تقييم أداء وتطوير بروتوكول GPSR في شبكات السيارات الـــvanet

طالـــب الدراســات العليــا: يوسف بكر
كلية: الهندسة المعلوماتية – جامعة: البعث
الدكتور المشرف: أكرم مرعي

الملخص

تتكون الشبكات اللاسلكية النقالة من مجموعة من العقد المتحركة والمتعاونة إذ بإمكان كل عقدة التحرك بشكل عشوائي، بسرعة معينة في أي اتجاه دون الاعتماد على مدير مركزي. لهذا النوع من الشبكات العديد من الاهتمامات البحثية لاستخداماتها العسكرية وفي حالات الطوارئ والكوارث الطبيعية. تكمن المشكلة الأساسية التي تعانيها هذه الشبكات في عملية التوجيه وذلك لعدم وجود بنية تحتية ثابتة، إذ تتولى كل عقدة مسؤولية التوجيه.

تم في السنوات الأخيرة اقتراح العديد من بروتوكولات التوجيه لهذا النوع من الشبكات، لكن تبقى هذه البروتوكولات مقيدة وينقصها بعض التطوير لتصبح بشكلها المثالي بالرغم من أنّ أداء البروتوكول يؤثر عليه عدة عوامل كطبيعة المنطقة وكثافة الطريق وسرعة السيارة سنقوم بهذا البحث بدراسة البروتوكولات الأساسية في التوجيه ومقارنة أفضلها مع البروتوكول المدروس GPSR ثم البحث عن تطوير لهذا البروتوكول ودراسة النتائج وتحليلها. في سياق آخر تعتبر شبكات المركبات اللاسلكية أحد أهم أنواع الشبكات اللاسلكية تكون

العقد في هذا النوع من الشبكات النقالة عبارة عن مركبات تتبادل معلومات فيما بينها لتزويد السائقين بمعلومات عن الطرق لتوفير الأمان بالإضافة إلى التسلية والوصول إلى الإنترنت، ونظراً للأهمية البالغة لهذا المجال قمت باختياره كعنوان لرسالتي.يتم محاكاة حركة المركبات حسب مجموعة من نماذج التنقل لبروتوكولات التوجيه في هذا النوع من الشبكات سنستخدم المحاكي NS3لتقييم بعض البروتوكولات وإظهار النتائج

الكلمات المفتاحية : بروتوكولات التوجيه في شبكة السيارات النقالة , محاكي الشبكة NS3

Performance Evaluation and improvement of GPSR routing protocol in vanet networks

abstract

Mobile wireless networks consist of a group of mobile and cooperating nodes where each node can move randomly, at a certain speed in any direction without relying on a central manager. This type of network has many research interests for its military, emergency and natural disaster uses. The main problem that these networks suffer from lies in the routing process, due to the lack of a fixed infrastructure. Each node is responsible for routing.

In recent years, many routing protocols have been proposed for this type of network, but these protocols remain restricted and lack some development to become in their ideal form, although the performance of the protocol is affected by several factors such as the nature of the area, the density of the road and the speed of the car In this research, we will study the basic protocols in routing and compare the best of them with the studied protocol, GPSR,

and then search for a development for this protocol and study and analyze the results.

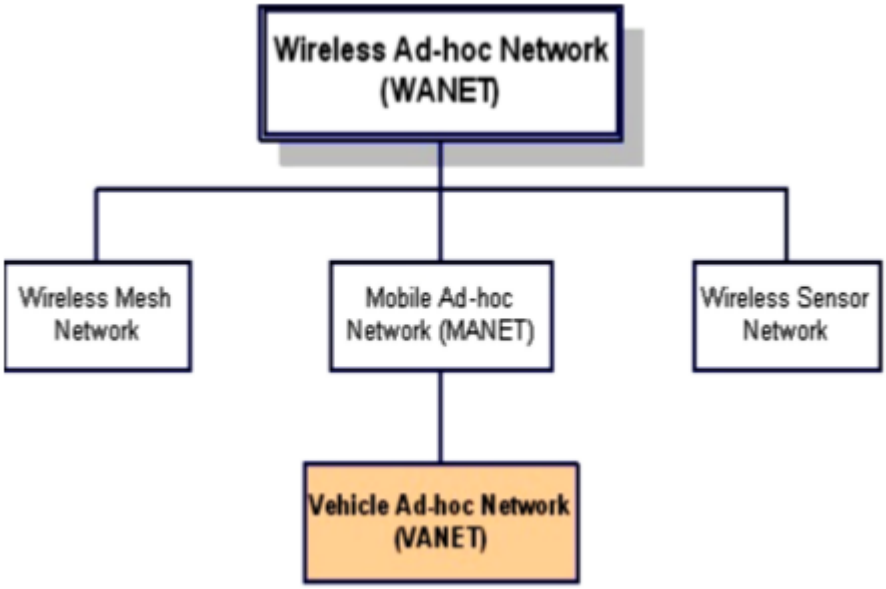
In another context, wireless vehicle networks are considered one of the most important types of wireless networks. The nodes in this type of mobile network are vehicles that exchange information among themselves to provide drivers with information on the roads to provide safety in addition to entertainment and access to the Internet, and given the critical importance The movement of vehicles is simulated according to a set of navigation models for routing protocols. In this type of network, we will use the NS3 simulator to evaluate some protocols and show the results

Key words: Routing protocol in Vanet , network simulation Ns3

المقدمة:

لقيت شبكات الحواسيب اهتماما كبيرا في السنوات الاخيرة من الجامعات والحكومات ويعود الفضل في هذا الاهتمام المتزايد ، إلى عدة أسباب مثل المرونة وسهولة التركيب وفعاليتها بتخفيض النفقات و إلى إمكانية إضافتها في تغطية مسافات كبيرة تشمل مدناً ودول بأكملها. كتعريف عام للشبكات يمكننا القول إنها مجموعة من الأشخاص أو الأنظمة التي تتشارك أما في عالم الحواسيب فيقتصر تعريف الشبكة على أنها مجموعة من الحواسيب المتصلة لتشارك، معلومات فيما بينها وخدمات مثل مشاركة الملفات وطباعتها ومشاركة التطبيقات ومهام أخرى[1].
يمكن تصنيف شبكات الحاسب إلى:

- **. شبكات سلكية:** الشبكة السلكية هي مجموعة من الحواسيب تتبادل البيانات فيما بينها عن طريق الأسلاك لتتشارك بمجموعة من الخدمات.
.
- **شبكات لاسلكية :** تأخذ اربع اشكال عامة سنتطرق بشكل مختصر الى نوعين أساسيين منهما :



الشكل (1) أنواع الشبكات اللاسلكية

هي إما شبكات لاسلكية لها بنية تحتية تتضمن عقدة مركزية مسؤولة عن التوجيه مثال عليها شبكة الهواتف الخلوية أو شبكات لاسلكية ليس لها بنية تحتية حيث كل عقدة بإمكانها التحرك بشكل عشوائي يكون التوجيه مسؤولية كل عقدة عشوائي في أي اتجاه وبسرعة معينة وتأخذ قرارها باكتشاف المسارات للعقد الأخرى بشكل مستقل دون الاعتماد على بنية تحتية يندرج تحت هذا المفهوم شبكات (.vanet – MANETs)

معظم الأمور ذات الصلة بـ MANET مرتبطة بشكل ما بـVANET ، ولكنها تختلف في التفاصيل. فبدلا من أن تتحرك المركبات على نحو عشوائي كما هو الحال فيMANET ، المركبات تميل إلى التحرك في شكل منظم بأتباع قوانين الطريق مثل التوقف وتخفيف السرعة وتغيير الاتجاه. وأخيرا، السيارات تكون محدودة الحركة، فعلى سبيل المثال، تكون مقيدة باتباع الطريق المعبدة. في عام

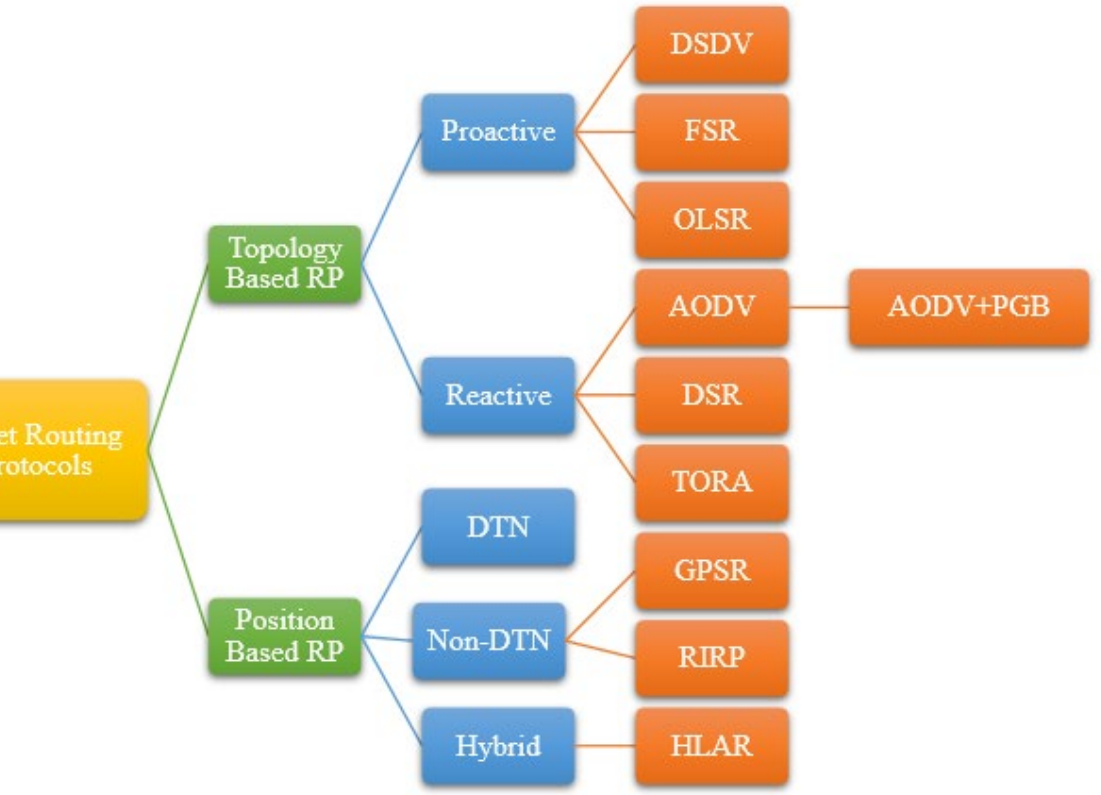
2006 مصطلحMANET كان يصف مجال بحث أكاديمي اما مصطلح VANETفأنه يصف مجال تطبيقات واعدة VANET .توفر طيف واسع من الفوائد للمستخدمين مثلا وصل الإنترنت عالي السرعة بكمبيوتر السيارة يجعل السيارة تتواصل مع العالم عن طريق الويب. في حين أن مثل هذه الشبكة لا تشكل مخاوف تتعلق بالسلامة معينة (على سبيل المثال، لا يمكن للمرء أن يكتب رسالة بريد إلكتروني بأمان أثناء القيادة)، وهذا لا يحد من إمكانات VANET باعتبارها أداة الإنتاجية. أنها تسمح باسغلال الوقت (مثل الانتظار في طابور طويل) لإنجاز بعض المهام. يمكن الاستفادة من تقنيات تحديد المواقع جي بي اس من خلال ربطها بتقارير عن سير المركبات من أجل إيجاد أفضل طريق لمحل العمل. إضافة لربط تقنيات وخدمات الاتصال الصوتي عبر الإنترنت لتقليل تكاليف الاتصال بين الموظفين.يمكن اعتبار شبكة vanet حالة خاصة من شبكات manet

1 الهدف من البحث:

يقدم هذا البحث في قسمه الأول دراسة نظرية تشمل الشبكات اللاسلكية النقالة وشبكات المركبات، كحالة خاصة بأهم برتوكولات التوجيه وخوارزميات الجدول أما القسم الثاني من هذا البحث فيتضمن دراسة تطبيقية عن طريق المحاكاة لأهم برتوكولات التوجيه وخوارزميات الجدولة في الشبكات اللاسلكية النقالة، يمكن تلخيص الهدف من البحث بالنقاط الآتية:

1. دراسة تطبيقية لبروتوكولات التوجيه في شبكات الـ VANET وتقييم أداء كل منها مع البروتوكول المدروس GPSR
2. دراسة معمقة لتحديثات بروتوكول GPSR والبحث عن تطوير له

2 بروتوكولات التوجيه في الشبكات اللاسلكية :



الشكل (2) أنواع بروتوكولات التوجيه في vanet

2-1 بروتوكولات توجيه تعتمد على الطوبولوجيا (Topology Based Routing protocols)

تستخدم بروتوكولات هذه النوع معلومات الوصلات المتواجدة في الشبكة لتأدية عمليات توجيه الطرود وهي تقسم إلى بروتوكولات توجيه استباقية وأخرى تفاعلية [2].

