مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (2) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (2) 2017

تحسين أداء نقل بيانات الوسائط المتعددة
باستخدام الجدولة الفعالة لبروتوكولات الزمن الحقيقي

الدكتور محمد حجازية•
بولس الخوري••

(تاريخ الإيداع 5 / 3 / 2017. قُبِل للنشر في 5/ 4 / 2017)

□ ملخّص □

تعد مشكلة جودة الخدمة في نقل بيانات الوسائط المتعددة من أعقد وأهم المشاكل التي تواجه شبكات تبادل المعلومات في وقتنا الحالي والتي تتمثل بتزايد الطلب على استخدام وسائل التواصل الاجتماعي التفاعلية في الزمن الحقيقي وتزايد الطلب على خدمة الانترنت وتنوع متطلبات المستخدمين كتحميل بيانات الوسائط المتعددة، مشاهدة الفيديو ، وغيرها عبر الشبكة.

من أجل التغلب على هذه المشاكل وتحسين عملية نقل بيانات الوسائط المتعددة للوصول إلى مستوى جيد من سرعة نقل البيانات مع الحفاظ على أدنى مستوى ممكن من الأخطاء والتغلب على المشاكل الأكثر تأثيرا على هذا المجال كالتأخير الزمني وفقدان البيانات وغير ذلك، تم في هذا البحث اجراء دراسة تحليلية لأنظمة نقل بيانات الوسائط المتعددة واقتراح الحلول المثلى باستخدام الجدولة الفعالة لبروتوكولات الزمن الحقيقي.

يُقدم في هذا البحث دراسة تحليلية ومقارنة لخوارزميات الجدولة في الزمن الحقيقي التي يمكن الاستفادة منها في مجال البحث. وتم تحليل نتائج المحاكاة للخوارزميات على السيناريوهات التي تم دراستها حيث تم استخدام البرنامج OPNET لإنجاز المحاكاة.

تمت الدراسة في البحث على شبكتين متماثلتين نسبيا في البنية مع اختلاف عدد الأجهزة المكونة فإحداها جهاز مع جهاز والثانية عشرة أجهزة مع عشرة أجهزة وتمت دراسة عدة سيناريوهات على ثلاثة أنواع من الجدولة

Priority Queuing(Pq)–Weighted Fair Queuing (Wfq) – First In First Out(Fifo)

وعلى حجوم مختلفة للفيديو المرسل 120*128Pixel 240*128Pixel 352*240Pixel وبدقة مختلفة وتم بعد ذلك الحصول على العديد من النتائج التي تدعم البحث وتدعم امكانية امثليه اختيار نوع الجدولة المناسب لتحسين واقع نقل بيانات الوسائط المتعددة. وتم التوصل في نهاية الاستقراء للنتائج أن خوارزمية الجدولة الأمثل هي خوارزمية PQ التي تتناسب مع جميع السيناريوهات.

الكلمات المفتاحية: حركة المرور، الحزمة، التأخير .الدور (الرتل)

• **أستاذ مساعد، قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سوري ة.**
Mohammed.hejazieh2016@gmail.com
•• **طالب دراسات عليا (ماجستير) ، قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سورية.** bouloskh@hotmail.com

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (2) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (2) 2017

Enhancement of multimedia data transmission by using efficient real time scheduling protocols

Dr. Mohammed hijazieh •
Boulos alkhoury ••

(Received 5 / 3 / 2017. Accepted 5 / 4 / 2017)

□ ABSTRACT □

The problem of the quality of service in the transfer of multimedia data is of the most complex and the most important problems that facing the networks at the present time. which is increasing demand for the use of social media and interactive in real time, and the increasing demand for Internet service and the variety of user requirements as downloading multimedia data, watching videos, and other cross the network.

In order to overcome these problems and improve the process of transferring multimedia data, to reach a good level of data transfer while maintaining the lowest possible level of errors and overcome the most impact on this field problems of jitter and data loss and others, We study and analyze multimedia data transmission systems and find technical solutions that optimized using the effective scheduling of real-time protocols.

Our research over several sinarios and steps were interrelated. In the beginning, we study the theory and analytical about what is provided by the reference studies about the framework of this research. We have studied and compared the scheduling algorithms in real time that can be used in our research The results that we get from these algorithms on the scenarios that we have applied to the renowned simulation software OPNET.

Two networks is used in this study that is relatively identical in structure with a different number of devices. One of these networks is one device with another one device. The other network is ten devices with ten devices. The networks has several scenarios to study on. Where we have three types of scheduling

First In First Out(FIFO) - Weighted fair queuing (WFQ)- Priority queuing(PQ)

and the different beats of the size of the video sender 120 * 128Pixel 128 * 240Pixel 240 * 352 Pixel and we got a lot of results that support our research supports our choice in the selection of the optimum type of scheduling to improve the reality of multimedia data transfer. We have reached the end of the extrapolation of the results to be the optimum scheduling algorithm is the PQ algorithm to suit all scenarios.

Key words: Traffic, Bandwidth، Delay.Queue

•**Assistant DeProfessor, Department of computer and automatic control, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
••**Master student, Department of computer and automatic control, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

في هذه الأيام أصبحت متطلبات الوسائط المتعددة وفي مقدمتها البيانات الفيديوية والمؤتمرات الفيديوية واحتياجات نقلها عبر الشبكات المتنوعة هي المشكلة العلمية والعملية الأكثر اهمية لمطوري الشبكات. لذلك في هذا البحث تم العمل من أجل إيجاد تحسين معين على بيئة نقل بيانات الوسائط المتعددة.

في هذا البحث تم التطرق الى الجزء المتعلق بموضوع بروتوكولات الزمن الحقيقي وبصورة أدق كان العمل في موضوع الجدولة الفعالة لبروتوكولات الزمن الحقيقي. قبل البدء في الجانب العملي للبحث تم التوضيح باختصار لبعض المواضيع المهمة والمرتبطة بشكل مباشر بالبحث مثل ماهية جودة الخدمة ومتطلباتها من أجل نقل جيد للبيانات بشكل عام وبيانات الوسائط المتعددة بشكل خاص بأنواعها المختلفة والمتنوعة. دراسة البروتوكولات وأنواعها وبالأخص ما يتعلق بالبحث وهي بروتوكولات الزمن الحقيقي. وماهية الجدولة وأنواعها وخوارزميات الجدولة[1].

أهمية البحث وأهدافه:

تعد مشكلة جودة الخدمة في نقل بيانات الوسائط المتعددة من أعقد وأهم المشاكل التي تواجه الشبكات في الوقت الحالي والتي تتمثل بتزايد الطلب على استخدام وسائل التواصل الاجتماعي التفاعلية في الزمن الحقيقي وتزايد الطلب على خدمة الانترنت وتنوع متطلبات المستخدمين كتحميل بيانات الوسائط المتعددة، مشاهدة الفيديو ، وغيرها عبر الشبكة.

