



MỘT SỐ THỰC NGHIỆM ĐỂ XÁC ĐỊNH TẢI CHO ỨNG DỤNG THI TRỰC TUYẾN TRÊN MOODLE

Ngô Bá Hùng¹ và Quách Kim Hải¹

¹ Khoa Công nghệ Thông tin & Truyền thông, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 30/01/2015

Ngày chấp nhận: 24/04/2015

Title:

Experiments for estimating workload of Moodle online quiz service

Từ khóa:

Thi trắc nghiệm khách quan, Moodle, Moodle quiz, kiểm tra trực tuyến, tải, quá tải

Keywords:

Objective test, Moodle, Moodle quiz, Online test, Workload, Load, Overloaded

ABSTRACT

Moodle Quiz is a module of Moodle - a learning management system. Moodle Quiz can help a teacher implement assessments of student learning outcomes in the form of online objective tests easily, quickly, and economically. The functionalities of the Moodle Quiz are stable and have no errors. However, when the number of exam participants is large, the Moodle Quiz often falls into overload. This situation prevents the exam participants from accomplishing their tests and makes examinations fail. This paper will present the result of our research on finding the relation between the workload imposed on Moodle corresponding to a number of users concurrently participating in Moodle Quiz. This result of the research can be used to determine the hardware infrastructure needed for a Moodle system to safely serve a number of users that concurrently participates in the tests on Moodle Quiz.

TÓM TẮT

Moodle Quiz là một môđun của hệ thống quản lý học tập trực tuyến mã nguồn mở Moodle. Moodle Quiz có thể giúp những người giảng dạy triển khai hoạt động đánh giá kết quả học tập của người học bằng hình thức trắc nghiệm khách quan trực tuyến một cách dễ dàng, nhanh chóng, hiệu quả và tiết kiệm. Các chức năng của Moodle Quiz hầu như hoạt động ổn định không phát sinh lỗi. Tuy nhiên khi số lượng người tham gia thi đồng thời lớn, hệ thống triển khai Moodle Quiz thường dễ rơi vào tình trạng quá tải, người tham gia thi không thể thực hiện được bài thi của mình, ảnh hưởng nghiêm trọng đến kỳ thi. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về việc xác định mối quan hệ giữa tải sinh ra tương ứng với một số lượng người dùng tham gia thi trực tuyến trên Moodle. Kết quả của nghiên cứu này là cơ sở cho việc xác định hạ tầng phần cứng cần cung cấp cho Moodle đủ để đáp ứng một lượng người dùng thi trực tuyến đồng thời của một kỳ thi nào đó nhằm đảm bảo kỳ thi được diễn ra an toàn.

1 GIỚI THIỆU

Sử dụng hình thức trắc nghiệm khách quan để đánh giá kết quả người học có những ưu điểm như: độ bao phủ của nội dung kiểm tra rộng, có thể bao phủ toàn bộ nội dung đã giảng dạy, buộc người thi phải suy luận,... [1][2]. Tuy nhiên, so với hình

thức kiểm tra tự luận, kiểm tra bằng hình thức trắc nghiệm khách quan tỏ ra khá tốn kém vì nó đòi hỏi người giảng dạy phải bỏ ra rất nhiều thời gian và công sức cho việc biên soạn câu hỏi trắc nghiệm, tạo ra các đề trộn, dàn trang, cũng như phải in ấn một lượng lớn đề, ... Để giảm bớt công sức và chi

