

## دراسة بالمحاكاة لنظام المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية مع التحقيق العملي

د. قتيبة إبراهيم علي  
جامعة الموصل ، كلية الهندسة  
قسم هندسة الحاسبات  
[dr.qutaiba@ieee.org](mailto:dr.qutaiba@ieee.org)

عمر مصطفى علي  
جامعة الموصل ، كلية الهندسة  
قسم هندسة الكهربائية  
[omar\\_ee2004@yahoo.com](mailto:omar_ee2004@yahoo.com)

### الخلاصة

الغرض من هذا البحث هو تصميم نظام يقدم خدمات جيدة للمؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة المحلية اللاسلكية من حيث زيادة عدد المستخدمين و تغطية المنطقة بشكل موثوق به مع الحد الأدنى لتكاليف التنفيذ . تم عرض دراسة محاكاة (باستخدام برمجية OPNET Modeler 14.0) لخدمات المؤتمرات الفيديوية التي تعمل عبر الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) بمعايير مختلفة (IEEE 802.11a و IEEE 802.11g) مع نمطين لنقل البيانات (الأحادي المتكرر والمتعدد) . كذلك ، تم دراسة مختلف تقنيات ضغط الفيديو لإيجاد الأنسب منها لاستخدامه في النظام. وأخيراً ، تم اقتراح طريقة جديدة لتحسين أداء المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة المحلية اللاسلكية وزيادة عدد مستخدميها باستخدام معمارية جديدة لنقطة الوصول مع البروتوكول الخاص بها ، فضلاً عن التحقيق العملي لنظام المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة المحلية اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول التقليدية و المطورة. الكلمات الدالة : المؤتمرات الفيديوية ، الشبكة المحلية اللاسلكية ، النمط الأحادي المتكرر ، النمط المتعدد ، ضغط الفيديو ، تحسين الأداء ، التحقيق العملي .

## A Simulation Study of Video Conference System over WLAN with Practical Implementation

Dr. Q.A.Ali  
Computer Engineering Department  
College of Engineering / University of Mosul

O.M.Ali  
Electrical Engineering Department

### Abstract

The goal of the paper is to obtain a good WLAN video conference services, including an increased number of users and reliable coverage area with minimum implementation cost. We presents a simulation study ( using OPNET Modeler 14.0 package) of a video conference services working over different wireless local area network (WLAN) standards (IEEE 802.11a and IEEE 802.11g) with two different modes of data transmission (multicast and multiple unicast). Also , we examined different video compression techniques to choose a suitable one to work on the system . Finally , a new WLAN access point architecture was used to enhance video conferencing performance and to maximize the number of its users . Practical implementation of a video conferencing system was achieved over WLAN when using classic and developed Access point .

**1- المقدمة:**

تعد أنظمة الشبكات المحلية اللاسلكية ( Wireless Local Area Network WLAN ) من التقنيات القادرة على توفير معدل بيانات عالٍ للتطبيقات المختلفة ، وتمثل الوسيلة المفضلة لإنشاء شبكات حواسيب في بيئات يكون تركيب (الكابل) مكلفاً أو غير عملي ، وتمثل أيضاً التقاء اثنتين من التقنيات الأسرع نمواً: الشبكات المحلية (LANs) والحوسبة النقلة (Mobile computing) [1]. في الأونة الأخيرة ، بُذلت جهود كثيرة في كل من البرمجيات والأجهزة لجعل مختلف تطبيقات الوسائط المتعددة قابلة للتنفيذ ، إذ يتم ضغط بيانات الفيديو والصوت وفك الضغط عن طريق المُرمز ( Codec ) في الزمن الحقيقي لتطبيق المؤتمر الفيديوي [2]. يطرح الزمن الحقيقي لنقل الوسائط المتعددة عبر الشبكات المحلية اللاسلكية العديد من التحديات مثل محدودية النطاق الترددي (الراديوي) ، وظروف الانتشار المتغيرة مع الزمن عبر قناة الاتصال ، بالإضافة الى حالة التنافس على القناة في الشبكات المحلية اللاسلكية التي تؤدي إلى تأخر الدخول إليها وبالتالي سيضعف بشكل كبير نوعية الإدراك الحسي للتدفق الفيديوي المرسل [3].

تم الانتهاء من تعديل المعيار IEEE 802.11a في عام 1999. إذ يعمل هذا المعيار في نطاق 5 غيغاهرتز ويستخدم تقسيم التردد المتعامد لمضاعفة الإرسال (Orthogonal Frequency Division Multiplexing OFDM) و يدعم معدل نقل بيانات يصل إلى 54 ميغابايت / ثانية ويمكن أن يتكيف ليوفر معدلات نقل بيانات 18 - 24 - 36 - 48 - 54 ميغابايت / ثانية وفقاً لشروط القناة [4]. مثلما في المعيار IEEE 802.11a ، يدعم المعيار IEEE 802.11g معدل نقل بيانات يصل إلى 54 ميغابايت / ثانية ، ولكن يستخدم الطيف الترددي 2,4 غيغاهرتز ، لهذا فإن الأجهزة التي تعمل مع المعيار IEEE 802.11g فرض عليها أن تكون متوافقة مع أجهزة المعيار IEEE 802.11b ، وبالتالي، تم اعتماد عدد من الآليات من أجل الاحتفاظ بأجهزة المعيار IEEE 802.11b [5]. هناك ثلاثة أنماط رئيسة لإرسال البيانات عبر شبكات الحواسيب وهي : الإرسال الأحادي (Unicast) ، الإرسال المتعدد (Multicast) و الإرسال المذاع (Broadcast) ، فضلاً عن الإرسال الأحادي المتكرر الذي يعد نمط إرسال هجين [6].

