

Improving the Mechanism of Selecting the Next Relay Node on GPSR Routing Protocols in VANET

Dr. Mothanna Alkubaily*
Bassam Hasan**

(Received 26 / 5 / 2021. Accepted 31 / 1 / 2022)

□ 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 enables them to communicate with each other. VANET protocols have to face high challenges due to dynamical changing of topology, and link breakage. A suitable and effective routing protocol helps to ensure that messages are reached to their destination and to achieve the desired aim of the application.

In this research, we are working to improve the mechanism for selecting the next relay node in the GPSR Greedy Routing Protocol, by making an improvement to the part related to predicting the future location of nearby vehicles. In order to select the vehicle with the optimal destination, the appropriate location and the appropriate speed, to be the next relay node from the list of neighbors. It passes data packet to it to improve network performance by minimizing lost packets, time delay, and avoiding link breakage.

Keywords: Vehicular Ad Hoc Network, Relay node, Greedy Routing Protocol, GPSR protocol, Link Breakage.

* Associate Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: mothanna.alkubaily@gmail.com

** Postgraduate Student (PhD) Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. bsa.fa@hotmail.com

تحسين آلية اختيار عقدة الربط التالية في بروتوكول التوجيه GPSR في شبكات العربات المتحركة

- د. مثنى القبيلي
- بسام حسن

(تاريخ الإيداع 26 / 5 / 2021. قُبِلَ للنشر في 31 / 1 / 2022)

□ ملخص □

تتألف شبكات العربات المتحركة 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 انقطاع الوصلة. يساعد بروتوكول التوجيه المناسب والفعال بضمان وصول الرسائل إلى الوجهة المطلوبة وتحقيق الهدف المطلوب من التطبيق. استطاعت بروتوكولات التوجيه الطماع التي تنتمي إلى بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الموقع أن تقدم أداء أفضل مقارنة مع غيرها في سيناريوهات مختلفة. نعمل في هذا البحث على تحسين آلية اختيار عقدة الربط التالية في بروتوكول التوجيه الطماع GPSR، من خلال إجراء تحسين على الجزء المتعلق بتوقع الموقع المستقبلي للعربات المجاورة. من أجل تحديد العربة ذات الوجهة الأمثل وذات الموقع المناسب والسرعة المناسبة لتكون عقدة الربط التالية من بين قائمة الجيران، وتقوم بتمرير رزمة البيانات إليها لتحسين أداء الشبكة من خلال تخفيض عدد الرزم الضائعة والتأخير الزمني وتجنب كسر الوصلة.

الكلمات المفتاحية: شبكات العربات المتحركة، عقدة الربط، بروتوكول توجيه طماع، البروتوكول GPSR، انقطاع الوصلة.

-
- أستاذ مساعد، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية
mothanna.alkubeily@gmail.com
 - طالب دراسات عليا، دكتوراه، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية
bsa.fa@hotmail.com

مقدمة:

تتكون شبكات العربات المتنقلة من مجموعة من العربات المتنقلة والمجهزة بمرسل/مستقبل وبالنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS (Global Position System). تصمم هذه الشبكات لتوفير إمكانية الاتصال بين المركبات بعضها ببعض لاسلكياً دون الحاجة إلى بنية تحتية، أو بينها وبين وحدات متواجدة على جانب الطريق والتي تدعى RSU (Road Side Unit) [1].

توفر شبكات الـ VANET بنية تحتية تتشكل بين المركبات المتنقلة لتطوير أنظمة جديدة لتعزيز السلامة والراحة للسائقين والركاب على شبكات الطرق. طور هذا النوع من الشبكات كجزء من أنظمة النقل الذكية الـ ITS (intelligent Transportation Systems) لتحسين أداء أنظمة النقل، وتهدف إلى زيادة الأمان على الطرقات وإراحة مستخدمي الطرق. ونظراً للخصائص الفريدة التي تتمتع بها هذه الشبكات التي تميزها عن غيرها من الشبكات اللاسلكية، مثل التغيرات العالية والسريعة في سرعة حركة العربات الذي ينتج عنه التغير المتكرر في طوبولوجيا الشبكة [2]، يعد التوجيه تحدياً كبيراً. ومن هنا تأتي أهمية وجود بروتوكول توجيه متلائم مع التغيرات المتكررة في حركية العربات، وطوبولوجيا الشبكة.

أهمية البحث وأهدافه:

يعد اختيار بروتوكول توجيه محدد أنه الأفضل لشبكات الـ VANET صعباً جداً، ولكن استطاعت بروتوكولات التوجيه الطماع التي تنتمي إلى بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الموقع أن تقدم أداء أفضل مقارنة مع غيرها في سيناريوهات مختلفة [1,2,3,4]. حيث استطاعت بروتوكولات التوجيه الطماع حل مشاكل مثل الحركية العالية، وتأخير الإرسال وذلك لأنها تبقى فقط على المعلومات المحلية للجيران بدلاً من مدخلات التوجيه لكل اتجاه.

يعد البروتوكول (GPSR) بروتوكول التوجيه الطماع المثالي من أجل VANET. حيث يستخدم التوجيه الطماع لتوجيه الرزم إلى العقدة التي ستكون أقرب بشكل تدريجي إلى الهدف لذلك يطلق عليه مصطلح التوجيه الطماع (greedy forwarding). ولكن بسبب التوزع غير المحدد للعقد وعقبات البث العام يمكن أن تصل الرزمة في البروتوكول GPSR إلى ما يسمى (local maximum) أي منطقة الحد الأقصى [5,6]. المقصود بها أنه لا يوجد جار قريب إلى الهدف أقرب من العقدة نفسها وتكون هذه العقدة غير قادرة على الإرسال مباشرة إلى العقدة الهدف. بهدف حل هذه المشكلة استخدمت استراتيجية الاستعادة (recovery mode) لتوجيه الرزمة إلى العقدة التي ستكون قريبة إلى الهدف أكثر من العقدة التي واجهت الحد الأقصى المحلي، 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.

إذاً حلت مشكلة الحد الأقصى عن طريق استخدام نمط توجيه الحافة (Perimeter mode)، لكن مشكلة الرزم الضائعة (packet loss) والتأخير (delay time) يمكن أن تظهر بسبب عدد القفزات المتزايد في نمط توجيه الحافة. ويحدث أيضاً في نمط التوجيه الطماع وعند استقبال العربة لرسائل المنارة لتحديث قائمة الجيران لديها، أن تقوم بالحساب والمعالجة لمعرفة عقدة الربط التالية الأفضل ولكن خلال هذه العملية من الممكن أن تُغير عقدة الربط التي تم

اختيارها كأفضل عقدة ربط تالية موقعها أو اتجاه حركتها فيحدث ما يسمى انقطاع الوصلة مما يسبب ضياعاً في الرزم المرسل [6].

تحدث مشكلة انقطاع الوصلة بشكل أساسي، بسبب أن العقدة المصدر قد تبقى العقد التي لم تعد موجودة ضمن مجال الإرسال كعقد جارة لها عندما تختار العقدة التالية في نمط التوجيه الطماع الذي سيؤدي بدوره إلى الدخول إلى نمط الحافة بشكل متكرر [5,6]، مما يساهم في تخفيض وثوقية التوجيه. لذا يهدف هذا البحث إلى تحسين آلية اختيار عقدة الربط التالية في النمط الطماع بحيث نخفض من احتمال انتقال آلية عمل البروتوكول إلى نمط توجيه الحافة.