phí khi triển khai hình thức thi trắc nghiệm khách quan, nhiều phần mềm [3] đã được xây dựng để giúp giảng viên thực hiện các thao tác như biên soạn câu hỏi, xây dựng ngân hàng câu hỏi, tạo đề, trộn đề tự động, cho người học thi trực tuyến bằng máy tính nối mạng và tự chấm điểm bài thi,... Bên cạnh các phần mềm kể trên, Moodle [4] là một hệ thống quản lý học tập trực tuyến nguồn mở được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Theo thống kê [5] tính đến ngày 21/1/2015 Moodle đã được cài đặt tại 53073 website của 299 quốc gia trên thế giới. Riêng ở Việt Nam có đến 264 website cài đặt Moodle. Chức năng thi trắc nghiệm khách quan của Moodle được cài đặt bởi môđun Moodle Quiz. Moodle Quiz cung cấp hầu như đầy đủ các chức năng cần có để triển khai thi trắc nghiệm khách quan trực tuyến như: biên soạn câu hỏi, quản lý ngân hàng câu hỏi trắc nghiệm khách quan, tạo đề thi thủ công, tạo đề thi tự động, trộn đề, cho thí sinh nhận đề, thí sinh làm bài, tự tính thời gian, tự thu bài khi hết giờ, chấm bài thi các câu hỏi dạng nhiều chọn lựa, điền khuyết, thống kê phổ điểm của đợt thi,... Moodle Quiz đã được đưa vào sử dụng tại Khoa Công nghệ Thông tin & Truyền thông của Trường Đại học Cần Thơ từ năm 2004. Hệ thống này giúp giảng viên có thể tổ chức một cách dễ dàng nhiều đợt đánh giá cho một học phần, góp phần tăng chất lượng giảng dạy. Quá trình sử dụng cho thấy các chức năng của Moodle Quiz thực thi rất ổn định, không gặp lỗi chức năng. Tuy nhiên với hệ thống hiện tại khi số lượng sinh viên tham gia thi đồng thời lớn (khoảng hơn 120 sinh viên) thì hệ thống bị quá tải, sinh viên không thể truy cập vào hệ thống để nhận bài thi và làm bài. Với mong muốn triển hệ thống Moodle Quiz có thể phục vụ được một lượng lớn sinh viên, nhiều câu hỏi cần phải được trả lời, chẳng hạn “Hệ thống Moodle Quiz đang triển khai có đảm bảo được N thí sinh tham gia thi đồng thời hay không?”, hoặc “Hệ thống Moodle hiện tại cho phép tối đa bao nhiêu thí sinh có thể tham gia thi đồng thời một cách an toàn?” Bài báo này đi xác định mối quan hệ giữa tải sinh ra tương ứng với số lượng người tham gia thi đồng thời trên Moodle Quiz để làm cơ sở trả lời cho các câu hỏi trên. Trong phần kế tiếp chúng tôi sẽ nói về tải của ứng dụng và cách đo tải của ứng dụng. Trong phần thứ ba, chúng tôi sẽ nói về tiếp cận được dùng trong bài báo để xác định mối quan hệ giữa tải và số lượng người dùng tham gia thi trực tuyến trên Moodle Quiz. Mô hình thực nghiệm sẽ được trình bày trong phần thứ tư. Kết quả thực nghiệm xác định mối quan hệ giữa tải và số lượng người dùng thi trực tuyến trên Moodle Quiz trong trường hợp người dùng thật và người

dùng giả lập sẽ được thảo luận trong phần thứ 5 và 6. Cuối cùng là kết luận và hướng phát triển tiếp của bài báo.

2 TẢI VÀ ƯỚC LƯỢNG TẢI ỨNG DỤNG

2.1 Tải

Theo [7] *tải* (Workload hay load) của một hệ thống/ứng dụng được xác định bởi số lượng và bản chất của các yêu cầu gửi đến hệ thống/ứng dụng. Số lượng yêu cầu gửi đến một hệ thống trong một đơn vị thời gian được gọi là *mật độ tải* (Intensity of load). Khi mật độ tải tăng, hiệu năng của hệ thống có xu hướng giảm. Hiệu năng của hệ thống còn phụ thuộc vào *bản chất của yêu cầu* (nature of request). Những yêu cầu như chỉ lấy một trang web thì thường ít làm ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống so với một yêu cầu như truy cập dữ liệu hay một yêu cầu có tính toán phức tạp.

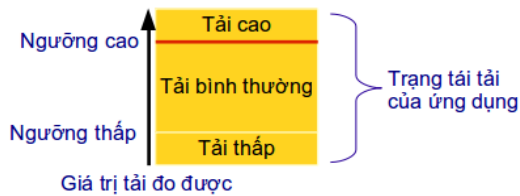
2.2 Thước đo tải

Để kiểm soát được hiệu năng của một hệ thống/ứng dụng thì cần thiết phải đo được lượng tải mà hệ thống/ứng dụng đang chịu đựng. Điều này dẫn đến phải xác định một *thước đo tải* (metric). Thước đo tải là lượng có thể đo được để ghi nhận chính xác những gì chúng ta muốn đo hệ thống. Thước đo tải là một đại lượng rất tổng quát, không có định nghĩa cụ thể. Người ta có thể chia thước đo tải thành 2 nhóm: Thước đo tải xây dựng dựa trên sự trải nghiệm của người dùng và thước đo tải dựa trên mức độ sử dụng tài nguyên của hệ thống. Thước đo tải xây dựng dựa trên sự trải nghiệm của người dùng có thể dùng các đại lượng như thông lượng của hệ thống (throughput) (số lượng tác vụ hoàn thành trong một đơn vị thời gian, số lượng người dùng đã được phục vụ trong một đơn vị thời gian,...) hoặc thời gian đáp ứng cho một yêu cầu (response time),... Thước đo tải dựa trên mức độ sử dụng tài nguyên của hệ thống chủ yếu dựa vào mức độ sử dụng tài nguyên (computational resources), ví dụ như mức độ sử dụng CPU, RAM, băng thông mạng, số lượng nối kết đến máy chủ,... Trong trường hợp này, một thước đo có thể gồm một bộ nhiều giá trị. Mỗi giá trị trong thước đo được gọi là một *đại lượng ước lượng tải*.

