Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul
College of Computer Science and
Mathematics
Department of Computer Science

Real Time Smart Framework for Big Data Traffic Management Based on Fog Computing

**A Thesis Submitted to the Council of the College of
Computer Science and Mathematics
University of Mosul
as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in
Computer Science**

By

Hesham Hashim Mohammed

Supervised by

Prof. Dr. Dhuha Basheer Abdullah Albazaz

2022 A.D. **1444 A.H.**

Abstract

Cloud computing regarded as the most powerful computing architecture in the distributed computing field. However, it is not suitable for some type of applications such as delay-sensitive and computation intensive applications. When user device encounter computation and/storage intensive application it may offload it, either partially or entirely, to a third resourceful entity. Offloading tasks from the users' devices to the cloud will take a relatively long time and consumes network bandwidth. This motivates the appearance of fog computing.

Fog computing consists of three-tier architecture these tiers, from bottom to top, are: user devices, fog layer, and cloud layer. As a result of the fog layer's closeness to the user device, offloading tasks to it will be faster than offloading them to a remote cloud, and this will also save the network bandwidth.

Fog computing has spread widely in last decade, however it is challenging to build and test fog computing-based systems in the real world. This prompted the developers to simulate and test their systems using fog simulation frameworks. In this thesis, a four-tiered fog computing framework with the name DHFogSim has been suggested.

DHFogSim is a smart real time framework built for managing traffic of any fog computing system. Fog computing system, especially the real time one; produces a huge number of traffic during its life cycle. Such traffic needs to be handled carefully in order to achieve two related goals. The first one is to reduce the delay for user to increase system Quality of Service QoS, and the second is to distribute the workload over working nodes to utilize the resources as much as possible.

DHFogSim adds a smart agent layer between the users' devices layer and the fog computing layer. At the Ethernet layer, DHFogSim proposes and implements the use of multi-level queues rather than a

single queue; these queues are managed using a weighted round robin mechanism. Tasks are dispatched to various queues based on the value of the Type of Service (ToS) bits, which are located at the second byte of the IP header. The value of ToS bits is determined by the smart agent layer based on the task's time constraints.

To evaluate the proposed DHFogSim framework, a traffic management system was simulated and evaluated on both the mFogSim framework and the DHFogSim framework. According to the results, the suggested framework reduces task delay at fog brokers from (0.5450 ms) to (0.3675 ms). The task delay at fog nodes has been reduced from (0.5482) to (0.3626). Task latency also decreased from (0.3515 ms) to (0.3226 ms). Furthermore, mean packet drop count is slightly improved form (0.1957) to (0.1772). DHFogSim is open source and available at the following site: https://github.com/HeahamShakarchi/DHFogSim

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم علوم الحاسوب

إطار عمل ذكي في الزمن الحقيقي لإدارة حركة مرور البيانات الضخمة استنادا الى الحوسبة الضبابية

اطروحة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في
علوم الحاسوب

من قبل

هشام هاشم محمد

بإشراف

الأستاذ الدكتورة ضحى بشير عبد الله البزاز

1444 هـ

2022 م

الخلاصة

الحوسبة السحابية هي معمارية تتالف من طبقتين هما طبقة المستخدم وطبقة مركز بيانات السحابة. تعد الحوسبة السحابية اقوى معمارية في مجال الحوسبة الموزعة. على الرغم من ذلك، فهي غير مناسبة لبعض أنواع التطبيقات مثل التطبيقات الحساسة للتاخير حيث انها تحتاج الى استجابة في الزمن الحقيقي، والتطبيقات التي تحتاج الى حسابات كبيرة مثل تطبيقات الواقع الافتراضي.

عندما يواجه المستخدم تطبيقاً يحتاج الى حسابات او ذاكرة كبيرة فانه يجب ان يقوم بتحميلها اما جزئيا او كليا الى طرف غني بالمصادر. عملية تحميل المهام من المستخدم الى السحابة البيعدة سوف يستغرق وقتاً كبيراً فضلاً عن استهلاك عرض حزمة الشبكة. وهذا ما حفز ظهور الحوسبة الضبابية.

تتكون حوسبة الضباب من معمارية ثلاثية الطبقات، هذه الطبقات هي: طبقة أجهزة المستخدم ، وطبقة الضباب ، وطبقة السحابة. نتيجة لقرب طبقة الضباب من أجهزة المستخدمين، سيكون تفريغ المهام عليها أسرع من تفريغها في سحابة بعيدة، وهذا سيوفر أيضًا عرض حزمة للشبكة.

انتشرت الحوسبة الضبابية بشكل كبير في العقد الماضي، على الرغم من ذلك عملية بناء واختبار النظم الضبابية في الواقع تعد تحدياً للمطورين. هذا دفع المطورين لمحاكاة واختبار نظمهم باستخدام إطارات عمل تحاكي الحوسبة الضبابية. في هذه الاطروحة تم اقتراح اطار عمل للحوسبة الضبابية وتم تسميتها (DHFogSim).

(DHFogSim)هي اطار عمل ذكي في الزمن الحقيقي تم بناءه لادارة المرور لاي نظام حوسبة ضبابية. نظم الحوسبة الضبابية، خصوصا التي تعمل بالزمن الحقيقي، تنتتج كمية كبيرة من الاحمال خلال دورة حياة عملها. هذه الاحمال تحتاج الى إدارة لتحقيق هدفين متداخلين. الأول تقليل التاخير لدى المستخدم لزيادة جودة الخدمةQoS ، والثاني لتوزيع الاحمال على الأجهزة لمحاولة استغلالها بشكل امثل.

يضيف DHfogsim طبقة وكيل ذكية بين طبقة أجهزة المستخدمين وطبقة حوسبة الضباب. في طبقة Ethernet ، DHfogsimيقترح وينفذ استخدام قوائم انتظار متعددة المستويات بدلاً من قائمة انتظار واحدة ؛ يتم ادارة قوائم الانتظار هذه باستخدام آلية Round Robin الموزونة. تتم جدولة المهام الى قوائم

الانتظار المختلفة بناءً على قيمة بتات نوع الخدمة (ToS) ، والتي توجد في البايت الثاني من header IP. يتم تحديد قيمة بتات ToS بواسطة طبقة الوكيل الذكي بناءً على القيود الزمنية للمهمة.

لتقييم إطار عمل DHFogSim المقترح ، تمت محاكاة نظام إدارة حركة المرور وتقييمه على كل من إطار عمل mFogSim وإطار عمل DHFogSim. وفقًا للنتائج ، يقلل إطار العمل المقترح من تأخير المهام لدى وسطاء الضباب من (٠.٥٤٥٠ ميلي ثانية) إلى (٠.٣٦٧٥ ميلي ثانية). تم تقليل تأخير المهمة في عُقد الضباب من (٠.٥٤٨٢ ميلي ثانية) إلى (٠.٣٦٢٦ ميلي ثانية). كما انخفض زمن انتقال المهام من (٠.٣٥١٥ ميلي ثانية) إلى (٠.٣٢٢٦ ميلي ثانية). علاوة على ذلك، تحسن عدد إسقاط الحزم بشكل طفيف (٠.١٩٥٧) إلى (٠.١٧٧٢). DHFogSim هو اطار عمل مفتوح المصدر ومتوفر على الموقع التالي: https://github.com/HeahamShakarchi/DHFogSim