

## Enhancing Link Reliability for GPSR-MA protocol in VANETs-Highways

Dr. Mothanna ALKUBEILY\*

Sara INBASHI\*\*

(Received 6 / 1 / 2019. Accepted 30 / 4 / 2020)

### □ ABSTRACT □

Vehicular Ad-hoc network is an emerging technology, which takes vehicles as nodes to form a wireless network. The topology of such network changes rapidly as the nodes are in continuous motion with different speeds, leading to some serious issues that must be handled properly in order to make VANETs effective. One of these problems is Link Breakage, which GPSR-MA suffers from, especially in Highways environments

In this paper, we propose the new suggested protocol, called Reliable-GPSR (R-GPSR) that relies on both node's velocity & velocity change information ( $\Delta s$ ) to select the best next relay node and to avoid Link Breakage problem as much as possible principally on highways.

For this purpose, we used the simulator NS 2.35 with some additions to perform both of GPSR-MA & R-GPSR. Based on analysis, comparison among the tow protocols and from the simulation results we have obtained, we found that R-GPSR is the best under the circumstances set out in the study.

**Keywords:** Vehicular Ad Hoc Network, Geographic Routing, Link Reliability, next relay node.

---

\* Associate Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

\*\* Master Student, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

## تحسين وثوقية الوصلة لدى البروتوكول GPSR-MA في بيئات الطرق السريعة في شبكات VANETs

- د. مثنى القبيلي
- سارة إنباشي

(تاريخ الإيداع 6 / 1 / 2019. قَبْلُ للنشر في 30 / 4 / 2020)

### □ ملخص □

تعد شبكات العربات المتحركة VANETs تكنولوجيا واعدة، تأخذ المركبات كعقد لتشكّل شبكة لاسلكية. تتغير طوبولوجيا هذه الشبكة بسرعة حيث أن العقد في حركة مستمرة وبسرعات مختلفة، مما يؤدي إلى ظهور بعض المشكلات الخطيرة التي يجب معالجتها بشكل صحيح من أجل جعل هذه الشبكات فعالة. إحدى هذه المشكلات هي الانقطاع المتكرر لوصلة الاتصال التي يعاني منها البروتوكول GPSR-MA ولاسيما في بيئات الطرق السريعة. نقدم في هذا البحث البروتوكول المقترح (R-GPSR) Reliable GPSR الذي يعتمد على معلومي سرعة وتغير سرعة العربة  $\Delta s$  من أجل اختيار عقدة الربط التالية المثلى والحد قدر الإمكان من حدوث مشكلة انكسار الوصلة في بيئات الطرق السريعة.

لتحقيق هذا الغرض استخدم المحاكى NS 2.35 مع وجود عدة إضافات لتنفيذ كل من البروتوكول GPSR-MA والبروتوكول المقترح، واعتماداً على نتائج المحاكاة التي حصلنا عليها وبالتحليل والمقارنة بين البروتوكولين عند كثافة عقد متوسطة، توصلنا إلى أن البروتوكول المقترح هو الأفضل من ضمن الشروط المحددة في هذه الدراسة.

الكلمات المفتاحية: شبكات العربات المتحركة، التوجيه الجغرافي، وثوقية وصلة الاتصال، عقدة الربط التالية.

• أستاذ مساعد، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سورية.  
•• طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سورية.

**مقدمة:**

مع تقدّم العالم بسرعة كبيرة في جميع مجالات الحياة تقريباً، بما فيها صناعة العربات، حيث تُستخدم التقنيات الجديدة لتوفير المزيد والمزيد من التسهيلات للركاب على الطرق بما في ذلك تطبيقات السلامة، معلومات الترفيه والنقل الذكي. تعد شبكات VANETs إحدى هذه التقنيات وهي تقنية ناشئة جديدة لدمج قدرات شبكات الجيل الجديد اللاسلكية في العربات [1]. بالرغم من أن هذه الشبكات ترث بعض الخصائص من شبكات MANETs كتنقلية العقد والقدرة على التنظيم الذاتي، إلا أنها تمتلك بعض الخصائص الفريدة والمميزة مثل الحركة العالية للعقد، انقطاع الاتصال المتكرر والطوبولوجيا المتغيرة ديناميكياً، ما يجعلها أكثر مواجهة للعديد من التحديات والذي يعد التوجيه أبرزها [2]، لذلك يُعد اختيار بروتوكول التوجيه المناسب لإرسال رزم البيانات من المصدر إلى الهدف (الوجهة) هو محور أبحاث الشبكة وجوهرها.

تُصنّف استراتيجيات التوجيه عموماً في VANETs إلى نوعين: التوجيه القائم على المصدر source routing حيث توفر العقدة المصدر المسار الذي يجب أن تسلكه رزمة البيانات للوصول إلى الوجهة. وتوجيه القفزة - قفزة hop by hop routing أو كما يسمى أحياناً بالتوجيه الجغرافي [3]: لا يتضمن معلومات عن كامل المسار في الرزم المرسل، بل يكون كافٍ للمصدر فقط بأن يعلم كيف يرسل الرزمة إلى القفزة التالية، وهكذا حتى تصل الرزمة إلى الهدف. توصل الباحثون إلى أن التوجيه الجغرافي هو الأنسب والأفضل للتعامل مع شبكات VANETs [3]. وفي الواقع، تتبع معظم بروتوكولات التوجيه الجغرافي أسلوب التوجيه الطماع greedy forwarding، الذي تستند آلية عمله على اختيار العقدة الأقرب للهدف جغرافياً كعقدة ربط تالية next relay node لإعادة توجيه رزمة البيانات، أحد أهم هذه البروتوكولات هو البروتوكول Greedy Perimeter Stateless routing (GPSR) protocol.