طرائق البحث ومواده:

طُبِّق سيناريو المحاكاة على برنامج (NS-2.35). ويعد هذا المحاكى غنياً جداً بالعديد من مكونات وبروتوكولات الشبكات التي يعبر عنها بشكل كائن Object، ويرتكز في عمله داخلياً على لغتين C++ و OTCL. إن NS هو اختصار لـ (Network Simulation) وهو محاكي خاص بالأحداث المنقطعة موجه إلى الأبحاث الشبكية، ومتاح للعموم، حيث يقوم بنمذجة النظام كأحداث تقوم بمحاكاتها وحيث أن كل حدث يحدث في لحظة زمنية افتراضية ويأخذ قيمة عشوائية من الزمن الحقيقي. وهو عبارة عن حزمة برمجية مفتوحة المصدر يمكن الحصول عليه من الموقع الرسمي [7]. بني هذا المحاكى ليعمل على منصة عمل لينوكس، كما يمكن أن يعمل على منصة عمل نظام ويندوز باستخدام بيئة خاصة، ويعد هذا المحاكى من أكثر المحاكيات الشبكية استخداماً.

تمكنا من محاكاة البروتوكول GPSR باستخدام البرنامج (ns-2.35)، وذلك بالاستعانة بـ (gprsim-ns235.patch) [8,9].

سنصمم الشبكة وفق السيناريو المحدد، ثم سنعمل على تطبيق بروتوكول التوجيه وتحديد البارامتر الذي نرغب بدراسته ومن ثم تنفيذ عملية المحاكاة وإظهار النتائج.

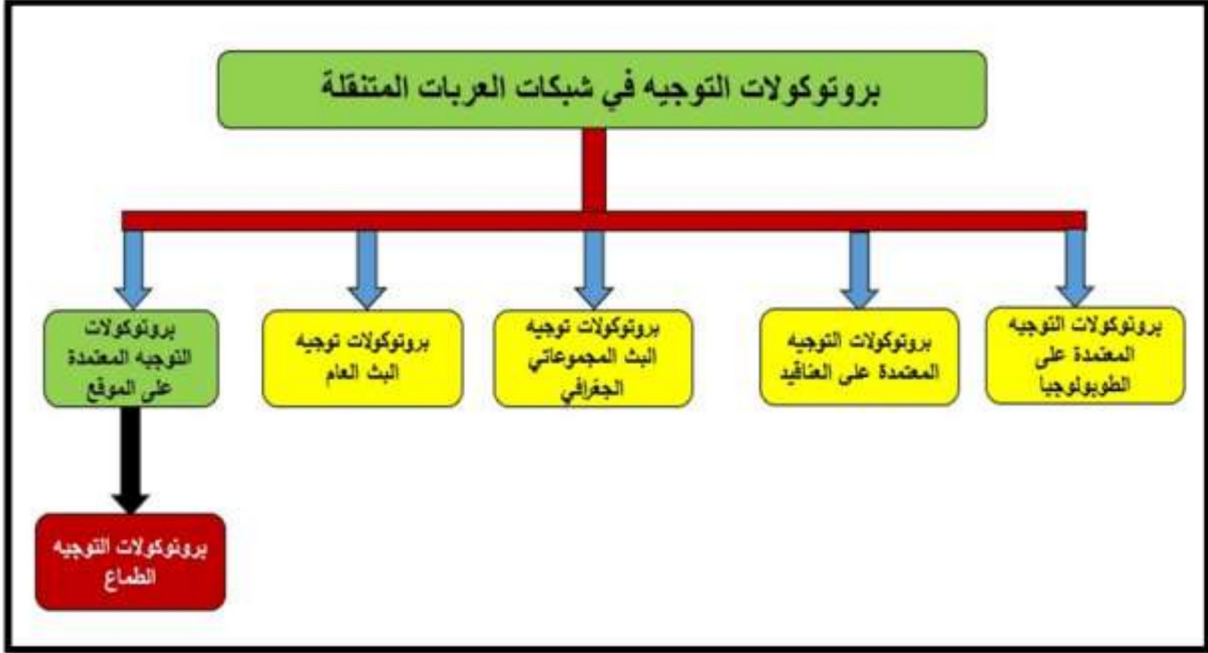
1. بروتوكولات التوجيه في شبكات (VANET):

تعد بروتوكولات التوجيه أهم ما يميز أداء هذا النوع من الشبكات، لذلك يجب على بروتوكول التوجيه في هذه الشبكات أن يحقق متطلبات هامة وهي [3]:

- أن يكون عدد رسائل التحكم ورسائل التوجيه أقل ما يمكن.
 - أن يكون قادراً على إيجاد مسارات توجيه متعددة القفزات لأنه في أغلب الحالات لا يوجد اتصال مباشر بين المصدر والهدف.
 - أن يكون قادراً على المحافظة على المسار واكتشاف مسارات جديدة عند حدوث انقطاع في الشبكة.
- تصنف بروتوكولات التوجيه في شبكات (VANET) إلى خمسة أصناف رئيسة [3,4,5] موضحة في الشكل (1) وهي على الترتيب:

- بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الطوبولوجيا والتي تصنف بدورها إلى صنفين أساسيين هما بروتوكولات التوجيه الاستباقية وبروتوكولات التوجيه التفاعلية.
- بروتوكولات التوجيه المعتمدة على العناقيد.
- بروتوكولات توجيه البث المجموعاتي الجغرافي.

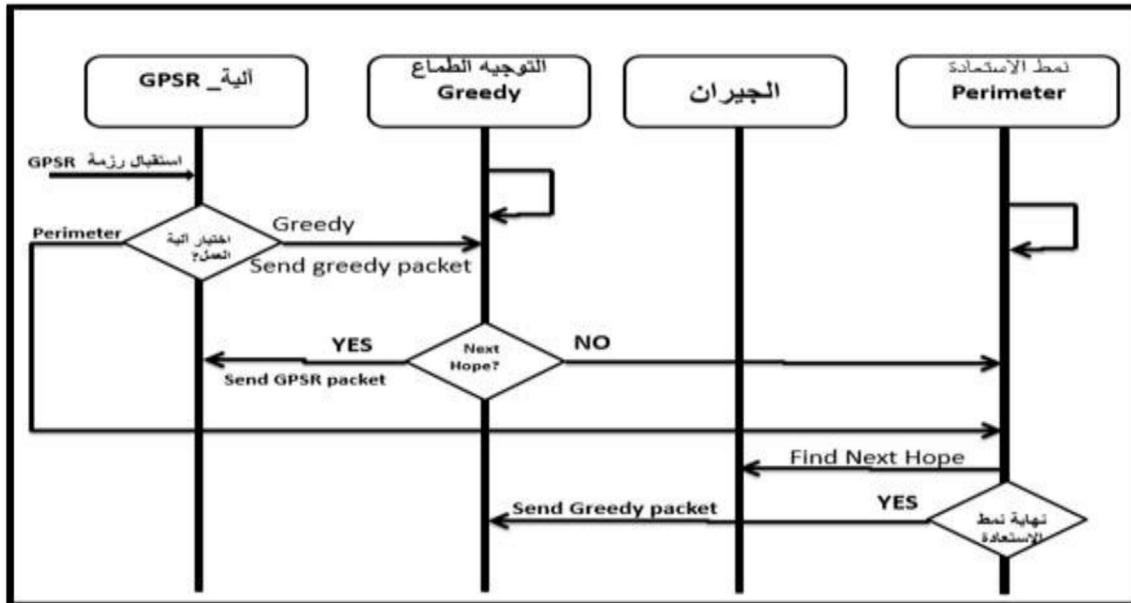
d. بروتوكولات التوجيه المعتمدة على الموقع وينتمي إلى هذا الصنف بروتوكولات التوجيه الطماع التي تعتمد على معلومات الموقع الجغرافي لتحديد القفزة التالية للوصول إلى الهدف. وينتمي إلى هذا الصنف البروتوكول GPSR الذي سنتناوله بالتفصيل في بحثنا هذا.



