مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

تقييم أداء بروتوكولي التوجيه GPSR وAODV عند التقاطعات في شبكات العربات المتنقلة

الدكتورة بشرى معلا•
بسام حسن••

(تاريخ الإيداع 11 / 2 / 2016. قُبِل للنشر في 15/ 8 / 2016)

□ ملخّص □

تتألف شبكات العربات المتنقلة من مجموعة من العقد تشكل شبكة لاسلكية، لكن عقد هذه الشبكة هي عربات ذات تجهيزات خاصة تجعلها قادرة على الاتصال فيما بينها. تواجه بروتوكولات التوجيه في VANET تحديات كبيرة تتمثل بالتغير الديناميكي لطوبولوجيا الشبكة، كذلك كسر الوصلة والكثافة المنخفضة للعربات. يساعد بروتوكول التوجيه المناسب والفعال بضمان وصول الرسائل إلى الوجهة المطلوبة وتحقيق الهدف من التطبيق.

نقدم في هذا البحث تحليلاً لأداء اثنين من أهم بروتوكولات التوجيه المستخدمة في هذه الشبكات وهي البروتوكولين AODV وGPSR. يعتمد هذا التحليل على بارامترات مختلفة مثل التأخير نهاية إلى نهاية ومعدل فقدان الرزم بهدف الوصول إلى أفضل بروتوكول يمكن استخدامه في حال كانت الشبكة منخفضة الكثافة عند التقاطعات. لتحقيق هذا الغرض استخدمنا المحاكي OPNET_17.5، واعتماداً على نتائج المحاكاة التي حصلنا عليها وبالتحليل والمقارنة بين هذين البروتوكولين عند كثافة عقد منخفضة مختلفة وجدنا أن البروتوكول GPSR ذو أداء أفضل من حيث التأخير نهاية إلى نهاية ومعدل فقدان الرزم كبارامترين أساسيين مستخدمين لتقييم الأداء، وهو البروتوكول الأفضل من أجل سيناريو شبكة VANET ذات الكثافة المنخفضة للعربات عند منطقة التقاطعات.

الكلمات المفتاحية: شبكات العربات المتنقلة، كثافة العقد، التقاطعات، بروتوكول توجيه

• 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 (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

Performance Evaluation for GPSR and AODV routing protocols at the junctions in VANET

Dr. Boushra Maala •
Bassam Hasan**

(Received 11 / 2 / 2016. Accepted 15 / 8 / 2016)

□ ABSTRACT □

Abstract: A Vehicular Ad-hoc Network (VANET) is a collection of nodes forming a wireless network, but the nodes of this network are vehicles with special equipment that enable them to communicate with each other. VANET protocols have to face high challenges due to dynamically changing topologies, link breakage and low vehicular density. A suitable and effective routing protocol helps to ensure that messages are reached to their destinations and achieve the desired aim of the application.

In this research, we present an analysis of the performance of two major routing protocols used in these networks, which are AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector) and GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing). This analysis is based on various parameters such as end-to-end delay and average dropped packets, in order to find the best protocol which can be used in the network with low density at the junctions. To achieve this purpose, we used a simulator OPNET_17.5. Depending on the simulation results, we have obtained and the analysis and comparison of two protocols at different low density contract. We found that GPSR protocol has better performance end-to-end delay and average dropped packets are used as the performance metrics, and is better for VANET under the low vehicular density simulation scenario at junctions.

Keywords: Vehicular Ad Hoc Network, Node Density, junctions, Routing Protocol

• **Assistant Professor, Departement of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
•• **Postgrduate student, Departement of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

مع تزايد عدد السكان واتساع وتشعب شبكات الطرق، ومع ازدياد عدد حوادث الطرقات وضحايا هذه الحوادث، أصبحت هناك حاجة ملحة لاستخدام تقنية تخفض قدر الإمكان من الحوادث وتقدم في الوقت ذاته نوعاً من الرفاهية للمتنقلين عبر الطرقات، هكذا ظهر نوع جديد من شبكات Ad Hoc المتنقلة وتعرف بشبكات (VANET) (Vehicular Ad Hoc Networks). توفر شبكات الـ VANET بنية تحتية لتطوير أنظمة جديدة لتعزيز السلامة والراحة للسائقين والركاب على شبكات الطرق، تتشكل بين المركبات المتنقلة والمجهزة بأجهزة الاتصالات اللاسلكية. هذا النوع من الشبكات تم تطويره كجزء من أنظمة التنقل الذكية الـ ITS لتحسين أداء أنظمة النقل . الهدف من هذه الشبكات هو زيادة الأمان على الطرقات وإراحة مستخدمي الطرق. وذلك من خلال تأمين اتصال وتنسيق بين العربات لتفادي حالات الحوادث، والإعلام في حالة حدوث حادث السير، وتجنب حالات الازدحام، وضبط السرعة، وتأمين مرور سيارات الطوارئ، وتجنب العقبات غير المرئية، إضافة إلى تطبيقات الأمان. كما تؤمن هذه الشبكات لمستعملي الطريق الحصول على معلومات عن حالة الطقس، الاتصال بالإنترنت وتطبيقات الوسائط المتعددة[1,2].

أهمية البحث وأهدافه:

يتأثر ضياع رزم البيانات بثلاث عوامل والذي ينتج عنه تأخير زمني في شبكات Ad Hoc المتنقلة (VANET). أولها هو الرزم التي يتم إهمالها بسبب التنافس على الوصلة الشبكية Network Link Contention من قبل الحمل التحكمي الإضافي Control Overhead، والثاني هو الرزم المهملة بسبب التنافس من قبل الحمل الإضافي لنقل البيانات Data Forwarding Overhead، والثالث هو الرزم المهملة بسبب الوصلات المفقودة Non-Existent Links. إن العاملين الأولين هما الأكثر شيوعاً في الشبكات الكثيفة Dense Networks، بينما يحدث العامل الثالث بشكل متزايد عندما تنخفض كثافة عقد الشبكة وتزداد حركية العقد. ومن هنا تأتي الأهمية الكبيرة لهذا البحث والتي تتمثل في تحديد البروتوكول الأفضل والقادر على تأدية مهمته عند الكثافة المنخفضة للعربات. حيث تتأثر وثوقيه بروتوكولات التوجيه بعامل الكثافة بشكل كبير.

في هذا البحث سنأخذ بالحسبان بروتوكولات الاتصال عربة إلى عربة (V2V(Vehicular to Vehicular ، كونه يقدم معلومات حول الحالة المرورية أو حوادث العربات اعتماداً على الاتصال اللاسلكي المتعدد القفزات بين العربات دون الحاجة لبنية تحتية [1,2,3]. تظهر مشكلة تأمين مسار موثوق بشكل واضح في بروتوكولات التوجيه المطبقة في هذه الشبكات، ولا سيما عند التقاطعات في الشبكات ذات الكثافة المنخفضة. وتنخفض كثافة العقد في عدد من الحالات مثل المناطق الريفية أو في ضواحي المدن وحتى في المدن وذلك في فترات زمنية معينة حيث يكون عدد العقد قليل وإمكانية انقطاع الوصلة كبير. يوجد العديد من الدراسات التي تقارن البروتوكولين [12,13,14,15] في سيناريوهات ذات كثافة عقد مختلفة ولكنها تفترض التوزع المنتظم للعربات حيث خلصت الدراسة [13] التي قارنت بين البروتوكولين في سيناريوهات مختلفة ومنها عند كثافة عقد منخفضة الى تاخير زمني أقل في البروتوكول GPSR ومعدل تسليم رزم أعلى عند استخدام البروتوكول AODV في سيناريو الشبكة الذي تم اختيارة . ويختلف أداء البروتوكول نفسة حسب سيناريو وبيئة المحاكاة (طريق سريع ، مدينة ، تقاطعات) لذلك كان اختيار بروتوكول توجيه محدد أنه الأفضل لشبكات الـ VANET صعباً جداً [15] . ولكن استطاعت بروتوكولات التوجيه الطماعة التي تنتمي الى بروتوكولات التوجيه المعتمده على الموقع أن تقدم أداء أفضل مقارنة مع غيرها في سيناريوهات مختلفة

