بسم الله الرحمن الرحيم

جامـعة آل البيـت
كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

رسالة ماجستير في علم الحاسب بعنـوان

سياسات جديدة لإنقاذ الحزم في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

New Packets Salvaging Policies for Dynamic Source Routing

إعداد الطالب
رجب عمر محمد صالح
٠٣٢٠٩٠١٠٠٨

اسم المشرف
الدكتور إسماعيل عبابنه
أستاذ مشارك، جامعة آل البيت

الفصل الأول
٢٠٠٧/٢٠٠٦

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الإهداء

إلى الوطن الغالي الذي يستحق الثناء

بلدي ليبيا

إلى رمز الحنان وعنوان المحبة والوفاء

والدتي

إلى سر الوجود وعنوان الشهامة والنقاء

والدي

إلى الورود التي تجتهد لي في الدعاء

أخوتي وأخواتي

إلى الشموع التي أحترقت لتنير لي الطريق

كل من درسني

إلى رفاق الدرب والغربة الأوفياء

أصدقائي

أهدي ثمرة جهدي المتواضع ،،،

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

شكر وتقدير

الحمد لله رافع الدرجات لمن انخفض لجلاله، وفاتح البركات لمن إنتصب لشكر أفضاله، والصلاة والسلام على من مدت عليه الفصاحة رواقها، وشدت به البلاغة نطاقها، المبعوث بالآيات الباهرة والحجج، المنزل عليه قرآن غير ذي عوج، وعلى آله الهادين الذين شادوا الدين، وبعد.

الوفاء سمة الأوفياء، وأقله ذكر الفضل لأهله، لا يسعني في هذا المقام إلا أن أذكر أهل الفضل الذين أعطوا الجهد والوقت وأخص الدكتور **إسماعيل عبابنة** ذو الخبرة الواسعة والعطاء الدائم دون ملل أوكلل فلم يتوان عن إبداء الرأي السديد والمشورة ذات النفع في البحث وطرقه القويمة.

كذلك أود أن أشكر أعضاء هيئة التدريس بكلية الأمير الحسين بن عبدالله لتكنولوجيا المعلومات بجامعة آل البيت الذين لم يدخروا جهداً وكانوا مثلاً أعلى في الأداء والعطاء.

ولايفوتني في الختام أن أسأل الله تعالى أن يجعل هذا العمل من العلم الذي ينتفع به فيكون في ميزان أعمالنا يوم لا ينفع مال ولابنون إلا من أتى الله بقلب سليم.

الباحث ،،،

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

قائمة المحتويات

الموضوع	صفحة
صفحة الغلاف	
الإهـــداء	أ
الشكر والتقدير	ب
قائمة المحتويات	ج
قائمة الأشكال	و
الملخص	ز
المقدمة	١
١-١ الشبكات اللاسلكية	٢
١-١-١ الشبكات اللاسلكية المتنقلة ذات البنية التحتية	٢
١-١-٢-الشبكات اللاسلكية المتنقلة بدون بنية تحتية	٣
١-١-٢-١ خصائص الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة	٤
١-١-٢-٢ تطبيقات الشبكات اللاسلكية الآنية	٥
١-٢ بروتوكولات التمرير في الشبكات الآنية	٥
١-٢-١ البرتوكولات الموجهة حسب الطلب	٥
١-٢-٢ البروتوكولات الموجهة بالجداول	٦
١-٢-٣ البروتوكولات الهجينة	٧

الفصل الثاني

البرتوكولات الموجهة حسب الطلب	٨
٢-١ بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	٨
٢-١-١ آلية اكتشاف المسار	٩
٢-١-٢ آلية صيانة المسار	١٠
٢-٢ بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني	١١
٢-٢-١ آلية اكتشاف المسار	١٢
٢-٢-٢ آلية صيانة المسار	١٣
٢-٣ خوارزمية تمرير الترتيب الموقت	١٤

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثالث

الدراسات السابقة	١٥
٣-١ تقديم	١٥
٣-١ -١ استخدام آلية جديدة في الإنقاذ لتحسين آداء بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	١٥
٣-١-٢ استخدام آلية للتنبؤ بحدوث إنقطاع في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	١٦
٣-٢ دراسات المقارنة	١٧

الفصل الرابع

الدراسة المقترحة	١٩
٤-١ مقدمة	١٩
٤-٢ وصف المشكلة	١٩
٤-٣ الدراسة المقترحة	٢١
٤-٣-١ تعديل آلية الإنقاذ لحزم البيانات	٢١
٤-٣-٢ تولي العقد الوسيطة مهمة إنقاذ حزم البيانات غير المنقذة	٢١
٤-٣-٣ الإنقاذ المباشر لحزم البيانات بواسطة العقدة المصدر	٢٢
٤-٤ الخوارزمية المقترحه لإجراء هذه الدراسة	٢٣
٤-٤-١ فكرة عمل الخوارزمية	٢٣
٤-٤-٢ خطوات عمل الخوارزمية	٢٣
٤-٥ هدف الدراسة	٢٥
٤-٦ فوائد الدراسة	٢٥

الفصل الخامس

المحاكـاة	٢٦
٥-١ مقدمة	٢٦
٥-١-١ المحاكي	٢٦
٥-١-٢ بيئة المحاكاة	٢٧
٥-١-٣ معايير تقييم الأداء المستخدمة	٢٨
٥-١-٤ نتائج المحاكاة	٢٩
٥-١-٤-١ نسبة استلام الحزم	٢٩

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٤-٢ الكلفة الإضافية	٣٢
٥-١-٤-٣ نسبة الحزم الضائعة	٣٤
٥-١-٤-٤ عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد	٣٦
٥-١-٤-٥ نسبة الحزم المنقذة	٣٨

الفصل السادس

الاستنتاجات	٤٣
٦-١ تحليل نتائج المحاكاة	٤٣
٦-١-١ نسبة تسليم الحزم	٤٣
٦-١-٢ الكلفة الإضافية	٤٤
٦-١-٣ نسبة الحزم الضائعة	٤٤
٦-١-٤ عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد	٤٥
٦-١-٥ نسبة الحزم المنقذة	٤٥
٦-٢ العمل المستقبلي	٤٦
المراجـع	٤٧

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الأشكال

الشكــل	صفحة
الشكل (١-١): شبكة لاسلكية آنية مكونة من ثلاث عقد لاسلكية (أ ، ب ، ج)	٣
الشكل (١-٤): معالجة حدوث إنقطاع مسار بشبكة لاسلكية آنية	٢٠
الشكل (٥-١) : نسبة استلام الحزم للسرعة (٥ م/ثا)	٣١
الشكل (٥-٢) : نسبة استلام الحزم للسرعة (١٥ م/ثا)	٣٢
الشكل (٥-٣) : نسبة استلام الحزم للسرعة (٢٥ م/ثا)	٣٣
الشكل (٥-٤): الكلفة الإضافية للسرعة (٥ م/ثا)	٣٤
الشكل (٥-٥): الكلفة الإضافية للسرعة (١٥ م/ثا)	٣٥
الشكل (٥-٦): الكلفة الإضافية للسرعة (٢٥ م/ثا)	٣٥
الشكل (٥-٧) : عدد الحزم الضائعة للسرعة (٥ م/ثا)	٣٦
الشكل (٥-٨) : عدد الحزم الضائعة للسرعة (١٥ م/ثا)	٣٦
الشكل (٥-٩) : عدد الحزم الضائعة للسرعة (٢٥ م/ثا)	٣٧
الشكل (٥-١٠) : عدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد للسرعة (٥ م/ثا)	٣٨
الشكل (٥-١١) : عدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد للسرعة (١٥ م/ثا)	٣٨
الشكل (٥-١٢) : عدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد للسرعة (٢٥ م/ثا)	٣٩
الشكل (٥-١٣) : نسبة الحزم المنقذة للسرعة (٥ م/ثا)	٤٠
الشكل (٥-١٤) : نسبة الحزم المنقذة للسرعة (١٥ م/ثا)	٤٠
الشكل (٥-١٥) : نسبة الحزم المنقذة للسرعة (٢٥ م/ثا)	٤١

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الملخص

أخذت تقنية اللاسلكي تغزو كل مرفق من مرافق الحياة، واستطاعت هذه التقنية أن تدخل مجال الحوسبة والمعلوماتية وأن تُحدث تغيّراً في أوجه الحياة المختلفة، وبظهور الشبكات اللاسلكية حدثت قفزة هائلة في تكنولوجيا المعلومات وحققت الشبكات الحاسوبية اللاسلكية نجاحاً كبيراً.

تتميز الشبكات اللاسلكية بالمرونة والقدرة على التجوال وسهولة تكوين الشبكات مع الفاعلية الكبيرة من حيث خفض التكاليف ورفع الانتاجية وتحرير المستخدم لتسهيل عملية التجوال والتحرك والدخول إلى الشبكة من أي مكان وفي أي وقت دون الحاجة إلى أسلاك أو إجراء أي إعدادات معقدة، حيث يتم الربط بين مستخدمي الشبكة من خلال إشارات لاسلكية بدلاً من إستخدام الأسلاك مما يسمح للمستخدمين أن يكونوا على اتصال بالشبكة بمرونة دون الارتباط فيزيائياً بين اجهزتهم.

تصنف الشبكات اللاسلكية بناءً على معمارية الشبكة إلى/ شبكات لاسلكية ببنية تحتية وشبكات لاسلكية بدون بنية تحتية (تسمى ايضاً بالشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة). تتميز الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة بأنها تعمل دون الحاجة لأي بنى تحتية أو إدارة مركزية وتعمل كل عقدة بالشبكة مرسلاً ومستقبلاً وموجهاً لتأمين عملية التراسل بالشبكة، إذ ترسل حزم البيانات من العقدة المصدر إلى العقدة الهدف إما مباشرة (العقدة المصدر والعقدة الهدف متجاورتان) أو عبر عقدة أو أكثر تتمثل بالمسار(العقدة المصدر والعقدة الهدف غير متجاورتان).

تستخدم الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة بروتوكولات تمرير لتتمكن العقد من التراسل مع بعضها، ويعتبر بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي أحد أهم هذه البروتوكولات.

لايتم في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي تحديث معلومات هيكلية الشبكة تلقائياً ولايتم إبلاغ كل العقد في حالة تعطل مسار أو أكثر بالشبكة، ونتيجة لذلك فإن المصادر قد تستخدم مسارات مقطوعة لإرسال حزم البيانات مما يعرض الحزم التي تمر عبر هذه المسارات المقطوعة للحذف في حال فشل العقدة التي أكتشفت الانقطاع في عملية إنقاذها، وذلك يؤدي إلى تقليل نسبة التسليم وزيادة الكلفة الاضافية بالشبكة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تتناول هذه الدراسة مشكلة حزم البيانات الضائعة بسبب حدوث إنقطاع في المسار المستخدم للإرسال بين العقدة المصدر والعقدة الهدف، والتي تنتج عن عدم قدرة عقدة الانقطاع أو فشلها في إنقاذ حزم البيانات عند حدوث إنقطاع. تم في هذه الدراسة إقتراح حلول جديدة لإنقاذ حزم البيانات غير المنقذة، فعندما تفشل إحدى عقد المسار المصدري في إرسال حزمة بيانات إلى العقدة التالية بالمسار للعقدة الهدف وعند اكتشافها للإنقطاع تقوم بمحاولة الإنقاذ للحزمة أولاً، وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار إلى العقدة الهدف فإذا وجدت مساراً ترسل عبره حزمة البيانات ثم تقوم بإرسال رسالة خطأ مسار للعقدة المصدر مع وضع راية (Flag=0) تشير إلى أنها رسالة خطأ لحزمة بيانات تم إنقاذها، أما إذا فشلت في عملية الإنقاذ فتقوم بإرسال رسالة خطأ مسار للعقدة المصدر مع وضع راية (Flag=1) تشير إلى أنها رسالة خطأ لحزمة بيانات لم يتم إنقاذها. تقوم كل عقدة وسيطة عند استقبالها رسالة خطأ لحزمة بيانات بمحاولة إنقاذ هذه الحزمة في حال لم يتم إنقاذها ولم تستنفذ العدد المسموح لمحاولات الإنقاذ (ثلاثة محاولات تم تحديدها تجريبياً)، وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل للعقدة الهدف، فإذا نجحت تقوم بإرساله في رسالة رد مسار إلى عقدة الانقطاع (العقدة التي أكتشفت الانقطاع بالمسار)، وترسل رسالة خطأ مسار للعقدة المصدر مع تغيير الراية (Flag=1) إلى (Flag=0)، وعندما تستقبل عقدة الانقطاع رسالة رد المسار تستخلص منها المسار البديل وترسل عبره حزمة البيانات للعقدة الهدف. تقوم العقدة المصدر عند استقبالها رسالة خطأ مسار لحزمة بيانات غير منقذة بمحاولة إنقاذ هذه الحزمة وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل للعقدة الهدف، فإذا نجحت تقوم بإرساله في رسالة رد مسار إلى عقدة الانقطاع، والتي تقوم بدورها بعملية الإنقاذ لحزمة البيانات، وإذا لم تجد العقدة المصدر مساراً بديلاً للعقدة الهدف فإن عملية الإنقاذ تكون قد فشلت. في حال وجود حزم أخرى متجهةٍ لنفس الهدف تقوم العقدة المصدر بالبحث لها عن مسار جديد في ذاكرة مساراتها، وإذا لم تجد تقوم بإستدعاء آلية إكتشاف المسار من جديد.

أظهرت نتائج المحاكاة أن التعديلات المقترحة قد حسنت من أداء البروتوكول، حيث أزدادت نسبة إستلام الحزم المرسلة ،ونسبة الحزم المنقذة، وأنخفض عدد الحزم الضائعة، وعدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد، والكلفة الإضافية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الأول

المقدمة

في ظل الاهتمام الواسع والتطور السريع للحواسيب ظهرت الشبكات السلكية لتربط مجموعة من الحواسيب حتى تستطيع التراسل والتواصل فيما بينها، ومع تزايد عدد المستخدمين للحواسيب المحمولة وتطور تقنية اللاسلكي برزت الحاجة إلى طريقة تؤمن الاتصال لاسلكياً بين هذه الحواسيب والسماح لها بالتنقل والحركة مع الحفاظ على إرتباطها بالأجهزة الأخرى دون انقطاع بالأظافة إلى بقائها لفترة من الزمن بعيدة عن مصادر الطاقة. ظهرت الشبكات اللاسلكية المتنقلة وشاعت لأنها تسمح لمستخدميها بالتنقل وحرية الحركة والتواصل فيما بينهم دون انقطاع بالإظافة إلى عملها في ظروف لاتتوفر فيها شبكات سلكية كافية.

يطلق على الشبكات اللاسلكية المتنقلة التي تقوم بعملها بالإعتماد على بنية تحتية وإدارة مركزية بالشبكات اللاسلكية المتنقلة ذات البنية التحتية، حيث يتم التراسل بين مستخدميها من خلال محطات ثابتة، ومن أمثلتها شبكات الهواتف النقالة.

بالمقابل جاءت الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة (Mobile Ad Hoc Networks) لتتيح لمستخدميها إمكانية العمل في البيئات التي لايمكن بناء بنية تحتية فيها وذلك دون الحاجة لإدارة مركزية، حيث يمكن إستخدام الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة في الحالات الضرورية، والتي قد تحتاج لشبكة مؤقتة كالكوارث الطبيعية والعمليات العسكرية، وتسمى الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة أيضاً بالشبكات الخاصة. تعتمد الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة في عملها على مبدأ التعاون بين عقد الشبكة لإتمام عمليات التراسل والتواصل في الشبكة، وذلك بإستخدام بروتوكولات تمرير وتوجيه صممت خصيصاً لهذا النوع من الشبكات، ويعتبر بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (Dynamic Source Routing Protocol "DSR") أحد أهم بروتوكولات التمرير والتوجيه في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

١-١ الشبكات اللاسلكية

هي الشبكات التي يتم فيها تراسل البيانات بين عقدتين أو أكثر بواسطة إشارات لاسلكية (إشارات راديوية) دون الحاجة إلى أسلاك لربط العقد بالشبكة.