الشكل (1): تصنيف بروتوكولات التوجيه في شبكات العربات المتنقلة [5]

2. البروتوكول (GPSR) (Greedy Perimeter Stateless Routing):

يوضح الشكل (2) وبشكل تفصيلي آلية عمل البروتوكول (GPSR) وكيف ينتقل بين نمطي العمل لتوجيه رزم البيانات.



الشكل (2): مخطط إرسال رزمة بيانات GPSR [11]

2-1. التوجيه الطماع (greedy mode): يتضمن ما يأتي :

- a. يتم البحث في جدول الجيران عن العقدة المناسبة التي يتحقق من أجلها التوجيه الطماع. إذا وجدت العقدة المناسبة التي تحقق ما سبق تنتقل رزمة البيانات إلى طبقة الـ MAC لترسل إلى تلك العقدة.
- b. إذا لم يتم إيجاد تلك العقدة التي يتحقق من أجلها التوجيه الطماع وكان من غير الممكن الانتقال إلى نمط الاستعادة (كما في حالة الكثافة المنخفضة للعربات) عندها تهمل رزمة البيانات.
- c. أما إذا كان بالإمكان الانتقال إلى نمط الاستعادة. تُعالج رزمة البيانات حسب الآلية المتبعة في نمط الاستعادة التي ستوضح لاحقاً.
- إذاً يختار البروتوكول GPSR في التوجيه الطماع العقدة الأقرب باتجاه الهدف النهائي من بين قائمة الجيران كعقدة تقوية تالية. وعادةً ما تكون عقدة التقوية التالية على حافة مجال الاتصال للعقدة المصدر. ولأن مواقع العقد الجيران لكل عقدة تتغير بسهولة بسبب الحركة السريعة للعقد فإن احتمالية خروج العقد الجيران من منطقة البث للعقدة كبير جداً فيسبب كسراً للوصلة وعدم وصول الرزم إلى عربة التقوية التالية. نتيجةً لذلك سيعاد إرسال الرزم أو ضياعها والذي سيخفض بدوره الأداء العام للشبكة.

2-2. استراتيجية الاستعادة (recovery mode): وفيها:

- a. تقارن العربة الحالية التي تعمل وفق نمط الاستعادة بمقارنة موقعها الحالي مع موقع العربة التي تم الدخول عندها في نمط الاستعادة الذي يضاف إلى ترويسة الرزمة. فإذا كان موقع العربة الحالية أقرب للهدف من العقدة التي حصل عندها الدخول في نمط الاستعادة، يتم الرجوع للعمل وفق النمط الطماع حسب الخطوة الأولى من التوجيه الطماع.
- b. إذا لم تكن العقدة الحالية أقرب للعقدة الهدف من العقدة التي تم الدخول عندها إلى نمط الاستعادة، يستمر العمل وفق استراتيجية الاستعادة.
- إذاً سيكون الانتقال إلى نمط الاستعادة عند وقوع التوجيه الطماع في الفشل. حيث يستخدم قاعدة اليد اليمنى لتوجيه الرزم، ولكن طول المسار وعدد القفزات الكبير نسبياً سيؤدي إلى ضياع في الرزم وتأخير زمني كبير سيخفض بدوره أداء الشبكة.

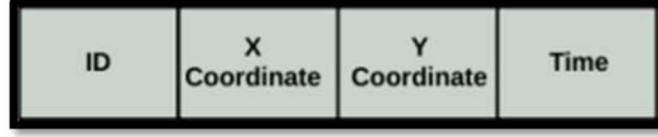
3. البارامترات المحددة لقيمة معامل التوجيه لاختيار عقدة الربط التالية:

تتطلب استراتيجية التوجيه الطماع في البروتوكول GPSR [10] أن توجه العقدة الوسطية الرزمة إلى العقدة الجارة المباشرة والتي هي العقدة الأقرب إلى الموقع الجغرافي للهدف، ولكي تكون العقدة قادرة أن تنفذ هذه المهمة يجب أن تتوفر لديها المعلومات الآتية:

- a. موقعها وذلك عن طريق 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).

حينما تستقبل العربة رسائل المنارة (beacon messages) من العقد الجيران، تخزن عنوان وموقع كل منها في جدول الجيران (neighbor table). وعندما تريد عربة أن توجه رزمة فإنها تستخدم الجدول لتحديد عقدة الجيران التي يجب أن تنتقل إليها الرزمة، أما آلية اختيار عربة الربط التالية فيخضع لاعتبارات مختلفة. ففي البروتوكول GPSR

المرجعي يكون اختيار عقدة الربط التالية على أساس الموقع فقط أي اختيار العقدة الأقرب إلى الهدف ضمن مجال البث من بين قائمة الجيران. فيكون شكل رسالة المنارة كما هو موضح في الشكل (3).



الشكل (3): شكل رسالة المنارة في البروتوكول GPSR المرجعي [10,11]

حيث:

← ID (identification): هوية العقدة.

← x and y coordinates : موقع العقدة.

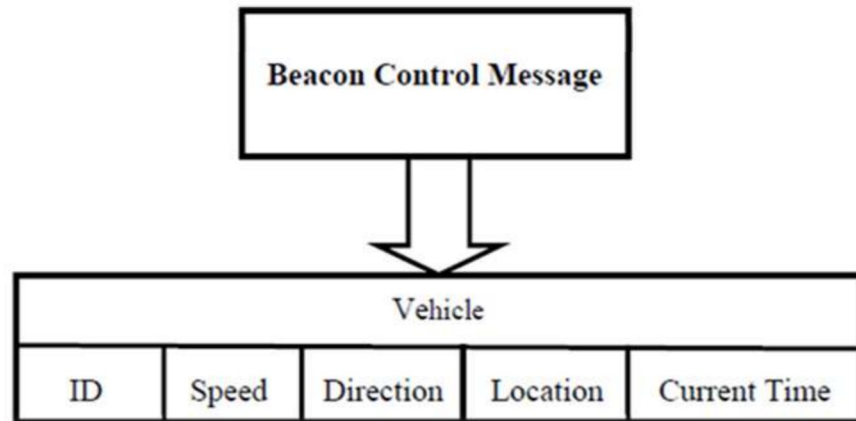
← Time (time-stamp): الطابع الزمني لرسالة المنارة الأخيرة التي استقبلت.

ولا يأخذ البروتوكول GPSR المرجعي في الحسبان سرعة العقدة أو وجهتها [10]. وبسبب السرعات العالية والتغير السريع في مواقع هذه العربات سيقع التوجيه الطماع في الفشل في البروتوكول المرجعي كما ذكرنا سابقاً، مما يسبب ضياعاً كبيراً في الرزم وتأخيراً زمنياً كبيراً جداً ولذلك فإن الاختيار المناسب لعربة الربط التالية يعد أمراً هاماً لتحسين نسبة استلام الرزم وتحسين أداء الشبكة بشكل عام.