في هذه البروتوكولات يتم بناء المسارات بين المركبات إما عن طريق رسائل التحديث الدورية كالبروتوكول الاستباقي OLSR أو عن طريق اكتشاف المسار عند الطلب كما في البروتوكولات التفاعلية كالبروتوكول AODV، والبروتوكول DSR كما تعتبر بروتوكولات التوجيه الهجينة كالبروتوكول ZRP . من البروتوكولات التي تعتمد على الطوبولوجيا، ونلاحظ أن بروتوكولات التوجيه التفاعلية تتميز بالمحافظة على عرض المجال على حساب التأخير في زمن حساب طرق التوجيه، بينما تتميز البروتوكولات الاستباقية باستهلاكها الغير مفيد للحزمة المتوفرة [3].

2-2 بروتوكولات توجيه تعتمد على الموقع[4] :

تتطلب بروتوكولات التوجيه في شبكات المركبات اللاسلكية القدرة على التعامل مع بيئات متغيرة، وذلك بسبب حركة العقد و طبيعتها المتغيرة. دفعت هذه المتطلبات الباحثين لاستخدام مواقع العقد من أجل تأمين اتصال ناجح من المصدر إلى الهدف. تدعى هذه الطريقة التي تستخدم فيها المواقع الجغرافية للعقد من أجل تأمين توجيه البيانات من المصدر إلى الهدف أو بالتوجيه المعتمد على الموقع. في هذا النوع من التوجيه تعلم كل عقدة موقعها الجغرافي من خلل نظام أي نظام تحديد للمواقع GPS ، ولكل عقدة معرفة بمواقع العقد المجاورة. ه يتكون بروتوكول التوجيه المعتمد على الموقع من عدة مكونات أساسية مثل المنارة الراديوية (beaconing) وخدمة الموقع (location service.) بمعنى اخر : هي عبارة عن مجموعة من خوارزميات توجيه تعتمد على الموقع الجغرافي للعقد من أجل تأدية عمليات التوجيه للطرود، ولا تتطلب هذه البروتوكولات نوعاً من بناء المسار حيث تقوم العقد بتسيير الطرود إلى العقد التالية وفق معيار القرب الجغرافي

من الهدف . البروتوكولات المستندة إلى الموضع ، يكون كل مركز على دراية بجارته من خلال استخدام بيانات GPS. لا يحفظ أي مخطط لتحديد الاتجاه. تحتاج هذه البروتوكولات إلى التعلم فيما يتعلق بعقد الجوار والعقدة المستهدفة لدفع الحزمة الصغيرة بشكل فعال. يتم إرسال hello pkt لتحديث البيانات.. تختلف بروتوكولات التوجيه المصنفة حسب المواضع المختلفة عن GSR و GPSR و A-STAR و BMFR و GYTAR و BMAR و AMAR.

المنارة الراديوية beaconing :

تمرر العقدة رزم البيانات Beaconing الى العقد المجاورة متضمنة موقعها الفيزيائي وعنوانها المنطقي إذا استقبلت العقدة Beacon من عقدة جارة لها فإنها ستحدث المعلومات الخاصة بها في جدول الموقع لذلك تستخدم العقدة المنارة الراديوية Beaconing ، لجمع المعلومات من عقدة جارة تبعد عنها بمقدار قفزة واحدة. أي انها بمثابة تحديث لوضع العقد لتبقى على اخر التطورات فيما يخص العقد المجاورة .

خدمة الموقع location service :

عندما لا يتضمن جدول الموقع لعقدة ما الموقع الفيزيائي الحالي لعقدة محددة، عندها تقوم خدمة الموقع بالمساعدة في إيجاد الموقع الحالي للعقدة المطلوبة[5] . ترسل العقدة الطالبة للموقع استعلام يتضمن الهوية المميزة للعقدة المطلوبة بالإضافة إلى الرقم المتسلسل وعدد القفزات الإجمالي. إذا كانت العقدة المطلوبة، بين العقد الجارة القريبة من العقدة الطالبة فإنها سترد برسالة متضمنة موقعها

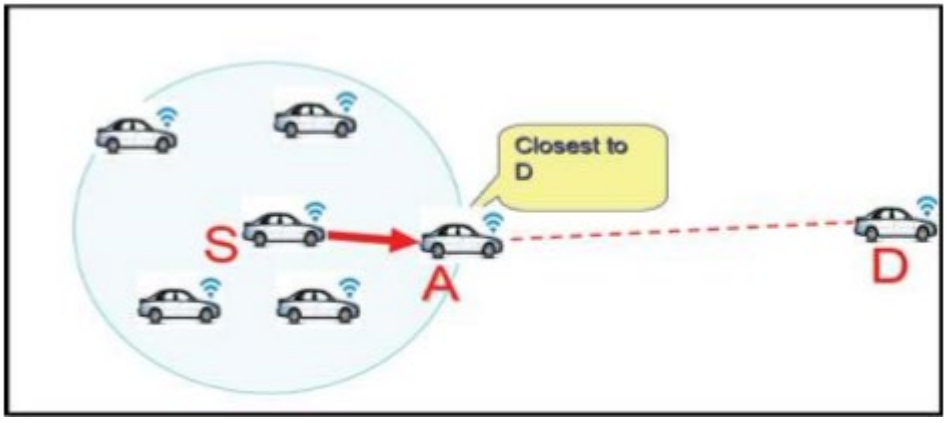
الفيزيائي الحالي. في هذه الحالة تحدث العقدة الطالبة معلومات الموقع الفيزيائي للعقدة المطلوبة في جدول الموقع الخاص بها

2-2-1 بروتوكول التوجيه GPSR :

مبدأ العمل :

يعد بروتوكول GPSR اختصاراً الى (Greedy Perimeter Stateless Routing) بروتوكول التوجيه الطماع المثالي في vanet يتم توجيه الرزمة الى العقدة الأقرب الى الهدف جغرافياً أي أقرب بالمسافة الى الهدف وهنا نميز امرين:

- إذا كان هذا الجار هو الأقرب تقوم بتوجيه الرزمة إليه
- إذا لم يكن هناك أي جار قريب إلى العقدة الهدف إلا العقدة نفسها تظهر ما يسمى مشكلة منطقة الحد الأقصى local maximum [6,7]



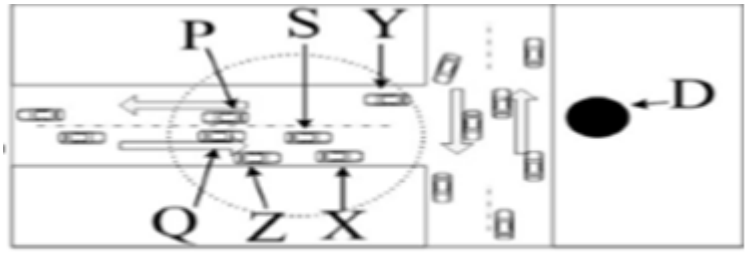
الشكل (3) حدوث حالة local max

في الشكل السابق نبين ألية عمل البروتوكول حيث أن السيارة S توجه البيانات الى السيارة A باعتبارها الأقرب الى الهدف D لكن بما أن التوجيه الطماع يستخدم فقط

معلومات محلية فإن الرزمة يمكن أن تصل إلى حد معين تتوقف عنده عندما نصل الى هذه الحالة (local maximum) نلجأ الى وضع (Recovery mode)

عيوب بروتوكول GPSR[8] :

1. في VANET ، يكون وقت الاتصال الفعال دائمًا قصيرًا جدًا بسبب حركات المركبات عالية السرعة ، مما يؤدي إلى تدهور الأداء. يتأثر بروتوكول GPSR أيضًا بطريقة مماثلة. كما هو موضح في الشكل 4 ، تتحرك جميع العقد على طول الطريق وفقًا لاتجاه الأسهم. لنفترض أن المركبة S يمكنها تغطية خمس عقد متجاورة Q و X و Y و Z و P إذا كانت S تريد إرسال حزمة بيانات إلى العقدة D في الوقت t ، فإن العقدة Y ستبتعد عن العقدة D. ومع ذلك ، في الوقت t ، تظل العقدة Y العقدة الأقرب إلى D. وفقًا لبروتوكول GPSR ، فإن S ستعيد التوجيه حزمة البيانات إلى العقدة Y ومع ذلك بعد فترة قصيرة ، ستصبح العقدة Y بعيدة عن العقدة D ولن تعد أقرب العقدة إلى D. في النهاية ، سيتم تجاهل حزمة البيانات التي تحملها العقدة Y. لذلك ، دون النظر في اتجاه التحرك ، سيؤدي بروتوكول GPSR إلى قرارات خاطئة لإعادة توجيه الحزمة وزيادة خسائر الحزمة.



الشكل (4) حدوث خطأ في التوجيه ببروتوكول GPSR

2. لنفترض أن A و B و C و D تمثل أربعة تقاطعات، وترغب السيارة S في إرسال حزمة بيانات إلى العقدة في المنتزه "P" للحصول على عدد مواقف السيارات المتاحة. وفقًا لبروتوكول GPSR ، سيتم إرسال حزم البيانات إلى السيارة F على طول الطريق AC. ومع ذلك ، نظرًا لأن السيارة F لا تحتوي مؤقتًا على عقدة تالية لإعادة توجيه حزم البيانات إليها ، ستحمل السيارة F حزمة البيانات حتى تعثر على عقدة تالية أو ستتجاهل حزمة البيانات عند انتهاء الوقت المحدد لـ TTL لذلك ، على الرغم من أن السيارة F هي أقرب نقطة توصيل إلى الوجهة ، فإن الحالة المتفرقة للطريق ستتسبب أيضًا في إعادة توجيه حزم خاطئة وزيادة معدل فقدان الحزمة وتأخير من طرف إلى طرف end-to-end delay من الجدير بالذكر أن الشكل 5 يعاني أيضًا من نفس المشكلة الموضحة في الشكل 4 ، لأن السيارة F تتحرك بعيدًا عن الوجهة P.