تقسم الشبكات اللاسلكية إلى شبكات ثابتة ومتحركة. لا توفر الشبكات اللاسلكية الثابتة قابلية الحركة للعقد بالشبكة، إذ أن عملية الاتصال بين العقد تكون نقطة لنقطة (Point To Point) مثل شبكات الموجة الصغرى، أما الشبكات اللاسلكية المتحركة (المتنقلة) فتسمح للعقد بالحركة والتنقل للعقد ضمن مدى راديوي معين (Mukherjee et al, 2003).

تصنف الشبكات اللاسلكية المتنقلة إلى صنفين:

-الشبكات اللاسلكية المتنقلة ذات البنية التحتية، وتسمى الشبكات الخلوية (Cellular Networks)

-الشبكات اللاسلكية المتنقلة بدون بنية تحتية، وتسمى الشبكات الآنية (Ad hoc Networks)

١-١-١ الشبكات اللاسلكية المتنقلة ذات البنية التحتية

يستخدم هذا النوع من الشبكات محطات ثابتة لإتمام عمليات التراسل والتواصل بين عقد الشبكة المتحركة، حيث تغطي كل محطة ثابتة منطقة معينة لتخدم كل العقد التي تقع ضمن مداها الراديوي، وذلك بأن تتيح لها التراسل مع العقد الاخرى بالشبكة (Royer and Toh, 1999). يدعى التراسل في هذا النوع من الشبكات بالتراسل اللاسلكي وحيد القفزة، وذلك لأن كل عقدة لاسلكية متحركة تستطيع التراسل وتبادل المعلومات فقط عن طريق المحطة الثابتة التي تقع ضمن مداها الراديوي (Zhu, 2002).

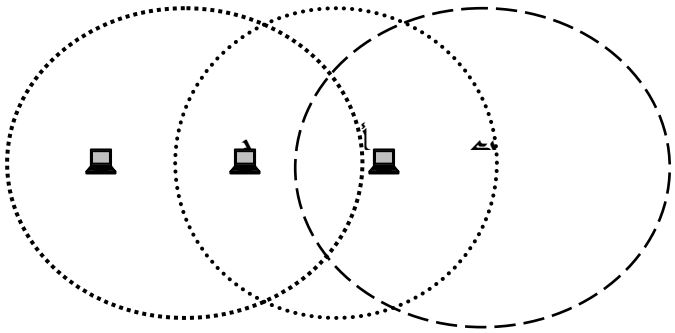
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

١-١-٢ الشبكات اللاسلكية المتنقلة بدون بنية تحتية

كما ذُكر سابقاً، تدعى هذه الشبكات بالشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة، وهي عبارة عن مجموعة من العقد اللاسلكية التي تتميز بحرية الحركة، والتي تتراسل مع بعضها البعض عن طريق الأمواج الراديوية دون الحاجة إلى بنية تحتية أو محطات مركزية ثابتة. تعمل كل عقدة كموجه بالشبكة، وتتعاون وتتفاعل العقد مع بعضها لإتمام عمليات الاتصال والتراسل بالشبكة، وتشترك أيضاً في إكتشاف وإدامة المسارات إلى العقد الأخرى (Conti et al, 2004).

تتم عملية التراسل مباشرة بين العقد المتجاورة (التي تقع ضمن المدى الراديوي لبعضها البعض)، أما العقد غير المتجاورة فيتم التراسل بينها بشكل غير مباشر بالاعتماد على عدة قفزات بين عقد متجاورة (Zhu, 2002).

يوضح الشكل (١-١) شبكة لاسلكية آنية مكونة من ثلاث عقد لاسلكية أ و ب و جـ . توضح كل دائرة مجال التغطية للعقدة التي تقع في مركزها، حيث تستطيع هذه العقدة التراسل مع العقد التي تقع داخل مجال تغطيتها بشكل مباشر. نلاحظ من الشكل أن العقدتين أ و ب تقعان ضمن مدى راديوي مشترك، لذلك يمكنهما التراسل مع بعضهما بشكل مباشر.



الشكل (١–١): شبكة لاسلكية آنية مكونة من ثلاث عقد لاسلكية (أ ، ب ، ج).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كما نلاحظ أن العقدتين ب و جـ لا تقعان ضمن مدى راديوي مشترك، لذلك لا يمكنهما التراسل بشكل مباشر، ويتم التراسل بين العقدتين ب و جـ من خلال العقدة الوسيطة أ ، والتي تقع ضمن المدى الراديوي لكل منهما.

١-١-٢-١ خصائص الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة

تملك الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة خصائص عديدة منها :

١- تتراسل عقدها لاسلكياً بإستخدام الإشارات الراديوية، وذلك لتبادل المعلومات المتاحه ضمن الشبكة.

٢- تستخدم التوجيه متعدد القفزات، إذ تعمل كل عقدة في الشبكة كمرسل ومستقبل، أي أنها تؤدي مهمة الموجه (Router). ترسل الحزم من المصادر إلى الوجهات عبر عدة عقد وسيطة (قفزات متعددة).

٣- قابلية الحركة (Mobility): كل العقد بالشبكة متنقلة ولها حرية الحركة مع إمكانية المحافظة على الإتصال مع العقد الأخرى بالشبكة (Conti et al, 2004).

٤- القدرة المحدودة للطاقة: تعتمد العقد على بطاريتها في العمل، وعند نفاذ بطارية أي عقدة فإنها تخرج من الشبكة، وعليه يجب أن يراعى هذا العامل على الدوام عند استخدام هذا النوع من الشبكات.

٥- القيود الأمنية: تعاني هذه الشبكات من مشاكل أمنية، فيمكن لأي عقدة أن تنضم إلى الشبكة وتتشارك بالمعلومات والمصادر، وهذا قد يشكل خرقاً أمنياً كبيراً (Corson and Macker, 1999).

٦- اللامركزية: هيكلية الشبكة والتحرك الحر وعدم وجود بنية تحتية يجعل الشبكة تتمتع باللامركزية في إدارة معظم عملياتها (Mukherjee et al, 2003).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

١-١-٢-٢ تطبيقات الشبكات اللاسلكية الآنية

تستخدم الشبكات اللاسلكية الآنية في العديد من التطبيقات، إذ يمكن استخدامها في القاعات الدراسية والمؤتمرات لغاية التشارك في المعلومات، وكذلك تستخدم من قبل الجيوش في ساحات المعارك والتدريب لتأمين تبادل المعلومات بين القادة والجنود، وتستخدم أيضاً في حالات الكوارث والزلازل من أجل تنسيق جهود الإغاثة بين مختلف إجهزة الإنقاذ.

١-٢ بروتوكولات التمرير في الشبكات الآنية

تتمثل المهمة الرئيسية لبروتوكولات التمرير في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة في تسليم الحزم من العقدة المصدرية إلى العقدة المستقبلة، وتصنف بروتوكولات التمرير في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة إلى ثلاث أصناف:

أ- البروتوكولات الموجهة حسب الطلب.

ب- البروتوكولات الموجهة بالجداول.

ت- البروتوكولات الهجينة.

١-٢-١ البروتوكولات الموجهة حسب الطلب

(On-Demand Routing Protocols)

تتم عملية التوجيه في هذا الصنف من البوتوكولات حسب طلب المصدر، حيث يتم أنشاء مسارات فقط عندما تطلب العقدة المصدر مساراً إلى العقدة الهدف لكي ترسل حزم بيانات إليها، وتنتهي العملية بإيجاد مسار للعقدة الهدف، وتتم إدامة هذا المسار طالما تحتاج إليه العقدة المصدر (Qin, 2001). ومن أهم مميزات البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر التقليل من الكلفة الإضافية لأنها لا تستخدم الرسائل الدورية التي ترسل في بروتوكولات الانواع الأخرى. يعتمد هذا الصنف من البرتوكولات في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

عمله داخل الشبكة على آليتين، هما آلية اكتشاف المسار (Route Discovery) وآلية صيانة المسار (Route Maintenance).

ومن أهم الأمثلة على البروتوكولات الموجهة حسب الطلب بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (Dynamic Source Routing - DSR) (Johnson and Maltz, 1996)، وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني (Ad hoc On-demand Distance Vector - AODV) (Royer and Toh, 1999).

٢-٢-١ البروتوكولات الموجهة بالجداول

(Table Driven Protocols)

في هذا النوع من البروتوكولات يتم تخزين معلومات التمرير لكل عقد الشبكة اللاسلكية الآنية في جداول تخزن فيها بحيث أن كل عقدة تحتوي معلومات التمرير للعقد الأخرى في هذه الشبكة. وهذا يتطلب من البروتوكولات المحافظة على حداثة معلومات التمرير من كل عقدة إلى العقد الأخرى عن طريق نشرها عبر الشبكة بشكل دوري (Qin, 2001). تتميز هذه البروتوكولات بمقدرتها على إيصال الحزم إلى وجهتها بسرعة، حيث لا يوجد وقت انتظار قبل البدء بعملية إرسال الحزم لأن جميع المسارات إلى كل الوجهات محددة مسبقاً. ولكن يعيبها أنها تحتاج إلى كلفة إضافية في عمليات جمع معلومات التمرير بسبب تغير الهيكلية المستمر، مما يزيد من عدد حزم التحديثات، خاصة عندما تحدث تغيرات كثيرة في هيكلية الشبكة (القصاص، ٢٠٠٢). تختلف بروتوكولات التمرير الموجهة بالجداول فيما بينها في عدد جداول التمرير الضرورية وطرق نشر التحديثات (Royer and Toh, 1999).

ومن أمثلة البروتوكولات الموجهة بالجداول بروتوكول متجه المسافة المتسلسل حسب الوجهة (Destination Sequenced Distance Vector - DSDV)، وبروتوكول التمرير اللاسلكي (Wireless Routing Protocol - WRP).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

١-٢-٣ البروتوكولات الهجينة

(Hybrid Protocols)

هي البرتوكولات التي تجمع بين التوجيه الموجه بالجداول والتوجيه الموجه حسب طلب المصدر، حيث تقسم الشبكة إلى عدة مناطق تمرير، وتعرف منطقة التمرير للعقدة بأنها مجموعة العقد التي تبعد عنها عدة قفزات، ويستخدم للتمرير داخل المناطق بروتوكول يعتمد على الجداول، بينما يستخدم للتمرير بين المناطق بروتوكول موجه حسب الطلب، ويقلل هذا التقسيم من كلف نشر حزم التمرير بشكل دوري في أطراف الشبكة كاملة كما في البروتوكولات الموجهة بالجداول، ويقلل أيضاً من كلف طلبات الارتباط التي تغرق الشبكة كاملة في البروتوكولات الموجهة حسب الطلب، ومن الأمثلة على هذه البروتوكولات بروتوكول منطقة التمرير (Zone Routing Protocol - ZRP) (Haas and Pearlman, 2001).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثاني

البرتوكولات الموجهة حسب الطلب

٢-١ بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

(Dynamic Source Routing Protocol – DSR)

هو بروتوكول توجيه بسيط وفعال، صمم خصيصاً للاستخدام في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة، ويعتبر هذا البروتوكول من البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر.

يسمح البروتوكول للشبكة بتنظيم وتهيئة نفسها ذاتياً، إذ تتعاون عقد الشبكة لترسل حزم البيانات إلى بعضها البعض عبر عدة قفزات. تقوم العقدة المصدر بكشف المسار للعقدة الهدف، وبعد كشف المسار تحمل العقدة المصدر المسار بالكامل في رأس حزمة البيانات (Header) وترسلها عبر هذا المسار مباشرةً إلى وجهتها، وأي عقدة ترسل أو تسمع الحزمة المرسلة تقوم بنسخ هذا المسار للأستخدام المستقبلي (Johnson and Maltz, 1996).

إن استخدام التوجيه المصدري يخفف بشكل كبير من الكلفة الاضافية لعدم الحاجه لمعلومات التوجيه في العقد الوسيطة، وكذلك وجود المسار بالكامل في رأس الحزمة وقيام العقد بنسخه لاستخدامه في المستقبل تخفيف عدد مرات استدعاء آلية إكتشاف المسار مما يؤدي لتخفيف الكلفة الاضافية.

تتكون عملية التمرير المصدري في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي من آليتين هما آلية اكتشاف المسار وآلية صيانة المسار.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٢-١-١ آلية اكتشاف المسار

تستخدم آلية اكتشاف المسار فقط عندما تريد العقدة المصدر إرسال حزمة بيانات إلى عقدة اخرى ولا تملك مساراً في ذاكرة مساراتها يقود للهدف (Johnson and Maltz, 1996).

تقوم العقدة المصدر بأستدعاء آلية اكتشاف المسار التي تنجز عملها على النحو التالي:

١) تقوم بإرسال رسالة طلب مسار (Route Request) إلى كل جيران العقدة المصدر (العقد التي تقع ضمن المدى الراديوي للعقدة المصدر)، وتحتوي رسالة طلب المسار الحقول التالية:

أ- عنوان المصدر (Source Address)

ب- عنوان الهدف (Destination Address)

ت- رقم رسالة الطلب (Request ID).

ث- قائمة فارغة (Empty List) تستخدم لتخزين المسار الذي ستسلكه حزمة المعطيات وصولاً للعقدة الهدف.

٢) تقوم كل عقدة تستقبل رسالة طلب المسار بأحد الاعمال التالية:

١- إذا كانت هذه العقدة هي العقدة الهدف تعيد رسالة جواب مسار (Route Reply) إلى العقدة المصدر.

٢- إذا لم تكن هذه العقدة هي العقدة الهدف تقوم بأحد الاعمال التالية:

أ- إذا كانت هذه العقدة قد رأت رسالة طلب المسار من قبل فإنها تقوم بحذفها، ويتم التعرف على رسائل طلب المسار عن طريق رقم الطلب وعنوان العقدة المصدر.

ب- إذا كانت هذه العقدة لم تر رسالة الطلب وتملك مساراً للعقدة الهدف فيتم دمجه مع المسار الموجود برسالة طلب المسار، وتعيد العقدة رسالة جواب مسار إلى العقدة المصدر.

ت- إذا لم يتحقق أي مما سبق فإن العقدة المستقبلة لرسالة الطلب تضيف نفسها في قائمة حفظ المسار (Record List) وتبثها إلى جيرانها.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣) تُجهز رسالة جواب مسار لإرجاعها للعقدة المصدر صاحبة الطلب عند وصول رسالة الطلب إلى العقدة الهدف أو إلى عقدة تملك مساراً للعقدة الهدف. عملية إرجاع رسالة جواب المسار تتم حسب نمط عمل البروتوكول، فإذا كان البروتوكول يعمل في نمط تراسل أحادي الاتجاه فقط، تقوم العقدة بالبحث عن مسار للعقدة المصدر في ذاكرة مساراتها فإن وجدته تقوم باستخدامه لإرسال رسالة جواب مسار، وإن لم تجد مساراً تستدعي آلية اكتشاف المسار للبحث عن مسار للعقدة المصدر ترسل عليه رسالة جواب مسار. لتفادي حالة الدوران اللانهائي تحمل رسالة جواب المسار في رسالة طلب مسار، وترسل لمصدر رسالة طلب مسار. أما إذا كان البروتوكول يعمل في نمط تراسل ثنائي الاتجاه فإن العقدة الهدف والعقدة الوسيطة التي تملك مساراً للعقدة الهدف تقوم بعكس المسار المسجل في رسالة طلب المسار وتستخدمه لترسل رسالة جواب مسار (Johnson et al, 2001).

٤) تُحمل العقدة المصدر المسار الوارد في رسالة جواب المسار (Route Reply) في رأس حزمة البيانات وتُرسل إلى وجهتها.

