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

Develop a Multimedia Application based on Web Real-Time Communication Technology

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 Software

By
Muath Abdullah Saeed Jameel

Supervised by
Assist. Prof. Dr. Naktal Moaid Edan

2023 A.D. **1444 A.H.**

Abstract

Real-time multimedia and data communication between browsers is made possible by WebRTC technology. A detection method called signalling is used to verify a connection. However, WebRTC does not define signalling properly. Therefore, with Chrome and Firefox and a simplex and mesh topology, this work intends to design and execute WebRTC video communication, chat, screen sharing and recorded video across clients (browser-to-browser) in a practical application. Thus, in the first stage creating a signalling channel between two peers by using simplex topology and in the second stage using a mesh topology among multiple users (many-to-many) using the following for video conferencing and chat: Express.JS, the Node.JS platform, and the Socket.io mechanism have been created and used. Axios (HTTP JSON), as well as JavaScript, were used as the primary programming languages. The outcomes of this study have made sure that a trustworthy signalling channel for simplex and mesh topologies has been built and implemented. In addition, the evaluation of resources, such as CPU and bandwidth. Furthermore, in reference to the Quality of experience (QoE) that we surveyed ten of experienced people in this field, they gave their perspectives on the application we developed. As well as a comparison between the created application in this research and the most common application has been accomplished. As result, based on the inspected element of Google Chrome in real communication, the performance of the signalling channel between two clients is discovered. Thus, it analysed the delay of signalling depending on sending a request and receiving a response (establishing a connection). Therefore, the minimum signalling consumption to get ready was 47 (ms), and the maximum consumption was 51 (ms) between the clients. It also consumes 66 (ms) as minimum use and 73 (ms) as maximum consumption to send a request and receive a response. The mean time was calculated, so it expends 77 (ms) to send a request and receive a response. In addition, is able to setup, establish video conferencing and end communication simultaneously among all participants. Moreover, the CPUs and bandwidth consumption have not effected the presentation of the created signaling. On the other hand, the quality of audio and video was affected by the CPU and the bandwidth. Also, it has been proved that the designed signaling is able to setup, and establish a session and close communication among an indefinite number of peers over LAN or WAN networks. So, It is also able to open one/multiple rooms to offer bi-directional video conferencing, thus keeping the

session productive even if any peer leaves, controls self/remote streams, overshoots non-candidates and so on. In other words, as much as the CPU core is high, it will lead to better communication and allow more peers to join. According to the referenced restrictions, it can be emphasised that the CPU plays a leading role in communication and number of peers over mesh topology, as long a bandwidth does a key role in the quality of audio and video. The quality of experience (QoE) verifies that this testbed environment works correctly and that it can be used to conduct more extensive experiments on user expertise in the future while having high core CPUs. This work supports interested developers and researchers to comprehend how to build an application using a specific topology, such as simplex and mesh, as well as the results of applying Chrome and Firefox over chat and video communication in real time.