من أجل التغلب على هذه المشاكل وتحسين عملية نقل بيانات الوسائط المتعددة للوصول إلى مستوى جيد من سرعة نقل البيانات مع الحفاظ على أدنى مستوى ممكن من الأخطاء والتغلب على المشاكل الأكثر تأثيرا على هذا المجال كالتأخير الزمني وفقدان البيانات وغير ذلك، ولذا تم التطرق في البحث الى دراسة وتحليل أنظمة نقل بيانات الوسائط المتعددة وإيجاد الحلول التقنية المثلى باستخدام الجدولة الفعالة لبروتوكولات الزمن الحقيقي.

طرائق البحث ومواردة:

تضمن البحث إنشاء شبكة اتصال تقوم بربط عدة طرفيات والتواصل فيما بينهم ومراقبة الاتصال ودراسة تغيراته وكذلك الامر تم توسيع هذه الشبكة على عدة مراحل لدراسة التغيرات الحاصلة أثناء ازدياد الضغط والحمولة على الشبكة. تم إنجاز البحث باستخدام برنامج OPNET Modeler المشهور في مجال الشبكات. والذي يتمتع بالسهولة والمرونة في العمل وبدقة النتائج. حيث أنه مستخدم عالميا في الكثير من المجالات البحثية والأكاديمية والعملية [2,8].

وبالاعتماد على البرنامج المذكور تم تشكيل العديد من السيناريوهات التي اعتمدت في صلب عملها على موضوع الجدولة التي تعتبر عملية مهمة جدا ومؤثرة في تحقيق أداء جيد للشبكة فهي تقوم بترتيب الحزم و إرسالها وبإدارة عملية الانتظار ريثما تقوم العقدة بمعالجة الرزمة وتحويلها إلى العقدة التالية.

بالاستناد الى تم في البحث محاكاة شبكية واقعية تقوم بعملية إرسال واستقبال البيانات المختلفة وبالأخص بيانات الوسائط المتعددة. ولذلك تم تصميم شبكة صغيرة تحاكي عملية تحميل من مخدم بعيد لبيانات وسائط متعددة من قبل مستخدم ، بالإضافة لمؤتمر صوتي بين مستخدمين وأخيراً عملية نقل ملفات بين مخدم ومستخدم . كذلك تمت دراسة عدة أنواع من الجدولة لتحديد الأفضل و الاكثر مناسبة للشبكة في الحالات المختلفة التي تمت دراستها.

1-خوارزميات التحكم بالدور (الرتل):

يمثل الازدحام أحد المشاكل الرئيسة التي تعاني منها الشبكات، ويحصل في مواقع معينة من الشبكة نتيجة لارتفاع عدد رزم البيانات العابرة من تلك المنطقة ومن الحالات المهمة التي يحصل الازدحام فيها زيادة عدد المسارات التي تمر عبر العقدة عن حد معين، وحالة الازدحام تختلف من بروتوكول إلى اخر في الشبكات وذلك تبعا للآلية المتبعة في ذلك البروتوكول لتمرير حزم البيانات بين عقد الشبكة. فأحد حلول هذا الازدحام هو الأدوار queue التي تعتبر جزءً أساسياً من كل خدمة أو كل. مع ضرورة المحافظة على قصر الدور وقصر وقت الانتظار، ولكي يتم ذلك لابد من وسيلة لتوقع طول الدور وطول وقت الانتظار. هناك وسيلة حسابية هي نظرية الأدوار[3.4].

وفيما يلي مجموعة من خوارزميات ضبط الدور بشكل عام.

First In First Out(FIFO)

Priority queuing(PQ)

Weighted fair queuing (WFQ)

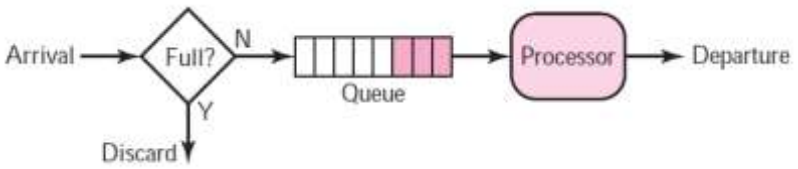
Custom queuing(CQ)

Class-based weighted fair queuing (CBWFQ)

Low-Latency queuing (LLQ)

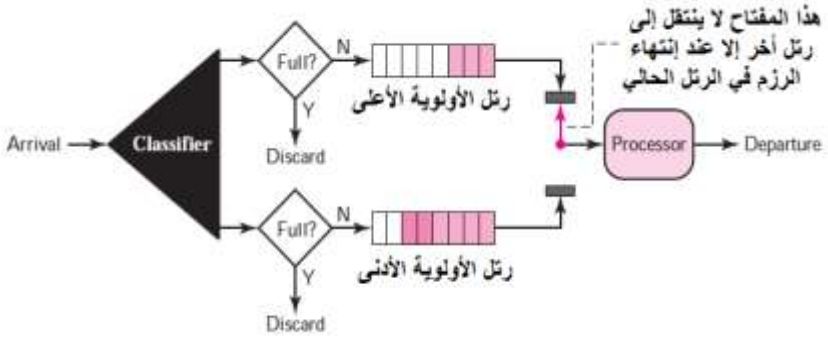
في البحث تم دراسة الأنواع الثلاث الأولى (FIFO,PQ,WFQ) . وتم إنجاز عدة سيناريوهات متوقعة لعمل الشبكة لكل خوارزمية على حدة بالإضافة لمقارنة الخوارزميات مع بعضها البعض. فيما يلي موجز بسيط عن هذه الخوارزميات[4].

في الشكل(1) نجد ألية عمل خوارزمية الجدولة الأكثر شهرة FIFO التي تعتمد في عملها مبدأ من يصل أولا يخدم أولا.



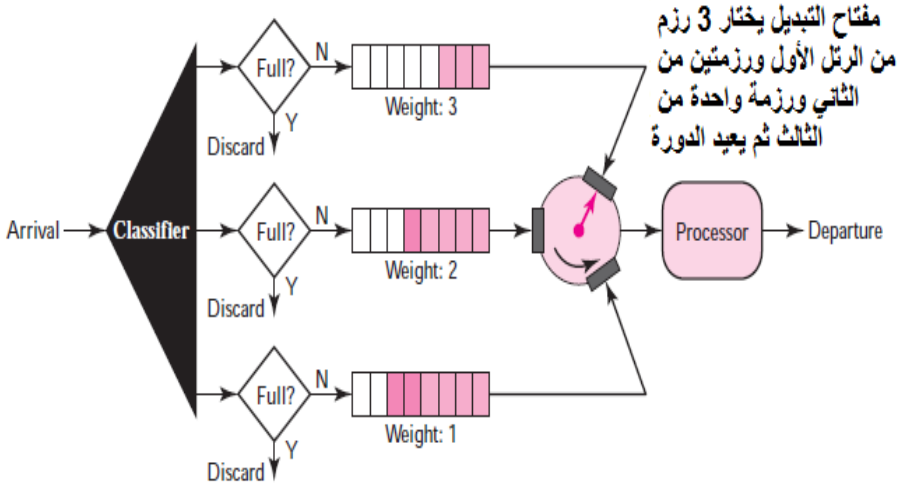
الشكل (1) يبين ألية عمل نظام الجدولة FIFO

يبين الشكل(2) ألية عمل الخوارزمية PQ وكيفية خدمة الأرتال في هذه الخوارزمية.



