مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

تحسين معدل إيصال الرزم للبروتوكول On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP)

الدكتور بشرى معلا•
الدكتور مثنى القبيلي••
غزوان ريا•••

(تاريخ الإيداع 12 / 8 / 2013. قُبِل للنشر في 30/ 1 / 2014)

□ ملخّص □

إن شبكة Ad Hoc المتنقلة (MANET) هي شبكة لاسلكية قادرة على الإعداد الذاتي، وهي متعددة القفزات ولا تملك بنية تحتية ثابتة. تعد خدمات المجموعات الموجهة واحدة من أصناف التطبيقات الهامة التي تعتمدها شبكات Ad Hoc المتنقلة (MANETs)، ويتم استخدام توجيه البث المجموعاتي Multicast Routing لدعم هذه الخدمات. يعد البروتوكول ODMRP واحداً من أفضل بروتوكولات توجيه البث المجموعاتي بسبب بساطته ومتانته وقدرته على البث الأحادي. ولكن ينخفض معدل إيصال الرزم في هذا البروتوكول مع ازدياد كثافة الشبكة وحركية العقد، حيث أنه بمقدار ما يكون معدل إيصال الرزم أفضل، بقدر ما يكون بروتوكول التوجيه صحيحاً ويكون أداؤه مكتملاً. يضاف إلى ذلك أنه بسبب قيود الحركية والديناميكية العالية لهذه الشبكات، يعتبر التوجيه مهمةً على قدر كبير من التحدي. لذا اقترحنا في هذا البحث إجراء تعديل على البروتوكول ODMRP بهدف تحسين معدل إيصال الرزم عند الحالتين المذكورتين أعلاه, حيث تم استخدام معلومات التأخير الإجمالي للرزمة وعدد القفزات التي قطعتها الرزمة لتحقيق هدفنا. وقد أثبتت نتائج المحاكاة التي أجريناها بأن البروتوكول المقترح قد حسّن معدل إيصال الرزم مع ازدياد كثافة الشبكة وحركية العقد مقارنةً بالبروتوكول ODMRP.

الكلمات المفتاحية: شبكة MANET, البث المجموعاتي, البث المجموعاتي في MANET, البروتوكول ODMRP, معدل إيصال الرزم.

• مدرس– قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
••مدرس– قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
••• طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

Improving Packet Delivery Ratio for On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP)

Dr. Boushra Maala•
Dr. Mothanna AL-Kubeily••
Ghazwan Raya•••

(Received 12 / 8 / 2013. Accepted 30 / 1 / 2014)

□ ABSTRACT □

The mobile ad hoc network (MANET) is a dynamically reconfigurable wireless network, multiple hops and without any fixed infrastructure. The services-oriented groups are one of the varieties of critical applications adopted by MANETs, which use multicast routing. The ODMRP protocol is one of the best multicast routing protocols due to its simplicity, robustness, and its ability to unicast. But the Packet Delivery Ratio (PDR) in this protocol is reduced in the case of a high density or high mobility network, in which the better the packet delivery ratio, the more complete and correct is the routing protocol. Furthermore, because of the lack of high mobility and dynamicity of these networks, the routing is the task of a great deal of challenge. In this research, we propose an enhancement to the protocol ODMRP in order to improve the PDR in the two cases mentioned above, where we use the information of total delay of packet and hop count that made the packet achieve our goal. Simulation results have proven that our proposal has improved the PDR in the case of high density and high mobility network compared to the ODMRP protocol.

Keywords: MANET, Multicast, Multicast in MANET, ODMRP, Packet Delivery Ratio.

•Assistant Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
••Assistant Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
•••Postgraduate student, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعد شبكات MANET (Mobile Ad-Hoc Networks) شبكات لاسلكية متعددة القفزات، قادرة على إعداد نفسها ذاتياً (Self Configuring Network) [1]، كما أن بنيتها تتغير بشكل ديناميكي وهذا يعود بشكل رئيسي إلى قدرة العقد على التنقل بحرية ضمن بيئة مفتوحة, بحيث تستخدم العقد في هذه الشبكات قنوات الولوج اللاسلكية العشوائية نفسها.

لا يوجد بنية تحتية داعمة لشبكات MANET، وبما أن العقدة الوجهة يمكن أن تكون خارج مجال العقدة المصدر التي ترسل الرزم, فإننا بحاجة دوماً إلى إجرائية توجيه مهمتها إيجاد الطريق من أجل إعادة توجيه الرزم بشكل مناسب بين المصدر والوجهة.

يتواصل مستخدمو شبكة MANET مع بعضهم البعض كفريق. لذا تحتاج التطبيقات المعتمدة على هذه الشبكات إلى استخدام ما يعرف باتصال المجموعة (البث المجموعاتي Multicasting) وذلك من أجل نقل البيانات وخصوصاً بيانات الزمن الحقيقي، ومع النمو المتسارع لخدمات اتصالات المجموعة, فقد حظي توجيه البث المجموعاتي بالكثير من الاهتمام [2]. تعتمد بروتوكولات توجيه البث المجموعاتي التي تعمل ضمن شبكات MANET إما على بناء شجرة (tree) كما هو الحال في البروتوكولات: Ad hoc Multicast Routing Protocol (AMRoute[3]), Ad Hoc Multicast Routing Utilizing Increasing ID-numbers Protocol (AMRIS[4]), Multicast Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol (MAODV[5])، أو على بناء شبكة متشابكة (Mesh) مثل البروتوكولات: On Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP [6]) ، Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP[7]) ، Core Assisted Mesh Protocol (CAMP[8]) ، location-based Neighbor Supporting Ad Hoc Multicast Routing Protocol (NSMP[9]), multicast protocol [9] والبروتوكول Dynamic Core-Based Multicast Protocol (DCMP[10]).

أهمية البحث وأهدافه:

يعد البروتوكول ODMRP [6, 11, 12] واحداً من أهم بروتوكولات توجيه البث المجموعاتي في شبكات MANET وتتمثل مزاياه الرئيسة بالمتانة الكبيرة (Robustness) الناتجة عن بنية الشبكة المتشابكة (Mesh)، وقدرته على البث الأحادي وعلى العمل مع أي بروتوكول بث أحادي منفصل وعدم وجود نقطة واحدة للفشل بسبب استخدامه لطريقة التحكم اللامركزي، وتحفيضه للحمل الزائد في الشبكة بسبب عمله عند الطلب. أما مساوئ هذا البروتوكول فتتمثل بزيادة الحمل التحكمي الزائد (Control Overhead) مع ازدياد حجم الشبكة [13].

