette, D.Y. Moutono, 2001. A Control Theoretic Approach to Active Queue Management. Computer Network, 36 (2-3), pp 203-235.
5. A.J. Hussein, W. Mike, T. Fadi, A.A. Amer, 2007. Performance Evaluation for DRED Discrete Time Queueing Network Analytical Model. Journal of Network and Computer Application, 31, pp 750-770.
6. Lê Quyết Thắng và Phạm Nguyên Khang, 2013. Lý thuyết xếp hàng và ứng dụng đánh giá hệ thống, Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.