٢-١-٢ آلية إدامة المسار (Route Maintenance)

بعد كشف المسار بواسطة آلية كشف المسار تتولى هذه الآلية صيانة المسار وإدامته، ويتم تفعيلها فقط عندما يبدأ المصدر بالارسال فعلياً. تقوم آلية إدامة المسار بكشف الانقطاع بالمسار عند إرسال حزم البيانات إلى العقدة الهدف، وترسل العقدة التي تكتشف الانقطاع رسالة خطأ مسار (Route Error) لتخبر المصدر، وذلك ليوقف الارسال عبر هذا المسار ويبحث عن مسار بديل بذاكرة مساراته أو يستدعي آلية اكتشاف المسار من جديد. تقوم آلية إدامة المسار على ما يلي:

١) كل عقدة ترسل حزمة بيانات مسئولة عن وصولها للمحطة التالية (Next Hop) فقط، ويتم التأكد من الوصول للمحطة التالية بأحدى الطرق التالية:

أ- إعادة حزمة رد إستعلام (Acknowledgment Packet).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ب- الاستماع إلى المحطة التالية (Next Hop) والتأكد من أنها أرسلت الحزمة أم لا.

٢) إذا لم يتم التأكد من وصول حزمة البيانات إلى المحطة التالية يتم إعادة رسالة خطأ مسار(Route Error) إلى العقدة المصدر.

٣) تحاول العقدة التي حدث عندها الخطأ أن تنقذ حزمة البيانات (Packet Salvaging) وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار إلى العقدة الهدف فإذا وجدت تستبدله بالمسار الموجود بحزمة البيانات وترسلها عبر هذا المسار إلى العقدة الهدف. تتم عملية الإنقاذ للحزمة مرة واحدة فقط فإذا لم تتم عملية الإنقاذ الاولى بنجاح يتم حذف حزمة البيانات ولايتم إنقاذها مرة أخرى.

٢-٢ بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني

(On-demand Distance Vector Protocol –AODV)

يتم إنشاء المسارات في هذا البروتوكول حسب الطلب، ويستخدم جدول مسارات (Routes Table) لحفظ معلومات التوجيه بالشبكة. يسمح بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب بالبدء الذاتي الديناميكي والتوجيه متعدد القفزات بين العقد المتحركة، ويسمح للعقد بالمشاركة في إنشاء الشبكة الآنية وإدامتها، وكذلك صيانة المسارات قيد الاستعمال (بوكلي، ٢٠٠٥).

يحتوي بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني آلتين هما آلية اكتشاف المسار وآلية إدامة المسار.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٢-٢-١ آلية اكتشاف المسار

تستخدم آلية اكتشاف المسار فقط عندما تريد العقدة المصدر ان ترسل حزمة بيانات إلي عقدة أخرى (الهدف) ولا تملك مساراً للعقدة الهدف في جدول مساراتها (Routes Table)، ويمكن توضيح خطواتها كما يلي (Perkins and Royer, 2001):

١- تقوم العقدة المصدر بإرسال رسالة طلب مسار(Route Request) تحتوي الحقول التالية:-

أ- عنوان المصدر (Source Address).

ب- عنوان الهدف (Destination Address).

ج- أخر رقم متسلسل للهدف (Sequence Number) معرف من قبل المصدر.

د- رقم البث (Broadcast Number): تتم زيادة هذا الرقم في كل مرة يتم فيها تهيئة طلب المسار.

٢- تثبث رسالة طلب المسار إلي كل جيران العقدة المصدر ويتم وضع فترة زمنية (Time Out) في رسالة طلب المسار.

٣- أي عقدة تستقبل رسالة طلب المسار إذا رأت هذا الطلب سابقاً فإنها تحذفه، وخلاف ذلك فإنها تنشئ لهذا الطلب مدخل (Entry) تحفظ فيه عنوان العقدة المصدر ورقم البث وتبدأ بمعالجة الطلب.

٤- إذا كانت العقدة التي استقبلت رسالة الطلب هي العقدة الهدف فإنها ترجع رسالة رد مسار (Route Reply) تضع فيها رقم التسلسل وعدد القفزات بين المصدر والهدف وصلاحية المسار وترسلها إلي العقدة المصدر.

٥- إذا لم تكن العقدة التي استقبلت رسالة الطلب هي العقدة الهدف ولكنها تملك مساراً يوصل إلي العقدة الهدف فإنها تضع الرقم المتسلسل في رسالة رد مسار وتضع فيها عدد القفزات حتى الهدف وزمن الصلاحية وترسل رسالة رد المسار للعقدة المصدر.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦- أما إذا لم تملك العقدة التي استقبلت رسالة الطلب مساراً إلي الهدف فإنها تبث رسالة الطلب إلي جيرانها، ويتم زيادة (Hop Count) بواحد.

٧- إذا لم يتم استقبال رسالة رد مسار خلال الزمن المحدد (Time Out) يتم بث الطلب مرة أخرى.

٨- إذا استقبلت عقدة أكثر من رسالة رد مسار (Route Reply) لنفس الطلب فإنها ترسل حزم البيانات على المسار القادم مع أول رسالة رد مسار تم استقبالها.

٢-٢-٢ آلية صيانة المسار

تحدث الإنقطاعات بالمسارات داخل الشبكة الآنية بسبب حركة العقدة، وتتم معالجة الانقطاع عندما تكون الوصلة المنقطعة جزء من مسار نشط. تقوم العقدة التي اكتشفت الانقطاع بحذف المسارات إلي كل العقد التي لايمكن الوصول إليها بسبب هذا الانقطاع، وذلك من جدول تمريرها، وتقوم بإعادة رسالة خطأ (Route Error) تضع فيها عناوين كل العقد التي لا يمكن بلوغها نتيجة لهذا الانقطاع مرفقة بأرقام تسلسلها وترسلها إلى اقرب عقدة لها باتجاه كل من المصادر المتأثرة، وكل عقدة في طريق العودة إلى مصدر متأثر تبث رسالة الخطأ إلي جيرانها فيتم حذف كل المسارات المتأثرة بالانقطاع والتي تقودنا لنفس الهدف.

توجد في بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب ألية لصيانة المسارات تعرف بالصيانة المحلية فعند إنقطاع مسار تحاول العقدة التي أكتشفت الانقطاع إصلاح المسار محلياً، حيث تقوم هذه العقدة بإضافة واحد إلى الرقم التسلسلي للعقدة الهدف وتضعه داخل رسالة طلب مسار بديل تبث في محاولة لإكتشاف مسار بديل للعقدة الهدف، فإذا تم إكتشاف مسار بديل يتم إرسال حزمة البيانات عبر هذا المسار، وإذا فشلت عقدة الإنقطاع في إكتشاف مسار بديل ترسل رسالة خطأ مسار إلى العقدة المصدر(Perkins & Royer, 2001).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٢-٣ خوارزمية تمرير الترتيب الموقت

(Temporally-Ordered Routing Algorithm – TORA)

تعمل خوارزمية تمرير الترتيب الموقت حسب الطلب، وهي خوارزمية توجيه تستخدم في الشبكات متعددة القفزات وتدعم التوجيه متعدد المسارات (Multiple Path Rrouting)، أي أنها تقوم بتزويد العقد بمسارات متعددة لنفس الهدف، وتسمح للعقدة بالاحتفاظ بمعلومات توجيه عن جيرانها.

تستخدم خوارزمية تمرير الترتيب الموقت حزم الاستفسار (Query Packets) لإنشاء المسارات وحزم التجديد (Update Packets) لصيانة المسارات وحزم الحذف (Clear Packets) لحذف المسارات غير الصالحه (Lin, 2004). تستند خوارزمية تمرير الترتيب الموقت على مفهوم المستوى (Height). عندما ترغب عقدة ما في إرسال حزمة بيانات إلى عقدة أخرى، فإنها تقوم بإرسال حزمة إستفسار عن العقدة الهدف إلى كل جيرانها، وكل عقدة تستقبل هذه الرسالة تعيد إرسالها إذا لم تكن الهدف، وعند وصول حزمة الاستفسار إلى العقدة الهدف، ترقم العقد ويحسب المستوى لكل عقدة إنطلاقاً من العقدة الهدف، حيث ترقم العقدة الهدف نفسها وتكون صاحبة أصغر مستوى وترسل رداً على طلب الارتباط الذي يحمل رقمها، وكل عقدة تستلم هذا الرد تقوم بتحديث مستواها بناءً على مستوى العقدة التي أستلمت منها الرد ثم تعيد إرسال الرد مع المستوى الجديد، وهكذا إلى أن يصل الرد إلى العقدة المصدر فترقم نفسها برقم أكبر من رقم العقدة التي أستلمت منها الرد، وتكون العقدة المصدر صاحبة أعلى رقم، وبذلك يتم تحديد المسار من العقدة المصدر إلى العقدة الهدف.

الغاية من ترقيم العقد هو إنشاء مسارات وبناء هيكلية خالية من الدوران، وتتميز هذه الخوارزمية بسرعتها لكنها لاتهتم بأفضلية المسار(Park and Corson, 1998).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثالث

الدراسات السابقة

٣-١ مقدمة

يهتم هذا الفصل بعرض بعض الدراسات السابقة التي حاولت العمل على تحسين أداء بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، خاصة عندما تكون حركة العقد كبيرة، مما يزيد من إحتمالية تعطل المسارات فتفشل العقد الوسيطة في إيصال حزم البيانات لأهدافها مما يزيد من عدد الحزم الضائعة ويقلل نسبة تسليم حزم البيانات، وقد قامت بعض الدراسات على إيجاد طرق وآليات لمحاولة أنقاذ حزم البيانات التي تعرضت المسارات الموجهة عبرها للإنقطاعات، وعليه نتناول بعض الدراسات التي اهتمت بإيجاد حلول لزيادة نسبة التسليم للحزم بأستخدام تقنيات الانقاذ وإيجاد مسارات بديلة عند حدوث الانقطاعات وذلك لضمان تسليم حزم البيانات لأهدافها.

٣-١-١ استخدام آلية جديدة في الإنقاذ لتحسين آداء بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

عندما تفشل عقدة الانقطاع في إيصال حزمة البيانات للعقدة التالية فإنها تقوم بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار للعقدة الهدف لحزمة البيانات، وتقوم بدمج المسار مع المسار بينها وبين العقدة المصدر وإعادته مع رسالة خطأ مسار الراجعة إلي العقدة المصدر، وبذلك لا تقوم العقدة المصدر بإعادة استدعاء آلية اكتشاف المسار في حالة عدم وجود مسار آخر مخزن لديها باتجاه العقدة الهدف، وتستفيد العقدة المصدر من هذا المسار عند الحاجة لإرسال حزم بيانات جديدة لنفس الهدف. تعمل هذه الآلية على توفير مسار جديد وحديث للحزم المتوجهة لنفس الهدف المرسلة له الحزمة التى تم إنقاذها، كما تعمل على منع إستدعاء آلية أكتشاف المسار من جديد للحزم المتبقية والمتوجهة لنفس الهدف وما يترتب عنها من كلفة إضافية (Du, 2002).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣-١-٢ استخدام آلية للتنبؤ بحدوث إنقطاع في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

تقوم هذه الدراسة بإضافة خوارزمية تتوقع زمن الانقطاع بين عقدتين جارتين في مسار يستخدم من قبل العقدة المصدر لإرسال حزم بيانات للعقدة الهدف، وذلك بهدف أن تكون المسارات أحادية الوجهة المستخدمة للارسال في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي صالحة بنسبة اكبر. وقد استخدمت هذه الدراسة قياس قوة الإشارة الراديوية بين كل عقدتين جارتين في المسار المستخدم في نقل حزم البيانات، ويجب أن تعرف كل عقدة سرعة واتجاه حركتها بالنسبة إلى العقدة الجارة، وتفترض الدراسة أن تحتفظ العقدة بنفس السرعة واتجاه الحركة خلال زمن توقع الانقطاع. يتم حساب الزمن المتوقع للانقطاع بين عقدتين متجاورتين بتجميع ثلاث قراءات متتالية لقوة الإشارة وزمن تلقيها، ويتم إخضاع هذه القيم لمعادلة حسابية تكون نتيجتها الزمن المتوقع لحدوث الانقطاع بين العقدتين المتجاورتين، وإذا كان هذا الزمن قريباً من الزمن الحالي تقوم العقدة بإرسال رسالة خطأ مسار إلي العقدة المصدر، فعندما تصل رسالة خطأ المسار إلى العقدة المصدر توقف الإرسال عبر هذا المسار وتحذفه من ذاكرة مساراتها، ثم تبحث العقدة المصدر عن مسار بديل لنفس الهدف ترسل عبره باقي الحزم التي لم يتم إرسالها. أظهرت نتائج المحاكاة تحسن أداء بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي من حيث انخفاض عدد حزم البيانات الضائعة بنسبة ٢٠%، قابل ذلك زيادة في الكلفة الإضافية بنسبة ٣٣.٥% (Qin and Kunz, 2002).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣-٢ دراسات المقارنة

تهدف دراسات المقارنة إلى تقييم البروتوكولات لمعرفة محاسن ومساوئ كل منها ومقارنتها مع بعضها البعض، ومن خلال التعرف على خصائص هذه البروتوكولات يمكن تحسينها وذلك بالتغلب أو التقليل من المساوئ التي تعاني منها. تستخدم دراسات المقارنة مجموعة من مقاييس تقييم الأداء والتي نستطيع من خلالها أن نحصل على معلومات قيمة حول أداء بروتوكولات التمرير، وقد تطرقت مجموعة من دراسات المقارنة إلى دراسة البروتوكولات بالاعتماد على عدد من المقاييس، ومنها:

١- الكلفة الإضافية للتمرير

وهي النسبة بين العدد الكلي لحزم التحكم والعدد الكلي لحزم البيانات المستلمة من الأهداف، ويبين هذا المقياس الكلفة الإضافية لكل حزمة بيانات مستقبلة (قصاص، ٢٠٠٢).

٢- نسبة استلام الحزم

هي النسبة بين العدد الكلي للحزم التي تصل إلى اهدافها إلى العدد الكلي للحزم المرسلة من المصادر، ويوضح هذا المعيار مدى قدرة بروتوكول التمرير على إيصال الحزم إلى هدفها (قصاص، ٢٠٠٢).

