

University of Mosul
College of Engineering



Performance Analysis of Network Workload in Fog Computing

Omar Anwer Nafea Abood

M.Sc. Thesis

Science in Computer Engineering / Computer Engineering

Supervised By

Assistant Prof. Dr. Turkan Ahmed Khaleel

March / 2024 A.D

Shaaban / 1445 A.H

Abstract

Fog computing is an emerging networking technology that extends cloud computing to the network edges. It is used to overcome the limitations of cloud computing, such as issues of bandwidth and latency. Fog computing is appropriate for real-time interactive IoT applications and systems that demand low latency, robust security, and consistent network access. In this thesis work, the objective is to study and understand the workload behavior under different load levels by using different numbers of clients (25, 50, and 100), with five sensors for each client. Then, different levels of quality of service (QoS0, QoS1, and QoS2) for the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) application protocol are applied and studied. By designing and implementing a fog computing simulation environment using a modified OMNeT++ framework (FogNetSim++) to simulate the behavior of a multi-user healthcare application, the performance of the network under varying workloads is investigated using collecting measurements, such as publisher-to-subscriber latency, throughput, and end-to-end delay. When applying one of the scenarios by taking 25 clients, the publisher-to-subscriber latency for QoS0 is (0.2704) seconds, QoS1 is (0.2716) seconds, and QoS2 is (0.28054) seconds. These values represent the maximum load on the network when all the subscribers complete the subscription process for all the published patient data. The throughput for the same scenario is (110.99) packets/sec for QoS0 in the fog broker node, (163.07) packets/sec in QoS1, and (340.68) packets/sec in QoS2. In the second part of this work, three algorithms are applied to study the effect of load balancing in a fog computing network environment. These algorithms

are Random, Round-Robin, and the modified Throttled algorithm, which is modified by adding an extra management layer to be more suitable for fog computing networks by sorting the nodes from best to worst node via three suggested sorting methods and choosing the best node to execute the task. The given response time results by using this modified algorithm are better than those of the random algorithm and very similar to the response time results of the round-robin algorithm. In case QoS1 with 25 clients, the result is (0.2460) second without the load balancing algorithm, (0.1243) second in the random algorithm, (0.1156) second in the Round-Robin algorithm, and (0.1149) second for the modified throttled algorithm. Thus, making it applicable for fog computing networks in addition to cloud computing networks.



جامعة الموصل

كلية الهندسة

تحليل أداء عبء عمل الشبكة في الحوسبة الضبابية

عمر أنور نافع عبود

رسالة ماجستير

علوم في هندسة الحاسوب / هندسة الحاسوب

بإشراف

أ. م. د. توركان أحمد خليل

المستخلص

تعد حوسبة الضباب تقنية شبكات ناشئة تعمل على توسيع الحوسبة السحابية لتشمل حواف الشبكة. يتم استخدامه للتغلب على قيود الحوسبة السحابية، مثل مشكلات النطاق الترددي وزمن الوصول. تعد الحوسبة الضبابية مناسبة لتطبيقات وأنظمة إنترنت الأشياء التفاعلية في الوقت الفعلي والتي تتطلب زمن وصول منخفض وأمانًا قويًا ووصولًا ثابتًا إلى الشبكة. في هذه الأطروحة، الهدف هو دراسة وفهم سلوك عبء العمل تحت مستويات تحميل مختلفة باستخدام أعداد مختلفة من العملاء (25، 50، و100)، مع خمسة أجهزة استشعار لكل عميل. بعد ذلك، يتم تطبيق ودراسة مستويات مختلفة من جودة الخدمة (QoS_0 ، QoS_1 ، و QoS_2) لبروتوكول تطبيق نقل القياس عن بعد في قائمة انتظار الرسائل (MQTT). من خلال تصميم وتنفيذ بيئة محاكاة حوسبة الضباب باستخدام إطار عمل ++OMNeT مع دَل (FogNetSim++) لمحاكاة سلوك تطبيق رعاية صحية متعدد المستخدمين. يتم فحص أداء الشبكة في ظل أعباء عمل متفاوتة باستخدام قياسات التجميع، مثل زمن الاستجابة من الناشر إلى المشترك، والإنتاجية، والتأخير الشامل. عند تطبيق أحد السيناريوهات بأخذ 25 عميلًا، يكون زمن الوصول من الناشر إلى المشترك لـ QoS_0 هو (0.2704) ثانية، و QoS_1 هو (0.2716) ثانية، و QoS_2 هو (0.28054) ثانية. تمثل هذه القيم الحد الأقصى للتحميل على الشبكة عندما يكمل جميع المشتركين عملية الاشتراك لجميع بيانات المرضى المنشورة. الإنتاجية لنفس السيناريو هي (110.99) حزمة/ثانية لـ QoS_0 في عقدة وسيط الضباب، و(163.07) حزمة/ثانية في QoS_1 ، و(340.68) حزمة/ثانية في QoS_2 . في الجزء الثاني من هذا العمل، تم تطبيق ثلاث

خوارزميات لدراسة تأثير موازنة التحميل في بيئة شبكة حوسبة ضبابية. هذه الخوارزميات هي Random و Round-Robin وخوارزمية Throttled المعدلة، والتي يتم تعديلها عن طريق إضافة طبقة إدارة إضافية لتكون أكثر ملاءمة لشبكات الحوسبة الضبابية وذلك من خلال فرز العقد من الأفضل إلى الأسوأ عبر ثلاث طرق فرز مقترحة واختيار أفضل عقدة لتنفيذ المهمة. إن نتائج وقت الاستجابة المعطاة باستخدام هذه الخوارزمية المعدلة أفضل من نتائج الخوارزمية Random وتشبه إلى حد كبير نتائج وقت الاستجابة لخوارزمية Round-Robin، في حالة QoS1 مع 25 عميلاً، تكون النتيجة (0.2460) ثانية بدون خوارزمية موازنة التحميل، (0.1243) ثانية في الخوارزمية Random، (0.1156) ثانية في خوارزمية Round-Robin، و (0.1149) ثانية في خوارزمية الخانق المعدلة. مما يجعلها قابلة للتطبيق على شبكات الحوسبة الضبابية بالإضافة إلى شبكات الحوسبة السحابية.