هناك قضية هامة أخرى حظيت باهتمام كبير وهي انخفاض معدل إيصال الرزم لهذا البروتوكول مع ازدياد كثافة الشبكة وحركية العقد. يعرف معدل إيصال الرزم بأنه نسبة عدد رزم البيانات التي تم إيصالها فعلياً إلى المستقبلين إلى عدد رزم البيانات التي من المفترض أن يتم استقبالها. يحدد هذا البارامتر معدل فقدان رزم البيانات، الأمر الذي يحد من معدل الإنتاجية الأقصى (maximum Throughput) و يعطينا فكرة عن أداء هذا البروتوكول وعن مدى قدرته على تنفيذ مهامه بنجاح من ناحية تسليم رزم البيانات بسرعات مختلفة باستخدام نماذج حركة مرور مختلفة.

بشكل عام, يوجد ثلاثة عوامل مسؤولة عن ضياع البيانات في شبكات Ad Hoc المتنقلة. أولها هو الرزم التي يتم إهمالها بسبب التنافس على الوصلة الشبكية Network Link Contention من قبل الحمل التحكمي الزائد Control Overhead, والثاني هو الرزم المهملة بسبب التنافس من قبل الحمل الزائد لنقل البيانات Data Forwarding Overhead, والثالث هو الرزم المهملة بسبب الوصلات المفقودة Non-Existent Links.

يزداد تأثير العاملين الأولين مع ازدياد كثافة الشبكة, بينما يزداد تأثير العامل الثالث مع ازدياد حركية العقد. تتأثر وثوقية معظم بروتوكولات البث المجموعاتي الأساسية لشبكة MANET بهذه العوامل الثلاثة لأن البروتوكولات تعتمد على تسليم البيانات بطريقة Best-Effort الأساسية.

عملنا في هذا البحث على تعديل آلية عمل البروتوكول ODMRP بهدف تحسين من معدل أيصال الرزم مع ازدياد كثافة شبكة MANET وحركية العقد وذلك عبر إجراء تعديل على آلية اختيار المسار في هذا البروتوكول.

طرائق البحث ومواده:

أجريت المحاكاة باستخدام محاكي الشبكة GloMoSim [14] وهو اختصار لـ Global Mobile Information System Simulator والذي يعتبر مكتبة محاكاة واسعة المجال من أجل أنظمة الاتصالات السلكية واللاسلكية مبنية باستخدام ميزة المحاكاة ذات الحدث المتقطع على التوازي التي تؤمنها بيئة المحاكاة [15] PARSEC. صُمم GloMoSim باستخدام نهج طبقي مماثل لبنية الشبكة ذات السبع طبقات (OSI). وقد تم تعريف واجهات برمجة تطبيقات (APIs: Application Programming Interfaces) بسيطة بين مختلف طبقات المحاكاة، وهو ما يسمح بالاندماج السريع لنماذج الطبقات المختلفة المطورة من قبل باحثين مختلفين.

إن GloMoSim ذو قابلية توسع عالية لأنه يستخدم تقريب تطويق الشبكة Network Griding Approach في تصميم محاكاة الشبكة بدلاً من إنشاء كل عقدة ككينونٍ مستقلٍّ. يحاكي هذا التقريب عدة عقد شبكية ككينون واحد في النظام، هذا يعني أننا نستطيع زيادة عدد العقد في النظام مع الإبقاء على العدد من الكينونات في المحاكاة نفسها. يشمل كل كينون أيضاً كل طبقات المحاكاة وكل طبقة تمثِّل كتابع. تُنْشَأ التوابع التي سوف تستدعى من قبل كل طبقة في كل عقدة في بداية المحاكاة، وتستخدم توابع كل طبقة لترسل الرسائل بين الطبقات. إن طريقة تصميم المحاكاة الشبكية تكون عبر تمثيل العقد الشبكية في المحاكاة ككينونات. حتى يعمل GloMoSim على نظام تشغيل Windows فإنه يتطلب وجود عدة برمجيات وهي Microsoft VC++ version 6.0 وهو أساسي من أجل إجراء عمليات المحاكاة و(JAVA SDK version 1.2 مع JAVA JRE version 1.2) من أجل تشغيل أداة إظهار النتائج رسومياً على شكل منحنيات بيانية و Parsec compiler و GloMoSim software.

استخدمنا في عملنا هذا النسخة GloMoSim 2.03 وهي نسخة مطورة ويمكن الحصول عليها مباشرةً لأنها مجانية. يحتوي المرجع [14] تمثيلاً برمجياً للبروتوكول ODMRP وهو إصدار ODMRP الذي اخترناه كأساس للتعديل والمقارنة وهو الإصدار المستخدم من قبل برنامج المحاكاة (GloMoSim 2.03) الذي استخدمناه لاختبار بروتوكولنا.

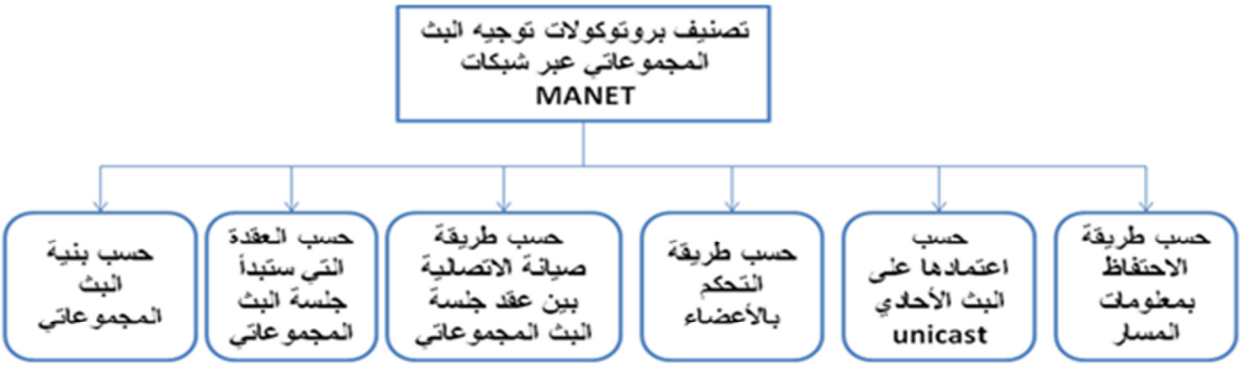
1. البث المجموعاتي في شبكات MANET

يستخدم توجيه البث المجموعاتي في MANET لأنه يؤمن اتصالات one-to-many و many-to-many مناسبة لأهم أصناف التطبيقات (خدمات المجموعات الموجهة group oriented services) التي تقدمها شبكات MANET [16].

