بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة آل البيت
كلية الأمير الحسين بن عبد الله
لتكنولوجيا المعلومات
قسم علم الحاسوب

رسالة ماجستير في علم الحاسوب

بعنوان

تجنب الازدحام في العقد الوسطية في الشبكات الخاصة المتحركة

Congestion Avoidance in Internal Nodes of Ad hoc Mobile Networks

إعداد
ندى ماجد عبدالرضا
٠٣٢٠٩٠١٠٠٧

اسم المشرف
الدكتور إسماعيل عبابنة

الفصل الثاني ٢٠٠٦ م

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الإهـــــــداء

إلـى ...

أمـــــي و أبـــــي . . .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكـــــــــــــر

بداية أشكر الله سبحانه وتعالى ، ثم أتقدم بالشكر والتقدير إلى المشرف على رسالتي الدكتور إسماعيل عبابنة على توجيهاته وملاحظاته التي أنارت دربي وساعدتني في انجاز هذه الدراسة.

وأشكر أعضاء لجنة المناقشة على ماقدموه من ملاحظات وآراء ساهمت في تطوير هذه الرسالة.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

قائمة المحتويات

المحتوى	الصفحة
صفحة الغلاف	أ
الإهداء	ب
الشكر	ج
قائمة المحتويات	د
قائمة الجداول	ز
قائمة الأشكال	ح
قائمة المصطلحات	ط
قائمة الاختصارات	ي
الملخص	ك
الفصل الأول : مقدمة عن الشبكات اللاسلكية	١
١-١ الشبكات اللاسلكية	١
١-١-١ الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية	١
١-١-٢ الشبكات اللاسلكية دون بنية تحتية	١
١-٢ خصائص الشبكات الخاصة	٢
١-٣ تطبيقات الشبكات الخاصة	٣
الفصل الثاني : بروتوكولات التمرير في الشبكات الخاصة	٤
٢-١ الأصناف الرئيسية لبروتوكولات التمرير في الشبكات الخاصة	٤
٢-٢ البروتوكولات الموجهة بالجداول	٦
٢-٣ البروتوكولات الموجهة حسب المصدر	٦
٢-٤ بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني AODV	٧
٢-٤-١ اكتشاف المسار	٧
٢-٤-٢ صيانة المسار	٩
الفصل الثالث : الدراسات السابقة	١١

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣-١ تكيف المسار بحسب الازدحام في الشبكات الخاصة	١١
٣-٢ تجنب الازدحام في التمرير المصدري للشبكات الخاصة	١١
٣-٣ بروتوكول متجه المسافة للتعرف على الازدحام (CADV)	١٢
٣-٤ السيطرة على الازدحام في التمرير متعدد الوجهات للشبكات الخاصة	١٢
٣-٥ خوارزمية تمرير معتمدة على التأخير (TB)	١٣
٣-٦ خوارزمية تمرير ديناميكية معتمدة على الحمل (DLAR)	١٣
٣-٧ التمرير متعدد المسارات الأقصر المعتمدة على الازدحام	١٤
الفصل الرابع : الدراسة المقترحة	١٥
٤-١ مشكلة الدراسة وهدفها	١٦
٤-٢ الخوارزمية المقترحة	١٦
الفصل الخامس :المحاكاة	١٨
٥-١ المحاكي	١٨
٥-٢ مدخلات المحاكي	١٨
٥-٣ آلية عمل المحاكي	١٩
٥- ٤ معايير تقييم الأداء المستخدمة	٢٠
٥- ٤- ١ الكلفة الإضافية (Overhead)	٢٠
٥- ٤- ٢ نسبة تسليم حزم البيانات (Packet Delivery Ratio)	٢٠
٥- ٤- ٣ متوسط وقت تأخير حزم البيانات (End-to-End Delay)	٢٠
٥- ٥ العوامل المؤثرة على الأداء	٢٠
٥- ٥- ١ تأثير زيادة سرعة العقد على الكلف الضافية	٢٠
٥- ٥- ٢ تأثير زيادة سرعة العقد على نسبة تسليم حزم البيانات	٢٠
٥- ٥- ٣ تأثير زيادة سرعة العقد على متوسط وقت تأخير حزم البيانات	٢١
٥- ٥- ٤ تأثير زيادة معدل إرسال حزم البيانات على الكلف الإضافية	٢١
٥- ٥- ٥ تأثير زيادة معدل إرسال حزم البيانات على نسبة التسليم	٢١
٥- ٥- ٦ تأثير زيادة معدل إرسال حزم البيانات على متوسط وقت التأخير	٢١
الفصل السادس : تحليل نتائج محاكاة البروتوكول	٢٢
٦-١ الكلف الإضافية	٢٢

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦-٢ نسبة تسليم حزم البيانات	٢٦
٦-٣ متوسط وقت تأخير حزم البيانات	٢٩
٦- ٤ خلاصة النتائج	٣٣
٦- ٥ الأعمال المستقبلية	٣٤
قائمة المراجع	٣٥
الملخص باللغة الإنجليزية	٣٨

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الجداول

الجـــدول	الصفحة
جدول(٥-١) : بروتوكولات ونماذج المحاكاة	١٩

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الأشكال

الشكـــــــــل	الصفحة
شكل (١-١) شبكة خاصة تتكون من ثلاث عقد لاسلكية	٢
شكل (١-٤)حصول الازدحام في منطقة من الشبكةعند وجودالعقدةعلى أكثرمن مسار	١٥
شكل (٤-٢) معالجة الازدحام بتوزيع المسارات على أطرف الشبكة .	١٥
شكل (٦-١) الكلف الإضافية لـ P=2 و S=0-10 و T=2	٢٣
شكل (٦-٢) الكلف الإضافية لـ P=2 و S=0-10 و T=6	٢٣
شكل (٦-٣) الكلف الإضافية لـ P=2 و S=0-20 و T=2	٢٤
شكل (٦-٤) الكلف الإضافية لـ P=2 و S=0-20 و T=6	٢٤
شكل (٦-٥) الكلف الإضافية لـ P=2 و S=10-20 و T=2	٢٥
شكل (٦-٦) الكلف الإضافية لـ P=2 و S=10-20 و T=6	٢٥
شكل (٦- ٧) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-10 و T=2	٢٦
شكل (٦- ٨) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-10 و T=6	٢٦
شكل (٦- ٩) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-20 و T=2	٢٧
شكل (٦- ١٠) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-20 و T=6	٢٧
شكل (٦- ١١) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=10-20 و T=2	٢٨
شكل (٦- ١٢) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=10-20 و T=6	٢٨
شكل (٦- ١٣) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-10 و T=2	٢٩
شكل (٦- ١٤) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-10 و T=6	٣٠
شكل (٦- ١٥) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-20 و T=2	٣٠
شكل (٦- ١٦) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-20 و T=6	٣١
شكل (٦- ١٧) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=10-20 و T=2	٣١
شكل (٦- ١٨) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=10-20 و T=6	٣٢

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة المصطلحات

المصطلح	ما يعادله باللغة الإنجليزية
الشبكات الخاصة المتحركة	Mobile Ad hoc Networks
عقد	Nodes
عقدة ثابتة	Base Station
الحزم	Packets
ممررات	Routers
طلب مسار	Route Request
إجابة مسار	Route Reply
خطأ مسار	Route Error
حزمة بيانات	Data Packet
جدول التمرير	Routing Table
قفزة	Hop
إغراق	Flooding
حد العتبة	Threshold Limit
إرغام	Force

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الاختصارات

الاختصار	ما يعادله
RREQ	Route Request
RREP	Route Reply
RERR	Route Error
AODV	Ad hoc On-demand Distance Vector
DSDV	Dynamic Destination – Sequenced Distance - Vector Routing
CADV	Congestion-Aware Distance Vector
ODMRP	On-Demand Multicast Routing Protocol
TB	Trail Blazer
DLAR	Dynamic Load-Aware Routing
GlomoSim	Global mobile information system Simulator
OSI	Open System Interconnection
TCP/IP	Transaction Control Protocol / Internet Protocol
PARSEC	Parallel Simulation Environment Complex System
CBR	Constant Bit Rate
UDP	User Datagram Protocol
MAC	Medium Access Control

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الملخـــــص

يمثل الازدحام احد المشاكل الرئيسية التي تعاني منها الشبكات ، ويحصل في مواقع معينة من الشبكة كنتيجة لارتفاع عدد حزم البيانات المارة من تلك المنطقة ، وفي هذه الرسالة يحصل الازدحام نتيجة لزيادة عدد المسارات تمر عبر عقدة عن حد معين ، وحالة الازدحام تختلف من بروتوكول إلى آخر في الشبكات الخاصة وذلك تبعا للآلية المتبعة في ذلك البروتوكول لتمرير حزم البيانات بين عقد الشبكة .

تم في هذه الدراسة معالجة مسألة الازدحام في الشبكات الخاصة وبشكل مباشر، وتم تطبيق العمل على بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني. تقوم الخوارزمية المقترحة على أساس أن كل عقدة في الشبكة الخاصة تراقب عدد المسارات التي تشترك بها ، وعندما يبلغ عدد المسارات حدا معينا تعتبر العقدة أنها دخلت في حالة ازدحام وتتوقف عن المشاركة في المسارات وتسمى هذه الحالة بالوصـــول إلى حـد العتبة(Threshold Llimit) ، ولكن لو احتاجت عقدة في الشبكة الخاصة لمسار ما ولم تحصل عليه فأنها تستطيع إرغام كل العقد على الرد على طلب المسار وتسمى هذه العملية بالإرغام (Force).

تم قياس كفاءة أداء الخوارزمية المقترحة من خلال منهجية المحاكاة حيث تم تطبيقها على بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني ، وتمت مقارنة النتائج مع نفس البروتوكول بدون وجود الخوارزمية المقترحة ، وقد نتج عن الخوارزمية المقترحة انخفاض في الكلفة الإضافية وانخفاض في متوسط تأخير حزم البيانات ، وبشكل عام كانت نسبة التحسين مع الإرغام أفضل من حالة استخدام حد العتبة فقط.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الأول

مقدمة عن الشبكات اللاسلكية

منذ بداية الثمانينات ، بدأت شعبية الشبكات اللاسلكية تتزايد في مجال الحواسيب ، نتيجة لتزايد عدد مستخدمي الحواسيب المحمولة وأجهزة الاتصالات اللاسلكية المتحركة ، وكان الانخفاض في أسعار الأجهزة المحمولة وزيادة سرعتها في نقل البيانات وخفة وزنها وسهولة التنقل بها وبقائها لفترة طويلة بعيدا عن مصادر الطاقة من الأسباب التي ساعدت في زيادة انتشارها .

وعلى الرغم من أن الشبكات اللاسلكية قد لبت جزءا كبيرا من طلبات المستخدمين إلا أن الحاجة ظلت ملحة لوجود شبكات خاصة ذات ميزات أعلى من الشبكات اللاسلكية من حيث الكلفة الأقل وحرية الحركة الأكبر لعدم الحاجة لوجود بنية خاصة وأنه قد لاتكون هناك إمكانية لإنشاء بنية تحتية في بعض البيئات (Corson,1999) .

١-١ الشبكات اللاسلكية

تقسم الشبكات اللاسلكية إلى نوعين : النوع الأول الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية والنوع الثاني الشبكات اللاسلكية بدون بنية تحتية وتدعى بالشبكات الخاصة (Mobile Adhoc Networks) .

١-١-١ الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية

وهي الشبكات اللاسلكية التي تعتمد في عملها على محطات (عقد Nodes) ثابتة مثل الأبراج والمحطات الأرضية ، ومن أمثلتها شبكات الهواتف الخلوية والشبكات اللاسلكية في المباني والجامعات . وتغطي كل محطة ثابتة أو عقدة ثابتة (Base Station) منطقة جغرافية محددة ، بحيث تستطيع العقد المتحركة التي تقع ضمن هذه المنطقة التراسل فيما بينها (Royer, 1999) .

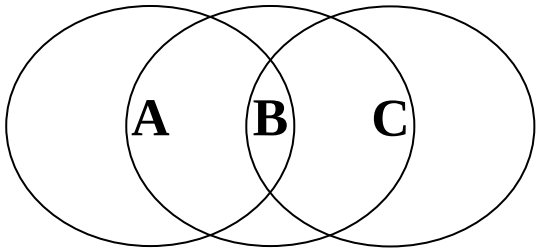
١-١-٢ الشبكات اللاسلكية دون بنية تحتية

وتسمى بالشبكات الخاصة ، وتتكون من مجموعة من العقد اللاسلكية المتحركة التي تتراسل باستخدام الموجات الراديوية دون الحاجة إلى بنية تحتية أو إشراف مركزي ، وتتعاون العقد فيما بينها لإيصال الحزم (Packets) إلى وجهتها النهائية وفي تحديد المسارات وصيانتها (Macker,

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(1998 ، وذلك بسبب المدى الراديوي المحدود لكل عقدة ، ويتم التراســل بين العقد الغير المتجاورة عبر مســار متعــدد القفزات (Johnson, 1999) .

ويبين الشكل (١-١) شبكة خاصة تتكون من ثلاث عقد لاسلكية A,B,C وتعبر كل دائرة عن مدى الإرسال اللاسلكي لكل عقدة ، وتستطيع كل عقدة التراسل بشكل مباشر مع العقد التي تقع ضمن مداها ، مثلا العقدتين A,B و B,C لكن التراسل بين العقدتين A,C لايمكن أن يتم بشكل مباشر لأن العقدة A ليست ضمن مدى العقدة C ولذلك يتم التراسل عبر العقدة B لأنها واقعة في مجال التغطية للعقدتين A,C .



شكل (١-١) شبكة خاصة تتكون من ثلاث عقد لاسلكية

١-٢ خصائص الشبكات الخاصة

تتصف الشبكات الخاصة بالخصائص التالية (Chen, 1998) :

١. امتلاك هيكلية متغيرة حيث تدخل عقد جديدة وتخرج عقد أخرى بشكل مستمر وبدون إيقاف عمل الشبكة ، وتغيير المواقع الجغرافية.
٢. عقد الشبكة ممكن أن تكون مستقبلة و مرسلة و ممررة .
٣. عدم الحاجة إلى إدارة مركزية لتنظيم عمل الشبكة.
٤. إمكانية العمل ضمن ظروف صعبة بالنسبة للشبكات الأخرى .
٥. محدودية سعة الخزن.
٦. محدودية طاقة البطارية لعقد الشبكة ، وهذا يؤدي الى محدودية مدى التحويل .
٧. تأثر عقد الشبكة وعمليات التراسل بالضوضاء والتشويش .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٨. بسبب محدودية مدى الموجات الراديوية فان العقد ستنقل حزم البيانات بأسلوب القفزات المتعددة وبأقل طاقة ممكنة.