4 . الدراسات المرجعية:

ظهرت العديد من الاقتراحات لتحسين آلية اختيار عربة الربط التالية والتي اعتمدت على مبدأ إدخال بارامترات إضافية لتحديد عربة الربط التالية الأفضل لتتشارك مع بارامتر الموقع المستخدم أساساً في البروتوكول المرجعي، وإدخال هذه البارامترات لتصبح ضمن علاقة معامل التوجيه. وعلى اعتبار أن رسالة المنارة هي التي تؤمن المعلومات عن العقد الجيران، فإن أية إضافة أو تعديل على علاقة معامل التوجيه الحاكم لاختيار عربة الربط التالية والمعتمد على معلومات عن العقد الجيران، سيرافقه تعديل على رسالة المنارة إما بإضافة حقول جديدة على الرسالة أو تعديلاً لطبيعة المعلومات ضمن هذه الحقول بما يتناسب مع الآلية المقترحة.

فكانت رسالة المنارة في البروتوكول المحسن GPSR-MA (GPRS with Movement Awareness) [11] كما هو



الشكل (4): شكل رسالة المنارة في البروتوكول GPSR-MA

وتتضمن هذه الرسالة:

a. هوية العقدة (ID).

b. موقع العقدة (location).

c. سرعة العقدة (speed).

d. الزمن الحالي (current time).

e. وجهة العقدة (direction).

لذا فإن بارامترات التوجيه في البروتوكول GPSR-MA هي:

a. السرعة.

b. الموقع ومن خلالها نحدد المسافة الى الهدف.

c. وجهة العقدة أو اتجاه الحركة.

وترتبط هذه البارامترات مع بعضها بعلاقة معامل التوجيه (1)[11]:

$$m(s, d, \theta) = \alpha_{\text{speed}} f(s) + \alpha_{\text{distance}} g(d) + \alpha_{\text{movement}} h(\theta) \quad (1)$$

حيث أن كل من: α_{speed} و α_{distance} و α_{movement} هي أوزان مختلفة ومخصصة لكل من السرعة والمسافة واتجاه الحركة على الترتيب.

أما $h(\theta)$ و $g(d)$ و $f(s)$ هي تابع الوزن لكل من اتجاه الحركة والمسافة والسرعة.

يحدد المعامل المتعلق بالسرعة عقدة التوجيه التالية الأفضل والتي تكون سرعتها مناسبة لسرعة النقل الحالية كما في العلاقة (2).

$$f(s) = \exp(- (x - s_i)^2 / \sigma^2) \quad (2)$$

حيث أن s_i يدل على سرعة العقدة الحالية i و σ : الانحراف المعياري

بينما يختار معامل المسافة $g(d)$ العقدة ذات الموقع الأقرب الى الهدف ولكن يأخذ بالحسبان أن العقدة التي تمثل عنوان الفقرة التالية تقع ضمن المجال كما في العلاقة (3).

$$g(d) = \exp(-(d - l)) \quad (3)$$

حيث أن: $l = d_i - \text{transmission range} + \text{tolerance}$

l : هي المسافة من العقدة الحالية إلى الهدف d_i .

Transmission range: معامل يتعلق بالسيناريو [11]. وكلما كانت سرعة العقدة عالية كلما كان هذا المعامل ذو قيمة أعلى.

أما فيما يخص معامل اتجاه الحركة فإن البروتوكول GPSR يفضل العقدة المتحركة باتجاه الهدف. حيث تكون θ : أقرب الى الصفر) كما في العلاقة (4).

$$h(\theta) = \begin{cases} 0 & \text{if } \theta \geq \pi/2 \\ \cos^2(\theta) & \text{elsewhere} \end{cases} \quad (4)$$

حيث أن θ هي الزاوية المحصورة بين اتجاه حركة العربة والخط الواصل بين العربة والهدف. وأغلب عمليات المحاكاة لبروتوكول التوجيه تستخدم $\alpha_{\text{movement}} = \alpha_{\text{distance}} = \alpha_{\text{speed}} = 1/3$ لأنها تأخذ بالحسبان خطأ التوقع.

انطلاقاً مما سبق ستحدد عربة الربط التالية التي ستكون لها القيمة الأعلى لمعامل التوجيه. وإن قيمة هذا المعامل ستحدد لكل عربة استلمت منها رسالة منارة اعتماداً على المعلومات المتضمنة في رسالة المنارة وهي السرعة والمسافة واتجاه الحركة. فحقق البروتوكول GPSR-MA تحسناً كبيراً في الأداء من خلال الاختيار الأفضل لعربة الربط التالية

مقارنةً مع البروتوكول المرجعي. فعندما يتوفر كل من الوجهة والسرعة للعربات المرشحة لتكون عربة ربط تالية متوفرًا يصبح توقع الموقع المستقبلي لهذه العربات ممكنًا فاستغل البروتوكول GPSR-MA هذه الخاصية لاختيار عربة الربط التالية الأفضل بحيث يخفف بشكل كبير من حالات كسر الوصلة وتحسين الأداء.

وعلى هذا الأساس ظهرت العديد من التحسينات على البروتوكول المرجعي عملت على أساس توقع الموقع المستقبلي للعربات لتحسين جودة الوصلة ومنها البروتوكول CLWPR [12] (cross-layer weighted position based routing) لتحسين كفاءة التوجيه الجغرافي في شبكات العربات المتنقلة وتنفيد الخوارزمية المقترحة من معلومات طبقة الوصلة ومواقع العقد لتوقع مواقع العقد المستقبلي. حققت هذه الخوارزمية تحسناً في نسبة توصيل الرزم وخفضت من التأخير الزمني مقارنة مع البروتوكول المرجعي، ولكن استمرت أخطاء التوقع في النسخة المحسنة GPSR-MA التي ستسبب انكسار الوصلة وبالتالي انخفاضاً كبيراً في أداء الشبكة وتأخيراً زمنياً كبيراً وبشكل خاص في بيئة المدينة.

وفي نفس السياق اقترح المرجع [10] البروتوكول AGPSR المحسن عن البروتوكول GPSR من أجل بيئة المدينة والطرق السريعة. وتعتمد فكرة الخوارزمية المستخدمة لتحديد عربة الربط التالية الأفضل على كل من الموقع والسرعة إضافة لحالة الوصلة اللاسلكية لتحديد قيمة أو وزن لكل عقدة من العقد الجيران يسمى حالة الوثوقية (Trust state). أما وظيفة هذا الحقل في قائمة جدول الجيران هو تحديد وزن أو قيمة وثوقية لكل عربة مرشحة لتكون عربة تقوية تالية اعتماداً على المعلومات الواردة في رسالة المناورة. بحيث تكون العربة ذات حالة الوثوقية الأعلى هي الأفضل لتكون عربة الربط التالية من بين العقد الجيران. حقق هذا البروتوكول تحسناً في معدل تسليم الرزم وخفض من الرزم الضائعة مقارنة مع البروتوكول المرجعي، ولكن ازداد عدد القفزات بشكل ملحوظ. إضافة إلى انخفاض أداء البروتوكول بشكل واضح عند انخفاض كثافة العربات.

بينما عرضت الدراسة [13] البروتوكول GPGR وهو بروتوكول التوجيه الجغرافي التنبؤي المعتمد على الشبكة (Grid) من أجل اتصالات (V2V) لحل مشكلتي الحد الأقصى وكسر الوصلة. يستخدم الـ GPGR معلومات الخرائط ليولد شبكة الطريق ويتوقع تغير الموقع أثناء عملية اختيار العقدة التالية على طول شبكات الطرق. حقق هذا البروتوكول تحسناً ملحوظاً في أداء الشبكة ولكنه يعاني من التأخير الزمني وخطأ التوقع في تحديد الموقع المستقبلي لعربة الربط التالية، على اعتبار أنه إذا كانت العربة على طريق منحني دون شبكة طريق فإن تنبؤ موقعها سيكون خاطئاً. ويضاف إلى ما سبق تعقيد الخوارزمية وعدد العمليات الحسابية الكبير نسبياً الذي سيؤدي إلى تأخير زمني قد يكون غير مسموح من أجل بعض التطبيقات.