إن البنية الخاصة بشبكات MANET هي بنية عشوائية قد تتغير بشكل سريع وغير متوقع. كما يمكن لهذه الشبكات أن تعمل بشكل مستقل أو أن تكون موصولة إلى شبكات كبيرة كالإنترنت [17-19]. يمكن إنجاز تطبيقات MANET [20-23] عبر شبكة من النوع PAN (personal area networking) باستخدام هاتف خليوي أو laptop, وعبر عمليات الطوارئ مثل الإجلاء في حالات الكوارث disaster relief, وعبر بيئات مدنية civilian environments مثل غرف اللقاءات meeting rooms والمدرجات الرياضية, أو في بيئات عسكرية من قبل الجنود والدبابات والطائرات كما أن تطبيقات شبكات VANET(Vehicular Ad Hoc Network) وشبكات الحساسات اللاسلكية تعتبر من أهم تطبيقات شبكات MANET.

يقلل البث المجموعاتي في MANET من: كلفة الاتصال، واستهلاك عرض حزمة الوصلة، وزيادة معالجة المرسل والموجه، وتأخير التوصيل. ويؤمّن آلية اتصال بسيطة ومتينة عندما يكون عنوان المستقبل غير معروف أو متغير.

إن بعض خصائص شبكات MANETs كالتغير المتكرر في البنية بسبب حركية المضيفين والطاقة المحدودة وعرض الحزمة القليل والاتصال غير الموثوق, تتطلب قيوداً خاصة عند تصميم بروتوكول التوجيه. لقد تم تصميم عدة بروتوكولات توجيه من أجل هذه الأنواع الخاصة من الشبكات. وهناك عدة معايير لتصنيف هذه البروتوكولات كما هو موضح في الشكل(1)[24-27].



الشكل (1) تصنيف بروتوكولات توجيه البث المجموعاتي في شبكات MANET.

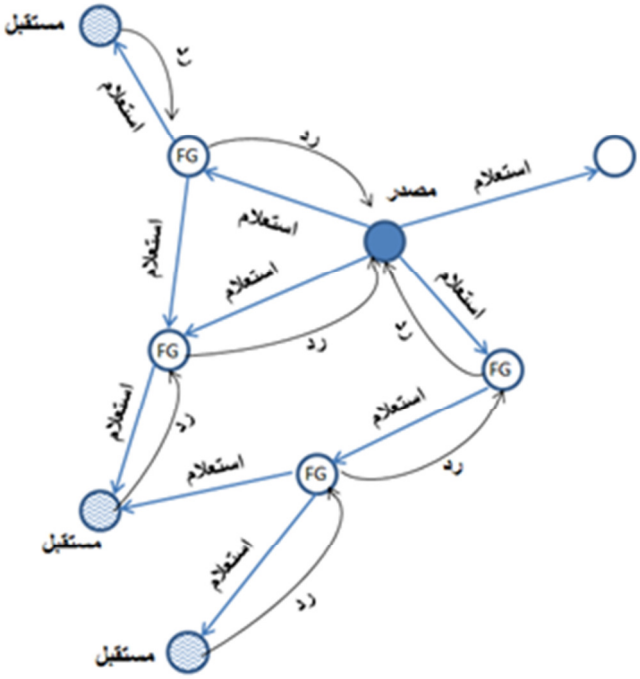
2. البروتوكول ODMRP(On-Demand Multicast Routing Protocol)

يُبنى هذا البروتوكول [6,11,12] بالاعتماد على الشبكة المتشابكة بدلاً من الشجرة، لذا فإنه يؤمن اتصالية أفضل بين أعضاء جلسة البث المجموعاتي، كما يمكن إيصال رزم البث المجموعاتي إلى الأهداف رغم حركية العقد وتغير البنية عبر تأمين مسارات متعددة.

لتأسيس شبكة متشابكة لكل مجموعة بث مجموعاتي، يستخدم البروتوكول ODMRP مفهوم مجموعة النقل(Forwarding Group), والتي هي مجموعة من العقد المسؤولة عن نقل بيانات البث المجموعاتي عبر أقصر المسارات بين أي زوج من الأعضاء. يعتمد هذا البروتوكول على تطبيق تقنيات التوجيه عند الطلب لتجنب زيادة تحميل القناة (Channel Overhead) ولتحسين قابلية التوسع. كما أنه يستخدم طريقة صيانة الحالة الناعمة Soft State (وهي عملية إرسال رزم التحكم بشكل دوري) للمحافظة على اتصالية أعضاء مجموعة البث المجموعاتي. وعلى اعتبار أنه لا داعي لإرسال رسائل تحكمية لمغادرة المجموعة، فإن ODMRP يقلل فائض التخزين ويخفض من استهلاك عرض حزمة قناة الاتصال.

2.1. آلية العمل: مسار البث المجموعاتي وعملية إنشاء الشبكة المتشابكة Mesh Creation

في ODMRP, يتم تأسيس عضوية المجموعة ومسارات البث المجموعاتي وتحديثها من قبل المصدر عند الطلب, وبشكل مشابه لبروتوكولات توجيه البث الأحادي يتكون ذلك من طورين هما: طور الطلب وطور الإجابة كما هو مبين في الشكل (2).



