

University of Mosul
College of Engineering



Quality of Experience Modeling for Adaptive Video Streaming Based on Machine Learning

Huthaifa Luay Mohamed Ameen

Ph.D. Thesis in Comport Engineering / Computer Engineering

Supervised by

Asst. Prof. Dr. Ahlam Fadhil Mahmood

2023 A.C.

1444 A.H.

Abstract

As a result of the increased availability of wireless communication infrastructure with the proliferation of end-user devices equipped with relatively low-cost and powerful video technology, which in turn contributed to the unprecedented growth of a variety of online video applications and services, these applications including live video and on-demand video surveillance, streaming, public safety, emergency, and law enforcement. In addition to the need for high bandwidth, video applications also require the most effective QoS assurances from the network, such as delay and throughput to provide a suitable quality of experience for users.

Due to limited bandwidth, substantial data loss, and the possibility of connection failure, providing these needs is more challenging in wireless networking environments.

Based on these challenges, a system based on wireless video transmission using multithreading technology has been proposed based on the principle of reliability and video quality improvement. A practical multi-path wireless system was designed to be used to improve the quality of the video when watching YouTube, as it selects the path that has the best MoS values and is used to download video clips from YouTube servers. The same system can also be used for surveillance in general (such as monitoring homes, trading stores, factories, etc.), a program was also created using the Python language. This program reads network parameters (throughput, bandwidth, delay). These reading parameters are fed into an artificial intelligence algorithm (Random Forest) that estimates the quality of experience (QoE) through the Mean Opinion Score (MOS) values between (1-bad, 2-poor, 3-good,

4-very good and 5- excellent). The proposed algorithm selects the best path based on three parameters that will determine the MoS value that will determine the best path.

The results showed that the multi-track system led to the stability of the throughput, which led to the stability of the video resolution through the values of the MoS ranging between (4-very good and 5-excellent). Since then, the percentage improvement for the number (5) in cellular networks is 62%, 86% for Wi-Fi and 69% for Wi-Fi6. Also, for number (4), the improvement for cellular networks is 66%, in Wi-Fi 44% and 29% for Wi-Fi6. It also achieved the principle of reliability through backup technology, which is to switch from one channel to another using artificial intelligence.



جامعة الموصل

كلية الهندسة

نمذجة جودة التجربة لدفق الفيديو التكيفي بالاعتماد على تعلم الالة

حذيفة لؤي محمد امين

أطروحة دكتوراه فلسفة في هندسة الحاسوب / هندسة الحاسوب

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور احلام فاضل محمود

المخلص

نتيجة التوافر المتزايد للبنية التحتية للاتصالات اللاسلكية مع انتشار أجهزة المستخدم النهائي المجهزة بتقنية فيديو منخفضة التكلفة نسبياً وقوية، والتي بدورها ساهمت في النمو غير المسبوق لمجموعة متنوعة من تطبيقات وخدمات الفيديو عبر الإنترنت، هذه التطبيقات بما في ذلك الفيديو المباشر والفيديو عند الطلب، والبث، والسلامة العامة، والطوارئ، وإنفاذ القانون. بالإضافة إلى الحاجة إلى عرض النطاق الترددي العالي، تتطلب تطبيقات الفيديو أيضاً ضمانات جودة الخدمة الأكثر فعالية من الشبكة، مثل التأخير والإنتاجية لتوفير جودة تجربة مناسبة للمستخدمين.

نظراً لعرض النطاق الترددي المحدود، وفقدان البيانات الكبير، واحتمال فشل الاتصال، فإن توفير هذه الاحتياجات يعد أكثر صعوبة في بيئات الشبكات اللاسلكية.

بناءً على هذه التحديات، تم اقتراح نظام يعتمد على نقل الفيديو اللاسلكي باستخدام تقنية تعدد مؤشرات الترابط على أساس مبدأ الموثوقية وتحسين جودة الفيديو. تم تصميم نظام لاسلكي عملياً متعدد المسارات لاستخدامه في تحسين جودة الفيديو عند مشاهدة YouTube، حيث يقوم بتحديد المسار الذي يحتوي على أفضل قيم MoS ويستخدم لتنزيل مقاطع الفيديو من خوادم YouTube، يمكن أيضاً استخدام نفس النظام للمراقبة بشكل عام (مثل مراقبة المنازل والمتاجر التجارية والمصانع وما إلى ذلك)، كما تم إنشاء برنامج باستخدام لغة Python يقرأ هذا البرنامج معلومات الشبكة (معدل نقل البيانات وعرض النطاق الترددي والتأخير). يتم إدخال معلومات القراءة هذه في خوارزمية الذكاء الاصطناعي (Random Forest) التي تقدر جودة التجربة (QoE) من خلال قيم متوسط نقاط الرأي (MOS) بين (1-سيئ، 2-ضعيف، 3-جيد، 4-جيد جداً و 5-ممتاز).

تحدد الخوارزمية المقترحة أفضل مسار بناءً على ثلاث معلمات ستحدد قيمة

MoS التي ستحدد أفضل مسار.

وأظهرت النتائج أن النظام متعدد المسارات أدى إلى استقرار سرعة النقل مما

أدى إلى استقرار دقة الفيديو من خلال قيم MoS تتراوح بين (4-جيد جدا و5-ممتاز). منذ

ذلك الحين، كانت النسبة المئوية للتحسن للرقم (5) في الشبكات الخلوية 62٪، و86٪

لشبكات Wi-Fi و69٪ لشبكات Wi-Fi6. أيضًا، بالنسبة إلى الرقم (4)، بلغ التحسن بالنسبة

للشبكات الخلوية 66٪، و44٪ لشبكات Wi-Fi و29٪ لشبكات Wi-Fi6. كما حقق مبدأ

الموثوقية من خلال تقنية النسخ الاحتياطي، وهو التحول من قناة إلى أخرى باستخدام الذكاء

الاصطناعي.