مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (2) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (2) 2010

تقويم أداء بعض بروتوكولات الشبكات الحاسوبية اللاسلكية من نوع AD-Hoc

الدكتور رضوان دنده*

(تاريخ الإيداع 21 / 6 / 2009. قُبِل للنشر في 3/ 5 / 2010)

□ ملخّص □

يركز هذا البحث على تقويم أداء للشبكات الحاسوبية اللاسلكية من نوع ad-hoc وذلك بإجراء مقارنة بين البروتوكولين DSDV و AODV من خلال إجراء محاكاة وقياسات على نسبة تسليم الرزم وزمن التأخير في الوصول والإنتاجية في استقبال المعطيات المرسلة بين العقد، وذلك اعتماداً على محلل الشبكة NS-2. هذه الدراسة تظهر لنا مقدار الفعالية التي يمكن التعامل معها وفق أحدث البروتوكولات AODV في شبكة Ad-hoc في حالات الطوارئ .

– هذه الدراسة تمّت في الجامعات البريطانية في أثناء إجراء بحث علمي لعدة أشهر.

الكلمات المفتاحية:

- شبكات الاتصالات اللاسلكية
- شبكات ad-hoc الخاصة
- التوجيه بالبحث المتعدد
- تقويم أداء الشبكات

* أستاذ – قسم النظم والشبكات الحاسوبية – كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (2) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (2) 2010

Performance Evaluation of Some Wireless Computer Networks Protocols of Type AD-Hoc

Dr. Radwan Dandeh*

(Received 21 / 6 / 2009. Accepted 3 / 5 / 2010)

□ ABSTRACT □

We will focus on performance evaluation of wireless computer networks (ad-hoc) by using comparison between protocols (DSDV , AODV). We use (NS-2) for simulation and measurement packet delivery fraction (PDV), End to End delay, and throughput (TP) by receiving Data transmitted between nodes.

- This study has been done by network simulator (NS-2) in British Laboratory and does comparison between protocols in Ad-hoc Emergency networks.

Keywords:

- Wireless communication networks
- Ad-hoc networks
- Multicasting routing
- Performance evaluation of networks

* **Professor, of institute system and computer networks , informatics faculty , Tishreen University, lattakia, Syria.**

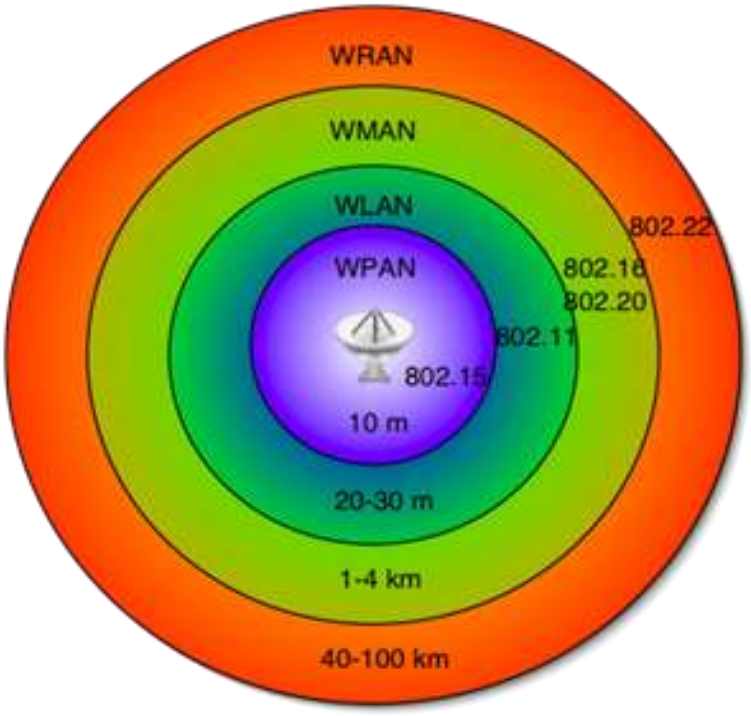
مقدمة:

في السنوات العشر الماضية ازداد استخدام الشبكات الحاسوبية اللاسلكية، وتوسعت إصدارات IEEE في مجال إيجاد معايير للشبكات اللاسلكية بشكل واسع. واستناداً إلى (IEEE 802)، فإن التطبيقات تزداد أهمية وتوسعاً وخاصة في بعض المناطق الريفية والأثرية التي لا يمكن استخدام الأسلاك فيها.

يظهر الشكل التالي (1) طريقة تصنيف المعايير IEEE وفق المدى ومجالات الاستخدام المختلفة للشبكات الحاسوبية اللاسلكية وفقاً لاستخدامها، وقد توسعت التطبيقات وتنوعت وفق المعايير IEEE 802 و802.15 و 802.16 وتعديلاتها طبقاً لطبيعة الاستخدام والتردد ومنها:

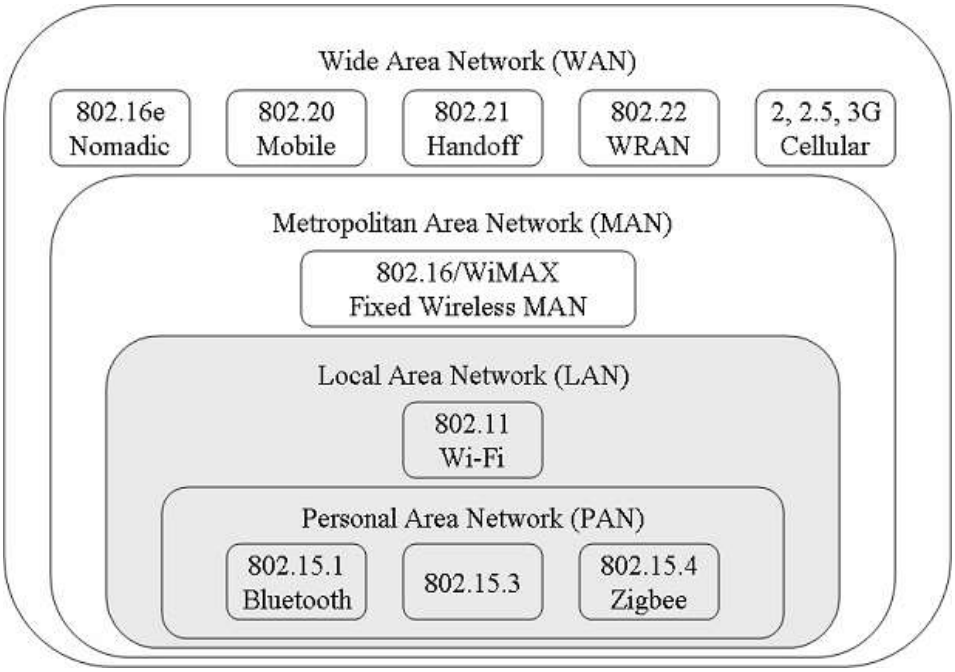
1) الشبكات الحاسوبية اللاسلكية الشخصية WPAN (Wireless Personal Area Network)
2) الشبكات الحاسوبية اللاسلكية المحلية WLAN (Wireless Local Area Network)
3) الشبكات الحاسوبية اللاسلكية المتوسطة WMAN (wireless Metropolitan Area Network)
4) الشبكات الحاسوبية اللاسلكية الواسعة WR(w)AN (Wireless Wide Area Network)