نظراً لأن GPSR يعتمد اعتماداً كلياً على المعلومات الجغرافية للعقد (معلومات الموقع فقط) أثناء عمله، يجب على وصلات الاتصال المتشكلة بين العقد أن تكون على مستوى عالٍ من الوثوقية والاستقرار [4]، لاسيما في بيئات الطرق السريعة Highways environments. فبالرغم من أن أداء GPSR أفضل في ظل هذه البيئات مقارنة بأدائه في بيئات المدن بسبب غياب العوائق، لكنه وبسبب اعتماده أسلوب التوجيه الطماع، بمعنى أنه يعطي الأفضلية للعقد الحدودية Border nodes لأن تكون عقد الربط التالية، فإنه يعاني من مشكلة انقطاع الوصلة Link Breakage والتي تحدث بشكل رئيسي في بيئات الطرق السريعة نتيجة السرعات الكبيرة لهذه العقد ما يؤدي إلى خروجها من مجال إرسال العقدة المرسله خلال زمن قصير جداً، وبالنتيجة انخفاض معدل تسليم الرزم PDR (Packet Delivery Ratio) وتدهور الأداء في الشبكة [5].

سنقدم في هذا البحث دراسة حول البروتوكول التقليدي GPSR وآلية عمله، ثم سنتناقش مشكلة انكسار الوصلة وما يترتب عليها من آثار على نسخة البروتوكول GPSR-MA، ليتم بعدها الانتقال إلى كيفية حل هذه المشكلة وتقديم البروتوكول المقترح R-GPSR (Reliable GPSR) اعتماداً على معلومة تغير سرعة العربة من أجل تحسين وثوقية الوصلة في نسخة البروتوكول GPSR-MA، وصولاً إلى مقارنة النتائج ومناقشتها.

## أهمية البحث وأهدافه:

يدرس هذا البحث البروتوكول GPSR باعتباره البروتوكول الأساسي في عائلة بروتوكولات التوجيه الجغرافي الطماع (Geographic Greedy Routing Protocols) والتي تعد أفضل أصناف البروتوكولات بالنسبة لشبكات VANETs نظراً للخصائص التي تميز هذه الشبكات عن باقي أنواع الشبكات اللاسلكية من طوبولوجيا ديناميكية باستمرار والحركية العالية المصاحبة للسرعات العالية للعربات فيها [6]. اختيرت دراسة أداء وعمل أحد نسخ هذا البروتوكول في بيئات الطرق السريعة باعتبار أن هذه البيئات تشكل الخطر الأكبر اتجاه قضية وثوقية الوصلة بسبب سرعات العقد الكبيرة مقارنة بظروف بيئات المدن والعقد فيها، خاصة عند التعامل مع عقد حدودية، إذ تعد أكثر العقد تهديداً لسلامة وضمان استمرارية عمل الوصلة ولاسيما في هكذا نوع من البيئات. فإلى جانب خطر السرعات العالية التي تتحرك بها هذه العقد، فإن احتمال خروجها من مجال إرسال العقدة المرسله كبير جداً مقارنة بالعقد الأخرى التي تكون أبعد عن حدود منطقة الإرسال، وعليه يجب ملاحقة تغيرات حركة العقد بالشكل المطلوب والكافي لضمان اتصالات سليمة وفعالة. يهدف هذا البحث إلى إيجاد آلية لاختيار عقدة الربط التالية الأمثل من أجل تحقيق وثوقية أعلى لوصلة الاتصال.

## طرائق البحث ومواده:

طبّق في هذا البحث سيناريو المحاكاة على برنامج NS - Network Simulation، الإصدار (NS 2.35). هو محاكي خاص بالأحداث المنقطعة، موجّه إلى الأبحاث الشبكية ومتاح للعموم. وهو عبارة عن حزمة برمجية مفتوحة المصدر (open source)، كما أنه مُجهز بشكل كامل من ناحية البروتوكولات، النماذج والخوارزميات بأدوات مساعدة [7]. سنستفيد في بحثنا من الإمكانيات الكبيرة التي يقدمها المحاكي في مجال الشبكات اللاسلكية المتنقلة. حيث سنصمم الشبكة وفق سيناريو محدد، نطبّق نسخة البروتوكول GPSR-MA، ومن ثم سننفذ آلية التعديل المقترحة وتُحدد البارامترات المرغوب دراستها، وصولاً إلى إتمام عملية المحاكاة وإظهار النتائج ومقارنتها لتحديد البروتوكول الأفضل.

### 1 التوجيه الجغرافي في شبكات (VANETs):

#### 1.1 المفهوم العام للتوجيه الجغرافي في شبكات VANETs:

تعتمد هذه الطريقة في التوجيه على المعلومات الجغرافية الخاصة بمواقع العقد في الشبكة من أجل إنشاء مسار فعال باتجاه الهدف [8،9]، حيث يقوم المصدر بإرسال الرزمة أو الرسالة اعتماداً على موقع الهدف الجغرافي وليس على عنوان الشبكة. إن من أهم الميزات والفوائد لاستخدام آلية التوجيه الجغرافي مقارنة بالتوجيه المعتمد على طوبولوجيا الشبكة هي تلك الخاصة التي يتمتع بها التوجيه الجغرافي بأنه لا يتطلب صيانة لمسار التوجيه والذي يعد ملائماً جداً للشبكات الديناميكية المتغيرة بسرعة أي الـ VANETs. إضافةً إلى دوره في المساعدة على تخفيف الحمل الزائد على الشبكة وذلك باعتماده على المعلومات المحلية فقط دون الحاجة إلى تخزين جداول توجيه عن الشبكة.

## 2 التوجيه الطماع في شبكات VANETs:

يمكننا تعريف التوجيه الطماع بأنه عبارة عن أسلوب أو طريقة توجيه تقوم فيها عقدة وسيطية بإعادة توجيه الرزمة إلى أبعد عقدة جارة بنفس الاتجاه المؤدي إلى الهدف. تتطلب هذه الطريقة في التوجيه من العقدة الوسيطة أن تعي ثلاثة أمور وهي [10،11].