الشكل(2) ألية عمل الخوارزمية PQ

أما في الشكل(3-3) فنجد الية عمل الخوارزمية WFQ وطريقة خدمتها للأرتال[4]..

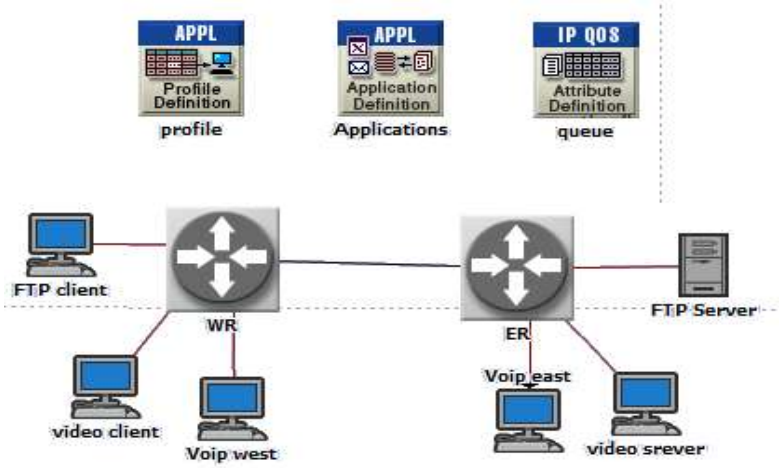


الشكل(3) ألية عمل الخوارزمية WFQ

بعد الاطلاع على أنواع الجدولة السابقة تم تصميم الشبكات ودراسة أنواع الجدولة عليها.

1-الشبكة الأولى (جهاز مع جهاز):

تم تجهيز الشبكة الأولى بحيث تتألف من جهازي حاسب يتواصلان فيما بينهما بتقنية الصوت عبر الانترنت voip وجهازين أخرين يتواصلان فيما بينهما بتقنية الفيديو عبر الانترنت وكذلك هنالك جهاز حاسب يقوم بطلب ملفات من خادم بعيد. كما هو موضح في الشكل (4).



الشكل(4) الشبكة الأولى تتألف من جهازي حاسب

ضمن الشبكة الأولى تم دراسة عدة سيناريوهات للحصول على النتائج باستخدام الأنواع الثلاثة من خوارزميات ضبط الدور وفي كل سيناريو تم تجربة ثلاث حجوم مختلفة من الفيديو المرسل خلال المؤتمر الفيديوي (128*120) (240*128) (240*352) Pixel:

IP traffic

تمثل عدد الرزم المفقودة خلال عملية الارسال والاستقبال عند مرور الرزمة على عقد الشبكة. ويمكن أن يكون سبب فقدان الرزم هو إما تكون المساحة غير الكافية في دور الانتظار عند معالج الشبكة المركزي أو العقد المركزية للشبكة[4,5].او أن المساحة غير الكافية في (buffer) عقد الشبكة المركزية اوتجاوز عدد القفزات المسموح به من قبل البروتوكول IP في العقد غير الموجهة non–routing من أجل الوجهات المتعددة البعيدة التي تحتاج أكثر من قفزة

Voice packet delay variation

الاختلاف في التأخير من المرسل إلى المستقبل لرزم الصوت حيث أن زمن التأخير طرف لطرف لرزم الصوت يقاس من زمن تكوين الرزمة إلى زمن وصولها إلى الهدف.

video conferencing packet delay variation

الاختلاف في زمن التأخير الحاصل لرزم الفيديو من لحظة انشائها إلى لحظة وصولها وتكون من طرف المرسل إلى طرف المستقبل.

video conferencing traffic received

معدل الخانات المرسلة بالثانية لجميع تطبيقات المحادثات الفيديوية من قبل طبقة النقل في الشبكة.

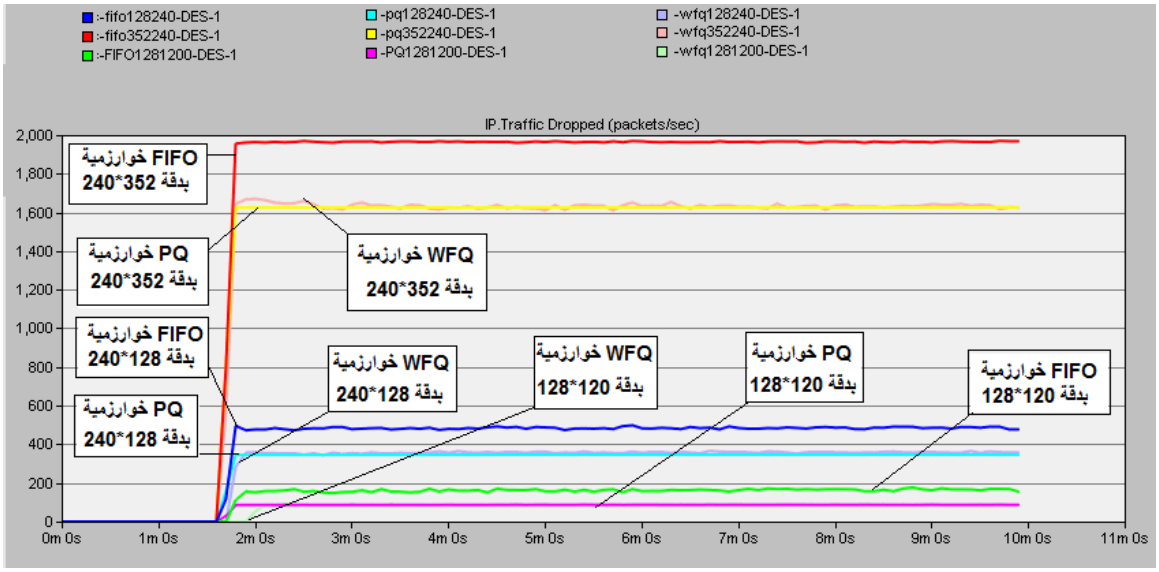
video conferencing traffic sent

معدل الخانات المرسلة بالثانية الواحدة إلى طبقة النقل من خلال جميع تطبيقات المؤتمرات الفيديوية في الشبكة.

تم اجراء التجارب و الحصول على مجموعة من النتائج المهمة من خصائص وتأثير خوارزميات انضباط الدور على الشبكة وأداء الشبكة.