وفي هذا المجال ظهرت العديد من الطرائق التي تشابه الآليات السابقة والتي عملت على تحسين آلية عمل البروتوكول المرجعي، اعتمد معظمها على إضافة السرعة واتجاه حركة العربة الحاليين وتضمينهما في رسالة المناورة. ثم يتوجب على كل عقدة إعادة تحديث قائمة الجيران وتقدير موقعهم المستقبلي اعتماداً على المعلومات الواردة في رسائل المناورة. ستؤدي هذه الإجراءات إلى نقطتين سلبيتين أساسيتين وهما:

- يتوجب على كل عقدة إجراء مجموعة كبيرة من العمليات الحسابية لتوقع الموقع المستقبلي للعربات الجيران.
- تكرار هذه العمليات الحسابية المعقدة نفسها لعدد كبير من المرات من قبل عقد مختلفة في الشبكة مما يؤدي إلى تدهور الأداء والتأثير على جودة الخدمة في الشبكة وخاصة في الشبكات الكثيفة.

5. التعديل المقترح لاختيار عربة الربط التالية:

لقد كان هدف التعديلات السابقة التي استعرضناها هو أن يتمكن البروتوكول GPSR وخلال الإرسال متعدد القفزات في نمط التوجيه الطماع أن تختار العربة واحدة من جيرانها ذات الوجهة الأمثل وذات الموقع المناسب والسرعة المناسبة لتكون عقدة الربط التالية، توجه رزمة البيانات إليها لتحسين أداء الشبكة من خلال تخفيض الرزم الضائعة وتخفيض التأخير الزمني وتجنب كسر الوصلة. ولتحقيق هذا الهدف، ركزت جميع هذه الدراسات على تحسين دقة توقع الموقع المستقبلي للعربات المجاورة والمرشحة لتكون عربات ربط تالية. وقد أشرنا سابقاً إلى تلك الخوارزميات والسليبيات المرافقة لتطبيقها.

نقترح في هذا البحث إجراء التحسين بالشكل الآتي:

إجراء تحسين يطال الجزء المتعلق بتوقع الموقع المستقبلي للعربات المجاورة. ففي الآلية التقليدية تتوقع كل عربة الموقع المستقبلي للعربات المجاورة معتمدةً على معلومات متعلقة بالموقع والوجهة والسرعة تصلها من العربات المجاورة عن طريق رسائل المنارة وتجري كل عربة مجموعة من العمليات الحسابية المعقدة لتوقع الموقع المستقبلي لكل عربة. وفي حالات كثيرة يكون هذا التوقع خاطئاً. لذلك نقترح بأن تُحدد كل عربة الموقع المستقبلي لها خلال الزمن B (2 أو 3 أو 4 أو 5) ثانية القادمة بما يتناسب مع تردد تحديث رسالة المنارة في الشبكة و تعد الفترة الزمنية B ذات أهمية كبيرة وهي طول الفترة الزمنية التي تنتظرها أية عقدة في الشبكة، تقوم بعدها بتحديث جيرانها اعتماداً على رسائل المنارة. ثم تُضمن هذه المعلومة ضمن رسالة المنارة. أما بالنسبة لإمكانية أن تحدد كل عربة موقعها المستقبلي فقد أصبح ممكناً اعتماداً على منظومة الملاحة والخرائط الرقمية المتوفرة في كل عربة [14,15,16].

ليصبح شكل رسالة المنارة كما في الشكل (5).



الشكل (5): شكل رسالة المنارة للطريقة المقترحة

سيكون الحقل الجديد وهو الموقع المستقبلي (future location) بديلاً للحقل (direction) في النموذج المتبع في البروتوكول GPSR-MA. وسيؤمن معلومة هامة جداً وهو الموقع المستقبلي لعربة الربط التالية، وستستخدم هذه المعلومة من أجل تحقيق الاختيار الأمثل لعربة الربط التالية وتجاوز مشاكل خطأ التوقع.

حيث تحدد كل عربة وتبعاً لآلية التوجيه الطماع الاحداثيات الأفضل والأنسب لعربة الربط التالية $W(X,Y)$. وتكون عربة الربط التالية ذات الموقع المستقبلي الأقرب للنقطة W ذات الأولوية الأعلى لاختيارها كعربة ربط تالية.

وسيكون التعديل على معامل التوجيه على الشكل الآتي:

إذا اعتبرنا أن الموقع المستقبلي لكل عربة أصبح متوفراً، نستعيز عن القيمة $h(\theta)$ في علاقة معامل التوجيه والموضحة بالعلاقة [11]:

$$m(s, d, \theta) = \alpha_{\text{speed}} f(s) + \alpha_{\text{distance}} g(d) + \alpha_{\text{movement}} h(\theta)$$

إن $h(\theta)$ تأخذ قيمةً محصورة بين 0 و 1 في الآلية التقليدية تبعاً لقيمة θ . ولكن بعد توفر الموقع المستقبلي للعربة نعوض عن $h(\theta)$ حسب الآلية التالية المقترحة و الموضحة بالجدول (1) :

الجدول (1): القيم المقترحة لـ $h(\theta)$

$h(\theta)=0$	العربة المرشحة لتكون عربة الربط التالية وتتحرك بشكل معاكس للوجهة المطلوبة (أي عكس اتجاه العربة الهدف)
$h(\theta)=0.5$	العربة المرشحة لتكون عربة الربط التالية وتتحرك بالاتجاه المناسب والمطلوب ويكون الموقع المستقبلي بعيداً عن W مسافة أقل من 30 متراً
$h(\theta)=0.75$	العربة المرشحة لتكون عربة الربط التالية وتتحرك بالاتجاه المناسب والمطلوب ويكون الموقع المستقبلي بعيداً عن W مسافة أقل من 15 متراً
$h(\theta)=1$	العربة المرشحة لتكون عربة الربط التالية وتتحرك بالاتجاه المناسب والمطلوب ويكون الموقع المستقبلي بعيداً عن W مسافة أقل من 10 متراً