[1,10,11,12,13]. ولكن بسبب التوزع غير المحدد للعقد وعقبات البث يمكن أن تصل الرزمة في البروتوكول GPSR إلى مايسمى (local maximum) أي منطقة الحد الأقصى [10,11] والتي سيزداد أثرها السلبي بشكل أكبر عند كثافة عقد منخفضة في منطقة تقاطعات . لذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة وتقييم بروتوكولي التوجيه AODV وGPSR لاختيار البروتوكول الأكثر ملاءمة للعمل عند كثافة عقد منخفضة ذات توزع عشوائي في الشبكة في منطقة تقاطعات.

طرائق البحث ومواده:

طُبّق سيناريو المحاكاة على برنامج (OPNET_17.5) إصدار (Riverbed Modeler Academic Edition) [4]. إن برنامج OPNET Modeler من شركة OPNET Technologies هو واحد من أهم المحاكيات المستخدمة في مجال الشبكات. يتمتع البرنامج بإمكانيات كبيرة جداً في مجالات متعددة وهو من أكثر البرامج استخداماً في جميع الجامعات العالمية لأغراض البحث العلمي. حيث يوفر عدد من المحررات تسمح لنا باختيار العقد والتجهيزات التي تتطلبها الشبكة وأخرى لضبط إعدادات الشبكة، وكذلك لتعريف البروتوكولات المطلوبة وحجم رزم البيانات المراد اختيارها. في بحثنا هذا سنستفيد من الإمكانيات الكبيرة التي يقدمها المحاكي في مجال الشبكات اللاسلكية المتنقلة والبروتوكولات المستخدمة معها. سنقوم بتصميم الشبكة وفق السيناريو المحدد، ثم تطبيق بروتوكول التوجيه وتحديد البارامتر الذي نرغب بدراسته ومن ثمّ تتم عملية المحاكاة وإظهار النتائج.

1. مبادئ التوجيه في شبكات (VANET):

إن المعيار الأساسي للتوجيه الناجح في شبكات (VANET) هو التصحيح (correctness) و الذي يقصد به البحث عن مسار جديد عند وقوع المسار الأصلي بالفشل، ولكن هذا المعيار ليس الوحيد حيث يفضل أيضاً أن يتم أخذ المسار الأكثر مباشرة ، بمعنى اختيار المسار الأقل كلفة. بشكل عام يتضمن التوجيه المثالي توجيه رزمة البيانات من المصدر إلى الهدف باستخدام المسار الأفضل.

تقسم استراتيجيات التوجيه[5] إلى:

a. التوجيه المعتمد على المصدر (source routing): تتضمن معلومات عن كامل المسار ضمن الرزم المرسلة، فيكون دور العقد الوسيطية هو قراءة معلومات التوجيه من الرزم، وتقوم توجيهها بالاعتماد على هذه المعلومات.

b. التوجيه قفزة – قفزة (hop–by–hop routing): لا تتضمن معلومات عن كامل المسار ضمن الرزم المرسلة، بل يكون كافٍ للمصدر فقط، أن يعلم كيف يصل للقفزة التالية وهكذا حتى يتم الوصول إلى الهدف.

2. بروتوكولات التوجيه:

تصنف بروتوكولات التوجيه في شبكات الـ(VANET) إلى خمسة أصناف رئيسة [6,7,8]موضحة في الشكل (1) وهي على الترتيب:

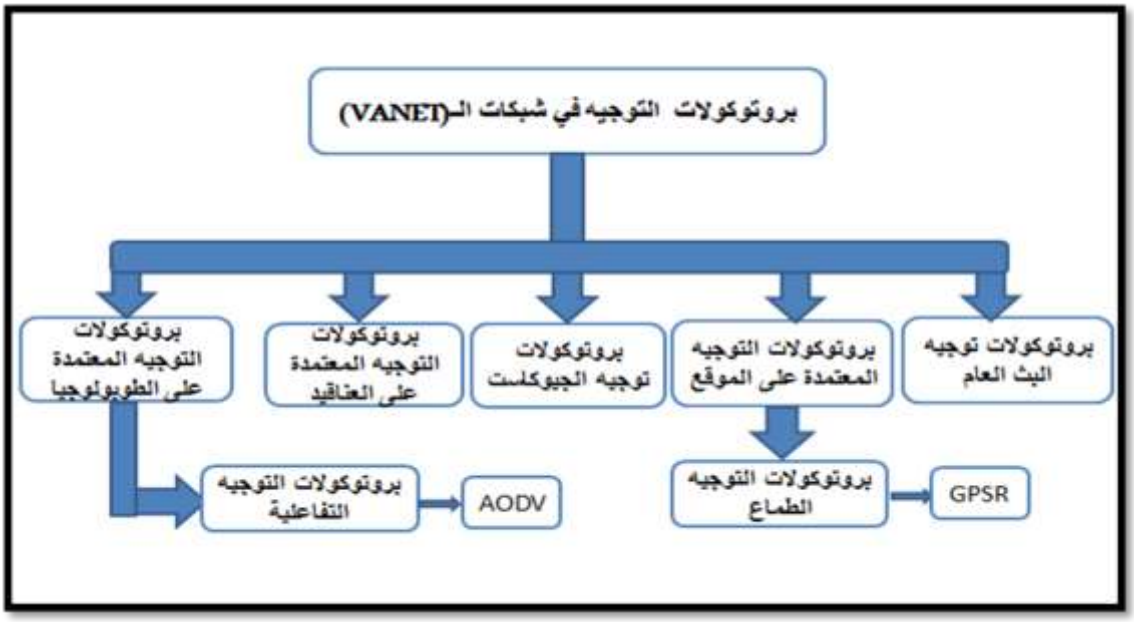
a. بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الطوبولوجيا والتي تصنف بدورها إلى صنفين أساسيين الصنف الأول بروتوكولات التوجيه الاستباقية والصنف الثاني بروتوكولات التوجيه التفاعلية ومن البروتوكولات التي تنتمي إلى هذا الصنف البروتوكول AODV الذي سنتناوله بالتفصيل في بحثنا هذا.

b. بروتوكولات التوجيه المعتمدة على العناقيد.

c. بروتوكولات توجيه الجيوكاست.

d. بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الموقع وينتمي إلى هذا الصنف بروتوكولات التوجيه الطماعة التي تعتمد على معلومات الموقع الجغرافي لتحدد القفزة التالية للوصول إلى الهدف. وينتمي إلى هذا الصنف البروتوكول GPSR الذي سنتناوله بالتفصيل في بحثنا هذا.

e. بروتوكولات توجيه البث العام.



