اقتراح بنية هجينة لشبكة الاستشعار اللاسلكية وشبكة المركبات المخصصة لتحسين السلامة على الطرق

طالبة الماجستير: لارا علي كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة البعث

اشراف الدكتور: محسن عبود

الملخص:

مع تطور التكنولوجيا و الاتصالات اللاسلكية ظهرت انظمة النقل الذكية ITS، التي تهدف الى تحسين امن الطرق، و جعل الرحلة اكثر راحة و فعالية. قدمت ITS شبكات VANET لإنشاء بنية تحتية أكثر أماناً للنقل البري. من خلال اكتشاف الاحداث الخطرة على الطرق و نشرها للمركبات الاخرى، ولكن VANET تعاني من عدة مشاكل، لذلك لحل مشكلات VANET و تحسين امن الطرق، تقترح هذه الورقة البحثية دمج شبكات المستشعرات اللاسلكية WSN مع VANET، وبالتالي الحصول على شبكة HSVN بحيث تقوم عقد المستشعرات sensors بتحسس ظروف الطريق و توليد رسائل تحذير و نقلها للمركبات المارة مما يضمن للسائقين اتخاذ القرار المناسب قبل الوصول لموقع الخطر.

تم تحقيق البنية من خلال المحاكي NS2.35 و تم تقيمها، حيث بينت النتائج ان البنية المقترحة تؤدي لتحسين أمن الطرق و تقليل الحوادث.

الكلمات المفتاحية: حوادث الطرق ، أنظمة النقل الذكية ITS، شبكات VANET، شبكة WSN، شبكة HSVN، المحاكي NS2

Proposing a hybrid architecture of the wireless sensor network and the Vehicular Ad Hoc Network to improving road safety

abstract:

With the development of technology and wireless communications, ITS systems have emerged that aim to improving road safety, and make the trip more comfortable and effective. ITS provided VANET networks to create a safer infrastructure for land transport. By detecting hazardous events on the roads and spreading them to other vehicles, but VANET suffers from several problems, so to solve VANET problems and improve road safety, this article suggests integrating WSN with VANET and thus obtaining a HSVN network so that the sensors nodes sense the road conditions and generate warning messages and then transfer them to the passing vehicles, ensuring that drivers make the appropriate decision before reaching the danger site. proposed architecture was achieved through the NS2.35 simulator, and was evaluated, the results indicated that this architecture leads to improving road safety and reducing accidents.

Key words: Road Accidents, ITS Intelligent Transportation Systems, VANET Networks, WSN, HSVN, NS2 Simulator

1. المقدمة:

حسب تقرير منظمة الصحة العالمية الذي تم نشره في السابع من شهر شباط لعام 2020، فان عدد الوفيات الناتجة عن حوادث المرور يساوي 1.25 مليون شخص، و يتعرض ما بين 20 مليون و50 مليون شخص آخر لإصابات غير مميتة، ويصاب العديد منهم بالعجز نتيجة لذلك. كذلك يموت كل عام 260 ألف طفل على الطريق، ويصاب مليون آخرون بجروح خطيرة؛ حيث تتسبّب الإصابات الناجمة عن حوادث المرور في خسائر اقتصادية كبيرة للأفراد وأسرهم وللدول بأسرها. [1]

التطور التكنولوجي و الأبحاث الكثيرة في هذا المجال ادت لنشوء أنظمة النقل الذكية ITS (Intelligent Transportation Systems) ، و هي التطبيقات المتعلقة بأنظمة النقل التي تهدف لحل مشاكل أنظمة النقل. بشكل عام، تحاول أنظمة النقل الذكية تحسين أنظمة النقل البري، و ذلك من خلال تطبيق التقنيات الناشئة مثل الشبكات اللاسلكية و شبكات الاستشعار والشبكات الخلوية في البنية التحتية لنظام النقل، وفي المركبات نفسها. تعد شبكة المركبات المخصصة VANET (Vehicular Ad Hoc Network) أحد أهم مكونات أنظمة النقل الذكية. [2]

شبكة VANET لا تمنع وقوع الحوادث في حال الكثافة المنخفضة، لذلك كان الحل البديل هو شبكات HSVN (Hybrid Sensor and Vehicular Network) التي هي دمج شبكة VANET مع شبكة WSN (Wireless Sensor Network) .