- في الإرسال الأحادي (Unicast)، هناك مصدر واحد (source) ووجهة واحدة (destination) ، العلاقة بينهما هي واحد إلى واحد. في هذا النوع من الإرسال عناوين كلٍ من المصدر و الوجهة، في الـ ( IP datagram ) ، هي عناوين مخصصة للإرسال إلى المضيفين (hosts).
- في الإرسال المتعدد (Multicast) ، هناك مصدر واحد ومجموعة من الوجهات. العلاقة بينهم هي واحدة إلى المجموعة . في هذا النوع من الإرسال ، يكون عنوان المصدر هو عنوان أحادي ، في حين عنوان الوجهة هو عنوان المجموعة ، الذي يحدد وجهة واحدة أو أكثر.
- في الإرسال المذاع (Broadcast) ، العلاقة بين المصدر والوجهة هي واحد إلى الجميع. إذ لا يوجد سوى مصدر واحد ، ولكن الوجهة هي المضيفين الآخرين جميعهم.
- في الإرسال الأحادي المتكرر (Multiple Unicast) ، هناك مصدر واحد ومجموعة من الوجهات. العلاقة بينهم هي واحدة إلى المجموعة . إذ تبدأ العديد من الحزم من المصدر، فإذا كانت هناك خمس وجهات - على سبيل المثال - يرسل المصدر خمس حزم ، ولكل منها عنوان وجهة أحادي مختلف.
- المؤتمرات الفيديوية هي مجموعة من تكنولوجيا الاتصالات التفاعلية التي تسمح لاثنتين أو أكثر من المواقع التفاعل في اتجاهين عبر بث الفيديو والصوت في وقت واحد. الميزة الرئيسة للمؤتمرات الفيديوية عبر (الإنترنت) هي استخدام البنية التحتية القائمة عليها شبكة (الإنترنت) فتكون غير مكلفة إذا ما قورنت بعقد المؤتمرات التقليدية [7]. توجد أربعة أنواع رئيسة من نظم المؤتمرات الفيديوية : مؤتمرات الفيديو بين طرفين (a point-to-point video conference) ، المؤتمر الفيديوي بين طرف و مجموعة أطراف (a point-to-multi-point video conference) ، اللقاء الفيديوية (video meeting) و مؤتمرات الويب (a web-conference) [2] [8].
- في المؤتمر الفيديوي بين طرفين يمكن لكلا المشاركين رؤية وسماع بعضهم البعض ، فضلاً عن أنواع مختلفة من ميزات تبادل المعلومات الخاصة.
- في المؤتمر الفيديوي بين طرف و مجموعة أطراف يمكن للطرف الرئيس ان يرى ويسمع المشاركين كلهم ، والعكس صحيح.
- اللقاء الفيديوية هو المؤتمر الفيديوي الذي يعقد من عدد كبير من المشاركين. هناك ثلاثة اطراف في هذا النوع من المؤتمرات الفيديوية : المضيف (host) ، المرسل (reporter) والمتكلم (speaker) من الجمهور والمستمع (listener). يمكن للمتحكم (owner) تبديل الأدوار بين المشاركين الآخرين في الزمن الحقيقي .
- مؤتمرات الويب هي المؤتمرات الفيديوية المستخدمة لتنظيم الاجتماعات والعروض الحية عبر (الإنترنت). في هذه الحالة يربط كل مشارك في المؤتمر جهاز الحاسوب الخاص به من خلال التكنولوجيا خدمة العملاء (client-server) عبر (الإنترنت).

## 2- نظرة على البحوث السابقة:

في عام 2008 قام الباحث زي . لي ( Z. Li ) وآخرون [9] بدعم بث فيديوي متواصل ذي معدل بيانات عالٍ وبمنظ إرسال متعدد (Multicast) عبر الشبكة اللاسلكية باستخدام طريقة (Simple Leader Based Protocol (SLBP)) والتي تُستخدم مستلماً رئيساً للمعلومات ضمن مجموعة الإرسال المتعدد (multicast group) لإرجاع معلومات عن الإرسال المتعدد إلى طبقة الـ (MAC). أظهرت نتائج المحاكات أن (SLBP) يستطيع إصلاح كل الأخطاء تقريباً في طبقة الـ MAC بالنسبة للمستلم الرئيس ويقلل أيضاً معدل الأخطاء لدى باقي المستلمين وذلك بسبب تقليل تأثير عملية إعادة الإرسال التي تحدث في طبقة الـ MAC بالنسبة للمستلم الرئيس .

في عام 2009 قام الباحث واي . ايناجي ( Y. Ennaji ) وآخرون [10] بقياس تدهور أداء التدفق الفيديوي المنقول عبر شبكة محلية لاسلكية ذات معيار IEEE 802.11g بسبب المسافة ، الحواجز و نقل البيانات ضمن الشبكة. أظهرت القياسات أن المسافة والحواجز ذات تأثير سلبي في أداء الفيديو ، وأن نقل البيانات عبر الشبكة المحلية اللاسلكية في أثناء نقل الفيديو يؤدي إلى حدوث حالة عنق الزجاجة (bottleneck) مما يؤدي إلى صعوبة في تدفق الفيديو بشكل جيد ، فضلاً عن ذلك تحدث زيادة في زمن التأخير (delay) و النفور (jitter) مع زيادة المسافة والعطاء .

في عام 2011 قام الباحث ا . هيدايات ( A. Hidayat ) وآخرون [11] بملاحظة تأثير المعاملات (parameters) والظروف (conditions) المختلفة للشبكة المحلية اللاسلكية في جودة الفيديو المنقول في تطبيق المؤتمرات الفيديوية . أظهرت النتائج العملية ان عرض الحزمة (bandwidth) ، مستوى التزامح (congestion level) ومعدل الفيديو (video rate) المنقول يؤثر بشكل كبير في جودة الفيديو المنقول في تطبيق المؤتمرات الفيديوية ، أما تغير المسافة بين الأطراف واتجاه حركتهم ليست ذات تأثير يذكر على جودة الفيديو المنقول.

## 3- اختبار أنواع مختلفة من تقنيات ضغط الفيديو:

للعثور على أفضل تقنية لضغط الفيديو من حيث الجودة الفيديوي و معدل البت ، تم في هذا البحث اختبار أنواعاً مختلفة من تقنيات ضغط الفيديو / الصوت على فيديو (بدون ضغط) مأخوذة من (كاميرا ويب) ، أبعاد إطار الفيديو (177 بيكسل × 144 بيكسل) مع معدل إطارات (Frames) مقداره 15 إطاراً في الثانية ، و نظام الالوان RGB و صوت ثنائي القناة (ستيريو) 16 بت من نوع (PCM) .

بعد عملية ضغط الفيديو المأخوذ من (كاميرا الويب) بتقنيات ضغط الفيديو المختلفة ولمعدل بت ثابت (CBR) ، تم حساب معدل البت (bitrate) لكل فيديو مضغوط و تم حساب إشارة القمة نسبة إلى الضوضاء (Peak Signal-to-Noise Ratio PSNR) لكل فيديو مضغوط بالنسبة إلى الفيديو الأصلي. يحصل تدهور في النوعية لا مفر منه عند الضغط للحصول على معدل بت منخفض ، ولهذا كان لا بد من تقييم أداء خوارزميات ترميز الفيديو فيما يتعلق بالنوعية بعد البناء المتسلسل للفيديو . يمكن قياس نوعية الفيديو باستخدام بعض المعايير الرياضية مثل نسبة الإشارات إلى

الضوضاء ( Signal-to-Noise Ratio SNR ) ، إشارة القمة نسبة إلى الضوضاء (Peak Signal-to-Noise Ratio PSNR) أو مربع معدل الخطأ (Mean-Squared-Error MSE) . وتعد هذه المعايير مجردة الإحساس في القياس و يرجع ذلك إلى حقيقة أنها تعتمد على قيم الإضاءة (illumination) والألوان (colors) للبيكسلات (pixels) في إطارات الفيديو المدخلة والمخرجة ولا تتضمن أي تدخل للإنسان في عملية تقييم الجودة. يفضل استخدام المقياس الموضوعي (PSNR) للصورة والفيديو ، الذي كثيراً ما يستخدم من الباحثين في مجال بحوث ترميز الفيديو [12]. الجدول (1) يوضح نتائج ضغط الفيديو بتقنيات ضغط مختلفة.

