جامعـــــة الموصـــــــل

كليـــــة الهندســـــة

تمثيل المتحكمات المتعددة الهجينة وغير الهجينة في بيئة شبكات معرَّفة برمجياً

زينب سالم عبد البدراني

رسالة ماجستير

علوم في الهندسة الكهربائية/

الكترونيك واتصالات / شبكات الحاسبات

بإشراف

الدكتور محمد بشير عبدالله الصميدعي

1440 هـ

2019 م

المُستخلص

تقدم تقنية الشبكة المعرفة برمجياً شبكة تتمتع بمرونة البرمجة وقابليتها، كما إنها سهلة التحكم والإدارة، حيث يستطيع مسؤول الشبكة إدارة الشبكة بطريقة مجردة بعيداً عن معرفة تفاصيل الشبكة، وذلك عن طريق نقل مستوى التحكم والإدارة إلى وحدة خارجية تسمى(المتحكم) والذي يعد نظام تشغيل الشبكة. إن الزيادة الهائلة والمتسارعة بكمية البيانات وتسارع وتيرة التطور التقني والاستخدام المتزايد لخدمات الانترنيت وكثرة الأجهزة والأشخاص المرتبطة بالانترنيت جعلت استخدام متحكم منفرد واحد لإدارة مثل هذه الشبكات الواسعة غير كفوء بسبب كثرة الطلبات وعدم قدرته على تحمل هذه التوسعة من الطلبات والاجابة عليها جميعها وقد ينهار ويفشل هذا المتحكم ويؤدي الى إنهيار كل الشبكة. فكانت الشبكة المعرفة برمجياً الموزعة الحل المثالي لاستيعاب هذا الكم والزخم من الطلبات والمستخدمين.

تتكون الشبكات المعرفة برمجياً الموزعة من عدة متحكمات هجينة او غير هجينة. تعمل المتحكمات المتعددة غير الهجينة مع بعضها بعضٍ لتضمن استمرار العمل عند فشل إحداها. أما المتحكمات المتعددة الهجينة فتعمل بشكل مستقل وبصورة منفصلة في إدارة الشبكة. وقد تم في هذه الرسالة دراسة معمقة للشبكة المعرّفة برمجياً الموزعة بنوعيها الهجينة وغير الهجينة وطريقة تطبيق كل منهما وتمثيلها باستخدام برنامج المحاكاة (Mininet). إذ تم بناء احجام مختلفة من الطبوغرافيات المختلفة الأنواع عن طريق هذا المحاكي وبأستخدام أربعة أنواع من المتحكمات البرمجية (Floodlight, Ryu, POX, Flowvisor) والتي تعمل جميعاً ضمن بيئة نظام التشغيل اوبنتو (Ubuntu).

أظهرت النتائج المستحصلة من الأدوات المستخدمة لتحليل وتقييم الأداء ان الشبكة المعرّفة برمجياً الموزعة غير هجينة والمتكونة من متحكمين من نوع (Floodlight) أبدت تحسناً ملحوظاً في الأداء بالمقارنة مع الشبكة ذات المتحكم المنفرد المركزي ويزداد هذا التحسن بأزدياد الحمل المروري. كما أبدى استخدام الشبكة ذات المتحكمين بنمط التوسعة(Scaling configuration mode) أداءً افضل بالمقارنة مع نمط تلافي الفشل (Fault-tolerant mode) ويزداد هذا التحسن مع ازدياد حجم

الطبوغرافية، فقد استطاعت الشبكة ذات المتحكمين بنمط التوسعة تقليل معدل التأخير بمقدار 62% وحسنت كفاءة النقل بنسبة 32% مقارنةً مع الشبكة المنفردة المتحكم، وذلك في حالة الحمل (50k pkt/s). بينما قللت الشبكة ذات المتحكمين بنمط تلافي الفشل معدل التأخير بمقدار 58% كما حسنت كفاءة النقل بنسبة 23% مقارنةً مع الشبكة المنفردة المتحكم وذلك في حالة الحمل (50k pkt/s). كما تمت دراسة تأثير نوع الطبوغرافية المستخدمة على الأداء، فقد أظهرت النتائج ان طبوغرافية الشجرة الثنائية حسنت الأداء بشكل ملحوظ مقارنةً مع الطبوغرافية الخطية، اذ قللت زمن الذهاب والإياب (RTT) بمقدار 35% مقارنةً مع الطبوغرافية الخطية.