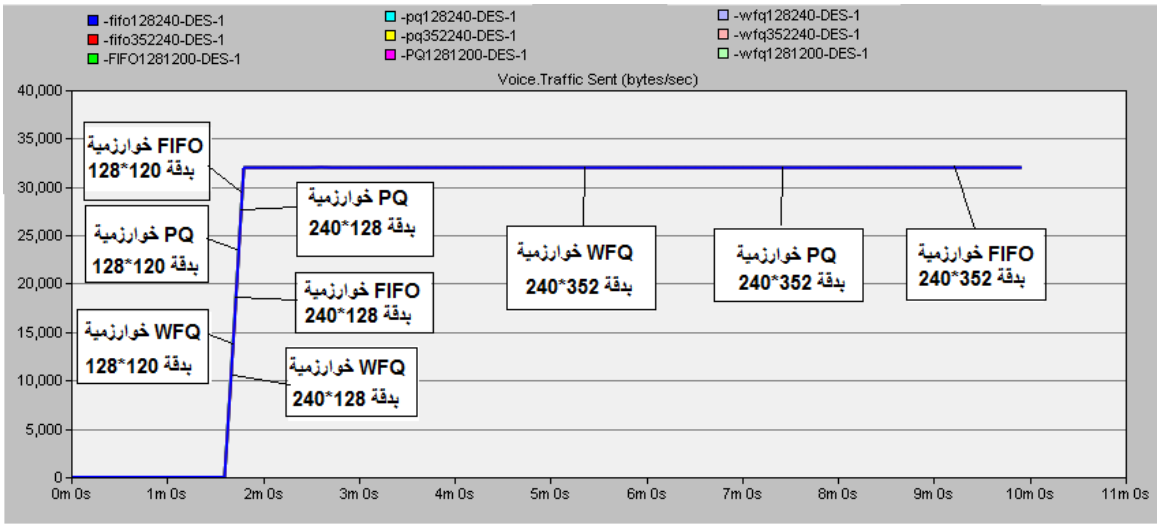
في الشكل(5) نجد المنحنيات البيانية التي تمثل معدل ضياع رزم البروتوكول IP في الشبكة خلال عملية الإرسال والاستقبال.

حيث نجد بشكل واضح من المنحنيات البيانية أنه كلما زاد حجم الرزمة المرسلة كلما زادت إمكانية الضياع للرزم حيث كان الضياع حوالي 200 رزمة عندما كان حجم ملف الفيديو المرسل لا يتجاوز 128*120 Pixel بينما وصل لعشرة اضعاف حين وصل الحجم إلى حوالي 352*240 Pixel. ما يستدعي الانتباه إليه هنا هو حجم الفقد المتفاوت بين خوارزميات الجدولة على الحجم نفسه. حيث نجد في أغلب الأوقات التقارب بين نوعي الجدولة PQ , WFQ بحيث تحققان جدولة فعالة بأقل فقدان ممكن و بإمعان النظر والتدقيق فيما بينهما نجد أن النوع WFQ يقوم بتأمين منحني شبه مستقر وبضياعات نسبياً بسيطة بالمقارنة مع النوع PQ. بينما النوع FIFO يؤدي إلى ضياع كبير في الرزم وهذا الضياع يزداد بنسبة طردية مع ازدياد حجم الفيديو المرسل خلال المؤتمر الفيديوي. ويعود هذا الضياع الى البنية التي يعتمد عليها هذا النوع من الجدولة لأنه لا يعتمد على مبدا الأولوية او الأهمية فجميع الروم عنده سواسية. وعلى الجميع انتظار دوره وهذا ما يتطلب حجم بفر كبير جدا لمنع الرزم المهمة من الضياع ولكن في حقيقة الامر هذا الخيار ليس متاح بشكل سهل.



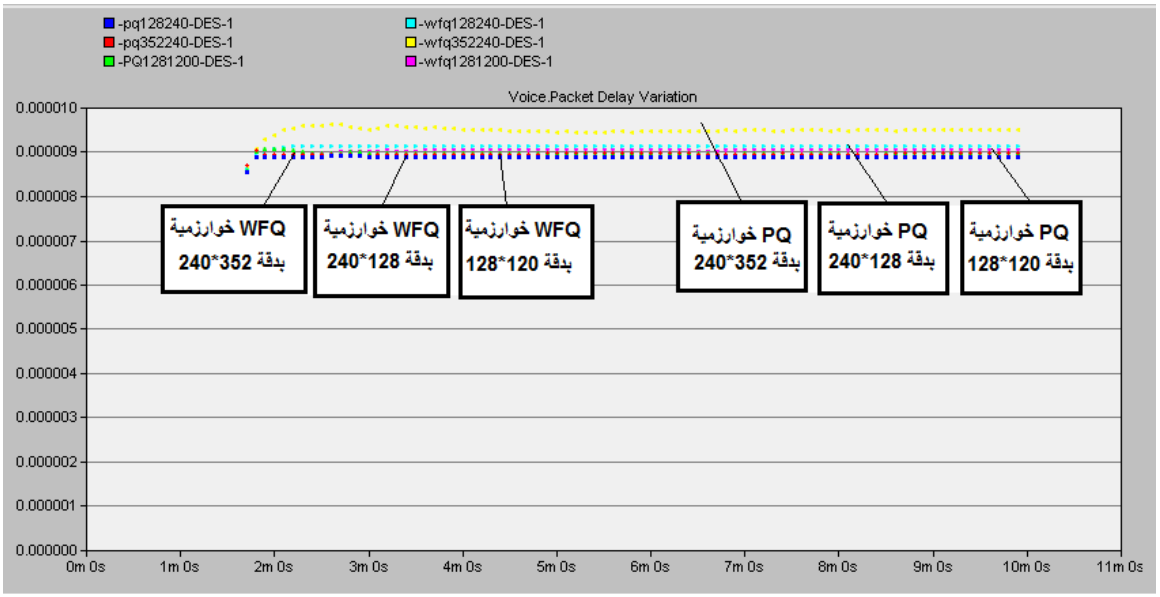
الشكل(5) IP Traffic Dropped (packets/sec)

نجد في الشكل (6) الرسم التوضيحي الذي يدل على حركة المرور للصوت voice Traffic Sent(bytes/sec) بحيث يكون هنالك تطابق كبير بين جميع أنواع الجدولة المستخدمة في كافة حجوم الفيديو المرسلة. وهذا لان التغيير في حجم الفيديو المرسل لا يؤثر على جودة الصوت