ومن ضمن هذه التقسيمات تظهر أيضاً تقسيمات أخرى جزئية ضمن المجال الترددي الواحد نظراً لضرورة استخدام الطيف الترددي بأشكال مختلفة (802.11, a,b,c,d,e,g,…) كما يظهر الشكل (1) صورة واضحة عن مكونات IEEE 802 اللاسلكية حيث تدل هذه الدوائر في الشكل على المعيار المستخدم وفق نوع الشبكة المناسبة منسوباً لها المدى الذي يمكن تغطيته مقاساً بالمتر [1,2].



الشكل (1) تصنيف الشبكات اللاسلكية وفق المعايير IEEE 802 وتطبيقاتها

يظهر الشكل (2) المعايير التي يتم من خلالها التطبيق المباشر وفق المجال الترددي المسموح به والاستخدامات التقنية لأنواع الشبكات التي تجد استخداماً واسعاً لها وفق المعايير النظامية المتفق عليها عالمياً [3,4,5].



الشكل (2) معايير IEEE النظامية

الميزات:

إن استخدام الشبكات اللاسلكية يجد تطبيقاً واسعاً ومتسارعاً بسبب قلة الكلفة في التأسيس وسهولة الاندماج مع الشبكات الموجودة بالإضافة إلى عمليات التصنيع الواسعة لأجهزة الكمبيوتر التي تسمح لهذا الطيف الواسع من التكنولوجيا بالانتشار الواسع ومن هذه الميزات:

1. **المناسبة Convenience:** وهذا يعني إمكان المستخدم من الوصول إلى مصادر الشبكة بسهولة وبغض النظر عن موقع المستثمر (في البيت أو المكتب)
2. **الحركية Mobility:** وهذا يؤمن إمكان واسع لاستخدام الشبكات اللاسلكية في حالات الطوارئ والوصول إلى نقاط نفاذ الإنترنيت في مختلف آلأماكن.
3. **الإنتاجية Productivity:** المستخدم يمكنه الوصول إلى الشبكات اللاسلكية في أي مكان والانتقال بفعالية ضمن الشبكة من مكان لآخر.
4. **التطور Deployment:** في بدايات استخدام الشبكات اللاسلكية المبنية على الأشعة Infrared تحتاج قليلاً إلى أكثر من نقطة وصول، بالإضافة إلى أن الشبكات السلكية تحتاج إلى كوابل وكلفة عالية من النقاط والوصلات.

5. **التوسع Expandability:** يمكن للشبكات اللاسلكية أن تخدم وبسعة كبيرة الأعداد المتزايدة من الزبائن مع تجهيزات ثابتة أولية.

6. **الكلفة Cost:** بعد الكلفة التأسيسية لتجهيزات الشبكة اللاسلكية فإنه يمكن الاستغناء عن الكوابل والموصلات والوصلات والموزعات بالإضافة إلى عدم استخدام عمليات الحفر والوصل في الجدران والأسقف مما يشوّه المنظر المعماري للمؤسسات.

المساوئ Disadvantages :

-**الأمن Security** الشبكات الحاسوبية اللاسلكية WLAN صممت لتخديم أجهزة الكمبيوتر من خلال تقنيات تسمح بعدم المقاطعة (interrupt) باستخدام الترددات الراديوية. ولكن بسبب الكلفة فإن الهوائيات المستخدمة وإمكان النفاذ إلى هذه الترددات تسمح بالتداخل والانعكاس والمشاكل كافة التي تتعرض لها الاتصالات الراديوية مما يجعل من عامل الأمن للمعلومة وإيصالها وأحياناً فقدانها هو من أهم النقاط التي تضعف هذه الشبكات.

-**المدى Range** لكل من تصنيفات IEEE 802.11 وفئاتها المختلفة مدى محدد وتطبيق معين، وهذا محدد ضمن المدى الذي يكون عادة محدداً حسب طبيعة التردد المستخدم.

-**الوثوقية Reliability** كل الترددات الراديوية تتعرض للتداخل فيما بينها مما يظهر أثر المسارات الراديوية على عملية الانتشار والبث في مجال عمل الشبكات الحاسوبية اللاسلكية.

-**السرعة Speed** إن السرعات المحددة حتى الآن في مجال الشبكات اللاسلكية لازال محدوداً وغير كافٍ بالنسبة إلى الترددات العالية التي تعمل عليها بالّإضافة إلى التطبيقات الكثيرة التي تحتاجها في الحالات الطارئة.

أهمية البحث وأهدافه:

مع ازدياد استخدام الشبكات الحاسوبية اللاسلكية وتوسعات إصدارات IEEE، فإن تقييم أداء هذه الشبكات وطريقة عمل بروتوكولاتها يأخذ أهمية خاصة في الأبحاث والمؤتمرات العالمية من خلال إجراء النمذجة والمحاكاة على محللات البروتوكولات بإصداراتها المختلفة، وذلك للتأكد من فعالية تسليم الرزم والتأخير الحاصل في الوصول إلى المستقبل الهدف.