٣-١ تطبيقات الشبكات الخاصة

تستخدم الشبكات الخاصة في العديد من المجالات (Iwata, 1999) مثل :

١. العمليات العسكرية
٢. البحث والإنقاذ
٣. المؤتمرات
٤. الكوارث الطبيعية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثاني
بروتوكولات التمرير في الشبكات الخاصة

إن مدى الإرسال في العقد محدود وهذا يفرض على كل عقدة الاستعانة بجيرانها للتراسل مع العقد البعيدة عنها ولكي يتم هذا التعاون بطريقة صحيحة لابد من وجود بروتوكولات تنظم عملية التمرير وتحدد المسارات وتتعامل مع قصور الشبكة المتمثل بمحدودية طاقة البطارية ومحدودية سعة النطاق . ولذلك فأن الحاجة إلى بروتوكولات التمرير ستبقى كلما كان هنالك حزم من البيانات مطلوب تمريرها عبر عقد الشبكة ولذلك فان أهم وظيفة لبروتوكولات التمرير هي إيجاد المسارات لكي يتم استخدامها في توصيل حزم البيانات ، والتأكد من أن البيانات قد تم توصيلها للوجهة المطلوبة ، وصيانة المسارات .

توجد العديد من بروتوكولات التمرير القديمة التي كانت تستخدم مع الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية مثل بروتوكول التمرير متجه المسافة(Distance Vector Routing Protocol) وبروتوكول التمرير حسب حالة الوصلة(Link State Routing Protocol) ، وهذه البروتوكولات قد تم تصميمها خصيصا للشبكات اللاسلكية الثابتة (غير المتحركة) ، والتي لا يمكن تطبيقها على الشبكات الخاصة ، لذا فقد تم تصميم بروتوكولات ذات صفات أخرى ملائمة للعمل على الشبكات الخاصة .

٢-١ الأصناف الرئيسية لبروتوكولات التمرير في الشبكات الخاصة

تصنف بروتوكولات الشبكات الخاصة إلى ثلاثة أصناف رئيسية :

- **البروتوكولات المترقبة (Proactive Protocols)**

وتسمى أيضا بالبروتوكولات الموجهة بالجداول ، وطريقة عملها مشابهة للشبكات السلكية ، حيث أنها تحاول اكتشاف وصيانة المسارات بشكل دائمي حتى تكون حالة الشبكة والمسارات معروفة بديهيا عند احتياجها ، هذه الطريقة دوما تعتبر سريعة لان المسار موجود أصلا وجاهز للاستخدام ولكنها تتسبب في زيادة الحمل على الشبكة (Royer, 1999) ، تحاول دوما تصليح المسارات العاطلة المخزنة عندها ، حتى لو لم يعد لها استخدام بعد الآن وعملية التصليح هذه تعتبر ضياع وهذا الضياع سوف يؤثر على سعة النطاق للمصادر ويضعفها وقد يسبب في حصول الازدحام في مناطق متعددة من الشبكة ، وبما أن حزم التحكم لها أولوية بالمرور أعلى من حزم البيانات

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

فإن ذلك سوف يسبب ضياع للبيانات في المناطق المزدحمة من الشبكة وضياع البيانات يؤدي إلى إعادة إرسالها مرة أخرى مما يسبب التأخير والازدحام (Broadway, 2003) .

❖ **البروتوكولات التفاعلية (Reactive Protocols)**

وتسمى أيضا ببروتوكولات حسب الطلب ، حيث أنها تبدأ البحث عن مسار فقط عندما يكون هناك حاجة لذلك وقد قامت بفصل عملية اكتشاف المسار عن صيانته ولا تحتاج إلى النشر الدوري لمعلومات تحديث المسارات . فإذا أراد مصدر معين إرسال حزمة بيانات لهدف ما وليس لديه مسار لذلك الهدف فسوف يبتدئ باكتشاف المسار داخل الشبكة وذلك بنشر (Broadcast) رسالة طلب مسار (Route Request - RREQ) إلى جيرانه ، والذين بدورهم يقومون بنشر الطلب إلى جيرانهم وصولا إلى الوجهة . تقوم الوجهة بالإجابة بإرسال رسالة الإجابة (Route Reply - RREP) إلى المصدر باستخدام إما نفس مسار الوصول ولكن بشكل معكوس أو باستخدام مسار مخزون عندها . تكون هذه الطريقة بطيئة لأنه في حالة عدم وجود مسار سيكون لدينا مرحلة اكتشاف المسار ثم استخدامه وأخيرا الإرسال ولكن درجة الحمل على الشبكة ستكون قليلة (Johnson, 2003) ، أما إذا كانت حركة العقد عالية وعملية التواصل مستمرة فستكون دوما هنالك حاجة لاكتشاف المسارات وبما أن كل محاولة لاكتشاف المسارات سوف تغمر الشبكة بحزم طلب مسارات ، فأن عدة مسارات تكتشف في نفس الوقت ، ويزداد الازدحام والتصادم داخل الشبكة . تعاني هذه البروتوكولات من القصور والعجز في الشبكات عندما يكون العبء عاليا ، ولذلك فإنه في معظم الحالات وعند حصول أي ضياع في البيانات فسوف يتم مباشرة محاولة معالجة سبب الضياع ، مثلا صيانة المسارات المنقطعة وذلك سيؤدي إلى حذف حزم البيانات المارة مناطق الازدحام مما يتطلب إعادة إرسالها مرة أخرى وسيؤدي ذلك إلى المزيد من الازدحام في تلك المناطق (Broadway, 2003) .

❖ **البروتوكولات الهجينة (Hybrid Protocols)**

وقد دمج هذا النوع من البروتوكولات مابين البروتوكولات المترقبة والبروتوكولات التفاعلية ، حيث تقسم الشبكة إلى عدة مناطق تمرير ، ومنطقة التمرير للعقدة هي مجموعة العقد التي تبعد عنها عدة قفزات ، وتستخدم البروتوكولات المترقبة للتمرير داخل المناطق بينما تستخدم البروتوكولات التفاعلية للتمرير بين المناطق . وبهذا سوف يقل الحمل الناتج من البروتوكولات المترقبة بين المناطق وكذلك سوف تكون كمية طلبات الحصول على مسار قليلة بين أطراف

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشبكة (Nikaein, 2001) ، يتميز هذا النوع من البروتوكولات بأن يأخذ الصفات الإيجابية من كلا النوعين السابقين مما يوفر ميزة تخفيض الازدحام (Broadway, 2003) .

٢-٢ البروتوكولات الموجهة بالجداول (Table Driven Protocols)

تقع هذه البروتوكولات ضمن صنف البروتوكولات المترقبة ، ويكون هنالك اتصال بين كل عقد الشبكة عن طريق مسار من كل عقدة الى بقية العقد ، حيث ان كل عقدة تحوي جدولا واحدا أو أكثر تخزن فيه مسارا من العقدة الحالية لبقية العقـد في الشبكة ، وفي حالة تحرك إحدى العقد فإن المعلومات المخزنة في جدول كل عقدة سيحصل عليها تحديث من خلال حزم التحكم الدورية التي يتم نشرها بالشبكة في أوقات منتظمة والتي تكشف التغيرات الحاصلة على مواقع العقد . إن عملية الحصول على المسار المطلوب سريعة ولكن تعاني من الكلفة الإضافية والحمل على الشبكة بسبب كثرة حزم التحكم الدورية (Johnson, 1996) ، ومن الأمثلة على هذه البروتوكولات هو بروتوكول المسافة حسب الوجهة (DSDV) وأحد الدراسات عن هذا البروتوكول وكيفية تحسينه في تجنب الازدحام كانت في عمل مقارنة مع بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني (AODV) وإنشاء بروتوكول متجه المسافة للتعرف على الازدحام (CADV) وكان للبروتوكول المقترح تحسن في نسبة التسليم (Wang, 2003).

٢-٣ البروتوكولات الموجهة حسب المصدر (On Demand Routing Protocols)

تقع هذه البروتوكولات ضمن صنف البروتوكولات التفاعلية ، حيث لا يتم إنشاء مسار بين عقد الشبكة كما في البروتوكولات الموجهة بالجداول ، وإنما تحصل عملية إنشاء المسارات فقط حينما يطلب إنشاء مسار من عقدة ولعقدة أخرى ، أي حين الطلب فإذا أرادت عقدة إرسال حزمة بيانات إلى عقدة أخرى في الشبكة فإن العقدة المصدر تبحث عن مسار في ذاكرتها فإذا لم تجد فستقوم بإرسال رسالة تحكم (رسالة طلب مسار) إلى عقد الشبكة تطلب فيها مسار إلى الهدف المطلوب . وعندما تحصل عليه فستستخدمه لإرسال حزمة البيانات وبهذه الحالة سيكون لديها بطئ في إيجاد المسار المطلوب ، أبطأ من الحالة السابقة ، ولكن نسبة الكلفة الاضافية والحمل على الشبكة ستكون قليلة بسبب قلة رسائل التحكم المستخدمة . والمسار الذي يتم اكتشافه سيبقى فعالا فترة من الوقت ثم يتم مسحه من ذاكـرة العقدة (Mukhija, 2001) ، ومن الأمثلة على هذه البروتوكولات هو بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (DSR) وأحد الدراسات عن كيفية تجنب الازدحام فيه كانت بمراقبة عقد الشبكة لعدد زم البيانات المنتظرة في طابور لكي تمررها إلى طبقة الشبكة وعندما يزداد طول الطابور عن حد معين فأن العقدة ستعتبر انه حصل عندها ازدحام وتتوقف عن

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المشاركة في المسارات وذلك بإعلام العقد المجاورة لها عن طريق رسالة تقوم بنشرها ، وعند انخفاض الازدحام سترجع إلى المشاركة (Hogan, 2004) .

٢-٤ بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني (AODV)

إن بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني ينتمي إلى صنف البروتوكولات التفاعلية ، ويسمح لعقد الشبكة أن تكتشف وبشكل ديناميكي المسارات عبر عدة قفزات في الشبكة وصولا للهدف المطلوب وبدون حصول دورانات . يوجد في كل عقدة جداول خاصة بالمسارات تحوي على مدخل واحد لكل وجهة يستخدم في عمليات الإجابة عن طلب مسار وكذلك في تمرير حزم البيانات وإيصالها للهدف المطلوب (Zhu, 2002).

إن هذا البروتوكول يتميز باستخدام الأرقام التسلسلية (Sequence Numbers) ، حيث أن كل عقدة سيكون لديها رقم تسلسلي يأخذ قيم مرتبة تصاعديا وبشكل مستقل عن الرقم التسلسلي لبقية عقد الشبكة ، وكل عقدة تقوم بزيادة رقمها التسلسلي عندما تنشئ طلب مسار جديد أو عندما تستلم العقدة طلب مسار منها ، أي ستكون هي العقدة الهدف . قبل أن ترسل العقدة الهدف الجواب تقوم بتحديث قيمة الرقم التسلسلي عندها وذلك بأن تأخذ القيمة الأكبر من بين الرقم التسلسلي لها والرقم التسلسلي المحدد لها في رسالة طلب المسار . إن فائدة الرقم التسلسلي تظهر في منع حدوث الدورانات في المسارات وكذلك ضمان اختيار المسار الأحدث من بين عدة مسارات متاحة لوجهة ما (Perkins, 2003) . إن الآليات الرئيسية التي تدخل في عمل بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني هي اكتشاف وصيانة المسار .

٢-٤-١ اكتشاف المسار Route Discovery

عندما ترغب عقدة ما بإرسال حزمة بيانات (Data Packet) ، فأنها ستبحث في جدول التمرير (Routing Table) الموجود عندها عن مسار للوجهة المطلوبة ، فإذا كان عندها المسار المطلوب فإنها ستستخدمه في إرسال حزمة البيانات وإلا فأن العقدة سوف تحتاج إلى استدعاء آلية اكتشاف المسار .

عند استدعاء آلية اكتشاف المسار فإن العقدة المصدر سوف تكون رسالة طلب مسار ، وفي رسالة طلب المسار ستضع العقدة المصدر المعلومات التالية:

- عنوان العقدة الهدف
- آخر رقم تسلسلي للعقدة الهدف
- عنوان العقدة المصدر

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

- الرقم التسلسلي للعقدة المصدر
- عداد القفزات ـ وقيمته الأولية ستكون صفر

وفي حالة عدم وجود رقم تسلسلي للوجهة (العقدة الهدف) فإن قيمته الأولية ستكون صفرا ، سيقوم بعدها المصدر بنشر رسالة طلب المسار إلى العقد الجارة له .

عندما تستلم أي عقدة رسالة طلب المسار تتأكد أولا من عدم تكرارها ، في حالة التكرار سيتم إهمال الرسالة ، ثم ستقوم بزيادة قيمة عداد القفزات في الرسالة بقيمة (١) وثم تقوم بإنشاء مسار معاكس وتحفظه في جدول التمرير التابع لها ، أي سيكون لديها مسار للعقدة المصدر ومسار آخر يخص العقدة التي استلمت منها رسالة طلب المسار وهذا سيساعد فيما إذا استلمت هذه العقدة رسالة إجابة ، ومطلوب تمريرها إلى المصدر فأنه سيكون عندها بجدول التمرير مسار لذلك المصدر. بعدها فان العقدة المستلمة لرسالة طلب المسار سترسل رسالة إجابة إذا كانت هي العقدة الهدف أو إذا كان لديها مسار إلى الهدف المطلوب . وسيتم استخدام المسار الذي يكون رقمه التسلسلي على الأقل أكبر من الرقم التسلسلي للعقدة الهدف الموجود في رسالة طلب المسار ، ثم ستقوم العقدة مباشرة بأنشاء رسالة إجابة وفيها المسار المطلوب وترسلها مباشرة إلى المصدر ، (سيتم اعتبار المصدر هو العقدة الهدف التي نريد الإرسال لها ، لان المسار معكوس) إما إذا كانت العقدة المستلمة لا تحوي مسار إلى الهدف المطلوب فإنها ببساطة ستعيد نشر رسالة طلب المسار.

عندما ستقوم العقدة بإنشاء رسالة إجابة ، فإنها ستضع فيها :

- عنوان العقدة الوجهة (العقدة المستلمة لرسالة الإجابة)
- الرقم التسلسلي للوجهة
- عنوان العقدة المصدر (العقدة المرسلة لرسالة الإجابة)
- عداد القفزات ـ وقيمته الأولية ستكون صفر

ستقوم بعدها العقدة بإرسال رسالة إجابة باتجاه المصدر ومرورا بالعقدة التالية. عندما تستلم العقدة التالية رسالة الإجابة ، فأنها أولا ستقوم بزيادة قيمة عداد القفزات في رسالة الإجابة ثم تحفظ المسار للعقدة الهدف (العقدة المرسلة لرسالة الإجابة) والمسار للعقدة التي استلمت منها رسالة الإجابة في جدول التمرير لها ، وهذا سيضمن أن كل العقد في المسار ستعرف طريقها إلى الهدف ، وذلك سيكون في حال إذا المصدر اختار هذا المسار لإرسال حزمة البيانات ، ثم ستقوم بإعادة إرسال رسالة الإجابة إلى العقدة التالية ، وتستمر عملية التراسل هذه بأسلوب الـ (Hop-by-Hop) ، أي العقدة تلو الأخرى ، حتى تصل رسالة الإجابة إلى المصدر . عندما يستلم المصدر أكثر من رسالة إجابة فسوف يختار المسار الذي لديه اكبر قيمة من الرقم التسلسلي للهدف (أحدث مسار)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وفي حالة تساوي مسارين بالرقم التسلسلي فسيتم اختيار المسار صاحب اقل عدد قفزات (أقصر مسار).