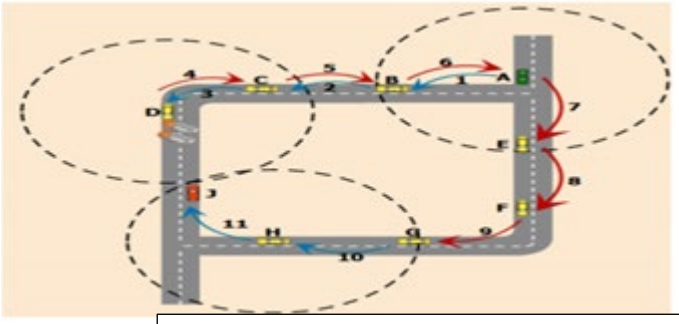
الشكل (5) حدوث خطأ في التوجيه ببروتوكولGPSR

3. تريد العقدة A إرسال الحزم إلى العقدة J من خلال بروتوكول GPSRفإنه يواجه عقبات النقل ولا يمكن تسليمها . العقدة J من خلال إعادة التوجيه الجشع (السهم الأزرق) ثم يتحول في وضع الاسترداد (السهم الأحمر) ويتبع القاعدة اليمنى. وبالتالي تتبع الرزم المسار :

P = [D ،C ،B ،A ،E ،F ،G].

تستقبل العقدة G الحزم وتجد أن العقدة H أقرب إلى العقدة J الوجهة من العقدة G نفسها. ومن ثم تعود في **وضع الجشع** والتحويلات إلى العقدة H. وبالمثل، العقدة H التحويلات إلى العقدة J. ومع ذلك ، في هذه الاستراتيجية ، يتم زيادة عدد القفزات لأن كل حزمة جديدة ستتبع

هذا المسار نفسه.



الشكل (6) حدوث خطأ في التوجيه ببروتوكولGPSR

4. يحتوي GPSR على بعض العيوب التي تجعله في بعض الأحيان غير مناسب لسيناريو VANET. يتم التوجيه في وضع الجشع على أساس موقع العقد المجاورة. لا يأخذ GPSR الأصلي في الاعتبار حساب سرعة واتجاه السيارة. ومع ذلك، السرعة العالية للمركبات يغير موضع العقد التي في نهاية المطاف يحول توجيه الجشع غير دقيق. تسبب هذه الاستراتيجية كمية كبيرة من فقدان الحزمة. وبالتالي اختيار أفضل جار ممكن أمر حاسم لزيادة نسبة تسليم الحزم (PDR) .

2-2-2 خوارزمية GPSR المحسنة[8] :

يتم إرسال رسالة الترحيب بين العقد المتشاركة في هذا البروتوكول كل فترة زمنية t وتأخذ الرسالة الشكل التالي :

Table 1. Hello packet format

id	$x(t)$	$y(t)$	$v(t)$	$\rho(t)$

حيث أنّ :

- id ، رقم هوية العقدة الحالية ، يكون 4 بايت
- X(t), y(t) هي إحداثيات السيارة في اللحظة t وتأخذ 4 بايت
- V(t) هي سرعة السيارة في اللحظة t وتأخذ 2 بايت
- P(t)كثافة الحركة بالقرب من العقدة الحالية في الوقت t تأخذ 1 بايت

يتم الحصول على إحداثيات العقدة من خلال GPS المركب في سيارة الـvanet كما يتم الحصول على سرعة السيارة من خلال الكيلو مدراج للسيارة وكثافة السيارات المحيطة بالعقدة من خلال الاستجابة لرسالة الترحيب بعد ذلك يتم بناء جدول الجيران ويكون له الشكل التالي :

Table 2. Format of neighboring node list

id_n	$x_n(t)$	$y_n(t)$	$\rho_n(t)$	$v_n(t)$	$x_n(t-\Delta t)$	$y_n(t-\Delta t)$

حيث أنّ العوامل السابقة مذكورة سابقاً بالإضافة إلى :

xn(t−∧t): احداثي x للعقدة الجارة في اللحظة (t−∧t) وتأخذ اربع بايت

$y_n(t-\Delta t)$: احداثي y للعقدة الجارة في اللحظة $(t-\Delta t)$ وتأخذ اربع بايت

في الخطوة الثالثة يتم بناء جدول التوجيه المؤقت لجميع العقد التي تصل للهدف بالشكل :

Table 3. Format of the temporary routing list

id_p	$\rho_p(t)$	$v_p(t)$	$d_p(t)$

حيث أنّ :

- $d_p(t)$ ، تبلغ المسافة بين العقدة المرشحة والعقدة الوجهة 2 بايت.

لنفترض Δt هو الفرق الزمني بين ارسال hello pkt وبين R اي هو مجال التواصل لكل عقدة . تحصل كل عقدة على معلومات الإحداثيات الخاصة بها (x(t) ، y(t)) في الوقت t باستخدام GPS . وسرعة السيارة في الوقت t من عداد السرعة. إلى جانب ذلك، تحتفظ كل عقدة بمتغير p(t) ، والذي يُستخدم لتخزين عدد العقد المجاورة في الجدول الزمني. يمكن لكل مركبة حساب الاتصال بين العقدة نفسها والعقد المجاورة لها عن طريق تلقي رسائل ترحيب دورية وينشر حزمة الترحيب وفقًا للصيغة الموضحة في الجدول 1.

بمجرد أن تتلقى العقدة حزمة ترحيب، تقوم بتحديث معلومات الجوار على الفور كما هو موضح في الجدول 2.في هذا الوقت، $P_n(t)$ يعني عدد العقد المجاورة للجار الحالي في الجدول الزمني. يتم تحديث المعلومات الموجودة كل مرة ، عند اكتشاف العقدة الجديدة ، سيتم إلحاق العقدة المجاورة الجديدة بقائمة العقد المجاورة. ثم تُحذف العقد التي لم يتم استقبال إشاراتها بعد فترة من قائمة العقدة المجاورة .

إنشاء قائمة توجيه مؤقتة وفقًا للصيغة الموضحة في الجدول 3. العقد في القائمة المجاورة التي ستتم إضافتها إلى قائمة التوجيه المؤقت تحقق 0 =**<Δ d**، والتي تصبح عُقدًا مرشحة.

يتم حساب المسافة للعقد المجاورة والعقدة الهدف من خلال قانون المسافة بين عقدتين المعروف رياضياً

$$\theta = \arctan[(y_d(t) - y_n(t))/(x_d(t) - x_n(t))] \quad (1)$$

$$d(t) = \sqrt{(x_d(t) - x_n(t))^2 + (y_d(t) - y_n(t))^2}\,(\cos\theta + \sin\theta) \quad (2)$$

بعد إضافة العقد المرشحة للتوجيه الى القائمة كما في الجدول 3 السابق والتي تحقق 0 =**<Δ d**

يتم اختيار السيارة المناسبة من قائمة التوجيه بناء على معاملات الوزن السرعة والحركة

$$D(t) = \alpha * [d / v(t)] + (1 - \alpha) * [\pi R^2 / \rho(t)], \alpha \in [0,1] \quad (3)$$

φ معامل وزن. عندما تتحرك السيارة بسرعة منخفضة أو تدخل طرقًا متفرقة،

واخيراً اختر الحد الأدنى من D في القائمة المؤقتة من خلال مقارنة قيمة D (t)، ثم الحصول على معرف العقدة للحد الأدنى لأنها ستكون العقدة التالية, في حال

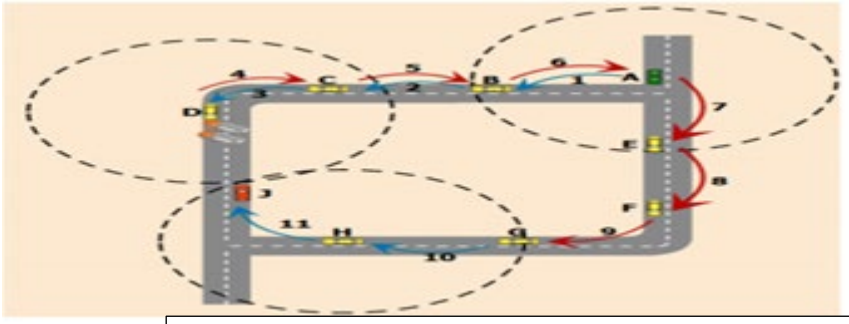
وجد اكثر من عقدة تمتلك قيمة D صغرى نختار العقدة التي لها السرعة اقل لضمان عدم انقطاع الوصلة وضياع pkt كمايلي :

$$D\min = Min\{D(t)\}$$

$$NextHop = D\min -> id\ .$$

2-2-3 خوارزمية Adaptive GPSR :

الخوارزمية المحسنة تجاوزت موضوع السرعة لكن بقي العائق الذي يتعلق بإعادة الارسال للعقدة التي حصل عندها local max كما في الشكل التالي :



الشكل (6) حدوث خطأ في التوجيه ببروتوكولGPSR

تم إضافة معلومات في جدول الجيران لتحديد أفضل مسار وتجاوز العقد التي سلمت الحزم السابقة في وضع الاسترداد. يمكن أن يتجنب هذا النهج كسر الرابط المحتمل بسبب حادث طريق. هدفنا هو تحسين إعادة توجيه الجشع والاسترجاع (greedy & recovery mode) من خلال إدخال معلمة جديدة في حقل

الجيران' تدعى .**s trust status** يمكن استخدامها من قبل سياسة قرار إعادة توجيه الحزمة في الوضع الجشع [9].

الشكل (7) جدول الجيران بالقيم الجديدة لبروتوكول AGPSR

في مخطط إعادة التوجيه الجشع الجديد، العقدة المصدر(أو العقدة الوسيطة) ستعيد توجيه حزمة البيانات إلى جوار المرحلة التالية الأقرب إلى الهدف . سيتم اختيار العقدة فقط إذا كان حقل **trust status** يساوي صفر. عندما تتلقى العقدة حزمة من جارتها في وضع الاسترداد، يتم تعيين حقل **حالة الثقة** لهذا الجار **واحد.** بعد ذلك ، لن يتم إرسال حزمة بيانات إلى هذه العقدة حتى يعود حقل حالة الثقة إلى الصفر.في هذه الحالة ، العقدة الثانية الأقرب إلى الوجهة سوف يتم اختياره ومع ذلك ، فقط إذا كان حقل حالة الثقة يساوي صفر. ستستمر هذه العملية حتى العقدة التي تفي بذلك والوصول إلى الشرط. إذا لم يتم استيفاء هذا الشرط حتى بعد فحص جميع الإدخالات في NT، تدخل الخوارزمية في وضع الاسترداد .

علاوة على ذلك ، على غرار GPSR ، المقترح تدخل خوارزمية AGPSR أيضًا في وضع الاسترداد إذا كانت العقدة الحالية أقرب إلى الوجهة من جميع جيرانها و لا يمكن الوصول إلى الوجهة بقفزة واحدة.