2. أهداف البحث:

الهدف الرئيسي هو تحقيق شبكة HSVN من خلال كتابة الترميز المصدري الذي يحاكي عملها، و اضافته الى المحاكي NS2، ومن ثم يتم التحقق منها من خلال مقارنتها مع شبكة VANET التقليدية، بعد ذلك سيتم التحسين على البنية المقترحة من خلال اضافة عقدة استشعار لاسلكية متنقلة و تقييم ادائها في حال وجود فشل.

3. شبكات VANET:

تعد احد انواع شبكة MANET (Mobile Ad-hoc Network) ، حيث تكون عقد شبكة VANET هي المركبات التي تتحرك على شبكة الطرق، بالإضافة لوحدات موزعة على جانب الطريق تسمى RSU (Road Side Unit) التي تمثل البنية التحتية للطرق. كل من المركبات و وحدات RSU مزودة بجهاز اتصال لاسلكي، و بالتالي VANET تدعم نوعين من الاتصالات V2V (vehicle to vehicle) هي الاتصالات بين المركبات، و V2I (vehicle to infrastructure) هي الاتصالات بين المركبات و RSU. [2-3]

VANET تمنع من حوادث الطرق في بعض الاحيان، ولكنها تعاني من العديد من التحديات و المشاكل، حيث انها لا توفر اكتشاف مضمون في الوقت الحقيقي لظروف الطريق، هذا يعني انه فقط عند وجود مركبة، او RSU، تكتشف او يتم اخبارها بظروف الطريق يتم نشر المعلومات داخلVANET.

المشكلة الثانية في VANET انها تعاني من انقطاعات متعددة بالاتصال بسبب التنقلية العالية. [4]

لحل المشكلات السابقة يمكن نشر وحدات RSU على الطريق، بحيث انها تؤمن تغطية كاملة للطريق، و لكن هذا الحل مكلف جداً. لذلك الحل البديل الذي اقترحه هو شبكات WSN التي تؤدي عمل مشابه لعمل RSU ولكن بتكلفة منخفضة. يتم دمج VANET مع WSN بحيث يتم تشكيل شبكة هجينة HSVN.

1.3 شبكة Wireless Sensor Network (WSN):

تتكون من عدد كبير من عقد المستشعرات (sensors)، التي لها قدرات استشعار وحوسبة ويتم توزيعها لرصد الظروف الفيزيائية و البيئية. حيث تجمع معلومات عن

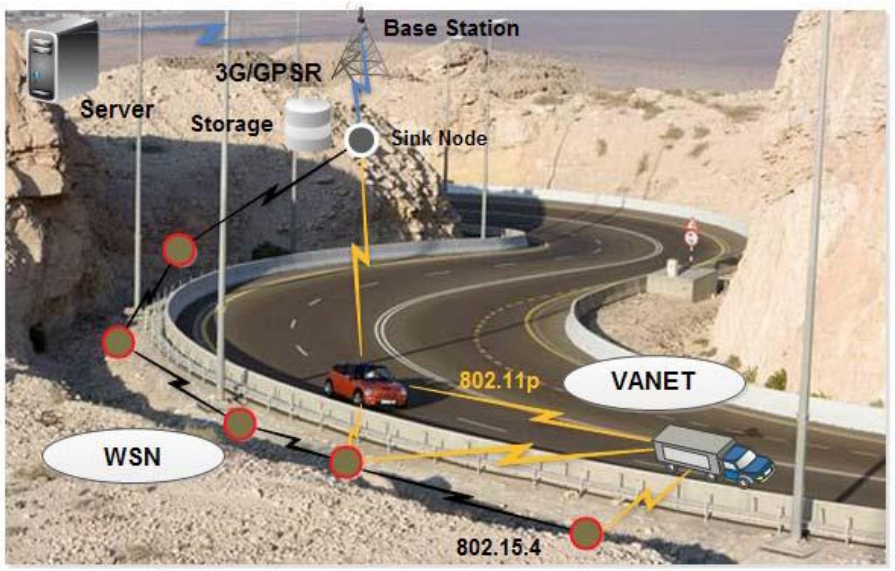
البيئة المحيطة و تقوم بتخزينها او ارسالها لعقد اخرى ليتم معالجتها. تعاني هذه الشبكات من قيود بالطاقة و المعالجة و التخزين. [5]

4. شبكة Hybrid Sensor and Vehicular Network (HSVN):