إن عملية اكتشاف المسار دوما تتطلب حيز للمعالجة والاتصال يجب توفره في كل عقدة من عقد الشبكة الخاصة ، ولذا تعرف دوما عملية الاكتشاف بأنها إغراق (flooding) للشبكة على الرغم من أن رسالة طلب المسار يتم نشرها محليا في مناطق الشبكة ، ولذا فان على كل عقدة أن تراقب كل رسالة طلب مسار قامت باستلامها من اجل تجاهل الرسائل المكررة التي قد تستلمها من أكثر من عقدة جارة ، ويتم التمييز من خلال استخدام عنوان العقدة الأصل وكذلك عنوان الرسالة. وهذه المعلومات يجب خزنها في العقدة لفترة من الوقت بحيث تضمن انه لا يوجد عقد أخرى مستمرة في عمل معالجة على هذه الرسالة . ولكن من الصعب تحديد الفترة الزمنية للخزن لان ذلك يعتمد على حالة الشبكة والازدحام فيها وكذلك حجم وسعة عقد الشبكة (Perkins, 2003).

٢-٤-٢ صيانة المسار Route Maintenance

في الشبكات الخاصة يمكن حصول انقطاع في المسارات بسبب الحركة لعقد الشبكة ولذلك يجب وجود تقنية لمعالجة الانقطاعات لوصلات تقع ضمن مسار نشط ، يعرف المسار النشط بأنه المسار الذي يتم اختياره لتوصيل حزمة البيانات ، وهناك آليتان لمعالجة القطع في المسارات ، هما:

- ☒ الصيانة الشاملة للمسارات
- ☒ الصيانة المحلية للمسارات

❋ الصيانة الشاملة للمسارات

عندما يحصل قطع في مسار ما فان العقدة التي تسبق منطقة القطع مباشرة ستقوم بإبطال المسارات داخل جدول تمريرها إلى كل الوجهات التي لا يمكن الوصول إليها بسبب هذا الانقطاع ، ثم تقوم بإنشاء رسالة خطأ (Route Error - RERR) وتضع فيها كل الوجهات التي فقدت الاتصال بها وترسلها (Unicast) إلى أقرب عقدة لها متجهة نحو المصدر ، ولكن إذا كان يوجد في الطريق عدة عقد تسبق العقدة الحالية (ليس عقدة واحدة فقط) وتقع بينها وبين المصدر وقد تتأثر بهذا القطع فأن عملية الإرسال لرسالة الخطأ ستكون بنشر الرسالة لكل العقد المجاورة ومن ضمنها المصدر، عندما تستلم أي عقدة رسالة الخطأ فسوف تدقق أولا فيما إذا كانت العقدة التي

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أرسلت رسالة الخطأ هي العقدة المجاورة لها والتي تقع ضمن مسار لوجهة مخزونة لدى العقدة المستلمة لرسالة الخطأ ، فإذا تحقق ذلك ، فستقوم هذه العقدة المستلمة لرسالة الخطأ بإبطال المسارات المتعلقة بالوجهات التي لا يمكن الوصول لها ومن ثم ستمرر رسالة الخطأ إلى العقدة السابقة لها وباتجاه المصدر ، عندما يستلم المصدر رسالة الخطأ سوف يستدعي آلية اكتشاف المسار للحصول على مسار جديد (Royer, 2003).

❋ **الصيانة المحلية للمسارات**

عند حصول قطع في مسار نشط ، فان العقدة التي تسبق منطقة القطع مباشرة تقوم بمحاولة للبحث عن مسار بديل يوصل للوجهة ، فإذا لم يكن لديها مسار فستنشر رسالة طلب مسار إلى العقدة الهدف والعقد اللاحقة لها حيث يجب زيادة قيمة الرقم التسلسلي لرسالة طلب المسار بـ (١) لمنع وصول الرسالة إلى العقد السابقة للعقدة صاحبة القطع حتى لا يتم التعرف على حصول الانقطاع ، وأثناء الانتظار لوصول رسالة الإجابة فإن العقدة صاحبة القطع ستقوم بحفظ حزم البيانات الواصلة عندها ، فإذا وصلت رسالة الإجابة إما من قبل العقدة الهدف أو أي عقدة جارة فستقوم العقدة صاحبة القطع بتصليح المسار وتمرير حزم البيانات التي خزنت عندها وسترسل رسالة خطأ إلى العقد السابقة لها ومن ضمنها العقدة المصدر ، ورسالة الخطأ هذه ستتضمن مسار بديل عن المسار المقطوع كحل مؤقت لحين إيجاد العقدة المصدر لمسار أفضل ، قد يكون المسار البديل أطول (بزيادة عدد القفزات) من المسار الأصلي ، أما إذا لم تصل أي رسالة إجابة من العقدة الهدف أو العقد الجارة خلال فترة محددة فستقوم العقدة صاحبة القطع بأتباع نفس آلية الصيانة الشاملة للمسارات (Perkins, 2003).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثالث

الدراســـات الســـابقة

كان هنالك دراسات عديدة حول موضوع الازدحام ، ولكنها لم تعالج مشكلة الازدحام في الشبكات بشكل مباشر وخاصة بالنسبة للشبكات الخاصة.

٣-١ تكيف المسار بحسب الازدحام في الشبكات الخاصة

تتلخص فكرة الدراسة (Raghavendra, 2004) بما يلي :

- تصنف عقد المسار إلى ثلاثة ألوان بناءا على حالة الازدحام لديها وهي : الأخضر (العقدة ليس لديها ازدحام) والأصفر(العقدة على وشك الدخول في الازدحام) والأحمر(العقدة لديها ازدحام) ، ويقاس الازدحام بحجم طابور حزم البيانات في العقدة.
- أثناء تمرير الرسائل إذا تحولت إحدى عقد المسار إلى اللون الأحمر فأنها ستعلم العقدة السابقة برفضها للتمرير ولذلك يجب على هذه العقدة (العقدة السابقة) أن تبحث عن اقرب عقدة خضراء وتكون معها مسار لكي تعبر منطقة الازدحام وترجع إلى المسار الأصلي.
- عند طلب المصدر لمسار فان أي عقدة حمراء ستقوم بإهمال الطلب ولذلك قد يحتاج المصدر إلى التوقف فترة ثم إعادة الطلب مرة أخرى .
- تم تطبيق هذه الدراسة على بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي وبروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني.

٣-٢ تجنب الازدحام في التمرير المصدري للشبكات الخاصة

تتخلص فكرة الدراسة (Hogan, 2004) بما يلي :

- مراقبة العقد لعدد حزم البيانات المنتظرة في طابور لكي تمررها إلى طبقة الشبكة ، فإذا تعدى طول الطابور حد معين فأن العقدة ستعتبر انه حصل عندها ازدحام وستقوم مباشرة بأعلام العقد الجارة برفضها بالاشتراك عن طريق رسالة تقوم بنشرها .
- وبنفس الوقت فأن العقدة التي تتسبب في حصول ازدحام للعقدة التالية ستتوقف عن التمرير وستحاول إيجاد مسار بديل لا يمر عبر تلك العقدة .
- عند طلب المصدر لمسار فانه لا يستطيع الحصول على مسار فيه عقدة تعاني من الازدحام ولذلك يجب تكرار الطلب بعد فترة من الزمن .
- تم تطبيق هذه الدراسة على بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣-٣ بروتوكول متجه المسافة للتعرف على الازدحام (CADV)

تتلخص فكرة الدراسة (Wang, 2003) بما يلي :

- يتم اعتبار سبب تأخر وصول حزمة البيانات هو دخولها في منطقة مزدحمة .
- كل مسار في جدول المسارات يتم إعطاؤه قيمة متوقعة لمدى تأخره والذي يعني مدى توقع حصول الازدحام في العقدة التالية على ذلك المسار .
- كل عقدة ستحسب القيمة المتوقعة للتأخر بالاعتماد على معدل التأخر لكل البيانات المرسلة خلال فترة زمنية معينة ، ومعدل التأخر هذا يمثل الوقت الذي تنتظره حزمة البيانات في العقدة .
- عندما تقوم العقدة بنشر رسالة طلب المسار إلى العقد المجاورة لها ويصلها أكثر من رد فسوف تختار المسار الأقصر ، والذي له أقل تأخير للوصول إلى العقدة التالية ، وذلك بهدف تجنب مناطق الازدحام .
- تم تطبيق هذه الدراسة على متجه المسافة حسب الوجهة وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني.

٤-٣ السيطرة على الازدحام في التمرير متعدد الوجهات للشبكات الخاصة

تتلخص فكرة هذه الدراسة (Tang, 2002) بما يلي :

- يتم تمرير حزم طلب الارتباط فقط إذا كان معدل طول الطابور ، وهو عبارة عن معدل مشترك بين كل العقد المصدرية ، أقل أو يساوي لقيمة متغير يمثل حد العتبة لطول الطابور، وبذلك فسيتم تجنب المسارات التي لها معدل طول طابور كبير ، والتي قد تتسبب في حصول الاختناق أو الازدحام .
- عند استلام حزمة طلب الارتباط ، فإن العقدة المرسلة لحزمة طلب الإجابة ستضع أيضا مقدار معدل الطابور لها وترسله إلى المصدر ، وبذلك فإن أي عقدة وسيطة تمرر الإجابة ستقرأ قيمة معدل الطابور لعنوان العقدة المرسلة للإجابة وتأخذ القيمة الأقل و من ثم تمرر حزمة الإجابة باتجاه المصدر.
- عند استلام المصدر لرسالة الإجابة فسيتم تحديد معدل الإرسال بناء على قيمة معدل طول الطابور الموجود في رسالة الإجابة .
- تم تطبيق هذه الدراسة على بروتوكول التمرير متعدد الوجهات حسب الطلب .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣-٥ اقتراح خوارزمية تمرير لتخفيف الازدحام (TB)

تتلخص فكرة هذه الدراسة (Gabber, 2004) بما يلي :

- الخوارزمية المقترحة تخفف من ازدحام الشبكة بقرارات محلية تتخذها العقد بالاعتماد على مقاييس ضمنية بمساعدة حزم الاستطلاع .
- يتم إنشاء جدول احتمالات لكل مسار والذي سيقوم بالسيطرة على عملية اختيار المخرج التالي (الوصلة التالية) باتجاه الهدف ، ويتم تحديث محتوياته بواسطة حزم الاستطلاع.
- بعض حزم الاستطلاع تتبع مسارات موجودة ولها درجة احتمالية كبيرة ، والبعض الآخر ينظر في استخدام مسارات جديدة لمحاولة الالتفاف حول مناطق الازدحام في الشبكة .
- العقد ليس لها معرفة شاملة عن حالة الشبكة ولكنها تتأثر بردود فعل حزم استطلاع سابقة لها وتترك تأثيرها لتحديث جدول الاحتمالات .
- يعتبر البروتوكول المقترح هو امتداد لبروتوكولات حالة الوصلة والتي توفر معلومات عن اقصر المسارات لإنشاء جدول الاحتمالات.

٣-٦ اقتراح خوارزمية تمرير لبروتوكول (DLAR)

تتلخص فكرة هذه الدراسة (Gerla, 2001) بما يلي :

- الخوارزمية المقترحة تعتمد على قياس حمل المسار للعقد الوسطية في تحديد المسار المستخدم.
- خلال عملية إنشاء المسار ستقوم كل عقدة وسيطة بتسجيل عدد الحزم المنتظرة والوجهة في حزمة التحكم حيث يتم استخدام هذه المعلومات في تحديد المسار المطلوب .
- عملية تسجيل عدد الحزم المنتظرة تكون إما من خلال استخدام العدد الكلي للحزم المخزونة في العقد الوسطية ، أو من خلال معدل الحزم المنتظرة في كل عقدة وسيطة ، أو من خلال تعريف مقدر معين من حد العتبة ويتم تحديد المسار الذي له أقل عدد من العقد الوسيطة التي لها عدد حزم منتظرة أقل من قيمة حد العتبة .
- لتجنب حصول الاختناق ولاستخدام احدث معلومات عن المسارات خلال عملية اكتشاف مسار ما فأنه لا يتم السماح للعقد الوسيطة بالرد على طلب المسار من ذاكرتها .
- تحصل عملية المراقبة وبشكل دوري لحالة الازدحام من خلال حزم البيانات المارة ويتم إعادة تنظيم المسارات التي يحصل فيها ازدحام من خلال استخدام المسارات التي لها حمل اقل ، وذلك من اجل تنظيم عمل الشبكة بكل عام وتحسين كفاءتها.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

- كانت نتائج البروتوكول المقترح أفضل من نتائج بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي.

٣-٧ التمرير متعدد المسارات الأقصر بسبب حالة الازدحام

تتلخص فكرة هذه الدراسة (Murthy, 1996) بما يلي :

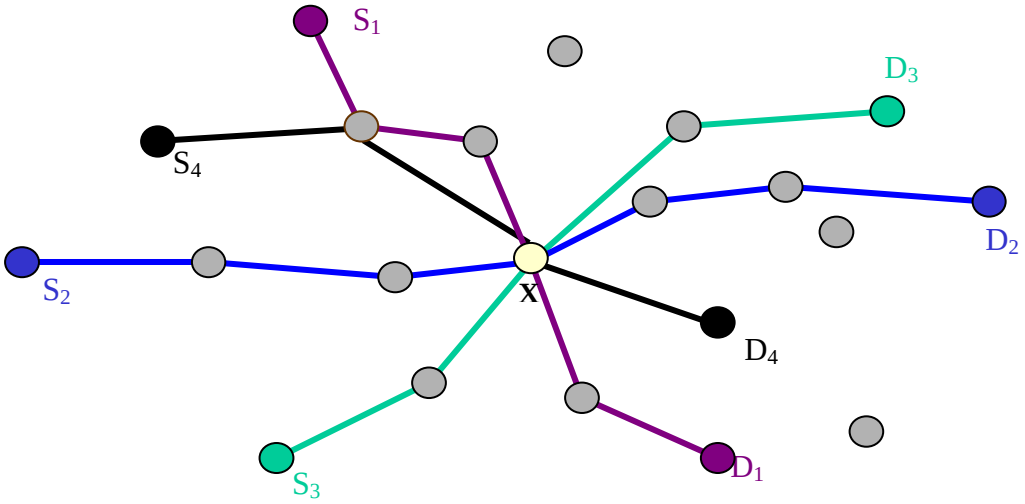
- تم اقتراح بروتوكول جديد لتوصيل البيانات عبر طريق متعدد المسارات لتجنب الازدحام ، يتألف البروتوكول المقترح من ثلاثة آليات وهي جدولة الحزم وإرسالها و ميكانيكية التعامل مع الازدحام والصيانة و تعدد المسارات و ذلك بدون حصول دورانات .
- يتم تقليل الازدحام في وصلة محددة من خلال استخدام مقياس المدى القصير.
- كل عقدة تختار مسار لوجهة بالاعتماد على سعة نطاق الوصلة وقابلية استخدامها وعلى المسافة إلى الهدف.
- عند تحديد مسار ما فيجب أن تكون سعة النطاق له اكبر من سعة النطاق المطلوبة لتمرير البيانات عبره.
- ستقوم العقدة التي حددت سعة النطاق للمسار الذي يمر عبرها بتمرير هذه المعلومات إلى العقد السابقة لها ، وهذا سيمثل إمكانية تحملها لعدد الحزم التي ستمر عبرها ، وبذلك ستحدد كل عقدة على المسار أقصى طاقة استيعاب حتى لا يتم إرسال بيانات أكثر من الحد المسموح به تجنبا للازدحام .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الرابع