٣- معدل التأخير بين النهايتين

يتضمن معدل التأخير بين النهايتين كل التأخيرات الممكنة، وهي التأخير الناتج عن آلية اكتشاف المسار في البروتوكول المستخدم والتأخير الناتج عن إعادة الإرسال وأوقات النقل والبث (قصاص، ٢٠٠٢).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تمت في إحدى الدراسات السابقة مقارنة بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني (AODV) وبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (DSR) (Boukerche, 2004)، وذلك بالاعتماد على مجموعة من المقاييس لتقييم ومقارنة أداء البروتوكولين، ومن هذه المقاييس الكلفة الإضافية وزمن التأخير بين النهايتين، وقد أظهرت الدراسة أن الكلفة الإضافية في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي تكون أقل من بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني، وبالإضافة فقد أظهرت الدراسة أن بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني يكون أفضل من بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي في زمن التأخير بين النهايتين.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الرابع

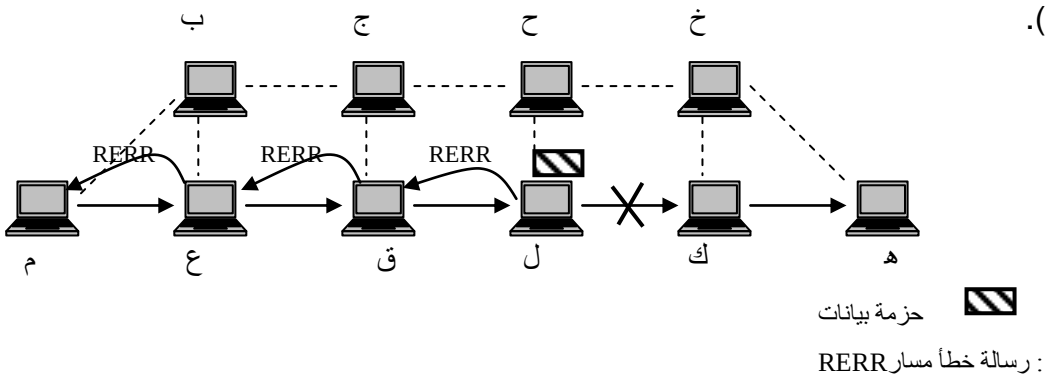
الدراسة المقترحة

٤-١ مقدمة

في البروتوكولات الموجهة حسب الطلب لايتم تحديث المعلومات عن هيكلية الشبكة، ولا يتم إبلاغ كل العقد في حالة تعطل مسار أو أكثر في الشبكة كما هو الحال في البروتوكولات الموجهة بالجداول، وبذلك تصبح العديد من المسارات المستخدمة في إرسال حزم البيانات مقطوعة وخاصة عندما تكون حركة العقد كبيرة، ونتيجة لذلك فإن المصادر قد تستخدم مسارات مقطوعة لإرسال الحزم مما يُعرض حزم البيانات التي ترسل عبر هذه المسارات للحذف إذا فشلت العقدة التي أكتشفت الانقطاع في إنقاذ هذه الحزم، وهذا يقلل من نسبة تسليم الحزم بالشبكة، وقد قامت الدراسة المقترحه على إيجاد حلول جديدة للإنقاذ في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي والتي سنوضحها في هذا الفصل.

٤-٢ وصف المشكلة

لنفرض أنه لدينا شبكة لاسلكية آنية (خاصة) مكونة من مجموعة عقد تتوزع على مساحة محددة كما بالشكل(٤-١).



الشكل(٤-١) معالجة حدوث إنقطاع مسار بشبكة لاسلكية آنية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

نلاحظ في الشكل (٤-١) أن العقدة المصدر "م" قامت بإرسال حزمة بيانات إلى العقدة الهدف "هـ" عبر العقد "ع ق ل ك"، ولكن العقدة "ل" لم تنجح في تمرير حزمة البيانات إلى العقدة "ك"، وفي هذه الحالة فإن العقدة "ل" تقوم بإرجاع رسالة خطأ مسار(RERR) إلى العقدة المصدر "م" عبر العقد " ق ع ".

تقوم عقدة الانقطاع "ل" وكل العقد التي مرت بها رسالة الخطأ والعقد الجاره التي وصلتها رسالة الخطأ بحذف المسارات التي تحوي هذا الإنقطاع من ذواكر مساراتها، كما تقوم عقدة الإنقطاع "ل" بمحاولة إنقاذ الحزمة (في حال لم يسبق إنقاذها) وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار للعقدة الهدف، فإذا وجدت مساراً فإنها ترسل عبره الحزمة، أي أنه يتم إنقاذها، وإذا لم تنجح عقدة الإنقطاع في إيجاد مساراً إلى العقدة الهدف فإنها تقوم بحذف حزمة البيانات ولا يتم إرسالها للعقدة الهدف، وتزداد هذه المشكلة عندما يكون المسار المستخدم طويل وحركة العقد بالشبكة عالية مما قد يتسبب في إنقطاع المسار في أكثر من موقع، وقد يتم إستخدام مسار بديل يوصلنا للهدف عن طريق عقدة الإنقطاع (محاولة الإنقاذ) ويكون هذا المسار مقطوع دون علم عقدة الإنقطاع بذلك فتقوم بإستخدامه مما يعرض حزمة البيانات للحذف، وقد لاتملك عقدة الإنقطاع مساراً للهدف فتفشل في إنقاذ الحزمة وتقوم بحذفها.

وستتناول الدراسة المقترحه حلولاً جديدة أقترحت بهدف تحسين عملية إنقاذ حزم البيانات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٤-٣ الدراسة المقترحة

تقترح هذه الدراسة إضافة آلية جديدة لإنقاذ حزم البيانات في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، وذلك لزيادة حزم البيانات المنقذة ورفع نسبة تسليم الحزم، وقد تم تجسيدها في الطرق التالية:

٤-٣-١ تعديل آلية الإنقاذ لحزم البيانات

عندما تفشل إحدى عقد المسار المصدري في إرسال حزمة بيانات إلى العقدة التالية وتكتشف الإنقطاع فإنها تقوم أولاً بمحاولة إنقاذ حزمة البيانات (أي تتم محاولة إنقاذ حزمة البيانات قبل إرسال رسالة الخطأ للعقدة المصدر)، وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار إلى العقدة الهدف فإذا وجدت مساراً فإنها ترسل عبره حزمة البيانات، وبعد إنقاذ الحزمة ترسل رسالة خطأ للمصدر تحتوي (Flag=0)، وهذا يعني أنها رسالة خطأ لحزمة بيانات تم إنقاذها، أما إذا فشلت العقدة في عملية إنقاذ الحزمة فتقوم بإرسال رسالة خطأ مسار للعقدة المصدر تحتوي (Flag=1)، وهذا يعني أنها رسالة خطأ لحزمة بيانات لم يتم إنقاذها.

٤-٣-٢ تولي العقد الوسيطة مهمة إنقاذ حزم البيانات غير المنقذة

عندما تفشل عقدة الإنقطاع في عملية الإنقاذ ترسل رسالة خطأ تحتوي (Flag=1). تقوم كل عقدة وسيطة عند إستلامها رسالة خطأ مسار من هذا النوع ولم تتجاوز محاولات الإنقاذ في الطريق إلى المصدر عدداً محدداً (ثلاثة محاولات تم تحديدها تجريبياً) بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل إلى العقدة الهدف، فإذا وجدت مساراً بديلاً يوصل للعقدة الهدف فإنها ترسل إلى عقدة الإنقطاع رسالة رد مسار تتضمن المسار لتستخدمه عقدة الإنقطاع في إنقاذ الحزمة، كما وتقوم العقدة الوسيطة بتغيير قيمة الراية من (Flag=1) إلى (Flag=0) في رسالة خطأ المسار لكي يتم تجنب محاولات الانقاذ المتعددة، إذ أن عملية إنقاذ الحزمة تتم لمرة واحدة فقط عند إرسالها من العقدة المصدر إلى العقدة الهدف.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٤-٣-٣ الإنقاذ المباشر لحزم البيانات بواسطة العقدة المصدر

تستند هذه الفكرة إلى أن العقدة المصدر تمتلك أكبر عدد من المسارات للعقدة الهدف وأحدثها، حيث يتم إسناد عملية الإنقاذ إلى العقدة المصدر إذا لم تتم عملية إنقاذ الحزمة أو تجاوزت محاولات الإنقاذ في الطريق إلى المصدر عدداً محدداً (ثلاثة محاولات تم تحديدها تجريبياً) دون أن تنجح أي من العقد الوسيطة في إيجاد مسار بديل للعقدة الهدف لإنقاذ الحزمة. تقوم العقد الوسيطة بتمرير رسالة خطأ مسار وتوجيهها مباشرةً إلى العقدة المصدر دون محاولة للإنقاذ عند تجاوز عدد محاولات الإنقاذ الحد المعين، وعند وصول رسالة خطأ مسار للعقدة المصدر تتولى هذه العقدة مهمة الإنقاذ، وذلك بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل للعقدة الهدف، فإذا وجدت مساراً للعقدة الهدف فإنها ترسله في رسالة رد مسار إلى عقدة الإنقطاع لإنقاذ حزمة البيانات، أما إذا لم تجد مساراً بديلاً فإن عملية الإنقاذ تكون قد فشلت.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٤-٤ الخوارزمية المقترحة لإجراء هذه الدراسة

في هذه الدراسة تمت اظافة خوارزمية جديدة إلى بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، وذلك لإنقاذ حزم البيانات، وتستند هذه الخوارزمية في عملها على الطرق التي سبق ذكرها في الدراسة المقترحه.

٤-٤-١ فكرة عمل الخوارزمية

تعمل هذه الخوارزمية فقط عندما تفشل إحدى عقد المسار المصدري في إرسال حزمة بيانات إلى العقدة التالية لها، وتبدأ محاولة إنقاذ الحزمة فعلياً بالعقدة التي أكتشفت الإنقطاع (عقدة الإنقطاع)، والتي تقوم بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل إلى الهدف، فإذا نجحت في ذلك ترسل الحزمة عبر هذا المسار وبذلك تكون عملية الإنقاذ قد تمت، وإذا فشلت تقوم بإسناد مهمة إيجاد المسار البديل إلى العقد الوسيطة بإتجاه مصدر الحزمة. يسمح للعقد الوسيطة بثلاث محاولات لإيجاد مسار بديل للهدف، فإذا نجحت إحدى هذه المحاولات يتم إرسال المسار البديل لعقدة الإنقطاع في رسالة رد مسار لتقوم بعملية إنقاذ الحزمة بإستخدام هذا المسار، وفي حال فشل عقدة الإنقطاع والعقد الوسيطة تُسند مهمة إيجاد المسار البديل إلى المصدر، حيث يقوم المصدر بالبحث في ذاكرة مساراته عن مسار بديل للهدف، فإذا نجح في إيجاد مسار بديل يرسله في رسالة رد مسار إلى عقدة الانقطاع التي تقوم بإنقاذ الحزمة عبر هذا المسار، وإذا لم تنجح العقدة المصدر في إيجاد مسار بديل للهدف تكون عملية الإنقاذ قد فشلت.

٤-٤-٢ خطوات عمل الخوارزمية

كما ذُكر سابقاً، الخوارزمية تبدأ بالعمل الفعلي عندما تفشل إحدى عقد المسار المصدري في إرسال حزمة بيانات إلى العقدة التالية، إذ تقوم الخوارزمية بعملية الإنقاذ لحزم البيانات بإتباع الخطوات التالية:

خطوة(١): تقوم عقدة الإنقطاع بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل إلى الهدف لإنقاذ حزمة البيانات، وهناك حالتان:

- إذا لم تنجح عقدة الإنقطاع في إيجاد مسار بديل فأنها تنفذ الخطوة(٢).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

- إذا نجحت عقدة الانقطاع في إيجاد مسار بديل فإنها ترسل الحزمة عبر هذا المسار وتمرر رسالة خطأ مسار إلى العقد التالية بإتجاه المصدر مع وضع راية (Flag=0) تشير لحزمة بيانات منقذة، ثم تنفذ الخطوة(٥).

خطوة(٢): تمرر العقدة الحالية رسالة خطأ مسار إلى العقدة التالية بإتجاه المصدر وتضع بها رايه (Flag=1) تشير لحزمة بيانات غير منقذه.

خطوة(٣): إذا كانت العقدة التي استقبلت رسالة الخطأ هي المصدر فإنها تنفذ الخطوة(٦)، أما إذا كانت عقدة وسيطة فإنها تنفذ مايلي:

أ- تحذف كل المسارات التي تحوي عقدتي الإنقطاع من ذاكرة مساراتها.

ب- إذا تجاوزت العقد الوسيطة العدد المسموح لمحاولات الإنقاذ (س) فإنها تنفذ الخطوة (٤).

ج- إذا لم تتجاوز العقد الوسيطة العدد المسموح لمحاولات الإنقاذ تقوم العقدة التي أستقبلت رسالة خطأ المسار بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل للهدف، وهناك حالتان:

- إذا نجحت في إيجاد مسار بديل للهدف فإنها ترسل رسالة رد مسار لعقدة الانقطاع تتضمن هذا المسار مع وضع راية (Flag=0) في رسالة الخطأ تشير لحزمة بيانات منقذة، ثم تنفذ الخطوة(٤).
- إذا لم تنجح في إيجاد مسار بديل للهدف فإنها تنفذ الخطوة(٢).

خطوة(٤): تمرر رسالة خطأ مسار من العقدة الحالية إلى العقدة التالية بإتجاه المصدر مباشرة ولا تقوم العقدة التي تستقبل الرسالة بالبحث عن مسار بديل (لأنها رسالة خطأ لحزمة تم إنقاذها أو تجاوزت العقد الوسيطة العدد المسموح لمحاولات الإنقاذ).

خطوة(٥): إذا كانت العقدة التي استقبلت رسالة الخطأ هي المصدر فإنها تنفذ الخطوة(٦)، أما إذا كانت عقدة وسيطة فإنها تنفذ الخطوة(٤).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

خطوة(٦): تقوم العقدة المصدر عند إستقبالها رسالة الخطأ بمايلي:

أ- تحذف جميع المسارات التي تحوي الإنقطاع من ذاكرة مساراتها.

ب- في رسالة الخطأ إذا كانت الراية (Flag=1) تبحث العقدة المصدر في ذاكرة مساراتها عن مسار إلى الهدف، فإذا نجحت في إيجاد مسار بديل للهدف ترسل رسالة رد مسار لعقدة الانقطاع تتضمن هذا المسار، وإذا لم تنجح فتعتبر عملية الإنقاذ قد فشلت. أما إذا كانت (Flag=0) فهذا يعني نجاح عملية الإنقاذ.

خطوة(٧): تُوقف العقدة المصدر إنتشار رسالة الخطأ، وفي حال وجود حزم أخرى متجه لنفس الهدف تقوم العقدة المصدر بالبحث لها عن مسار جديد في ذاكرة مساراتها، وإذا لم تجد تقوم بإستدعاء آلية إكتشاف المسار من جديد.

تم تنفيذ هذه الخوارزمية عدة مرات مع تغيير عدد العقد الوسيطة التي يسمح لها بمحاولة إنقاذ حزمة البيانات وجُربت القيم (س=١ و س=٢ و س=٣ و س=٤ و س=٥، حيث س:عدد العقد الوسيطة التي تقوم بمحاولة الإنقاذ)، وقد أظهرت تجربة القيمة (س=٣) أفضل النتائج في نسبة تسليم الحزم ونسبة الحزم المحذوفة، فأعتمدت كحد أقصى لمحاولات الإنقاذ التي يُسمح بها للعقد الوسيطة.

٤-٥ هدف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى زيادة إحتمالية إنقاذ حزم البيانات بُغيةً في زيادة نسبة تسليم حزم البيانات في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي.

٤-٦ فوائد الدراسة

١- زيادة نسبة استلام حزم البيانات.

٢- تقليل عدد الحزم الضائعة.

٣- تقليل الكلفة الاضافية.

٤- تقليل عدد المسارات المخزنة بذواكر العقد.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الخامس

المحاكـاة

٥-١ تقديـم

يعتبر المحاكي (GloMoSim)"Global Mobile Information System Simulator" من أشهر المحاكيات المستخدمة لتقييم البروتوكولات في الشبكات اللاسلكية الآنية. ونظراً لصعوبة تقييم أداء البروتوكول المقترح في ظروف حقيقية لما يلزم لذلك من موارد مالية وجهد ومدة زمنية طويلة تم استخدام المحاكي (GloMoSim) من أجل تقييم أداء آلية الإنقاذ المقترحة عند إضافتها لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، والذي تتوفر له محاكاة في (GloMoSim). يتم التقييم باستخدام عدة مقاييس مثل نسبة التسليم وعدد الحزم الضائعة ومقاييس اضافية تساعد في تقييم البروتوكول من جوانبه المختلفة.