2.3 Ước lượng tải

Ước lượng tải nhằm để xác định *trạng thái tải* của một hệ thống/ứng dụng. Thông thường một hệ thống sẽ có những trạng thái tải như tải bình thường (normal), rảnh rỗi (idle) và quá tải (overloaded) [8]. Để ước lượng tải công việc đầu tiên là phải xác định thước đo tải cho hệ thống, sau đó tiến hành đo giá trị tải hiện tại của hệ thống/ứng

dụng. Hai giá trị ngưỡng thấp và ngưỡng cao phải được xác định để biết được với giá trị tải hiện tại thì hệ thống đang ở trạng thái tải nào. Như Hình 1, nếu giá trị tải hiện hành dưới ngưỡng thấp thì hệ thống đang ở trạng thái nhàn rỗi. Nếu giá trị tải hiện hành của hệ thống nằm giữa ngưỡng thấp và ngưỡng cao thì hệ thống đang ở trạng thái bình thường. Nếu giá trị tải hiện hành của hệ thống nằm trên ngưỡng cao thì hệ thống đang ở trong tình trạng quá tải.



Hình 1: Ước lượng trạng thái tải của hệ thống

3 TIẾP CẬN XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA TẢI VÀ SỐ LƯỢNG NGƯỜI DÙNG SỬ DỤNG HỆ THỐNG

Các hành động của người dùng, ví dụ nhấp chuột vào một nút, tải một tập tin xuống,... là nguồn tạo ra tải cho hệ thống. Nhiều người sử dụng hệ thống sẽ tạo ra nhiều tải cho hệ thống và hệ thống có nguy cơ chuyển về trạng thái quá tải. Bên cạnh đó, tải của hệ thống còn phụ thuộc vào hạ tầng phần cứng triển khai hệ thống/ứng dụng. Ví dụ, xét hệ thống gồm 100 người sử dụng đồng thời, mỗi người dùng sẽ chiếm 1Mbyte bộ nhớ RAM. Hệ thống được triển khai trên hai máy chủ. Máy chủ thứ nhất có bộ nhớ RAM với dung lượng 200 Mbytes. Máy chủ thứ hai có dung lượng RAM là 400 Mbytes. Trong trường hợp này, trạng thái tải theo RAM của máy chủ thứ nhất là 50%, trạng thái máy chủ thứ hai là 25%. Ta nói máy chủ thứ hai đang nhẹ tải hơn máy chủ thứ nhất.

Như vậy, để trả lời được câu hỏi “hệ thống Moodle Quiz đang triển khai có thể đảm bảo được N thí sinh tham gia thi đồng thời hay không?”, hoặc “Hệ thống Moodle hiện tại cho phép tối đa bao nhiêu thí sinh có thể tham gia thi đồng thời một cách an toàn?” trước đo tải được chọn sẽ là mức độ sử dụng tài nguyên của hệ thống. Việc xác định mối quan hệ giữa tải và số lượng người sử dụng hệ thống thực chất là xác định mức độ sử dụng tài nguyên hệ thống tương ứng với một số lượng người dùng hệ thống đồng thời tại một thời điểm. Các tài nguyên được xem xét trong hệ thống này là Mức độ sử dụng CPU, mức độ sử dụng

RAM, mức độ sử dụng băng thông, số lượng nối kết đến dịch vụ web, số lượng nối kết đến hệ quản trị cơ sở dữ liệu.

