

**UNIVERSITY OF MOSUL
COLLEGE OF COMPUTER SCIENCES
AND MATHEMATICS**



**Real Time Scheduling and Load Balancing for
Distributed Servers in Cloud Computing Platform**

A Thesis Submitted

by

Ali Hussein Ali Ahmed Alnooh

to

**The Council of the College of
Computer Sciences and Mathematics
University of Mosul**

**as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy**

in

**Computer Science
Supervised by**

Prof. Dr. Dhuha Basheer Abdullah

2018 A.D.

1440 A.H.

Abstract

Recently, cloud load balancing algorithms and approaches have significantly attracted the research community in terms of servers' capacities of load (e.g., CPU, Memory, and Disk) in network clusters. It is important to have a concrete knowledge based on tasks execution requirements and server capacities that has the ability to handle tasks requirements. Another aspect that needs to be investigated in a deep way is cloud load balancing issues. Many of the approaches proposed for load balancing were based on the development of the most common techniques used in this field such as Round Robin, Weighted Round Robin, Least Connection, Weighted Least Connection, etc.

Furthermore, most of the load balancing algorithms proposed do not deal with the time constraints of tasks. Many applications used in daily activities contain real-time tasks. These kind of tasks have time constraints such as deadline, and load balancers should take into considerations these time constraints and tasks should be necessarily assigned before their deadlines to a convenient server for execution. Therefore, it is needed to have load balancers that have the ability to deal with the time constraints of tasks.

This thesis comes up with analysis and statistics in a way that provides the developers with the required knowledge-base when designing load balancing algorithms depending on a dataset that represents the Google servers' clusters.

A novel real-time community-based cloud load balancing approaches have been proposed. The proposed algorithms named Real Time Community Based Cloud Load Balancer Approach (RT-CBCLBA) and Standard Community Based

Cloud Load Balancer Approach (S-CBCLBA) were inspired by concepts from different areas of research, namely, sociology, real-time systems, and complex networks in designing novel approaches. The concepts that have been utilized are; assortative mixing, centrality measurements, clustering coefficient, real-time tasks scheduling, and community detection concept.

Three benchmarking algorithms have been used against the suggested algorithms, two of them are well-known i.e. Round Robin and Least Connection plus another new algorithm in the literature called Shaw's algorithm. An advanced statistical analysis and variance techniques have been used i.e. One Way ANOVA test supported by PCA and Bonferroni techniques to prove that the findings were statistically significant against the benchmarking algorithms used in this work. All the obtained results show that the proposed new novel algorithms are much better in achieving the tasks demands regarding to tasks deadlines.

The NetLogo simulator was used over a supercomputer supported by Unix operating system for simulating the proposed social phenomena between tasks and servers. R language have been used as a tool for the statistical analysis of the used dataset.

Finally, believing that this work is novel and the proposed approaches are important insofar as they will trigger the research community in this field to work more and develop the solutions taken in this thesis. Also believing that the integration of sociology and computer science can be a powerful tool in contributing in the field of cloud load balancing.



جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات

الجدولة وموازنة الاحمال في الوقت الحقيقي للخوادم الموزعة في منصة الحوسبة السحابية

أطروحة تقدم بها

علي حسين علي أحمد النوح

إلى

مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة

في

علوم الحاسوب

بإشراف

أ.د. ضحى بشير عبدالله

الخلاصة

جذبت خوارزميات وطرائق موازنة الاحمال السحابية، في الآونة الأخيرة، مجتمع البحث العلمي بشكل كبير وذلك من ناحية قابلية استيعاب الاحمال للخوادم الموجودة في عناقيد الشبكة لمجموعة مفاهيم (على سبيل المثال: وحدة المعالجة المركزية والذاكرة والقرص الصلب). حيث في هذه الحالة من الضروري ان تكون هناك قاعدة معرفة واضحة حول متطلبات تنفيذ المهام وقدرات الخادم الذي يمتلك القابلية على التعامل مع تلك المتطلبات. هناك جانب آخر يتطلب الأمر التحقق منه بطريقة مستفيضة وهي قضايا موازنة الأحمال السحابية. العديد من الطرائق المقترحة لموازنة الأحمال قد إستندت على تطوير التقنيات الأكثر شيوعاً والمستخدمه في هذا المجال، مثل: Round Robin، Least Connection، Weighted Least Connection، ... الخ.