- 1- موقع العقدة نفسها ويتم الحصول عليه من نظام المواقع العالمي GPS، ومن ثم يُبث إلى العقد الجيران المباشرة (على بعد قفزة واحدة) عن طريق الإرسال الدوري لرسائل المنارة (beacon/Hello messages). حيث تعلن كل عقدة عن عنوانها، إضافةً إلى موقعها الجغرافي لكل العقد المجاورة.
- 2- موقع الجيران المباشرين ويتم الحصول عليه من رسائل المنارة.
- 3- موقع الهدف النهائي، والذي عادة ما يتم الحصول عليه من تطبيق خدمات الموقع location services. يعتمد عندها قرار التوجيه عند كل عقدة على موقع الهدف المضمن في الرزمة، ويعتمد أيضاً على مواقع جيران هذه العقدة. حينما تستقبل العقدة رسائل المنارة من العقد المجاورة، تقوم بتخزين كل من العنوان والموقع لتلك العربات في جدول الجيران (neighbors table). عندما تريد عقدة أن توجه رزمة فإنها تستخدم الجدول لتحديد الجار الذي يجب أن تنتقل إليه الرزمة بحيث تصبح الرزمة أقرب للهدف (بمعنى آخر يحصل تقدم للرزمة باتجاه الهدف) [8].

سنركز بالحدث في بحثنا على البروتوكول المرجعي والأساسي في عائلة بروتوكولات التوجيه الجغرافية الطماع (البروتوكول GPSR) ثم سننتقل إلى النسخة المطورة GPSR-MA لنتطرق إلى مشكلة انكسار الوصلة التي يعاني منها.

## 3 آلية عمل البروتوكول GPSR:

يمكننا توضيح آلية عمل البروتوكول GPSR وكيفية الانتقال بين نمطي التوجيه الطماع Greedy وتوجيه الحافة Perimeter من خلال ما يلي:

لكن بداية علينا أن ننوه إلى أن ترويسة رزمة هذا البروتوكول تحتوي على علم (M) flag يدل فيما إذا كانت الرزمة ضمن النمط الطماع (greedy-mode) أو ضمن نمط توجيه الحافة (perimeter mode) [9]، فعند التهيئة:

✓ يضمن المصدر الموقع الجغرافي للعقدة الهدف (ويكون غير متغير خلال توجيه هذه الرزمة عبر الشبكة) ضمن الترويسة.

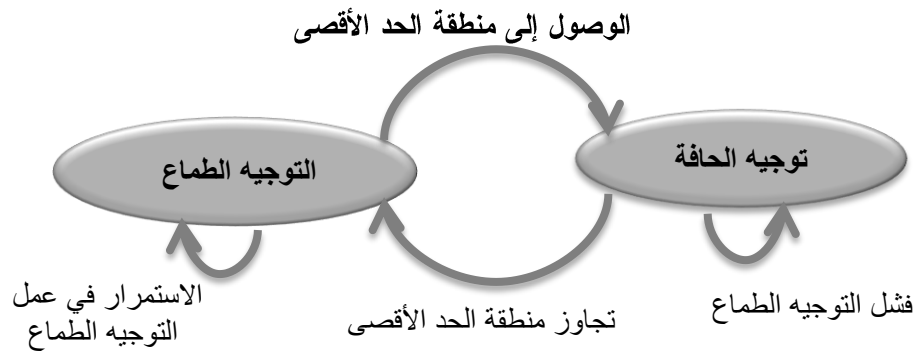
✓ تكون الرزمة التي ولدت من قبل المصدر ضمن نمط توجيه الطماع.

- **نمط التوجيه الطماع (Greedy mode)**، ويتم فيه ما يلي [10]:

- البحث في جدول جيران العقدة المرسله عن أفضل عقدة جارة، والتي تُحقق مفهوم وعمل التوجيه الطماع. فإذا نوجدت، تُنقل رزمة البيانات إلى طبقة الـ MAC ليتم إرسالها إلى تلك الجارة.
- في حال عدم إيجاد عقدة جارة تُحقق آلية التوجيه الطماع أي عندما لا تجد العقدة المرسله عقدة وسيطية ضمن قطاع زاوي قدره  $2\pi/3$  من مجال تغطيتها، وكان من غير الممكن الانتقال إلى نمط الاستعادة/ توجيه الحافة (في البيئات ذات الكثافة المنخفضة)، عندئذ تُهمل رزمة البيانات.
- أما إذا كان بالإمكان الانتقال إلى نمط الاستعادة، تُعالج رزمة البيانات حسب آلية العمل المتبعة في نمط الاستعادة والتي ستوضح فكرة عملها في الفقرة اللاحقة.

### - نمط الاستعادة / توجيه الحافة (Perimeter mode)، ويتم فيه ما يلي [10]:

- عندما تدخل الرزمة في نمط توجيه الحافة، يسجل البروتوكول في الترويسة موقع العقدة التي فشل عندها التوجيه الطماع وانتقل إلى توجيه الحافة. عند استقبال رزمة من نمط توجيه الحافة، تقوم العربة المُستقبلة للرزمة بمقارنة موقعها الحالي مع موقع العربة التي تم الدخول عندها في نمط الاستعادة، فإذا كان موقع العربة الحالية أقرب للهدف من العقدة التي تم الدخول عندها في نمط الاستعادة، تُستأنف آلية عمل التوجيه الطماع حسب ما ذكر في الفقرة السابقة.
  - أما في حال لم تكن العقدة الحالية أقرب للعقدة الهدف من العقدة التي تم الدخول عندها في نمط الاستعادة، يُستمر العمل وفق استراتيجية الاستعادة بحيث في كل مرة تُوجّه الرزمة إلى عقدة تعمل في نمط توجيه الحافة، تُسجّل العقدة التي حدث عندها ذلك.
- فيما يلي، نلخص آلية التوجيه المستخدمة في البروتوكول GPSR عبر الشكل 1.