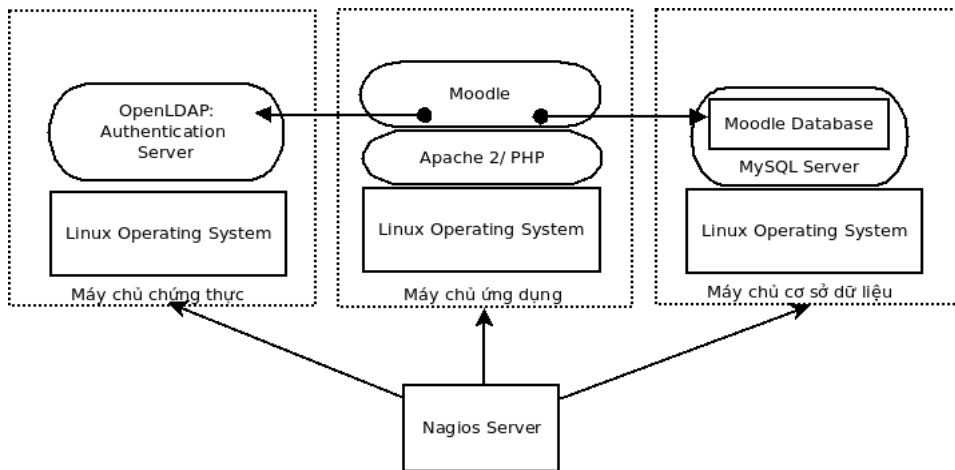
Vì Moodle là một phần mềm đã cài đặt sẵn cho nên phương pháp đo sẽ được sử dụng để ước lượng mức độ sử dụng tài nguyên. Công cụ được dùng để đo tải trong trường hợp này là Nagios[9]. Ngoài ra do Moodle là một ứng dụng phân tán nên có thể triển khai Moodle trên một hoặc nhiều máy chủ vật lý khác nhau. Với mục tiêu hiểu rõ thành phần nào của Moodle dễ bị quá tải, Moodle sẽ được triển khai theo cấu hình gồm 3 máy chủ: máy chủ ứng dụng thực thi mã nguồn Moodle, máy chủ cơ sở dữ liệu MySQL và máy chủ chứng thực LDAP.

Dữ liệu về tải được tạo ra bằng 02 phương pháp: sử dụng người thi thật và sử dụng phần mềm Jmeter [10] để giả lập người thi. Dữ liệu tạo ra từ người dùng thật sẽ được sử dụng để điều chỉnh các thông số của Jmeter sao cho ứng xử của người dùng giả lập gần với cách ứng xử của người thi thật.

4 MÔI TRƯỜNG THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA TẢI VÀ SỐ LƯỢNG NGƯỜI THAM GIA THI TRỰC TUYẾN TRÊN MOODLE

Như đã trình bày ở phần trước, xác định mối quan hệ giữa tải và số lượng người sử dụng hệ thống thực chất là xác định mức độ sử dụng tài nguyên hệ thống tương ứng với một số lượng người dùng hệ thống đồng thời tại một thời điểm. Chúng tôi tiến hành thực nghiệm để thu thập mức độ sử dụng tài nguyên của Moodle quiz tương ứng với các đợt thi mà số lượng người tham thi trực tuyến tăng dần 20 người cho mỗi đợt. Số liệu của các đợt sẽ được nghiên cứu để rút ra quy luật về mối quan hệ giữa tải và số lượng người tham gia thi trực tuyến. Trong phần này chúng tôi sẽ trình bày môi trường thực nghiệm, các bước tiến hành thực nghiệm.

Hệ thống Moodle dùng để thực nghiệm được triển khai trên một hạ tầng gồm 03 máy chủ như mô tả ở Hình 2. Ngoài ra còn có một máy chủ để cài đặt Nagios làm nơi lưu trữ dữ liệu về tải thu được từ các máy chủ. Tất cả các máy đều sử dụng CPU G360 2x2.7 GHz. Máy chủ ứng dụng và máy chủ cơ sở dữ liệu có RAM dung lượng 4GB. Máy chủ chứng thực và máy chủ Nagios có RAM chỉ 2GB. Các phần mềm được cài đặt trên từng server có version như mô tả ở Bảng 1.



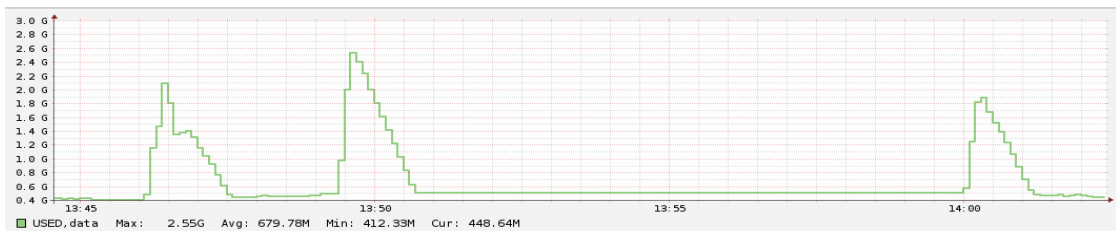
Hình 2: Sơ đồ triển khai môi trường thực nghiệm với Moodle