يعود حقل حالة الثقة إلى الصفر عندما ترسل العقدة **حزمة ترحيب** (hello pkt) لأن كل حزمة ترحيب جديدة تعيد تعيين وضع الثقة لهذه العقدة في NT الجيران ،

مما يجعل الخوارزمية قابلة للتعديل الذاتي. لذلك يمكن أن تتكيف الخوارزمية لدينا لتغييرات الشبكة من تلقاء نفسها. تفاصيل توجيه AGPSRفي الخوارزمية

- R : هي العقدة التي استقبلت ال pkt
- N : مجموعة الجيران للعقدة R التي تبعد عنها قفزة واحدة
- n : هي عقدة من المجموعة N
- D : هي العقدة الهدف
- d : هي شعاع المسافة بين العقدة n والعقدة D
- P : هي الحزمة (packet)
- h : هي (hello packet)

Algorithm 1 Proposed Adaptive GPSR algorithm.

```
1: At_Receiving_Packet
2: if is Hello_Packet && n ∈ N then
3:    trust_status = 0;
4: else if Data Packet is in Recovery Mode && n ∈ N then
5:    trust_status = 1;
6: end if
7: At_Forwarding_Data_Packet
8: if n ∈ N && Distance (n, D) ≤ Distance (R, D) then
9:    d(n) = Distance_to_D;
10:   if trust_status = 0 && d(n) = is_min_distance_to_D
      then
11:      Forward_Packet(p, n);
12:   else if n ∈ N && n is not the previous sender node
      && d(n) = is_min_distance_to_D || size(N) = 1 then
13:      Forward_Packet(p, n); {Recovery mode}
14:   end if
15: else if n ∈ N && n is not the previous sender node &&
    d(n) = is_min_distance_to_D || size(N) = 1 then
16:   Forward_Packet(p, n); {Recovery mode}
17: end if
```

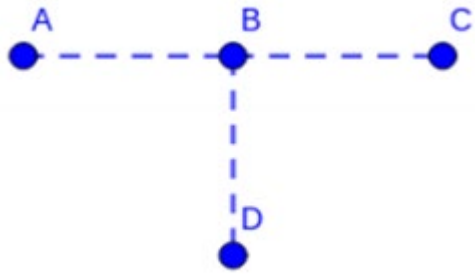
الشكل (8) خوارزمية AGPSR

استخدام استراتيجية وضع الاسترداد (أو الجشع المستمر) بواسطة AGPSR يشبه إلى حد كبير وضع الجشع. ومع ذلك ، فإن الاختلاف هو أن العقدة تتخطى مدخل الجار عند NT الذي أرسل الحزم ولا يأخذ في الاعتبار حقل حالة الثقة عندما سيتم تنفيذ القفزة التالي بمعنى اخر :

حسب هذه القاعدة، إذا كان للعقدة A جارتان B و C واستلمت حزمة من العقدة B ، ولا يوجد طريق إلى الوجهة ،يدخل في وضع الاسترداد ويرسل الحزمة من خلال المجاور C ، حتى لو كانت B هي أقرب نقطة تصل إلى المكان المقصود (الهدف) في هذه الحالة ، إذا كانت العقدة A تتلقى حزمة من العقدةB وليس لديها عقد أخرى لإرسال الحزمة من العقدة B سيرسل إلى B . والسؤال هنا اذا وصلت العقدة الى وضع الاسترداد وتريد ارسال الحزمة (pkt) الى العقد المجاورة مستثنية العقدة التي استلمت منها الحزمة

<u>كيف ستعرف العقدة من هي العقدة التي استلمت منها كي تتجنبها في وضع الاسترداد ؟</u>

الشكل التالي_لتوضيح مثال لكيفية اكتشاف AGPSR العقدة التي أرسلت الحزمة.

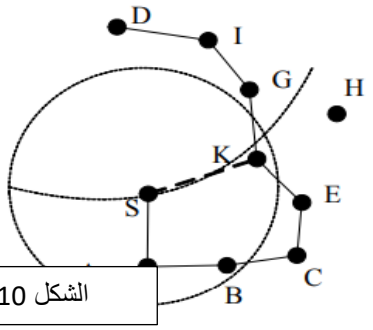


الشكل 9 معرفة العقدة من أي جار استلمت الرزمة

افتراض أن العقدة B تتلقى حزمة من العقدة C. يجب أن تعرف العقدة B بين الجيران الثلاثة (A و C وD) أيهما أرسل الحزمة. لمعرفة ذلك ، العقدة B تقم بإجراء حساب الزاوية بناءً على الموضع السابق من معلومات رأس الحزمة. استنادا إلى هذه الحسابات العقدة Bستخلص إلى أنه بالنسبة للعقد A و D و C ، تكون الزوايا 180 ،270 و 0 على التوالي. وبالتالي ، العقدة التي أرسلت الحزمة كانت العقدة C

2-2-4 بروتوكول MMGPSR [10]:

اولاً لوعدنا الى بروتوكول GPSR التقليدي نلاحظ انه يوجه الحزمة باتجاه اقرب جار جغرافياً وهذه فكرة ليست دائماً مناسبة



الشكل 10 تكرار المسار في التوجيه

لونظرنا الى الشكل 10 من خلال التوجيه التقليدي لبروتوكول gpsr سيتم الارسال وفق قاعدة اليد اليمنى (عكس عقارب الساعة) **S→A→B→C→E→K→G** **عندما** تصل الحزمة الى العقدة G يكون المسافة بينها وبين الهدف D اقل من المسافة بين s>D عندها تتابع الحزمة بالتوجيه الجشع الى الهدف

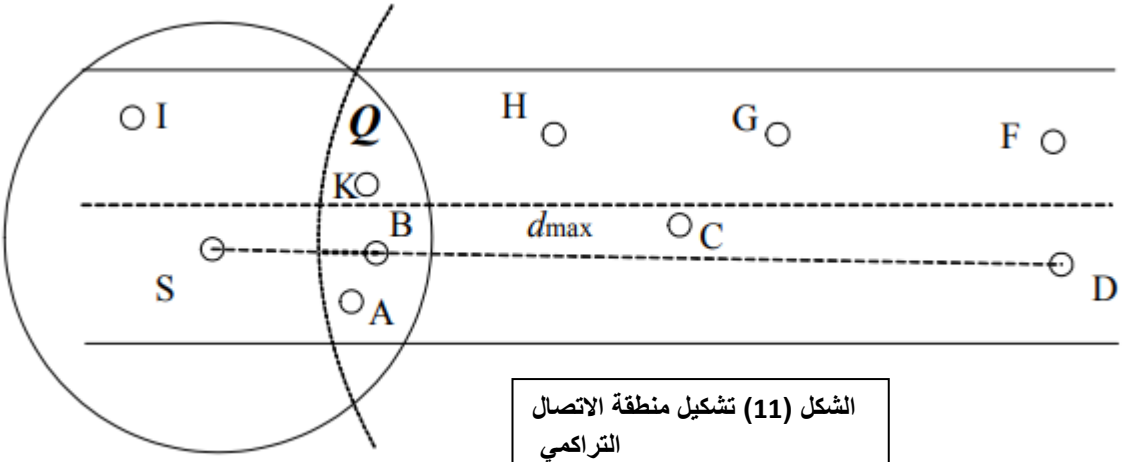
عندما تحدد العقدة المصدر S عقدة القفزة التالية من الجوار العقدة، كما هو مبين بالخطوط المتقطعة في الشكل 10 يمكن أن تكون رأينا أن K يفضل أن يتم

اختياره كخطوة تالية ، وسيكون المسار S → K → G → I → D. بمقارنة المسارين ، وجد أن تكرار المسار موجود في التوجيه (perimeter)

لتحسين التوجيه الجشع مع عدم استقرار علاقة الجار عن طريق إضافة معلمتين **مدة الاتصال التراكمية**

T، منطقة الاتصال المسموح بها ، المسماة Q. كما هو موضح في الشكل التالي عندما يحاول S إرسال

حزم إلى D ، سيجد S أقرب عقدة مركبة إلى عقدة للوجهة هو الجار B. يتم



الشكل (11) تشكيل منطقة الاتصال التراكمي

حساب أقصى مسافة قفزة

مسموح بها بناءً على المسافة ين B و D ومقارنة مدة الاتصال التراكمي وتقييم الاتصال

في الشكل السابق إحداثيات S و D مضبوطة على (xS، yS) و (xD، yD) على التوالي. عند إرسال الحزم في التوجيه الجشع ، تجد العقدة المصدر S أقرب عقدة إلى D في قائمة الجوار الخاصة بها ، والأقرب العقدة هي B بإحداثيات (xB، yB). تحسب المسافة dBD من B إلى D و dSB من B إلى S على التوالي في (1) ، (2). مسافة الاتصال المسموح بها dmax هي تحسب بـ (3). المنطقة المتداخلة لدائرتين الاولى مركزها D و dmax كنصف قطر ، والآخرى مركزها S و dmax كنصف قطر. يتم تسمية منطقة الاتصال باسم Q. كل عقدة في Q ليست فقط بالقرب من العقدة الوجهة D ولكن أيضًا داخل نطاق منطقة اتصال العقدة S ، ومناسب للاختيار باعتبارها عقدة القفزة التالية لـ S.

$$d_{BD} = \sqrt{\left(x_D - x_B\right)^2 + \left(y_D - y_B\right)^2} \qquad (1)$$

$$d_{SB} = \sqrt{\left(x_S - x_B\right)^2 + \left(y_S - y_B\right)^2} \qquad (2)$$

$$d_{\max} = d_{BD} + \lambda \times d_{SB} \qquad (3)$$

$\exists\lambda \in [0،1]$. وهي تؤثر على حجم المنطقة Q عندما تكون λ كبيرة تكون المنطقة Q كبير ثم العقدة بالقرب من S.يتم تحديده بسهولة باعتباره الخطوة التالية في Q ، ولكن عدد القفزات لهذه العقدة إلى D قد تزيد. عندما تكون λ صغيرة جدًا ،

ستصبح Q أصغر ، ثم تصبح العقدة بالقرب من D أسهل ليكون القفزة التالية في Q و المسافة من S إلى هذه العقدة قد يستغرق وقتًا أطول ، وقد يصبح استقرار الارتباط أسوأ ، ويسبب في زيادة فقدان الحزمة. من خلال إجراء عدة التجارب وجد انّ أفضل قيمة λ على 0.3.

في الشكل 11 ، تحتوي Q على A و B و K ثم على مدة الاتصال التراكمي بين ثلاث عقد مجاورة لـ S ،

$$T_i = T_{i-1} + t_i - t_{i-1}$$

يحسب بالعلاقة (4).

Ti : هي مدة الاتصال التراكمية الحالية .

Ti−1 هي آخر مدة اتصال تراكمية .

ti هي الوقت الحالي لتلقي رسالة الترحيب (hello pkt).

ti−1 هو وقت استلام اخر رسالة ترحيب.

بمقارنة Ti لـ A، B، K تكون العقدة ذات Ti الاكبر ثابتة إلى S وقريبة من الوجهة ، وسيتم تحديده على أنه عقدة القفزة التالية لـ S. باتباع هذه الطريقة عند التوجيه الذي يكون فيه احتمال فقدان الاتصال كبير

ثانياً : عند فشل إعادة التوجيه الجشع ، سيتحول GPSR إلى وضع الاسترداد. ومع ذلك اعتمادا على الاستراتيجية المعتمدة لإعادة توجيه البيانات ، يمكن أن يؤدي إلى تكرار المسار . يستخدم وضع استرداد GPSR القاعدة اليمنى لإعادة توجيه البيانات سنلجأ الى تقسيم المستوي بين العقدة المصدر والهدف إلى اربع اقسام ونحسب الزوايا للعقد المجاورة للمصدر ارسم شعاعًا من S إلى D ، ثم ارسم

أشعة من S إلى أي عقدة مجاورة لـ S ، كل شعاع من خلال العقدة المجاورة ستشكل زاوية مع الشعاع المرسوم لـ D ، وتسمى هذه الزاوية φ. عن طريق تحليل و مقارنة الزاوية المقابلة لجميع العقد المجاورة لـ S ، سيتم تحديد القفزة التالية المثلى لـ S

عندما تكون العقدة المجاورة N في الربع الأول مثل N1 بإحداثيات (xN1، yN1). محددة بواسطة SD و SN1 كخط متصل يتم حساب الزاوية اليمين باستخدام العلاقتين التاليتين :