تتمثل في جعل WSNs و VANETs تعملان بشكل مشترك، لتشكيل إطار اتصال تستخدمه المركبات من أجل مساعدة السائقين على تقليل حوادث الطرق والوفيات والإصابات، وبالتالي تحقيق تطبيقات سلامة القيادة التي تعد احد الاهداف الاساسية لشبكات VANET. توفر HSVN اكتشاف لحظي لظروف الطريق، و تساهم في جعل شبكة VANET متصلة بشكل كامل. [4]

1.4 البنية الاساسية لشبكة HSVN:

الشكل (1) يوضح البنية الاساسية لشبكة HSVN، حيث تتكون من عقد المركبات التي تشكل شبكة VANET، و عقد الاستشعار التي تمثل شبكة WSN، و المحطة الاساسية، و الخادم.



الشكل 1 البنية الاساسية لشبكات HSVN [6]

عقد المركبات تتحرك على الطريق، و تتصل مع بعضها باستخدام اتصالات V2V، و تتصل مع عقد WSN التي تقسم الى نوعين: source node تقوم بتحسس ظروف الطريق، وتنقلها الى sink node (وهي النوع الثاني من عقد WSN) وهي عقد اكثر قوة (من حيث المعالجة و الطاقة و التخزين) من عقد source.

تقوم عقد sink بعدة مهام وهي:

- تخزين الرسائل التي تصلها من source node .
- تقوم بالاتصال بعقد المركبات و تخبرهم بظروف الطريق .
- تقوم بالاتصال مع المحطة الاساسية ليتم ايصال المعلومات الى الخادم.

يتم استخدام المحطة الأساسية لجمع البيانات من أجهزة الاستشعار ومن المركبات. يتم استخدام الخادم أو مركز البيانات لجمع وتخزين جميع المعلومات المرورية والبيئية من خلال المحطة الأساسية. يمكن استخدام هذه المعلومات والبيانات لإدارة حركة المرور او تطبيقات السلامة وغيرها. [6]

2.4 بروتوكولات الاتصال المستخدمة في HSVN:

كما ذكرت سابقاً، فان هذه الشبكات مكونة من VANET و WSN ، لذلك يجب ايجاد بروتوكول اتصال مناسب لكي يتم الاتصال بينهما. بروتوكول (IEEE 802.15.4) ZigBee يملك معدل بيانات منخفض و تكلفة منخفضة و يستخدم الطاقة بفاعلية، وهو متكيف و مناسب لشبكات WSN، لذلك سيكون هو بروتوكول الاتصال بين VANET و WSN.
بالنسبة لاتصال المركبات مع بعضها تم تطوير بروتوكول IEEE 802.11p، وتم اعتماده بنهاية 2010 لاتصالات V2V وV2I.
وبالتالي كل عقدة WSN ستملك واجهة IEEE 802.15.4، وكل مركبة ستملك

واجهتي اتصال الاولى هي IEEE 802.15.4 للاتصال مع WSN، والثانية IEEE 802.11p للاتصال مع المركبات الاخرى.

5. الدراسات المرجعية:

للتخفيض من كلفة تطبيقات VANET مع تحقيق نفس الهدف، اقترح العديد من الباحثين استخدام شبكة WSN مع شبكة VANET فيما يلي بعض الدراسات التي تناولت بنية هذه الشبكات و تطبيقاتها.

اقترح (Qureshi et al.) في [6] بنية هجينة لشبكات VANET و WSN لتحسين انظمة التنقل في المناطق الجبلية. البنية المقترحة تتبادل معلومات الطريق و رسائل التنبيه للمساعدة في اتخاذ قرارات التنقل، كذلك تعالج الازدحام المروري ، وتقلل من الحوادث حيث تقوم المركبات بدمج المعلومات التي يتم تبادلها مع عقد WSN مع الخرائط الرقمية و بالتالي يسهل حساب السرعة و الموقع و الاتجاه للمركبات الجيران. تم تقييم اداء الشبكة من حيث الانتاجية و التأخير بوجود WSN و عدم وجودها، و تبين ان وجود WSN يحسن اداء الشبكة بشكل كبير.