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

تطوير تطبيق وسائط متعددة يعتمد على تقنية الاتصال في الوقت الحقيقي للويب

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

من قبل
معاذ عبدالله سعيد جميل

باشراف
أ.م.د نكتل مؤيد عيدان

١٤٤٤هـ ٢٠٢٣ م

المستخلص

أصبح اتصال البيانات والوسائط المتعددة في الوقت الفعلي بين المتصفحات ممكنًا بناءا على تقنية WebRTC. حيث ان طريقة الكشف عن المستخدمين المسماة بقناة الإشارة استخدمت للتحقق من الاتصال. ومع ذلك، لا يُعرِّف WebRTC الإشارة بشكل كامل لذلك مع الـ Firefox وChrome ومع البنية البسيطة Simplex والبنية الشبكة المعقدةMesh يهدف هذا العمل الى تصميم وتنفيذ اتصال فيديو ومحادثة وتسجيل الجلسة ومشاركة الشاشة باستخدام تكنلوجيا الـ WebRTC بين المتصفحات في الوقت الحقيقي. بناءاً عليه، في المرحلة الاولى تم تصميم قناة أشارة بين المستخدمين باستخدام البنية البسيطة و في المرحلة الثانية تم استخدام البنية الشبكة المعقدة بين عدد من المستخدمين بواسطة الاتصال الفيديوي والمحادثة وباستخدام العديد من المكتبات والمنصات مثل Express.JS، Node.JS platform و Socket.io و Axios ولغة جافا سكربت وغيرهم. ان نتائج هذه الدراسة اكدت ان قناة الأشارة المصممة والمنفذة جديرة بالثقة للبنيتان البسيطة والمعقدة. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء تقييم للموارد مثل وحدة المعالجة المركزية وعرض النطاق الترددي. علاوة على ذلك، قمنا بقياس جودة التجربة (QoE) باستطلاع آراء عشرة أشخاص ذوي خبرة في هذا المجال، وقدموا وجهات نظرهم حول التطبيق الذي قمنا بتطويره بعد استخدامه. كذلك تم إجراء مقارنة بين التطبيق الذي تم إنشاؤه في هذا البحث والتطبيقات المتاحة والاكثر شيوعا. ايضا، بناءً على Google Chrome الذي تم فحصه في الاتصال الحقيقي تم اكتشاف أداء قناة الإشارات بين عميلين وبالتالي، تم تحليل تأخير إرسال الإشارات اعتمادًا على إرسال طلب واستجابة (إنشاء اتصال)، لذلك، كان الحد الأدنى لاستهلاك الإشارات للاستعداد ٤٧ (ms) وكان الحد الأقصى للاستهلاك ٥١ (ms) بين العملاء. كما أنه يستهلك ٦٦ (ms) كحد أدنى للاستخدام و ٧٣ (ms) كحد أقصى للاستهلاك لإرسال الطلب وتلقي الاستجابة. في هذا العمل تم حساب متوسط الوقت حيث يستغرق ٧٧ (ms) لإرسال طلب وتلقي الاستجابة. بالإضافة إلى ذلك ، فهو قادرعلى إعداد وإنشاء مؤتمر فيديو وإنهاء الاتصال في وقت واحد بين جميع المشاركين. علاوة على ذلك، فإن استهلاك وحدات المعالجة المركزية وعرض النطاق الترددي لم يؤثر في عرض الإشارات التي تم إنشاؤها. من ناحية أخرى، تأثرت جودة الصوت والفيديو بوحدة المعالجة المركزية وعرض النطاق الترددي. أيضًا، تم إثبات أن الإشارات المصممة قادرة على الإعداد وإنشاء جلسة وإغلاق اتصال بين عدد غير محدد من المستخدمين عبر شبكات LAN أو WAN. بالنتيجة، فهي قادرة على فتح غرف واحدة اوعدة غرف لفتح مؤتمرات الفيديو ثنائية الاتجاه والحفاظ على إنتاجية الجلسة حتى لو غادرها أي مستخدم والتحكم في الاتصالات الاخرى وتجاوز المستخدمين الغير مسموح لهم وغيرها. بعبارة أخرى، بقدر ما تكون وحدة المعالجة المركزية عالية فإنها ستؤدي إلى تواصل أفضل وتسمح لمزيد من المستخدمين بالانضمام. بالمقابل، يمكن التأكيد على أن وحدة المعالجة المركزية تلعب دورًا كبيرا في الاتصال وعدد المستخدمين عبر طوبولوجيا الشبكة المعقدة، طالما أن النطاق الترددي يلعب دورًا رئيسيًا في جودة الصوت والفيديو. تتحقق جودة التجربة (QoE) من أن بيئة الاختبار هذه تعمل بشكل صحيح وأنه يمكن استخدامها لإجراء تجارب أكثر شمولاً على خبرة المستخدم في المستقبل مع وجود وحدات معالجة مركزية عالية. اضافة الى كل ماذكر اعلاه، يدعم هذا العمل المطورين والباحثين المهتمين لفهم كيفية إنشاء تطبيق باستخدام تكنلوجيا الـ WebRTC بناءا على توبولوجي البسيطة والشبكة المعقدة، بالإضافة إلى نتائج تطبيق Chrome و Firefox عبر الدردشة واتصالات الفيديو في الوقت الفعلي.