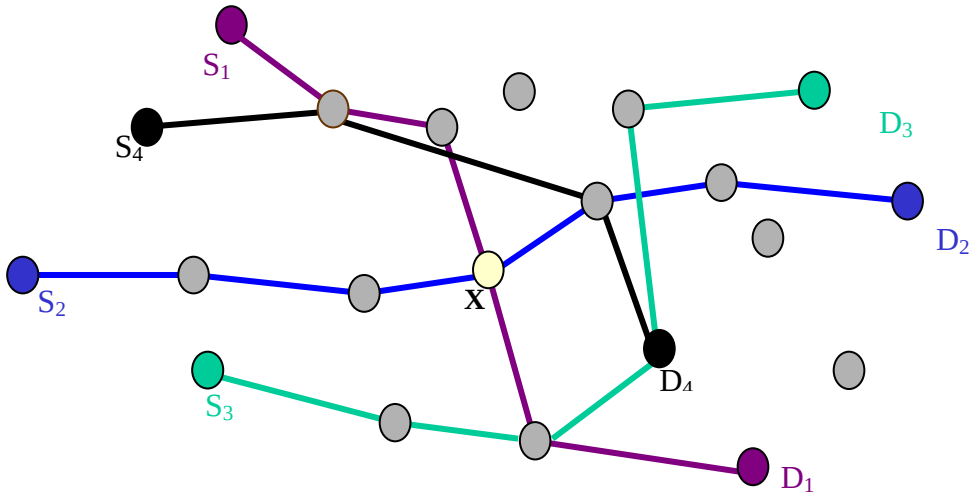
الدراســـة المقترحـــــة

تعد مشكلة الازدحام من المشاكل التي تعاني منها بروتوكولات الشبكات اللاسلكية الثابتة والمتحركة والازدحام يحصل نتيجة وجود بعض عقد الشبكة على أكثر من مسار مما يؤدي إلى إبطاء النقل في منطقة الازدحام ويزيد من احتمالية التصادم بين حزم البيانات المارة .



شكل (٤-١) حصول الازدحام في منطقة من الشبكة عند وجود العقدة على أكثر من مسار

نلاحظ من الشكل (٣-١) حصول الازدحام في وسط الشبكة (العقدة X) عندما تقع هذه العقدة على أكثر من مسار ولحل هذه المشكلة يتم توزيع المسارات على الإطراف وهي المناطق التي ستكون أقل ازدحاما وبذلك سيتم تخفيف الازدحام من وسط الشبكة . وكما في الشكل التالي :



شكل (٤-٢) معالجة الازدحام بتوزيع المسارات على أطرف الشبكة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٤-١ مشكلة الدراسة وهدفها

**** مشكلة الدراسة**

إن خوارزميات التمرير (Routing Algorithms) عندما تنقل حزمة بيانات في الشبكة الخاصة فستحاول استخدام أقصر الطرق ، أي الطرق التي لها اقل عدد من القفزات ، وهذا يعني أن معظم الطرق ستمر من وسط الشبكة مما يسبب الازدحام .

**** هدف الدراسة**

اقتراح آلية أو خوارزمية تقلل من الازدحام في الشبكة الخاصة .

٤-٢ الخوارزمية المقترحة

هنالك صنفان للخوارزمية المقترحة . الأولى تقوم على استخدام عتبة عدد المسارات والأخرى تستخدم الإرغام بالإضافة للعتبة.

تقوم كل عقدة في الشبكة الخاصة بمراقبة عدد المسارات المشتركة فيها ، وذلك من خلال عداد لدى كل عقدة لحساب عدد المسارات ، وعند الوصول إلى عدد معين من المسارات ستعتبر العقدة نفسها أنها دخلت في حالة ازدحام وستتوقف عن المشاركة في المسارات لحين انخفاض عدد المسارات عندها ، ثم سترجع للمشاركة مرة أخرى في عملية إنشاء المسارات . أما عند استخدام فكرة الإرغام فإنه لو احتاجت أي عقدة مصدرية لمسار ما ولم تحصل عليه خلال فترة زمنية محددة فستقوم بإرسال طلب حقل الإرغام فيه مفعلا ، وهذا يعني أن على العقد الاستجابة بما في ذلك العقد المزدحمة.

سيتم تحديد عدد المسارات التي تمر في عقدة بواسطة جدول يسمى (جدول المسارات) ويحتوي الجدول على المسارات النشطة التي تقع عليها العقدة حاليا ، ولجدول المسارات عدة حقول ، وهي حقل مصدر المسار وحقل وجهة المسار وحقل عمر المسار .

في بداية العمل ستقوم كل عقدة مصدرية بالبحث عن مسار لهدف ما وحسب الآلية المتبعة في بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني وتبدأ بعملية إرسال حزم البيانات ، وعند مرور حزمة البيانات من خلال عقدة وسيطة فستقوم هذه العقدة بالبحث عن مسار في جدولها له نفس المصدر والوجهة وفي حالة عدم وجوده فسيتم إضافة ذلك المسار إلى جدول المسارات مع تحديد عمر زمني لبقاء ذلك المسار في الجدول ، أما في حالة وجود مسار فسيتم تحديث عمر ذلك المسار ولا يضاف مسار جديد .

عند حصول انقطاع في مسار نشط و إعلام عقد الشبكة بهذا الانقطاع وحسب الآلية المتبعة في بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني فستقوم كل عقدة بتعديل جدول مساراتها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وذلك بحذف المسارات التي تحوي وجهات لا يمكن الوصول لها بسبب الانقطاع ويحصل الحذف كذلك عند انتهاء عمر مسار بسبب عدم استخدامه لفترة طويلة.

عندما تطلب عقدة مصدرية مسارا فإنها ستنشر بين عقد الشبكة رسالة طلب مسار للحصول على مسار للوجهة المطلوبة وعند وصول رسالة طلب المسار لأي عدة وسيطة فبالإضافة إلى الآلية المتبعة في بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني للتعامل مع رسالة طلب المسار فستقوم العقدة المستلمة بحساب عدد المسارات في جدول مساراتها وإذا كان العدد لا يزيد عن حد العتبة (وهو حد الازدحام) فستتعامل مع رسالة طلب المسار حسب الآلية المتبعة في بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني ، أما إذا كان عدد مسارات الجدول اكبر من حد العتبة فسيتم إهمال رسالة طلب المسار .

عندما يطلب المصدر مسارا ولا يحصل على رد من عقد الشبكة فسيقوم بإعادة الطلب ولكن بتفعيل حقل الإرغام في رسالة طلب المسار وبهذه الحالة فإن أي عقدة وسيطة مستلمة لطلب المسار ستقوم بإهمال التدقيق في جدول المسارات لها وتعالج طلب المسار وحسب الآلية المتبعة في بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الخامس

المحـــاكـــــاة

إن الغاية من المحاكاة هي لتقييم أداء البروتوكول ، حيث يتم تعريضه لظروف مختلفة مثل حركة العقد وعدد المصادر أو معدل إرسال حزم البيانات في الشبكة الخاصة ، وهذه هي أهم الظروف التي تؤثر على حالة الازدحام في الشبكة الخاصة . ومن أشهر المحاكيات المستخدمة هي (NS-2) و (GlomoSim) حيث أن تصميمها يكون باستخدام الشبكات السلكية (OSI) أو الإنترنت (TCP/IP) وكفاءة عملها مشابهة لكفاءة عمل الشبكات الحقيقية بالإضافة إلى دقة وتفصيل النتائج التي تقدمها كنتيجة لمحاكاة بروتوكول معين بالإضافة إلى إنها موثقة . وقد كان اختيارنا لمحاكي (GlomoSim) لأن معظم الدراسات السابقة استندت إلى هذا المحاكي ، ويمكن الحصول عليه من الموقع http://pcl.cs.ucla.edu/projects/glomosim/academic/license.html

٥-١ المحاكـــي

يستخدم المحاكي (GlomoSim) لمحاكاة الشبكات اللاسلكية والشبكات الخاصة وميزته هي القابلية في تعديل بروتوكول موجود فيه أو إضافة بروتوكول جديد ولأي طبقة من طبقاته ، ويعتمد على بيئة المحاكاة المتوازية (PARSEC) ومكتوب بلغة (C) . وهذا المحاكي يتكون من الطبقات التالية : طبقة التطبيقات (Application Layer) وطبقة النقل (Transport Layer) وطبقة الشبكة (Network Layer) وطبقة الوصول إلى الوسط (MAC Layer) والطبقة المادية (Physical Layer) وكان عملنا مع طبقة الشبكة .

٥-٢ مدخلات المحاكي

قمنا بمحاكاة شبكة خاصة مساحتها (١٥٠٠×٣٠٠) متر مربع ، وتحتوي على (٥٠)عقدة ، والمدى الراديوي للعقدة الواحدة هو (٢٥٠) متر ، وزمن المحاكاة (٩٠٠)ثانية ، وزمن التوقف (٠ و ٣٠٠ و ٦٠٠ و ٩٠٠) ثانية ، وعدد العقد المصدرية المرسلة (١٠)عقدة ، وتم استخدام ثلاث سرعات مختلفة لحركة عقد الشبكة (٠-١٠ و ١٠-٢٠ و ٠-٢٠) متر/ثانية ، وتستخدم إستراتيجية عشوائية لحركة العقد (MOBILITY RANDOM-WAYPOINT) حيث تقوم العقدة باختيار وجهة عشوائية تقع داخل مساحة المحاكاة ، ثم تتحرك باتجاه تلك الوجهة بسرعة معينة مثلا (٠-١٠)متر/ثانية ، وعندما تصل فأنها تتوقف فترة من الزمن ، مثلا (٣٠٠) ثانية والتي تمثل زمن المحاكي ، ثم تتحرك من جديد ، واستخدمنا كذلك إستراتيجية عشوائية لتوزيع العقد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في مســـاحة المحاكي (RANDOME NODE PLACEMENT) ، كل هذه القيم يقرأها المحاكي من الملف (config.in) .

استخدمنا (CBR) كمصدر للبيانات في العقد المصدرية ، حيث تم تحديد حجم البيانات المرسلة عن طريق (CBR) وهي (٥٠٠) ميجابايت بالثانية ، فإذا كان لدينا في الـ (CBR) قيمة (٥٠٠) ميجابايت بالثانية فهذا يعني انه يتم إرسال حزمتين بالثانية الواحدة لان الثانية هي ١٠٠٠ملي ثانية وبقسمة ١٠٠٠ على ٥٠٠ نحصل على ٢ حزمة/ثانية ، وهذه القيم يقرأها المحاكي من ملف (app.conf) .

اخترنا مجموعة من النماذج والبروتوكولات التي يوفرها المحاكي لكل طبقة من الطبقات التي يتكون منها المحاكي وحسب الجدول التالي :

جدول(٥-١) : بروتوكولات ونماذج المحاكاة

Layer	Model
Application	Constant Bit Rate (CBR)
Transport	UDP
Network(Routing)	AODV
Data link (MAC)	IEEE 802.11
Physical (Radio Propagation)	Free space

٥- ٣ آليةعمل المحاكي

عند تطبيق المحاكي فسيقوم بقراءة المدخلات التي يحتاجها من ملف الإعداد (config.in) وذلك لتحديد بيئة المحاكاة في هذه الجلسة ، مثلا وقت المحاكي ومساحة المحاكاة وعدد العقد وسرعة الحركة ونوع الحركة للعقد ونوع البروتوكول المستخدم مع كل طبقة ونوع الإحصائيات المطلوبة ، وان اسم الملف الذي تأخذ منه البيانات وعدد العقد المصدرية المتراسلة هو (app.conf) ويتم الحصول على النتائج من الملف (glomo.stat) الذي ينشئه المحاكي خصيصا لهذا الغرض والذي يساعدنا على تقييم أداء البروتوكول نتيجة إضافة الخوارزمية الجديدة.

٥- ٤ معايير تقييم الأداء المستخدمة

استخدمت في هذه الدراسة مجموعة من المقاييس لتقييم الأداء وهي : الكلفة الاضافية ، ونسبة تسليم حزم البيانات ، ومتوسط وقت تأخير حزم البيانات ، وفيما يلي وصف لهذه المقاييس .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥- ٤- ١ الكلفة الاضافية (Overhead)

هي عدد حزم التحكم المرسلة مقسوما على عدد حزم البيانات المستلمة ، ويبين هذا المقياس الكلفة الاضافية اللازمة لكل حزمة بيانات مستلمة ويؤثر ارتفاع هذه الكلف على عمل البروتوكول وعلى استهلاك بطاريات العقد (صغير، ٢٠٠٤) .

٥- ٤- ٢ نسبة تسليم حزم البيانات (Packet Delivery Ratio)

هي النسبة بين العدد الكلي لحزم البيانات المستلمة مقسوما على العدد الكلي لحزم البيانات المفروض استلامها (صغير، ٢٠٠٤) .

٥- ٤- ٣ متوسط وقت تأخير حزم البيانات (End-to-End Delay)

وهو متوسط الوقت اللازم لاستلام الحزم ، أي الوقت اللازم لإيصال حزمة البيانات من المصدر إلى الوجهة بنجاح (صغير، ٢٠٠٤) .

٥- ٥ <u>العوامل المؤثرة على الأداء</u>

٥- ٥- ١ تأثير زيادة سرعة العقد على الكلفة الاضافية

عندما تزداد سرعة العقد تزداد سرعة انفصالها عن المسارات مما يزيد من الحاجة إلى إعادة ارتباط العقد وإدامة المسارات ، وبالتالي زيادة طلبات الارتباط للعقد المنفصلة ، وارتفاع كلفة إدامة المسارات (صغير، ٢٠٠٤) .

٥- ٥- ٢ تأثير زيادة سرعة العقد على نسبة تسليم حزم البيانات

إن زيادة سرعة العقد أثناء عملية المحاكاة يزيد احتمال خروج العقد عن المدى الراديوي لجيرانها وبالتالي انقطاع المسارات وحصول الضياع لحزم البيانات أثناء الانتظار لفترة إعادة الارتباط (صغير، ٢٠٠٤).

٥- ٥- ٣ تأثير زيادة سرعة العقد على متوسط وقت تأخير حزم البيانات

عندما تزداد سرعة العقد تزداد سرعة انفصالها عن المسارات وهذا يؤدي إلى حصول الانقطاعات في مسارات حزم البيانات وبالتالي سوف تسلك الحزم مسارات بديلة مما يؤدي إلى إمكانية حصول تأخير في الوصول ، كما إن زيادة طلبات الارتباط نتيجة الانقطاعات سوف ينتج

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

عنه ازدحام في الشبكة وهذا سبب آخر لحصول التأخير في وصول الحزم المستلمة (صغير، ٢٠٠٤) .