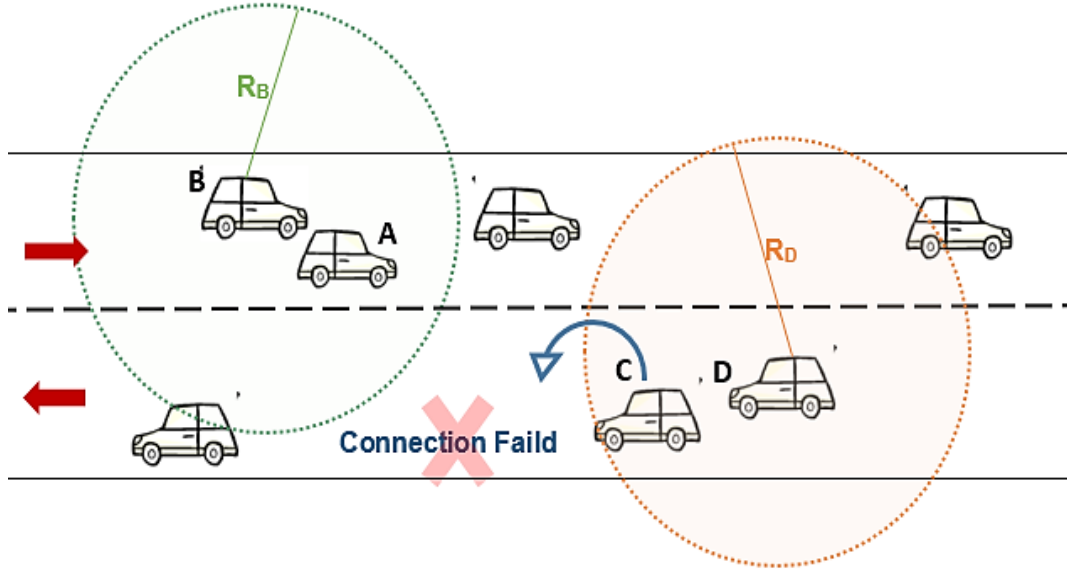
الشكل 1: نمطي التوجيه في البروتوكول GPSR

#### 4 مشكلة انكسار الوصلة في البروتوكول GPSR:

يعاني البروتوكول GPSR بشكل رئيسي من احتمال حصول مشكلة انكسار الوصلة (انقطاع الوصلة) link breakage؛ بسبب الحركة العالية للعربات والتغير السريع والمتكرر في طوبولوجيا الشبكة. إذ أن هذه المشكلة تحصل بشكل أساسي بسبب أن العقدة تعتمد في اتخاذ قرار التوجيه على معلومات من رسالة hello قديمة، أو أن تبقى العقدة على عقد جيران لها تكون قديمة وتالفة stale neighbors nodes عند اختيارها لعقدة الربط التالية next relay node في نمط توجيهه greedy، عندها يمكن أن تملك هذه العقد التالفة أولوية عالية مقارنة بالعقد الأخرى. لذا عند توفر رزم بيانات لدى عقدة الربط هذه ويتوجب إرسالها، يحدث التوجيه الخاطئ مؤدياً إلى انقطاع الاتصال وحدث مشكلة link breakage [11].

سبب آخر لحدوث هذه المشكلة هو الحركة العالية والسرعات الكبيرة جداً التي تمتاز بها العربات في الطرق السريعة عن غيرها من البيئات، لذا فإن الاتصال بين أية عربتين يكون صالحاً لفترة قصيرة جداً. لكن معظم بروتوكولات التوجيه الجغرافي تفترض أن سرعات العربات في الـ VANETs تبقى ثابتة خلال الـ Hello interval، مما يؤدي إلى حدوث انكسار للوصلة في معظم الحالات (مثلاً تغيير سرعة العقدة الجارة خلال هذه الفترة يؤدي إلى خروجها من مجال إرسال العقدة المُرسلة) [12]. ومن أوضح الأمثلة على ذلك

عندما يحدث أن تكون العقدة الجارة هي عقدة حدودية والموضحة في الشكل التالي، حيث تخرج الجارة (العقدة C) من مجال إرسال العقدة المرسل (العقدة D) ليحدث انقطاع في الاتصال بينهما.



الشكل 2: مثال عن تأثير تغيرات سرعة العربات خلال Hello interval على استقرار وصلة الاتصال

## 5 الدراسات المرجعية Related Works:

قدم الباحثون في [13] بروتوكولاً محسناً معتمداً على كثافة الحركة المرورية في الطرق من أجل تعزيز استقرار وصلة التوجيه. حيث اعتمدت فكرة نموذج تدفق حركة المرور (FTM (Fluid Traffic Model)، والتي يُركّز فيها على كثافة العربات وحساب السرعة الوسطية الحالية على الطريق. ومن ثم يُقسّم مجال إرسال العقدة المرسل إلى ثلاث مجموعات (منطقة قريبة، وسطى، بعيدة) حسب المسافة الفاصلة بينها وبين كل جارة من جيرانها، ثم تُحدّد قيمة عتبة للسرعة لإعطاء الأولوية المناسبة لكل مجموعة من الجيران التي قُسمت ضمن مناطق وذلك حسب سرعاتهم مقارنة بقيمة العتبة المحددة للسرعة. إلا أن هذه الدراسة تغفل فكرة وجود أكثر من جارة ضمن نفس المنطقة وتملك نفس درجة الأولوية، كما أنها تعتمد على المعلومات الحالية في اختيار عقدة الربط التالية أي حسابات غير دقيقة. كما اقترح وقدم البروتوكول GPSR+Predict في كل من [17،18]، والذي يعتمد على تقدير وتوقع مواقع العقد المستقبلية، حيث تُضمّن المعلومات التي قُدّرت في رسالة الـ Hello ليؤخذ بها بالحسبان في عملية اختيار عقدة الربط الأفضل. لا يتضمن البروتوكول الجديد معلومات عن سرعة واتجاه العقد في رسائل المنارة، ولكن يُعتمد عليها في تقدير الموقع الجغرافي المستقبلي، وهذا يمكن كل عربة من معرفة جيرانها المحتملين في المستقبل القريب، لكن اعتماد البروتوكول المُستخدم على التقدير والتوقع، جعله لا يعطي معلومات صحيحة ودقيقة أحياناً، مما يؤدي إلى ضياع الرزم وحصول التأخير الزمني.

## 6 البروتوكول المقترح Proposed Protocol:

قبل عرض آلية التعديل المقترحة لمنع انقطاع الوصلة في نسخة البروتوكول GPSR-MA، لابد أن نذكر مدى أهمية ودور معلومة تغير سرعة العربة  $\Delta S$  اتجاه قضية وثوقية وصلة الاتصال ولاسيما في بيئات الطرق السريعة، إذ أنه أحياناً يؤدي تغير سرعات العربات خلال Hello interval إلى خروجها من مجال إرسال العقدة المرسله كما ذكر سابقاً، لذا لا يعد التوجيه الطماع وحده كافياً في هذه البيئات، وهذا ما أكدته الدراسة [5]. إذ يتم الاستفادة من معلومة تغير سرعة العربة في تحديد درجة وثوقية واستقرار وصلة الاتصال، وذلك اعتماداً على المدى أو المجال الذي تغير فيه العربة سرعتها، لتحديد فيما إذا الوصلة مستقرة ومضمونة أم لا. حقيقة لوحظ ارتفاع نسبة تسليم الرزم PDR عند الاعتماد على معلومي  $\Delta S$  وسرعة العربة معاً.