الشكل (1): تصنيف بروتوكولات التوجيه في شبكات VANET

3.بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الطوبولوجيا (Topology based routing):

تستخدم هذه البروتوكولات معلومات حالة الوصلة في الشبكة لتقوم بتوجيه الرزم وتقسم بدورها إلى نوعيين أساسيين:

بروتوكولات التوجيه الاستباقية (Proactive Routing Protocol) وبروتوكولات التوجيه التفاعلية (Reactive Routing Protocol). فيما يأتي سنقدم شرحاً لهذه البروتوكولات.

3.1. بروتوكولات التوجيه التفاعلية (Reactive Routing Protocol):

فكرته الأساسية أنه يتم إنشاء المسار فقط عندما تكون هناك حاجة لعقدة ما أن تتصل مع عقدة أخرى. ويخزن فقط المسار قيد الاستعمال حالياً، وبذلك يخفض الحمل عن الشبكة مقارنة مع البروتوكولات الاستباقية، تضم هذه البروتوكولات مرحلة تسمى اكتشاف المسار حيث يجب أن ترسل العقدة المصدر رسائل الاكتشاف بطريقة الغمر إلى الشبكة من أجل البحث عن المسار الأفضل باتجاه هدف محدد. وتكتمل هذه المرحلة عندما يتم إيجاد هذا المسار. ومن البروتوكولات التي تنتمي إلى هذا الصنف AODV .

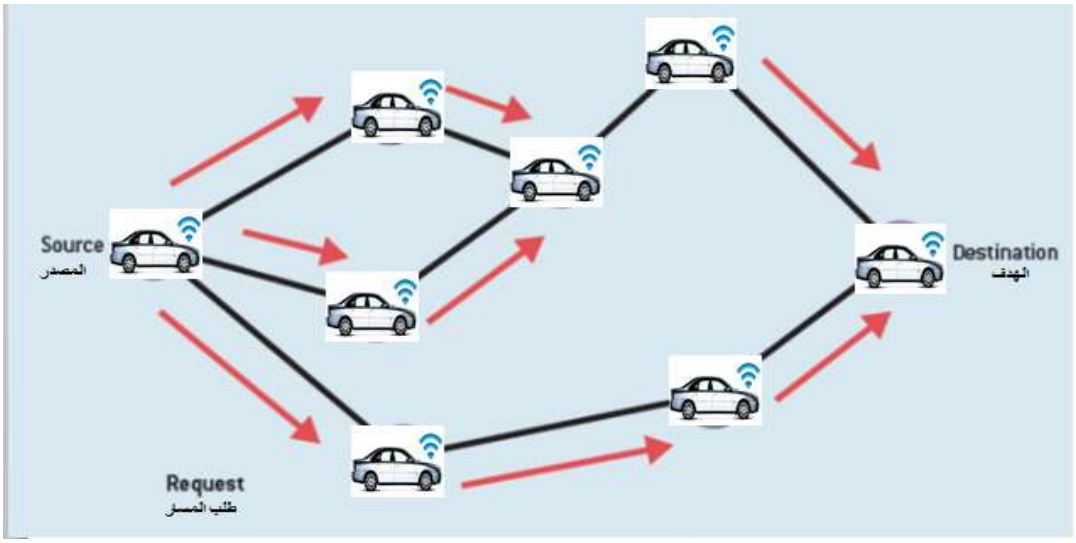
2.3. بروتوكول التوجيه AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector):

إن بروتوكول التوجيه عند الطلب في الشبكات العشوائية هو بروتوكول فعّال، يستخدم جدول للمسارات يتم فيه الاحتفاظ بمعلومات عن المسارات الحديثة التي استخدمتها العقدة. يتم إنشاء المسارات في هذا البروتوكول حسب الطلب.

يتلخص عمل البروتوكول في مرحلتين [2,9] مرحلة اكتشاف المسار بين المصدر والهدف ومرحلة صيانة المسار وتسليم الرزم المرسلة بشكل صحيح للهدف.

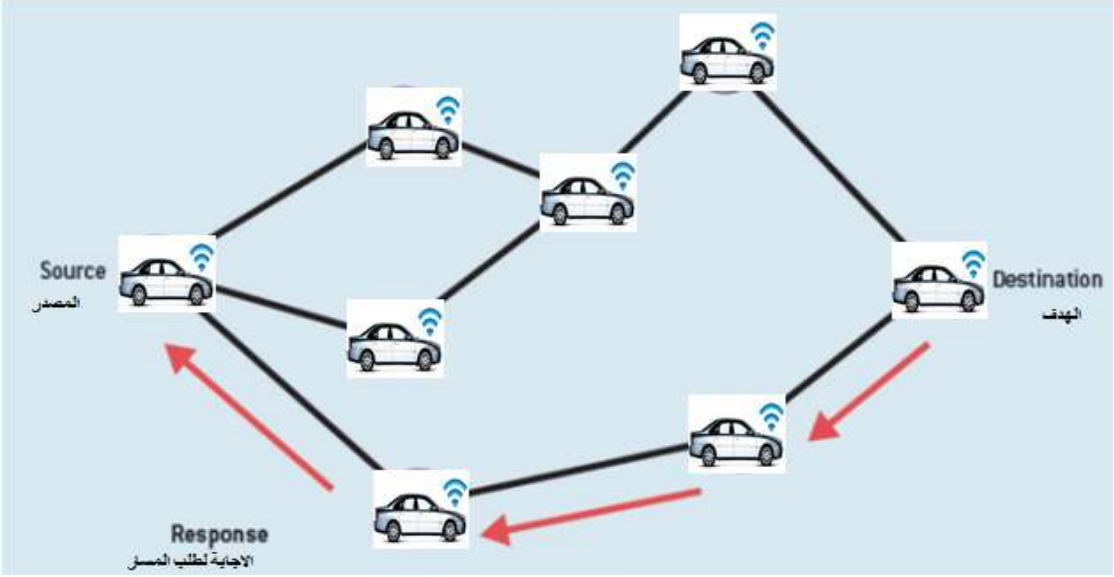
3.2.1. اكتشاف المسار:

عندما تحتاج عقدة ما (المصدر) لمسار حديث لعقدة أخرى (الهدف) ولا يكون لديها ذلك المسار وغالباً يكون السبب هو أن المسار المطلوب لم تستخدمه من قبل، أو أنها قد استخدمته ولكن انتهت فترة صلاحيته. فإن العقدة المصدر تبث رسالة طلب مسار (RREQ) إلى بقية العقد المجاورة لها في الشبكة. بعد بث رسالة طلب المسار تنتظر العقدة المصدر أن تصلها رسالة إجابة لطلب المسار (RREP) من عقدة ما خلال فترة زمنية محددة، فإذا لم يصلها الرد خلال تلك الفترة فإنها إما أن تعيد بث رسالة طلب المسار مرة أخرى أو تفترض أنه لا يوجد مسار معروف وحديث للعقدة الهدف المطلوبة. عندما تصل رسالة طلب المسار لعقدة ما ولا يوجد لديها مسار حديث وصحيح للعقدة الهدف المحددة في الرسالة تعيد بث رسالة طلب المسار (RREQ)، كما هو موضح بالشكل (2).



الشكل (2): بث رسالة طلب المسار (RREQ)

وتنشئ أيضاً مساراً عكسياً مؤقتاً باتجاه العقدة المصدر التي جاء منها الطلب وتسجله في جدول المسارات. الهدف من المسار العكسي أنه يحفظ مسار العودة إلى العقدة الأصلية التي أنشأت رسالة طلب المسار كما يوضح الشكل(3).