٥- ٥- ٤ تأثير زيادة معدل إرسال حزم البيانات على الكلفة الاضافية

ان زيادة معدل إرسال حزم البيانات إلى الشبكة الخاصة قد يؤثر على الكلفة الاضافية وذلك مع زيادة سرعة حركة العقد لان أي انقطاع يحصل بالمسارات يمكن أن يؤدي إلى فقدان كبير في عدد الحزم وبالتالي إعادة إرسالها مرة أخرى سيسبب ازدحام .

٥- ٥- ٥ تأثير زيادة معدل إرسال حزم البيانات على نسبة التسليم

إن زيادة معدل إرسال حزم البيانات يزيد من تنافس وتزاحم وتصادم الحزم وبالتالي ضياعها وبالتالي يؤثر سلبا على نسبة التسليم.

٥- ٥- ٦ تأثير زيادة معدل إرسال حزم البيانات على متوسط وقت التأخير

يؤدي زيادة معدل إرسال حزم البيانات إلى زيادة التأخير في استلام الحزم بسبب حصول الازدحام بسبب انخفاض سرعة التوصيل مما يسبب حصول الاختناق في وسط الشبكة الخاصة لان اغلب خوارزميات التمرير تحاول إيجاد اقصر الطرق مرورا بوسط الشبكة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل السادس

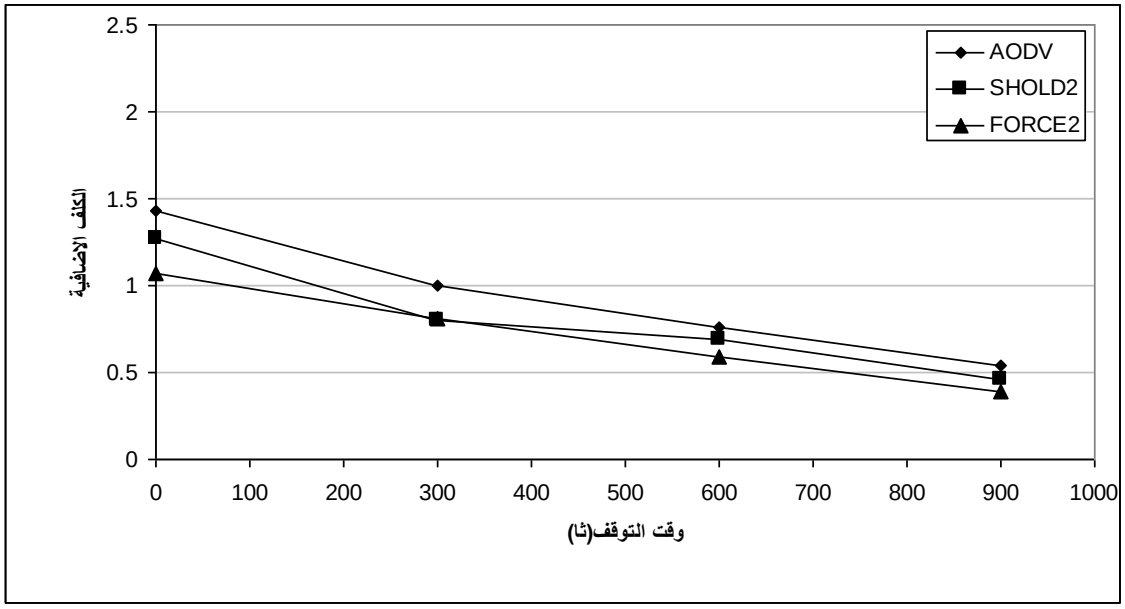
تحليــل نتائــج المحاكــاة

سنعرض في هذا الفصل نتائج المحاكاة للخوارزمية المقترحة في تقليل الازدحام والمطبقة على بروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني ، وكذلك تحليل النتائج لمعرفة مدى كفاءة أداء الخوارزمية المقترحة في ظروف مختلفة أثناء عمل المحاكي ، ونود أن نبين انه تم استخدام ثلاث قيم لحد العتبة وهي (٢و٤و٦) ، تم عرض نتائج (٢و٦) وكانت نتائج (٤) واقعة بينهما ، فعند تحديد القيمة ٢ لحد العتبة فإن ذلك يعني أن أي عقدة في الشبكة إذا كانت واقعة على مسارين فإنها ستعتبر في حالة ازدحام وطبعا ستتوقف عن المشاركة ، أما في حالة الإرغام (٢و٤و٦) فسيتم إهمال حالة العقدة وإجبارها على المشاركة في المسارات ، وقد تبين لنا انه في حالة حد العتبة (٦) كانت النتائج مطابقة للبروتوكول الأصلي في كافة المقاييس التي تم استخدامها في التحليل وكذلك تمثل أعلى قيمة يمكن الوصول لها ، أي انه لو استخدمنا قيمة حد العتبة (٧) مثلا فسنحصل على نفس النتيجة لحد العتبة (٦) ، وخلال التحليل سنتبع التعبير (الحركة العالية) والذي نعني به أن وقت التوقف في المحاكاة يساوي (صفر ثانية) ، وسنستخدم التعبير (الحركة القليلة) والذي نعني به أن وقت التوقف في المحاكاة يساوي (٩٠٠ ثانية) . وقد كان العدد الكلي لعقد الشبكة الخاصة (٥٠عقدة) وعدد العقد المصدرية (١٠عقدة) ، ورمزنا لسرعة حركة عقد الشبكة الخاصة بالرمز (S) ولمعدل إرسال حزم البيانات بالرمز (P) ولحد العتبة بالرمز (T) .

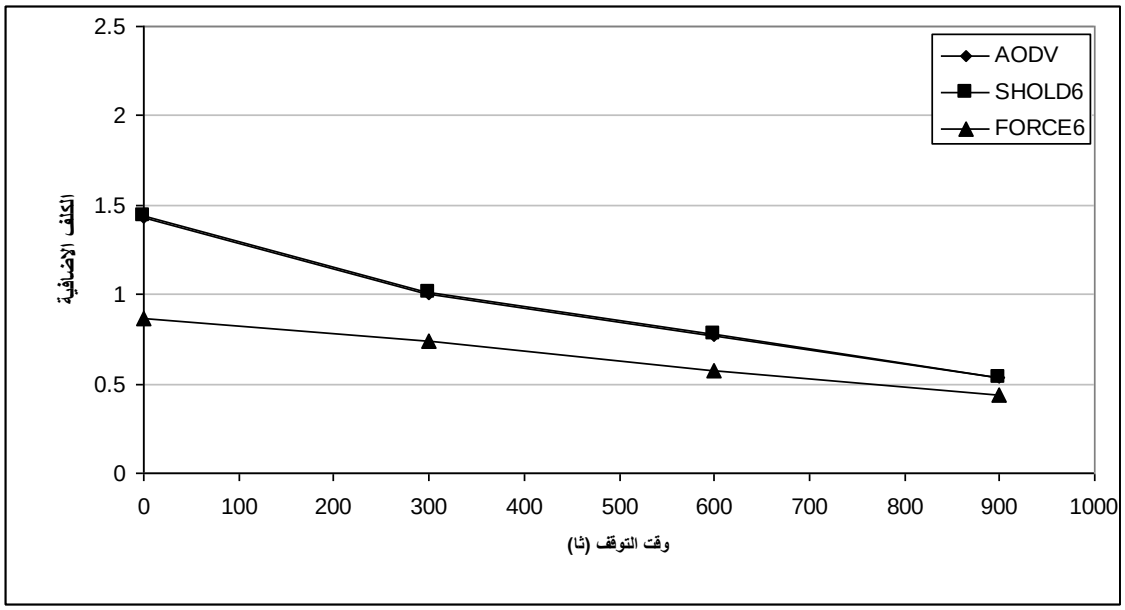
٦-١ الكلفة الاضافية

كما ذكرنا في الفصل السابق فإن الكلفة الاضافية هي عدد حزم التحكم المرسلة مقسوما على عدد حزم البيانات المستلمة ، وقد تم تصنيف النتائج على حسب السرعات المختلفة لحركة عقد الشبكة الخاصة وهي (٠-١٠ و ٠-٢٠ و ١٠-٢٠) متر/ ثانية ، وتم تحديد عدد حزم البيانات المرسلة (٢) حزمة/الثانية .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



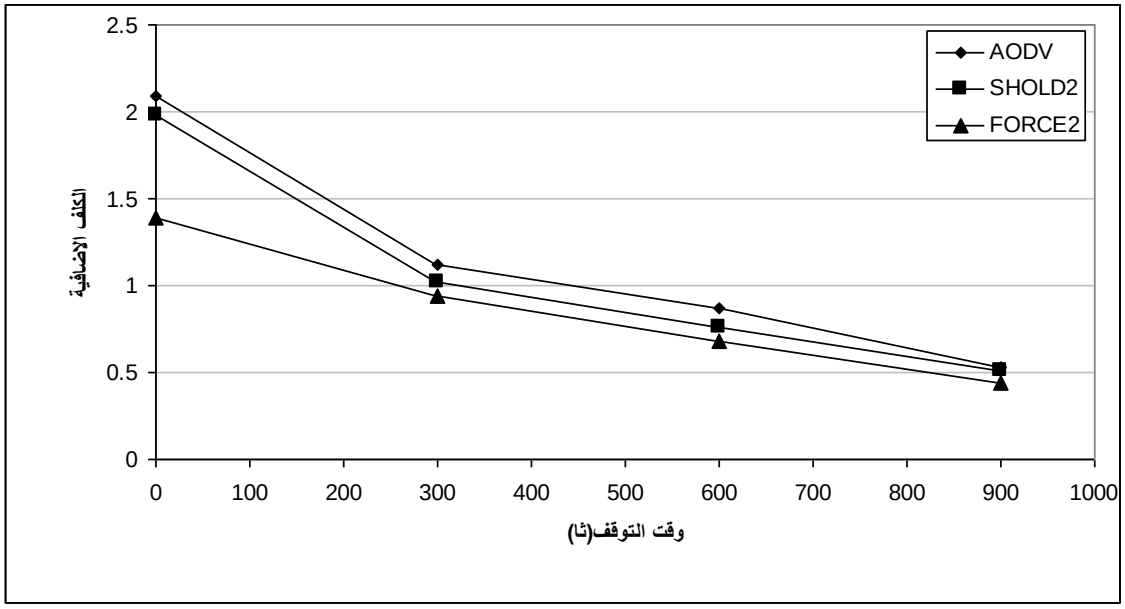
شكل (٦-١) الكلفة الاضافية لـ P=2 و S=0-10 و T=2



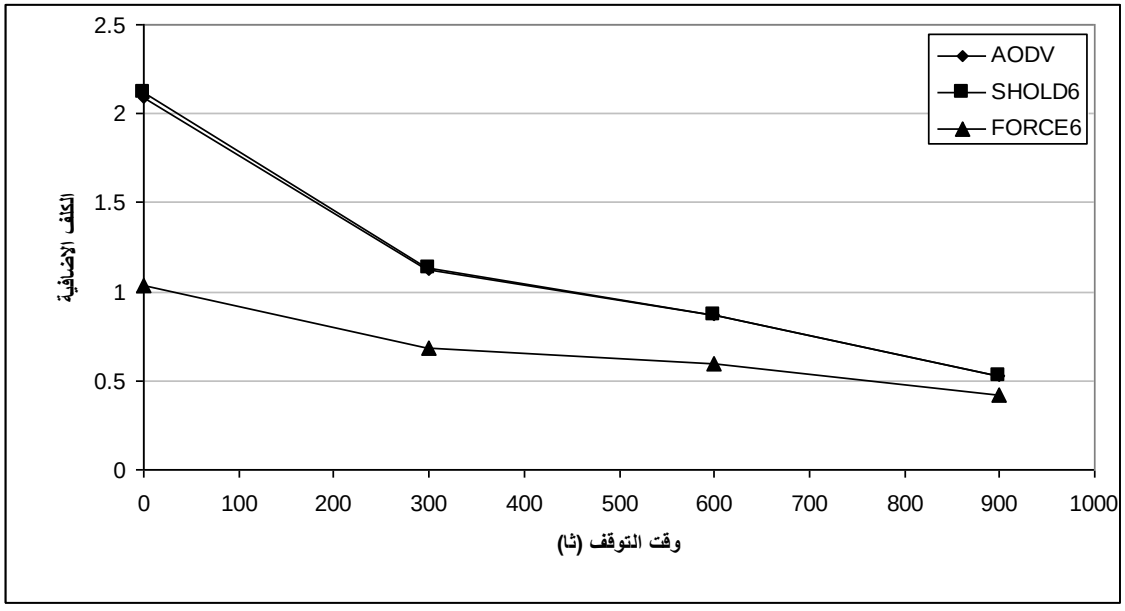
شكل (٦-٢) الكلفة الاضافية لـ P=2 و S=0-10 و T=6

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن الكلفة الاضافية في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (١١.٦١%) للحركة العالية أقل بنسبة (١٣.٩٩%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٢٥.٢٠%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٢٦.٦٧%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أكبر بنسبة (٠.١٢%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٣٩.٢٥%) للحركة العالية وأقل بنسبة (١٨.٢٣%) للحركة القليلة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



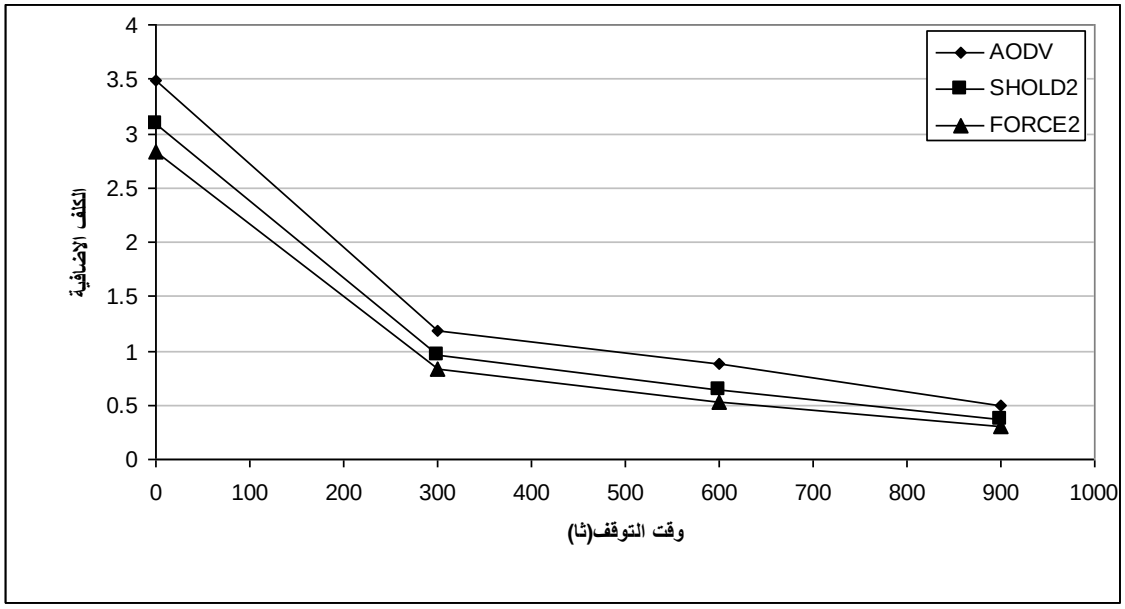
شكل (٦-٣) الكلفة الاضافية لـ P=2 و S=0-20 و T=2