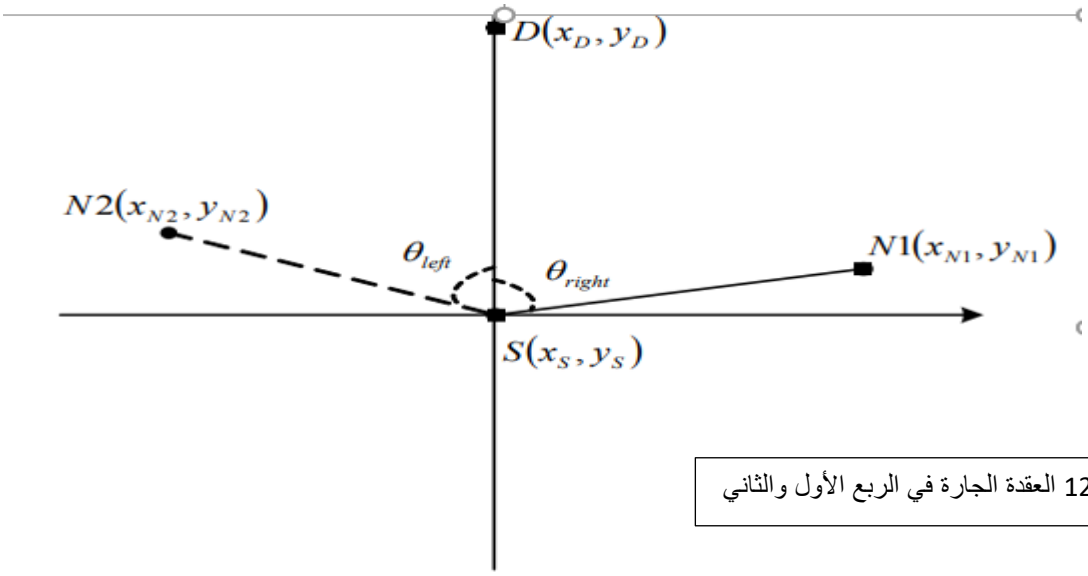
$$\cos\theta_{right} = \frac{y_{N1} - y_S}{\sqrt{(x_{N1} - x_S)^2 + (y_{N1} - y_S)^2}}$$

$$\theta_{right} = \arccos(\cos\theta_{right})$$

عندما تكون العقدة المجاورة N في الربع الثاني مثل N2 بإحداثيات (xN2، yN2) الموضحة في الشكل 12 .الزاوية المحددة بواسطة SD و SN2 كخط متقطع يشير إلى الزاوية اليسرى و يتم حسابها باستخدام العلاقتين :

$$\cos\theta_{left} = \frac{y_{N2} - y_S}{\sqrt{(x_S - x_{N2})^2 + (y_{N2} - y_S)^2}}$$

$$\theta_{left} = \arccos(\cos\theta_{left})$$



شكل 12 العقدة الجارة في الربع الأول والثاني

عندما تكون العقدة المجاورة N في الربع الثالث مثل N3 بإحداثيات (xN3، yN3).يتم تحديده بواسطة SD و SN3 كخط متقطع يشير إلى الزاوية ، يتم حسابها باستخدام :

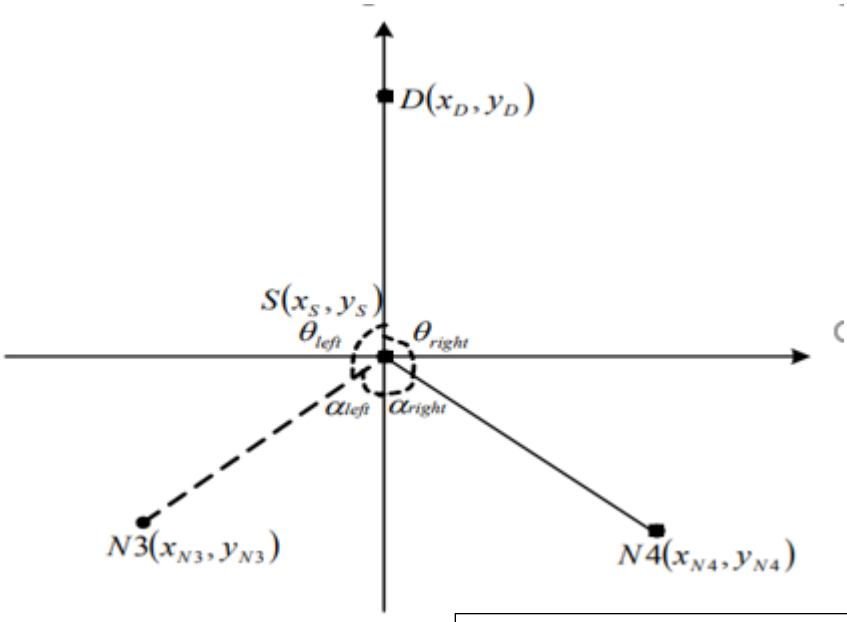
$$\cos\alpha_{left} = \frac{y_S - y_{N3}}{\sqrt{(x_S - x_{N3})^2 + (y_S - y_{N3})^2}}$$

$$\theta_{left} = \pi - \arccos(\cos\alpha_{left})$$

عندما تكون العقدة المجاورة N في الربع الرابع ،مثل N4 بإحداثيات (xN4، yN4) الموضحة في الشكل 13 الزاوية المحددة بواسطة SD و SN4 كخط متصل يشير إلى الزاوية اليمنى التي تحسب من العلاقتين

$$\cos\alpha_{right} = \frac{y_S - y_{N4}}{\sqrt{(x_{N4} - x_S)^2 + (y_S - y_{N4})^2}}$$

$$\theta_{right} = \pi - \arccos(\cos\alpha_{right})$$



الشكل 13 العقدة الجارة في الربع الثالث والرابع

بعد اجراء الحسابات لجميع العقد المجاورة نختار الزاوية الاقل سيتم تحديدها S كعقدة قفزة تالية بالنسبة لـ

بعد ان تعرفنا على الفكرتين السابقتين نلخص ما يلي :

في التوجيه الجشع، تحدد العقدة الحالية منطقة الاتصال المسموح بها أولاً ، ثم تحسب ويقارن فترات الاتصال التراكمية لـ العقد المجاورة وأخيراً يختار الجار بـ

المدة الاعلى كالخطوة التالية. في التوجيه المحيط عند فشل التوجيه الجشع تحسب العقدة الحالية وتقارن زوايا العقد المجاورة المقابلة في البداية ،ثم يحدد العقدة المجاورة ذات الزاوية الدنيا تمثل القفزة التالية لإعادة توجيه الحزم.

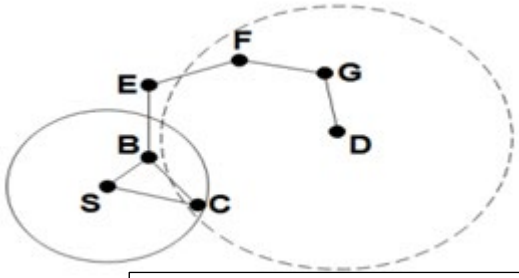
2-2-5 الخوارزمية المقترحة :

GPSR التقليدي يعتمد على الموضع في التوجيه يستخدم معلومات المركبات المحيطة لتحديد أي منها سيتم تحديد عقدة الجوار لتلقي البيانات. يستخدم مخططين لإعادة التوجيه لتسليم الحزم من المصدر إلى الوجهة:

- إعادة التوجيه الجشع
- وإعادة توجيه المحيط (وضع الاسترداد).

فمن المفترض أن كل عقدة لها معلومات إحداثيات الموقع الخاصة بها متاح عبر GPS و تتبادل العقد هذه المعلومات مع جيرانها في محيط واحد من خلال رسائل الدورية (beacon) لذلك في أي وقت[12] كل عقدة لديها معلومات الموقع لجميع جيرانها ضمن نطاق الاتصال وكذلك موضع الوجهة من خلال رسائل المنارة وخدمة الموقع. بناءً على استجابة رسائل المنارة العقدة الفعلية يختار أفضل جار أقرب إلى الوجهة حسب وضع الجشع. ومع ذلك، إذا كانت العقدة الفعلية لا تتلقى أي رد من أحد الجيران خلال فترة المهلة يعتبر الاتصال معطلاً ويحذف هذه الإدخالات من جدول الجيران. هناك قد تكون في بعض المواقف التي لا يوجد فيها أفضل جار من العقدة الفعلية نفسها، والتي تُعرف باسم الحد الأقصى المحلي (local maximum) في هذه الحالة، لم يعد بإمكان GPSR الحفاظ على إستراتيجية إعادة توجيه جشعة بل تتحول إلى (recovery mode) لإعادة توجيه الحزمة إلى العقدة التالية في هذا الوضع ، تتبع جميع العقد **قاعدة اليد اليمنى**

لإرسال الحزمة إلى العقدة التالية. عند استلام الحزم، تتحقق كل عقدة من حقل رأس الحزمة سواء كان في وضع الجشع أو وضع الاسترداد. إذا كان في وضع الاسترداد تتحقق العقدة الفعلية مما إذا كانت المسافة إلى الوجهة أقل من العقدة التي دخلت في وضع الاسترداد (موضع العقدة التي تم إدخالها في وضع الاسترداد متاحة في header لحزمة البيانات) وفي هذه الحالة يعيد توجيه البيانات باستخدام الوضع الجشع ؛ إذا لم يكن كذلك فإنه يستمر في استخدام وضع الاسترداد لننظر إلى الشكل (14) حيث تريد العقدة S تسليم الحزم للعقدة الوجهة المطلوبة D. ومن المفترض أن تكون جميع العقد مزود بجهاز GPS يوفر موقعه الخاص إحداثيات. تضيف جميع العقد عنوان IP الخاص بها مع موقعها في رسائل الدورية (beacon) وعليه. تشير الدائرة الصلبة حول العقدة S إلى نطاق اتصالها. من بين الجارين اللذين يقعان داخل نطاق الاتصال للعقدة S العقدة C هي الأقرب إلى الوجهة D وهي الخيار الأفضل لاستلام الحزم. لذلك ترسل العقدة S الحزم إلى العقدة C وفقًا لـ خوارزمية الوضع الجشع. بعد استلام الحزم تريد العقدة C إعادة توجيهها إلى أفضل جار لها. ومع ذلك، لا توجد عقدة أقرب إلى الوجهة من العقدة C نفسها (تظهر الدائرة المنقطة أن C هي أقرب عقدة إلى D) مما تسبب في مشكلة الحد الأقصى المحلي. يساعد وضع الاسترداد العقدة C للاسترداد من الحد الأقصى المحلي باتباع القاعدة اليمنى لإعادة توجيه الحزم إلى العقدة B. ومع ذلك لا تزال العقدة C أقرب إلى الوجهة من العقدة B. ثم يستمر أكثر في إعادة توجيه الحزم عبر وضع الاسترداد وإعادة توجيهها إلى العقدة E. ترسل العقدة E الحزم إلى العقدة F (أي أقرب إلى الوجهة من العقدة C). لذلك يتحول النمط إلى الوضع الجشع وإعادة توجيه الحزم إلى العقدة G وبعد ذلك يعيد توجيه الحزم إلى الوجهة D.



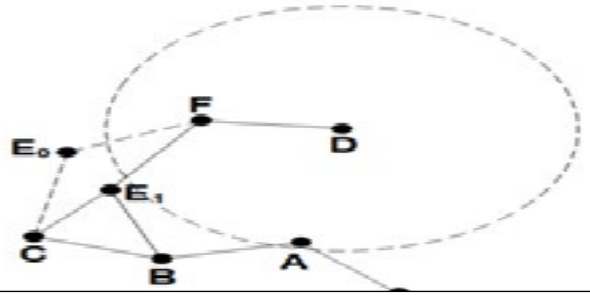
الشكل (14) مثال للتوجيه في بروتوكول GPSR التقليدي

نظرًا لأن GPSR هي استراتيجية جغرافية (أي أنها تحدد المسار بناءً على موقع الوجهة والجوار

لإعادة توجيه البيانات) يمكن أن يؤدي بالحزم **إلى طريق مسدود** ، مما يزيد من **التأخير من طرف إلى طرف وعدد القفزات اللازمة** للوصول إلى الوجهة. الى جانب ذلك بسبب ارتفاع حركة العقدة والعقبات قد تعاني استراتيجية GPSR مع انخفاض الأداء لأنه لا يأخذ في الاعتبار هذه الميزات.