Bảng 1: Phần mềm sử dụng cho thực nghiệm

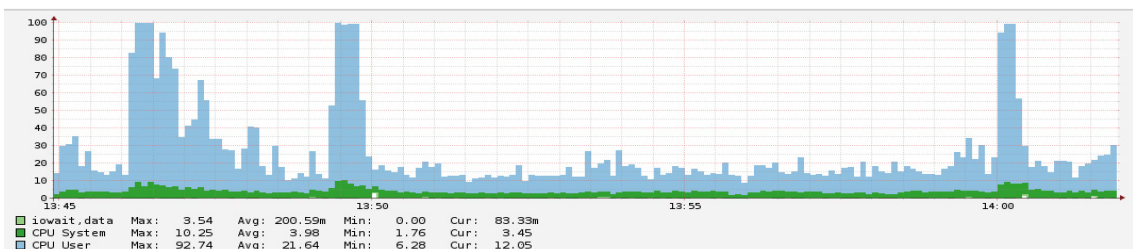
Phần mềm	Version sử dụng
Linux Operating System	Ubuntu Desktop 12.04 LTS
Apache 2	2.2
PHP	5.5
MySql Server	5.5
Open LDAP	2.4
Moodle	2.6
Nagios Server	4.4
Nagios Plugin	2
Nagios Graph	1.5

5 PHÂN TÍCH MỐI QUAN HỆ GIỮA TẢI VỚI NGƯỜI THAM GIA THI THẬT

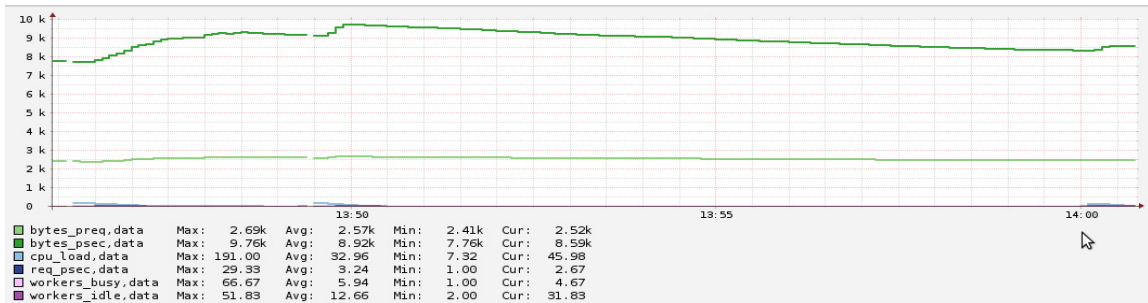
Thực nghiệm được thực hiện với 75 sinh viên với đề thi gồm 20 câu, thời gian làm bài là 18 phút. Sinh viên tham gia thi được chia thành 02 phòng. Để tạo ra tải lớn trên hệ thống, các sinh viên đã được đề nghị thực hiện song song các thao tác quan trọng như: truy cập đến đề thi, nhập mật khẩu vào đề thi, nộp bài. Sau khi tiến hành thi xong, dữ liệu về tải của ba máy chủ sẽ được lưu lại trong cơ sở dữ liệu của Nagios. Sử dụng phần mềm Nagios Graph có thể xem lại các giá trị tải trong suốt thời gian thi trực tuyến. Dưới đây là một số hình ảnh các giá trị tải tạo ra từ đợt kiểm tra trên máy chủ ứng dụng Moodle.



Hình 3: Mức độ sử dụng RAM của máy chủ Moodle



Hình 4: Mức độ sử dụng CPU của máy chủ Moodle



Hình 5: Số bytes yêu cầu gửi đến Apache của máy chủ Moodle

Các biểu đồ ở các Hình 3, 4 và 5 cho thấy rằng các đại lượng như Lượng RAM được sử dụng, Mức độ sử dụng CPU và Mức độ sử dụng đường truyền mạng trên máy chủ Moodle có sự biến thiên lớn khi người dùng thực hiện các tác vụ thi trực tuyến. Tải của hệ thống tăng lên ở những thao tác như người dùng Đăng nhập vào hệ thống Moodle, người dùng nhập mật khẩu để mở đề thi và khi hết thời gian làm bài người dùng đồng loạt nộp bài thi hoặc hệ thống tự động thu bài.

Đối với máy chủ cơ sở dữ liệu, thực nghiệm cho thấy rằng mức độ sử dụng RAM trên máy chủ cơ sở dữ liệu không thay đổi khi có sự tham gia người dùng thi trực tuyến. Ngược lại mức độ sử dụng CPU, mức độ sử dụng đường truyền và số lượng nối kết có sự thay đổi mạnh khi người dùng tham gia thi trực tuyến. Các đại lượng này sẽ tăng lên ở những thao tác như người dùng Đăng nhập vào hệ thống Moodle, người dùng nhập mật khẩu để mở đề thi và khi hết thời gian làm bài người dùng đồng loạt nộp bài thi hoặc hệ thống tự động thu bài. Đối với máy chủ LDAP, mức độ sử dụng CPU, RAM hầu như không thay đổi chỉ có băng thông tạo ra từ LDAP thay đổi khi có người dùng tham gia thi trực tuyến, các đại lượng tải khác hầu như không thay đổi.