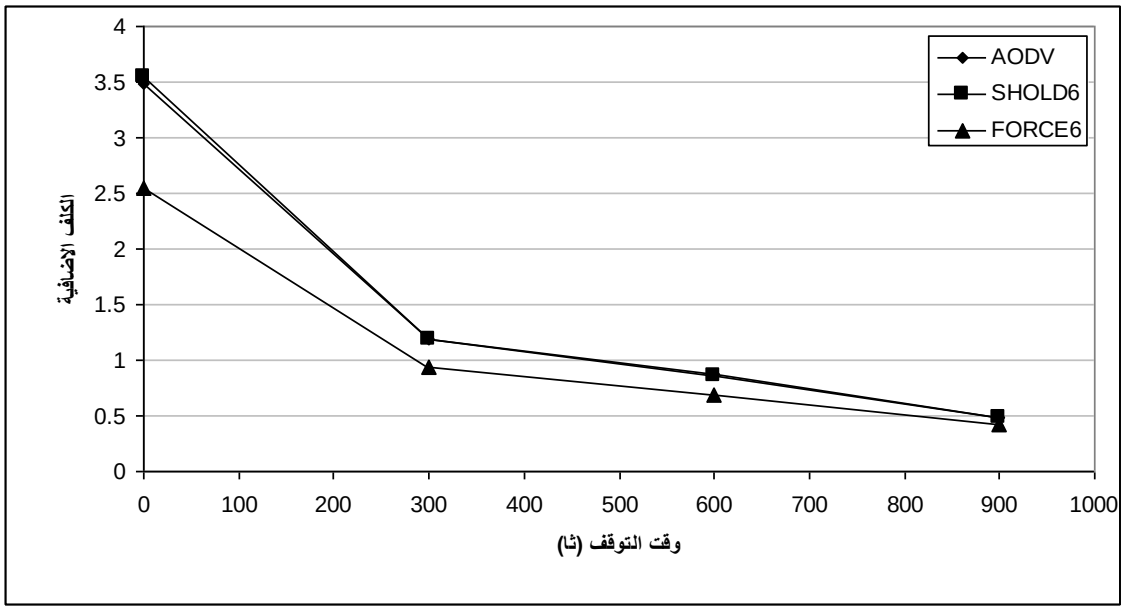
شكل (٦-٤) الكلفة الاضافية لـ P=2 و S=0-20 و T=6

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن الكلفة الاضافية في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (٤.٨٨%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٤.١٨%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٣٣.٢٠%) للحركة العالية وأقل بنسبة (١٧.٣٩%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أكبر بنسبة (١.٤٠%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٥٠.١٢%) للحركة العالية وأقل بنسبة(١٩.٩٠%) للحركة القليلة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (٦-٥) الكلفة الاضافية لـ P=2 و S=10-20 و T=2



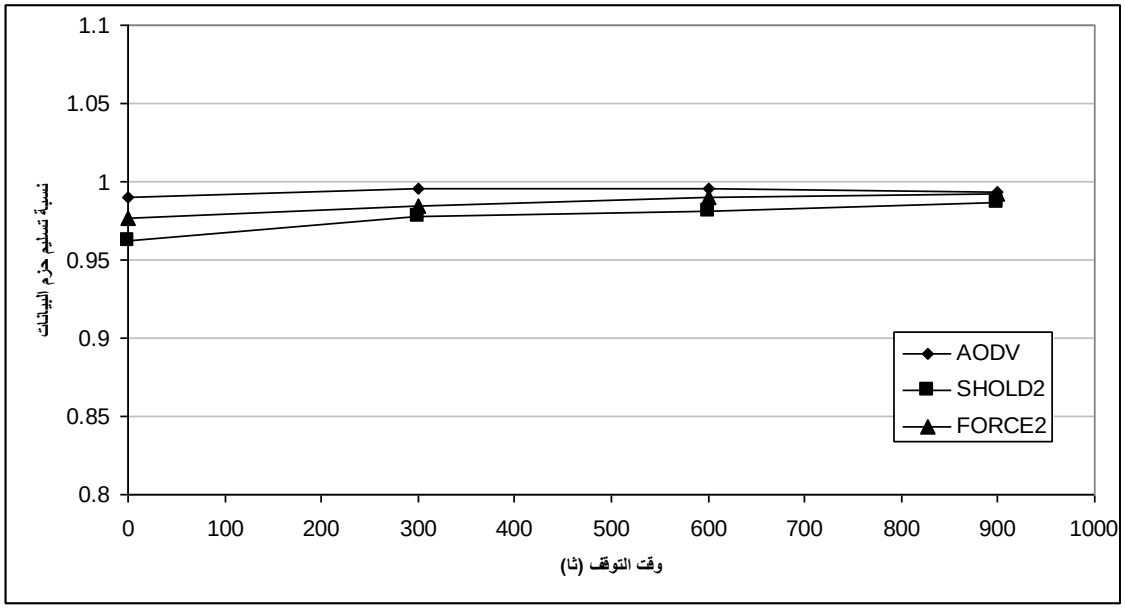
شكل (٦-٦) الكلفة الاضافية لـ P=2 و S=10-20 و T=6

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن الكلفة الاضافية في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (١١.٤١%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٢٥.٧٩%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (١٨.٤٧%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٣٦.٦١%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أكبر بنسبة (٢.٠١%) للحركة العالية وأقل بنسبة(٠.٢٩%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٢٧.٠٥%) للحركة العالية وأقل بنسبة(١٤.٠٥%) للحركة القليلة .

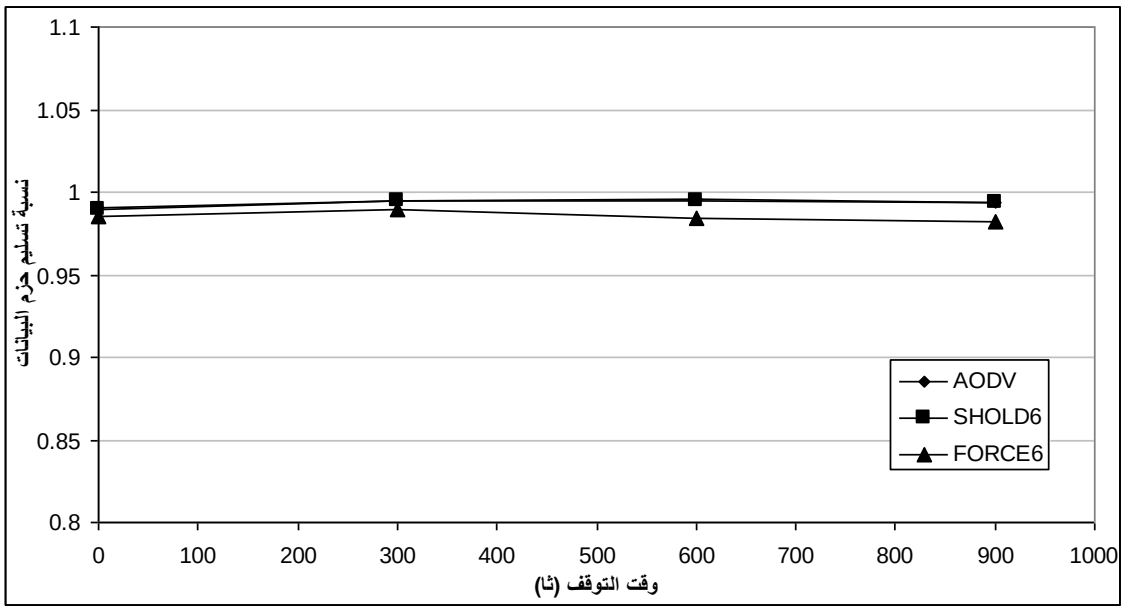
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦-٢ نسبة تسليم حزم البيانات

هي النسبة بين العدد الكلي لحزم البيانات المستلمة مقسوما على العدد الكلي لحزم البيانات المفروض استلامها ، وقد تم تصنيف النتائج على حسب السرعات المختلفة لحركة عقد الشبكة الخاصة وهي (٠-١٠ و ٠-٢٠ و ١٠-٢٠) متر/ ثانية ، وتم تحديد عدد حزم البيانات المرسلة (٢) حزمة/الثانية .



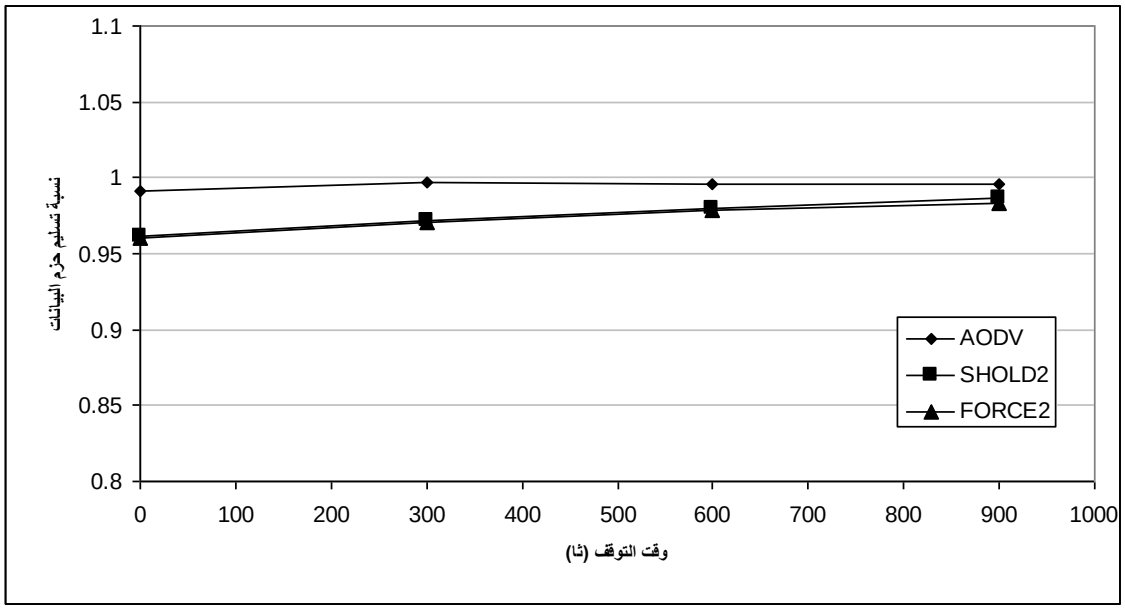
شكل (٦- ٧) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-10 و T=2



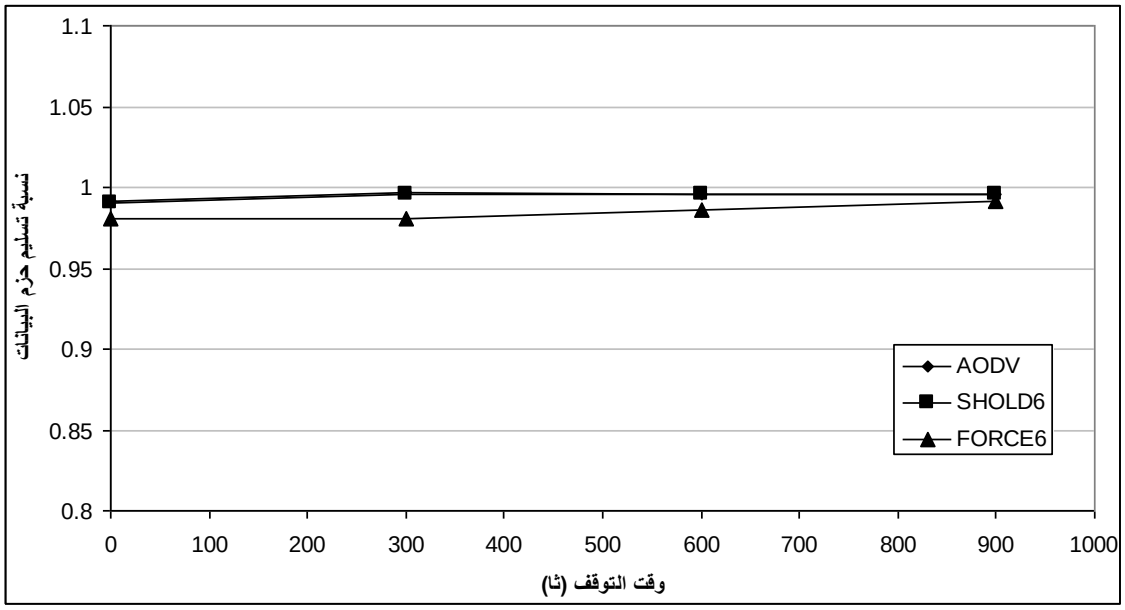
شكل (٦- ٨) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-10 و T=6

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن نسبة تسليم حزم البيانات في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (٢.٨٤%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٠.٦٢%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (١.٣١%) للحركة العالية أقل بنسبة (٠.١١%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أقل بنسبة (٠.٠٢%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٠.٤٥%) للحركة العالية وأقل بنسبة(١.١٣%) للحركة القليلة .