يحتوي نظام GPSR التقليدي أيضًا على عيوب في الاسترداد الاستراتيجية الموضحة في الشكل 15. على سبيل المثال بفرض يريد المصدر S إرسال حزم إلى الوجهة D. العقدة A أقرب إلى العقدة D وبالتالي يتلقى الحزم من العقدة S في وضع الجشع. عند استلام الحزم لا توجد عقدة أقرب إلى D من A نفسها. يتم تبديل عقدة إعادة التوجيه الآن في وضع الاسترداد وتنتقل الحزمة إلى الوجهة من خلال قاعدة اليد اليمنى. بسبب وضع الاسترداد تنتقل الحزم عبر [B، C، E0، F]. ثم تقوم العقدة F بإعادة توجيه ملف الحزم إلى D. ومع ذلك ، بسبب حركة العقدة ، إذا كانت العقدة E0 انتقلت إلى الموضع E1 وسيكون ضمن مجال الاتصال للعقدة B. وبالتالي في القاعدة اليمنى العقدة E1 سوف تستقبل الحزم من

العقدة C ولن يقوم بإعادة توجيه الحزمة إلى العقدة F. بدلاً من ذلك ستنقل الحزم نحو العقدة B وستقوم العقدة B بإعادة توجيهها نحو العقدة C. لذلك ، سيتم إنشاء حلقة توجيه حول هذه العقد الثلاثة [B, C , E1] لذلك في المستقبل سوف ترسل العقدة B الى العقدة E1 وبعدها الى العقدة F مباشرة لأنها حدثت الجدول الخاص بها



الشكل (15) حدوث حلقة اثناء التوجيه Recovery mode

بسبب هذه المشكلة جاءت الفكرة للتخلص من مشكلة الحلقات حيث أنّ الإستراتيجية التي نحن عليها والذي يهدف إلى تقليل عيوب نظام تحديد المواقع العالمي (GPSR) الذي تمت مناقشته في القسم الثاني باستخدام شكل معين من التوجيه الجشع والتعافي بالاسترداد . هدفنا تحسين استراتيجيات الجشع والاسترداد لبروتوكول (GPSR) عن طريق إدخال امتدادين لجدول الجيران (NT) يسميان جدول الرفض (DT) (Deny Table) والجدول المرسل مؤخرًا (RST) (Recently Sent Table). سيتم استخدام DT وRST من خلال سياسة قرار إعادة توجيه الحزمة. مساهمة أخرى لهذا العمل هو استبدال قاعدة اليد اليمنى في وضع الاسترداد من خلال استرداد جديد خوارزمية تكرر الحزمة وترسلها باستخدام امتداد قاعدة اليد اليمنى وقاعدة اليد اليسرى.

جدول الجيران (A. NEIGHBORS' TABLE) :

ترسل جميع المركبات بشكل دوري حزمة hello إلى أقرب جيرانها (قفزة واحدة). مع معلومات حزمة الترحيب هذه تقوم العقد بإنشاء إدخال جديد في NT أو تحديثه. الافتراضي يحتوي GPSR NT على إدخال واحد لكل جار. كل إدخال له تحديد الجار (عنوان IP) إحداثياته x و y ،والطابع الزمني لآخر حزمة ترحيب تم استلامها. في نهجنا، يحتوي NT على جداول إضافية تسمى DT و RST. يتكون DT من حقلين: عنوان IP الخاص بـ الجار و شعاع (vector)عناوين IP للوجهات. الرئيسية. الغرض من DT هو تجنب المسار غير المناسب لـ وجهة محددة من أجل التعامل مع حلقات الحزمة والتحكم في إعادة التوجيه للحزمة نقوم بإنشاء جدول RST المكون من حقلين:

الاول: تحديد الجار (عنوان IP)

الثاني: عبارة عن متجه (vector) يحوي ثلاثة عناصر (F, I, D) حيث F هو نوع التوجيه المستخدمة لهذه الحزمة، يمكن أن تكون G (للجشع) ، L (لإعادة التوجيه الأيسر) و R (لإعادة التوجيه الأيمن). يتم توفير المعلومات حول نوع إعادة التوجيه باستخدام حقل في رأس الحزمة (header). العنصر I هو تحديد الحزمة لتحديد الحزمة، نستخدم حقل التعريف الخاص برأس حزمة IPv4، والعنصر D هو عنوان IP الوجهة ايضاً متاح في ال (header). يتم التحكم في إدخالات DT و RST بواسطة NT الرئيسي. إذا انتهت صلاحية الإدخال في NT الرئيسي يتم أيضًا حذف الإدخالات في DT و RST. علاوة على ذلك يتم تحديث إدخال DT في كل حزمة ترحيب جديدة لجار معين (hello pkt)، مما يجعل الخوارزمية ذاتية التعديل. لذلك، يمكن أن تتكيف الخوارزمية مع تغير الشبكة

2-2-5-1ألية التوجيه في هذه الخوارزمية :

في التوجيه الجشع الجديد لدينا العقدة المصدر (أو عقدة وسيطة) يعيد توجيه حزمة البيانات إلى الجار الأقرب إلى الوجهة بقفزة واحدة حيث سيتم اختيار العقدة التالية بعد اختبار المسافة الصغرى واختبار الزمن التراكمي الأعلى من خلال منطقة الاتصال Q كما في بروتوكول MMGPSR وكذلك تحقيق الشرطين :

1. إذا كانت وجهة تلك الحزمة (ip des) غير موجود في DT
2. إذا لم تكن تلك الحزمة أرسلت إلى تلك العقدة حتى الآن.

أي بمعنى اخر لا يوجد لهذا الجار مدخلات في كل من الجدولين DT , RST

عندما تتلقى العقدة حزمة من جارتها في **وضع الاسترداد** ، ستضيف العقدة الفعلية عنوان IP الخاص بالعقدة الوجهة لتلك الحزمة في DT لهذا الجار. ثم لن يتم إرسال أي حزمة بيانات لتلك الوجهة إلى هذه العقدة (حدث الحد الأقصى المحلي) حتى يتم تحديث DT و تتم إزالة عنوان الوجهة من هناك .بالإضافة إلى ذلك إذا كانت عقدة الجوار أقرب إلى الهدف وكان الهدف لهذه الحزمة غير موجودة في DT سوف تقوم العقدة بالنظر الى RST إذا تم إرسال هذه الحزمة بالفعل إلى هذا الجار لا يتم التوجيه والا يتم ثم تدخل الخوارزمية في وضع الاسترداد. علاوة على ذلك بشكل مماثل إلى GPSR ، تدخل أيضًا خوارزمية المقترحة في وضع الاسترداد إذا كانت العقدة الحالية أقرب إلى الوجهة من كل جيرانها ولا يمكن الوصول إلى الهدف بقفزة واحدة. يظهر بروتوكول توجيه الجديد بالتفصيل في الخوارزمية التالية حيث:

- **R العقدة التي تتلقى الحزمة (pkt)**
- **N هي مجموعة من جيران تبعد قفزة واحدة عن R**
- **n هي عقدة من المجموعة السابقة N**

- **D هي العقدة الهدف**
- **d شعاع يحوي المسافات بين العقد n والعقدة الهدف**
- **P الحزمة (packet)**
- **I تعريف الحزمة (identifier)**
- **F هي طريقة إعادة التوجيه التي تستخدمها العقدة السابقة**

التوجيه في وضع الاسترداد:

تعتمد إستراتيجية وضع الاسترداد التي تستخدمها فكرتنا على كلاً من قاعدة اليد اليمنى وقاعدة اليد اليسرى[13]. عندما تدخل في وضع الاسترداد، وسوف يكرر الحزمة وترسل أحدهما باستخدام قاعدة اليد اليمنى وآخر باستخدام القاعدة اليسرى. السبب الرئيسي وراء هذا النهج هو لتجنب مشكلة تكرار مسار التوجيه، سيزيد هذا من الحمل على الشبكة، فمن الضروري إنشاء آلية لتقليل هذا الحمل.

init
neighbour <..... NULL
d min <..... d (c..>d)
neighbour min <..... NULL
T max <... 0
d max <... 0
node next <.... NULL
lamda = 0.3
 	
At_ Receiving _packet
If is Hello packet then
n-addr=from
hello_packet_get_node_address();
DT_refresh(n-addr);
Else if data packet in recovery mode then
D-addr=from
data_packet_get_destination addr();
p-addr=from data_packet_get_
previous_node_addr();
	if DT_check(n_addr , D_addr)==false
	&& RST_check(F , I , D_addr)==false
	&& neighbor min
	RST_add("G" , I ,D_addr);{for neighbor min n}
	Forwarding packet(p , n);
	End if
	update p and forwarding to node next
	D-addr=from
	data_packet_get_destination addr();
	I=from data_packet_get _ID();
	d(n) =Distance(n , D);
	n_addr=from NT
	get_neighbour_node_addr();
	
	Else
	Go to recovery mode;
	End if
	Else

DT_add(p-addr , D-addr);
End if
At forwarding _data packet
while(C receive p)do
if c==D then
finish transmit pkt
else
if C meet the greedy forwarding method then
for each the neighbour of c do
calculate the d(neighbour.....>D)
IF d(neighbour....>D) < d min then
d min <....d(neighbour)
neighbour min <..... neighbour
end if
end for
calculate d c ....> neighbour min
d max <.... (d min)+ lamda * d (c .....> neighbour min)
Determin Q
for each neighbour in Q do
calculate T neighbour
if T neighbour > T max then
T max <..... T neighbour
node next <..... neighbour
end if
end for
	If n€N && Distance(R , D)<= Distance (n , D) then
	n_{right}_addr=from NT get _right_neighbor_node_addr();
	n_{left}_addr=from NT get _left_neighbor_node_addr();
	Forwarding packet(p , n_{right});
	Forwarding packet(p , n_{left});
	RST_add(n_{right}_addr ,("R" , I ,D_addr));
	RST_add(n_{left}_addr ,("L" , I ,D_addr));
	Else
	F=from data_packet_get _forwarding methode();
	n_addr=from NT get_neighbor_node_addr();
	if RST_check(n_addr,(F,I,D_addr))==false then
	forwarde_packet(p,n_F)
	else discard_packet(p);
	end if
	end if
	end if

2-2-5-2 مثال توضيحي لعمل الخوارزمية :

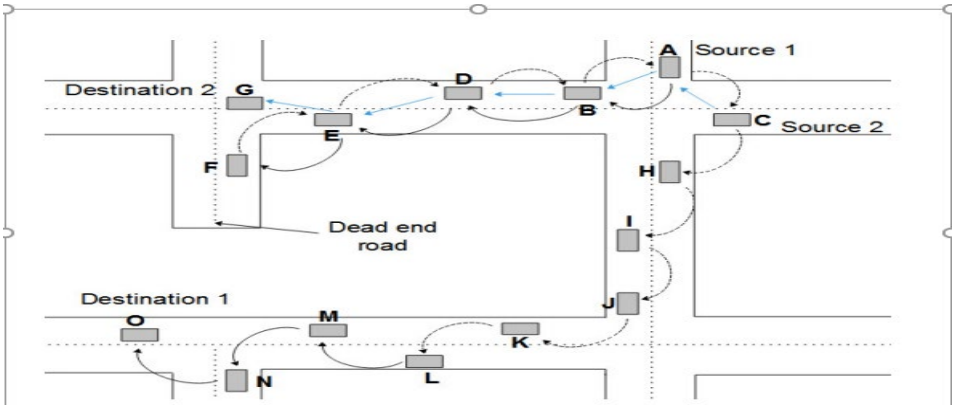
في الشكل 16 ينوي المصدر 1 (العقدة A) لإعادة توجيه الحزم إلى الوجهة 1 (العقدة O) والمصدر 2 (العقدة C) تعتزم إعادة توجيه الحزم إلى الوجهة 2 (العقدة