الشكل (2) إجرائية تأسيس وصيانة العضوية عند الطلب

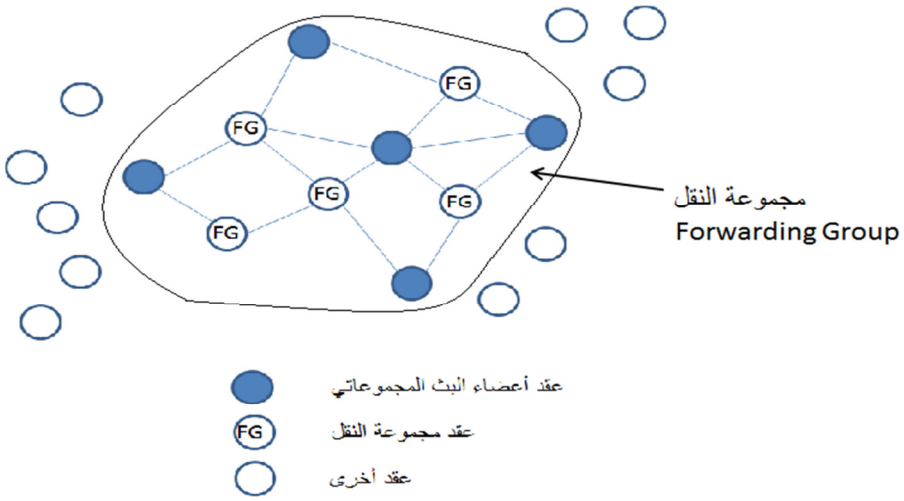
طالما أن مصدر البث المجموعاتي يملك رزماً يريد إرسالها فإنه يبث بشكل دوري رزمة إعلان العضو (member advertising packet) باستخدام الغمر[1] flooding إلى كامل عقد الشبكة, تدعى هذه الرزمة برزمة الاستعلام عن الانضمام. يحدِّث هذا الإرسال الدوري معلومات العضوية ويحدث المسار كما يلي:

عندما تستقبل العقدة رسالة استعلام عن انضمام غير مكرر فإنها تخزن معرّف العقدة المرسلة (هذا يدعى بالتعليم التراجعي Backward Learning) وتعيد بث الرزمة بثاً عاماً. وعندما تصل رزمة الاستعلام عن الانضمام

[1] **الغمر: هو إرسال الرسالة على جميع المخارج/الواجهات interfaces ما عدا الواجهة التي أتت منها الرسالة.**

إلى مستقبل البث المجموعاتي فإنه يشكل أو يحدث مدخل المصدر في جدول العضو الخاص به. وعلى اعتبار أنه يوجد جدول توجيه للعقدة يحوي مداخل متاحة فإن ردود الانضمام (Join Replies) تبث بثاً عاماً وبشكل دوري إلى الجيران. وعندما تستقبل العقدة استعلاماً عن انضمام فإنها تتحقق فيما إذا كان معرّف العقدة التالية لأحد المدخلات يطابق المعرف الخاص به؛ إذا كان كذلك فإن العقدة تدرك أنها على المسار إلى المصدر وهكذا فهي جزء من مجموعة النقل, لذا فإنها ترفع علم FG(Forwarding Group Flag) وتبث بثاً عاماً رد الانضمام الخاص بها مبنياً على المدخلات المطابقة.

وهكذا ينتشر رد الانضمام عبر كل عضو في مجموعة النقل حتى يصل إلى مصدر البث المجموعاتي عبر المسار الأقصر. تحدث هذه العملية المسارات من المصادر إلى المستقبلين وتبني شبكة متشابكة من العقد وهي مجموعة النقل. يوضح الشكل (3) مفهوم مجموعة النقل, وهي مجموعة من العقد مهمتها نقل رزم البث المجموعاتي, كما أنها تدعم المسارات الأقصر بين أي زوج من الأعضاء. تنقل كل العقد الموجودة داخل مجموعة النقل (أعضاء البث المجموعاتي وعقد مجموعة النقل) رزم بيانات البث المجموعاتي. نلاحظ أن مستقبل البث المجموعاتي يستطيع أيضاً أن يكون عقدة مجموعة نقل إذا كان على المسار بين مصدر البث المجموعاتي ومستقبل آخر. تؤمن الشبكة المتشابكة اتصالية أغنى بين أعضاء البث المجموعاتي مقارنةً بالأشجار. كما يساعد فائض الغمر بين أعضاء مجموعة النقل بالتغلب على إزاحة العقدة وخفوت القناة, ولذا فإن إعادة التهيئة ليست ضرورية كما هو الحال في البنية الشجرية.



الشكل (3) مفهوم مجموعة النقل

2.2. نقل البيانات Data Forwarding

يستطيع مصدر البث المجموعاتي أن يرسل الرزم إلى المستقبلين عبر المسارات المختارة ومجموعات النقل بعد عملية تأسيس المجموعة وعملية بناء المسار. ترسل رزم تحكم دورية فقط عندما تكون رزم البيانات المغادرة لا تزال موجودة. عند استقبال رزمة بيانات البث المجموعاتي, تقوم العقدة بنقلها فقط إذا لم تكن مكررة وكان رفع علم FG لمجموعة البث المجموعاتي لا يزال صالحاً. تقلل هذه الاجرائية فائض الحركة المرورية وتمنع إرسال الرزم عبر المسارات غير الحديثة.

2.3. مشاكل البروتوكول ODMRP

يعاني البروتوكول ODMRP من المشاكل الآتية [12,11,6]:

1. فعالية بث مجموعاتي منخفضة (Low Multicast Efficiency) بسبب المسارات الفائضة الناتجة عن بنية الشبكة المتشابكة.
2. قابلية توسع (Scalability) منخفضة لأن العوامل التي تؤثر على الفعالية تؤثر على التوسعية أيضاً .
3. انخفاض معدل إيصال الرزم مع ازدياد كثافة الشبكة وحركية العقد نتيجةً لثلاثة عوامل:

- **مع ازدياد كثافة الشبكة :**

1. يزداد الحمل التحكمي الزائد نتيجة للزيادة الكبيرة في الإعلانات الدورية التي تسببها طريقة التحكم غير المركزي وطريقة الصيانة الناعمة.
2. يزداد الحمل الزائد للبيانات نتيجة انتشار رزم البيانات عبر مسارات متعددة .

- **مع ازدياد حركية العقد:**

3. يزداد تعطل الوصلة (Link Breakage).