إن هذا البحث يهدف إلى إجراء مقارنة أساسية بين البروتوكولين: (تتابع الهدف بشعاع المسافة DSDV (Destination Sequenced Distance-Vector) والتوجيه بشعاع المسافة عند الطلب AODV (On-Demand Distance-Vector)، وذلك من أجل مقارنة طريقة عملهما في أثناء الاستخدام في شبكات Ad-hoc (Arbitrary Device – Hoc) اللاسلكية التي يزداد استخدامها بشكل واسع في الاتصالات العسكرية واستخداماتها في اتصالات الطوارئ (الصحة – زلازل – حرائق – إنقاذ ... إلخ)

طرائق البحث ومواده:

تم اعتماد طرائق النمذجة والمحاكاة من خلال محللات البروتوكولات الشبكية NS-2 وإصداراتها NS-2.33 من أجل تقييم الأداء للشبكات الحاسوبية اللاسلكية معتمدين بشكل واضح على الأسلوب الديناميكي للنظام وعرض الحزمة بين مختلف الممرات للعقد لشبكات Ad-hoc اللاسلكية كما تم بناء شبكة افتراضية في أثناء

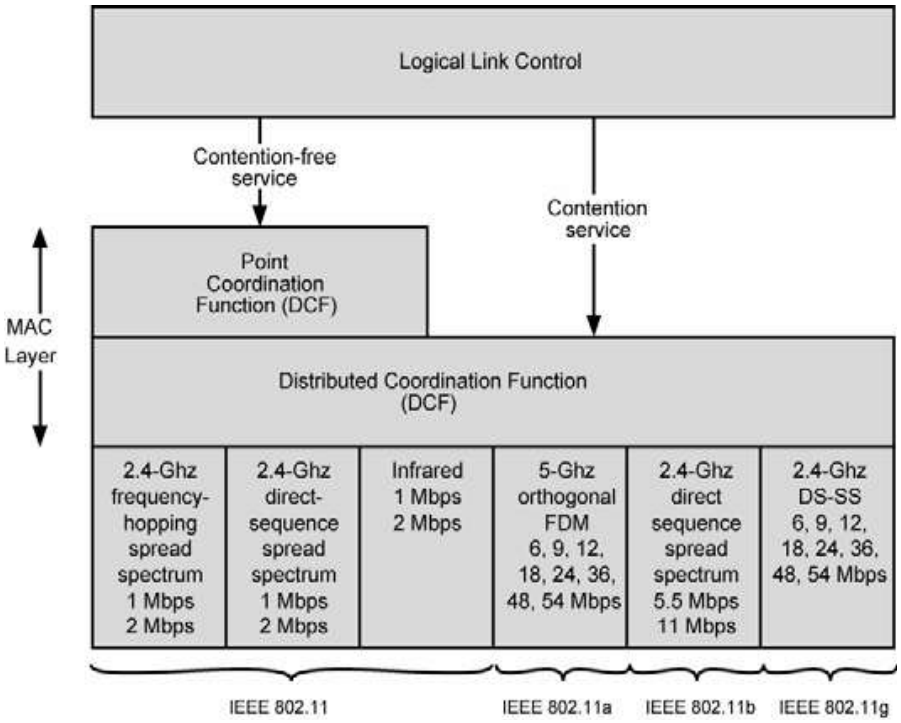
البحث من أجل دراسة أفضل أنواع خوارزميات التوجيه معتمدين على البارامترات الأساسية في النمذجة لكي يتم عليها دراسة الحركية للعقد ومقدار الفعالية التي تتمتع بها هذه الشبكة

بنية IEEE 802.11 IEEE 802.11 Architecture

وفقاً للمعيار IEEE 802.11 لعام 1997 فإن التوسع يتألف من ثلاث طبقات أساسية كما يظهر الشكل (3) [5,6,7]

- الطبقة الفيزيائية (Physical Layer)
- طبقة ربط المعطيات MAC (Medium Access Control)
- طبقة الوصول الجزئية LLC (Logical Link Control)

يظهر الشكل (3) أن الطبقة الفيزيائية تلعب دور الواجهة (Interface) مع الطبقة الأعلى MAC بالإضافة إلى المجالات الترددية التي يتم تقسيمها طبقاً للتردد المستخدم حيث إنّ الطبقة الفيزيائية تحوي تقنيات الاتصالات التي تستخدم في الشبكات اللاسلكية ومجال ترددتها، وقد تم الاكتفاء بالاختصار هنا لأن البحث يتطرق إلى موضوعات التوجيه والبروتوكولات، أما في الطبقة الثانية MAC و LLC فقد تم إيضاح الواجهات وكيفية الاتصال ما بين هذه الطبقات دون التوسع، مع اعتبار أن معايير الشبكات اللاسلكية عادةً تتعلق بالطبقتين الأولى والثانية من كدسة بروتوكولات OSI.



الشكل (3) بنية البروتوكولات اللاسلكية IEEE 802.11

أنواع نظم الشبكات اللاسلكية Types of Wireless Networks

تزايد استخدام الشبكات المحلية اللاسلكية WLANوهناك ثلاث تقنيات تستخدم وهي:

-الأشعة تحت الحمراء (Infrared)

-الموجات الراديوية (RF)

-ذات الطيف المتتابع المنتشر (Spread-Spectrum)

وكل من هذه التقنيات تخضع لمرجعية (OSI) للطبقة الثانية ويلخص الجدول التالي (1) الخواص التكنولوجية لشبكات LAN اللاسلكية [9,10,11].

الجدول (1) الخواص التكنولوجية لشبكة LAN اللاسلكية

Technology	Infrared	Narrowband RF	Spread Spectrum RF
Licensing requirement	No FCC licensing	FCC licensing	No FCC licensing
Coverage	No wall penetration-line of signal only	Some wall penetration	Better wall penetration
Interference risk	No Interference	No Interference	Interference resistant
Standards	IEEE 802.11	No standard	IEEE 802.11

1- نظم Infrared System

يمكن أن تكون النظم من نوع نقطة لنقطة أو نقطة –لعدة نقاط. وهذه التقنية كما يلاحظ تحتاج إلى خط رؤية مباشر وتسبب الازدحام في العقد المفتاحية الأساسية. ولهذا السبب تُعدُّ مناسبة أكثر لشبكات LAN من النوع الحلقي.