الشكل (3): رسالة الإجابة لطلب المسار (RREP)

2.2.3. صيانة المسار:

يحدث عندما تكتشف العقدة وجود مسار لإحدى العقد المجاورة لم يعد صالحاً. فإنها تقوم بحذف ذلك المسار من جدول المسارات لديها، ومن ثم تبث إعلان بعدم صلاحية ذلك المسار لكل العقد المجاورة لها والتي تستخدم ذلك المسار حالياً. كل عقدة تصلها هذه الرسالة تعيد بثها إلى العقد المجاورة لها إلى أن تصل الرسالة في النهاية إلى المصدر المنشئ للرزم المرسلة بواسطة ذلك المسار، ومنه إما أن تلغي إرسال البيانات أو تعيد طلب المسار وذلك بإرسال رسالة طلب مسار جديدة.

وهنا يظهر الأثر السلبي الكبير للكثافة المنخفضة للعربات في الشبكة وخصوصاً عند التقاطعات والتي ستؤدي وبسبب الآلية التي يعمل بها البروتوكول AODV إلى زيادة معدل الضياع في الرزم بشكل ملحوظ بالإضافة إلى التأخير الزمني المرافق. وسيظهر ذلك بشكل واضح في سيناريو يماثل منطقة من مدينة وعند التقاطعات سيكون معدل فقدان الرزم أعلى بسبب الكثافة المنخفضة للعربات التي ستعوق إمكانية صيانة المسار بشكل أساسي.

4. بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الموقع (Position based Routing Protocol):

تعتمد بروتوكولات هذا الصنف على معلومات الموقع الجغرافي لتحدد القفزة التالية للوصول إلى الهدف . وهو الصنف الذي تنطوي تحته بروتوكولات التوجيه الطماع.

4.1. بروتوكولات التوجيه الطماع (Greedy Routing Protocols):

تتطلب استراتيجية التوجيه الطماع [1] أن تقوم العقدة الوسيطية بتوجيه الرزمة إلى العقدة الجارة المباشرة والتي هي العقدة الأقرب إلى الموقع الجغرافي للهدف، ولكي تكون العقدة قادرة أن تقوم بهذه المهمة يجب أن تتوفر لديها المعلومات الآتية:

a. الموقع الجغرافي للعربة باستخدام الـ GPS.

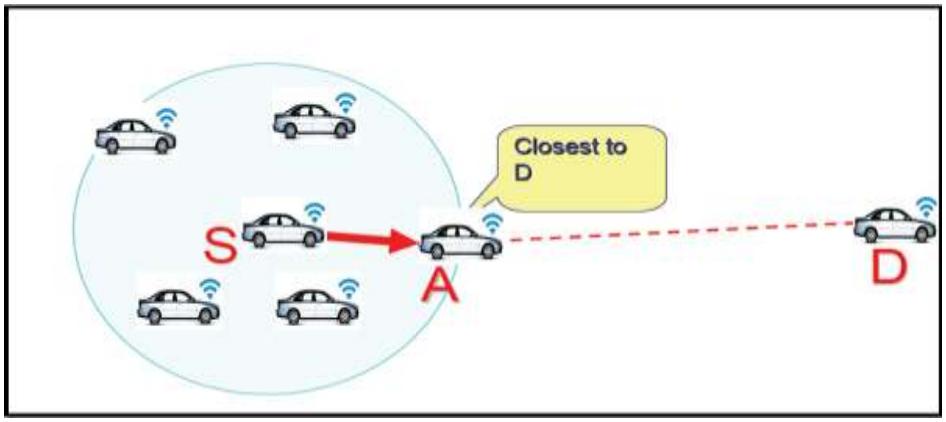
b. موقع العقدة الجارة المباشرة ويتم الحصول على موقع الجيران على بعد قفزة واحدة اعتماداً على رسائل المنارة (beacon) المرسلة بشكل دوري من قبل كل الجيران.

c. موقع العقدة الهدف ويتم التزويد بموقع الهدف النهائي من قبل التطبيق (Location Service)[7]

فعندما تستقبل العربة رسائل المنارة (beacon messages) من العقد الجيران، تخزن عنوان وموقع كل منها في جدول الجيران (neighbor table). عندما تريد عربة أن توجه رزمة فإنها تستخدم الجدول لتحدد عقدة الجيران التي يجب أن تنتقل إليها الرزمة بحيث تصبح الرزمة أقرب للهدف (بمعنى يحصل تقدم للرزمة باتجاه الهدف). وينتمي لهذا الصنف البروتوكول GPSR .

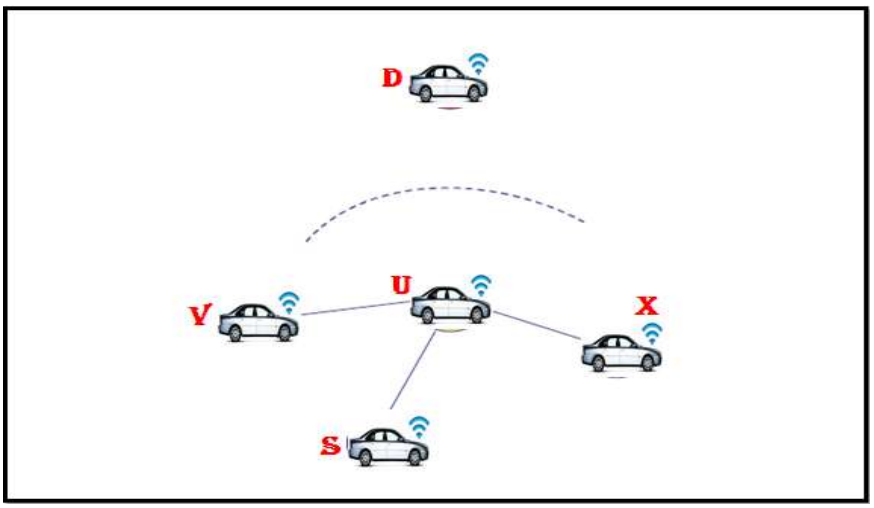
4.2. البروتوكول (GPSR) Greedy Perimeter Stateless Routing:

يعد (GPSR) بروتوكول التوجيه الطماع المثالي في VANET، والشكل (5) يبين آلية عمل البروتوكول(GPSR)، حيث سيتم توجيه الرزم إلى العقدة A من العقدة S على اعتبارها العقدة الجارة الأقرب إلى العقدة الهدف D.