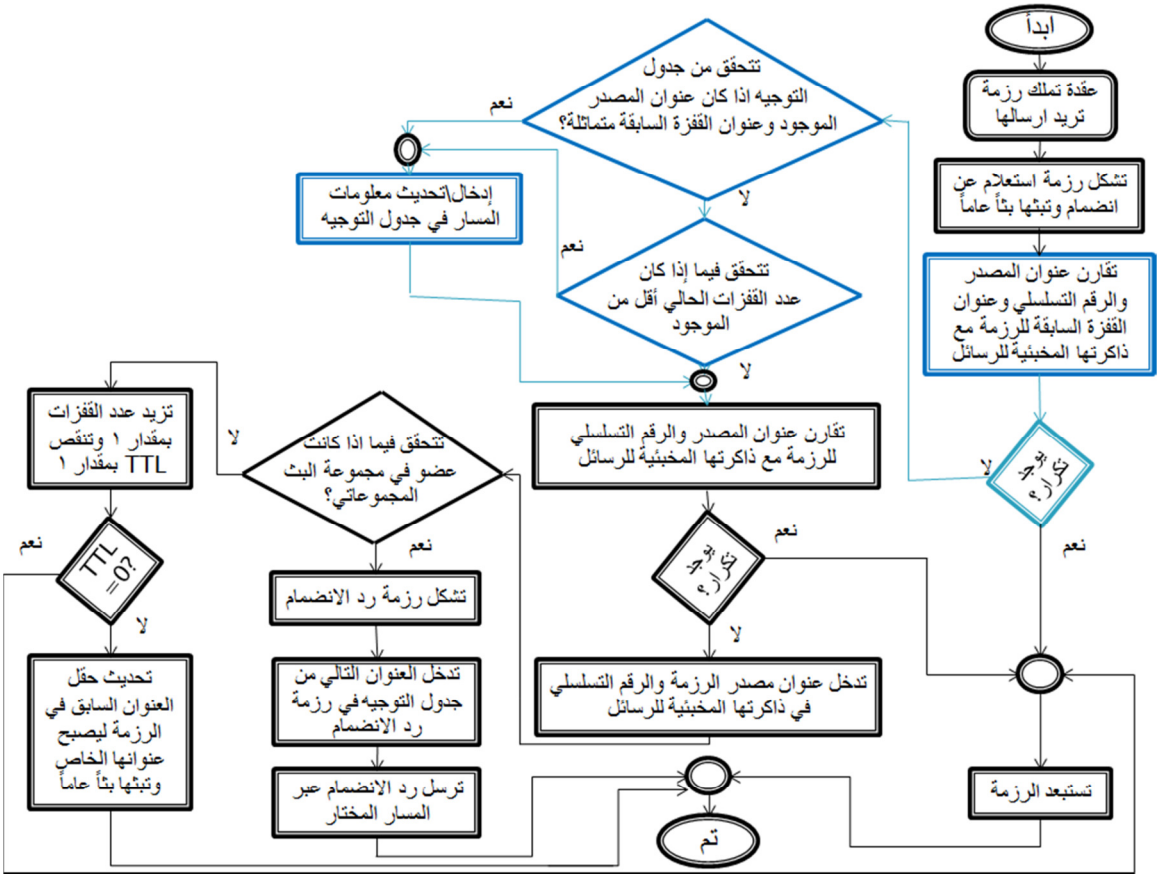
3. البروتوكول المعدَّلHCD-ODMRP (Hop Count and Delay-ODMRP)

يعتمد البروتوكول ODMRP على التأخير الأصغري في عملية اختيار المسار الأفضل. أما بروتوكول التوجيه المعدَّل HCD–ODMRP فيقوم باختيار المسار الأفضل بين العقد اعتماداً على التأخير الأصغري وعدد القفزات.

تقوم كل عقدة بتوقع وثوقية كل وصلة صاعدة عبر مقارنة عدد القفزات التي قطعتها الرزمة والزمن الذي أخذته لتصل إليها. تُخْتَار الوصلة ذات القيمة الأخفض لعدد قفزات الرزمة المستقبلة بدلاً من الوصلات الصاعدة ذات القيم الأعلى لعدد القفزات حتى ولو كان زمن التأخير أعلى. على أية حال إذا كان عدد القفزات متساوياً، فيتم عندئذ الإبقاء على الوصلة الصاعدة السابقة ذات زمن التأخير الأقل.

آلية اختيار المسار في HCD–ODMRP:

تُحَدَّث عملية اختيار المسار عند معالجة رزم الاستعلام عن الانضمام, ويبين الشكل (4) المخطط الصندوقي لعملية معالجة رزم الاستعلام عن الانضمام للبروتوكول ODMRP المعدَّل.



الشكل (4) المخطط التدفقي لعملية معالجة رزم الاستعلام عن الانضمام للبروتوكول HCD-ODMRP.

عندما تستقبل العقدة رزمة استعلام عن الانضمام :

- تتحقق فيما إذا كانت مكررة عبر مقارنة (عنوان IP المصدر والرقم التسلسلي وعنوان IP لآخر قفزة) مع الذاكرة المخبئية للرسائل.
- إذا لم تكن مكررة, تتحقق من جدول التوجيه فيما إذا طابق عنوان IP المصدر مُدخَل مسار موجود ولكن عنوان IP القفزة الأخيرة لم يكن نفسه, فإنها تتحقق إذا كان عدد القفزات الحالي أقل من عدد القفزات للمدخل الموجود في مدخل المسار الخاص. إذا كان كذلك, تستبدِل عنوان IP لآخر قفزة والطابع الزمني الحالي مدخل المسار الخاص (التعليم التراجعي), وإلا لا تدخل معلومات المسار.
- تتحقق فيما إذا كانت مكررة عبر مقارنة (عنوان IP المصدر والرقم التسلسلي) مع المدخلات في الذاكرة المخبئية للرسائل. إذا كانت مكررة عندها تستبعد الرزمة وتنتهي العملية.
- إذا لم تكن مكررة فإنها تدخل المدخَل إلى الذاكرة المخبئية للرسائل بمعلومات الرزمة المستقبلة (الرقم التسلسلي وعنوان IP المصدر وعنوان IP القفزة الأخيرة).
- إذا كانت العقدة عضواً في مجموعة البث المجموعاتي, فإنها تنشئ رزمة رد الانضمام وترسلها عبر المسار المختار. ثم تزيد حقل عدد القفزات بمقدار 1 وتقلل حقل TTL بمقدار 1.
- إذا كانت قيمة حقل TTL مساوية للصفر, عندها تستبعد الرزمة وتنتهي العملية.