2- النظم الراديوية الضيقة Narrowband RF System

وهي نظم مرخصة من (Federal Communication Commission FCC)، وهي من النوع الغالي مع محدودية السعة والتغطية، ولذلك نحتاج إلى تركيب كوابل تعمل كعمود فقري (Backbone) في الشبكة لوصل الموزعات.

3- نظم الطيف المنتشر Spread Spectrum System

وهي ذات استخدام واسع في الصناعة والطب والمؤسسات العلمية، وهي موصفة من قبل IEEE 802.11 مع استخدام عرض حزمة فعال بسرعات (1-2Mbps) وهناك نوعين من هذه التقنيات وهي:

-ذات القفز الترددي (Frequency hopping)

-ذات الطيف المنتشر المتعاقب المباشر (Direct Sequence spread)

تعريف الشبكات ذات البث المتعدد والبروتوكول DSDV

يلعب البث المتعدد (Multicasting) دوراً مهمّاً في تطبيقات الشبكات اللاسلكية Ad-hoc* ، خاصة في حالات الطوارئ (Emergency) والاتصالات العسكرية – وحالات الحريق والصحة.وفي هذه الشبكات تلعب حركية العقد ومواقعها دوراً رئيساً في تحديد نوعية البروتوكولات المستخدمة وأهميتها مبنية على:

- تحديث معلومات التوجيه (Routing) .
- استخدام معلومات أساسية عن التوجيه (Routing) .
- شكل الشبكة (Topology).
- استخدام مصادر معلومات خاصة.

وهناك عدة أنواع من البروتوكولات المستخدمة في هذه الشبكات توضح عن التوجيه ومنها :

- DSDV Destination Sequenced Distance-Vector
- WRP Wireless Routing Protocol
- STAR Source-Tree Adaptive Routing
- AODV On-Demand Distance-Vector

في بروتوكول DSDV الذي نجري عليه عملية مقارنة ودراسة مع أحدث البروتوكولات AODV. فإن جدول التوجيه يوجه إلى كل النهايات ولكل العقد وبالوقت نفسه وهذا الجدول يتغير بين العقد الجيران بشكل دائم ومنتظم وفقاً لطبيعة وشكل الشبكة وحركيتها.

البروتوكول DSDV يحتاج لأن يعلن للعقد المتحركة عن جدول التوجيه لديه والعقد في الشبكة تبدأ بتشكيل ممرات المعطيات فيما بينها وهذا الأمر مهمّ جداً في الشبكات اللاسلكية المتحركة، والموجه المستقبل أيضاً يعلن عن استقباله وبثه للمعلومات وحالات التوجيه ومن ثم إضافة الزيادات والمعلومات التي يتم تحديثها باستمرار.

تقييم أداء الشبكات الحاسوبية اللاسلكية:

إن تقييم الأداء مثل المعدل الوسطي لنقل المعلومات وحجمها يعتمد بشكل واضح على الأسلوب الديناميكي للنظام وعرض الحزمة المستخدمة بين مختلف الممرات للعقد. في شبكات (Infrastructure) التي لا تقوم بإرسال المعلومات مباشرة لبعضها البعض بل إنها ترسل إطار المعلومات لنقطة الوصول (Access Point) التي بدورها تمرر هذا الإطار للأجهزة الهدف، بينما في شبكات (Ad-hoc)، فإن الأجهزة يمكن أن تتصل مع بعضها بشكل مباشر ودون وسيط ويمكنها التحرك بحرية وتقوم بتنظيم نفسها بصورة ديناميكية وذاتية في هيكليات توزيع جغرافي شبكية تجعل لعملية التوجيه ومعرفة المسارات أهمية، خاصة عندما تعمل هذه الشبكات في الاتصالات العسكرية واتصالات الطوارئ وحالات التحكم عن بعد بالأجهزة المنزلية والصناعية.

إن كل قاعدة تتألف من موجّه وحاسب وعادةً يكونوا متواجدين في الحاسب نفسه ومن النوع (Ad-hoc networks) ويمكن للموجهات أن تأتي وتذهب أو تظهر في أماكن مختلفة في أي وقت ودونما سابق إنذار، وفي هذه الشبكات يمكن أن يتغير مخطط التوزع على مدار الساعة وشرعية المسارات تتغير تلقائياً دون تحذير.

* وهي شبكات تشكلت فقط جراء وجود العقد إلى جانب بعضها تسمى شبكات حاسب لحاسب AD-Hoc Networks أو computer to computer Networks

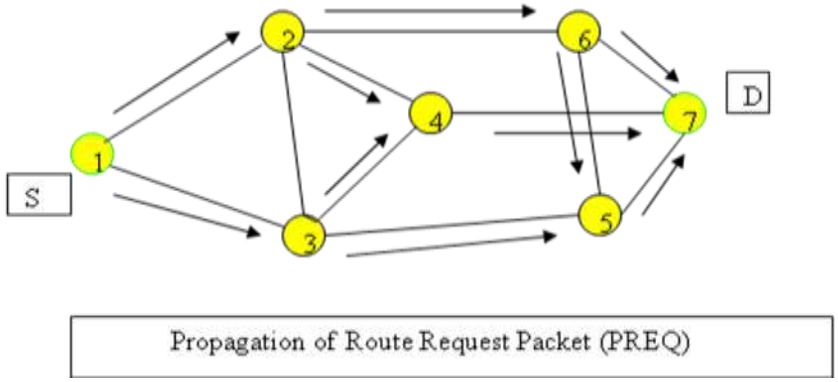
يتم اختيار شجرة المسار الأقصر (Incremental Shortest Path Tree ISPT) التي يمكن اعتمادها لبناء شجرة البحث الثنائية بدءاً من المصدر وثم الوصول إلى كل العقد واختيار الكلفة الأدنى، وهذه الخوارزمية مناسبة عندما يكون عدد المستقبلات العقد قليل نسبياً.

