إدارة موارد شرائح شبكات الجيل الخامس باستخدام التعلم الآلي

رسالة تقدم بها

أحمد نبيل يونس عبدالله الدباغ

الى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات شهادة الماجستير

في

علوم الحاسوب

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتور علي عبدالرزاق خضر

١٤٤٧ هـ ٢٠٢٥ م

الخلاصة

تعمل التطبيقات الجديدة مثل الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء وخدمات الجيل الخامس وغيرها على تغيير شبكات الاتصالات الحالية بسرعة، بسبب زيادة مرونة متطلباتها من الموارد. ومن بين الأساليب الشائعة لمعالجة هذه المشكلات هو اسلوب تجزئة الشبكة Network Slicing (NS). غير ان الأساليب التقليدية لإدارة الموارد تعد غير مناسبة في البيئة الديناميكية الحالية نظراً لتطور متطلبات جودة الخدمة Quality of Service (QoS) وأنماط حركة المرور التي لا يمكن التنبؤ بها.

تركز هذه الرسالة على المشكلة المركزية المتعلقة ببيئات التجزئة الديناميكية للشبكات، وذلك لمواجهة التحديات المتمثلة في الحفاظ على جودة الخدمة وتجنب التحميل الزائد بسبب الاختلافات في حمل حركة المرور وعدم تجانس الشرائح. لا تكون تقنيات التخصيص الثابتة المستخدمة بشكل مفرط فعالة دائما، مما يؤدي إلى إهدار الموارد وسوء الخدمة وصعوبة التوسع. وفي ضوء ذلك، تُعد الأساليب الذكية والتنبؤية والوقت الحقيقي لإدارة الموارد ذات أهمية بالغة. ومن أجل حل هذه المشكلة، تعرض هذه الرسالة آليةً ذكيةً تعتمد على الانحدار اللوجستي (LR) للتنبؤ بحالات زيادة التحميل على الموارد ودعم استراتيجيات التخصيص التكيفي عبر شرائح متعددة. الهدف الرئيسي هو الحفاظ على الاستخدام المتوازن، والحد الأدنى من فقدان الحزمة وتأخيرها، ومستويات مقبولة من الإنتاجية والتذبذب. ومن أجل قياس فعالية الاستراتيجية المقترحة، استُخدمت خوارزمية آليات دعم المتجهات (SVM) كنموذج مرجعي (Baseline) إلى جانب الانحدار اللوجستي (LR)، الذي يمثل الطريقة الأساسية المعتمدة في هذه الرسالة. وقد أظهرت النتائج أنّ الانحدار اللوجستي، بحكم تصميمه، استطاع الحفاظ على دقته التنبؤية حتى عند التعامل مع بيانات ديناميكية متغيرة.

أظهرت النتائج أن الآلية المقترحة تسهم في تحسين أداء الشبكة بشكل ملحوظ؛ إذ انخفضت معدلات فقدان الحزم، وظل زمن الاستجابة ضمن الحدود المقبولة، بينما حافظ التذبذب (Jitter) على استقراره عبر مختلف الشرائح، كما سُجّل تحسّن متواصل في الإنتاجية (Throughput). وبناءً على هذه المؤشرات، يمكن اعتبار نظام الانحدار اللوجستي (LR) أداةً فعّالة لإدارة الموارد المدركة للشرائح في الزمن الحقيقي، مع تمتّعه بكفاءة حسابية مناسبة.

توصي هذه الرسالة، بزيادة تعزيز القدرة على التكيف في الجيل السادس وما بعده، يجب أن توسع الدراسات المستقبلية إطار العمل بأساليب تعلم آلي أكثر تقدماً مثل التعلم المعزز العميق. وان يعمل النهج المقترح بشكل جيد مع سيناريوهات ذات عدد أكبر ومتغير ديناميكياً من العقد، لذلك يمكن أن يتوسع في بيئات الشبكات المعقدة. وأخيرا، يمكن لنظام هجين يجمع بين الانحدار اللوجستي واليات دعم المتجهات أن يجمع بين كفاءة وقابلية تفسير الانحدار اللوجستي ودقة تصنيف الآلة المتجهة الداعمة (SVM)، مما قد يؤدي إلى إدارة موارد أكثر قوة ومرونة.

Abstract

New applications such as cloud computing, the Internet of Things, 5G services, and others are rapidly changing existing telecommunications networks due to their increasingly flexible resource requirements. A popular approach to addressing these issues is network slicing (NS). Traditional resource management approaches are inadequate in today's dynamic environment due to evolving Quality of Service (QoS) requirements and unpredictable traffic patterns.

This thesis examines the central problem of dynamic network slicing environments, which pose challenges in maintaining QoS and avoiding overload due to variations in traffic load and slice heterogeneity. Excessively used static allocation techniques are not always effective, leading to resource waste, poor service, and scalability difficulties. In light of this, intelligent, predictive, and real-time resource management approaches are critical. To address this problem, the thesis develops an intelligent framework that uses logistic regression (LR) to predict resource overload and guide adaptive allocation strategies across multiple slices. The primary goal is to maintain balanced utilization, minimal packet loss and delay, and acceptable levels of throughput and jitter. To measure the effectiveness of the proposed strategy, support vector machines (SVMs) were used as a baseline alongside the LR method. Due to its design, LR was able to maintain its predictive accuracy even when faced with dynamic data.

The results showed that the proposed framework significantly improved network performance: packet loss rates decreased, latency remained below acceptable levels, jitter was stable across slices, and throughput increased consistently. Based on these results, the LR system is effective for real-time slice-aware resource management and has good computational efficiency.

This thesis recommends that, to further enhance adaptability in 6G and beyond, future studies should extend the framework with more advanced machine learning methods such as deep reinforcement learning. The proposed approach performs well in scenarios with a larger and dynamically changing number of nodes, so it can scale in complex network environments. Finally, a hybrid system combining logistic regression and

SVMs could combine the efficiency and interpretability of logistic regression with the classification accuracy of a support vector machine (SVM), potentially leading to more robust and flexible resource management.

University of Mosul
College of Education
For Pure Science

Resource Management of 5G Network Slices Using Machine Learning

Ahmed Nabeel Younus Abdullah Aldabbagh

M.Sc. Thesis

Computer Science

Supervised by

Asst. Prof.

Dr. Ali Abdulrazzaq Khudher

2025 A.D 1447 A.H