٥-١-١ المحاكي

يستخدم (GloMoSim) لمحاكاة الشبكات اللاسلكية العادية والشبكات اللاسلكية الآنية، وقد تم تطوير هذا المحاكي في مختبرات الحسابات المتوازية في جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس. صمم المحاكي (GloMoSim) بطريقة تجعل من السهل إضافة بروتوكول جديد لإي طبقة من طبقاته أو التعديل على البروتوكولات المرفقة مع المحاكي. تتكون معمارية المحاكي من الطبقات التالية: طبقة التطبيقات (Application Layer) وطبقة النقل (Transport Layer) وطبقة الشبكة أو التمرير (Network/Routing Layer) وطبقة الوصول إلى الوسط (MAC Layer) وأخيراً الطبقة المادية (Physical/Radio Propagation Layer). يمكن تطبيق البروتوكولات المرفقة مع المحاكي في كل طبقة وكذلك يمكن إضافة نماذج أو بروتوكولات جديدة من قبل الباحثين (خزاعلة، ٢٠٠٥).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٢ بيئة المحاكاة

يحتاج المحاكي عند تنفيذه إلى قراءة المدخلات من ملف الإعداد (Config.in)، والذي يحتوي قيم المعاملات التي تحدد بيئة المحاكاة، مثل عدد العقد المستخدمة ومساحة المحاكاة وزمنها ونوع البروتوكول المستخدم وسرعة حركة العقد وغيرها من المعاملات اللازمة لتعريف بيئة المحاكاة.

تم إختيار بيئة المحاكاة لهذه الدراسة وفق أوراق بحثية استخدمت فرضيات مشابهة للفرضيات التي تستخدمها هذه الدراسة، ومن هذه الأوراق البحثية دراسة (Marina and Das, 2001).

وفق ذلك قمنا في هذه الدراسة بمحاكاة شبكة لاسلكية آنية مكونة من (٥٠ عقدة) لاسلكية متحركة تتنقل في مساحة محاكاة (٢٢٠٠م × ٦٠٠م) ، ولزمن محاكاة مقداره (٩٠٠ ثانية) ، وبمدى إرسال راديوي يبلغ (٢٥٠ م) لكل عقدة وعدد مصادر يساوي عشرة عقد، ومعدل إرسال يساوي ٥ حزمة/ثانية، والبروتوكول (IEEE 802.11) كبرتوكول للتحكم في الوصول إلى الوسط (MAC). وقد تم تجريب المحاكاة لسرعات مختلفة للعقد هي من صفر إلى٥ م/ثا، ومن صفر إلى ١٥ م/ثا، ومن صفر إلى ٢٥ م/ث، وأزمان توقف للعقد تساوي صفر ثانية و ٣٠٠ ثانية و ٦٠٠ ثانية و ٩٠٠ ثانية.

ينتج عن تنفيذ المحاكاة ملف مخرجات يحتوي معلومات إحصائية لكل العقد في الشبكة اللاسلكية الآنية، ونستطيع من خلال هذه المعلومات الإحصائية حساب نسبة تسليم الحزم والكلفة الإضافية وعدد الحزم الضائعة وغيرها من المقاييس التي تساعد في تقييم البروتوكول من جوانبه المختلفة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٣ معايير تقييم الأداء المستخدمة

أُستخدمت في هذه الدراسة مجموعة من المعايير لتقييم الأداء، وأهمها نسبة تسليم الحزم (Packet Delivery Ratio)، والكلفة الإضافية (Overhead)، وعدد الحزم الضائعة (Number of Dropped Packets)، وعدد الحزم المنقذة (Number of Salvaged Packets).

وفيما يلي تعريف لهذه المقاييس:

١- نسبة تسليم الحزم

هي النسبة بين العدد الكلي للحزم المستلمة من الوجهات إلى العدد الكلي للحزم المرسلة من المصادر(Lee et al, 1999).

٢- عدد الحزم الضائعة

يمثل هذا المعيار عدد الحزم المفقودة بسبب الانقطاعات في المسارات أو نتيجة التصادم (Naski, 2004).

٣- الكلفة الإضافية

هي النسبة بين العدد الكلي لحزم التحكم المرسلة إلى العدد الكلي لحزم البيانات المستلمة من الوجهات (صغير، ٢٠٠٤).

٤- نسبة الحزم المنقذة

هي النسبة بين العدد الكلي للحزم التي تم إنقاذها بسبب حدوث إنقطاعات بالمسارات والعدد الكلي للحزم المرسلة من المصادر(Naski, 2004).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٤ نتائج المحاكاة

سنتناول نتائج محاكاة بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (البروتوكول الاصلي) بالمقارنة مع بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل وهو البروتوكول الأصلي مضافاً إليه التعديلات التي نقترحها في دراستنا هذه.

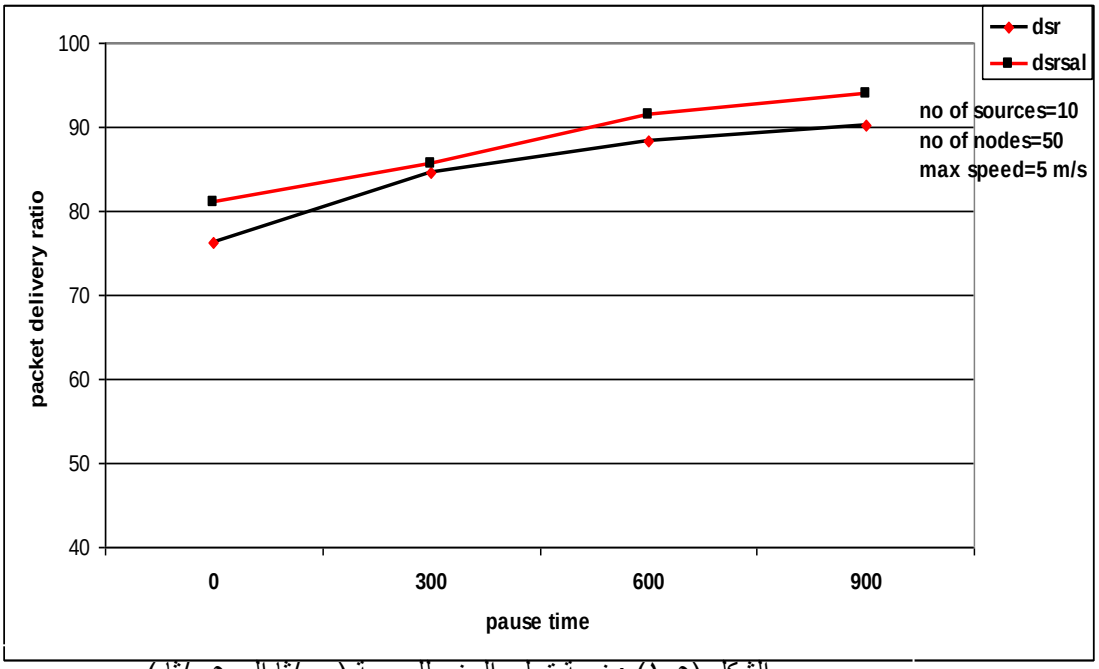
تم تصنيف نتائج المحاكاة حسب المعايير التي استخدمناها لتقييم الأداء وهي نسبة تسليم الحزم والكلفة الإضافية وعدد الحزم الضائعة ونسبة الحزم المنقذة، وقد تم قياس قيم هذه المعايير لسرعات متغيرة للعقد هي من صفر إلى٥ م/ثا، ومن صفر إلى ١٥ م/ثا، ومن صفر إلى ٢٥ م/ث. وسنعرض فيما يلي نتائج المحاكاة لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي وبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل لتوضيح ماتوصلنا إليه في هذه الدراسة من نتائج.

ملاحظة/ في جميع الأشكال الموجودة في هذه الرسالة يرمز لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي بالرمز (Dsr)، بينما يرمز لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل بالرمز (Dsrsal).

٥-١-٤-١ نسبة استلام الحزم

يبين الشكل (٥-١) نسبة تسليم حزم البيانات التي استطاع البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل إيصالها إلى العقد الهدف للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ ثا).

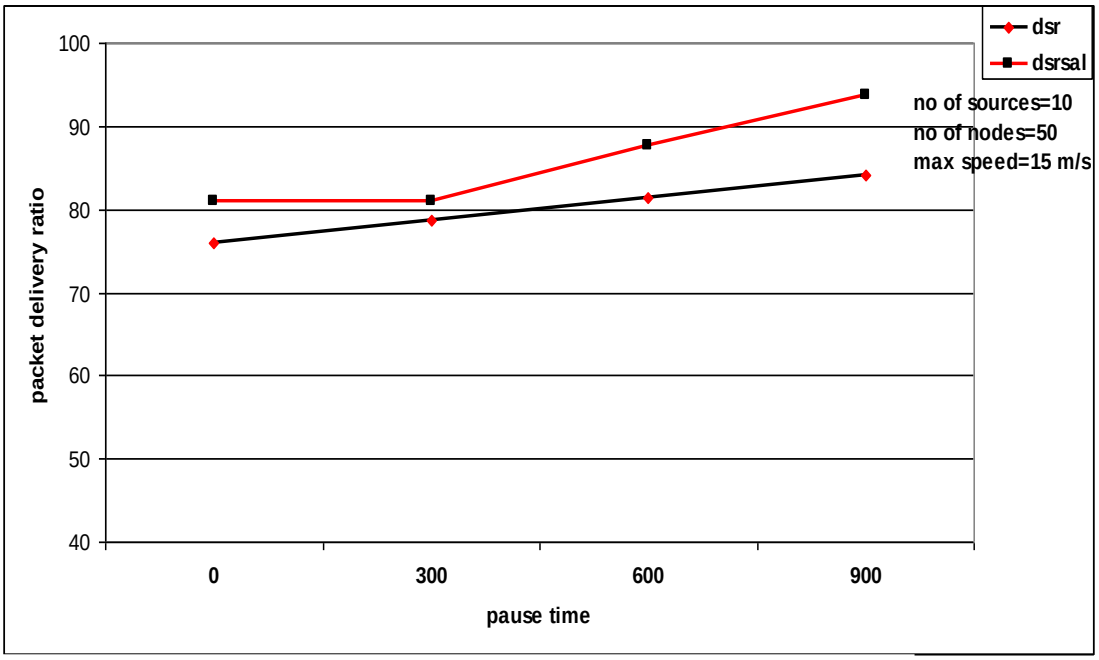
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (٥-١) : نسبة تسليم الحزم للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا)

في الشكل (٥-١) يبلغ الفارق في نسبة تسليم الحزم بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (٤.٧%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٤%).

ويبين الشكل (٥-٢) نسبة تسليم حزم البيانات التي استطاع البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل إيصالها إلى العقد الهدف للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ ثا).

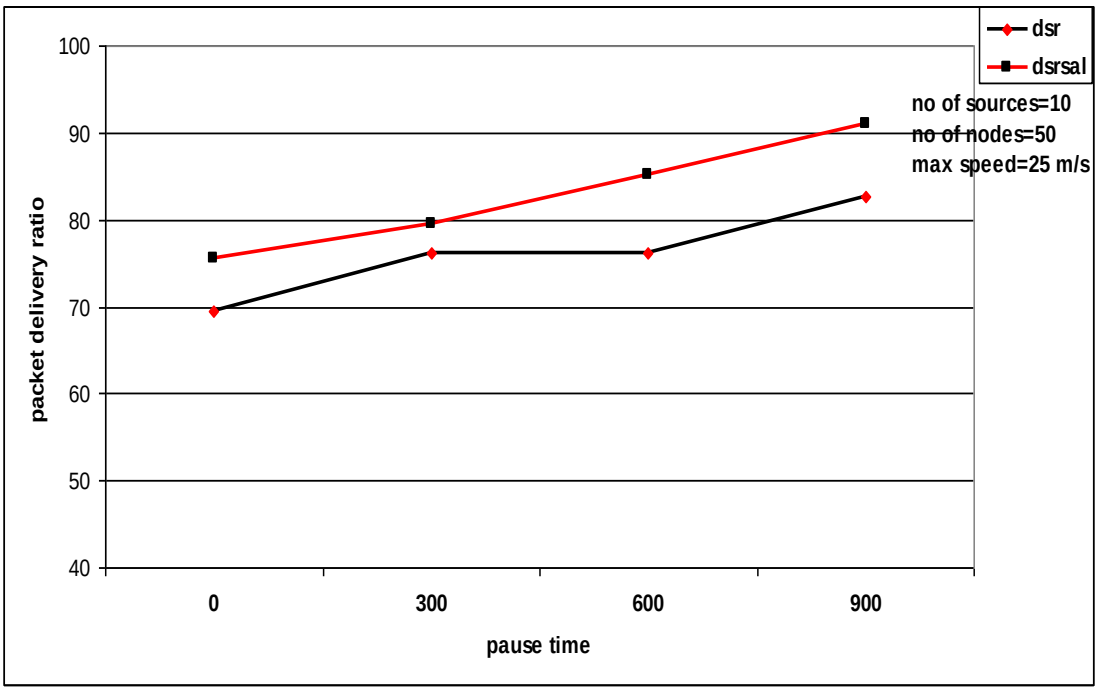


الشكل (٥-٢) : نسبة تسليم الحزم للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في الشكل (٥-٢) يبلـغ الفـارق فـي نسبة تسليم الحـزم بيـن البروتوكـول الأصـلي والبروتوكـول المعدل (٥%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (١٠%).

ويبين الشكل (٥-٣) نسبة تسليم حزم البيانات التي استطاع البروتوكـول الأصـلي والبروتوكـول المعدل إيصالها إلى العقد الهدف للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ ثا).



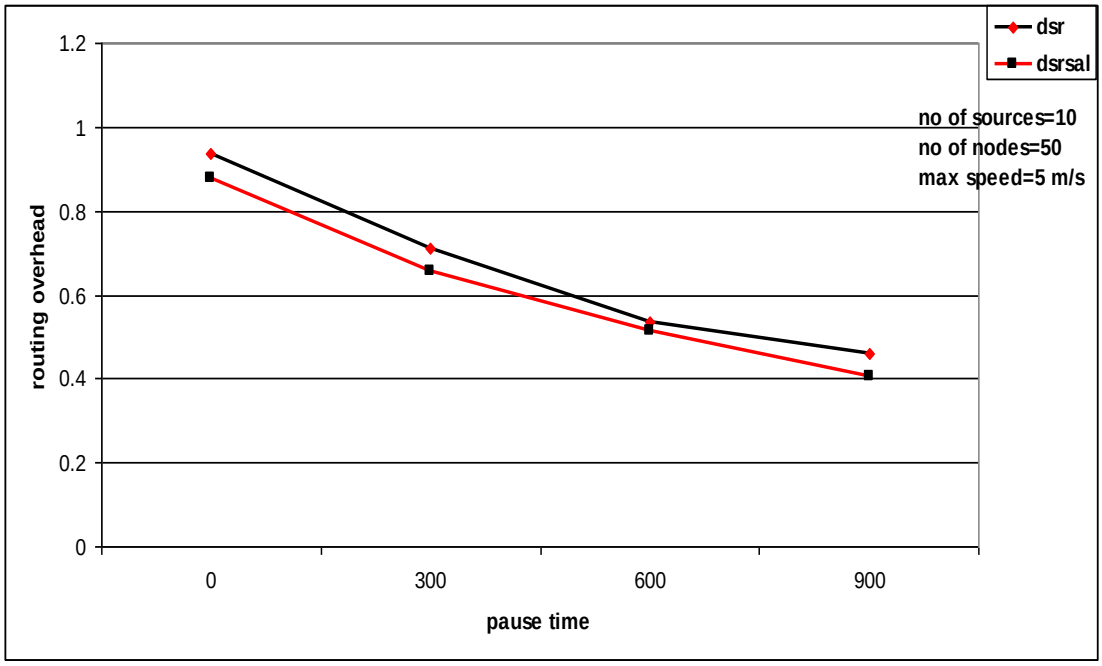
الشكل (٥-٣) : نسبة تسليم الحزم للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا)

في الشكل (٥-٣) يبلـغ الفـارق فـي نسبة تسليم الحـزم بيـن البروتوكـول الأصـلي والبروتوكـول المعدل (٦%) لزمن التوقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٨.٢%).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٤-٢ الكلفة الإضافية

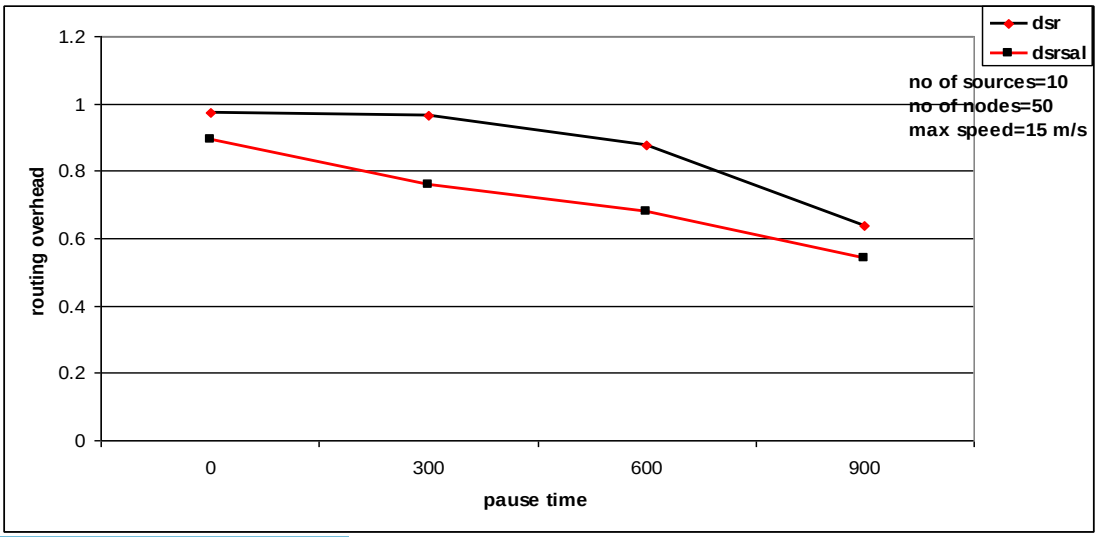
يبين الشكل (٥-٤) الكلفة الإضافية للبروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا).