### 6.1 الآلية المقترحة:

بفرض أن معلومة تغير سرعة العربة  $\Delta S$  تكون متوفرة لدى العربة بشكل مسبق، واعتماداً على قيم السرعة و  $\Delta S$  تكون فكرة التعديل المقترحة كالآتي:

يُضاف معامل (Quality) Q ليعبر عن وثوقية وصلة العربة (الجاره) إلى حقل السرعة في رزمة Hello، ليأخذ هذا المعامل 1bit من الحجم المخصص لحقل السرعة (2Bytes). ويأخذ معامل Q إحدى القيمتين: إما (1) لتعبر وتؤكد على وثوقية الوصلة المتشكلة بين هذه الجارة والعربة المرسله، أو (0) لتبين أن تغير سرعة الجارة غير مناسب للعربة المرسله وبالنتيجة ليست المناسبة لأن تكون عقدة الربط التالية. يُوضّح شكل ومحتويات رزمة Hello الجديدة في الشكل 3.

### 6.2 معامل التوجيه Routing metric:

عدّلت علاقة معامل توجيه بروتوكول GPSR-MA الموضحة كالآتي [14]:

$$m = w_1 * F(S) + w_2 * F(Dir) + w_3 * F(Dis) \quad (1)$$

حيث تشير $w_1, w_2, w_3$ إلى أوزان مختل	Node ID	Node Position	Node Direction	Node Speed ( 2 bytes)	Time Stamp
	2 bytes	4 bytes	2 bytes	15 bits	Q 2 bytes

الشكل 3: محتويات رسالة المنارة في البروتوكول المقترح

فة ومخصصة لكل من معامل السرعة، معامل الاتجاه ومعامل المسافة على الترتيب.

حيث:  $w_1 = w_2 = w_3 = 0.3$  [14].

أما  $F(S)$ ،  $F(Dir)$ ،  $F(Dis)$ ، فهي تابع الوزن لكل من السرعة والاتجاه والمسافة.



اعتماداً على قيم كل من سرعة العربة وقيمة  $\Delta S$  الخاصة بها، تقارن العقدة (العربة) المرسله معلوماتها بتلك الخاصة بكل جارة من جيرانها، واعتماداً على قيمة معامل Q المضمنة في رزمة Hello المتبادلة، نحن أمام حالتين:

- 1- (معامل Q=0) للجارة، فنكون علاقة معامل التوجيه المعتمدة هي ذاتها [14] دون أي تغيير.
  - 2- (معامل Q=1) للجارة، عندها تُرفع قيمة معامل الوزن الخاص بمعامل السرعة ( $w_1$ ) ليصبح 0.4 .
- لذا نجد أن هذه الطريقة تعطي أفضلية (أولوية) للجارة التي تملك وصلة الاتصال ذات الوثوقية الأعلى، أي أن التعديل المقترح من أجل معرفة وثوقية وصلة العربة وتضمينها في رزمة hello — تقبينا بعيدين عن العمليات الاحتمالية أو التوقع وما ينتج عن التوقع من أخطاء متمثلة في ضياع الرزم بسبب عدم إمكانية التحديد الصحيح والدقيق لعقدة الربط التالية، إذ اختيرت هذه العقدة اعتماداً على المعلومات التي توفرها رزمة hello وأهمها معلومتي سرعة وتغير سرعة العقدة المرشحة التي ستصبح عقدة الربط التالية.

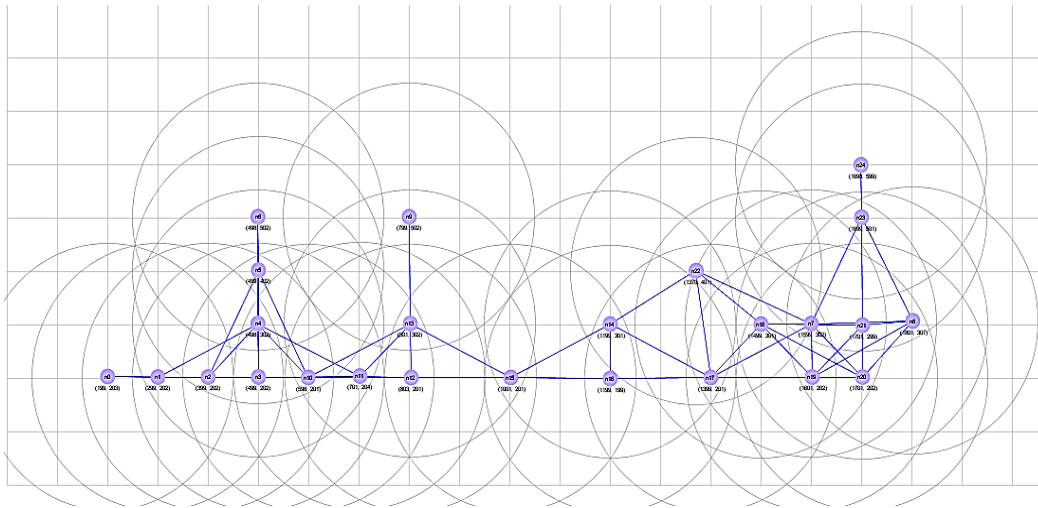
## 7 المحاكاة وإظهار النتائج:

تتكون المحاكاة من عدة مراحل نوردها كما يأتي:

نحاول من خلال المحاكاة تنفيذ السيناريو المحدد مع البروتوكول GPSR-MA ومن ثم ننفذ البروتوكول المقترح الجديد ليُصار إلى مقارنة نتائج البروتوكولين من حيث التأخير الزمني ونسبة تسليم الرزم.