في [7] اقترح (Hua Qin et al.) بنية هرمية تجمع بين VANET و WSN. تم تقسيم كل من عقد الاستشعار والمركبات إلى مجموعات، حيث تتم إدارة كل مجموعة بواسطة رئيس الكتلة CH. عندما عقدة الاستشعار تكتشف حدث على الطريق ترسل معلومات عنه الى CH (والذي يسمى WSN Gateway) المسؤول عنها، و يكون مسؤول عن تجميع هذه المعلومات وإعادة توجيهها إلى المركبات / وحدات RSU في نطاق الإرسال الخاص به.

نتائج المحاكاة اظهرت انه في ساعات الذروة (الكثافة العالية) تكون VANET متصلة، و بالتالي نشر الرسائل يتم من خلال VANET بدلاً من WSN كذلك تستهلك عقد

WSN طاقة اقل. في حالة الكثافة المنخفضة تقوم WSN بنشر الرسائل للمركبات، و بالتالي تستهلك عقد WSN طاقة اكبر.

اقتراح الباحثون (Djahel and Ghamri-Doudane) في [8] إطار عمل HSVN لضمان النقل الفعال للمعلومات المكتشفة المتعلقة بالأحداث الخطرة على الطريق تجاه المركبات المارة. يأخذ هذا المخطط في الاعتبار انخفاض بطارية عقد الاستشعار وبالتالي، تم إنشاء آلية جدولة لتبديل حالة عُقد المستشعر بين السكون والنشاط.

صمم (Tacconi et al) في [9] بنية تسمح للمركبات باستعلام عن معلومات معينة من خلال شبكة WSN، التي تكون مؤلفة من نوعين من العقد: الاول هي sensor node التي تتحسس المنطقة المحيطة بها و تجمع معلومات عنها، و الثاني هي عقد vice node التي تتصل بالمركبات و تخبرهم بنتيجة الاستعلام. تقوم المركبة بإرسال استعلام لعقدة vice-sink، يحوي الاستعلام على إحداثيات المنطقة المستهدفة (التي تريد المركبة الاستعلام عنها target area) مع نصف قطرها، تقوم vice-sink بتوجيه الاستعلام الى عقد sensors حتى تحصل على الرد الذي يتم توجيهه نحو vice-sink أخرى باستخدام التوجيه الجغرافي حيت تم تحسين التوجيه الجغرافي التقليدي بحيث يتم تحديد عقدة القفزة التالية على أساس المسافة النسبية للمركبة ومستوى الطاقة المتبقية.

هذه البنية مناسبة من اجل بعض البيئات مثل الاستعلام عن اماكن وقوف السيارات.

6. شرح البنية المحققة:

توليد المركبات و نموذج التنقل الخاص بهم سيتم من خلال الاداة SUMO (Simulation of Urban Mobility). لتقليل عدد الاتصالات بين المركبات و WSN sink تم تجميع المركبات ضمن clusters، و بالتالي عبء أقل على WSN sink،

حيث ان WSN sink ترسل رسالة التحذير الى (cluster head) CH، بعد ذلك يقوم CH بارسال التحذير الى المركبات الاعضاء. فيما يلي سيتم شرح خوارزمية التجميع المستخدمة و نموذج نشر WSN.

1.6 خوارزمية التجميع المقترحة:

تم تجميع العقد ضمن clusters بحيث تكون اعضاء cluster تبعد قفزة واحدة عن CH.

1.1.6 خطوات الخوارزمية:

في البداية يكون clusterID لكل العقد هو 1-.

تقوم العقدة بإرسال csvn_hello لجيرانها (broadcast) بشكل دوري كل 1 ثانية و تنتظر استلام csvn_cluster_status ، هنا لدينا حالتين:

- اذا استملت العقدة رسالة csvn_cluster_status ترسل csvn_join_request و تنتظر استلام csvn_join_reply .
- اذا لم تستلم رسالة csvn_cluster_status خلال 3 ثواني، عندها تُعلن نفسها انها CH و ترسل csvn_cluster_status .

العقدة التي تكون CH ترسل csvn_cluster_status بشكل دوري كل 1 ثانية و تنتظر استلام طلبات الانضمام csvn_join_request .

عندما CH يستلم csvn_join_request يفحص المتحول degree الذي يمثل عدد اعضاءه :

- اذا degree اصغر من الحد الاعظمي، يتم حساب فرق السرعة بين CH و العقدة المرسلة لطلب الانضمام، اذا الفرق ضمن مجال محدد يتم ارسال csvn_join_reply مع الموافقة على قبول العقدة، غير ذلك يتم ارسال csvn_join_reply مع رفض العقدة.