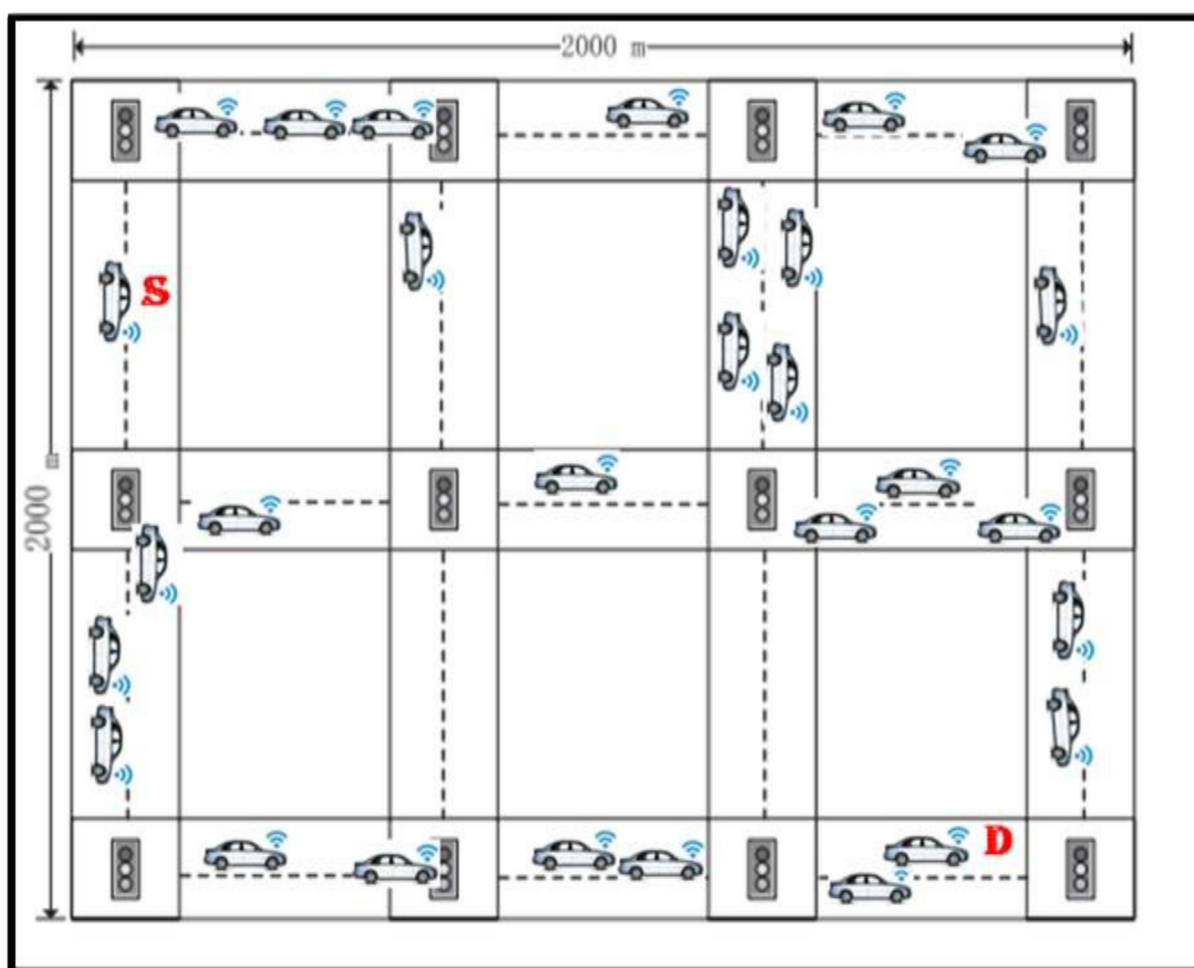
النتائج والمناقشة:

تتكون المحاكاة من عدة مراحل نوردتها كما يأتي:

نحاول من خلال المحاكاة اختبار فعالية الآلية المقترحة من ناحية الإنتاجية الأفضل وهو معدل إرسال المعطيات الحقيقي في الشبكة وتمثل قيمته العظمى سعة الإرسال لهذه الشبكة. وتزداد الانتاجية بشكل طبيعي كلما ازداد الحمل حتى الوصول إلى قيمة السعة العظمى. ويمكن قياس الانتاجية بعدد البتات التي تستطيع الشبكة نقلها في واحدة الزمن. أما البارامتر الثاني فهو التأخير نهاية إلى نهاية الأقل وهو الزمن اللازم لإرسال رزمة البيانات عبر الشبكة من العقدة المصدر إلى العقدة الهدف. ونركز على سيناريو المدينة حيث تكون العربات موزعة بشكل عشوائي. ونعتمد في هذه الدراسة سيناريو تكون فيه عدد العربات 30 عربة.

1. سيناريو المحاكاة:

لقد قمنا بإجراء جميع عمليات المحاكاة باستخدام برنامج NS-2.35 على شبكة مؤلفة من 30 عقد متوضعه عشوائياً ضمن رقعة جغرافية $2000m \times 2000m$. وقد اختير نموذج التنقل، حيث تتحرك كل العربات بسرعات محددة مسبقاً وتأخذ القيم الآتية (17-18-19-20) m/s في اتجاهات محددة مسبقاً ونوضح ما سبق بالشكل (6).



الشكل (6): سيناريو الشبكة المقترح

أما القيم المستخدمة في المحاكاة فهي موضحة في الجدول (2)

الجدول (2): القيم المستخدمة في المحاكاة

Parameters	Values
Operating system	Linux(UBUNTU 12.04)
NS-2 version	NS-2.35
Simulation Time	100 sec
Environment Size	2000m X 2000m
Number of nodes	30
Packet Size	1500 bytes
Traffic-Type	UDP/CBR
Transmit power	0.005 W
MAC Protocol	IEEE 802.11p
Routing protocol	GPSR-MA, new GPSR
Vehicle speed	(17-18-19-20) m/s
Antenna Type	Omni- Antenna
Radio range	250 m

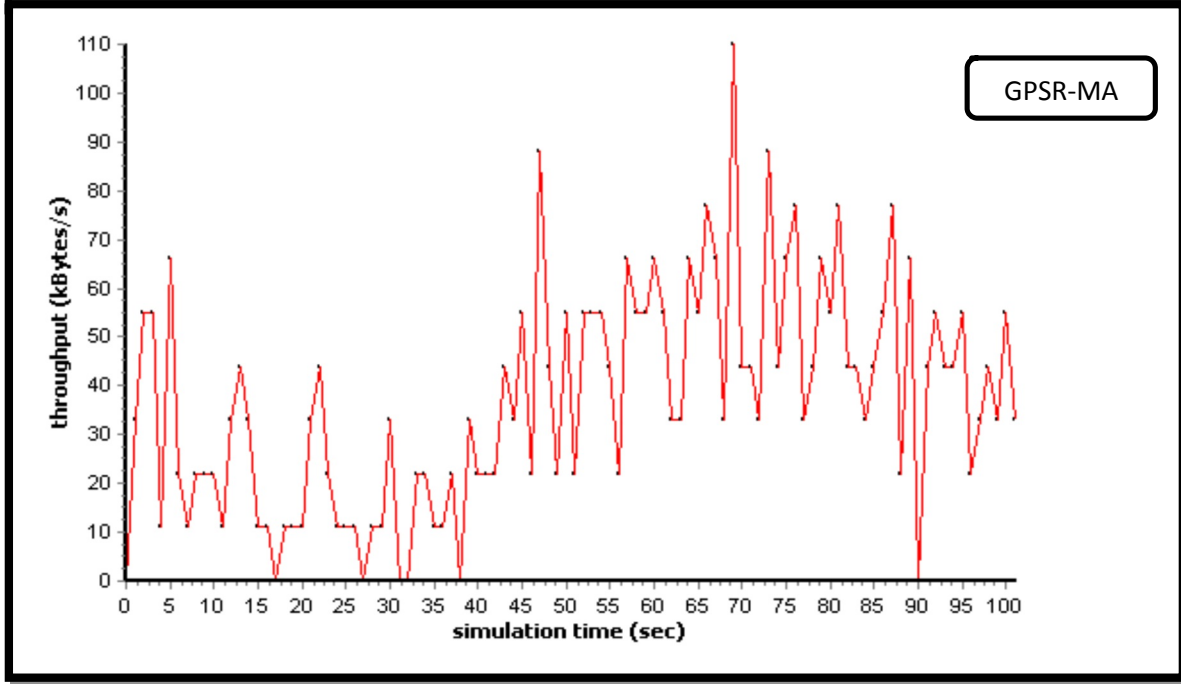
2. سيناريوهات المحاكاة:

لتقييم أداء البروتوكول بعد إجراء التعديل اعتمدنا سيناريو شبكة VANET مكونة من 30 عربة، تتوضع هذه العربات عشوائياً ضمن مساحة (2000mx2000m) ولكل عربة مسارها الخاص بها، أجريت المحاكاة خلال فترة زمنية تصل حتى 100 ثانية.