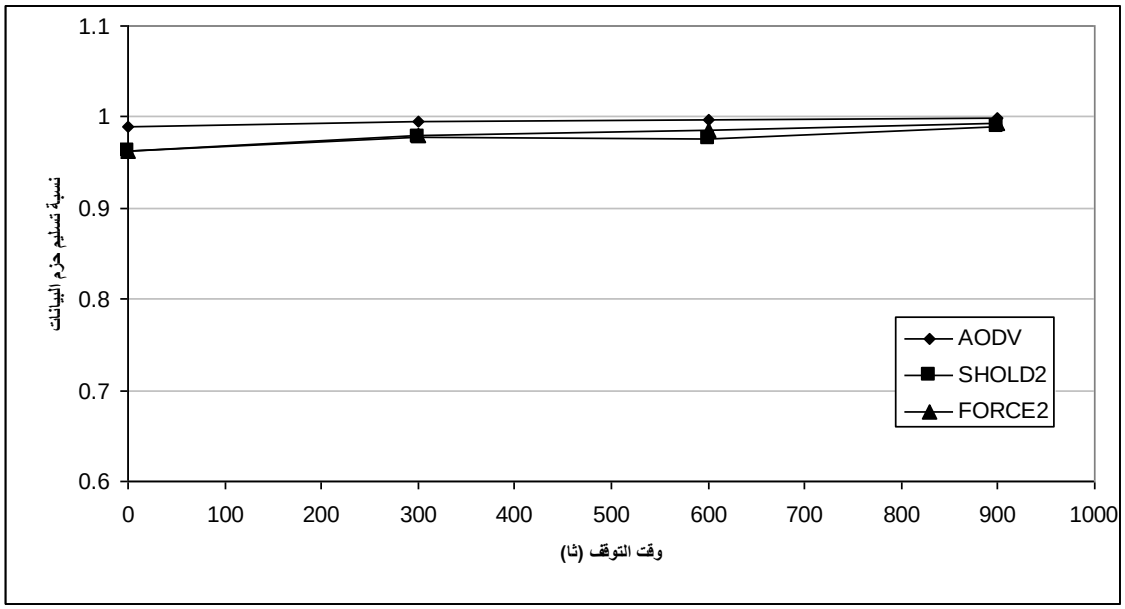
شكل (٦- ٩) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-20 و T=2



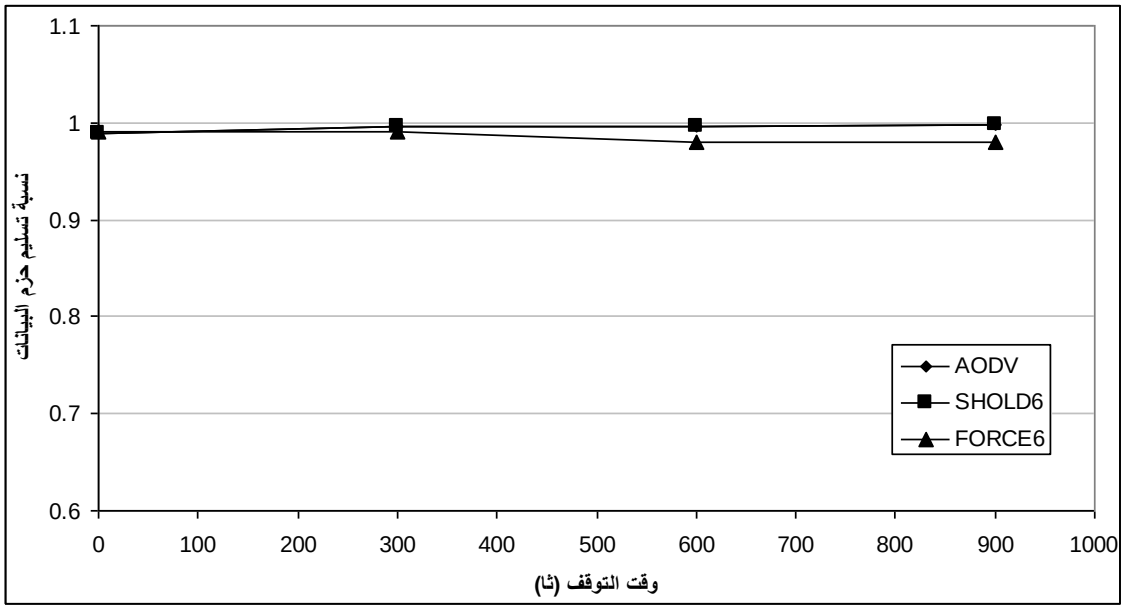
شكل (٦- ١٠) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=0-20 و T=6

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن نسبة تسليم حزم البيانات في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (٣.٠٦%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٠.٨٨%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٣.١٥%) للحركة العالية أقل بنسبة (١.٢٦%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أقل بنسبة (٠.١٣%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (١.٠٦%) للحركة العالية وأقل بنسبة(٠.٤١%) للحركة القليلة .



شكل (٦- ١١) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=10-20 و T=2



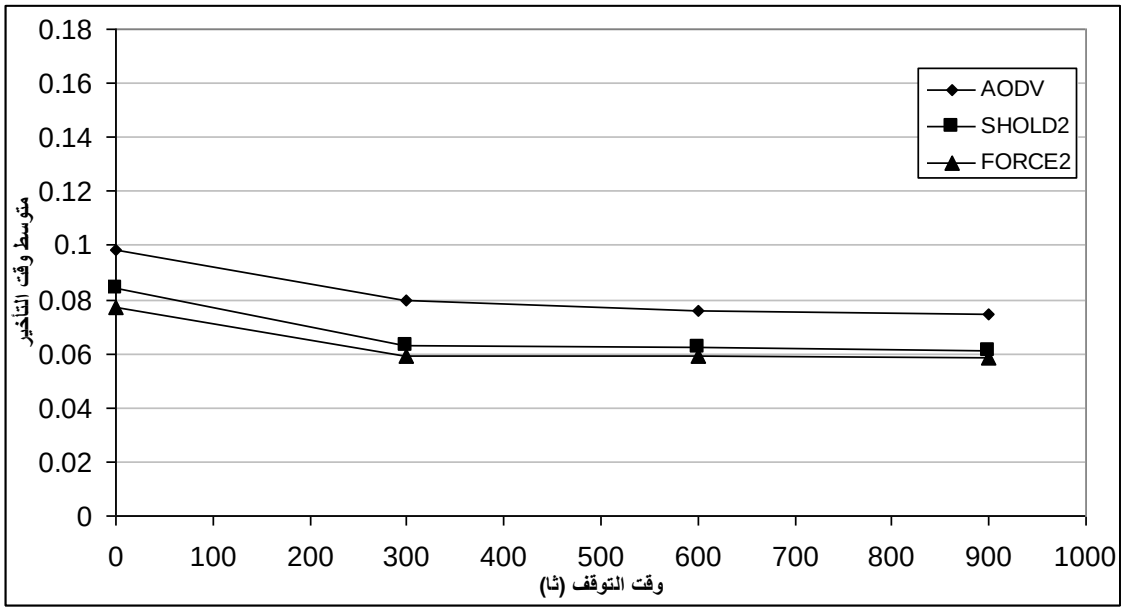
شكل (٦- ١٢) نسبة تسليم حزم البيانات لـ P=2 و S=10-20 و T=6

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن نسبة تسليم حزم البيانات في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (٢.٧٧%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٠.٨٢%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٢.٧٥%) للحركة العالية أقل بنسبة (٠.٥٩%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أقل بنسبة (٠.٠٩%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٠.١٧%) للحركة العالية وأقل بنسبة(١.٨٧%) للحركة القليلة .

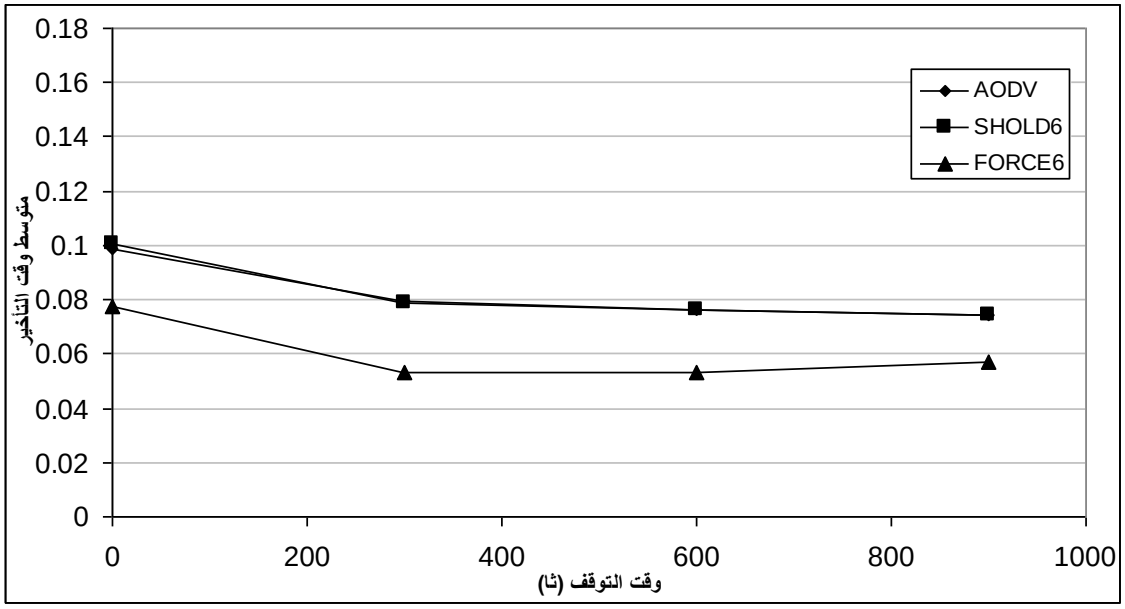
٦-٣ متوسط وقت تأخير حزم البيانات

وهو متوسط الوقت اللازم لاستلام الحزم وقد تم تصنيف النتائج على حسب السرعات المختلفة لحركة عقد الشبكة الخاصة ، وقد تم تصنيف النتائج على حسب السرعات المختلفة لحركة عقد الشبكة الخاصة وهي (٠-١٠ و ٠-٢٠ و ١٠-٢٠) متر/ ثانية ، وتم تحديد عدد حزم البيانات المرسلة (٢) حزمة/الثانية .



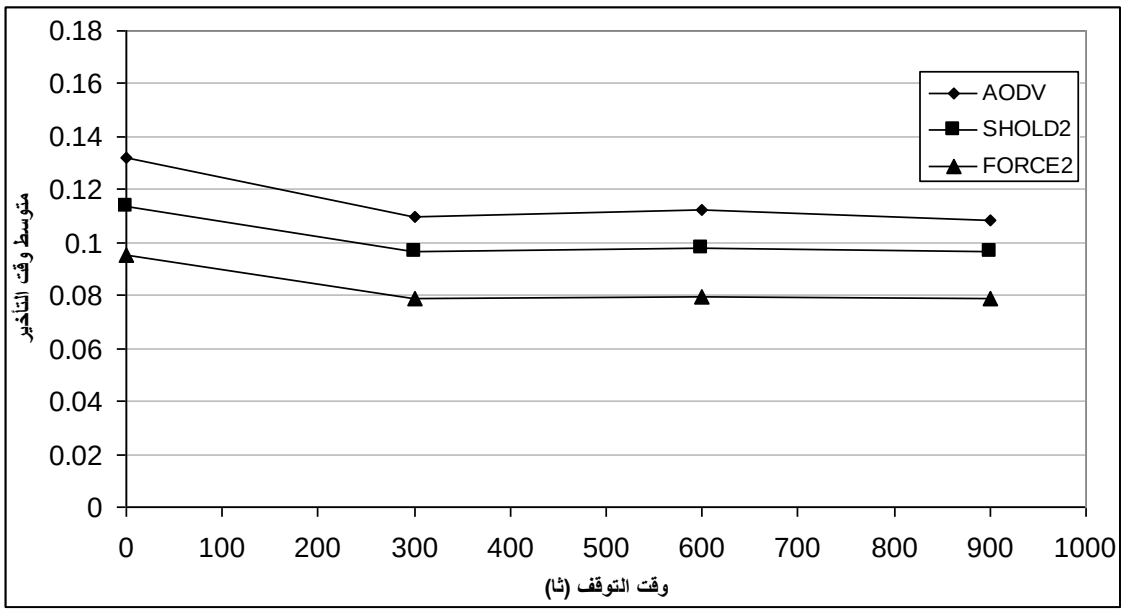
شكل (٦- ١٣) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-10 و T=2

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



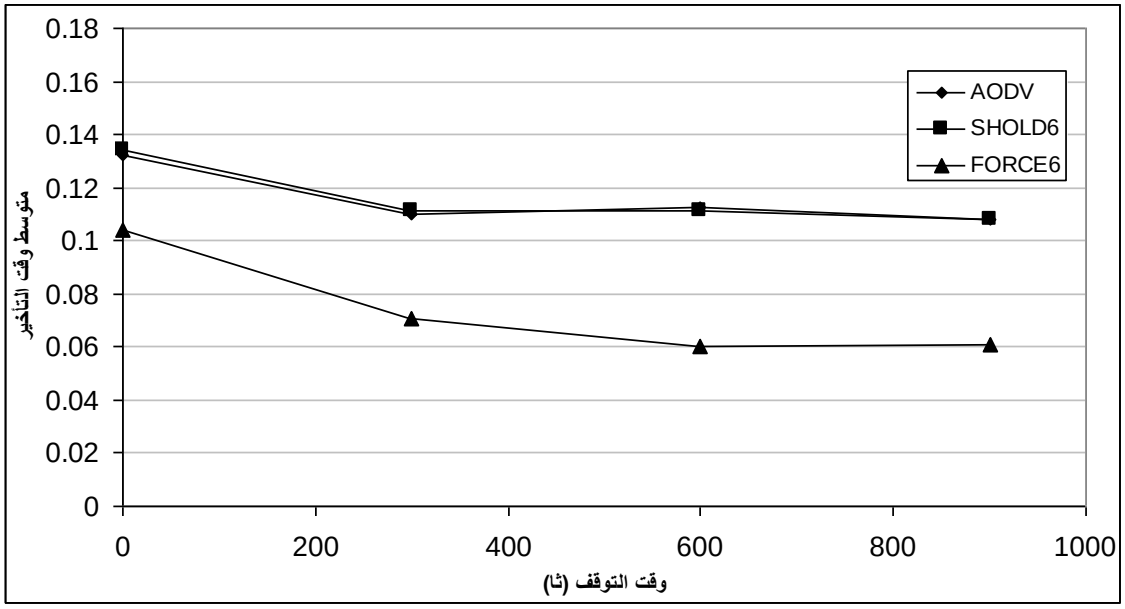
شكل (٦- ١٤) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-10 و T=6

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن متوسط وقت التأخير في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (١٤.٨١%) للحركة العالية وأقل بنسبة (١٨.٢٨%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٢١.٨١%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٢١,٢٦%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أكبر بنسبة (٢.١٣%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٢١.٣٠%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٢١.٩٩%) للحركة القليلة .