بناء الشبكة Network Model

توصف أية شبكة (Ad-hoc) بمخطط من العقد (موجهات + حواسيب) تُعدُّ عقدتين متصلتين معاً من خلال سهم على المخطط إذا كان بالإمكان الاتصال مع بعض مباشرةً ونفترض أن جميع العقد ضمن المجال الترددي دون عوائق اتصال بينهم.

نعدُّ في الشكل (4) أدناه شبكة متعددة القفزات (افترضها الباحث) حيث إنّ الاتصال بين العقدة وجيرانها بشكل لاسلكي وضمن الاعتبارات الآتية [11,12,13,14,15]:

- العقدة المجاورة هي عقدة من مجموعة العقد التي يمكنها استقبال الحزمة المرسلة من العقدة المصدر.
- الحزمة المرسلة من المصدر يجب أن تستقبل من كل العقد المجاورة لها.
- كل عقدة تحوي على موجه خاص بها يحدد الكلفة والمسار الأقصر للوصول للهدف.
- كل عقدة تحوي جدول توجيه يحوي المعلومات الآتية:
  - عنوان الوجهة الهدف (Destination IP Address).
  - القفزة التالية (العقدة المجاورة) في اتجاه الهدف (Next Hop).
  - الرقم التتابعي باتجاه الوجهة الهدف (Sequence Number for destination).
  - جدول قياس (Metric).
- كل عقدة تبث على الشبكة جدول توجيهها بشكل كامل وما يحويه من معلومات ضمن ما يعرف Full Dump
- كل عقدة تدخل للمشاركة ضمن حقل التغطية للشبكة لها وزن خاص بها ويجب أن تعلم بها كل عقد الشبكة Wight Setting Time (WST)



الشكل (4) يظهر كيفية انتشار حزمة التوجيه ضمن الشبكة

بناء خوارزمية توجيه لشبكة لاسلكية

إن شجرة الخوارزمية في البحث المتعدد لشبكة لاسلكية تبدأ من المصدر وتتقدم عقدة تلو الأخرى حتى تصل إلى العقدة الهدف، ومن هنا يمكن تقسيم مشكلة التوجيه كما يظهر الشكل السابق الذي يوصف عملية التوسع من حيث تقسيم التوجيه لخوارزمية التوجيه إذ تقرر كل عقدة بمفردها العقدة التالية المجاورة في الشبكة.

خلال بناء الخوارزمية فإن كل عقدة تنتمي إلى واحدة من الأوضاع الآتية:

- عقدة مغطاة (Covered Nodes).
- عقدة بحالة إرسال (Transmitting Nodes).
- عقدة بحالة سكون (Idle Nodes)

إن مجموعة العقد المغطاة تحتوي كل العقد غير المرسلة التي لديها حزم المعلومات وهي مجموعة العقد المجاورة في الشبكة للمصدر بينما الساكنة (غير الظاهرة) فهي حالة عملياً لا يتضمنها البث المتعدد.

الخوارزمية هنا تختار العقدة الآتية (Next Node) من العقد المجاورة للهدف بأقصر مسار ممكن ويوجد ثلاثة أنواع أساسية من الخوارزميات المستخدمة:

1. خوارزمية ديكسترا (PD) (Dijkstra).
2. خوارزمية أقل كلفة (MCP) (Minimum-cost Path).
3. خوارزمية (Heuristic Algorithm)

والخوارزمية المستخدمة تسهّل لنا عملية ضبط البيئة اللاسلكية لأخذ النتائج ومقارنتها من أجل حالة عامة لشبكة متعددة البث وتبقى خوارزمية ديكسترا الأكثر فاعلية لشبكات Ad-hoc والأبسط لتحقيق أسرع نفاذ إلى العقد المستقبلية. هنا تظهر فعالية تغطية المسارات للعقد المغطاة بدلاً من شجرة العقد وبهذه الطريقة نتجنب حساب كلفة الإرسال لأية عقدة أكثر من مرة [15-14] .

دراسة المحاكاة وإنجاز النتائج والقياسات:

تمت دراسة المحاكاة باستخدام محلل الشبكة (NS-2) معتمدين على الشعاع (n, R_{max}, m, w):

n – عدد العقد

R– مدى الإرسال

m– عدد المستقبلات ضمن الإطار

w– مقدار الوزن والكلفة.

وتمت الدراسة للبروتوكولات المنجزة وفق البارامترات التالية في الجدول (2):

الجدول (2) بارامترات النمذجة

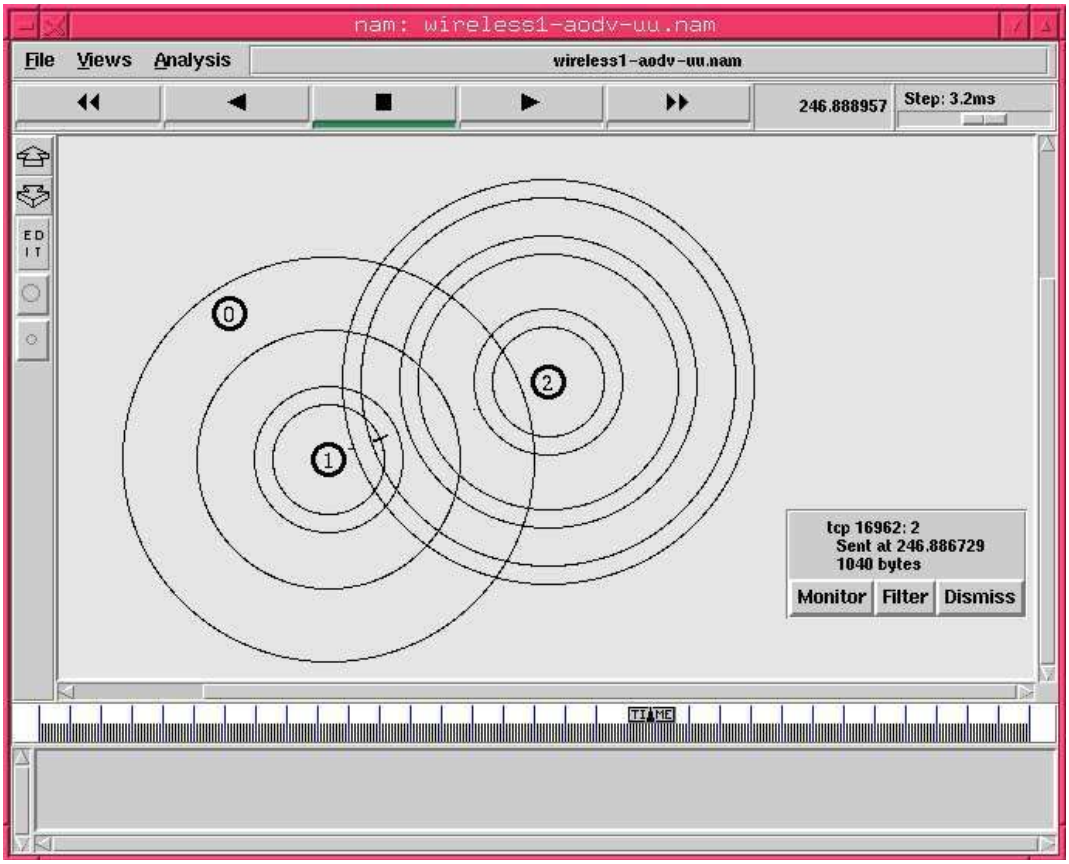
Simulator	NS-2
Studied protocols	DSDV, AODV
Simulation time	1000 seconds
Simulation area	500m X 500m
Transmission range	250 m
Speed	0-25 m/s