### 7.1 سيناريو المحاكاة:

لقد قمنا بإجراء جميع عمليات المحاكاة باستخدام البرنامج NS 2.35 على شبكة مؤلفة من 25 عقدة متوضعة ضمن مساحة مربعة 2000m X 2000m. وقد اختير نموذج التنقل بحيث تتحرك كل العربات بسرعات محددة مسبقاً (70–120 km/h) في اتجاهات محددة مسبقاً، وشكل الشبكة مبين في الشكل 4.



الشكل 4: سيناريو الشبكة المدروس

تمت المحاكاة خلال زمن مقداره (50 sec)، وقد أُجريت باستخدام مولد بيانات ثابت من عقد الشبكة ذات حجم Packet Size= 512 bytes. أما القيم الأخرى فهي موضحة في الجدول (1).

الجدول (1): بارامترات المحاكاة [15]

Parameters	Values
Simulation Time	50 sec
Environment Size	2000m X 2000m
Number of nodes	25
Radio range	250m
Packet Size	512 bytes
Traffic-Type	CBR
Transmit power	0.005 W
Data rate of each node	11 Mbps
MAC Protocol	IEEE 802.11p
Routing protocol	GPSR-MA , R-GPSR
Vehicle speed	(70-120) Km/h
Hello Interval	1.5 sec

ولتقييم أداء البروتوكولين المدروسين فقد قمنا باعتماد السيناريو هين الآتيين:

#### السيناريو 1:

اعتمدنا سيناريو شبكة VANET مكون من 25 عربة. تتوضع هذه العربات ضمن مساحة (2000mX2000m) ولكل عربة مسارها الخاص بها، اختيرت هذه القيم حسب مفهوم الكثافة المتوسطة للعربات التي اعتمدت في بحثنا هذا. ونحاكي حركة العربة على مقطع طريق ضمن بيئة طرق سريعة. أجرينا المحاكاة خلال فترة زمنية تصل إلى 50 ثانية وبوجود تطبيقين في الشبكة. يبدأ التطبيق الأول مع بداية زمن المحاكاة ويُنفذ بين العقدتين 0 و6 (العقدة 6 هي العقدة المستقبلية)، أما التطبيق الآخر فينفذ بين العقدة 21 و10 (10 هي العقدة المستقبلية) ويبدأ عند اللحظة 27 من زمن المحاكاة.

الغاية: تقييم ودراسة أداء الشبكة بشكل عام وأداء GPSR-MA بشكل خاص من خلال مراقبة قيم محددة لنتائج المحاكاة تتمثل بالتأخير الزمني والإنتاجية والتي تعطي صورة عن مدى سلامة واستمرار عمل وصلة الاتصال بين العقد.

#### السيناريو 2:

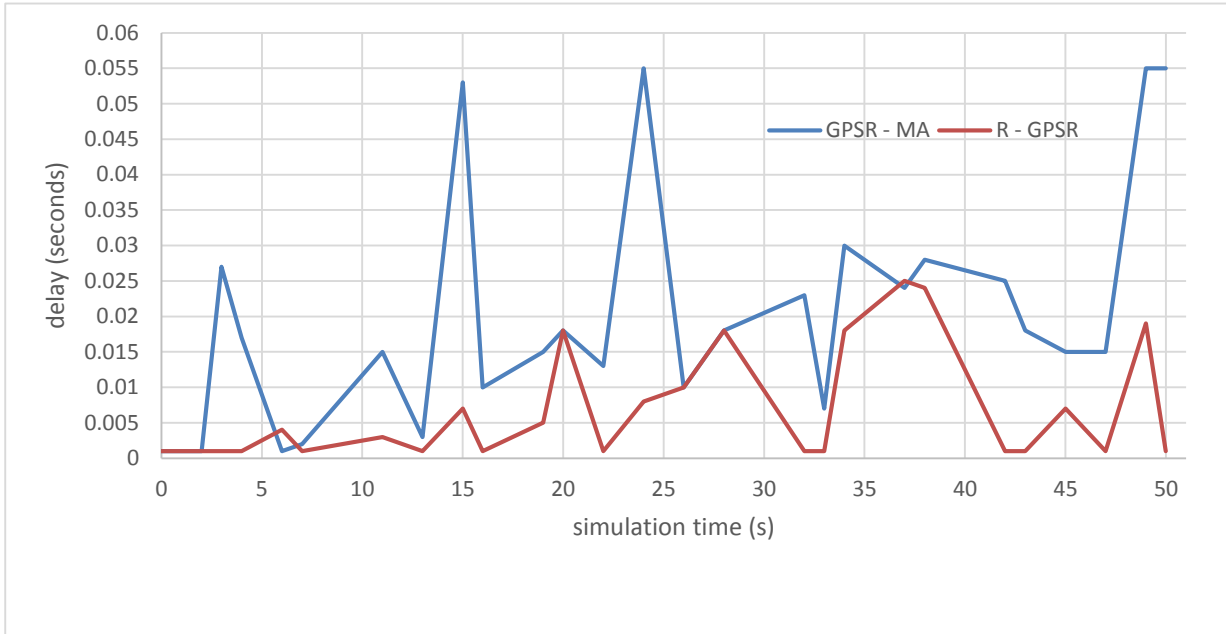
اعتمدنا السيناريو 1 بشكل كامل مع المحافظة على نفس الفرضيات تماماً. أما التغيير الوحيد هو تطبيق التعديل المقترح على آلية عمل البروتوكول.

الغاية: تقييم ومقارنة أداء البروتوكولين من خلال قيم نتائج المحاكاة المحددة (التأخير الزمني والإنتاجية) لرؤية مدى التحسين الذي يقدمه البروتوكول المقترح R-GPSR.