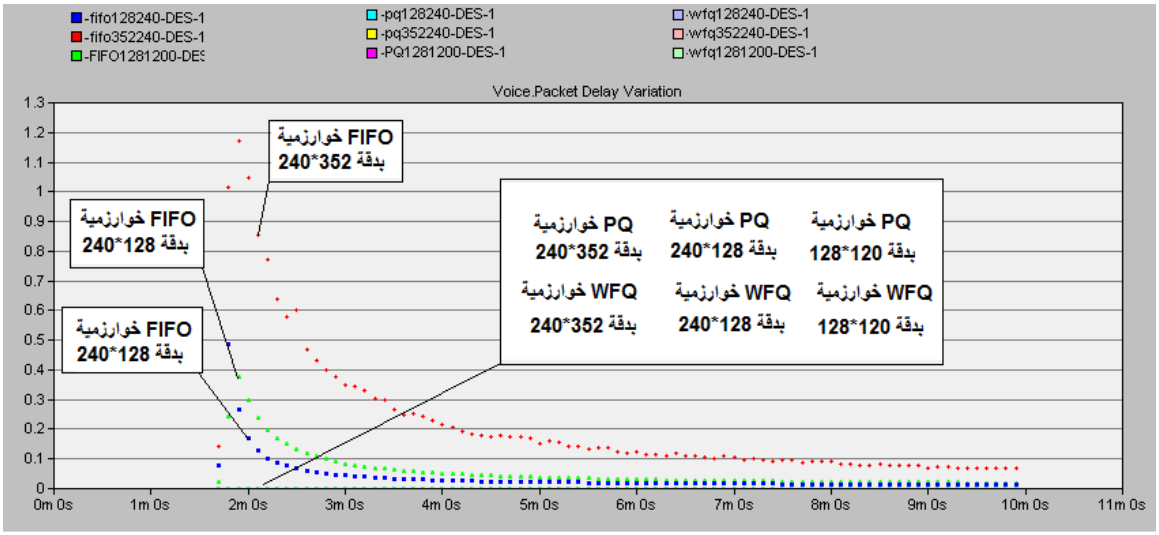
الشكل (6) voice Traffic Sent(bytes/sec)

فيما يلي الشكلان(7) و(8) يوضحان التغير والاختلاف في التأخير للرزم الصوتية بين المرسل والمستقبل. في الشكل(7) نجد بشكل واضح الرسم البياني لخوارزميتي PQ,WFQ بحيث نجد أن هذين الخوارزميتين تتقاربان في موضوع اختلاف تأخير وصول الرزم ويبقيان ضمن حدود مقبولة زمنيا. مع ملاحظة تفوق الخوارزمية PQ على نظيرتها WFQ أثناء عملية نقل حجوم أكبر من الرزم.



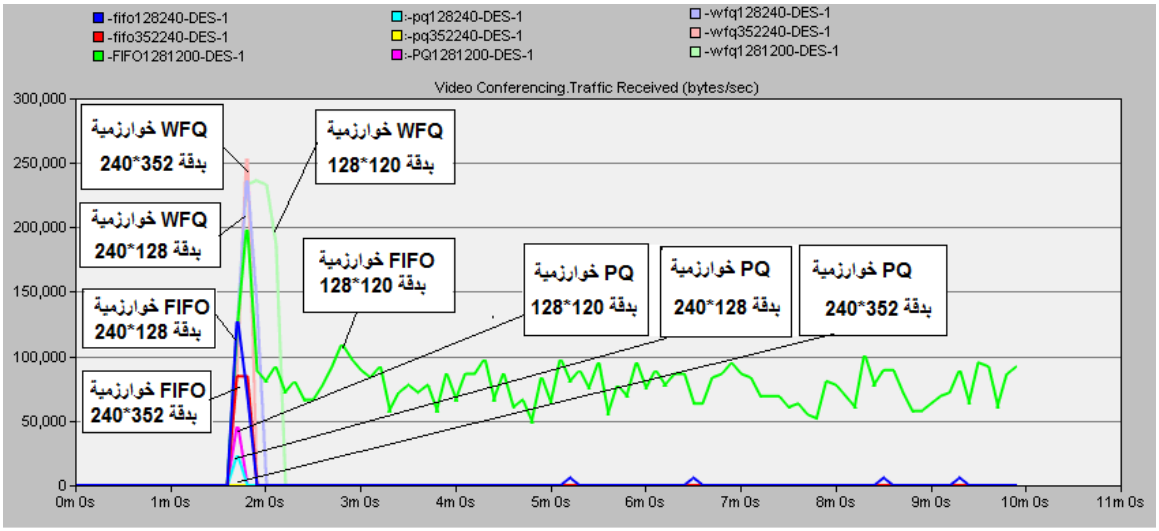
الشكل(7) Voice Packet Delay Variation for(PQ, WFQ)

لكن عند النظر في الشكل (8) الذي يبين الخوارزميات الثلاثة معا نجد أن لا يعود هنالك ظهور للاختلاف الزمني الحاصل في الخوارزميتين PQ ,WFQ مقارنة بالخوارزمية FIFO.



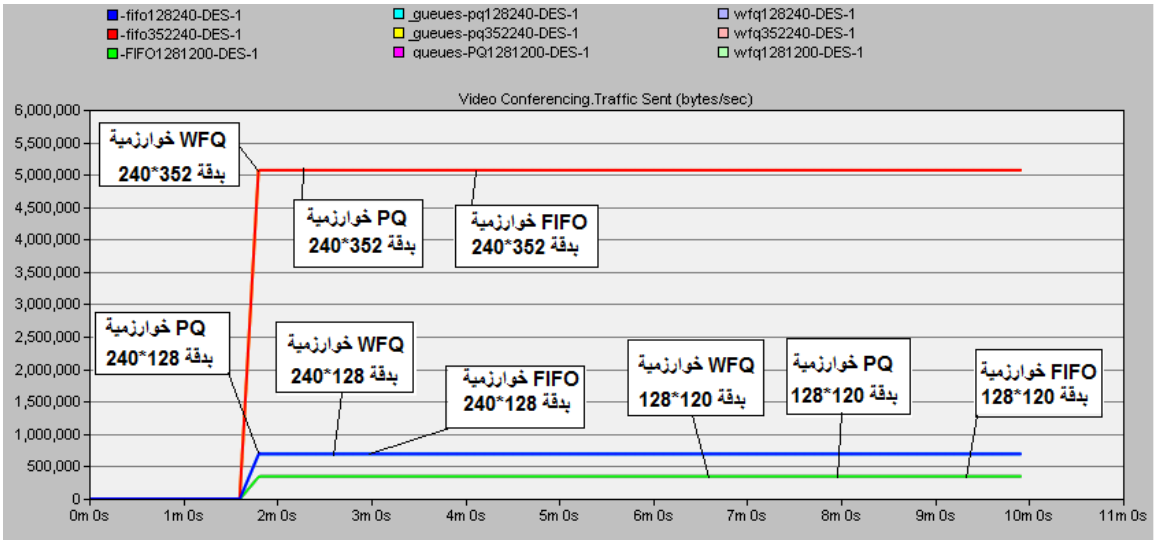
الشكل(8) Voice Packet Delay Variation for(PQ, WFQ, FIFO)

فيما يلي لدينا الشكل(9) الذي يبين معدل الخانات المرسلة بالثانية لجميع تطبيقات المحادثات الفيديوية من قبل طبقة النقل في الشبكة. نرى في الشكل العديد من النقاط الهامة التي توضح من جديد الفروق بين خوارزميات الجدولة فنرى أن معظم الخوارزميات في بداية عملية النقل تؤدي الى تشكيل ضغط من الخانات المرسلة على طبقة النقل بعد مرور وقت قليل نجد استقرار جميع الخوارزميات ولعدة حجوم مختلفة باستثناء خوارزمية FIFO التي يبقى لديها معدل بتات عالي