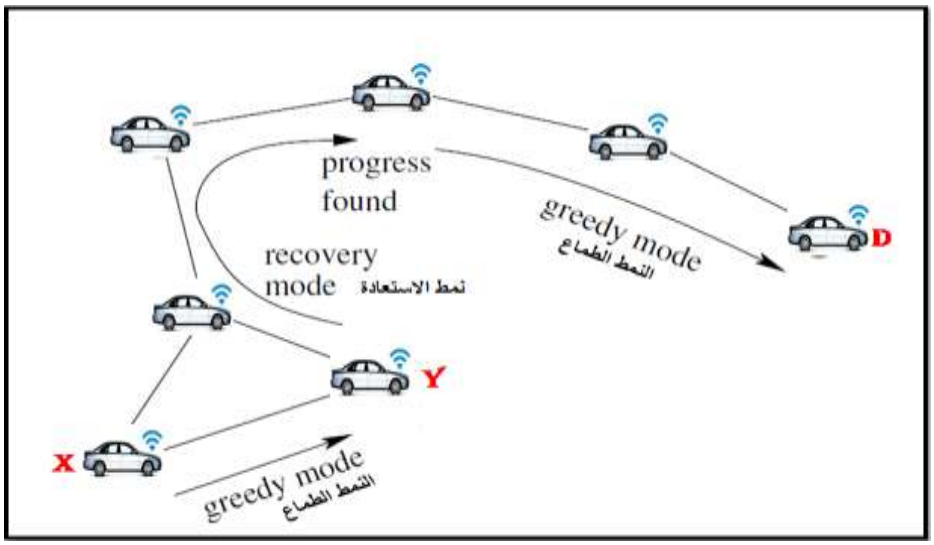
الشكل (5): يبين آلية عمل البروتوكول(GPSR)

بما أن التوجيه الطماع يستخدم فقط معلومات محلية فإن الرزمة يمكن أن تصل إلى حد معين تتوقف عنده تسمى (local optimum) أو (local maximum) أي منطقة الحد الأقصى [10,11] .المقصود بها أنه لا يوجد جار قريب إلى الهدف أقرب من العقدة نفسها وتكون هذه العقدة غير قادرة على الإرسال مباشرة إلى العقدة الهدف ، كما في الشكل (6) .



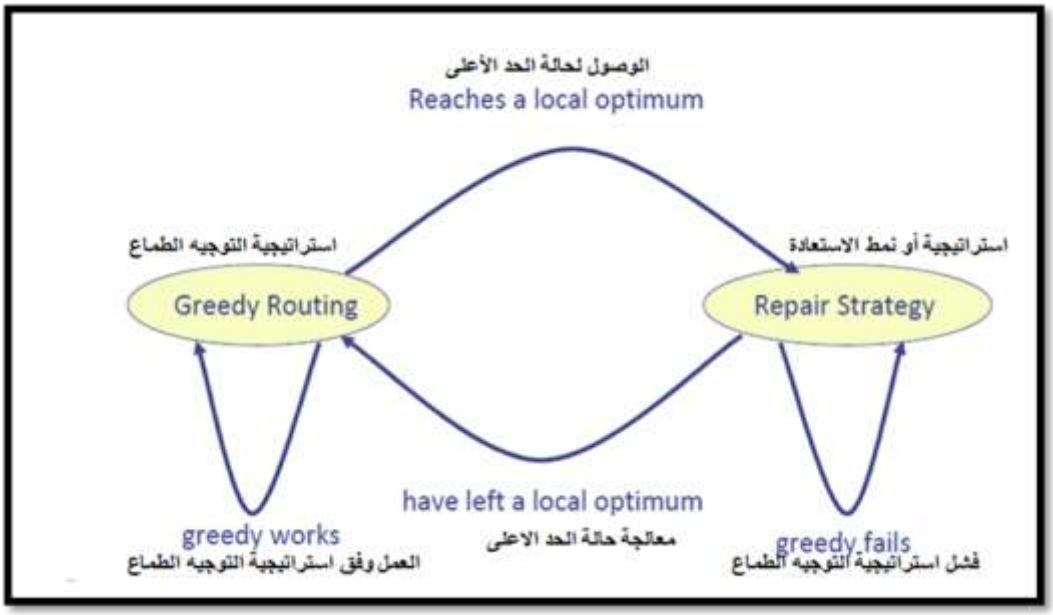
الشكل (6): يبين حالة الحد الأقصى

من الشكل نلاحظ أنه لا توجد عقدة قريبة إلى D، أقرب من العقدة U نفسها لكن لا يمكن أن يتم اتصال مباشر بين U والعقدة D. بهدف حل هذه المشكلة تم استخدام استراتيجية الاستعادة (recovery mode) لتوجيه الرزمة إلى العقدة التي ستكون قريبة إلى الهدف أكثر من العقدة التي واجهت مشكلة الحد الأقصى (local maximum)، حيث سترسل الرزمة خلفياً (من حيث بعدها عن الهدف) حتى تصل إلى العقدة التي تبعد عن الهدف مسافة أصغر من النمط الطماع. عندها تستأنف الدخول بالنمط الطماع مرة أخرى. يتم توضيح ما سبق في الشكل(7)



الشكل(7): يوضح نمطي التوجيه عند حصول حالة الحد الأقصى

نلخص آلية التوجيه المستخدمة في البروتوكول (GPSR) بالشكل (8) حيث نبين (مرحلة التوجيه الطماع، مرحلة الاستعادة) [1,10].



الشكل (8): يبين آلية عمل GPSR

تبعاً للآلية السابقة التي يعمل بها البروتوكول GPSR، من ناحية الانتقال بين استراتيجيتين للعمل لمواجهة حالة الحد الأقصى. والتي تظهر أساساً بسبب التوزع غير المنتظم لعقد الشبكة من جهة والكثافة المنخفضة للعقد من جهة أخرى. تأتي أهمية هذا البحث كونه يتضمن اختبار أداء هذا البروتوكول عند الكثافة المنخفضة للعربات ل ضمان وصول الرسائل إلى الوجهة المطلوبة وتحقيق الهدف من التطبيق آخذين بالحسبان أن السيناريو يتم عند تقاطعات طرقية.

5. المحاكاة وإظهار النتائج:

تتكون المحاكاة من عدة مراحل نوردها كما يأتي:

نحاول من خلال المحاكاة تحديد البروتوكول الأفضل بين البروتوكولين المدروسين والقادر على العمل في حالة الكثافة المنخفضة للعربات عند التقاطعات من ناحية معدل فقدان الرزم الأقل والتأخير نهاية إلى نهاية الأقل. ونركز على حالة التقاطع الذي تتم عنده اختيار العقدة التالية والذي يمثل الحالة الأصعب حيث أن عدد العربات القليل قد يجعل عملية تصحيح المسار صعبة أو مستحيلة في بعض الحالات، لذا ركزنا في اختيارنا على هذه الحالة التي تعد الحالة الأكثر حرجاً في عمل البروتوكول بهدف الحصول على خلاصة لتقييم صحيح لهذين البروتوكولين.

5.1. سيناريو المحاكاة:

لقد قمنا بإجراء جميع عمليات المحاكاة باستخدام برنامج OPNET على شبكة مؤلفة من 6 عقد متوضعه عشوائياً ضمن مساحة مربعة 500m X 500m. وقد تم اختيار نموذج التنقل حيث تتحرك كل العربات بسرعات محددة مسبقاً(60 km/h) في اتجاهات محددة مسبقاً ونلاحظ توزع العقد في مناطق التقاطعات وموضحة بالشكل (9).

الشكل (9): يبين سيناريو الشبكة المقترح

القيم المستخدمة في المحاكاة موضحة في الجدول (1):

الجدول (1): القيم المستخدمة في المحاكاة

Parameters	Values
Simulation Time	22 min
Environment Size	500m X 500m
Number of nodes	6 AND 10
Packet Size	512 bytes
Traffic-Type	CBR
Transmit power	0.005 W
Data rate of each node	11 Mbps
MAC Protocol	IEEE 802.11b
Routing protocol	AODV,GPSR
Vehicle speed	60 Km/h

5.2. سيناريوهات المحاكاة:

لتقييم أداء البروتوكولات المدروسة فقد قمنا باعتماد السيناريوهين الآتيين:

السيناريو 1:

اعتمدنا سيناريو شبكة VANET مكونة من 6 عربات، وهذا يحقق فرضنا في كون كثافة العربات منخفضة. تتوضع هذه العربات عشوائياً ضمن مساحة (500mx500m) ولكل عربة مسارها الخاص بها، يحاكي حركة العربة على تقاطع ما ضمن مدينة ، شكل الشبكة موضح بالشكل (9). وتم إجراء المحاكاة خلال فترة زمنية تصل حتى 22 دقيقة.