Mặc dù, việc sử dụng người thật trong kiểm thử tải cho hệ thống thường cho lòng tin cao về tính chính xác của tải tạo ra. Tuy nhiên sử dụng người thật để tạo ra tải cho hệ thống thường gặp những khó khăn như: rất khó huy động một lượng lớn người tham gia thử nghiệm; khó để tạo ra các sự kiện đồng thời cho tất cả người tham gia thử nghiệm, ví dụ đăng nhập hệ thống, truy cập vào đề

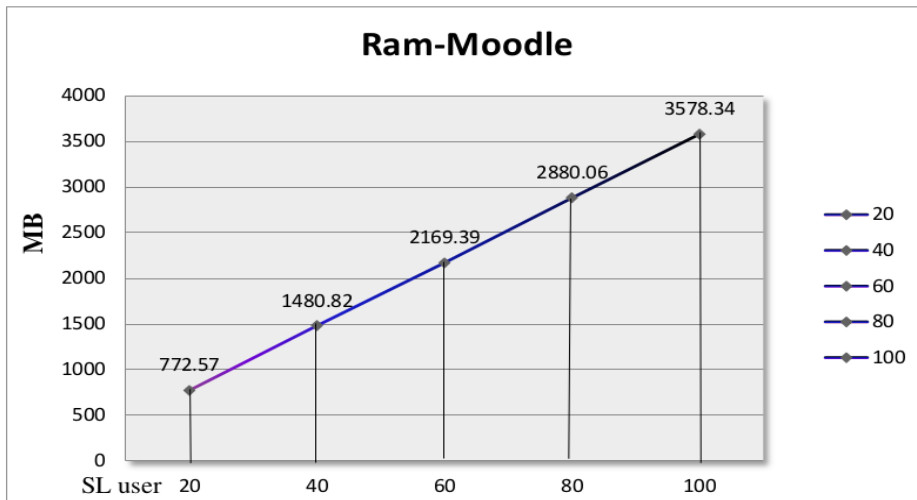
thi,... vì những người tham gia được phân bố trong nhiều phòng khác nhau; tốn kém và khó thử nghiệm cho nhiều kịch bản khác nhau: số lượng người tham gia khác nhau, đề thi khác nhau, hoặc lặp lại cùng một kịch bản nhiều lần để lấy giá trị quân bình,... Từ những khó khăn trên, phần mềm Jmeter đã được sử dụng để giả lập người dùng thi trực tuyến trên hệ thống Moodle.

6 PHÂN TÍCH MỐI QUAN HỆ GIỮA TẢI VỚI NGƯỜI DÙNG GIẢ LẬP BẰNG JMETTER

Thực nghiệm đã được tiến hành với các kịch bản có số lượng người dùng giả lập bằng Jmeter tăng dần mỗi lần 20 người từ 20, 40,... cho đến khi hệ thống không còn khả năng đáp ứng được. Các số liệu về tải của hệ thống trong từng kịch bản sẽ được lên các đồ thị hai chiều để tìm ra mối quan hệ giữa một đại lượng ước lượng tải với số lượng người dùng tham gia thi trực tuyến nhằm rút ra những quy luật về mối quan hệ giữa tải và số lượng người dùng tham gia thi. Phần này sẽ trình bày các mối quan hệ giữa các đại lượng ước lượng tải có biến động theo số lượng người tham gia thi trực tuyến.

6.1 Mối quan hệ giữa mức độ sử dụng RAM và số lượng người tham gia thi trực tuyến trên máy chủ Moodle

Biểu đồ ở Hình 6 cho thấy rằng mức độ sử dụng RAM trên máy chủ Moodle có quan hệ tuyến tính với số lượng sinh viên tham gia thi trực tuyến. Trung bình cứ mỗi 20 user dung lượng Ram sẽ tăng khoảng 700MB. Tức mỗi sinh viên tham gia thi trực tuyến thì cần 35MB RAM.

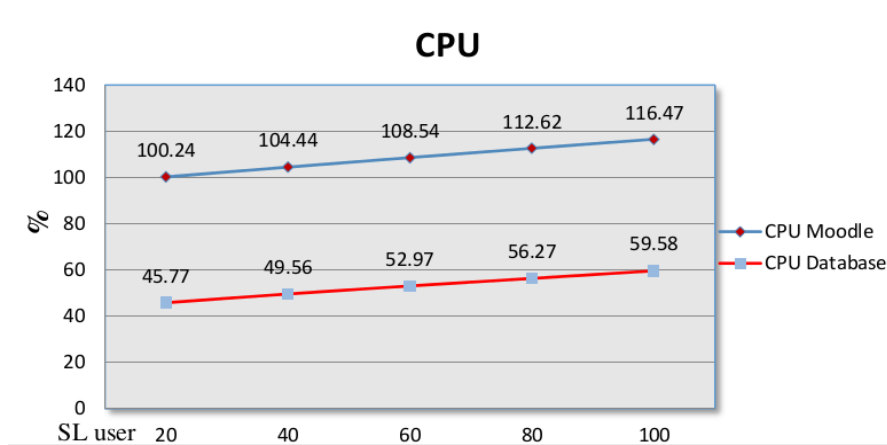


Hình 6: Mối quan hệ giữa RAM và số lượng người thi trực tuyến trên máy chủ Moodle