نتائج السيناريو الأول:

• بارامتر التأخير الزمني:

يوضح الشكل 5 نتيجة عمليات المحاكاة التي أُجريت على بارامتر التأخير الزمني لكلا السيناريوهين. اعتمدت النتائج عند العقدة 6؛ لأنها العقدة المستقبلية في التطبيق الأول، باعتباره يغطي كامل زمن المحاكاة. يتم ملاحظة أن بروتوكول GPSR-MA يُسجل أعلى قيمة للتأخير في بعض اللحظات الزمنية كاللحظة 15، اللحظة 25 وفي نهاية زمن المحاكاة حيث تصل القيم إلى 0.055 sec، سبب ذلك يعود إلى أمرين: إما حدوث إسقاط للرمز وضياعتها، حيث يبلغ عدد الرزم الضائعة lost packets على كامل فترة المحاكاة 76 رزمة من أصل 671 رزمة مؤددة كما يوضحه الشكل 6 الذي يعبر عن تدفق حركة الرزم عبر الشبكة. السبب الآخر لقيم التأخير العالية هو أن الاتصال قد انقطع في هذه اللحظات وحدث انكسار في الوصلة. وبشكل وسطي بلغت قيمة التأخير الزمني في هذا السيناريو



الشكل 5: قيم التأخير الزمني لكل من البروتوكولين GPSR-MA و R-GPSR

0.020519 sec

Name	ID	Gen. Packets	Gen. Bytes	T. Lost Packets	T. Lost Bytes
cbr	-1	755	737 Kb	58	57 Kb
GPSR	-1	671	7 Kb	76	836 bytes
HLS	-1	831	33 Kb	112	4 Kb

الشكل 6: أداء الشبكة وعدد الرزم التي يتم توليدها وإسقاطها لدى بروتوكول GPSR-MA

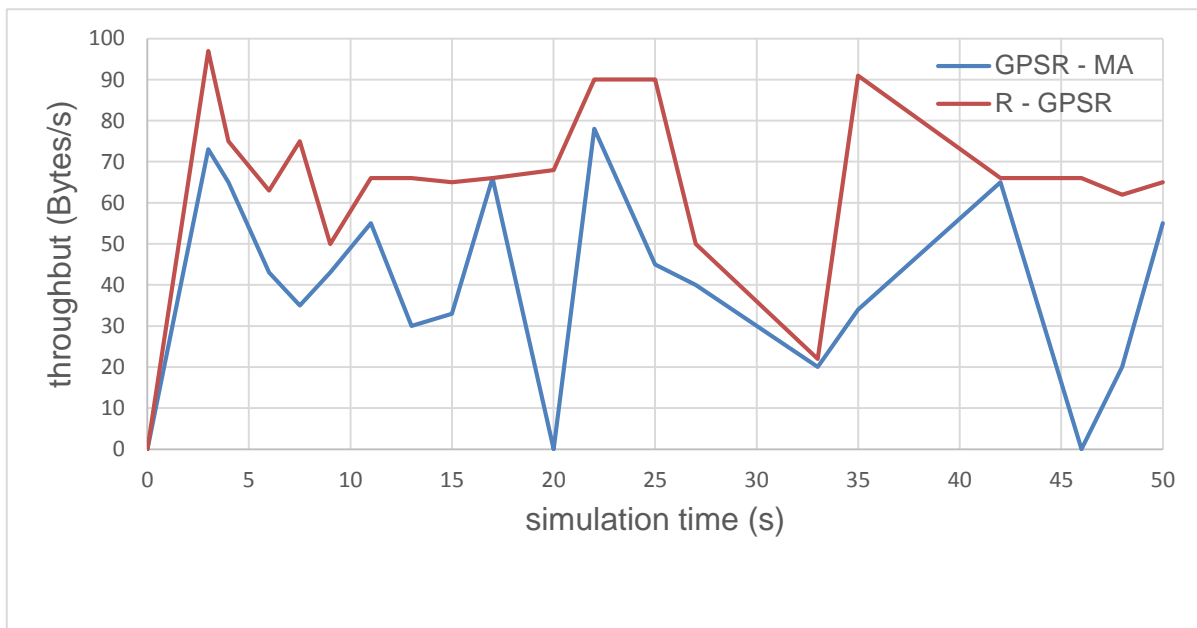
أما بالنسبة لقيم التأخير الزمني التي يسجلها بروتوكول R-GPSR عند العقدة 6، فهي أدنى مقارنةً بالقيم التي يسجلها البروتوكول السابق، حيث يأخذ التأخير الزمني أعلى قيمة لدى R-GPSR عند اللحظة 37 sec ليسجل قيمة تأخير 0.025 sec. كما يتم ملاحظة أن معظم قيم التأخير في السيناريو الثاني لا تتجاوز 0.015 sec، هذا يعني أن معدل انكسار الوصلة انخفض بشكل واضح كذلك معدل الرزم الضائعة أو المُسقطّة. ويؤكد الشكل 7 ذلك

حيث انخفض عدد الرزم الضائعة ليلغ 61 رزمة في هذه السيناريو. مع الإشارة إلى أن متوسط التأخير الزمني بلغ 0.006667 sec عند تنفيذ البروتوكول الجديد.

Name	ID	Gen. Packets	Gen. Bytes	T. Lost Packets	T. Lost Bytes
cbr	-1	766	748 Kb	41	40 Kb
GPSR	-1	653	7 Kb	61	671 bytes
HLS	-1	1324	53 Kb	123	4 Kb

الشكل 7: الرزم المولدة والضائعة أثناء عمل بروتوكول R-GPSR

بارامتر الإنتاجية: فيما يتعلق ببارامتر الإنتاجية، فكانت القيم التي يسجلها البروتوكول GPSR-MA عند العقدة 6 موضحة في الشكل 8، حيث نلاحظ أن أعلى قيمة يتم تسجيلها هي 88 bytes/s في اللحظة 22 sec من زمن المحاكاة. لتتراوح قيم الإنتاجية بعد ذلك بين المجال (20-70) bytes/s، وتكون القيمة الوسطية للإنتاجية عند عمل هذا البروتوكول هي 40.05 bytes/s. من جهة أخرى، لوحظ أن البروتوكول R-GPSR يحقق إنتاجية



الشكل 8: قيم الإنتاجية لدى بروتوكولي GPSR-MA و R-GPSR

أعلى عامةً، حيث يسجل ما يقارب 97 bytes/s كأعلى قيمة له عند بداية عملية المحاكاة تقريباً. كما أن متوسط الإنتاجية بلغ 64.65 bytes عند تنفيذ هذا البروتوكول. بذلك نتوصل إلى أن البروتوكول R-GPSR يحقق أداءً أفضل بفارق 24.6%.