الشكل (٥-٤): الكلفة الإضافية للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا)

في الشكل (٥-٤) يبلغ الفارق في الكلفة الإضافية بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (٦%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٥.٦%).

ويبين الشكل (٥-٥) الكلفة الإضافية للبروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا).

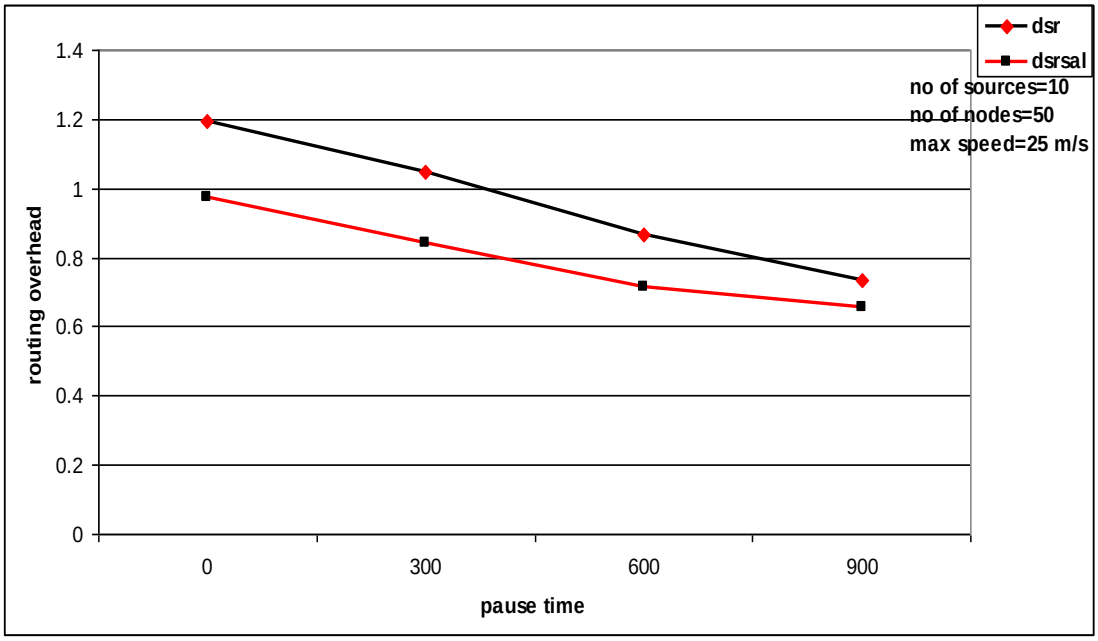


الشكل (٥-٥): الكلفة الإضافية للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في الشكل (٥-٥) يبلـغ الفـارق فـي الكلفـة الإضـافية بيـن البروتوكـول الأصـلي والبروتوكـول المعـدل (٨%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٩%).

ويبين الشكل (٥-٦) الكلفة الإضافية للبروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسـرعة (٠ م/ثا إلـى ٢٥ م/ثا).



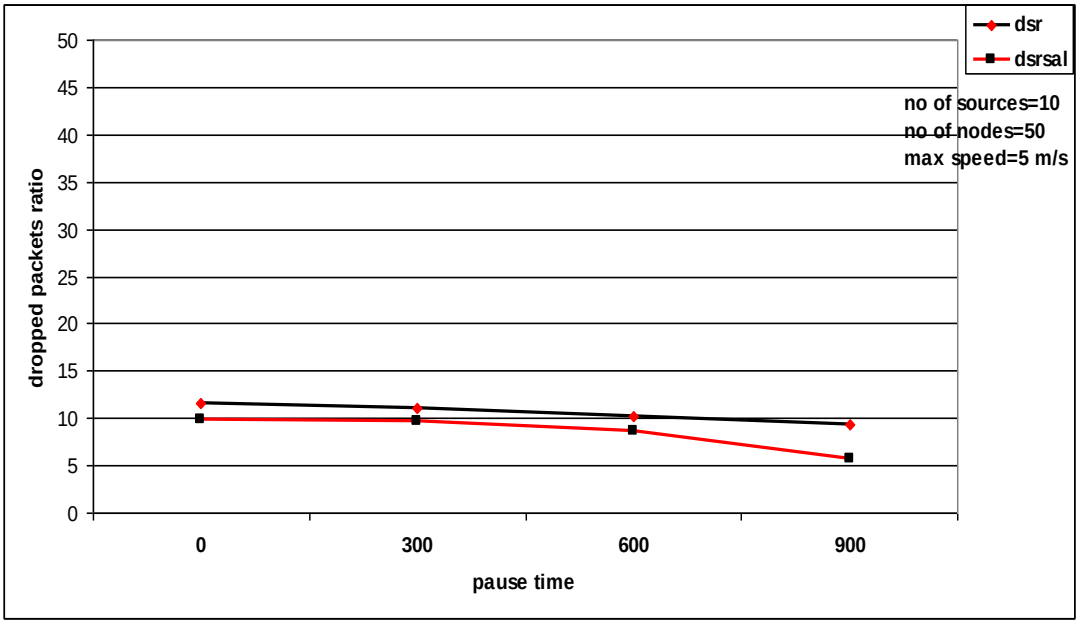
الشكل (٥-٦): الكلفة الإضافية للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا)

في الشكل (٥-٦) يبلـغ الفـارق فـي الكلفـة الإضـافية بيـن البروتوكـول الأصـلي والبروتوكـول المعـدل (٢٢%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٨%).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٤-٣ نسبة الحزم الضائعة

يبين الشكل (٥-٧) نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا).

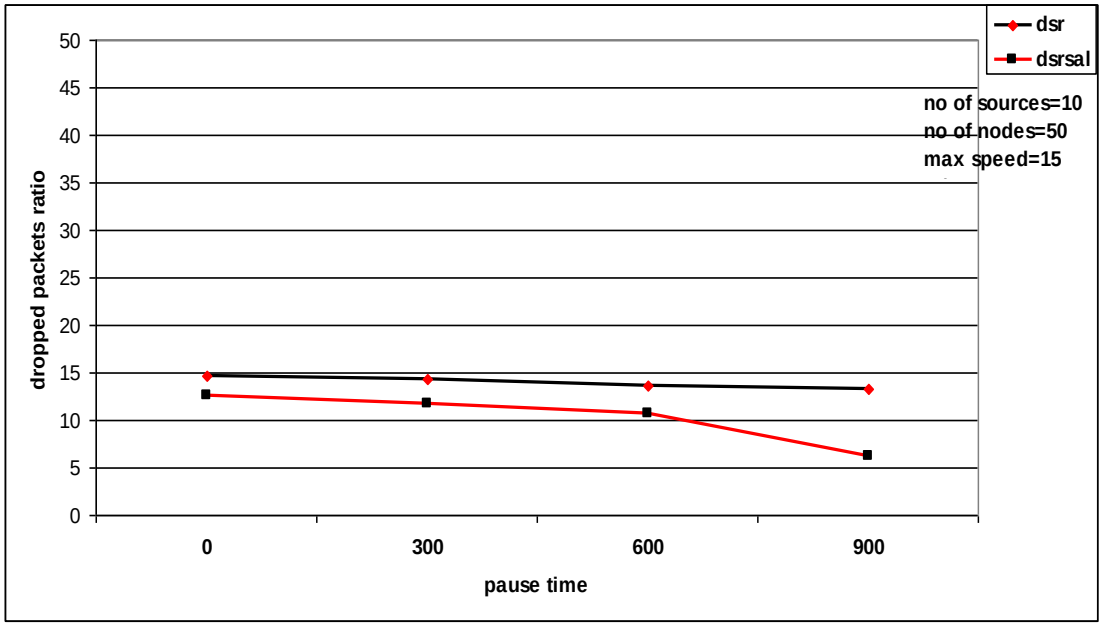


الشكل (٥-٧) : نسبة الحزم الضائعة للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا)

في الشكل (٥-٧) يبلغ الفارق في نسبة الحزم الضائعة بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (١.٧٣%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٣.٥٧%).

ويبين الشكل (٥-٨) نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا).

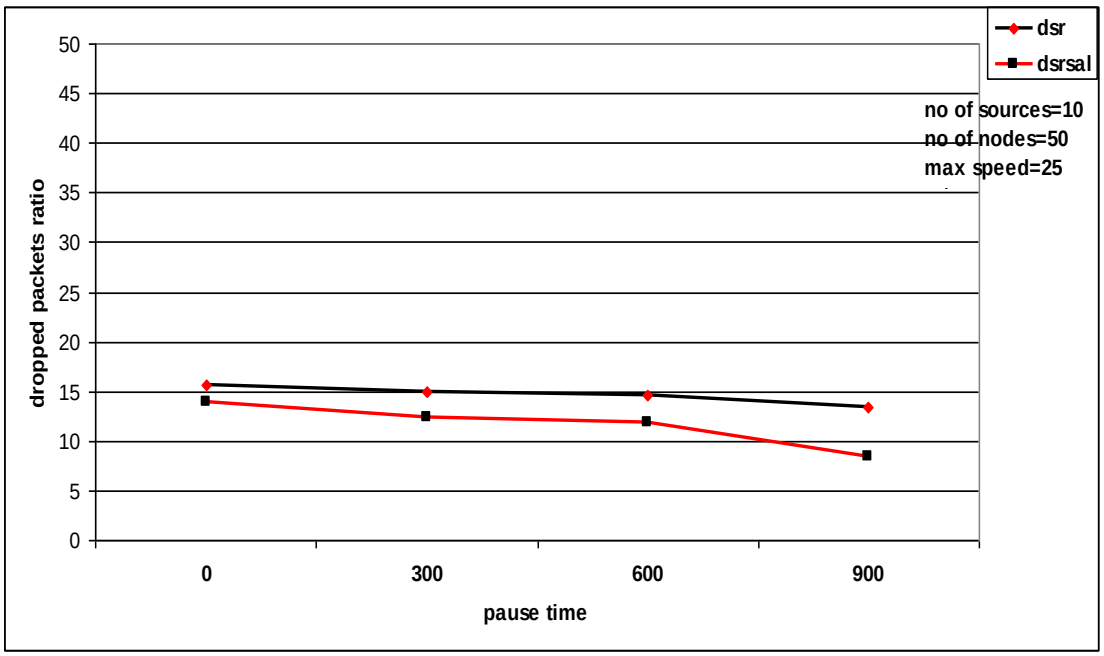
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (٥-٨) : نسبة الحزم الضائعة للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا)

في الشكل (٥-٨) يبلغ الفارق في نسبة الحزم الضائعة بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (٢.١٥%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٧.١١%).

ويبين الشكل (٥-٩) نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا).



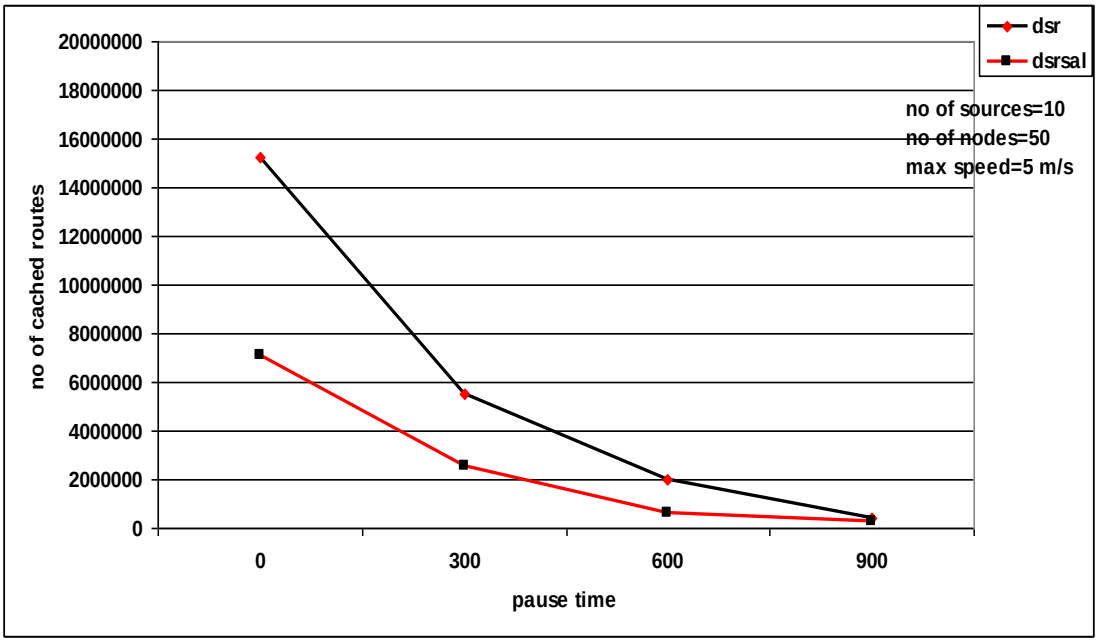
الشكل (٥-٩) : نسبة الحزم الضائعة للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في الشكل (٥-٩) يبلغ الفارق في نسبة الحزم الضائعة بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (١.٧٤%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٤.٨%).

٥-١-٤-٤ عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد

يبين الشكل (٥-١٠) عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا).