الجدول (1) : معدل البت (bitrate) ، الـ (Video/Audio codec) و الـ (PSNR) لكل فيديو مضغوط بالنسبة للفيديو الأصلي

Video Compression technique					
Video Container	AVI	AVI	AVI	AVI	AVI
Video Codec	RGB24	XVID	FLV	H261	H263
Video Frame Size	176x144	176x144	176x144	176x144	176x144
Video Frame Rate	15	15	15	15	15
Audio Format	PCM	MP3	MP3	MP3	MP3
File Size / MB	42.1	1.006	1.14	1.08	1.13
Overall Bit Rate / Kbps	5793	135	157	149	156
Average PSNR / Y dB	100	40.28	40.79	39.31	40.57
Video Container	AVI	AVI	AVI	3GP	RM
Video Codec	MP4	WMV1	WMV3	H263	H.264
Video Frame Size	176x144	176x144	176x144	176x144	176x144
Video Frame Rate	15	15	15	15	15
Audio Format	MP3	MP3	MP3	AMR	G.722
File Size / MB	1.13	1.14	1.010	0.747	0.746
Overall Bit Rate / Kbps	156	157	136	101	100.0
Average PSNR / Y dB	37.86	41.51	41.19	32.93	41.81

• Pink column belong to the source video

#### 4- بناء بيئة المحاكاة للشبكة اللاسلكية التقليدية:

أن أكبر مشكلة تواجه نظم المؤتمرات الفيديوية هي التأخير بغض النظر عن نوع الشبكة . إذ إن قيمة زمن التأخير المسموح بها للفيديو التفاعلي هي أقل من 150 مللي ثانية أو مساوية لها [13] . لهذا السبب سوف يتركز الاهتمام على تصميم شبكة لاسلكية تولد تأخيراً ذا قيمة قليلة لكي تخدم عدد كبير من المستخدمين في تطبيق المؤتمر الفيديوي . تم اختبار نوعين من أنماط إرسال البيانات: الأحادي المتكرر (Multiple Unicast) والمتعدد (Multicast) وذلك لمعرفة الأنسب بينهما لتحقيق انتقال الفيديو عبر الشبكات المحلية اللاسلكية ذات المعيار IEEE 802.11a و IEEE 802.11g من حيث جودة الفيديو المنقول و التأخير الزمني في الشبكة . وتم اعتماد المعاملات الآتية في بناء نماذج المحاكاة:

- مساحة بيئة العمل  $3 \times 3$  كم.
- استخدم نوعان من معايير الشبكة اللاسلكية في التصميم (IEEE802.11g ، IEEE802.11a).
- شبكة البنية التحتية (Infrastructure) استخدمت في التصميم بنمط دالة التنسيق الموزعة (DCF).
- تم استخدام نظام مؤتمرات فيديوي من نوع مستخدم إلى مجموعة مستخدمين في التصميم.
- استخدم نوعان من أنماط إرسال البيانات (الأحادي المتكرر والمتعدد).
- تم افتراض أن العقد مزودة بكل الوسائل الضرورية لتأمين الإرسال ضمن المساحة التي تغطيها الشبكة اللاسلكية.

#### أ- الإرسال بنمط الأحادي المتكرر عبر الشبكة المحلية اللاسلكية :

في حالة الإرسال بالنمط الأحادي المتكرر (Multiple Unicast)، بُني أنموذج لشبكة محلية لاسلكية باستخدام



الشكل (1) : أنموذج محاكاة مصمم لمُرسل مع أربعة حواسيب استقبال.

برمجية (OPNET Modeler 14.0) يتكون من مجموعة من الحواسيب تتم ادارتها من قبل نقطة الوصول. تم تهيئة تطبيق المؤتمر الفيديوي للعمل ضمن هذه الشبكة من خلال تحديد معدل البيانات اللازمة لإرسال الحزم الفيديوي بين أجهزة الحاسوب بالقيمة الناتجة من تقنية ضغط الفيديو (Real Media RM) (لاحظ الجدول (1)). خُصص أحد الحواسيب في أنموذج الشبكة المحلية اللاسلكية ليكون الحاسوب المرسل لحزم الفيديو وباقي الحواسيب ستكون في وضع استقبال لها. تم تهيئة جهاز الحاسوب المرسل لإنشاء عدة نسخ من حزمة الفيديو ( وفقاً لعدد أجهزة الاستقبال) ليتم إرسالها إلى الحواسيب المستلمة واحداً تلو الآخر. في الوقت نفسه تم تهيئة الحواسيب المستلمة لتلقي حزم الفيديو من الحاسوب المرسل وإعادة إرسال حزم الفيديو الخاصة بها له. يظهر الشكل (1) أنموذج محاكاة مصمم لمُرسل مع أربعة حواسيب استقبال.

تم دراسة السعة والأداء لنظام المؤتمر الفيديوي من خلال تنفيذ المحاكاة لأنموذج مصمم لأربعة حواسيب الاستقبال وتم تسجيل النتائج ، ثم تم زيادة عدد حواسيب الاستقبال وتنفيذ المحاكاة إلى أن تم تجاوز زمن التأخير لفشل النظام (150 مللي ثانية). يوضح الجدول (2) نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية لكلا المعيارين IEEE 802.11a و IEEE 802.11g وبنمط الإرسال الأحادي المتكرر.

#### ب- الإرسال بالنمط المتعدد عبر الشبكة المحلية اللاسلكية :

في حالة الإرسال بالنمط المتعدد (Multicast) ، تم بناء أنموذج جديد لشبكة محلية لاسلكية باستخدام برمجية (OPNET) يتكون من مجموعة حواسيب مداراة من قبل نقطة وصول. تم تهيئة التطبيق (Application) الذي يعمل في الشبكة كما في نمط الإرسال الأحادي المتكرر . تم تهيئة جهاز الحاسوب المرسل لتوليد حزم فيديوية موجهة إلى عنوان شبكة واحد (عنوان الشبكة للإرسال المتعدد (Multicast IP address)) وإرسالها إلى الحواسيب المستلمة التي تم تهيئتها من خلال إعطاء كل من منها عنوان الشبكة نفسه للإرسال المتعدد. كما تم تهيئة نقطة الوصول لدعم الإرسال المتعدد عبرها.

علي: دراسة بالحاكاة لنظام المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية مع التحقق العملي

الجدول (2) : نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية لنمط الإرسال الأحادي المتكرر.

PC NO.	IEEE 802.11a			IEEE 802.11g		
	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)
4 PC	0.82	0.00053	0.00053	0.82	0.00048	0.00048
8 PC	1.65	0.00056	0.00056	1.65	0.00056	0.00056
12 PC	2.49	0.00061	0.00061	2.49	0.00067	0.00067
16 PC	3.4	0.00067	0.00067	3.4	0.0007	0.0007
20 PC	4.2	0.0008	0.0008	4.2	0.00075	0.00075
24 PC	5	0.0009	0.0009	5	0.0009	0.0009
28 PC	5.8	0.00093	0.00093	5.8	0.00093	0.00093
32 PC	6.7	0.0013	0.0013	6.7	0.001	0.001
36 PC	7.5	0.0014	0.0014	7.5	0.0013	0.0013
40 PC	8.2	0.0018	0.0018	8.2	0.0016	0.0016
44 PC	9.1	0.0022	0.0022	9.1	0.0025	0.0025
48 PC	10	0.0027	0.0027	10	0.0029	0.0029
52 PC	11	0.0032	0.0032	10.8	0.036	0.036
56 PC	10.8 (D.B)	0.165	0.165	10 (D.B)	0.2	0.2

• D.B.: Drop in buffer due to the over flow.

