جامعـــة الموصـــــل

كليـــــة الهندســـــة

# نمذجة وتقييم متحكمات الشبكة المعرَّفة برمجيًّا لاختيار الأنسب لشبكات الجيل الخامس

فضة عزالدين محمد عباس

رسالة ماجستير

علوم في الهندسة الكهربائية

بإشراف

الدكتور محمد بشير عبدالله الصميدعي

1443 هـ

2021 م

# الخلاصة


تُعدّ الشـــبكة المعرَّفة برمجيًّا Software Defined Network (SDN) من أهم التقنيات التي ســـتؤدي دورًا حاســـمًا في التغلب على التحديات التي تواجه شـــبكات الجيل الخامس بسبب تزايد الحاجة لنقل البيانات ذات الحجم الهائل ومتطلبات الخدمة المتنوعة.

ونظرًا لكون المتحكم يمثل الجزء الأهم في بنية شـبكة الجيل الخامس القائمة على الـ SDN. تم في هذه الرسالة تقييم أداء خمسة من أبرز متحكمات الشبكة المعرَّفة برمجيًّا وهي POX و RYU و(OpenDayLight (ODL و Open Network Operating System(ONOS) وFloodlight في طوبوغرافية لاسلكية خطية (Linear topology) باســـتخدام التردد (2.4GHZ) مع أحجام مختلفة وهي (25، 50، 75، 100) وأيضًـــا في طوبوغرافية مخصصة (كنموذج برمجي مكتوب بلغة بايثون) لتنفيذ الـ SDN في أحد ترددات شبكة الجيل الخامس (5GHz) باستخدام أربعة سيناريوهات مختلفة لسرعة الأجهزة الطرفية المرتبطة في الشـبكة وهي (حالة السـكون وسـرعة مشـي الاشـخاص 4.5 كيلومتر/ سـاعة وسرعة المركبات 60 كيلومتر / ساعة وحالة خليط ما بين السكون وسرعة مشي الأشخاص وســـرعة المركبات) ونُفِّذت باســـتخدام أداة المحاكاة Mininet-WiFi. وقِيسَ الأداء وفقًا لمعايير الشـــبكة المختلفة مثل: كفاءة النقل، وزمن الذهاب والإياب، وزمن التأخير، وتغير التأخير وفقد الحزم. فضلاً عن مقارنة نتائج السيناريوهات الأربعة.

أثبتَت الدراســـة من خلال نتائج الطوبوغرافية اللاســـلكية الخطية أن المتحكمين ONOS وRYU أظهرا أفضـل أداء لكفاءة النقل عند الأحجام الكبيرة للشـبكة (linear75 وlinear100) بأعلى قيمة مقدارها (10.5 Mbits/sec) وأقل قيمة (8.1 Mbits/sec)

خلال الأحجام المختلفة للشـــبكة ويليهما المتحكم Floodlight، وكذلك أظهرا أفضـــل أداء لتغير التأخير. وأظهر المتحكم RYU أفضـــل أداء من حيث زمن الذهاب والإياب RTT بأقل قيمة مقدارها (1.2 msec) وأعلى قيمة (17.5 msec) خلال الأحجام المختلفة للشبكة وأفضل أداء لفقد الحزم مع زيادة حجم الشبكة.

وأظهرت نتائج الطوبوغرافية المخصصة تفوق المتحكمين RYU وODL من حيث أداء التأخير (بأقل زمن تأخير قدره 1.4 msec و1.5 msec على التوالي وأعلى زمن تأخير 3.4 msec و4 msec على التوالي) خلال السيناريوهات الأربعة.

واستنتجَت الدراسة من نتائج المقارنة ان أداء كفاءة النقل للمتحكمات قلَّ بزيادة سرعة حركة الأجهزة المتنقلة الى ســرعة المركبات بنســبة 17% عن حالة الســكون. كما قلَّ أداء التأخير عند سرعة المركبات للمتحكم ONOS بنسبة 64% وRYU بنسبة 56% وPOX بنسبة 79% وODL بنسبة 62% وFloodlight بنسبة 69% عن حالة السكون للأجهزة. فضلاً عن انخفاض الأداء للمعايير الاخرى المذكورة سابقاً.

# Abstract

Software Defined Network (SDN) is one of the most important technologies that will play a vital role in overcoming the challenges facing 5G networks due to the increasing need for Big Data transmission and various service requirements.

Since the controller represents the most important part of the SDN architecture. In this thesis, the performance of five of the most prominent SDN controllers, POX, RYU, OpenDayLight (ODL), Open Network Operating System (ONOS) and Floodlight, was evaluated in both wireless linear topology using frequency (2.4 GHz) with different sizes (25, 50, 75, 100) and custom topology. The custom topology (as a python script) used to implement SDN in one of the 5G network frequencies (5GHz), with four different speeds scenarios of the mobile devices (standstill state, people walking speed 4.5 km/h, vehicle speed 60 km/h and a mixture between standstill, people walking, and vehicle speeds) were implemented using mininet-WiFi emulator. Performance was measured according to various network parameters such as throughput, RTT delay, latency, jitter and packet loss. In addition to comparing the results of the four scenarios.

The study proved through the linear topology results that the ONOS and RYU controllers had the best performance for throughput at large sizes of the network (linear75 and linear100) with The highest value (10.5 Mbits/sec) and the lowest value (Mbits/sec 8.1) through different sizes of the network, followed by the Floodlight controller. They also showed the best performance for jitter. RYU controller showed the best performance in terms of RTT delay with the lowest value (1.2 msec) and the highest value (17.5 msec) through different

network sizes and the best packet loss performance with increasing network size.

The custom topology results showed that the RYU and ODL controllers outperform other controllers in terms of delay (with lowest delays of 1.4 msec and 1.5 msec respectively, and highest delays of 3.4 msec and 4 msec respectively) during the four scenarios.

It was concluded from the results of the comparison that the throughput of the controllers decreased by increasing the speed of mobile devices to the vehicle speed by 17% compared to the standstill state. Delay also decreased by 64% for ONOS, 56% for RYU, 79% for POX, 62% for ODL and 69% for Floodlight for the vehicle speed and standstill of the devices. In addition to decrease the performance for other parameters mentioned previously.

University of Mosul

College of Engineering

# Modeling and Benchmarking of Various SDN Controllers to Select the Most Suitable for 5G Networks

**Fidha Ezzaldin Mohammed Abbas**

**M.Sc. Thesis of Science**

**In**

**Electrical Engineering**

**Supervised by**

**Dr. Mohammed Basheer Abdullah Al-Somaidai**

**2021 A.C** **1443 A.H**