الغاية: تقييم ومقارنة أداء البروتوكولات GPSR و AODV، تحت قيم المحاكاة المحددة في هذا السيناريو لتحديد البروتوكول الأفضل من ناحية أقل معدل فقدان الرزم وأقل تأخير نهاية إلى نهاية.

السيناريو 2:

تم اعتماد السيناريو 1 بشكل كامل مع المحافظة على نفس الفرضيات تماماً. أما التغيير الوحيد هو زيادة عدد العربات ليصل حتى عشر عربات. وبما أن مساحة الشبكة التي تتم عليها المحاكاة هي (500mx500m) يعد عدد الـ (10) عربات ضمن هذه المساحة كثافة منخفضة أيضاً.

الغاية: تقييم ومقارنة أداء البروتوكولات AODV, GPSR تحت قيم المحاكاة المحددة في هذا السيناريو وهو كثافة عربات (10 عربات ضمن مساحة 500mx500m) لتحديد البروتوكول الأفضل من ناحية معدل فقدان الرزم الأقل والتأخير نهاية إلى نهاية الأقل.

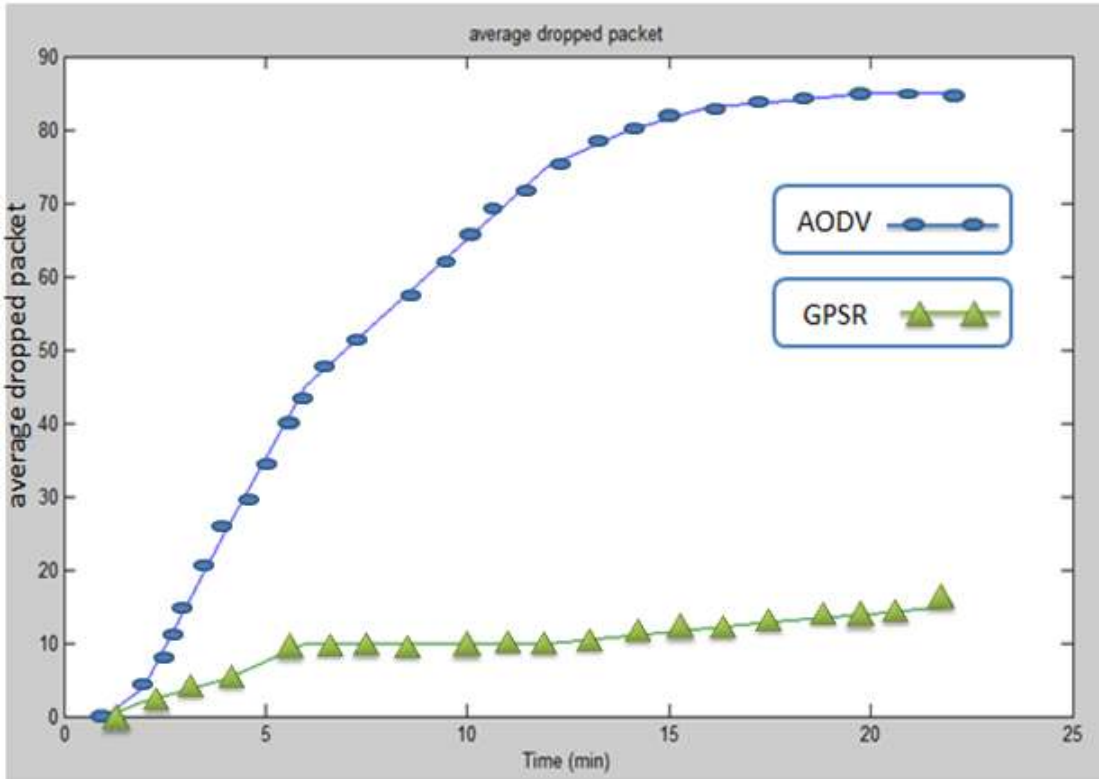
5.3. النتائج والمناقشة:

نتائج السيناريو1:

يوضح الشكل (10) نتيجة عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها على السيناريو الأول على بارامتر معدل فقدان الرزم حيث يظهر ارتفاع معدل فقدان الرزم في البروتوكول AODV مقارنة مع البروتوكول GPSR . ويبين الشكل أن البروتوكول GPSR يحقق تفوقاً ملحوظاً بالأداء يصل حتى % 77 كمعدل وسطي . فمثلا عند اللحظة (10 min) نلاحظ أن عدد الرزم الضائعة في البروتوكول AODV هي 65 رزمة تقابلها 10 رزم فقط عند البروتوكول GPSR

عند نفس اللحظة. يمكننا أن نعلل ذلك بأن زيادة معدل فقدان الرزم في AODV بسبب آلية اكتشاف المسار حيث يحتاج إلى فترة زمنية من أجل إرسال رسالة طلب مسار RREQ إلى العقدة المستقبلة، إما مباشرة أو عبر عقد وسيطة لتقوم بالإجابة، بإرسال رسالة إجابة RREP بشكل أحادي إلى المصدر عبر العقدة التي استلمت منها رسالة طلب من المصدر ليتم تحديد المسار . ولكن عندما لا يتوفر ذلك المسار إلى العقدة الهدف لن يتم بناء المسار بالنتيجة إما أن تلغي إرسال البيانات أو تعيد طلب المسار وذلك بإرسال رسالة طلب مسار جديدة. وستتكرر الآلية السابقة بمعدلٍ عالٍ نظراً للسيناريو المدروس وهو توزع عربات غير منتظم وكثافة منخفضة للعربات.

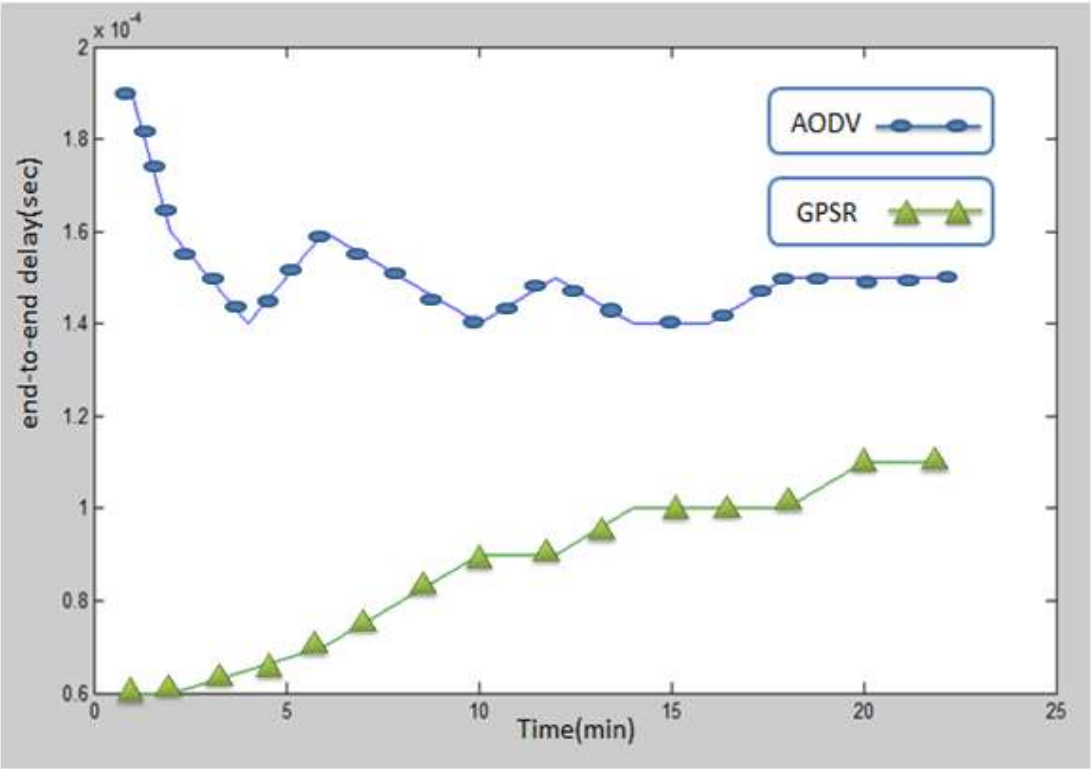
بالمقابل لا يحتاج البروتوكول GPSR لمعرفة كامل المسار حتى يبدأ بإرسال الرزمة بسبب آلية التوجيه الجغرافي التي تحتاج فقط للموقع الجغرافي للعربة GPS ومواقع العقد المجاورة والعقدة الهدف. فيتم إرسال الرزمة مباشرة للعقدة المجاورة التي ستحقق تقدم لهذه الرزمة باتجاه الهدف.