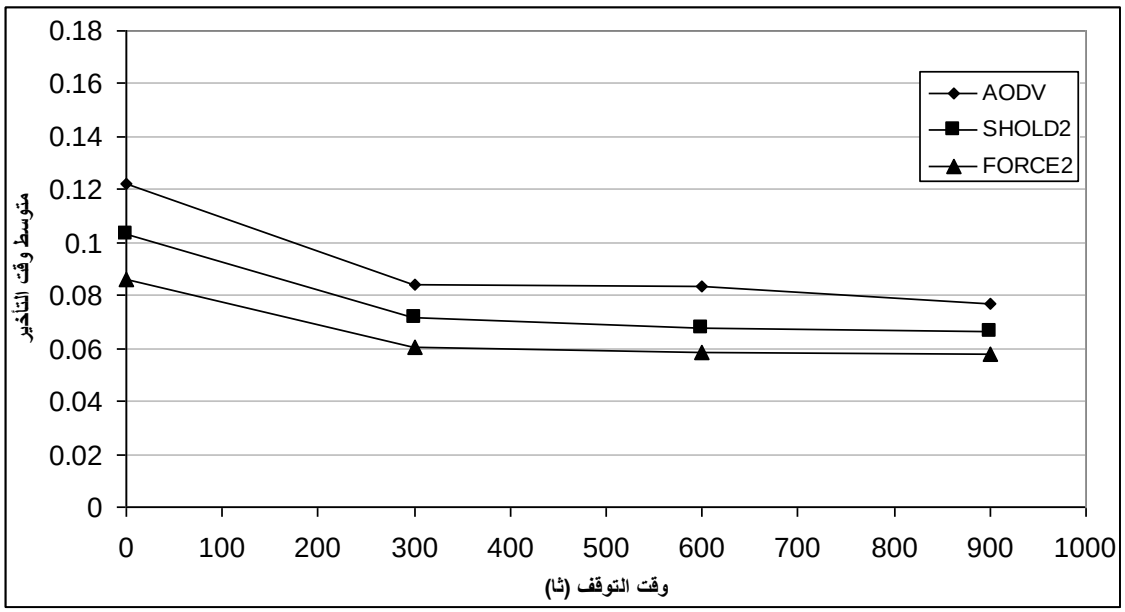
شكل (٦- ١٥) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-20 و T=2

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



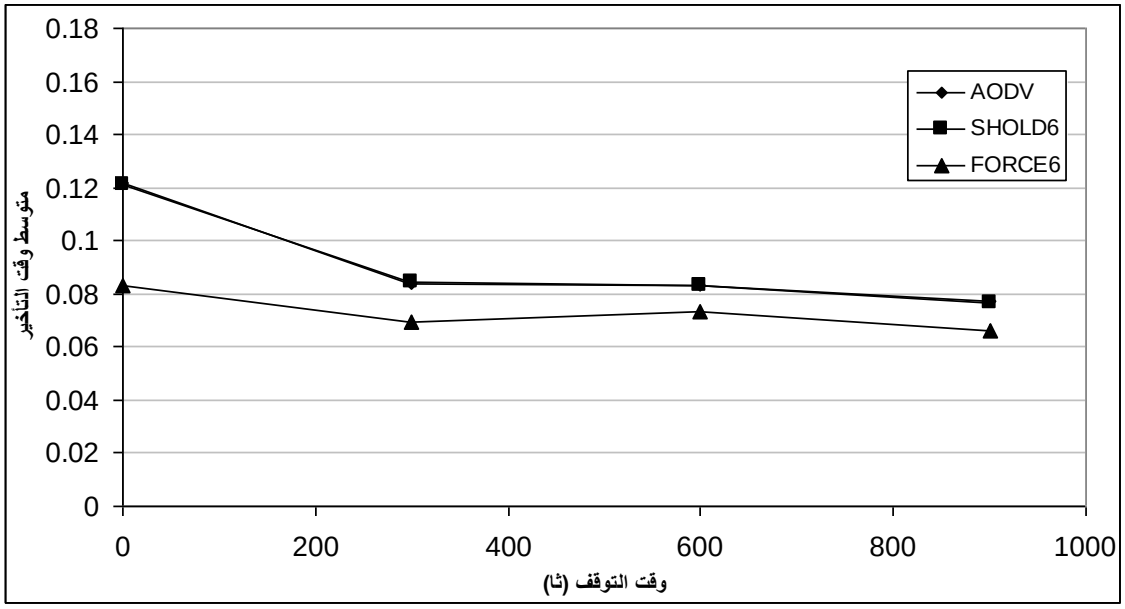
شكل (٦- ١٦) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=0-20 و T=6

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن متوسط وقت التأخير في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (١٣.٨٨%) للحركة العالية وأقل بنسبة (١٠.٤٤%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٢٧.٩٨%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٢٧,١٢%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أكبر بنسبة (١.٤٤%) للحركة العالية ومطابقة للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٢١.٢١%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٤٣.٥٣%) للحركة القليلة .



شكل (٦- ١٧) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=10-20 و T=2

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (٦- ١٨) متوسط وقت التأخير لـ P=2 و S=10-20 و T=6

كما نلاحظ من الأشكال السابقة ، فإن متوسط وقت التأخير في (حد العتبة=٢) كانت أقل بنسبة (١٥.٤٠%) للحركة العالية وأقل بنسبة (١٣.٧٣%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام =٢) كانت أقل بنسبة (٢٩.٥١%) للحركة العالية وأقل بنسبة (٢٤,٩٥%) للحركة القليلة ، وفي (حد العتبة=٦) كانت أقل بنسبة (٠.٩٠%) للحركة العالية وأقل بنسبة(٠.٦٩%) للحركة القليلة ، وفي (الإرغام=٦) كانت أقل بنسبة (٣١.٦٨%) للحركة العالية وأقل بنسبة (١٣.٨٠%) للحركة القليلة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦- ٤ خلاصة النتائج

إن الكلفة الاضافية لبروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني تكون مرتفعة في الحركة العالية لعقد الشبكة الخاصة وتنخفض في الحركة القليلة وهي تتأثر بسرعة حركة العقد حيث تزداد الكلفة الاضافية كلما زادت سرعة حركة عقد الشبكة الخاصة ، وبالنسبة لتأثير الخوارزمية المقترحة والتي كما ذكرنا مؤلفة من جزأين وهما حد العتبة بالقيم (٢و٦) و الإرغام (٢و٦) ، ففي حالة حد العتبة فان العقد التي تقع في منطقة الازدحام ستهمل رسالة طلب المسار التي تصلها (أي لا تعيد نشر رسالة طلب المسار و لا ترسل رسالة إجابة) وذلك سيؤدي إلى خفض الكلفة الاضافية في منطقة الازدحام ، أما الإرغام فسيؤدي إلى تقليل عدد طلبات المسار وبذلك ستنخفض الكلفة الاضافية في الشبكة بنسبة اكبر من حد العتبة ، وبالنسبة لحد العتبة فقد تم الحصول على أفضل تحسين لتخفيض الكلفة الاضافية (٢٥.٧٩%) في الحركة القليلة ولقيمة (حد العتبة=٢) عند سرعة حركة العقد = ١٠-٢٠ متر/الثانية ، أما بالنسبة للإرغام فقد تم الحصول على أفضل تحسين لتخفيض الكلفة الاضافية (٥٠.١٢%) في الحركة العالية ولقيمة (الإرغام=٦) عند سرعة حركة العقد = ٠-٢٠ متر/الثانية .

أما نسبة تسليم حزم البيانات لبروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني فتتأثر بسرعة حركة العقد وتزداد بزيادة السرعة ، ولم نستطع الحصول على تحسين في نسبة التسليم ، ولكن النتائج كانت مقاربة جدا لأداء البروتوكول الأصلي والفرق كان بنسبةقليلة أقصاها (٣%).

أما متوسط وقت التأخير لبروتوكول التمرير متجه المسافة حسب الطلب الآني فهو بشكل عام يزداد كلما زادت سرعة حركة عقد الشبكة ، وفي حالة حد العتبة سيتم تجنب مناطق الازدحام ، لامتناع الوسط عن الإجابة ، واستخدام أطراف الشبكة في إنشاء المسارات من اجل إيصال حزم البيانات المرسلة ولذلك سينخفض متوسط وقت التأخير بنسبة كبيرة ،وكذلك بالنسبة لحالة الإرغام ، وبالنسبة لحد العتبة فقد تم الحصول على أفضل تحسين لتخفيض متوسط وقت التأخير (١٨.٢٦%) في الحركة القليلة وقيمة (حد العتبة =٢) عند سرعة حركة العقد=٠-١٠ متر/الثانية ، أما بالنسبة للإرغام فقد تم الحصول على أفضل تحسين لمتوسط وقت التأخير (٤٣.٥٣%) في الحركة القليلة وقيمة (الإرغام=٢) عند سرعة حركة العقد = ٠-٢٠ متر/الثانية .

إن أداء الخوارزمية المقترحة بشكل عام كان جيدا حيث أدى الى تخفيض الكلفة الاضافية وخفض متوسط وقت التأخير ، ولكن من أجل مقارنة أداء حد العتبة والإرغام ، لمعرفة الأفضل ، فأننا يجب أن نأخذ بيئة موحدة لكلاهما وسنلاحظ في معظم الحالات أن أداء الإرغام كان أفضل من أداء حد العتبة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦- ٥ الأعمال المستقبلية

إن الخوارزمية المقترحة في تقليل الازدحام في الشبكات الخاصة كانت عامة ومثلما تم تطبيقها على بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني ، يمكن تطبيقها على أي بروتوكول آخر وكذلك يمكن عمل دراسات مقارنة بين نتائجنا ونتائج أي بروتوكول آخر بعد تطبيقها عليه.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة المراجع

1. Broadway**, "Performance Evaluation of ad hoc algorithms for WLAN/ WPAN** networks**"**, ist, version 1, 2003, pp 22-13 . www.ist-broadway.org/documents/broadway-WP4-D4-v1_0.pdf
2.. Chen, Tsu-Wei Chen and Mario Gerla,"**Global State Routing: A New Routing Scheme for Ad-hoc Wireless Networks**", Proc.IEEE ICC'98, pp5-1. www.cs.odu.edu/~lee_m/papers/gerla-gsr-icc98.pdf
3. Corson, S. Corson and J.Macker. Mobile Ad Hoc networking (MANET): **"Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Cosiderations"**, RFC 2002, January, 1999, pp8-3. http://www.ietf.org/rfc/rfc2501.txt
4. Gabber, Eran Gabber, Mark A. Smith, "Trail Blazer: A Routing Algorithm Inspired by Ants", Lucent Technologies – Bell Laboratories, 2004,pp2-1. www.ieee-icnp.org/2004/papers/1-4.pdf
5. Gerla, Sung-Ju Lee, Mario Gerla, **"Dynamic Load-Aware Routing in Ad hoc Networks**", Internet & Mobile Systems Labs, Hewlett-Packard Laboratories Computer Science Department, University of California, Los Angeles,2001,pp5-4 www.hpl.hp.com/personal/Sung-Ju_Lee/abstracts/papers/icc2001a.pdf
6. Hogan, Bryan J. Hogan, Michael Barry and Sean McGrath**, " Congestion Avoidance in Source Routed Ad Hoc Networks "**, Wireless Access Research Group, University of Limerch, Ireland, 2004, pp6-1. www.ul.ie/mgbarry/Pubs/IT&T2004.pdf
7. Iwata, A. Iwata, C.-C Chiang, G.Pei, M.Gerla, and T.-W. Chen, **"Scalable Routing Strategies for Ad Hoc Wireless Networks",** IEEE Jornalon Selected Areas in Communications, Special Issue on Ad-Hoc Networks, Aug.1999,pp5-2. www.cs.ucla.edu/classes/fall02/cs218/l1/paper/wam/jsac99.pdf
8. Johnson, D.Johnson,"**The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)"**, IETF Internet Draft, April 2003, pp5-2. www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-**dsr**-09.txt
9. Johnson, David B. Johnson and David A.Maltz, **"Dynamic Source Routing in Ad hoc Wireless Networks"**, Computer Science Department, Carnegic Mellon University, 1996, pp15-10. www.cs.cornell.edu/People/egs/615/johnson-dsr.pdf

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

10. Johnson, David B. Johnson, Dvis A.Maltz, **"The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks "**, Oct 1999 IETF Draft, pp22-10. http://www.monarch.cs.cmu.edu/internet-drafts/draft-ietf-manet-dsr-03.txt

11. Maker, J. Macker and S.Corson, **" Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations"**, Mobile ad hoc networks (MANET), IETF working Group charter, March1998, pp7-5. http://www.cs.odu.edu/~lee_m/papers/corson-draft-ietf-manet-issues-01.txt

12. Mukhija, Arun Mukhija, **"Reactive Routing Protocol for Mobile Ad-Hoc Networks"**, Master of Technology in Computer Applications, Department of Mathematics, Indian Institute of Technology, Delhi, Dec 2001,pp22-10. http://www.ifi.unizh.ch/~mukhija/papers/rrp_thesis.

13. Murthy, Shree Murthy, J.J. Garcia-Luna-Aceves**, "Congestion-Oriented Shortest Multipath Routing"**, Computer Engineering Department, University of California, Santa Cruz, 1996, pp3-2. www.cse.ucsc.edu/ccrg/publications/shree.infocom96.pdf

14. Nikaein, Navid Nikaein,Christian Bonnet and Neda Nikaein, **" HARP-Hybrid Ad Hoc Routing Protocol"** , in procceeding of IST 2001: International Symposium on Telecommunicating, Iran/Tehran 2001, pp6-1. www.cs.cornell.edu/Courses/cs615/2002fa/615/**harp**.pdf

15. Perkins, Charles E.Perkins, Elizabeth M. Royer, Samir R. Das, **" Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing",** Feb 2003, pp 22-15. http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-aodv-13.txt

16. Raghavendra, Harish Raghavendra and Duc A.Tran, **"Congestion Adaptive Routing in Ad Hoc Networks"**, Multimedia and Collaborative Networking Group, Dept. of Computer Scince, University Dayton, 2004, pp 2 -1. www.academic.udayton.edu/ductran/papers/mobicom04.pdf

17. Royer, E.M.Rorer and C.K. Toh, **"A review of current routing Protocols for ad hoc mobile wireless networks "**, IEEbPersonal communication, Vol.6,no.2, pp. 55-46,Apr-1999, pp9-7. www.ntrg.cs.tcd.ie/htewari/papers/royer.pdf

18. Royer, Elizabeth M. Belding-Royer, Charless E. Perkins, **"Evolution and future directions of the ad hoc on-demand distance-vector routing protocol"**, Ad hoc Networks 1 , pp. 132-127 , Elsevier B.V. 2003. http://www.cs.ucsb.edu/~ebelding/publications.html

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

19. Tang, Ken Tang,Mario Gerla, **"Reliable on-demand multicast routing with congestion control"**, in wireless ad hoc networks, Computer Science Department University of California, Los Angeles, 2002, pp 6-5. www.ee.ucla.edu/~simonhan/cs218/papers/spie01-ktang_BMW_ODMRP.pdf

20. Wang, Yi Lu, Weichao Wang, Yuhui Zhong, Bharat Bhargava, **" Study of Distance Vector** Routing **Protocols for Mobile Ad Hoc Networks"**, Center for Education and Research in Information Assurance and Security (CERIAS) And Department of Computer Sciences, Purdue University, West Lafayette, IN, 47907, USA, 2003, pp 8-7. cs.ucla.edu/classes/spring03/.../papers/percom2003/21_Lu_Distance.pdf

21. Zhu, Y., **"Pro-Active Connection Maintenance in AODV and MAODV"**, Master Thesis, University of carleton,Ottawa,Canada, Aug 2002. http://citeseer.ist.psu.edu/zhu02proactive.html

٢٢. صغير ، محمد ، **"التمرير متعدد الوجهات المعتمد عل الهيكلية الهرمية ذات الشبكة الثنائية في الشبكات اللاسلكية الخاصة"** ، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة ال البيت ، المفرق، الأردن ، ٢٠٠٤.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

Abstract

Ad hoc networks consist of nodes that communicate without the need of any centralized infrastructure. Because of the limited transmission range of wireless devises, each node can be a router if it is an intermediate node on a route between any source and destination .

Congestion is one of the main problems that networks suffer from it. It may occur if a node is situated on several routes between sources and destinations.

There were many studies on congestion, but they depend on algorithms that monitor a queue length at network nodes. That means they don't solve the congestion problem directly.

In this thesis, we proposed an algorithm that solves the congestion problem in ad hoc networks directly by monitoring and limiting the number of routes that a node can be part of. If the number of routes exceeds a threshold or congestion limit, the node will refuse being a part of any new routes until the number of it routes falls below the congestion limit. However, if a source node does not find a route, it can force the nodes to accept the route request.

The performance of the proposed algorithm was evaluated and compared with the AODV protocol using the GlomoSim simulator. Several performance parameters were used, including delivery success ratio, overhead and end-to-end delay. The simulation results show that the proposed algorithm can outperform AODV substantially.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com