- إذا كانت قيمة حقل TTL أكبر من الصفر, عندها تقوم بوضع عنوان IP العقدة في حقل عنوان IP القفزة الأخيرة وتبثها بثاً عاماً وتنتهي العملية.

4.المحاكاة وإظهار النتائج

لتحديد أثر التحسين الذي قمنا بإجرائه فإننا سنقارن البروتوكولين التاليين:

- البروتوكول ODMRP الأساسي المحدد في المرجع [14] الذي يعتمد التأخير الأصغري كبارامتر لاختيار المسار.
- البروتوكول ODMRP المعدَّل الذي يعتمد على التأخير الأصغري وعدد القفزات كبارامترات لاختيار المسار.

4.1. بيئة المحاكاة Simulation Environment

لقد قمنا بإجراء عمليات المحاكاة على شبكة متوضعة عشوائياً ضمن مساحة مربعة 1000m X 1000m. وقد تم اختيار نموذج التنقل Random–Waypoint حيث تتحرك كل العقد بسرعات محددة مسبقاً في اتجاهات أهدافهم المحددة عشوائياً. حالما يتم الوصول إلى الهدف, تختار العقد هدفاً عشوائياً آخر وتتحرك في الاتجاه الجديد. تم اختيار زمن المحاكاة 200 sec, أما القيم الأخرى فهي موضحة في الجدول (1).

لقد قمنا بتطبيق كل سيناريو باستخدام قيمة عشوائية للبارامتر seed ومن ثم أخذنا متوسط البيانات التي تم جمعها عبر عمليات إجراء المحاكاة. وقد أجريت جميع السيناريوهات باستخدام مولد بيانات ثابت من عقدة واحدة ذات حجم حمولة Payload Size=512B, وهذا المولد CBR هو مولد مستمر من بداية المحاكاة إلى نهايتها مع زمن توقف 500ms بين كل عمليتي توليد رزمة، وعلى اعتبار أن المولد هو من النمط CBR فسيكون بروتوكول النقل المتوافق هو UDP. وبشكل إجمالي خلال كل عملية محاكاة يولد المصدر 200000/500=400 رزمة ذات حجم 512B.

الجدول (1): القيم المستخدمة في المحاكاة

Parameters	Values
Simulation Time	200 sec
Environment Size	1000mX1000m
Number of nodes	100 and 200
Packet Size	512 bytes
Mobility model	Random Waypoint
Node placement	Random
Traffic-Type	CBR
Radio type	Radio-ACCNOISE

Radio-Frequency	2.4 GHz
MAC Protocol	IEEE 802.11b
Transmission Range	250m
Bit Rate	2Mbps
Network Protocol	IP
Transport Protocol	UDP
Routing Protocol	ODMRP,HCD-ODMRP

4.2. سيناريوهات المحاكاة

لتقييم أداء البروتوكول المعدَّل فقد قمنا بتصميم السيناريوهين الآتيين:

السيناريو 1:

حركة مرور بث مجموعاتي لمجموعة بث مجموعاتي واحدة ذات حجم ثابت مع سرعة عقد متغيرة, تتضمن مجموعة البث المجموعاتي 10 عقد مختارة عشوائياً من بين 100عقدة في الشبكة تأخذ الأرقام من 0 إلى 99. تنتمي كل الأعضاء إلى مجموعة بث مجموعاتي واحدة بحيث تكون العقدة ذات رقم العقدة الأصغر هي العقدة المولدة للحركة المرورية, بينما تكون العقد الأخرى مستقبلات. تم اختيار مجموعة مختلفة من 10أعضاء عشوائياً من أجل كل بروتوكول وكل سرعة عقد. وتم إجراء سلسلة من عمليات المحاكاة عند سرعات مختلفة 10,15,20,……,80m/sec, حيث استخدمنا رقم Seed مختلف من أجل كل مجموعة أعضاء بث مجموعاتي في كل عملية محاكاة. أما التطبيقات المستهدفة فهي موضحة في الجدول(2).

يبين المرجع[28] أن مجال السرعات العالية في شبكات MANET هي بين(10إلى 40 م/ثا) ولكننا قمنا بتوسيع مجال السرعات المدروسة في هذا السيناريو لتستهدف التطبيقات ذات السرعات العالية جداً.

الجدول(2) التطبيقات المستهدفة في السيناريو الأول

السرعات من 10 إلى 40 م/ثا	
Vehicular services	• **road or accident guidance** • **transmission of road and weather conditions** • **taxi cab network** • **inter-vehicle networks** **يبين المرجع[29] أنها تعمل في مجال سرعات يصل إلى 40 م/ثا**
السرعات من 40 إلى 80 م/ثا	
Tactical networks	• **Mobile ad hoc networks of unmanned aerial vehicles (UAVs)** **(يبين المرجع[30] أنها تعمل عند سرعات قد تصل إلى 300 ميل في الساعة ويبين المرجع[31] بأنها تستخدم بروتوكولات توجيه البث المجموعاتي الموجودة مثل ODMRP,MAODV)**

السيناريو 2:

تم استخدام أحجام مختلفة لمجموعة بث مجموعاتي واحدة بسرعة عقد ثابتة مقداره (10 m/s) عند شبكة ذات عدد عقد كلي مقداره 200 عقدة. وحسب المرجع [28] تعتبر شبكة MANET التي تضم 200 عقدة ضمن مساحة 1000mX1000m شبكة كثيفة.

ثبتنا سرعة العقد عند 10 m/s وأجرينا المحاكاة عند أحجام متنوعة لمجموعة البث المجموعاتي 10, 20, ..., 100 nodes. من أجل كل حجم لمجموعة البث المجموعاتي, قمنا بإجراء ثلاث عمليات محاكاة باستخدام رقم seed مختار عشوائياً من المجال (من 1 إلى 50).