تم في هذه الرسالة ايضاً تحليل أداء الشبكة المعرّفة برمجياً الافتراضية الهجينة وتقييمها، والمتكونة من المتحكمين (POX) و(Ryu) فضلاً عن المتحكم المخصص الوظيفة (Flowvisor). أوضحت النتائج ان أداء المتحكم (Ryu) افضل من أداء المتحكم (POX) وانه اكثر ملائمة للسيطرة على التطبيقات الحساسة للزمن، إذ استطاع تقليل زمن (RTT) بمقدار 31% مقارنةً مع المتحكم (POX). كما دُرس تأثير الطبوغرافية على أداء هذه الشبكة، فقد أظهرت الطبوغرافية الخطية اقل قيم لمعلمات التأخير تليها النجمة ثم أخيراً طبوغرافية الماسة ولكلا المتحكمين (POX) و(Ryu). كما دُرس تأثير عامل التأخير على هذه الطبوغرافيات وتبين ان ازدياد عدد المبدلات المشتركة بين شريحتي شبكة SDN الافتراضية والمسيطر عليها عبر المسيطر (Flowvisor) أدى الى جعل عامل التأخير أكثر أثراً.

Abstract

Software Defined Network (SDN) presents a network with high programmability and flexibility; also it is simpler to control and manage. These benefits are achieved through the separation of control and management plane from the data forwarding plane. The enormous increasing in data size with the growth of new technologies and Internet services, accompanied with vast amount of connected devices degrade the performance of simple centralized controller. Furthermore; it may fail, leading to collapse of the whole network.

The distributed SDN is the promising solution to meet the requirements of today's demands. It consists of multi controllers; the multi homogeneous controllers work together to guarantee continuous work even when one of these controllers fails. The multi heterogeneous controllers works separately in isolated manner to manage the network. An extensive study of multi homogeneous and heterogeneous controllers and the way to emulate both of them using Mininet emulator is presented. Various types of network topologies with variable number of switches were built. Four types of controllers were tested (Floodlight, Ryu, POX, and Flowvisor) in an Ubuntu operating system environment.

The results showed that a two controllers schema provides more efficient performance than a single one. This improvement is increased as the payload increased. Two controllers at scaling configuration mode decreased the average delay by 62% and increased the throughput by 32% at (50k pkt/s) as compared to single controller network. In fault tolerant mode the average delay is decreased by 58% and the throughput is increased by 23% at (50k pkt/s) when compared to a single controller network. The results also; revealed that a binary tree topology decreased the (RTT) by 35% compared to a linear one.

In this thesis the vSDN with two controllers Ryu and POX with Flowvisor as a proxy controller were analyzed and evaluated. It has been noted that Ryu controller achieved better performance than POX. Ryu controller decreased the (RTT) by 31% as compared to POX, which makes Ryu more suitable for time-sensitive applications. In order to illustrate the effects of delay factor, a three network topologies were built. The results demonstrated that as the number of shared switches between the slices increased the delay factor becomes more effective, so a linear topology has the less delay factor than the star topology and diamond topology.

University of Mosul

College of Engineering

Emulation of Multi Homogeneous and Heterogeneous Controllers in a Software Defined Network Environment

Zainab Salim Abed AL-badrany

M.Sc. Thesis

Electrical Engineering /

Electronics and Communications /

(Computer Networks)

Supervised by

Dr. Mohammed Basheer AL-Somaidai

2019 A.D. 1440 A.H.