G).تقوم كل عقدة بحساب المسافة لتحديد أقرب عقدة إلى الوجهة. لذلك، مسار توجيه الحزمة لزوج المصدر والوجهة 2 الذي يتضمن العقد A و O استخدام التوجيه الجشع (الأسهم الصلبة المنحنية) [B, D, E, F] سيؤدي مسار التوجيه هذا إلى موت الحزمة لنهاية الطريق. نظرًا لأن العقدة F هي الأقرب إلى الوجهة من كل الجيران يجب أن تستخدم العقدة F استراتيجية وضع الاسترداد لتسليم الحزمة. استخدام قاعدة اليد اليمنى (منقط الأسهم) سيكون المسار للوصول إلى الهدف

[E، D، B، A، C، H، I، J، K، L] . نظرًا لأن العقدة L هي الأقرب إلى الوجهة من العقدة F فإنها تعود إلى إعادة التوجيه الجشع. لذلك ترسل العقدة L الحزمة إلى العقدة M ، وترسل العقدة M إلى العقدة N والعقدة N ترسلها إلى الوجهة O[14,15,16] .على غرار GPSR التقليدي ستحدد خوارزميتنا العقدة ذات الأقل المسافة إلى O. سيكون للحزمة الأولى نفس مسار في GPSR التقليدي. بعد ذلك، فإن مسار التوجيه المحدد سوف يكون [B، D، E، F] وتوجيه وضع الاسترداد المسار هو

[E، D، B، A، C، H، I، J، K، L] سيرسل وضع الاسترداد أيضًا حزمة في القاعدة اليسرى من العقدة F إلى العقدة G ، وستقوم العقدة G بإرسال الحزمة إلى العقدة E ومع ذلك ، بحلول الوقت الذي تصل فيه هذه الحزمة إلى العقدة E ، سيتم تجاهلها ، حيث تم إرسال نفس الحزمة بالفعل القاعدة اليمنى للعقدة D. ومع ذلك على عكس GPSR ، لن يتم إعادة توجيه الحزم المرسلة بواسطة A (إلى الوجهة O) إلى العقدة B بعد الآن. السبب الرئيسي هو أن A يتلقى أول حزمة في وضع الاسترداد من العقدة B. وهكذا سيتخطى A دخول B

من NT ، لأن الوجهة لتلك الحزمة لهذا الجار في DT. وبالتالي سيكون المسار المحدد للحزم التالية [C، H، I، J، K، L، M، N] ، لجميع الحزم التالية المرسلة من قبل A تستخدم خوارزميتنا 17 قفزة للوصول إلى الوجهة في الحزمة الأولى. بعد ذلك سيستخدم 9 قفزات فقط للوصول إلى الهدف .مدخلات DT لكل وجهة مستقلة. لذلك، لن تتخطى العقدة A الإدخال للعقدة B للحزم الواردة إلى وجهات مختلفة على سبيل المثال، المصدر 2 (العقدة C) يعتزم إرسال الحزم في إعادة توجيه الجشع (الأسهم الزرقاء المستقيمة) إلى الوجهة 2 (العقدة G) ، العقدة B الآن في قائمة DT للعقدة A ومع ذلك ، نظرًا لأن الحزم موجهة إلى وجهة مختلفة ، ستسلم العقدة A بنجاح جميع الحزم إلى العقدة B. بعد فترة ، سترسل العقدة B رسالة الترحيب مرة أخرى و سيتم تحديث إدخال DT للعقدة B في العقدة A بإزالة كل المعلومات القديمة هناك. في هذه الحالة، إذا كان الطريق من خلال العقدة F لا تزال غير قابلة للوصول وسيتم تجنب العقدة B مرة أخرى. وبالتالي، يمكن أن تتكيف خوارزمية لدينا بسهولة لتجنب الحد الأقصى المحلي.



الشكل (16) التوجيه باستخدام الخوارزمية المقترحة

3 الأدوات وطرق البحث :

تم العمل على جهاز intel core(tm) I5 3210m@250GHZ-250GHz

RAM 6GB/windows 10pro

Linux -ubuntu v17 /ns3 / sumo/ Gnuplot

4 المحاكاة :

قمنا بتوليد عقد متحركة لشبكة سيارات داخل مدينة حمص باستخدام المحاكي sumo ثم قمنا بتوليد ملف Tcl الذي يحوي عدد العقد واحداثياتها ثم تطبيق اكود التوجيه على هذا الملف ودراسة النتائج

4-1 البرامترات المدروسة :

Packet loss rate: حيث يعرف بأنه النسبة المئوية لعدد البكتات الضائعة على عدد البكتات المرسلة من المصدر ويعطى بالعلاقة : $L / T_{source} * 100$

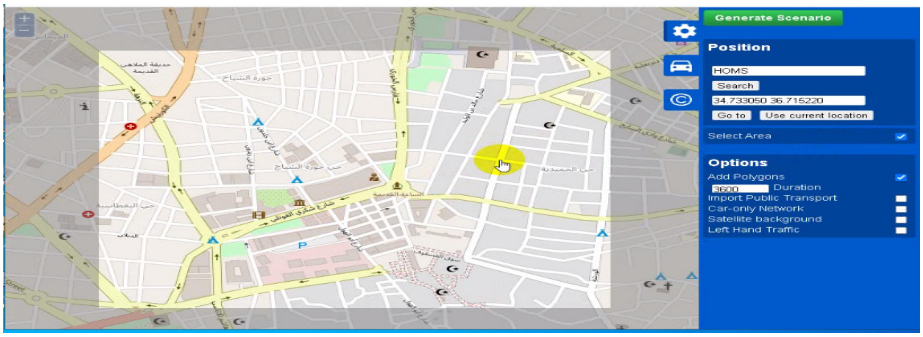
End-to-end delay متوسط قيمة التأخيرات لجميع البكتات المستلمة بنجاح

$$\text{Delay} = \frac{\sum_{n=1}^{N} D_n}{N}$$

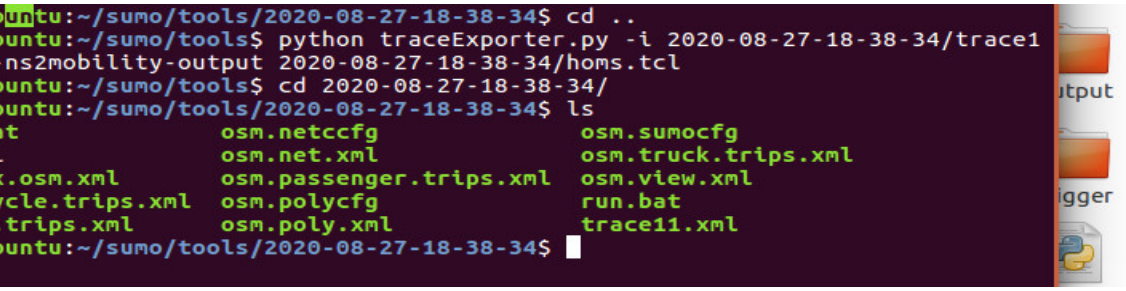
Network yield نسبة إجمالي الحزم المستلمة R في الوجهة إلى إجمالي عدد الحزم المرسلة بواسطة جميع عقد الشبكة Tall. يقيس كلاً من تكلفة النقل وكذلك الإنتاجية المحققة في الشبكة.

$$\text{Net Yield} = R / T_{all}$$

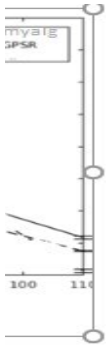
4-2 توليد ملف العقد من خلال المحاكي sumo



الشكل(17) جزء من مدينة حمص

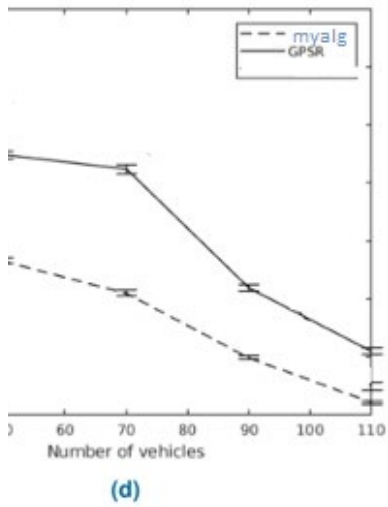


الشكل (18) تشكيل ملف TCL الذي يحوي العقد



CBR=5

CBR=10

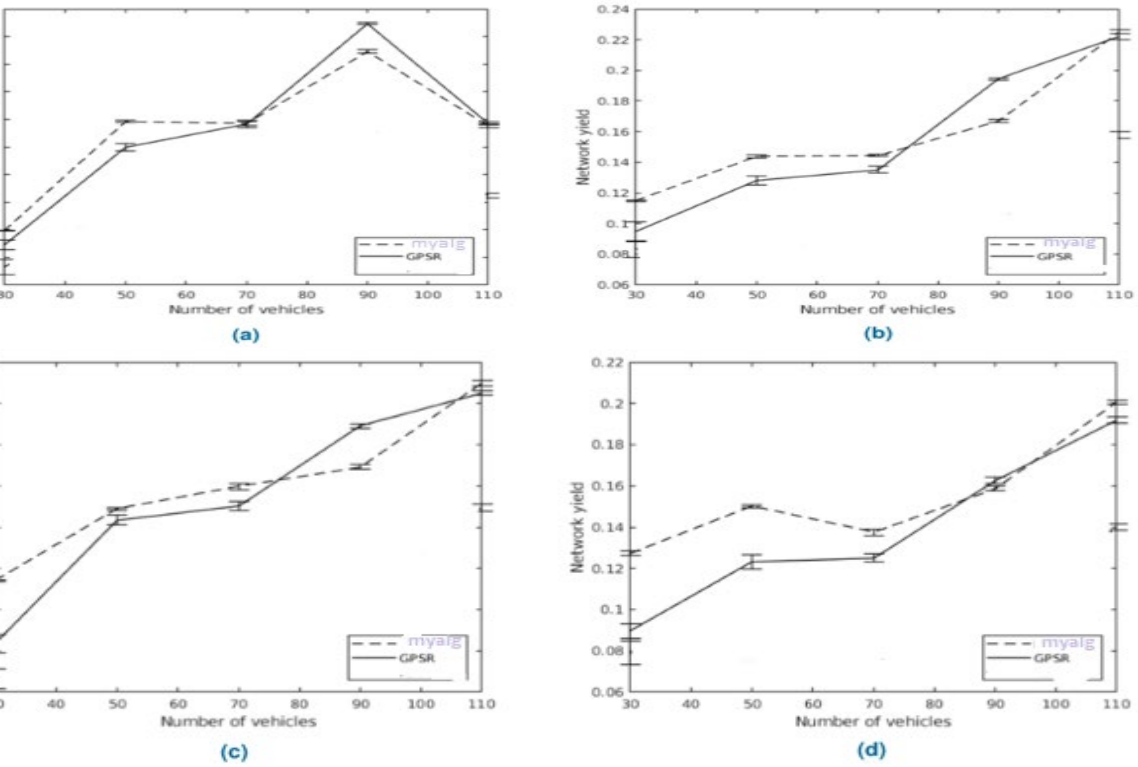


(d)