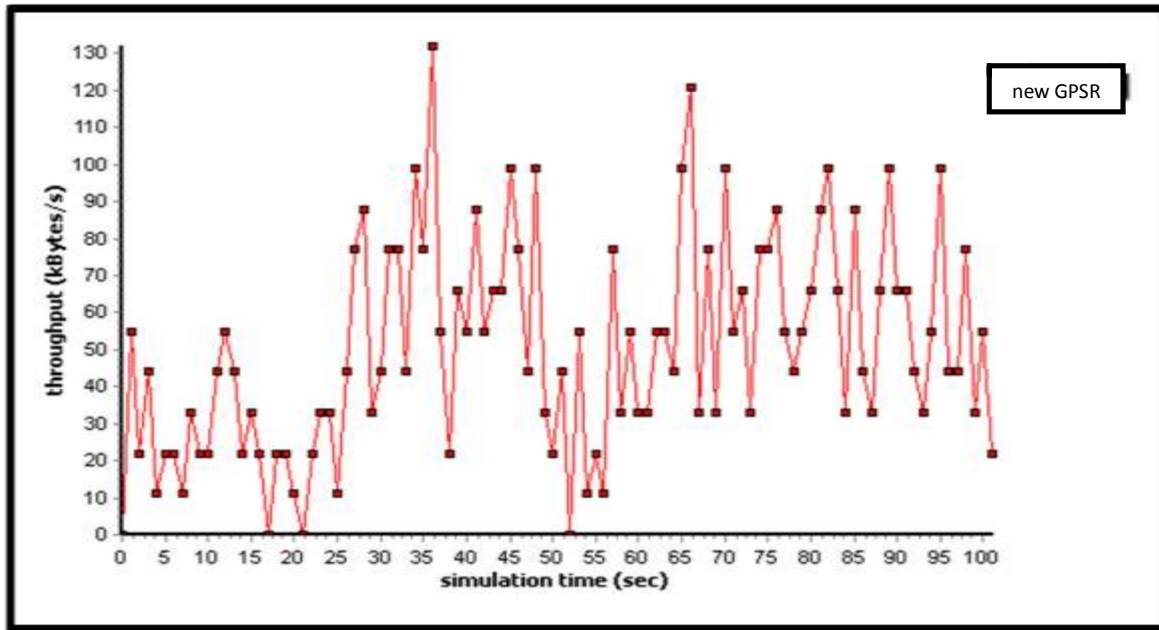
الغاية: تقييم ومقارنة الأداء بعد إجراء التعديل المقترح، تحت قيم المحاكاة المحددة في هذا السيناريو لتحديد نسبة التحسن في الأداء، أي فعالية الاقتراح من خلال جمع الإحصائيات المتعلقة ببارامترين أساسيين وهما الإنتاجية والتأخير نهاية إلى نهاية.

النتائج والمناقشة:

يبين الشكل (7) الإنتاجية في البروتوكول المرجعي GPSR-MA للسيناريو المحدد. ونلاحظ أن الإنتاجية تكون بحدود 20Kbyte/sec كقيمة وسطية حتى الثانية 45 من مدة المحاكاة، ثم تتزايد قليلاً لتصبح 40Kbyte/sec حتى نهاية المحاكاة.

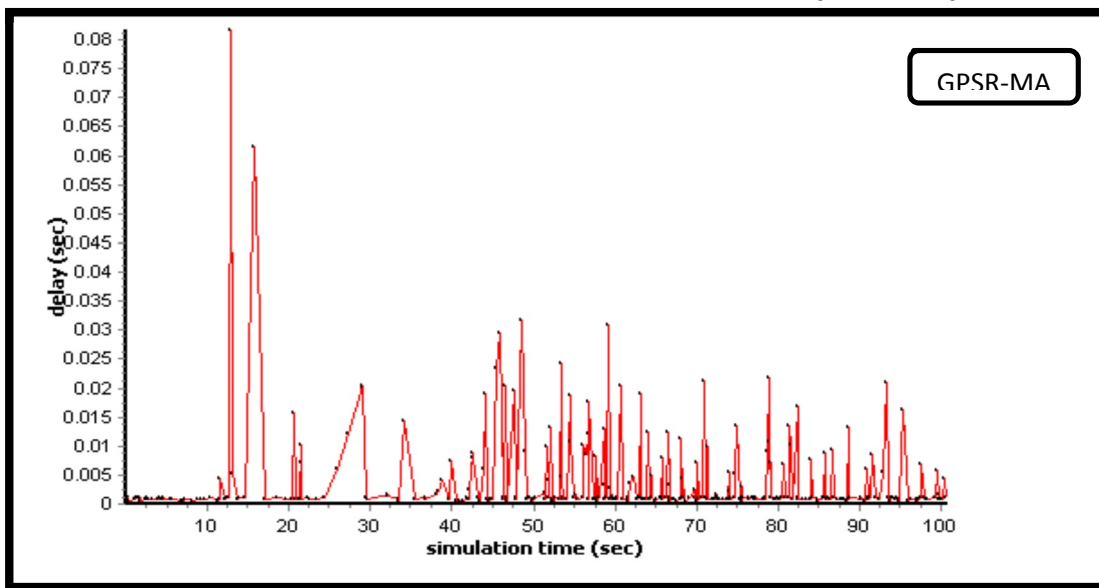


الشكل (7): الإنتاجية في البروتوكول GPSR-MA



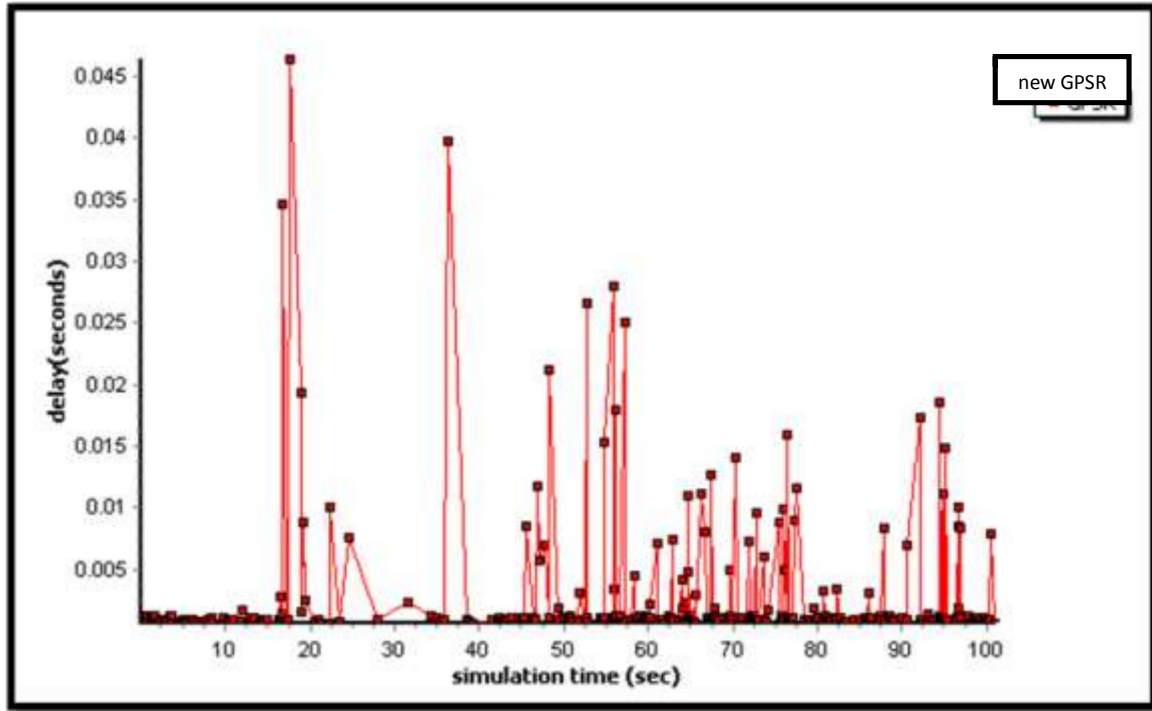
الشكل (8): الإنتاجية في البروتوكول new GPSR