الجدول (3) : نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية لنمط الإرسال المتعدد.

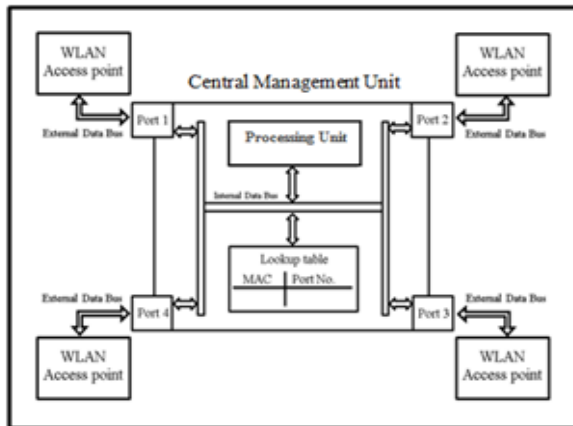
PC NO.	IEEE 802.11a			IEEE 802.11g		
	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)
4 PC	0.9	0.0018	0.002	0.9	0.0021	0.0023
8 PC	1.7	0.0032	0.0033	1.7	0.0034	0.0036
12 PC	2.51	0.005	0.0052	2.51	0.0051	0.0053
16 PC	3.4	0.0063	0.0065	3.4	0.006	0.0063
20 PC	4.3	0.0075	0.0077	4.3	0.009	0.0092
24 PC	5	0.0084	0.0086	5	0.013	0.013
28 PC	6	0.011	0.0115	6	0.014	0.014
32 PC	6.8	0.013	0.013	6.8	0.015	0.015
36 PC	7.5	0.015	0.015	7.5	0.017	0.017
40 PC	8.3	0.019	0.019	8.3	0.018	0.018
44 PC	9.2	0.02	0.02	9.2	0.019	0.019
48 PC	10	0.021	0.021	10	0.02	0.02
52 PC	11	0.022	0.022	11	0.024	0.024
56 PC	11.8	0.025	0.025	11.8	0.037	0.037
60 PC	12.5	0.026	0.026	12.5	0.039	0.039
64 PC	13.6	0.027	0.027	13.6	0.04	0.04
68 PC	14	0.029	0.029	13.4 (D.B)	0.25	0.25
72 PC	14.8	0.035	0.035			
76 PC	16	0.037	0.037			
80 PC	16.8	0.039	0.039			
84 PC	16.3 (D.B)	0.23	0.23			
48 PC	10	0.0027	0.0027	10	0.0029	0.0029
52 PC	11	0.0032	0.0032	10.8	0.036	0.036
56 PC	10.8 (D.B)	0.165	0.165	10 (D.B)	0.2	0.2

• D.B.: Drop in buffer due to the over flow.

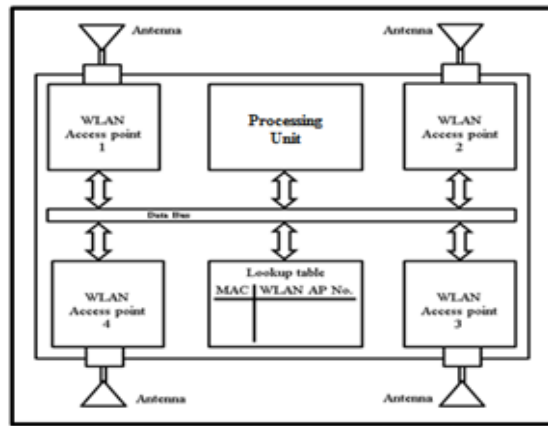
تم إعادة دراسة السعة والأداء لنظام المؤتمر الفيديوي من خلال إعادة تنفيذ المحاكاة لأنموذج مصمم لأربعة حواسيب استقبال وتم تسجيل النتائج ، ثم تم زيادة عدد حواسيب الاستقبال وتنفيذ المحاكاة إلى أن تم تجاوز زمن التأخير لفشل النظام (150 ملي ثانية). يوضح الجدول (3) نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية لكلا المعيارين IEEE 802.11a و IEEE 802.11g وبمنط الإرسال المتعدد.

##### 5- زيادة سعة الشبكة المحلية اللاسلكية :

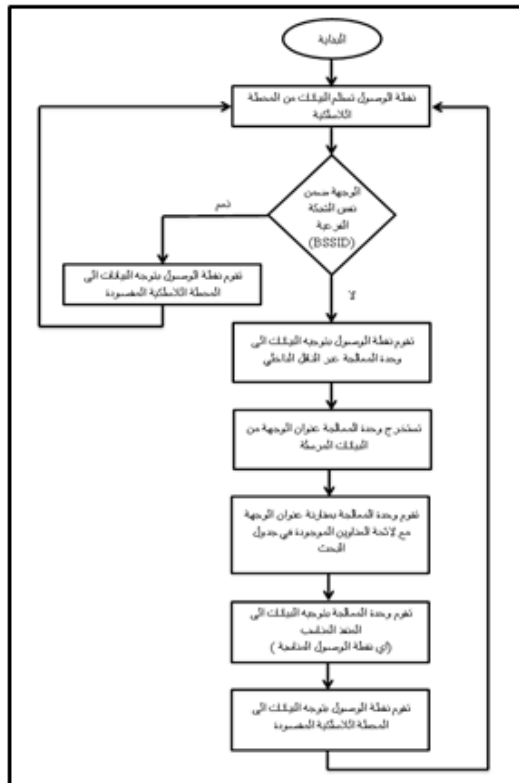
تم في هذا البحث اقتراح وسيلة جديدة لزيادة سعة نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية ، وذلك بتبني معمارية جديدة لنقطة الوصول لتحسين أداء العطاء (improve throughput performance) و تقليل زمن التأخير للشبكة المحلية اللاسلكية من خلال تقسيم الحمل الفيديوي الكلي بين نقاط وصول متجمعة (شبكات فرعية متعددة). ومن المتوقع ان تعمل المعمارية المقترحة لنقطة الوصول على زيادة سعة نظام المؤتمر الفيديوي ، و خدمة عدد أكبر من المستخدمين عبر الشبكة المحلية اللاسلكية. يوضح الشكل(2) المعمارية المقترحة لنقطة الوصول.



الشكل (3) : أنموذج مبسط للمعمارية المقترحة لنقطة الوصول.



الشكل (2) : المعمارية الجديدة المقترحة لنقطة الوصول.