### الاستنتاجات والتوصيات:

- درسنا في هذا البحث وحللنا أداء البروتوكولين GPSR-MA والمقترح الجديد R-GPSR بهدف تحديد البروتوكول الأفضل بينهما والقادر على العمل في حالة السرعات العالية للعربات من ناحية التأخير الزمني الأقل ومعدل تسليم الرزم الأكبر. وأثبتنا من خلال نتائج المحاكاة باستخدام بيئة المحاكاة NS 2.35 ما يلي:
1. ظهور فرق واضح في الأداء بين البروتوكولين المدروسين عند دراسة بارامترى التأخير نهاية إلى نهاية والإنتاجية حيث أظهرت المخططات فرقاً في الأداء يصل حتى 15% بالنسبة للتأخير الزمني و24.6% بالنسبة لبارامتر الإنتاجية.
  2. أداء البروتوكول الجديد R-GPSR في شبكة ذات كثافة عقد متوسطة وبوجود سرعات عالية كما أظهرت النتائج، أنه الأفضل ضمن الشروط المدروسة، وذلك بسبب الاستفادة من معلومة تغير السرعة في عملية اختيار عقدة الربط التالية.
  3. انخفاض عدد الرزم الضائعة lost packets عند تنفيذ آلية التعديل المقترحة في السيناريو الثاني مقارنة بعدها في السيناريو الأول، وهذا يبين مدى دور كل من سرعة العربة و  $\Delta S$  في تحديد وصلة الاتصال الأكثر وثوقية واستقراراً.
- وبالنتيجة وبعد تحليل النتائج السابقة فإننا نوصي باستخدام البروتوكول R-GPSR كاستراتيجية توجيه مضمونة في البيئات التي تحوي سرعات عالية للعقد وخصوصاً من أجل التطبيقات التي يكون فيها التأخير الزمني غير مسموح.

### References:

- [1] SENOUCI,O. ; ZIBOUDA,A. and HAROUS,S., "Survey: Routing Protocols in Vehicular Ad Hoc Networks," in *Second International Conference on Advanced Wireless Information, Data, and Communication Technologies (AWICT 2017)*, Paris, 2017.
- [2] VENKATESH; INDRA,A. and MURALI,R., "Routing Protocols for Vehicular Adhoc Networks (VANETs): A Review," *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, vol. 5, no. 1, 2014.
- [3] DARISINI,N. ; KUMARI,S. and KARTHIKEYA,B., "AN OPTIMIZED GEOGRAPHIC ROUTING PROTOCOL FOR VANETS," *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 10, no. 22, 2015.
- [4] HASSAN,M. ; KARIM,S. ; SHAH,S. ; ABBAS,S. ; YASIN,M. ; SHAHZAIB,M. and UMAIR,M., "A Comparative Study on Frequent Link Disconnection," *EAI Endorsed Transactions on Energy Web and Information Technology*, vol. 5, no. 17, 2018.
- [5] DHURANDHER,S. ; OBIDAT,M., "GROOV: A Geographic ROUTing Over VANETs and Its Performance Evaluation," in *Global Communications Conference (GLOBECOM), 2012 IEEE*, 2012.

- [6] BATISH,S. ; MEHAN,B. ; BHATIA,R. and DHIMAN,A., "Performance Analysis of various Routing Protocols with Preference to Border Nodes in VANET Environment," *International Journal of Computer Applications*, vol. 7, no. 121, 2015.
- [7] KHAN,A. ; BILAL,S. and OTHMAN,M., "A Performance Comparison of Network Simulators for Wireless Networks," in *IEEE International on Control System, Computing and Engineering (ICCSC)*, 2012.
- [8] MAALA,B. and HASAN,B., "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.
- [9] KARP,B. and KUNG,H.T., "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks," in *Proceedings of the Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM*, 2000.
- [10] ERRITALI,M. ; REDA,O.M. and OUAHIDI,B., "UML modelling of geographic routing protocol "Greedy Perimeter Stateless Routing" for its integration into the " Java Network Simulator"'," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 2, no. 2, February 2012.
- [11] RYU,M. ; CHA,S. ; KOH,J. and CHO,K., "Position-based Routing Algorithm for Improving Reliability of Inter-Vehicle Communication," *KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS*, vol. 5, no. 8, 2011.
- [12] KARIMI,R. and SHOKROLLAHI,S., "PGRP: Predictive Geographic Routing Protocol for VANETs," *Computer Networks*, pp. 67-81, 2018.
- [13] H. a. R. WEN, "An Improved Greedy Forwarding Routing Protocol for Cooperative VANETs," in *1st International Conference on Information and Communication Technology (ICT-EurAsia)*, Yogyakarta, 2017.
- [14] GRANELLI,F. ; BOATO,G. ; KLIAZOVICH,D. and VERNAZZA,G., "Enhanced GPSR Routing in Multi-Hop Vehicular Communications through Movement Awareness," *Communications Letters, IEEE*, pp. 781-783, 2007.
- [15] RYU,M. ; CHA,S. ; KOH,J. ; KANG,S. and CHO,k., "Position-based Routing Algorithm for Improving Reliability of Inter-Vehicle Communication," *KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS*, vol. 5, no. 8, 2011.
- [16] SRIVASTAVA,A. and CHAURASTA,B.P, "Survey of Routing Protocol used in Vehicular Ad Hoc Networks," *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 7, no. 3, 2017.

- [17] HOUSSAINI,S.Z. ; ZAIMI,I. ; OUMSIS,M. and OUATIK,E.S., "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, pp. 137-146, 2017.
- [18] ALKUBEILY,M. and HABEEB,W., "Improving defence techniques In Secure Implicit Geographic Forwarding "SIGF " in Wireless Sensor Networks," *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series*, vol. 38, no. 2, 2016.
- [19] MANIVANNAN,D. and BERNSEN,J., "Greedy Routing Protocols for Vehicular Ad Hoc Networks," in *Wireless Communications and Mobile Computing Conference*, kentucky, 2008.
- [20] HOUSSAINI,S.Z. ; ZAIMI,I. ; OUMSIS,M. and OUATIK,E.S., "Improvement of GPSR protocol by using future position estimation of participating nodes in Vehicular Ad-hoc Networks," in *International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*, 2016.