Traffic type	CBR
Data payload	512 bytes/packet
Packet rate	3 packet/sec
Node pause time	50 s
Bandwidth	2 Mb/s
Movement model	Random model

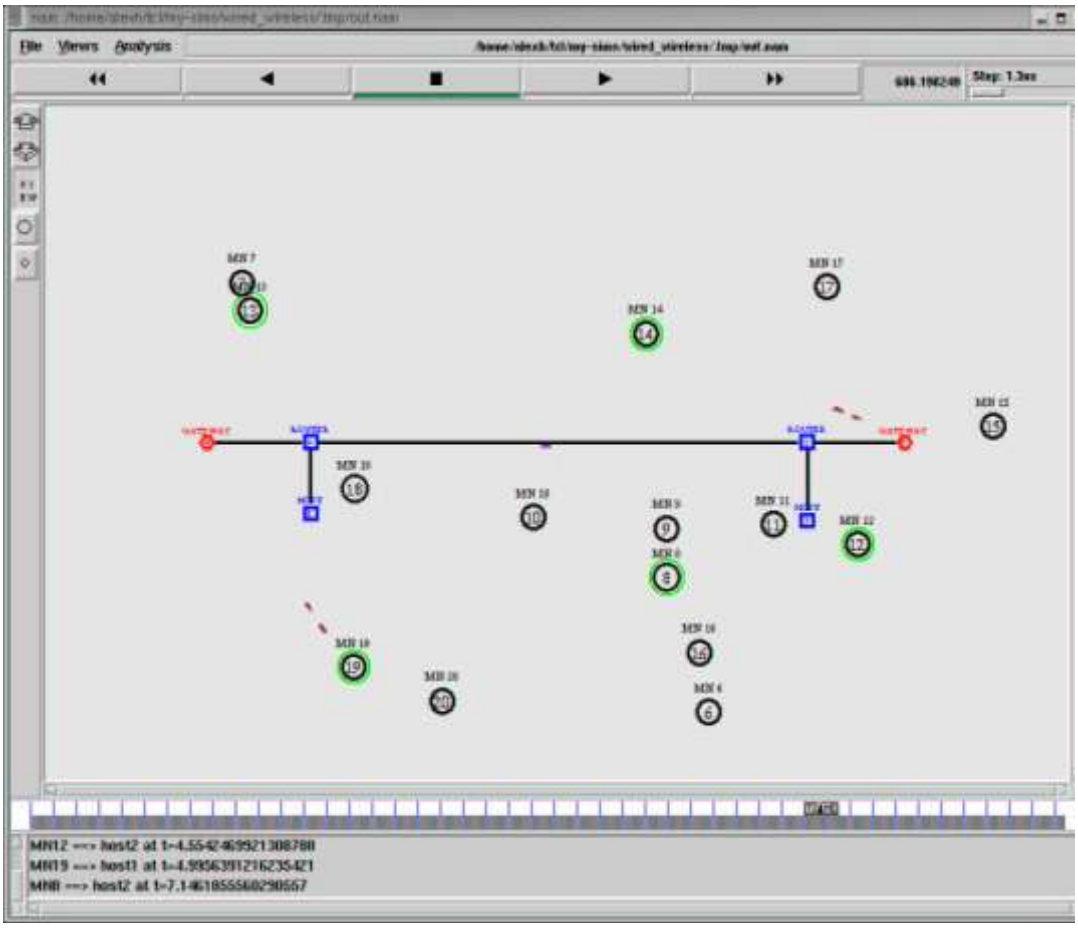
نتائج المحاكاة Simulation Results:

إن نتائج المحاكاة تعتمد تقويم الأداء للبارامترات والمنحنيات بين البروتوكولات ضمن زمن المحاكاة وفق جدول المحاكاة السابق وذلك من خلال تتبع الأثر لمحلل الشبكة من خلال: نسبة تسليم الرزم – فعالية الإرسال والاستقبال – زمن التأخير

تظهر الصور التالية (الشكل 5 والشكل 6) كيفية تتبع الأثر لكل عقدة والمدى الذي تغطيه ضمن الشبكة بالإضافة إلى معرفة نوع البروتوكول المستخدم TCP أو UDP بين العقد والزمن الذي أرسلت فيه وقيمتها عند الإرسال. وهي صور تمثل الواجهة الأمامية لمحلل الشبكة مأخوذة ومطبوعة في أثناء دراسة النمذجة والمحاكاة لإظهار حركية العقد ومدى تغطيتها بالإضافة إلى السرعات والزمن الذي يتم فيه وصول الرزمة أو عدم وصولها .