أما التطبيقات المستهدفة في هذا السيناريو فهي بعض تطبيقات المراقبة الاعتيادية باستخدام شبكة الحساسات اللاسلكية Habitat monitoring applications for wireless sensor network التي قد تعمل بسرعات من مرتبة 10م/ثا.

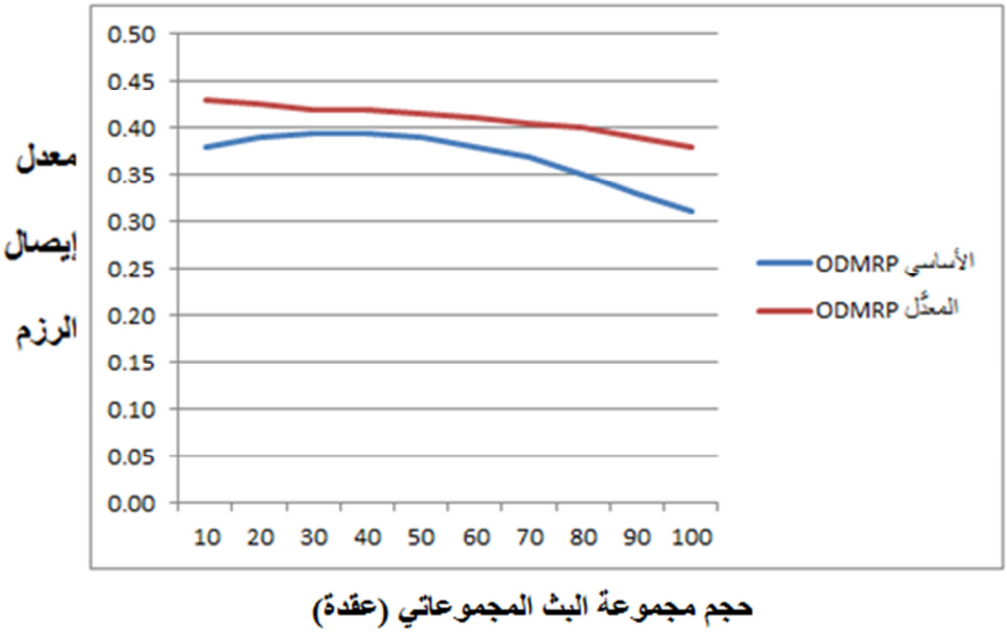
4.3. نتائج المحاكاة

نتيجة السيناريو1: يوضح الشكل (5) نتيجة عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها في السيناريو الأول.

الشكل(5) معدل إيصال الرزم عند سرعات تنقل متنوعة.

تظهر نتائج المحاكاة أن أداء البروتوكول ODMRP المعدَّل أفضل من البروتوكول ODMRP الأساسي ويزداد الفارق في الأداء لصالح البروتوكول ODMRP المعدَّل مع ازدياد سرعة العقد. فمثلاً عند سرعة عقد مقدارها 65m/sec نلاحظ أن البروتوكول المعدَّل قد حسَّن معدل إيصال الرزم بمقدار 23 % مقارنةً مع البروتوكول الأساسي.

نتائج السيناريو 2: يبين الشكل(6) نتيجة عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها في السيناريو الثاني .



الشكل(6) معدل إيصال الرزم عند حركة مرور بث مجموعاتي بأحجام مختلفة لمجموعة البث المجموعاتي.

تظهر نتائج المحاكاة تقدم البروتوكول ODMRP المعدل في الأداء على البروتوكول ODMRP الأساسي ويزداد التقدم لصالح البروتوكول المعدَّل مع ازدياد حجم مجموعة البث المجموعاتي, فمثلاً عند حجم مجموعة مقداره 100 عقدة، فقد حسَّن البروتوكول المعدَّل معدل إيصال الرزم بمقدار 18.4% مقارنةً مع البروتوكول الأساسي.

الاستنتاجات والتوصيات:

قمنا في هذا البحث بإجراء تعديل على آلية اختيار المسار في البروتوكول ODMRP بهدف تحسين معدل إيصال الرزم, وذلك عبر استخدام معلومات التأخير الإجمالي وعدد القفزات التي قطعتها الرزمة من المصدر إلى الهدف لاختيار المسار الأفضل. وقد أجرينا عملية المحاكاة عند سيناريوهات مشابهة لتطبيقات واقعية لشبكات MANET وتوصلنا للآتي:

1. أداء البروتوكول ODMRP المعدل أفضل من أداء البروتوكول ODMRP الأساسي عند سرعات عقد عالية ويزداد الفارق في الأداء لصالح البروتوكول ODMRP المعدَّل مع ازدياد سرعة العقد وذلك أن التعديل على آلية اختيار المسار يجعل المسارات تحوي عقد أقل وبالتالي وصلات أقل مما يخفف من أثر تعطل الوصلات الناتج عن زيادة حركية العقد.
2. أداء البروتوكول ODMRP المعدَّل أفضل من أداء البروتوكول الأساسي عند كثافة شبكة عالية ويزداد التقدم لصالح البروتوكول ODMRP المعدَّل مع ازدياد كثافة الشبكة, ذلك أن التعديل على آلية اختيار المسار يجعل المسارات تحوي عقداً أقل (أي شبكة متعشقة أقل كثافة), لذا فسيكون لها مسارات فائضة أقل مما يخفض من الحمل الزائد للبيانات والحمل الزائد للتحكم.

وبالنتيجة نجد أن التعديلات المقترحة في هذا البحث قد حققت التحسين المراد منها. لذا ننصح باستخدام البروتوكول المعدل بدلاً من البروتوكول الأساسي في تطبيقات شبكات MANET ذات الكثافة العالية مثل بعض تطبيقات المراقبة الاعتيادية باستخدام شبكة الحساسات اللاسلكية والتطبيقات ذات حركية العقد العالية مثل تطبيقات Vehicular Services و تطبيقات Tactical Networks المبينة في الجدول (2).