الشكل (4) : وصف عمل نقطة الوصول الجديدة

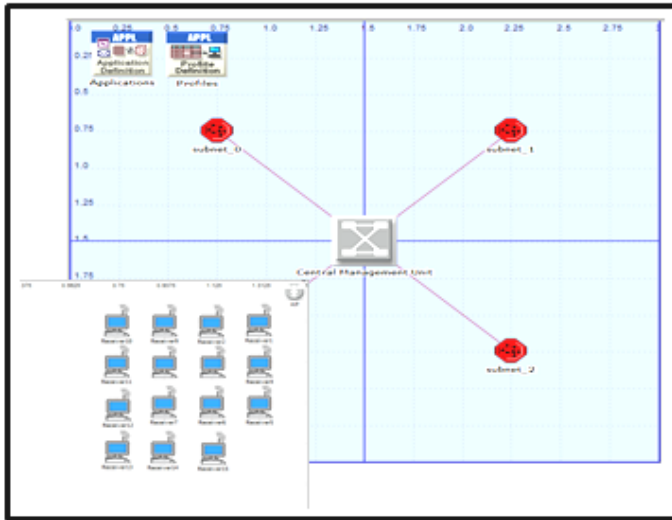
كل نقطة من نقاط الوصول اللاسلكية مسؤولة عن خدمة عدد معين من المستخدمين (أي أن لديها BSSID خاص بها). عند انتقال البيانات داخل نفس معرف مجموعة الخدمة الأساسية (BSSID) ، فإن نقطة الوصول اللاسلكية تنقل البيانات بين مستخدميها فقط. أما إذا كانت الوجهة المقصودة هي من شبكة فرعية لاسلكية إلى شبكة فرعية لاسلكية أخرى ، فإن نقطة الوصول اللاسلكية تقوم بإرسال البيانات إلى وحدة المعالجة (Processing Unit) عبر الناقل الداخلي (internal bus) إذ يتم استخراج جزء الوجهة منها ويتم إرسالها إلى نقطة الوصول اللاسلكية المناسبة وفقاً لجدول البحث (lookup table).

من أجل محاكاة عمل المعمارية الجديدة لنقطة الوصول في برمجية (OPNET) تم إنشاء أنموذج محاكاة مبسط كما هو مبين في الشكل (3) ، وتم وصف عمل نقطة الوصول الجديدة في المخطط الانسيابي الموضح في الشكل(4).

##### أ- الإرسال بالبنمط الأحادي المتكرر باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول:

لحساب سعة نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية عند استخدام المعمارية المقترحة لنقطة الوصول، تم بناء أنموذج جديد للشبكة المحلية اللاسلكية باستخدام برمجية (OPNET Modeler 14.0) لمحاكاة عمل المعمارية المقترحة لنقطة الوصول. إذ تم استخدام أجهزة

## علي: دراسة بالمحاكاة لنظام المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية مع التحقق العملي



الشكل (5) : سيناريو المحاكاة لمعمارية نقطة الوصول الجديدة الذي تم إنشاؤه باستخدام برمجية (OPNET).

الشبكة والروابط المكافئة التي توجد في (14.0) بدلاً من مكونات معمارية نقطة الوصول المقترحة. يبين الشكل (5) سيناريو المحاكاة للمعمارية الجديدة لنقطة الوصول التي تم إنشاؤها باستخدام برمجية (OPNET). تم إعادة حساب السعة والأداء لنظام المؤتمرات الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول ونمط إرسال أحادي متكرر. إذ تم تنفيذ برنامج المحاكاة لأنموذج المعمارية الجديدة المصمم لأربعة حواسيب استقبال (حاسوب واحد لكل نقطة وصول) وسجلت النتائج، ثم تم زيادة عدد حواسيب الاستقبال وتنفيذ المحاكاة إلى أن تم تجاوز زمن التأخير لفشل النظام (150 ملي ثانية).

يوضح الجدول (4) نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول و لكلا المعيارين IEEE 802.11a و IEEE 802.11g وبنمط الإرسال الأحادي المتكرر.

الجدول (4) : نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول لنمط الإرسال الأحادي المتكرر.

PC NO.	IEEE 802.11a			IEEE 802.11g		
	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)
4 PC	1.49	0.00025	0.00047	1.52	0.00028	0.00064
8 PC	2.95	0.00029	0.00056	3.1	0.00035	0.00071
12 PC	4.4	0.00034	0.00063	4.2	0.00046	0.0008
16 PC	5.6	0.0004	0.0007	5.6	0.0005	0.00088
20 PC	7.2	0.00042	0.00072	7.2	0.00052	0.00092
24 PC	8	0.00044	0.00074	8.3	0.00054	0.00095
28 PC	10.2	0.00046	0.00075	10	0.00056	0.00098
32 PC	12.4	0.00049	0.00077	12.4	0.00058	0.001
36 PC	13.2	0.00052	0.00079	13.2	0.00062	0.0012
40 PC	14	0.00056	0.00081	14	0.00066	0.00135
44 PC	15.8	0.00057	0.00083	16.2	0.00071	0.0015
48 PC	17.2	0.00059	0.00086	17	0.0011	0.0022
52 PC	18.5	0.00062	0.00088	18.5	0.0012	0.0025
56 PC	20.3	0.00065	0.0009	19.8	0.0019	0.0032
60 PC	22.4	0.00069	0.00094	21.3	0.0033	0.0043
64 PC	23.2	0.00073	0.0011	22.5	0.0042	0.005
68 PC	24.5	0.00082	0.0012	23.9 (D.B)	0.1	0.18
72 PC	25.3	0.0009	0.0014			
76 PC	28.2	0.00096	0.0016			
80 PC	29.3	0.0014	0.0021			
84 PC	30	0.0015	0.0026			
88 PC	32	0.0018	0.0035			
92 PC	33 (D.B)	0.05	0.06			
96 PC	34 (D.B)	0.06	0.1			
100 PC	34 (D.B)	0.1	0.22			

ب- أإرسال بالنمط المتعدد باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول:

تم استخدام السيناريو نفسه الذي بني سابقاً للإرسال بالنمط الأحادي المتكرر ( باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول) بعد إعادة تهيئته للإرسال بالنمط المتعدد. يوضح الجدول (5) نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية

اللاسلكية باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول و لكلا المعيارين IEEE 802.11a و IEEE 802.11g وبنمط الإرسال المتعدد.