الشكل(9) video Conferencing Traffic Received(bytes/sec)

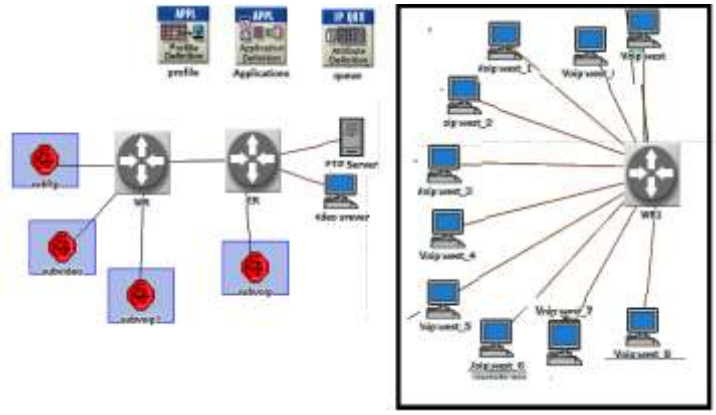
في الشكل(10) يتبين لدينا أمر مهم جدا وهو أن معدل الخانات المرسلة بالثانية لجميع تطبيقات المحادثات الفيديوية من قبل طبقة النقل في الشبكة لا تتأثر بنوع خوارزمية الجدولة المستخدمة إنما فقط في حجم الرزم المرسلة حيث نجد أن الخطوط البيانية للخوارزميات الثلاثة تتطابق تماما لنفس حجم الرزمة وتتغير معا سويا بنسبة طردية مع دقة الفيديو المختارة حيث تزداد عشرة أضعاف عند ازدياد الدقة من 120*128 الى 352*240هذا ما يستدعي الانتباه الى أن دقة الفيديو لها تأثير جدا كبير على حركة المرور في الشبكة.



الشكل(10) Video Conferencing Traffic Sent

2 الشبكة الثانية (10 أجهزة مع 10 أجهزة):

في الشبكة الثانية تم تكرار جميع سيناريوهات الشبكة الأولى ولكن الفرق هنا أننا تم زيادة عدد الأجهزة التي تتواصل فيما بينها حيث أصبح لدينا عشرة أجهزة تتواصل مع عشرة أجهزة من كل نوع من الأنواع سواء أكان صوتاً أم فيديو أو طلب ملفات عادية. كما نرى في الشكل (11)



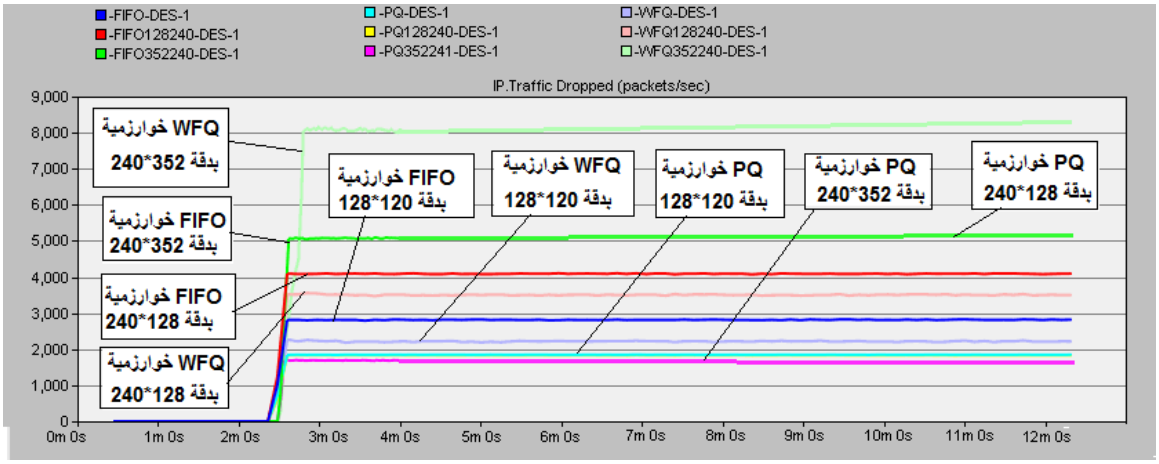
يبين الشكل(11) الشبكة الثانية ومكوناتها الفرعية

بعد الانتهاء من الحصول على النتائج في نهاية هذا الجزء أصبح لدينا مجموعة من النتائج المهمة ففي كل شكل من الاشكال نجد بعض من خصائص وتأثير خوارزميات انضباط الرتل على الشبكة وأداء الشبكة.

في الشكل(12) نجد المنحنيات البيانية التي تمثل معدل ضياع رزم البروتوكول IP في الشبكة خلال عملية الإرسال والاستقبال. وبمناقشة تلك النتائج يظهر انه عند النظر الى مخططات التي تعبر عن حجم فيديو 128*120 Pixel نجد أن الخوارزمية الأفضل هنا هي خوارزمية PQ ثم تليها خوارزمية WFQ ثم تليها خوارزمية FIFO التي تعتبر الأكثر فقدا للرزم.

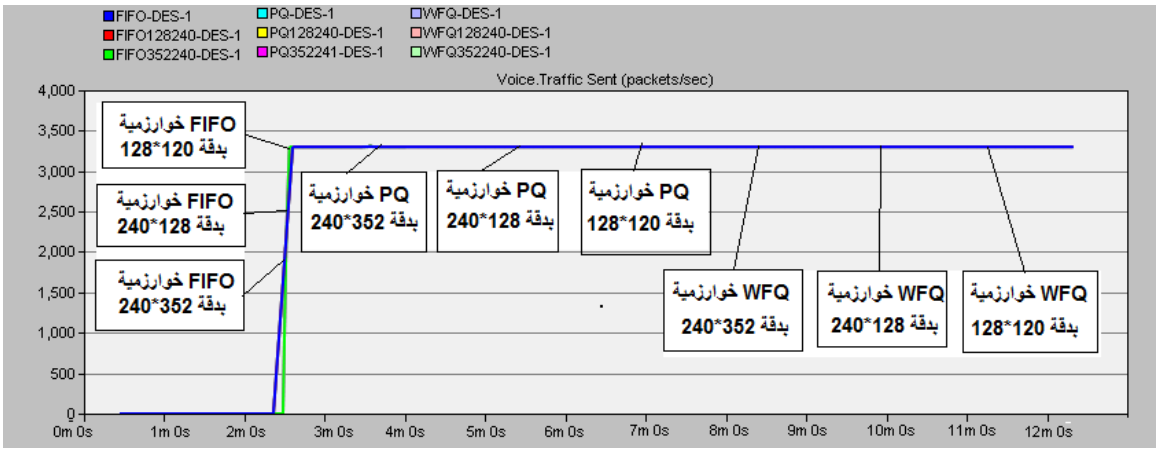
كما انه عند التدقيق في مخططات حجم فيديو 128*240 Pixel نجد التطابق التام مع ما سبقها من حجم فيديو ونجد أن الخوارزمية الأفضل هنا هي خوارزمية PQ ثم تليها خوارزمية WFQ ثم تليها خوارزمية FIFO التي تعتبر الأكثر فقدا للرزم.

