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

Enhancing the Performance of SDN by Employing Virtualization and Containerization Techniques

**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 Master of Science
in
Computer Science**

By

Ghazwan Abdullah Mohammed Alswadany

Supervised by

Lecture. Dr. Omar Abdulmunem Ibrahim Al-Dabbagh

2023 A.D. **1444 A.H.**

Abstract

Software-Defined Networks represents a significant shift in the networking field through the ability to solve problems facing traditional networks, such as updating components for networks and integration between devices. Open-source components and protocols were used in Software-Defined Networks. Among its advantages are the separation of the control plane from the data plane, the use of the openflow protocol, and the transition to decentralization in network management. Software-Defined Networks provides centralized intelligence to increase the adaptability and effectiveness of the network. It makes it possible to virtualize and program the network, which led to a radical change in traditional networks.

In many previous studies related to Software-Defined Networks, it became clear from the results obtained that the comparisons in these studies were between different types of controllers to obtain the best performance through the use of a specific controller, specific parameters, and a specific topology. Also, these studies did not address the use of controllers in cluster formation and the comparison between the performance of different numbers of nodes for the same controller.

Work has been done on open network operating system (ONOS) controllers in cluster mode from one to five controllers, and a comparison between the performance of different numbers of controllers to obtain the best performance through the use of many measures. ONOS is an operating system developed to meet the needs of developers and operators. ONOS aims to improve overall network performance. Run out ONOS controller in cluster formation to measure the delay between two ends, throughput, and jitter.

Discussed done how many controllers are needed for the best performance of software-defined networks, such as throughput. The cluster is formed in two ways, the first using the virtual machine and the second using the DOCKER container and comparing them. A cluster is an excellent way to eliminate single-controller failures where these controllers work together in one connected entity. All the experiments are run using the mininet network simulator program installed on the linux system ubuntu server. The measures used to measure are ping, Cbench, and iperf on a different number of ONOS controllers(one to five) in a cluster. The measuring was done through three different topologies linear, tree, and actual topology(AT&T American telecom).Actual applications that use the Software-Defined Networks for example are Facebook and google.

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

تحسين أداء الشبكة المعرفة برمجياً بتوظيف تقنيات المحاكاة الافتراضية والاحتواء

رسالة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
علوم الحاسوب

من قبل
غزوان عبدالله محمد حسين السويداني

بإشراف
م. د.عمر عبدالمنعم ابراهيم الدباغ

١٤٤٤ هـ
٢٠٢٣ م

المستخلص

تمثل الشبكات المعرفة بالبرمجيات تحولًا كبيرًا في مجال الشبكات من خلال القدرة على حل المشكلات التي تواجه الشبكات التقليدية ، مثل تحديث مكونات الشبكات والتكامل بين الأجهزة. تم استخدام المكونات والبروتوكولات مفتوحة المصدر في الشبكات المعرفة بالبرمجيات. من بين مزاياها فصل مستوى التحكم عن مستوى البيانات ، واستخدام بروتوكول التدفق المفتوح ، والانتقال إلى اللامركزية في إدارة الشبكة. توفر الشبكات المعرفة بالبرمجيات ذكاءً مركزيًا لزيادة القدرة على التكيف والفعالية للشبكة. يجعل من الممكن محاكاة الشبكة وبرمجتها ، مما أدى إلى تغيير جذري في الشبكات التقليدية.

في العديد من الدراسات السابقة المتعلقة بالشبكات المعرفة بالبرمجيات ، أصبح واضحًا من النتائج التي تم الحصول عليها أن المقارنات في هذه الدراسات كانت بين أنواع مختلفة من وحدات التحكم للحصول على أفضل أداء من خلال استخدام وحدة تحكم محددة ، ومعاملات محددة ، وطوبولوجيا معينة . أيضًا ، لم تتناول هذه الدراسات استخدام وحدات التحكم في تكوين الكتلة والمقارنة بين أداء عدد مختلف من العقد لنفس وحدة التحكم.

تم العمل على وحدات تحكم نظام تشغيل الشبكة المفتوحة (ONOS) في وضع الكتلة من واحد إلى خمسة وحدات تحكم ، ومقارنة بين أداء أعداد مختلفة من وحدات التحكم للحصول على أفضل أداء من خلال استخدام العديد من المقاييس. ONOS هو نظام تشغيل تم تطويره لتلبية احتياجات المطورين والمشغلين. يهدف ONOS إلى تحسين الأداء العام للشبكة. تم تشغيل وحدة تحكم ONOS في تشكيل الكتلة لقياس RTT ، theuoghputو ، Jitterو.

تمت مناقشة عدد وحدات التحكم المطلوبة للحصول على أفضل أداء للشبكات المعرفة بالبرمجيات ، مثل الإنتاجية. يتم تشكيل الكتلة بطريقتين ، الأولى باستخدام الجهاز الظاهري والثانية باستخدام حاوية DOCKER ومقارنتها. تعتبر الكتلة طريقة ممتازة للتخلص من حالات فشل وحدة التحكم الفردية حيث تعمل وحدات التحكم هذه معًا في كيان واحد متصل. يتم تشغيل جميع التجارب باستخدام برنامج محاكاة شبكة mininet المثبت على خادم ubuntu لنظام Linux. التدابير المستخدمة للقياس هي ping و iperf و Cbench على عدد مختلف من وحدات تحكم ONOS (واحد إلى خمسة) في مجموعة. تم إجراء القياس من خلال ثلاثة طوبولوجيا خطية وشجرية وفعلية مختلفة (AT&T American Telecom) ، التطبيقات الفعلية التي تستخدم الشبكات المعرفة بالبرمجيات على سبيل المثال Facebook و google.

شكلت هذه الأطروحة كتلة لنوع واحد من وحدات التحكم (ONOS) لتجنب فشل وحدة تحكم واحدة وأجرت اختبارات باستخدام حاوية DOCKER لإنشاء هذه المجموعة. حقق استخدام حاوية DOCKER كفاءة في استخدام الموارد وإيجاد أفضل عدد من وحدات التحكم لتحقيق أفضل أداء.

تظهر النتائج غير متساوية بناءً على عدد المفاتيح بالإضافة إلى عدد وحدات التحكم. أظهر استخدام DOCKERفي تكوين الكتلة وتشغيل وحدة التحكم ONOS تفوقًا واضحًا في النتائج ، خاصة من حيث Cbench(الإنتاجية) أظهر استخدام وحدة تحكم واحدة تحسنًا بنسبة 77.84٪ ، وأظهر استخدام خمسة وحدات تحكم تحسنًا. من 556.97٪. أما بالنسبة لـ Cbench (Litency) ، فقد أظهر استخدام وحدة تحكم واحدة تحسنًا بنسبة 93.20٪ ، كما أظهر استخدام خمسة وحدات تحكم لنفس الاختبار تحسنًا بنسبة 743.44٪ ، وأظهرت معظم النتائج أفضل أداء عندما يكون عدد وحدات التحكم واحدًا. أو جهازي تحكم مع ثمانية مفاتيح. إذا كانت الموثوقية ضرورية فيجب زيادة وحدات التحكم.