### ت- تأثير عدد المشعات ( نقاط الوصول) في أداء النظام:

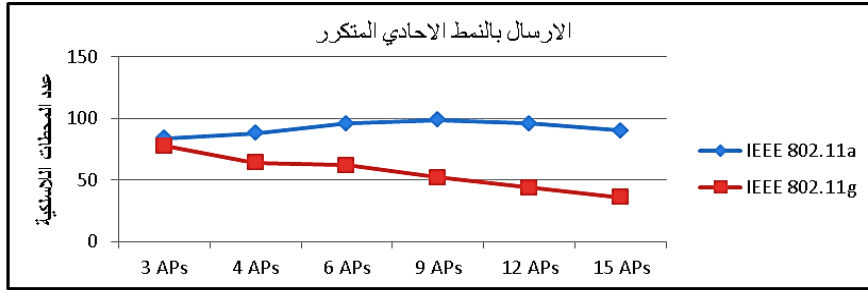
لاكتشاف مقدار التغير في سعة نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية مع تغير عدد المشعات (نقاط الوصول) للمعمارية المقترحة لنقطة الوصول ، تم بناء سيناريوهات متعددة باستخدام الحزمة (Modeler 14.0) لشبكة محلية لاسلكية باستخدام المعمارية المقترحة لنقطة وصول وتم تغيير عدد المشعات لكل سيناريو . يوضح الشكل (6) تأثير تغير عدد المشعات للمعمارية المقترحة لنقطة وصول في سعة نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية عند استخدام نمط الإرسال الأحادي المتكرر ولكلا المعيارين IEEE 802.11a و IEEE 802.11g . أما الشكل (7) فيوضح تأثير تغير عدد المشعات للمعمارية المقترحة لنقطة وصول في سعة نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية عند استخدام نمط الإرسال المتعدد ولكلا المعيارين IEEE 802.11a و IEEE 802.11g. IEEE 802.11g و IEEE 802.11g.

الجدول (5) : نتائج تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة اللاسلكية المحلية باستخدام المعمارية الجديدة لنقطة الوصول لنمط الإرسال المتعدد.

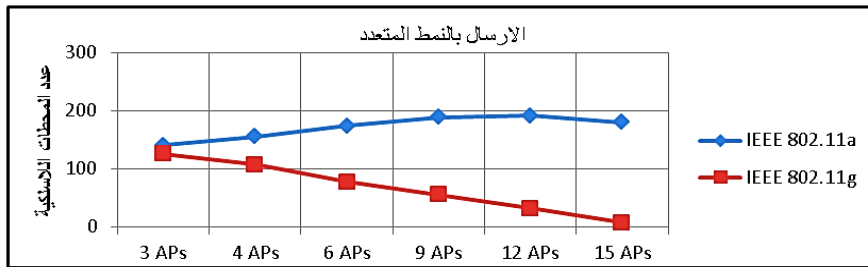
PC NO.	IEEE 802.11a			IEEE 802.11g		
	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)	WLAN Throughput (Mbps)	WLAN Delay (Sec)	Video Conference Delay (Sec)
4 PC	1.25	0.00045	0.00085	1.25	0.00042	0.0008
8 PC	2.4	0.001	0.0018	2.4	0.001	0.0016
12 PC	3.5	0.0015	0.0024	3.5	0.0016	0.0025
16 PC	4.6	0.002	0.0031	4.6	0.002	0.0033
20 PC	5.8	0.0024	0.0037	5.75	0.0024	0.0036
24 PC	7	0.0025	0.0043	7	0.0025	0.0039
28 PC	8.2	0.0032	0.0045	8.1	0.003	0.0046
32 PC	9.3	0.0038	0.0056	9.3	0.0033	0.005
36 PC	10.4	0.0042	0.006	10.4	0.0042	0.0062
40 PC	11.5	0.0046	0.0069	11.5	0.0048	0.0075
44 PC	12.7	0.005	0.0075	12.7	0.005	0.008
48 PC	13.8	0.0056	0.008	13.8	0.0055	0.0085
52 PC	15	0.006	0.0086	15	0.006	0.0088
56 PC	16	0.0065	0.0092	16	0.007	0.0092
60 PC	17	0.007	0.01	17	0.0082	0.01
64 PC	18.2	0.0076	0.0105	18.2	0.0085	0.0105
68 PC	19.3	0.008	0.011	19.3	0.009	0.011
72 PC	20.6	0.0085	0.0116	20.5	0.0093	0.0115
76 PC	21.9	0.009	0.012	21	0.0098	0.012
80 PC	22.8	0.0095	0.0125	21.8	0.01	0.0125
84 PC	23.9	0.01	0.013	23	0.0105	0.0132
88 PC	25	0.0105	0.0145	25	0.011	0.014
92 PC	26	0.011	0.0155	25.8	0.012	0.016
96 PC	27	0.0115	0.016	26.9	0.014	0.018
100 PC	28	0.012	0.0172	27.3	0.015	0.021
104 PC	29	0.0125	0.018	28.8	0.018	0.026
108 PC	30	0.013	0.019	30	0.019	0.027
112 PC	31	0.0135	0.02	31 (D.B)	0.04	0.05
116 PC	32	0.014	0.021	31.3 (D.B)	0.14	0.16
120 PC	34	0.0155	0.022			
124 PC	35	0.016	0.0228			
128 PC	36	0.0166	0.024			
132 PC	37	0.017	0.026			
136 PC	38	0.0173	0.027			
140 PC	39	0.0175	0.0275			
144 PC	40	0.018	0.028			
148 PC	41.5	0.0183	0.0292			
152 PC	42.3	0.0195	0.03			
156 PC	43	0.02	0.032			
160 PC	43.6 (D.B)	0.05	0.07			
164 PC	43.8 (D.B)	0.08	0.09			
168 PC	43.9 (D.B)	0.13	0.153			



## علي: دراسة بالمحاكاة لنظام المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية مع التحقيق العملي



الشكل (6) : تأثير تغيير عدد المشعات في سعة نظام المؤتمر الفيديوي لنمط الارسال الاحادي المتكرر.



الشكل (7) : تأثير تغيير عدد المشعات في سعة نظام المؤتمر الفيديوي لنمط الارسال المتعدد .

### تحقيق نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة اللاسلكية عملياً:

تم تحقيق وتنفيذ تطبيق المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة اللاسلكية عملياً . إذ تم ربط مجموعة حواسيب بشبكة لاسلكية . و تم استخدام برنامج (SSuiteVideoMessenger) لعمل مؤتمر فيديو عبر الشبكة اللاسلكية المستحدثة. الشكل (8) يوضح واجهة المستخدم لبرنامج (SSuiteVideoMessenger) ، أما الشكل (9) فوضح مجموعة الحواسيب التي تم ربطها بشبكة لاسلكية .

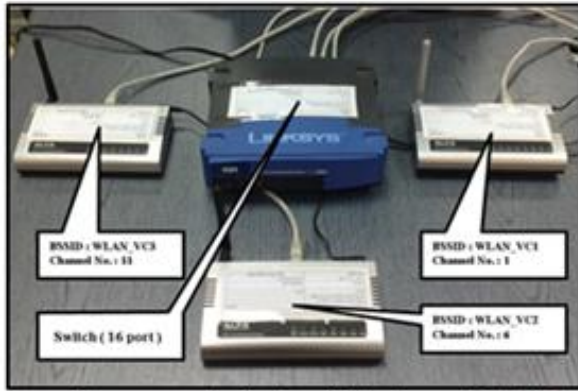


الشكل (9) : مجموعة الحواسيب التي تم ربطها بشبكة لاسلكية .