2.1.6 الية نشر البيانات:

البيانات التي سيتم نشرها هي عبارة عن رسائل تحذير warning message ، هذه الرسائل سيتم توليدها من عقد sensor وستقوم المركبات بنشرها.

يستقبل CH رسالة التحذير من WSN sink المسجل لديه (سيتم شرح الية التسجيل في فقرة نموذج نشر WSN)، ثم يقوم CH بنشر الرسالة الى جميع اعضاءه الموجودين ضمن member table.

العقدة التي تكون Gateway node تقوم بإرسال البيانات الى كل CH التي تستطيع الوصول لهم. و تتكرر العملية حتى نصل لـ cluster لا يحوي Gateway، و بالتالي لا يستطيع الوصول لكتل اخرى و عندها يتوقف النشر.

2.6 نموذج نشر WSN:

بعد انشاء عقد المركبات و تجميعهم ضمن clusters، سيتم الان توزيع عقد الحساسات على الطريق الذي طوله 4km.

تم تقسيم الطريق الى 4 segments ، في كل segment يوجد عقدة sink واحدة و عشر عقد sensor .

1.2.6 الية التوزيع:

- كل sink يبعد عن بداية segment مسافة 50m ، ومجال تغطيتها هو 250m و مجال تحسسها هو 250m.
- المسافة بين عقدة sink وعقدة sensor التي تليها هو 90m كذلك المسافة بين عقد sensors ضمن نفس القطاع هو 90m .
- المسافة بين اخر عقدة sensor و عقدة sink في بداية القطاع التالي هو 100m.

- مجال تغطية عقد sensor هو 100m و كذلك مجال التحسس هو 100m.

2.2.6 تحسين النموذج السابق:

لتحسن النموذج السابق سيتم اضافة mobile sink يقع في نهاية القطاع، و يتحرك بشكل دوري نحو بداية القطاع، حيث يتم تبادل رسائل التحذير مع sink، يوجد هدفين من استخدام mobile sink:

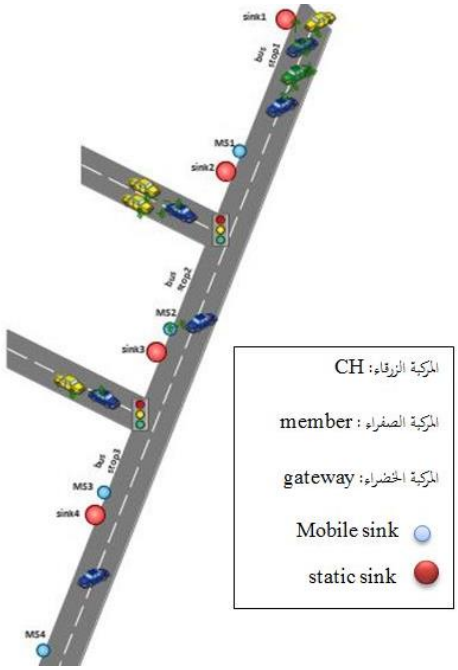
- في حال فشل احد عقد sensor ضمن القطاع: و بالتالي اذا حصل اي خطر على الطريق حيث موقع الخطر بعد هذا sensor ، عندها لن يتم ايصال رسالة التحذير الى العقدة sink ، حيث فشل العقدة ادى الى قطع مسار الاتصال بين العقدة المولدة للتحذير و عقدة sink.
- في حال وجود طرق فرعية ضمن القطاع، المركبات القادمة من الطرق الفرعية قد لا تتمكن من الاتصال مع sink الموجود في بداية القطاع، و بالتالي لن تحصل على اي رسائل تحذير، و بالتالي وجود mobile sink سيساعد في حصول هذه المركبات على رسائل التحذير.

Mobile sink لها نفس وظائف static sink بالإضافة لإمكانية التنقل المستمر. عقد sensor تنقل رسائل التحذير بالاتجاهين الى static sink و mobile sink.

3.6 الية الاتصال بين CH في VANET مع sink في WSN:

تقوم عقد sink (الثابتة و المتحركة) بنشر رسائل beacon بشكل دوري (كل 1 ثانية) لتعلن عن وجودها. المركبات التي تتحرك على الطريق تستلم رسائل beacon عندها فقط المركبات التي تكون CH ترسل رسالة تسجيل registration

message ، عندما تصل رسالة التسجيل تقوم العقدة sink بإضافة المركبة الى جدول vehicle table وترسل لهذه المركبة رسالة تحذير لكل الاحداث التي لديها. في كل مرة تستلم sink رسالة تحذير جديدة تقوم بنشرها الى كل المركبات المسجلة لديها. الشكل (2) يوضح بنية HSVN المقترحة.