المراجع:

1. BASAGNI, S., CONTI, M., GIORDANO, S., STOJMENOVIC, I., "Mobile Ad Hoc Networking", Wiley Inerscience, ISBN 0-471-37313-3, (2004).
2. GOSSAIN, H., MORAIS, C., AGRAWAL, D. P., "Multicast: Wired to Wireless", IEEE Communications Magazine, pp: 116 – 123,(2002).
3. XIE, J., TALPADE, R., MCAULEY, A., LIU, M., "AMRoute: Ad hoc multicast routing protocol" , Mobile Networks and Applications, 7(6): 429 - 439,((2002).
4. WU,C.W., TAY,Y.C., "AMRIS: A multicast protocol for ad hoc wireless networks", In Proceedings of Military Communication Conference (MILCOM), Atlantic City, NJ, USA,vol.1, pp: 25-29, (1999).
5. ELIZABITH, M. R.,CHARLES, E. P., "Multicast Operation of the Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol", In Proc. of the 5th annual ACM/IEEE

International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom),pp: 207- 218 ,August (1999).

6. LEE, S., SU, W., GERLA, M., "On-Demand Multicast Routing Protocol in Multihop Wireless Mobile Networks", Mobile Networks and Applications,7(6): 441-453,(2002).
7. CHING, M. G., HIANG, C., ZHANG, L., "Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP) for Multihop, Mobile Wireless Networks," ACMBaltzer Journal of Cluster Computing: Special Issue on Mobile Computing, l(1): 187-196, (1998).
8. MADRUGA, E. L., GARCIA-LUNA-Aceves, J. J., "Scalable multicasting: the core-assisted mesh protocol", ACM/BALTZER Mobile Networks and Applications, Vol. 6, pp: 151-165, (2001).
9. SINGH, T.P., DAS, N. V, "Multicast Routing Protocols In MANETS", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 2(1): 11-23, (2012).
10. KUMAR DAS, B. S., SIVA RAM MURTHY, C., "A dynamic core based multicast routing protocol for ad hoc wireless networks", Proceedings of the 3rd ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc'02), New York, NY, USA, Pages 24 – 35, (2002).
11. LEE, Sung-Ju; SU, William, GERLA, Mario. " On-demand multicast routing protocol (ODMRP) for ad hoc networks" .In IETF Internet Draft draftietf-manet-odmrp.02.txt, (2000).
12. LEE, S .J., GERLA, M., CHIANG, C. C., "On-Demand Multicast Routing Protocol," In Proc. of the Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), pp:1298 - 1302, September (1999).
13. CHIANG, C., GERLA, M., "On Demand Multicast in Mobile Wireless Networks", Proceedings of IEEE ICNP'98, October (2005).
14. Tutorial for the network simulator "GloMoSim 2.03". [Online]. Available: http://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial.
15. http://www.openparsec.com/.
16. OBRACZKA, K., TSUDUK, G., "Multicast Routing Issues In Ad Hoc Networks," IEEE 1998 International Conference on Universal Personal Communications, ICUPC '98, Vol.1 , pp.: 751 – 756, 5-9 Oct. (1998).
17. MISRA,S., WOUNGANG, I., CHANDRA MISRA, S., " Guide to Wireless Ad Hoc Networks", Publisher: Springer , ISBN-10: 1848003277, Pub. Date: (2009).
18. AGRAWAL, D.P., ZENG, Q. A., "Introduction to Wireless and Mobile Systems," published by Brooks/Cole, 438 pages, ISBN 0534-40851-6, (2003).
19. IETF Working Group: Mobile Ad hoc Networks (MANET). http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html.
20. LILIEN,L., OTHMANI,L.B., ANGIN,P., DECARLO,A., SALIH,R., BHARGAVA,B., "A Simulation Study of Ad Hoc Networking of UAVs with Opportunistic Resource Utilization Networks", Journal of Network and Computer Applications, Vol. 38, pp: 3–15,(Feb 2014)
21. Tarek Moulahi, Hervé Guyennet , Salem Nasri, "Improvement of RDS-MPR by a Cluster-based Energy-efficient Broadcasting Algorithm for Dynamic WSNs", Journal of Ad Hoc & Sensor Wireless Networks, (Accepted to appear), (2013).
22. YANG LI, X., "Wireless Ad Hoc and Sensor Networks: Theory and Applications Publisher: Cambridge University Press , ", ISBN-13: 9780521865234,Pub. Date: June (2008).

23. SARANGAPANI, J., "Wireless Ad Hoc and Sensor Networks: Protocols, Performance, and Control," Boca Raton, Fla.; London: CRC Press, (2007).
24. WANG, B., HOU, J. C., "Multicast Routing and Its QoS Extension: Problems, Algorithms, and Protocol," IEEE Network, Vol.14, pp.: 22-36, (2001).
25. RAJA, L., BABOO, S. S., "Comparative study of reactive routing protocol AODV, DSR, ABR and TORA in MANET", International Journal Of Engineering And Computer Science, 2(3): 707-718, (2013).
26. VISWANATH, K., OBRACZKA, K., TSUDIK, G., "Exploring Mesh and Tree-Based Multicast Routing Protocols for MANETs", IEEE Transactions on Mobile Computing,5(1): 28-42, (2006).
27. BAKER ,M. R., Ali AKCAYOL, M., " A Survey of Multicast Routing Protocols in Ad-Hoc Networks", Gazi University Journal of Science, 24(3): 73-89, (2011).
28. BAMHDI,M.A., KING.J.B., IBRAHIM,S.I., "Impact of High Density and High Speed on AODV and DSR Routing Protocols" Proceedings of the 12th Annual Conference on the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting, pages 155- 160,liverpool,uk, Liverpool John Moores University,(2011).
29. FIORE,M., HARRI,J., FILALI,F., BONNET,C., "Vehicular Mobility Simulation for VANETs Proceeding", Publisher: IEEE Computer Society Washington, DC, USA, ISBN:0-7695-2814-7,(2007).
30. LILIEN,L., OTHMANI,L.B., ANGIN,P., DECARLO,A., SALIH,R., BHARGAVA,B., "A Simulation Study of Ad Hoc Networking of UAVs with Opportunistic Resource Utilization Networks", Journal of Network and Computer Applications, Vol. 38, pp: 3–15,(Feb 2014).
31. JAIN,S., SHAH,C.R., BRUNETTE,W., BORRIELO,G. ROY,S., "Exploiting mobility for energy efficient data collection in wireless sensor networks" ,Mobile Networks and Applications Journal , 11(3): 327 – 339,(2006).