بينما يوضح الشكل (8) الإنتاجية في البروتوكول بعد التعديل ويبين أن الإنتاجية تكون بحدود 35Kbyte/sec كقيمة وسطية حتى الثانية 25 من مدة المحاكاة، لتصبح بحدود 70 Kbyte/sec كقيمة وسطية حتى الثانية 50 من مدة المحاكاة تعود لتتخفف لحدود 35Kbyte/sec كقيمة وسطية حتى الثانية 65 من مدة المحاكاة وتعود بعدها للتزايد وتصل لحدود 65Kbyte/sec كقيمة وسطية وتحافظ عليها حتى نهاية المحاكاة. بالمقارنة نلاحظ تحسناً واضحاً في الإنتاجية بصورة عامة وبالتالي فعالية الآلية المقترحة. ويبين الشكل (9) التأخير الزمني في البروتوكول GPSR-MA المرجعي الذي يتراوح بين 0.002 sec و 0.035sec خلال فترة المحاكاة تقريباً.



الشكل (9): التأخير الزمني في البروتوكول GPSR-MA

بينما يوضح الشكل (10) التأخير الزمني في البروتوكول new GPSR بعد تطبيق التعديل المقترح ونلاحظ تحسناً واضحاً وخاصة في أجزاء المنحني التي تأخذ القيمة 0.002sec والتي تكون أكثر بشكل واضح مقارنة مع البروتوكول المرجعي، لذا فقد حقق التعديل المقترح تأخيراً زمنياً أقل.



الشكل (10): التأخير الزمني في البروتوكول new GPSR

الاستنتاجات والتوصيات:

في هذا البحث درسنا وحللنا آلية عمل البروتوكول GPSR-MA بهدف إجراء تحسين في الجزء المتعلق بتوقع الموقع المستقبلي للعربات المجاورة. من أجل تحديد العربة ذات الوجهة الأمثل وذات الموقع المناسب والسرعة المناسبة لتكون عقدة التقوية التالية من بين قائمة الجيران. وتوجه رزمة البيانات إليها لتحسين أداء الشبكة من خلال تقليل الرزم الضائعة وتقليل التأخير الزمني وتجنب كسر الوصلة.

وأثبتنا من خلال نتائج المحاكاة باستخدام بيئة المحاكاة NS-2.35 ما يلي:

1. قدم تطبيق الآلية المقترحة تحسناً ملحوظاً في الأداء حيث ينخفض التأخير الزمني ويكتسب ذلك أهمية كبيرة، نظراً للحساسية العالية لهذا البارامتر عند معظم التطبيقات وخاصة أن معظم تطبيقات VANET هي تطبيقات بالزمن الحقيقي كالإنذار عن الحوادث مثلاً.
2. قدم تطبيق الآلية المقترحة تحسناً في إنتاجية الشبكة، ويكتسب ذلك أهمية كبيرة نظراً للخصائص الفريدة التي تتمتع بها هذه الشبكات، مثل التغيرات العالية والسرعة في سرعة حركة العربات الذي ينتج عنه التغير المتكرر في طوبولوجيا الشبكة وانقطاع متكرر في الوصلة.

3. توفر معرفة المسار مميزة إضافية لبروتوكولات التوجيه الطماع بشكل عام، حيث استخدم الحقل الجديد وهو الموقع المستقبلي (future location) بديلاً للحقل (direction) في النموذج المتبع في البروتوكول GPSR-MA. وسيؤمن ذلك معلومة هامة جداً وهو الموقع المستقبلي لعربة الربط التالية، وستستخدم هذه المعلومة من أجل تحقيق الاختيار الأمثل لعربة الربط التالية وتجاوز مشاكل الخطأ في التوقع. وبالنتيجة فإننا نوصي باستخدام البروتوكول new GPSR كاستراتيجية توجيه موثوقة من أجل التطبيقات التي يكون فيها التأخير الزمني غير مسموح به.

References:

- [1] Aminah Hardwan. A, Role of smart vehicles concept in reducing traffic congestion on the road, Journal of Contemporary Scientific Research (ISSN (Online) 2209-0142) Volume 3 Issue 4, 2019.
- [2] Jayant, V. and Gaurav, T., Review on Various Routing Protocols in VANETS, International Journal of Advanced Research in Computer Science, Vol.8, No.5, June 2017.
- [3] Yogarayan.S and Azman.A , A Review of Routing Protocols for Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs), 8th international conference on information and communication technology (ICOICT) .2020.
- [4] Vani, M. and Manoj , K. , A Comparative Analysis of Routing Protocols in Vehicular Adhoc Network, International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE) , Vol.6– No.5, May 2017.
- [5] Boushra, M. and Bassam, H ., Performance Evaluation for GPSR and AODV routing protocols at the junctions in VANET. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016.
- [6] Ullah. R and Muhammad. S. RPanet: Intelligent Routing Protocol in VANET for Dynamic Route Optimization. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 10, No. 6, 2019.
- [7] "NS2 official website" [Online]. Available: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>. Last date April 2021.
- [8] <http://www.machandstomysself.pw/find/8576f0f19a15b7df1c42d35e9c885af2/result-367957104.dl?source=direct>. Last date April 2021.
- [9] <https://drive.google.com/file/d/0B7S255p3kFXNcGFJbGttY2dLT2M/view?usp=sharing>. Last date, January 2021.
- [10] Silva, A. and Reza, N., An Adaptive GPSR Routing Protocol for VANETs , International Journal of Computer Applications , February 2019.
- [11] Granelli, F. and Member, S. , Enhanced GPSR Routing in Multi-Hop Vehicular Communications through Movement Awareness, IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 11, NO. 10, OCTOBER 2007.
- [12] Zineb , S. ; Imane, Z. and Mohammed ,O. , GPSR+Predict: An Enhancement for GPSR to Make Smart Routing Decision by Anticipating Movement of Vehicles in VANETs , Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, Vol. 2, No. 3, 2017.
- [13] Si-Ho, C. and Hyun-Seob. C. , Grid-Based Predictive Geographical Routing for Inter-Vehicle Communication in Urban Areas, International Journal of Distributed Sensor Networks , PP 01-07, January 2012,.

- [14] Shabnam, K. , Improving Geographic Routing in Mobile Ad-hoc Network via Adaptive Position Update and Mobility Based Forwarding , International Journal of Engineering Science and Computing, Vol. 8, No. 5, 2018.
- [15] Xinming ,Z. and Long, Y. ; A Street-centric Opportunistic Routing Protocol Based on Link Correlation for Urban VANETs , IEEE , Vol. 62, No.4, 2015.
- [16] XIAOPING, Y. and MENGJIE, M. , Improvement of GPSR Protocol in Vehicular Ad Hoc Network , IEEE , Vol. 6, No.21, August 7, 2018.
- [17] Ruiyan, H. and Jinglun ,S. , An Improved GPSR on Similarity Models in Vehicular Networks, International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Vol. 46, No. 6, April 2017.