معظم خوارزميات موازنة الأحمال لاتتعامل مع المحددات الزمنية للمهام. تحتوي العديد من التطبيقات المستخدمة في الأنشطة اليومية على مهام الوقت الحقيقي. يمتلك هذا النوع من المهام قيود زمنية، مثل الموعد النهائي (deadline)، وعليه فإن موازنات الأحمال يجب أن تأخذ هذه القيود الزمنية بنظر الإعتبار، ومن الضروري تعيين المهام إلى خادم ملائم للتنفيذ قبل بلوغها مواعيدها النهائية. وبناءاً عليه يتطلب وجود موازنات أحمال لها القدرة على التعامل مع قيود الوقت في المهام.

تُقدم هذه الأطروحة تحليلات وإحصاءات بطريقة توفر للمطورين قاعدة المعرفة المطلوبة عند تصميم خوارزميات موازنة الأحمال واعتماداً على مجموعة بيانات تمثل عناقيد خوادم Google.

في هذا البحث، تم إقتراح طرائق جديدة لموازنة الأحمال السحابية لمهام الوقت الحقيقي بإعتماد الحالة المجتمعية. إن الخوارزميات المقترحة المسماة RT-CBCLBA و S-CBCLBA مستوحاة من مفاهيم في مجالات بحثية مختلفة، منها: علم الإجتماع، وأنظمة الوقت الحقيقي، والشبكات المعقدة، حيث

استخدمت في تصميم الطرائق الجديدة. المفاهيم التي تم إستخدامها هي: الإختلاط المتجانس، مقاييس التمرکز، معامل العنقدة، جدولة مهام الوقت الحقيقي، ومفهوم كشف المجتمع.

تم إستخدام ثلاث خوارزميات قياس مقارنة مع الخوارزميات المقترحة، إثنان من هذه الخوارزميات شائعة الإستخدام وهما Round Robin و Least Connection، بالإضافة الى خوارزمية جديدة في الدراسات تدعى خوارزمية Shaw. كما تم إستخدام التحليل الإحصائي وتقنيات تباين متقدمة مثل إختبار ANOVA ذو الإتجاه الواحد مدعوما بتقنيات الـ PCA و Bonferroni من أجل إثبات أن نتائج البحث كانت ذات دلائل إحصائية مهمة مقارنة بخوارزميات القياس المستخدمة في هذا العمل. تُظهر جميع النتائج التي تم الحصول عليها أن الخوارزميات الجديدة المقترحة هي أفضل بكثير في تحقيق متطلبات المهام بالنظر الى أوقات نهاياتها.

تم إستخدام المحاكى NetLogo بتشغيله على جهاز حاسوب عملاق يعمل بنظام Unix لمحاكاة الظواهر الإجتماعية المقترحة بين المهام والخوادم. كما تم استخدام لغة R كأداة للتحليل الإحصائي لمجموعة البيانات المستخدمة.

وأخيراً، وإعتقاداً منا أن هذا العمل مبتكر، وأن الطرائق المقترحة مهمة إلى الحد الذي ستحفز مجتمع البحث العلمي على العمل في هذا المجال أكثر وتطوير الحلول التي تم إتخاذها في هذه الأطروحة. إضافة إلى ذلك، نعتقد بأن تكامل علم الإجتماع وعلوم الحاسوب يمكن أن يكون أداة فعالة في المساهمة في مجال موازنة الأحمال السحابية.