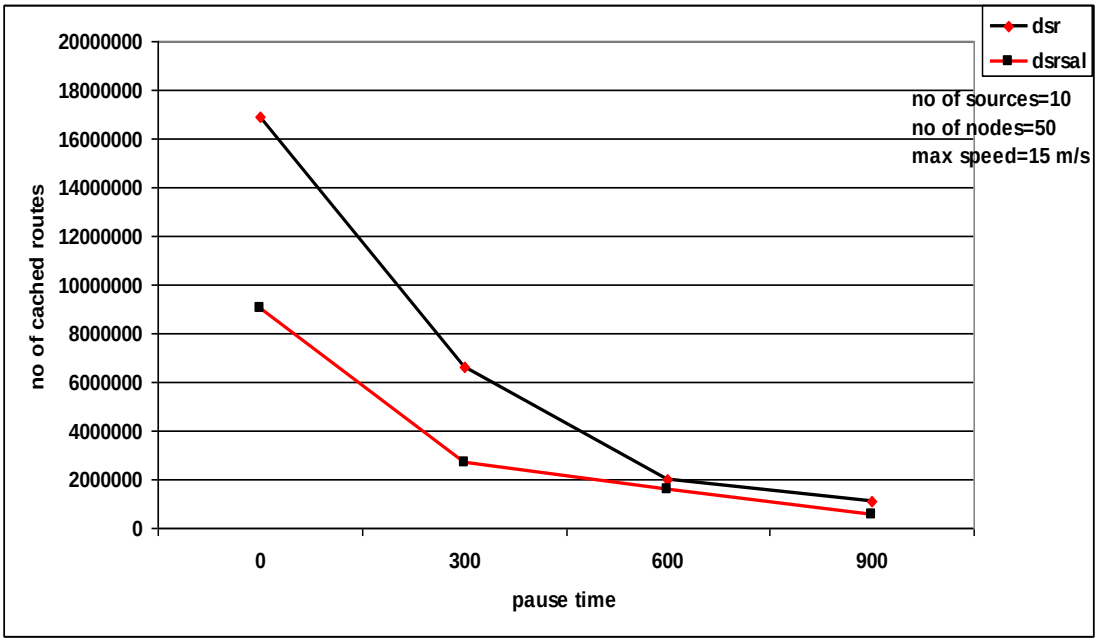


الشكل (٥-١٠) : عدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا)

في الشكل (٥-١٠) يبلغ الفارق في عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (٨١٦٨٧٣٩) مسار لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (١٤٥٥٢٤) مسار.

ويبين الشكل (٥-١١) عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا).

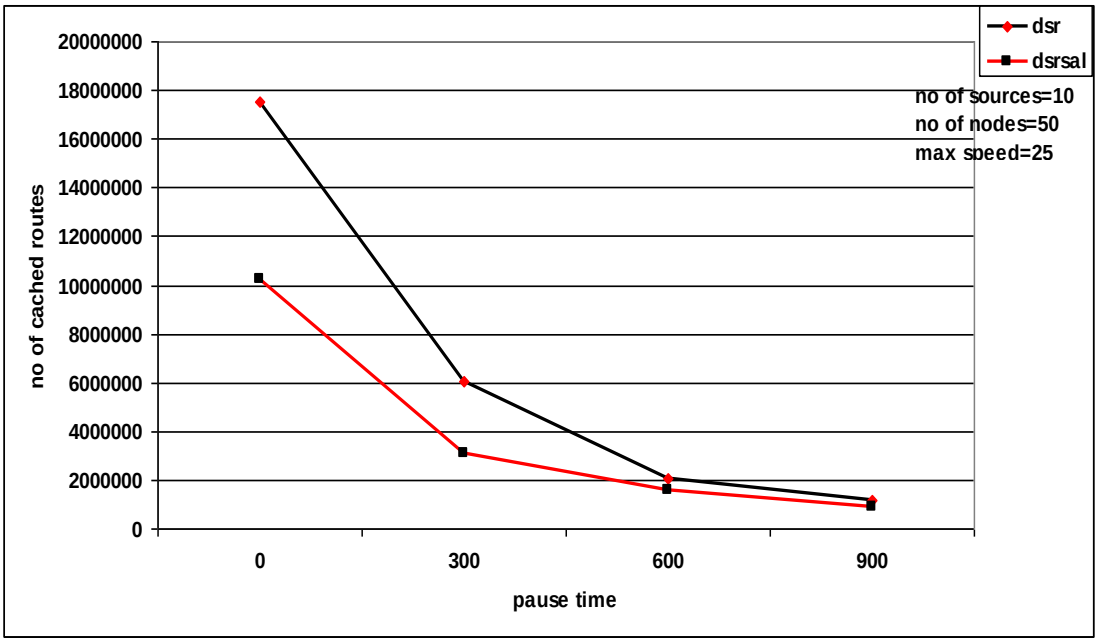
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (٥-١١) : عدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا)

في الشكل (٥-١١) يبلغ الفارق في عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (٧٨٤٢٢١٧) مسار لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٥٣٣٥٠٤) مسار.

ويبين الشكل (٥-١٢) عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا).



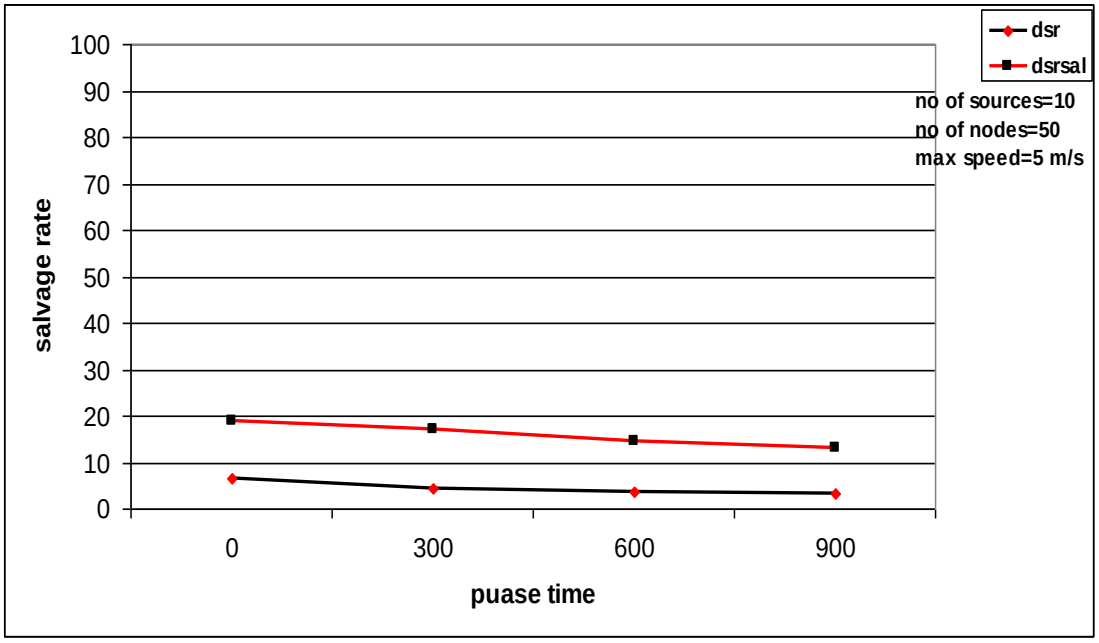
الشكل (٥-١٢) : عدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في الشكل (٥-١٢) يبلـغ الفارق في عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد بيـن البروتوكول الأصـلي والبروتوكـول المعدل (٧٢٩٤٠٩٣) مسـار لـزمن توقف صـفر ثانيـة، أمـا عنـد زمـن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٢٨٧٤٧٥) مسار.

٥-١-٤-٥ نسبة الحزم المنقذة

يبين الشكل (٥-١٣) نسبة الحزم المنقذة في البروتوكـول الأصـلي والبروتوكول المعدل للسـرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا).

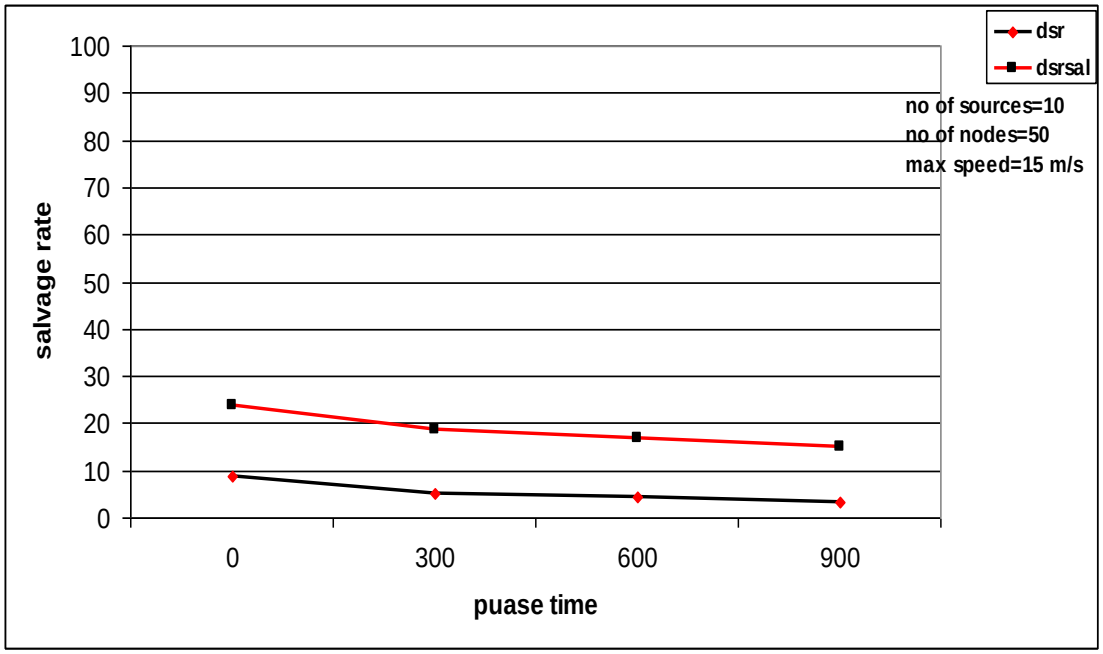


الشكل (٥-١٣) نسبة الحزم المنقذة للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا)

في الشكل (٥-١٣) يبلـغ الفارق في نسبة الحزم المنقذة بيـن البروتوكول الأصـلي والبروتوكـول المعدل (١٣.١ %) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (٩.٩ %).

ويبين الشكل (٥-١٤) نسبة الحزم المنقذة في البروتوكـول الأصـلي والبروتوكـول المعدل للسـرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا).

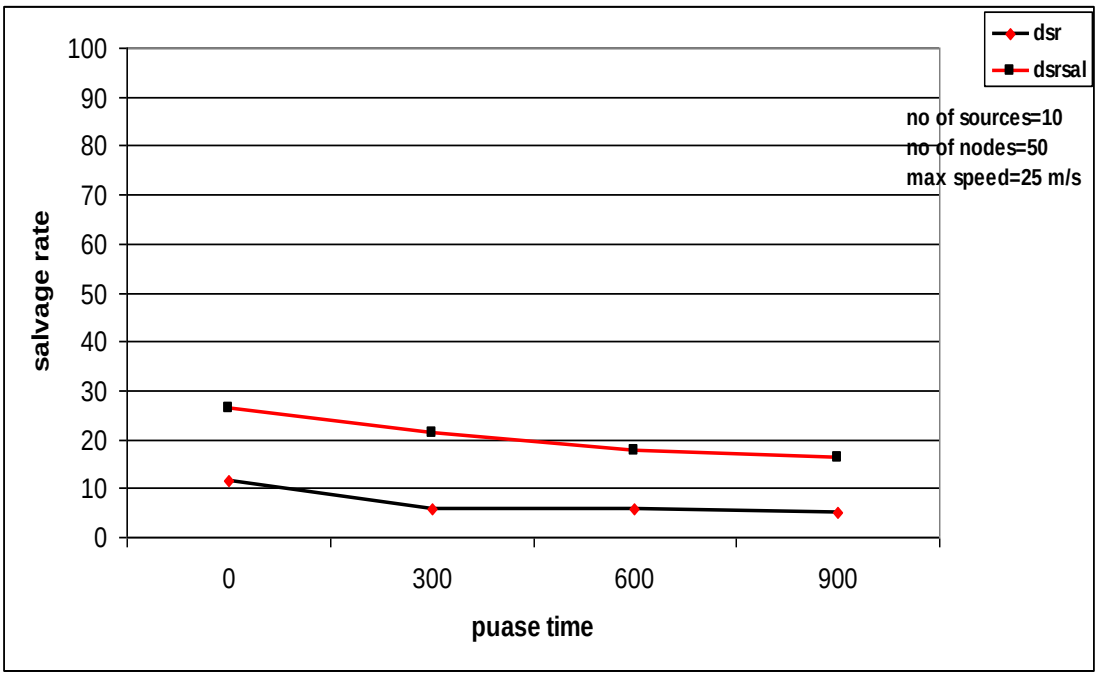
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (٥-١٤) نسبة الحزم المنقذة للسرعة (٠ م/ثا إلى ١٥ م/ثا)

في الشكل (٥-١٤) يبلغ الفارق في نسبة الحزم المنقذة بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (١٤.٩ %) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (١١.٧ %).

يبين الشكل (٥-١٥) نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا).



الشكل (٥-١٥) نسبة الحزم المنقذة للسرعة (٠ م/ثا إلى ٢٥ م/ثا)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في الشكل (٥-١٥) يبلغ الفارق في نسبة الحزم المنقذة بين البروتوكول الأصلي والبروتوكول المعدل (١٥.٠١%) لزمن توقف صفر ثانية، أما عند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) فإن الفارق يساوي (١١.١٤ %).

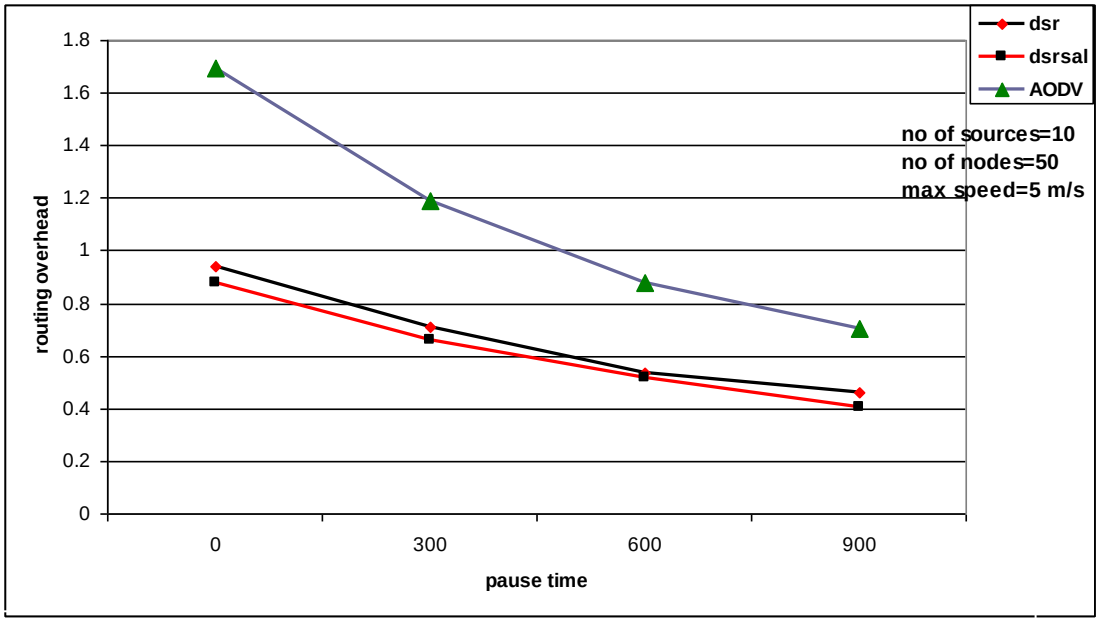
٥-٢ مقارنة بين بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي وبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني

قمنا بمقارنة البروتوكولات من ناحية الكلفة الإضافية ونسبة تسليم الحزم وحصلنا على النتائج التالية:

٥-٤-١ الكلفة الإضافية

يبين الشكل (٥-١٦) أن الكلفة الأضافية تكون أقل في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل من بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني، فعند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) تصل الكلفة الإضافية في بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني إلى (٠.٧٠)، بينما تقل في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي الى (٠.٤٦)، أما في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل تنخفض إلى (٠.٤٠)، أما عند زمن التوقف صفر ثانية فإن الكلفة الإضافية في بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني تصل إلى (١.٦٩)، بينما تقل في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي إلى (٠.٩٣)، أما في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل تنخفض إلى (٠.٨٧). نستنتج أن بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل الأقل في الكلفة الأضافية بالمقارنة مع البروتوكولين الآخرين بينما كان بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني الأعلى في الكلفة الأضافية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

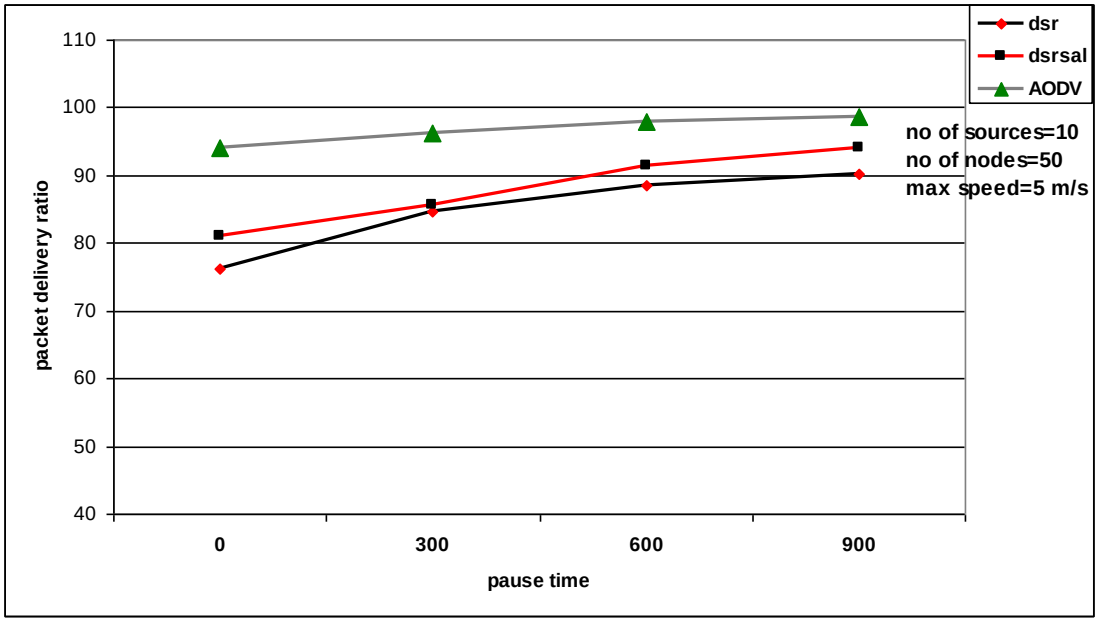


الشكل (٥-١٦) : الكلفة الاضافية للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا) لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل وبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني

٥-٤-٢ نسبة استلام الحزم

يبين الشكل (٥-١٧) أن نسبة تسليم الحزم في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل تكون أعلى من بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، بينما تكون أقل من بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني، فعند زمن التوقف (٩٠٠ ثانية) تصل نسبة تسليم الحزم في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل إلى (٩٤.٠٤ %)، بينما قلت في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي إلى (٩٠.٢٤%)، أما في بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني فقد ازدادت لتصل (٩٨.٦٣%)، أما عند زمن التوقف صفر ثانية فقد وصلت نسبة تسليم الحزم في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل (٨١.٠٧%)، بينما قلت في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي إلى (٧٦.٣١%)، أما في بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني ازدادت لتصل (٩٤.١١%). نستنتج أن بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني الأفضل في نسبة تسليم الحزم من البروتوكولين الآخرين، بينما كان بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل أفضل من بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي كما ذكر سابقاً.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (٥-١٧) : نسبة تسليم الحزم للسرعة (٠ م/ثا إلى ٥ م/ثا) لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل وبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل السادس

الاستنتاجات

٦-١ تحليل نتائج المحاكاة

قمنا في هذه الدراسة بإقتراح آلية جديدة لإنقاذ حزم البيانات بهدف تحسين اداء خوارزميات التمرير للشبكات الآنية، وقد تمت إضافة الآلية إلى بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، وتمت مقارنة نتائج بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل مع نتائج النسخة الاصلية لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي باستخدام المعايير التالية: نسبة تسليم الحزم والكلفة الإضافية ونسبة الحزم الضائعة ونسبة الحزم المنقذة وعدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد.

أظهرت النتائج أن أداء بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل أفضل من بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي الأصلي من حيث نسبة تسليم الحزم والكلفة الإضافية ونسبة الحزم الضائعة ونسبة الحزم المنقذة وعدد المسارات المخزنة في ذاكرة العقد وكانت النتائج كالأتي:

٦-١-١ نسبة تسليم الحزم

تبين أن البروتوكول المعدل أفضل من البروتوكول الأصلي من ناحية نسبة استلام الحزم، فعند السرعة (٥ م/ثا) تراوحت نسبة التحسين بين (١.٢%) و (٥.٨%)، أما عند السرعة (١٥ م/ثا) فقد تراوحت هذه النسبة بين (٢.٨%) و (١٠.١%)، بينما عند السرعة (٢٥ م/ثا) تراوحت النسبة بين (٤.٣%) و (١٠.٦%).

أي أن التعديل يحسن نسبة استلام حزم البيانات، كما أن الفارق في نسبة أستلام الحزم بين البروتوكول المعدل والبروتوكول الأصلي يزداد عند الثبات (زمن التوقف للعقد = ٩٠٠ ثا) للعقد في الشبكة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦-١-٢ الكلفة الإضافية

تبين أن البروتوكول المعدل أفضل من البروتوكول الأصلي من ناحية الكلفة الإضافية فعند السرعة (٥ م/ثا) تراوحت نسبة التحسين بين (٤.٠٤%) و (١٢.٢%)، أما عند السرعة (١٥ م/ثا) فقد تراوحت هذه النسبة بين (٨.٢%) و (٢٢.٤%)، بينما عند السرعة (٢٥ م/ثا) تراوحت النسبة بين (١٠.٤%) و (١٩.٣%).

نستنتج أن الكلفة الأضافية قد انخفضت في البروتوكول المعدل بالمقارنة مع البروتوكول الأصلي، وأن آلية الإنقاذ المقترحة قد حسنت من أدائه دون أن تزيد الكلفة الأضافية بل حسنتها أيضاً.

تعتبر رسائل رد المسار البديل المجانية التي ترسلها العقد التي نجحت في إيجاد مسار بديل لإنقاذ الحزم إلى عقدة الإنقطاع هي السبب الرئيسي في تقليل الكلفة الإضافية، حيث تقوم كل عقدة إستقبلت أو سمعت رسالة رد المسار بديل بتخزين المسار إضافةً إلى أنها تقوم بتجزئية هذا المسار للحصول على مسارات أخرى للاستخدام المستقبلي. أدت هذه العملية إلى تجنب هذه العقد لإستدعاء آلية إكتشاف المسار من جديد عند حاجتها لأحد هذه المسارات مما يقلل من الكلفة الإضافية التي تسببها هذه آلية وما ينتج عنها من رسائل تحكم.

٦-١-٣ نسبة الحزم الضائعة

تبين أن البروتوكول المعدل أفضل من البروتوكول الأصلي من ناحية نسبة الحزم الضائعة، فعند السرعة (٥ م/ثا) تراوحت نسبة التحسين بين (١٢.٠٤%) و (٣٨.٤%)، أما عند السرعة (١٥م/ثا) فتراوحت هذه النسبة بين (١٤.٦%) و (٥٣.٥%)، بينما عند السرعة (٢٥ م/ثا) تراوحت النسبة بين (١١.٠٨%) و (٣٦.٣٩%).

نستنتج أننا خفضنا من عدد الحزم الضائعة وذلك لأن حزم البيانات المرسلة التي تحذف نتيجة لأنقطاع المسارات قد قلت بسبب إزدياد احتمالية إنقاذ حزم البيانات في البروتوكول المعدل مقارنة بالبروتوكول الأصلي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦-١-٤ عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد

تبين أن البروتوكول المعدل أفضل من البروتوكول الأصلي من ناحية عدد المسارات المخزنة في ذواكر مسارات العقد، فعند السرعة (٥ م/ثا) تراوحت نسبة التحسين بين (٣٥.٧%) و (٦٧.٧٥%)، أما عند السرعة (١٥ م/ثا) فتراوحت هذه النسبة بين (٢٠.٧%) و (٥٩.١%)، بينما عند السرعة (٢٥ م/ثا) تراوحت النسبة بين (٢٣.٢%) و(٤٩.٠٤%).

نستنتج أننا خفضنا عدد المسارات المخزنه في ذواكر مسارات العقد في البروتوكول المعدل بالمقارنة مع البروتوكول الأصلي، مما يوفر مساحات في ذواكر مسارات العقد ويقلل من زمن معالجة المسارات.

٦-١-٥ نسبة الحزم المنقذة

تبين أن البروتوكول المعدل أفضل من البروتوكول الأصلي من ناحية قدرته على إنقاذ حزم البيانات، فعند السرعة (٥ م/ثا) تراوحت نسبة التحسين بين (٦٤.٧%) و (٧٥.٩%)، أما عند السرعة (١٥ م/ثا) فتراوحت النسبة بين (٦٢.٨%) و (٧٨.٧%)، بينما عند السرعة (٢٥ م/ثا) تراوحت النسبة بين (٤٢.٦%) و (٦٢.٥%).

نستنتج أننا زدنا من نسبة إنقاذ حزم البيانات وبالتالي قللنا من حزم البيانات تحذف نتيجة لأنقطاع المسارات، مما أدى إلى تحسين نسبة تسليم حزم البيانات في البروتوكول المعدل مقارنة بالبروتوكول الأصلي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٦-٢ العمل المستقبلي

لتحسين أداء البروتوكول المعدل مستقبلاً نقترح دراسة إضافة التعديلات التالية:

- عندما يتم إنقاذ حزمة بيانات تستمر العقدة المصدر بإرسال حزم البيانات المرسلة لنفس الهدف على نفس المسار ولا تقوم بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل أو إستدعاء آلية إكتشاف المسار للحصول على مسار جديد لإرسال باقي الحزم المرسلة إلى نفس الهدف.

- مساهمة العقد الجارة لعقدة الانقطاع والتي تستمع لرسالة الخطأ في عملية إنقاذ حزم البيانات، حيث تقوم بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار بديل للعقدة الهدف لإنقاذ حزمة البيانات التي لم يتم إنقاذها، فإذا توفر لها مسار للعقدة الهدف فإنها ترسله لعقدة الانقطاع في رسالة رد مسار حتى يتم إنقاذ حزمة البيانات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المراجع

1. Boukerche, A. **Performance Evaluation of Routing Protocols for Ad Hoc Wireless Networks**, University of Ottawa, Canada, 2004.
2. Conti, M. Basagni, S. Giordano, S. Stojmenovic I. **Mobile Ad Hoc Networking**, Wiley-Interscience, 2004.
3. Corson, S. Macker, J. **Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations**, IETF Network Working Group, January 1999.
4. Du, S. **Two Strategies to Improve the DSR Routing Performance**, Comp 590 Project Report, Sep 26, 2002.
5. Haas, Z.J., Pearlman, M.R., Samar, P., **The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks,** IETF Internet Draft, July 2001.
6. Johnson, D. B. Maltz, D. A. and Broch, J. **the Dynamic Source Routing Protocol for Multihop Wireless Ad Hoc Networks**, Ad Hoc Networking, Perkins, C. E. (editor), Addison-Wesley Publisher, 2001.
7. Johnson, D. B. Maltz, D. A **Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks**, Mobile Computing, Imielinski, T. and Korth, H. (Editors), Kluwer Academic Publishers, 1996, pp. 153-181.
8. Lee, S., Su, W. and Gerla, M.**, On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP),** Proceedings of IEEE WCN99, New Orleans, LA, September 1999, pp. 1298-1302.
9. Lin, Tao, **Mobile Ad-hoc Network Routing Protocols "Methodologies and Applications"**, Ph.D Thesis, University of Virginia, Blacksburg, Virginia, 2004.
10. Marina, M. K. Das, S. R. **Performance of Route Caching Strategies in Dynamic Source Routing**, University of Cincinnati, 2001.
11. Mukherjee, A. Banyopadhyay, S. Saha, D. **Location Management and Routing in Mobile Wireless Networks**, Artech House, London, 2003.
12. Naski, S. **Performance of Ad Hoc Routing Protocols: Characteristics and Comparison**, Helsinki University of Technology, Telecommunications Software and Multimedia Laboratory, 2004.
13. Park, V., Carson, M.,**"Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA)"**, IETF, August, 1998.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

14. Perkins, C. E. and Royer, E. M. **the Ad Hoc On-Demand Distance-Vector Protocol**, Ad Hoc Networking, Perkins, C. E. (editor), Addison-Wesley Publisher, 2001.
15. Qin, L. Kunz, T. **Increasing Packet Delivery Ratio in DSR by link Prediction,** Carleton University, 2002.
16. Qin, L., **Pro-Active Route Maintenance in DSR**, Master Thesis, University of Carleton, Ottawa, Canada, 2001.
17. Royer, E. M. Toh, C-K. **Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks,** IEEE Personal Communication, April, 1999, pp. 46-55.
18. Zhu, Y. **Pro-Active Connection Maintenance in AODV and MAODV,** Master Thesis, University of Carleton, Ottawa, Canada, 2002.

١٩- بوكلي ، سفيان ، **تحسين بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني** ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة آل البيت ، المفرق ، الأردن ، ٢٠٠٥.

٢٠- الخزاعلة ، فايز ، **إدامة مجموعة التمرير لبروتوكول التمرير متعدد الوجهات حسب الطلب في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة** ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة آل البيت ، المفرق ، الأردن ، ٢٠٠٥.

٢١- القصاص ، رعد ، **بروتوكول جديد للشبكات الآنية المتنقلة** ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة آل البيت ، المفرق ، الأردن ، ٢٠٠٢.

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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Abstract

A Mobile Ad-hoc Network (MANET) is an autonomous system of mobile hosts connected by wireless links with no supporting fixed infrastructure or central administration. A major aspect of ad-hoc networks is that their nodes can move in unpredictable fashion, which requires the routing protocols in ad-hoc networks to quickly respond to network topology changes in order to guarantee successful data packet delivery.

The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) is an efficient routing protocol proposed and designed especially for multi-hop Wireless Mobile Ad-hoc Networks. The DSR protocol has some disadvantages, including that the sources may use routes with broken links. Therefore, packets can be dropped, which can cause significant delivery ratio degradation.

In this thesis, we propose a new packet salvaging policy for the Dynamic Source Routing protocol. When a node on a packet's source route discovers that it can not forward the packet, the node searches in its route cache for an alternative route to the destination. If such a route is found, the node uses it to forward the packet to its destination and sends to the source of the message an error message with a flag, named FLAG, set to zero (FLAG=0). Otherwise, the node that has discovered the link error sends a route error message to the source node with FLAG=1.

Every intermediate node on the route to the source will check its route cache for a route to the destination of the packet when it receives a route error message with FLAG=1. If the intermediate node finds a route, it sends it in a route reply message to the node that detected the broken link and switches FLAG=1 to FLAG=0 in the error message that it forwards to the source.

If no alternate route is found and the error message reaches the source with FLAG=1, the source node itself checks its route cache for a route to the destination. If it finds such route, it sends it to the node that discovered the broken link. In all cases, a source node initiates a route discovery when it receives a route error message.

The proposed packet salvaging method was added to DSR, as it is implemented in GloMOSim. Moreover, this new protocol was compared to DSR. The results show that the proposed salvaging method significantly improves the performance of DSR in terms of packet delivery ratio, routing overhead, dropped packets, cached routes, and number of salvaged packets.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com