الشكل (8) : واجهة المستخدم لبرنامج (SSuiteVideoMessenger) .

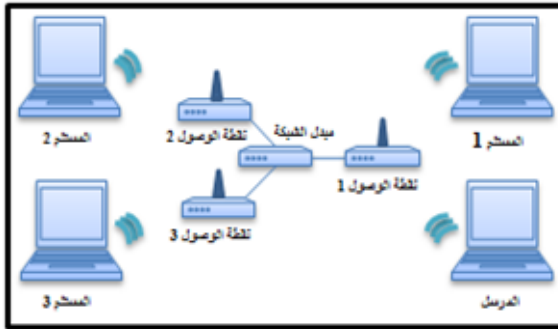
تم حساب قيمة العطاء ومعدل زمن التأخير للمؤتمر الفيديوي عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول (التقليدية و المطورة) عملياً، إذ تم تهيئة نقطة الوصول التقليدية للعمل وفق المعيار IEEE802.11g وبأقل معدل بت مدعوم والذي هو 6 ميغابت في الثانية لكي نحقق حالة الاختناق في الشبكة اللاسلكية ، كما تم اختيار القناة (6) لإجراء الاتصال بين الحاسبات وتم إعطاء نقطة الوصول مُعرّف مجموعة الخدمة الأساسية (BSSID) خاص بها . في الوقت نفسه تم تهيئة ثلاثة نقاط وصول للعمل وفق المعيار IEEE802.11g وبأقل معدل بت مدعوم والذي هو 6 ميغابت في



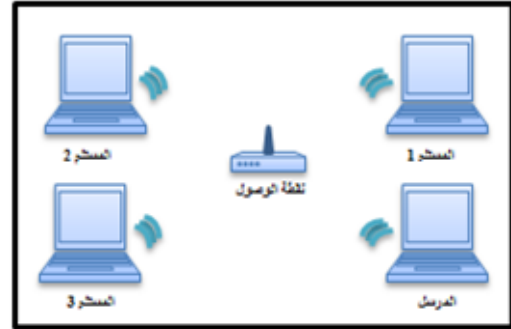
الشكل (10) : ربط نقاط الوصول المهيأة مع بعضها البعض عبر مبدل الشبكة (Network Switch) باستخدام (UTP cable)

الثانية مع اعطاء كل نقطة وصول مُعرّف مجموعة الخدمة الأساسية (BSSID) خاص بها ، كما تم تهيئة كل نقطة وصول للعمل ب قناة ذات تردد غير متداخل (non-overlap) ضمن النطاق الترددي 2,4 غيغاهيرتز ( القنوات ذات الترددات الغير متداخلة هي 1 ، 6 ، 11 حسب لجنة الاتصالات الاتحادية (FCC)). تم ربط نقاط الوصول المهيأة مع بعضها البعض عبر مبدل الشبكة (Network Switch) باستخدام (UTP cable) كما هو موضح في الشكل (10). ثم تم ربط اربع حواسيب بشبكة لاسلكية عبر نقطة الوصول ( التقليدية و المطورة ) كما موضح في الشكلين (11) و (12) باستخدام (WLAN USB adapter)، ثم استخدم تطبيق المؤتمر الفيديوي (SSuiteVideoMessenger) لاستحداث جلسة فيديوية مكونة من رئيس الجلسة و ثلاثة اعضاء عبر

الشبكة اللاسلكية المصممة وبشكل مناظر للنماذج التي تم بنائها ببرنامج المحاكاة (OPNET).

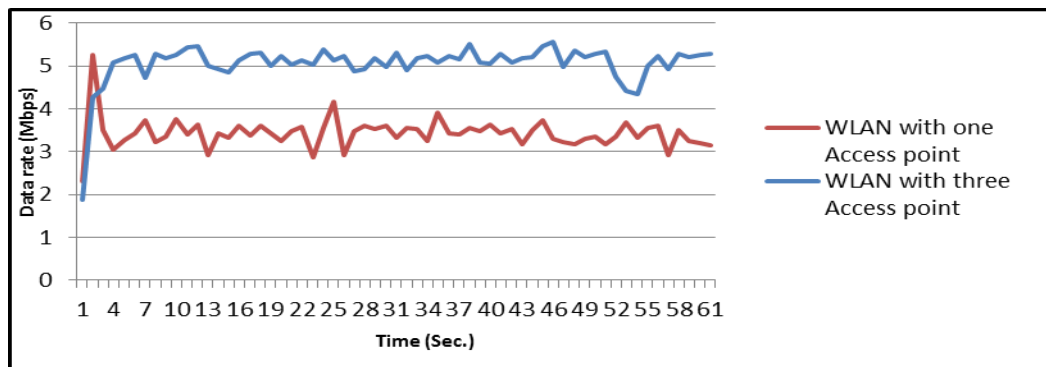


الشكل (12) : ربط اربعة حواسيب بشبكة لاسلكية عبر المعمارية الجديدة لنقطة الوصول المهيأة .

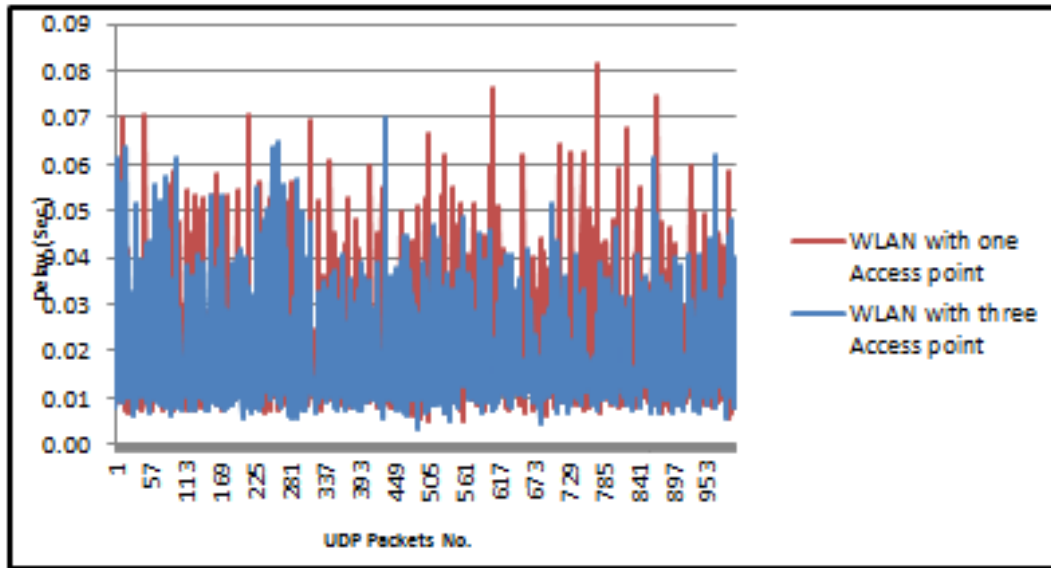


الشكل (11) : ربط اربعة حواسيب بشبكة لاسلكية عبر نقطة الوصول المهيأة .