ومن ناحية أخرى عند دراسة المنحنيات التي تمثل حجم الفيديو 240*352 Pixel نجد اختلاف عما سبق حيث يظهر ان الخوارزمية الأقل فقدا للرزم هي خوارزمية PQ وتليها هنا خوارزمية FIFO وتكون خوارزمية WFQ هي الخوارزمية الأكثر فقدا للرزم مع الحجم الكبير للفيديو.



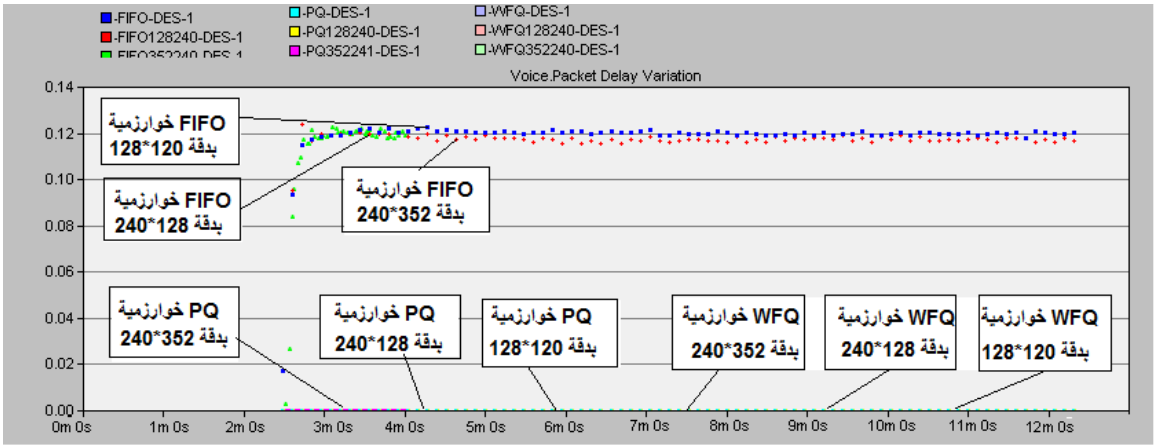
الشكل(12) IP Traffic Dropped(packet/sec)

وإن الشكل(13) يبين حركة المرور للصوت voice Traffic Sent(bytes/sec) بحيث يكون هنالك تطابق كبير بين جميع أنواع الجدولة المستخدمة في كافة حجوم الفيديو المرسلة. كما كان الحال في الشبكة الأولى.



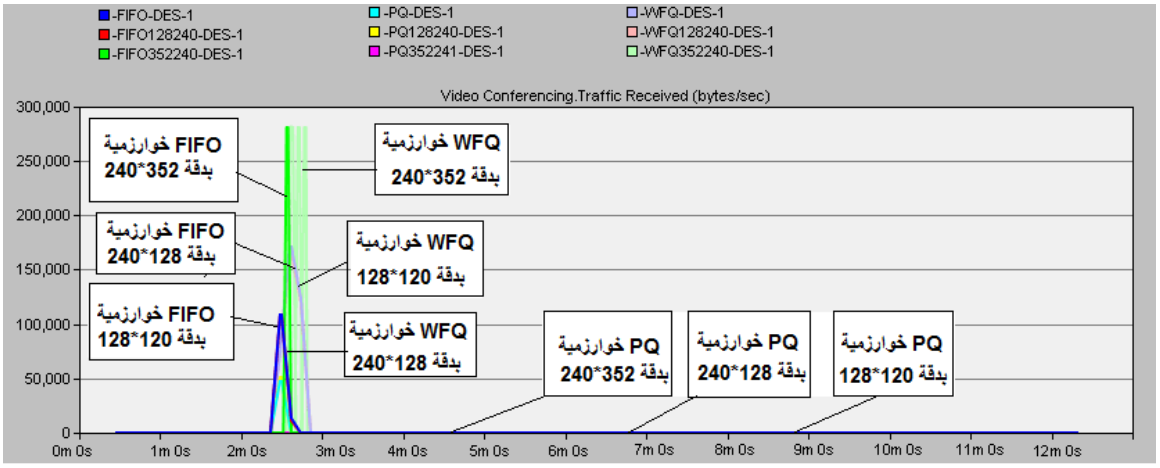
الشكل(13) Voice Traffic Sent(Packet/Sec)

اما الشكل(14) فيبين الرسم البياني لخوارزميتي PQ,WFQ و نجد أن هاتين الخوارزميتين يتقاربان في موضوع اختلاف تأخير وصول الرزم ويبقيان ضمن حدود مقبولة زمنيا. مع ملاحظة تفوق الخوارزمية PQ على نظيرتها WFQ أثناء عملية نقل حجوم أكبر من الرزم. ولكن عند النظر إلى الخوارزمية FIFO نجد الاختلاف الزمني الكبير أمام نظيراتها السابقتين.



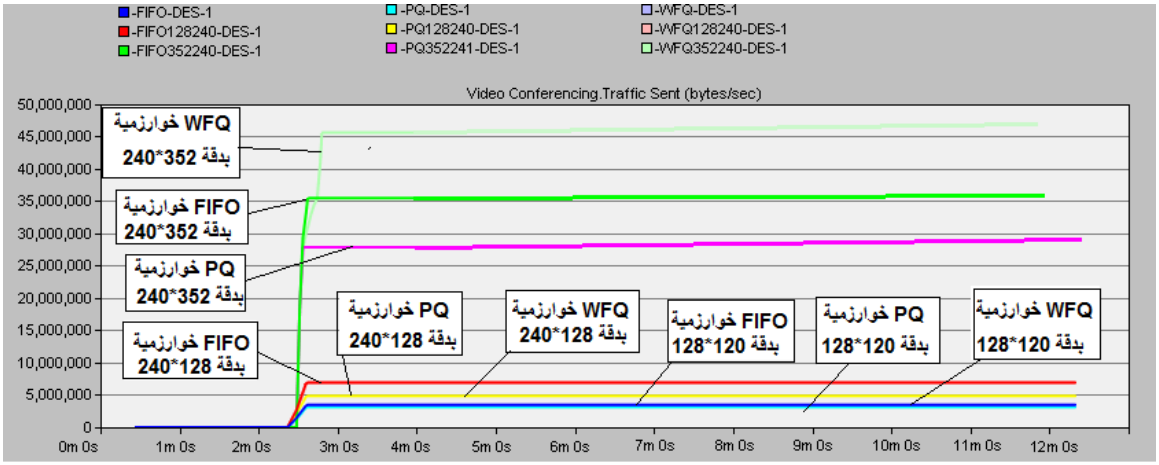
الشكل(14) Voice Packet Delay Variation

الشكل(15) يبين معدل الخانات المرسلة بالثانية فنجد أن معظم الخوارزميات في بداية عملية النقل تؤدي الى تشكيل ضغط من البتات المرسلة على طبقة النقل بعد مرور وقت قليل نجد استقرار جميع الخوارزميات ولعدة حجوم مختلفة وهنا نجد الفرق عن الشبكة الأولى أنه حتى خوارزمية FIFO استقرت كمثيلاتها.