الشكل 2 بنية HSVN المقترحة

7. التجارب:

تم اجراء اربع تجارب و دراسة عدد الرسائل التي تم تسليمها للمركبات بنجاح و عدد الرسائل التي فشل تسليمها للمركبات ، التجارب التي تم تنفيذها هي:

- pure VANET: اي لا يوجد شبكة WSN . فقط عقد المركبات و اتصالات V2V، هنا المركبات هي التي تكتشف الاحداث و تولد رسائل تحذير وتنشرها للمركبات المجاورة من خلال اتصال V2V.

- HSVN: هي البنية المقترحة.
- HSVN with failure: شبكة HSVN مع وجود فشل بعقدة sensor1 (اول عقدة بعد sink) في القطاع 3، هنا رسائل التحذير المكتشفة ضمن القطاع الثالث لن تصل الى sink3.
- HSVN with failure with mobile sink : مثل الحالة السابقة، لكن مع يوجد MS (mobile sink) واحد بكل قطاع، في هذه الحالة يقوم MS بمهمة ايصال التحذيرات الى sink، اي هي البنية المحسنة.

تم اجراء التجارب السابقة من اجل عدد المركبات 30 و 100 اي كثافة منخفضة و كثافة متوسطة. كل 200 وحدة زمنية يتم توليد حدث واحد في قطاع محدد، مدة المحاكاة 1600 ، في كل قطاع يتم توليد حدثيين. يتم تخزين الحدث في العقدة sink لمدة 500s بعد ذلك يتم حذف الحدث، حيث يتم اعتبار ان الحدث (الخطر) لم يعد موجود على الطريق.

8. النتائج:

قبل عرض النتائج، يجب معرفة انه في حالة pure VANET العقدة المكتشفة للحدث اذا كانت ضمن cluster يتم نشر التحذير للأعضاء. المركبات لا تخزن رسائل التحذير و بالتالي نشر التحذيرات يكون للمركبات الموجودة ضمن نطاق اتصالها في لحظة اكتشاف الحدث.

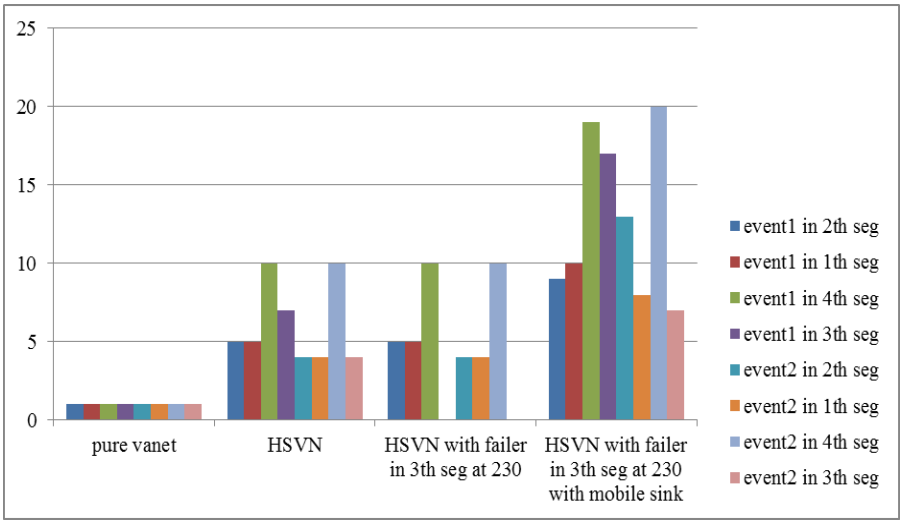
في التجارب الثلاث الباقية، رسائل التحذير تُخزن ضمن sink و ترسل لكل مركبات CH التي تمر بجانب sink، لذلك يكون عدد الرسائل المستلمة اكبر.

1.8 المقياس الاول :

عدد رسائل التحذير المستلمة في VANET: هو عدد المركبات التي استلمت من

sink او من mobile sink، ثم قامت هذه المركبات بنشر التحذير الذي استلمته للمركبات الاعضاء.

