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

تحسين اداء برتوكولات التوجيه باستخدام التعلم المعزز

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

من قبل

غزوان فواز ياسين محمد

بإشراف
أ.م.د. اياد حسين عبد القادر أحمد

١٤٤٦هـ ٢٠٢٥ م

الخلاصة

في عصر التقدم التكنولوجي السريع، أصبحت كفاءة اتصالات الشبكة ذات أهمية قصوى لتوفير جميع المتطلبات اللازمة التي تجعل عملية نقل البيانات أكثر كفاءة وفعالية. ونظرًا لأن هذه العملية تركز بشكل أساسي على أجهزة التوجيه، فقد أصبح من الضروري تحسين تشغيل هذه أجهزة التوجيه لجعلها تعمل بكفاءة. تقدم هذه الأطروحة تصميم وتنفيذ نموذج توجيه ذكي جديد يستفيد من تقنيات التعلم الآلي لتعزيز أداء وقابلية التكيف لإدارة حركة المرور على الشبكة. غالبًا ما تعاني بروتوكولات التوجيه التقليدية، مثل Routing Information Protocol (RIP) و Border Gateway Protocol (BGP) و Open Shortest Path First (OSPF) ، من ظروف الشبكة الديناميكية، مما يؤدي إلى أداء دون المستوى الأمثل وزيادة زمن الوصول. لمعالجة هذه التحديات، نقترح نهجًا قائمًا على التعلم الآلي يضبط قرارات التوجيه ديناميكيًا بناءً على بيانات الشبكة في الوقت الفعلي.

يدمج نموذج التوجيه المقترح أساليب التعلم الخاضع للإشراف وغير الخاضع للإشراف لتوقع ازدحام الشبكة واختيار المسارات الأمثل. تم تدريب النموذج باستخدام بيانات الشبكة التاريخية ويشمل مجموعة من المعلمات الرئيسية مثل زمن الوصول، عرض النطاق الترددي، فقدان الحزم، الازدحام، التذبذب، الاعتمادية، كفاءة الطاقة، و التكلفة، بهدف تحقيق تحسين شامل لأداء الشبكة.

تم تنفيذ النموذج باستخدام لغة بايثون. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن خوارزمية Q-Learning تفوقت على بروتوكولات التوجيه التقليدية OSPF وBGP في عدة معايير أداء، لاسيما في الشبكات الديناميكية والمعقدة، حيث حققت زمن استجابة أقل بنسبة تصل إلى 30.7% مقارنة بـ BGP، كما قللت من فقدان الحزم بنسبة 20.5%، ومن الازدحام بنسبة 27.6%، وخفضت التكلفة التشغيلية بنسبة 22.3%. في المقابل، حافظ بروتوكول OSPF على تفوقه في زمن الاستجابة في جميع التجارب، إذ سجل أدنى قيمة بلغت 3.74 مللي ثانية، إضافة إلى انخفاض التكلفة واستهلاك الطاقة في الطوبولوجيات الصغيرة. أما BGP، فقد أظهر أداءً مميزًا في عرض النطاق الترددي، محققًا أعلى قيمة بلغت 6.12 ميجابت/ثانية، مما يجعله مناسبًا للشبكات الثابتة التي تتطلب نقل بيانات كثيف. وعليه، يمكن استنتاج أن Q-Learning هو الخيار الأفضل للشبكات الديناميكية والتطبيقات الحساسة لجودة الخدمة، بينما يناسب OSPF وBGP البيئات الثابتة ذات متطلبات الأداء التقليدي.

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

Enhancing Routing Protocols Using Reinforcement Learning

**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 in
Computer Science**

by

Ghazwan Fawaz Yassin

Supervised by

Assist Prof. Dr. Ayad Hussain

2025 A.D. **1446 A.H.**

Abstract

In the era of rapid technological advancement, network communication efficiency has become crucial to meet the requirements that make data transmission more effective and efficient. As this process primarily focuses on routers, optimizing their operation to function efficiently has become essential. This thesis presents the design and implementation of a new intelligent routing model that leverages machine learning techniques to enhance performance and adaptability for traffic management.

Traditional routing protocols, such as Routing Information Protocol (RIP), Border Gateway Protocol (BGP), and Open Shortest Path First (OSPF), often struggle with dynamic network conditions, resulting in suboptimal performance and increased latency. To address these challenges, we propose a machine learning-based approach that dynamically adjusts routing decisions based on real-time network data.

The proposed routing model integrates supervised and unsupervised learning methods to predict network congestion and select optimal paths. The model is trained using historical network data and includes key parameters such as latency, bandwidth, packet loss, congestion, jitter, reliability, energy efficiency, and cost, aiming for comprehensive network performance improvement. The model was implemented using Python. Results from the study show that the Q-Learning algorithm outperforms traditional routing protocols (OSPF and BGP) in several performance metrics, especially in dynamic and complex networks. It achieved a 30.7% reduction in response time compared to BGP, reduced packet loss by 20.5%, decreased congestion by 27.6%, and lowered operational cost by 22.3%.

On the other hand, OSPF maintained its superiority in response time across all experiments, recording the lowest value at 3.74 milliseconds, along with lower cost and energy consumption in smaller topologies. Meanwhile, BGP showed remarkable performance in bandwidth, achieving the highest value of 6.12 Mbps, making it suitable for static networks requiring heavy data transmission. Consequently, it can be concluded that Q-Learning is the best choice for dynamic networks and applications sensitive to quality of service, while OSPF and BGP are more suitable for static environments with traditional performance requirements.