الشكل(15) video Conferencing Traffic Received(bytes/sec)

أخيرا في هذه الشبكة نجد الشكل(16) الذي يبين الخوارزميات الثلاثة مع تساوي حجم الفيديو 120*128 Pixel حيث نجد أن الخوارزمية PQ تعتبر الأفضل بالمحافظة على معدل النقل عندما يكون حجم الفيديو 128*240 Pixel أو حجم فيديو أكبر 240*352 Pixel ولكن نجد أن الخوارزمية WFQ قد تراجعت بالنسبة للخوارزمية FIFO التي تفوقت علها.



الشكل (16) Video Conferencing Traffic Sent

الاستنتاجات والتوصيات:

تم الحصول في هذا البحث على نتائج محاكاة الشبكتين المدروستين الأولى التي تربط جهازين يتواصلان فيما بينهما بمؤتمر فيديو وأخرين باتصال صوتي وجهاز يقوم بتحميل ملفات وتم ت محاكاة السيناريوهات على ثلاث أنواع من الجدولة وثلاث حجوم مختلفة لدقة الفيديو المرسلة. والشبكة الثانية تم تكرار السيناريوهات نفسها الموجودة في الشبكة الأولى ولكن مع مضاعفة الأجهزة التي تتواصل فيما بينها حيث أصبح العدد 10 أجهزة تتواصل مع10 أجهزة.

تم التدقيق في بعض النتائج المهمة التي حصلنا عليها حيث وجد أنه مع ازدياد عدد الأجهزة المتصلة فيما بينها حافظت الخوارزمية PQ على أفضليتها عن مثيلاتها وخصوصا الخوارزمية WFQ التي كانت تعتبر الأقرب إليها والأقل فقداناً للرزم فعند ازدياد دقة الفيديو المرسل وارتفاع عدد الأجهزة لم تحافظ على وضعها بل زاد فقدان الرزم فيها مع ملاحظة ازدياد نسبة الفقد مع زيادة عدد الأجهزة بشكل عام على جميع خوارزميات الجدولة.

من ناحية عملية النقل الصوتي وجدنا أن جميع أنواع الجدولة تتساوى فيما بينها من ناحية حركة المرور لتدفق الخانات (bits)على اختلاف دقة الفيديو المرسل مع ملاحظة أن ازدياد عدد الأجهزة سوف يؤدي الى زيادة حركة المرور على العقد. عند ملاحظة نتائج اختلاف زمن وصول الرزم يلاحظ التساوي التقريبي بين خوارزميتي PQ , WFQ لكن مع تفوق خوارزمية PQ قليلا وهذا الكلام بقي صحيحا عند مقارنتها مع نتائج الشبكة التي تضم عشرة أجهزة.

عند تحليل النتائج المتعلقة بالفيديو Traffic received نجد أن هنالك ضغطاً يحصل في البداية على جميع الخوارزميات وبعدها يحصل استقرار عدا خوارزمية FIFO لكن عند ارتفاع عدد الأجهزة في الشبكة الثانية نجد أن جميع الخوارزميات استقرت كذلك خوارزمية FIFO. في الحالة التالية Traffic sent نجد أنه في الشبكة الأولى لا تتأثر النتائج بنوع الخوارزمية بل بدقة الفيديو أما عند ازدياد عدد الأجهزة نجد الفروق بين الخوارزميات ونلاحظ أن الأفضل هي خوارزمية PQ.

مما سبق من استقراء للنتائج تبين لدينا وبشكل كبير أن خوارزمية الجدولة PQهي الخوارزمية المثلى للتعامل مع نقل الملفات او مع الاتصال الصوتي عبر الانترنت وكذلك للمؤتمرات الفيديوية في جميع الحالات والسيناريوهات عند ازدياد عدد الأجهزة او ازدياد دقة الفيديو. لذلك ولتحسين أداء نقل بيانات الوسائط المتعددة باستخدام الجدولة الفعالة لبروتوكولات الزمن الحقيقي يوصى باستخدام خوارزمية الجدولة PQ.

ويمكن في الاعمال المستقبلية تطبيق هذه الدراسة على شبكات ذات عدد أكبر للأجهزة المستخدمة مع سيناريوهات مختلفة وفقا للخوارزميات المطلوب دراسة تأثيرها على اداء نقل بيانات الوسائط المتعددة باستخدام الجدولة الفعالة لبروتوكولات الزمن الحقيقي

المراجع

[1]. FANGWEN FU, MEMBER, IEEE.; MIHAELA VAN DER SCHAAR, FELLOW, IEEE *"Structural Solutions for Dynamic Scheduling in Wireless Multimedia Transmission".* IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 22, NO. 5, MAY 2012.

[2]. MIHAELA VAN DER SCHAAR DAVIS and SAI SHANKAR N *"Cross-Layer Wireless Multimedia Transmission: Challenges, Principles, And New Paradigms"* IEEE Wireless Communications • August 2005

[3].CAGAN SELCUK YUCEL "*Performance Enhancement Of Real-Time Protocol"* 2010

[4]. HON HING WAN "*Efficient Real-Time Scheduling for Multimedia Data Transmission "* 2002.

[5]. SUMANPREET KAUR , MANINDER SINGH "*Design and Implementation of an Efficient Scheduling Algorithm for QoS Management in WiMAX* "Sumanpreet Kaur *et al*, International Journal of Computer Science and Mobile Computing, Vol.3 Issue.7, July- 2014 .

[6]. NADA M. EL-SHENNAWY, MAHMOUD M. FAHMY, MOHAMED N. EL-DERINI, MOUSTAFA A. YOUSEF "*Performance Comparison of Scheduling Algorithms for Real-Time Applications over WiMAX Networks*" Proceedings of the International conference on Computing Technology and Information Management, Dubai, UAE, 2014 .

.[7]. SUNGHEE LEE AND KWANGSUE CHUNG "*The Study of Dynamic Video Frame Mapping Scheme for Multimedia Streaming over IEEE 802.11e WLAN* " International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol. 8, No. 1, January, 2013

[8]. HANI SAYYAF AL-HARBI "Enhanced Quality Of Service For The Multimedia Conferencing System Using Rtcp " Universiti Sains Malaysia 2010 .

[9]. IAN MCDONALD "*Improving the Quality of Real Time Media Applications through Sending the Best Packet Next"* The University of Waikato 2013 .