الشكل (5) الواجهة الأمامية لمحلل الشبكة NS-2



الشكل (6) تتبع الأثر لحركية العقد وزمن وصولها

1-نسبة تسليم الرزم Packet Delivery Fraction (PDV)

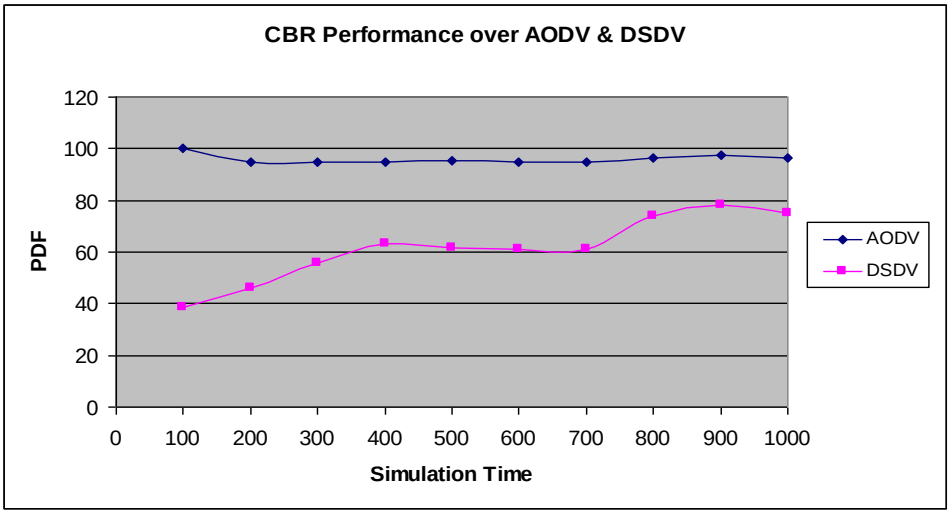
تعطى نسبة تسليم الرزم بالعلاقة :

$$PDV = \frac{Ps}{Pr} \times 100\%$$

Ps- عدد الرزم المرسلة

Pr- عدد الرزم المستقبلة.

وكما نلاحظ في الشكل (7) عندما يزداد زمن المحاكاة فإن قيم PDV تصبح عالية تقريباً ومستقرة مع البروتوكول AODV ولكن مع البروتوكول DSDV تتزايد بشكل عشوائي مع زيادة زمن المحاكاة أسوأ من البروتوكول AODV، ويعود السبب في ذلك إلى أن البروتوكول AODV بروتوكول عند الطلب لحظة إنشاء أو انقطاع العقد ضمن الشبكة بينما البروتوكول DSDV هو بروتوكول تتابعي في تسليم الرزم من عقدة لأخرى.



الشكل (7) مقارنة نسبة تسليم الرزم بين AODV , DSVD

2- زمن التأخير End to End Delay

يشير بارامتر زمن التأخير إلى قيمة الزمن المستغرق للحزمة من العقدة المصدر إلى العقدة الهدف وفق ما يأتي:

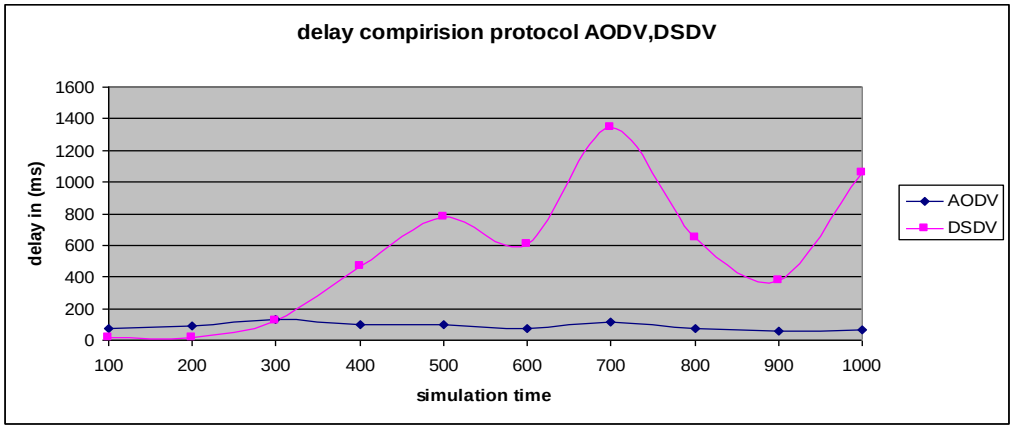
$$D=Ta-Ts$$

إذ أن:

Ta- زمن وصول الرزمة إلى العقدة الهدف

Ts- زمن إرسال الرزمة إلى العقدة المصدر

هذا الزمن يتضمن كل التأخيرات التي قد تحصل بين العقدة المصدر والعقدة الهدف وكما نجد في الشكل(8)، فإن البروتوكول AODV يملك معدل تأخير أقل بالمقارنة مع DSDV. شرح عندما العقد تتحرك بسرعة عالية فإن DSDV يتصرف عشوائياً خلال زمن المحاكاة وأسوأ من AODV ، بينما نجد DSDV يتصرف بشكل أفضل عند سرعات منخفضة ولأن زمن بناء الجدول في AODV فوري وآني، وباعتبار كما يظهر الشكل زمن التأخير ثابت نسبياً، فإن هذا البروتوكول ذو تأخير مقبول، خاصة في حالات الشبكة ذات الخطوط المتناظرة.



الشكل (8) مقارنة زمن التأخير بين البروتوكولين DSDV , AODV

3-الإنتاجية (نسبة الإنجاز) Throughput

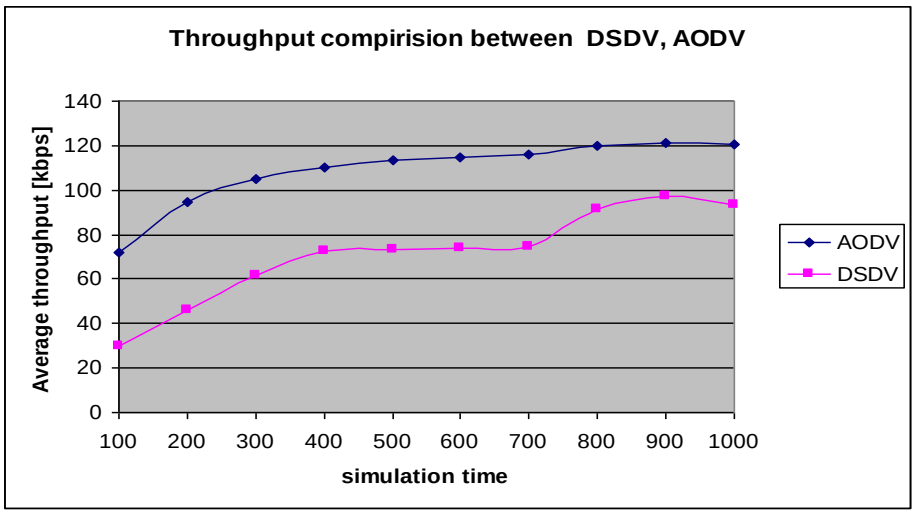
يدل هذا البارامتر على إرسال واستقبال المعطيات، وهو يتعلق بكمية المعلومات المرسلة خلال ثانية واحدة في قناة ذات سعة ووصلات جيدة.