الشكل(10): مقارنة معدل فقد الرزم للبروتوكولين AODV وGPSR

يبين الشكل(11) مقارنة التأخير الزمني للبروتوكولين GPSR و AODV. حيث نلاحظ أن التأخير الزمني في البروتوكول AODV أكبر حيث يزداد التأخير الزمني في هذا البروتوكول بمقدار 8% كمعدل وسطي مقارنة مع البروتوكول الآخر GPSR. فمثلاً عند اللحظة (10 min) نلاحظ أن تأخير ارسال الرزمة في البروتوكول AODV هو $1.5*10^{-4}$ ثانية يقابلها في البروتوكول GPSR تأخير زمني مقداره $0.9*10^{-4}$ ثانية عند نفس اللحظة الزمنية. هذا ويفسر التأخير الزمني الكبير نسبياً عند بداية المحاكاة في البروتوكول AODV إلى الزمن اللازم لإرسال العقدة

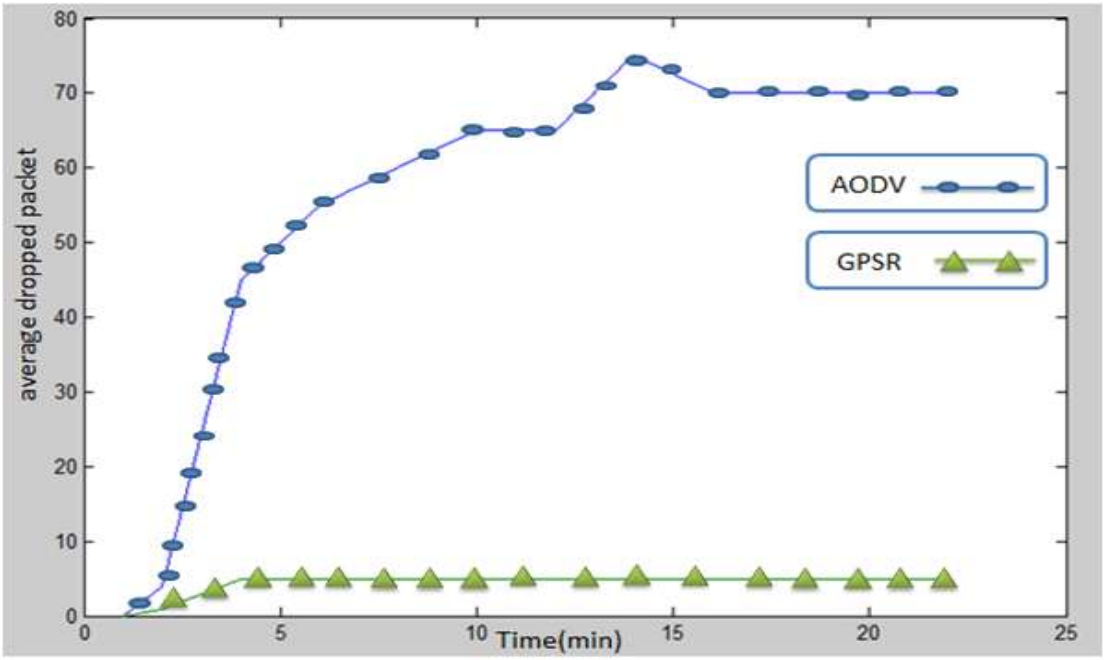
المصدر رسالة طلب مسار (RREQ) إلى بقية العقد المجاورة في الشبكة وانتظار رسالة إجابة لطلب المسار (RREP) من العقدة الهدف خلال فترة زمنية محددة ليتم تحديد المسار والبدء بإرسال رزم البيانات.



الشكل(11): مقارنة التأخير الزمني نهاية إلى نهاية للبروتوكولين GPSR وAODV

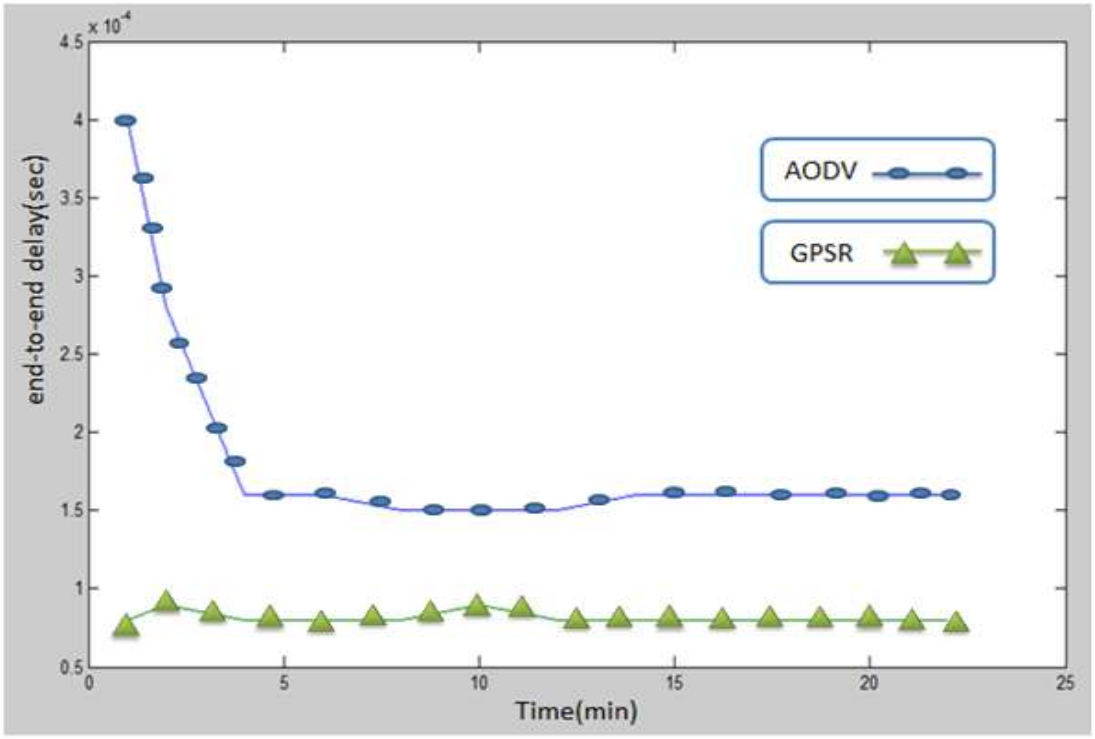
نتائج السيناريو 2:

يوضح الشكل (12) نتيجة عمليات المحاكاة التي تم إجراؤها في السيناريو الثاني على بارامتر معدل فقدان الرزم، يبين هذا الشكل نتائج مشابهة تماماً لنتائج السيناريو الأول على هذا البارامتر. حيث يظهر وبشكل واضح ارتفاع معدل فقدان الرزم في البروتوكول AODV مقارنة مع البروتوكول GPSR. ويبين الشكل أن الفرق في الأداء يصل حتى 75% كمعدل وسطي لصالح البروتوكول GPSR، ولكن نلاحظ أنه عند زيادة عدد العقد إلى عشرة تقلص الفارق في الأداء بين البروتوكولين بنسبة صغيرة جداً 2%. ويفسر ذلك بأن زيادة عدد العقد سيؤدي إلى إنقاص احتمال انقطاع الوصلة بالنتيجة إنقاص احتمال ضياع الرزم في البروتوكول AODV. ومن ناحية أخرى نلاحظ تحسن واضح في أداء البروتوكول GPSR عند زيادة عدد العربات إلى عشرة. حيث قل متوسط الرزم الضائعة بالمقارنة مع السيناريو الأول. ويبقى أداء البروتوكول GPSR أفضل مقارنة مع البروتوكول AODV.



الشكل(12) : مقارنة عدد الرزم المفقودة للبروتوكولين AODV,GPSR

يبين الشكل(13) مقارنة متوسط التأخير الزمني للبروتوكولين GPSR و AODV . حيث نلاحظ أن التأخير الزمني في البروتوكول AODV أكبر حيث يزداد التأخير الزمني في هذا البروتوكول بمقدار 11% مقارنة مع البروتوكول الآخر GPSR.ويفسر التأخير الزمني الكبير نسبياً عند بداية المحاكاة في البروتوكول AODV كما ورد سابقاً في نتائج السيناريو الأول.



الشكل(13) : مقارنة التأخير الزمني للبروتوكولين GPSR و AODV

الاستنتاجات والتوصيات:

قمنا في هذا البحث بدراسة وتحليل البروتوكولين AODV و GPSR بهدف تحديد البروتوكول الأفضل والقادر على العمل في حالة الكثافة المنخفضة للعربات عند التقاطعات من ناحية التأخير الزمني الأقل ومعدل فقدان الرزم الأقل. وأثبتنا من خلال نتائج المحاكاة باستخدام بيئة المحاكاة OPNET مايلي:

1. تؤثر الكثافة المنخفضة للعربات في شبكات الـ VANET ويظهر أثرها واضحاً عند التقاطعات من خلال زيادة معدل الرزم الضائعة والتأخير الزمني إذا ما قورنت بالشبكات ذات الكثافة العالية ذات التوزيع المنتظم للعقد.

2. تبدي بروتوكولات التوجيه الجغرافي قدرة أعلى على التكيف والتعامل مع التغيرات السريعة في شبكات الـ VANET ومن أهم هذه التغيرات هي التغير الديناميكي السريع في طوبولوجيا الشبكة، فشل الوصلة المتكرر والتي تحدث بتواتر أعلى عند الكثافة المنخفضة للعربات.

3. نلاحظ أن لبروتوكولات التوجيه الجغرافية وبشكل خاص بروتوكولات التوجيه الطماعة ، ونظراً للآلية التي تعمل بها، قدرة عالية على التكيف مع حالة الكثافة المنخفضة للعربات. حيث تبين نتائج المحاكاة تفوق البروتوكول GPSR الذي ينتمي إلى بروتوكولات التوجيه الطماعة على البروتوكول AODV الذي ينتمي لبروتوكولات التوجيه المعتمدة على الطوبولوجيا.

وبالنتيجة فإننا نوصي باستخدام البروتوكول GPSR كاستراتيجية توجيه موثوقة في البيئات التي تعد ذات كثافة منخفضة للعربات أو خلال الفترات الزمنية التي تقل فيها كثافة العربات وفي السيناريوهات التي تحتوي على تقاطعات وخصوصاً من أجل التطبيقات التي يكون فيها التأخير الزمني غير مسموح به.

المراجع:

[1] SI-HO, C. ; MIN-WOO, R. , *A Survey of Greedy Routing Protocols for Vehicular Ad Hoc Networks*. Smart Computing Review. vol.2, No.2, April 2012, 125 – 136.

[2] SHARMA, Y. ; MUKHERJEE, S. ,*Routing Protocol in VANET. International Journal of Computer Applications*. Vol. 50, No.21, July 2012, 28-35.

[3] VENKATESH, A. ; MURAlI, R. ,*Routing Protocols for Vehicular Adhoc Networks (VANETs)*. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, Vol. 5, No. 1, January 2014, 25-43.

[4] OPNET Simulator. http: www.riverbed.com Last date December 2015.

[5] KUMAR, Y. KADIAN, A. , *A Survey on Routing Mechanism and Techniques in Vehicle-to-Vehicle Communication (VANET).* International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES) .Vol.2, No.1, Feb 2011, 135-143.

[6] SAINI, P. BHAGCHANDANI, K. , *Modern Investigation of Issues and Ad-Hoc Routing Protocols Applied To VANET*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol.2, No.2, December 2012, 49 –58.

[7] DUDDALWAR, P. DESHMUKH, A. , *A Comparative Study of Routing Protocol in Vehicular Ad Hoc Network*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 2, No. 3, March 2012, 71-76.

[8] PAUL, B. ; IBRAHIM, M. ,*VANET Routing Protocols: Pros and Cons*. International Journal of Computer Applications, Vol. 20, No.3, April 2011, 28 – 34.

[9] RANJAN,P.;AHIRWAR, K.,*Comparative Study of VANET and MANET Routing Protocols*. P r o c. of the International Conference on Advanced Comp- u t i n g and Communication Technologies .2011, 978-981.

[10] LOCHERT,C . ; MAUVE,M. ,*Geographic Routing in City Scenarios*. Mobile Computing and Communications Review, Vol.9, No. 1, 2005. 69-72.

[11] PAUL, B . ; ISLAM, M. *Survey over VANET Routing Protocols for Vehicle-to-Vehicle Communication*. IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE), Vol. 7, No. 5, December 2012, 01-09.

[12] SHARMA, N., Performance analysis of AODV &GPSR routing protocol in VANET .International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSET), Vol. 4, No. 02, Feb 2013, 2229-3345.

[13] MUTHANA , A. ; YUSSOF , S. , *Performance Analysis of AODV, OLSR and GPSR MANET Routing Protocols with Respect to Network Size and Density* . Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, Vol. 11, No. 04, 2015, 400-406.

[14] PAUL, B. ; ISLAM;M. *Survey over VANET Routing Protocols for Vehicle to Vehicle* . IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE). Vol. 7, No. 05, Dec 2012, 01-09.

[15] RAHEM, A. ; ISLAM,M. , *A Comparative and analysis study of VANET routing protocols*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. Vol.66 , No. 03, August 2014, 01-09.