6.2 Mối quan hệ giữa mức độ sử dụng CPU và số lượng người tham gia thi trực tuyến

Theo biểu đồ ở Hình 7, mức độ sử dụng CPU trên máy chủ Moodle và máy chủ cơ sở dữ liệu có

quan hệ tuyến tính với số lượng sinh viên tham gia thi trực tuyến. Trung bình cứ mỗi 20 user mức độ sử dụng CPU trên Moodle sẽ tăng lên 4% và mức độ sử dụng CPU trên máy chủ cơ sở dữ liệu sẽ tăng lên 3.5%.

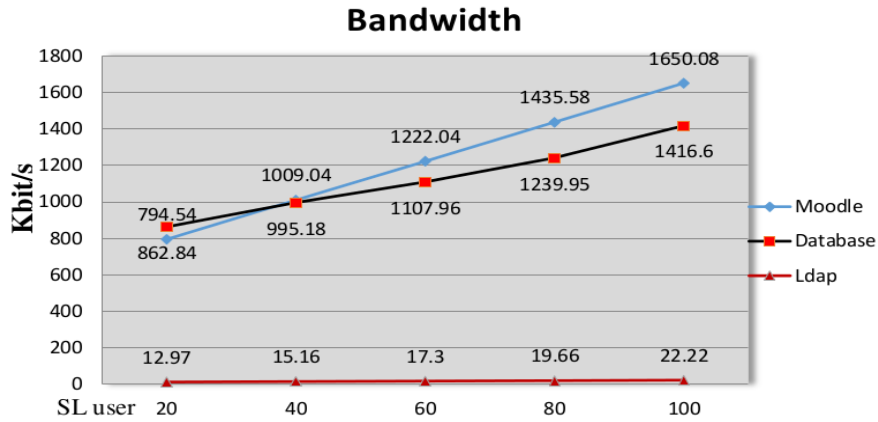


Hình 7: Mối quan hệ giữa mức độ sử dụng CPU và số lượng người thi trực tuyến trên máy chủ Moodle và máy chủ cơ sở dữ liệu

6.3 Mối quan hệ giữa băng thông và số lượng người tham gia thi trực tuyến

Mối quan hệ giữa băng thông trên cả ba máy chủ với số lượng người dùng thi trực tuyến được mô tả như Hình 8. Theo biểu đồ trên ta thấy rằng băng thông mạng tạo ra trên ba máy chủ có quan hệ tuyến tính với số lượng sinh viên tham gia thi trực

tuyến. Trong đó, máy chủ Moodle chiếm đường truyền cao nhất, gần gấp đôi so với máy chủ cơ sở dữ liệu, riêng máy chủ LDAP chiếm một lượng rất nhỏ đường truyền. Trung bình cứ mỗi 20 user thi máy chủ Moodle tạo ra thêm 215Kb, máy chủ cơ sở dữ liệu sẽ tạo ra thêm 140Kb và máy chủ LDAP chỉ tạo ra 2,3Kb.

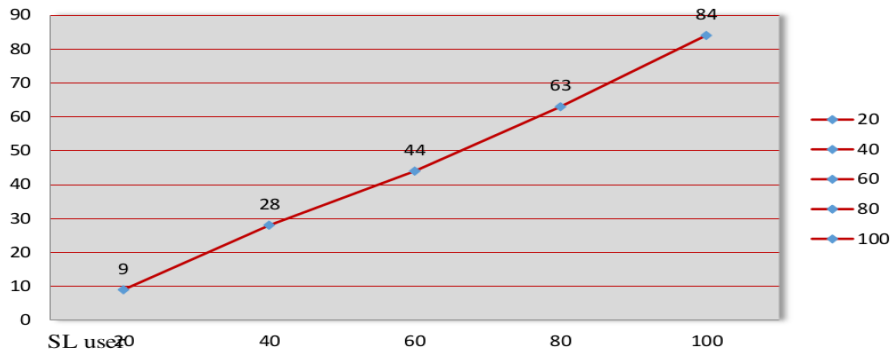


Hình 8: Mối quan hệ giữa băng thông và số lượng người thi trực tuyến trên máy chủ Moodle và máy chủ cơ sở dữ liệu

6.4 Mối quan hệ giữa số lượng nối kết trên máy chủ cơ sở dữ liệu và số lượng người tham gia thi trực tuyến

đến máy chủ cơ sở dữ liệu và số lượng sinh viên tham gia thi trực tuyến có quan hệ tuyến tính. Trung bình, số nối kết sẽ tăng lên 17 nối kết trên 20 người dùng.