$$Tp=Pa/Pf$$

Pa- كمية الرزم المستقبلة

Pf- كمية الرزم المرسلة.

إن البروتوكول DSDV يتصرف بشكل جيد عند حركية عقد منخفضة وتزداد الفعالية كلما تدرجنا في حركية عقد عالية كما يظهر الشكل (9) ونجد أن البروتوكول AODV أفضل من البروتوكول DSDV خلال زمن المحاكاة ويحقق استقراراً وزيادة في الفعالية وإيصال الرزم وبشكل ثابت كلما زاد حركية العقد، وذلك لأن مخطط التوسع يتغير تلقائياً وشرعية المسارات تتبدل باستمرار، مما يجعل من البروتوكول AODV وبناء الجداول لديه أسرع وأفضل في الحالات الطارئة.



الشكل (9) فعالية الرزم بين البروتوكولين AODV , DSDV

الاستنتاجات والتوصيات:

تم إجراء تقييم لعمل البروتوكولات الأساسية DSDV , AODV في شبكات Ad-hoc اللاسلكية التي تستخدم بشكل واسع في حالات الطوارئ (الاتصالات العسكرية – سفن في عرض البحر – زلازل- إسعاف ... إلخ) وقد أظهرت نتائج المحاكاة وفق محلل الشبكة NS-2 أن البروتوكول AODV أفضل من DSDV خلال زمن المحاكاة باعتبار أن DSDV يحتاج إلى وقت أطول لتحقيق الاتصال وبشكل بطيء نسبياً مما يجعله بروتوكولاً غير مناسب في شبكات Ad-hoc (وهذا طبيعي لأن AODV هو بروتوكول تفاعلي للحظة دخول العقد العمل يتم تأسيس الاتصال بينما DSDV تتابعي يستغرق مدة أطول من العقد). بينما يزداد استخدام البروتوكول AODV بفعالية في هذا النوع من الشبكات، خاصة عندما تدخل عقد جديدة على الشبكة أو تخرج منها حيث يمكن أن يتغير مخطط التوزع للموجات على مدار الساعة وتلقائياً دون تحذير.

من النتائج المهمة أيضاً أن خوارزمية AODV لا ترسل بشكل دوري رسائل مثبوتة بشكل عام تحوي جداول توجيهها كاملة، وهذا يحفظ لنا عرض الحزمة وتوفير طاقة البطارية(علماً أنّ عمر البطارية في الحواسيب المحمولة يتجاوز العشرين ساعة).

من النتائج الأخرى أن خوارزمية AODV تقوم بالتوجيه في حالة البث العام والبث المجموعاتي وهذا مهم جداً في حالات الطوارئ.

المراجع:

1- JAIN, s. R. [Photo], *TCP/IP Book Cover · Top Excellence* www.cs.wustl.edu/~jain/ - 40k - Cached - Similar pages

2- KOTA,S.; GOYAL.M.; GOYAL.R.; JAIN. R. *www.cs.wustl.edu/~jain/books/index.html* - 11k - Cached - Similar pages

3- LEINO. J.; PENTTINEN. A.; VIRTAMO. J., *Flow level performance analysis of wireless data networks: A case study*. In Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Communications (ICC 2006), June 2006. 6 pages. © 2006 IEEE. By permission.

4- "The First IEEE Workshop on Wireless LANS: Preface". *Worcester Polytechnic Institute. Retrieved* on 2008.

5- DRAVES. R.; PADHYE. J.; ZILL B., *Routing in Multi-radio, Multi-hop Wireless Mesh Networks* ,ACM MobiCom, Philadelphia, PA, September 2004.

6- MITCHEL. L.; SELIN. A., (2006-09-26). "*CSIRO hits back on wireless*", *Australian IT*. Retrieved on 2007.

7- "*Comparing 802.11a, b, and g: Channels and Interference*". *Inform IT*. Retrieved on 2008.

8- POMMER, H. *Roaming zwischen Wireless Local Area Networks*. VDM Verlag, Saarbrücken 2008, ISBN 978-3-8364-8708-5.

9- AKYILDIZ, I.F.; WANG, X., "*A Survey on Wireless Mesh Networks*", IEEE Radio Communications, September 2005, 525-530,
http://users.ece.gatech.edu/~wxudong/Xudong_Wang_commesh.pdf

10- AKYILDIZ, I.F.; WANG, X.; WANG, W., "*Wireless Mesh Networks: A Survey*", Computer Networks 47, 2005, 445-487.
http://www.ece.gatech.edu/research/labs/bwn/mesh.pdf

11- ZHAO, R., WALKE, B., "*Decentrally Controlled Wireless Multi-hop Mesh Networks for High Quality Multi-media Communications*", International Workshop on Modeling Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems, Year of Publication: 2005 ,ISBN:1-59593-188-0 , 200-208.

12- Proceedings of the 8th ACM international symposium on Modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems, SESSION: Channel access, ACM. Year of Publication: 2005 ISBN:1-59593-188-0 , 209-218.

13- PENTTINEN, A. *Efficient multicast tree algorithm for ad hoc networks*. In Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems (MASS 2004), pages 519-521, October 2004. © 2004 IEEE. By permission.

14- http://w3.antd.nist.gov/wahn_home.shtml

15- http://www.antd.nist.gov/wctg/manet/manet_bibliog.html#AdHoc