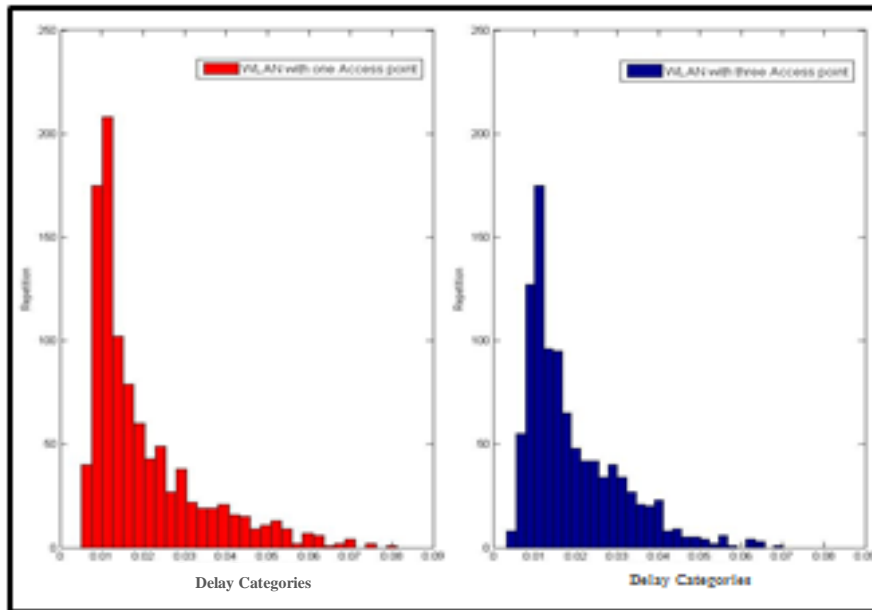
تم حساب قيمة العطاء ومعدل زمن التأخير للمؤتمر الفيديوي عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول (التقليدية و المطورة ) باستخدام برنامج محلل الحزم (Wireshark)، الشكل (13) يوضح تغير قيمة العطاء مع تغير الزمن للجلسة الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول ( التقليدية و المطورة ) ، اما الشكل (14) فيوضح تغير مقدار زمن التأخير للمؤتمر الفيديوي مع كل (UDP Packet) مرسل من حاسوب احد اعضاء الجلسة الفيديوية الى رئيس الجلسة عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول ( التقليدية و المطورة ). الشكل (15) يوضح التصنيف الإحصائي لتكرار قيم زمن تأخير الحزم المرسله للجلسة الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول (التقليدية و المطورة) .



الشكل (13) : تغير قيمة العطاء مع تغير الزمن للجلسة الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول (التقليدية و المطورة) .



الشكل (14) : تغير مقدار زمن التأخير مع كل (UDP Packet) مرسل من حاسوب أحد أعضاء الجلسة الفيديوية إلى رئيس الجلسة عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول (التقليدية و المطورة).



الشكل (15) : التصنيف الاحصائي لتكرار قيم زمن تأخير الحزم المرسلّة باستخدام البرنامج الاحصائي (SPSS V.19) للجلسة الفيديوية عبر الشبكة اللاسلكية عند استخدام نقطة الوصول (التقليدية و المطورة).

## 6- الاستنتاجات:

تم في هذا البحث اقتراح معمارية جديدة لنقطة الوصول لزيادة سعة نظام المؤتمر الفيديوي عبر الشبكة المحلية اللاسلكية والتحقق من زيادة السعة من خلال مقارنة النتائج مع نتائج اختبار السعة لنفس حالات ايجاد السعة عند استخدام نقطة الوصول التقليدية. أظهرت نتائج المحاكاة أن المعيار IEEE 802.11a يدعم عدداً من المشتركين في تطبيق المؤتمرات الفيديوية أكثر من المعيار IEEE 802.11g. وكذلك أظهرت النتائج أن نمط الإرسال المتعدد (Multicast) يدعم عدداً من المشتركين في تطبيق المؤتمرات الفيديوية أكثر من نمط الإرسال الأحادي المتكرر (Multiple Unicast) ولكلا المعيارين : IEEE 802.11a و IEEE 802.11g. كما أظهرت المعمارية المقترحة لنقطة الوصول قدرتها على زيادة سعة نظام المؤتمرات الفيديوية عبر الشبكة المحلية اللاسلكية ، إذ اعتمدت الزيادة في السعة على نوع المعيار

اللاسلكي المستخدم و نمط الإرسال . إن هذا التحسن الواضح في السعة مَهْد الطريق لاقتراح جهاز جديد خاص بالشبكات اللاسلكية ألا وهو المبدل اللاسلكي المتعدد المنافذ والذي سيفتح الابواب لاستخدامات اضافية للشبكات المحلية اللاسلكية وبطيل عمر هذه التقنية لتكون منافسة للتقنيات الحديثة الاخرى .

#### المصادر :

- [1] R. Prasad and M. Ruggieri , "Technology trends in wireless communications" , Published by Artech House ,2003.
- [2] H. Ki Kim , "Design and implementation of video conference system over the hybrid peer-to-peer networks " , 12th WSEAS international conference on computers, Heraklion, Greece, July 23-25, 2008.
- [3] E. Masala , C. F. Chiasserini , M. Meo and J. C. De Martin , " Real-time transmission of H.264 video over 802.11-based wireless ad hoc networks " Published by Springer, pp. 193-207 , 2004.
- [4] A. Holt and C. Huang , " 802.11 Wireless Networks Security and Analysis " , Published by Springer , 2011.
- [5] M. Hossein , " Cross Layer interactions for adaptive communications in IEEE 802.11 wireless LANs", Doctoral Thesis , University of Nice - Sophia Antipolis , France , 2005 .
- [6] B. A. Forouzan , " Data Communications and Networking " , Published by McGraw-Hill , 2007.
- [7] U. Sarwar , " Real time multiple codecs switching architecture for video conferencing " , M.Sc. Thesis , University of Sains , Malaysia , 2008 .
- [8] Video conferencing guide available at : [www.mikogo.com/guide/video-conferencing](http://www.mikogo.com/guide/video-conferencing) .
- [9] Z. Li , T. Herfet , " MAC Layer Support for High Rate Video Multicast Applications in Wireless LANs " , 7th International ITG Conference on Source and Channel Coding , pp. 1 – 6 , 2008.
- [10] Y. Ennaji, M. BouImaif and C. Alaoui , " Experimental Analysis of Video Performance over Wireless Local Area Networks " , IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, pp. 488 – 494 , 2009.
- [11] A. Hidayat, C. Wilson , " Impact of Ad Hoc Network Parameters and Conditions on Video Conferencing Quality " , IEEE International Journal of Video & Image Processing and Network Security , Vol. 11 , pp. 21-27 , 2011.
- [12] A. H. Sadka , " Video Communications " , Published by John Wiley & Sons, 2002 .
- [13] S. Bin Abdlatif , " Protocol design for real time multimedia communication over high-speed wireless networks " , Doctoral Thesis , Massey University , New Zealand , 2010.