CBR=15

CBR=20

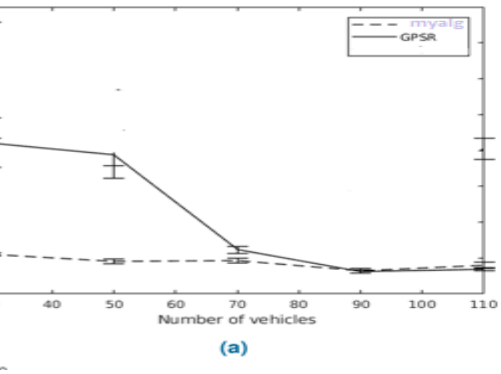
ينخفض المنحني لبروتوكولي التوجيه في جميع السيناريوهات. يحدث هذا بسبب زيادة عدد المركبات التي تعمل على تحسين اتصال الشبكة وتقليل احتمال مواجهة تقسيم الشبكة وقطع الاتصال. ففي جميع السيناريوهات يكون بروتوكول المقترح افضل من ناحية فقدان الحزم مع ازدياد عدد السيارات و بازدياد cbr ينخفض معدل فقدان الحزم

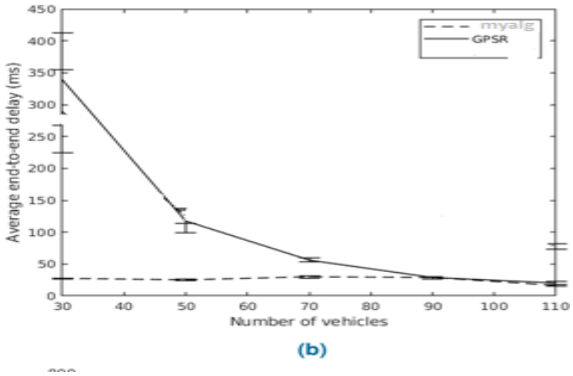


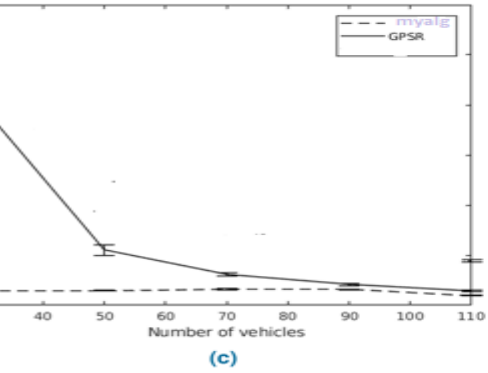
Network yield يكافئ إنتاجية الشبكة أي (good put) وهو يأخذ بعين الاعتبار أداء بروتوكول التوجيه في إيصال الرزم الى الهدف في جميع الاشكال السابقة نلاحظ تقدم الخوارزمية المقترحة وهذا التقدم في الإنتاجية يزداد بازدياد عدد العقد ويزيد بازدياد CBR كما هو موضح ونلاحظ ان البروتوكولين يملكين الوضع الجشع وهذا الوضع الأساسي في التوجيه لكلا البروتوكولين لذا الخوارزمية المقدمة افضل من حيث تقليل عدد القفزات للوصول للهدف وبالتالي افضل في معدل تسليم الرزم وهذا ما يزيد الإنتاجية باستثناء المخطط الأول (a) عند عدد السيارات 90 نلاحظ تراجع أداء الخوارزمية على خلاف ما ذكرناه سابقاً وهذا ما فسر لسببين :

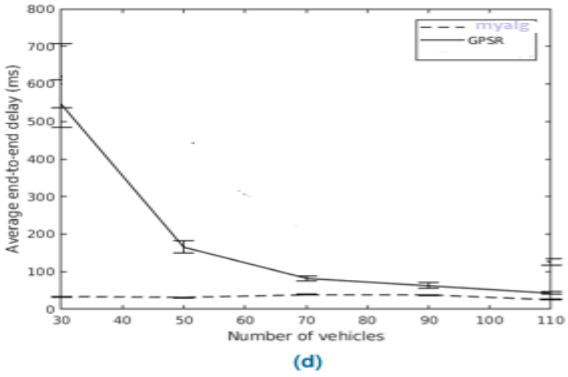
- قاعدة اليد اليمنى هي أفضل خيار مسار للوصول إلى الوجهة.

- لا يوجد موقف يكون فيه DT مفيدًا لتقليل عدد القفزات. في هذه الحالة، يعمل الشحن الجشع للخوارزمية تمامًا كإرسال جشع لـ GPSR. لذلك نظرًا لأن الخوارزمية تستخدم تكرار الحزم في وضع الاسترداد (حتى الوصول إلى الوجهة بنفس عدد القفزات ونفس نسبة تسليم الحزمة) ، فإن عائد الشبكة يميل إلى أن يكون أدنى









على العموم عند ازدياد عدد العقد ينقص التأخير الزمني end to end delay نلاحظ تقارب النتائج بين البروتوكولين عندما تصبح عدد العقد قريبة من 90 وما

فوق لكن يتفوق الخوارزمية المتبعة بمقدار بسيط نظراً لان الخوارزمية المتبعة للوصول للهدف في مرحلة Recovery تتبع القاعدة اليمنى واليسرى وبالتالي تصل الرزم للهدف بينما قد يقود البروتوكول العادي الى طريق مسدود او الى حلقة وهذا ما يزيد من التأخير الزمني .

5 **الاستنتاجات والتوصيات :**

- يوجد العديد من بروتوكولات التوجيه في شبكات السيارات المتنقلة vanet وهذه البروتوكولات تختلف اداؤها من حيث كثافة الطريق وسرعة السيارة وعدد العقد المجاورة قمنا في هذا البحث بدراسة احد هذه البروتوكولات والذي يعتبر احد اهم بروتوكولات التوجيه الا وهو بروتوكول GPSR
- تعرفنا على بروتوكول Gpsr التقليدي ومشكلة local max الذي تتعرض له المركبات عندما تصل لمرحلة فقد الاتصال مع الهدف ولايوجد إمكانية للتوجيه للجار الأقرب نتج عنه بروتوكول GPSR المحسن الذي يأخذ بعين الاعتبار سرعة السيارة وكثافة الطريق لاختيار القفزة التالية لكن بقيت مشكلة انسداد الطريق في حال Recovery mode
- ظهور بروتوكول AGPSR الذي تغلب على مشكلة التوجيه لعقدة حدث عندها الطريق المسدود لكن وجدت فيه مشكلة ان العقدة التي وضع لها trusted code = 1 قد تطلب للتوجيه لهدف اخر كما ان هذا البروتوكول لم يعالج حالات الحلقات وتكرار المسار الذي قد يحصل بسبب حركة السيارات
- ظهور بروتوكول MMGPSR الذي يعتمد على انشاء المنطقة التراكمية للاتصال واختبار اعلى مدة تراكمية للعقد المجاورة والتوجيه على أساسها

في حال greedy mode اما في حال recovery mode يلجأ الى التوجيه للعقدة التي تحقق الزاوية الصفرى بين الشعاع بين المصدر والهدف كذلك في هذا النمط قد يظهر الحلقات والوصول لطريق مسدود local max

- الخوارزمية المقترحة تعتمد على دمج فكرة منطقة الاتصال التراكمي للتوجيه في حال greedy mode وكذلك إضافة حقلين احدهما يشابه trusted code الموجود في خوارزمية AGPSR لكن هذا الحقل يقفل العقدة لهدف محدد وليس لجميع الارسالات عبره وكذلك تم إضافة حقل RST للتعافي من الحلقات وتم إضافة الارسال عبر قاعدتي اليد اليمنى واليسرى في مرحلة recovery mode وهذا يساعد في كل من (loss pkt rate – PDR)
- تم العمل على المحاكي NS3 وكانت نتائج المحاكاة افضل من البروتوكولات السابقة الذكر

<u>التوصيات :</u>

- ان فكرة التوجيه باستخدام قاعدة اليد اليمنى واليسرى قد تزيد من العبء على الشبكة ولكن العقدة التي تصل لها نسختين متماثلتين من البيانات تهمل احدهما سنعمل على تقليل العبء في الدراسات القادمة
- إضافة نوع حماية على البيانات المكررة قد تكون عرضة للقرصنة

المراجع الأجنبية :

[1] A. S. Tanenbaum and D. J. WETHERALL, Computer Networks, 5th Edition, 7 October 2010

[2] S. K. Sakar, T. G. Basavaraju and C. Puttamadappa, Ad Hoc Mobile Wireless Networks, New York, 2008.

[3] J. SCHILLER, Mobile Communication, 2nd ed., 2003.

[4] K. C. Lee, U. Lee and M. Gerla, "Survey of Routing Protocols in Vehicular Ad Hoc Networks," Computer Science Department at the University of California,Los Angeles,USA, 2009.

[5] C. Harsch, A. Festag and P. Papadimitratos, "Secure Position-Based Routing for VANETs," Vehicular Technology Conference, pp. 26-30, 2007

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

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

[8] Degui Xiao, 2 Lixiang Peng," An Improved GPSR Routing Protocol" International Journal of Advancements in Computing Technology Volume 3, Number 5, June 2011

[9] Andrey Silva†‡, K. M. Niaz Reza† and Aurenice Oliveira† " An Adaptive GPSR Routing Protocol for VANETs "Department of Electrical and Computer Engineering †Michigan Technological University, Houghton-MI, USA ‡Federal University of Para, Belem, Brazil Email: {atorresd, kreza, oliveira}@mtu.edu vol.15,2018

[10] XIAOPING YANG1,MENGJIE LI1,ZHIHONG QIAN1,(Senior Member, IEEE),AND TE DI2 "Improvement of GPSR protocol in VehicularAd hoc Network " College ofCommunication Engineering, Jilin University, Changchun 130012, China 2ChangGuangSatellite Technology Co.,Ltd., Changchun 130000, China

[11] J. Zhang, X. Hu, and Z. Ning, "Energy-latency Trade-off for Energy-aware Offloading in Mobile Edge Computing Networks," IEEE Internet of Things Journal, pp. 1-13, 2017, doi: 10.1109/JIOT.2017.2786343

[12] P. Zhou, X. Xiao, W. Zhang, and W. Ning, ''An improved GPSR routing algorithm based on vehicle trajectory mining,''

in Proc. Int. Conf. GeoSpatial Knowl. Intell. Springer, 2017, pp. 343–349.

[13]A.N.VigiliaandJ.S.Suseela,‘‘Surveyonunicast,multicastand broadcast routingtechniquesinvehicularad-hocnetworks–presentandfuture,’’Brit. J. Math. Comput. Sci., vol. 13, no. 4, pp. 1–26, 2016.

[14] Z. S. Houssaini, I. Zaimi, M. Oumsis, and S. E. A. Ouatik, ‘‘GPSR+Predict: An enhancement for GPSR to make smart routing decision by anticipating movement of vehicles in VANETs,’’ Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J., vol. 2, no. 3, pp. 137–146, 2017.

[15] C.Lochert,M.Mauve,H.Füßler,andH.Hartenstein,‘‘Geographicr outing in city scenarios,’’ ACM SIGMOBILE Mobile Comput. Commun. Rev., vol. 9, no. 1, pp. 69–72, 2005.

[16] K.C.LeeJ.Härri,U.Lee,andM.Gerla,‘‘Enhancedperimeterrouting for geographic forwarding protocols in urban vehicular scenarios,’’ in Proc. IEEE Globecom Workshops, Nov. 2007, pp. 1–10.