Theo biểu đồ ở Hình 9, số lượng nối kết



Hình 9: Mối quan hệ giữa số lượng nối kết của máy chủ cơ sở dữ liệu với số lượng người tham gia thi trực tuyến

7 KẾT LUẬN

Bài báo này đã phân tích dữ liệu thu được từ thực nghiệm với 75 người thật và dữ liệu thu được bằng cách sử dụng phần mềm Jmeter để giả lập những đợt thi với số lượng người dùng tăng dần 20 người. Thông qua so sánh giá trị biến đổi tải trong quá trình thi thử cũng như chạy giả lập bằng Jmeter có thể nhận thấy được mức độ tiêu thụ tài nguyên của 3 máy chủ theo số lượng người tham gia thi trực tuyến. Máy chủ Moodle tiêu thụ rất nhiều RAM, trung bình 35MB cho mỗi người dùng. CPU của máy chủ LDAP hầu như không tiêu tốn cho quá trình thi. Máy chủ Moodle sử dụng CPU xấp xỉ gấp đôi so với máy chủ cơ sở dữ liệu. Theo đó khi mô đun thi trực tuyến được kích hoạt thì CPU của Moodle tiêu thụ (trên 60%) nhiều hơn gần gấp đôi

giá trị tiêu thụ CPU của máy chủ cơ sở dữ liệu (xấp xỉ 30%), đồng thời với mỗi user thì máy chủ Moodle tăng khoảng 0.4% CPU và máy chủ cơ sở dữ liệu tăng khoảng 0.3% giá trị CPU. Băng thông sử dụng bởi cả 3 máy chủ đều tăng theo số lượng user. Theo đó cứ mỗi user tăng lên thì băng thông máy chủ Moodle tăng thêm khoảng 10.75Kb, máy chủ cơ sở dữ liệu tăng thêm 7Kb và máy chủ LDAP tăng lên khoảng 0.115Kb. Như vậy, để triển khai máy chủ cho quá trình thi trực tuyến cần đầu tư máy chủ Moodle nhiều về RAM cũng như khả năng xử lý CPU phải gấp đôi so với máy chủ cơ sở dữ liệu. Máy chủ LDAP chỉ cần thiết lập cơ chế an toàn bảo mật cao mà không cần đầu tư nhiều về cấu hình. Với cấu hình phần cứng cũng như phần mềm đã đưa ra thì hệ thống có thể đáp ứng nhu cầu cho khoảng 120 sinh viên thực hiện thi trực tuyến

mà máy chủ vẫn hoạt động với đề thi thử nghiệm là 20 câu. Do một số điều kiện khách quan, nghiên cứu vẫn chưa thực hiện được các thực nghiệm trên nhiều cấu hình phần cứng khác nhau cũng như chưa sử dụng nhiều loại đề thi khác nhau để có các nhìn nhận khách quan hơn về các kết quả mà nghiên cứu đã thu được. Đây chính là những điểm mà chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Thanh Quang, 2011. Lý luận, thực tiễn và sự cần thiết chuyển sang kết hợp kiểm tra, thi bằng trắc nghiệm khách quan trong đổi mới phương pháp dạy học. Tạp chí văn hóa và du lịch. Số 1 năm 2011. Trường Cao đẳng Văn hóa Nghệ thuật và Du lịch Sài Gòn.
2. Lâm Quang Thiệp, 2008. Trắc nghiệm và ứng dụng. NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
3. Online Quiz Tools Perfect For Classrooms, 2013. <http://www.edudemic.com/online-quiz-tools/>.
4. Moodle. <https://moodle.org/>.
5. Moodle.net. <https://moodle.net/sites/>.
6. Website Moodle của Khoa CNTT&TT - Đại học Cần Thơ. <http://elcit.ctu.edu.vn/>.
7. Jean-Yves Le Boudec, 2011. Performance evaluation of Computer and Communication Systems”, EPFL.
8. Bùi Minh Quân, Ngô Bá Hùng, 2013. Dịch vụ giám sát tải ứng dụng cho các nền tảng điện toán đám mây. Kỷ yếu Hội thảo toàn quốc về CNTT năm 2013 - Trường Đại học Cần Thơ, Trang 67-73, 11-2013 - Cần Thơ.
9. Nagios. <http://www.nagios.org/>.
10. Apache Jmeter. <http://jmeter.apache.org>.