عدد المركبات 30: في هذه الحالة لا يتم تجميع المركبات حيث المركبات تكون متباعدة و بالتالي خارج نطاق اتصال المركبات الاخرى، هنا كل مركبة تُعلن نفسها CH و لكن دون اعضاء.

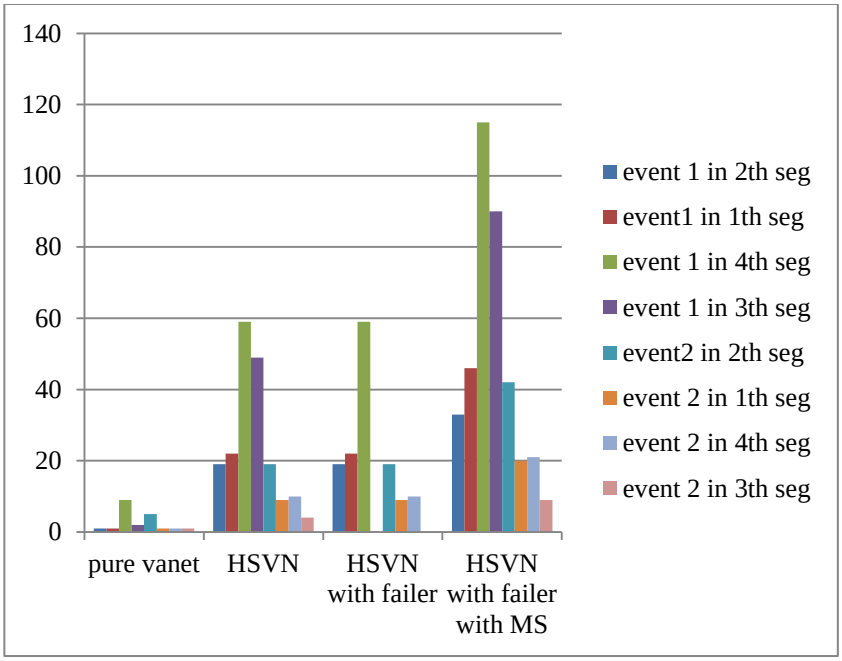


المخطط 1 عدد الرسائل المستلمة في حالة 30 مركبة

نلاحظ من المخطط السابق انه في حال الكثافة المنخفضة ، تكون WSN هي المسؤولة بشكل كامل عن ايصال رسائل التحذير للمركبات.

من اجل 100 مركبة:

يتم تجميع المركبات و لكن عدد الاعضاء cluster سيكون صغير.



المخطط 2 عدد الرسائل المستلمة في حالة 100 مركبة

في حالة 100 مركبة ، دائماً عدد الاتصالات بين CH و sink او بين CH و MS اكبر بكثير من عدد اتصالات V2V بين المركبات، و هذا لان عدد اعضاء cluster صغير.

2.8المقياس الثاني:

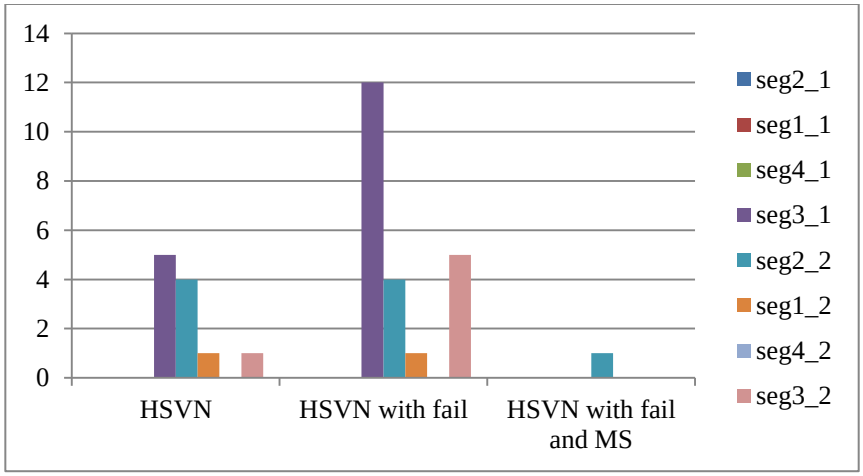
عدد رسائل التحذير التي فشل تسليمها: عدد المركبات التي كان يجب ان تستلم رسائل التحذير و لكنها لم تستلمها.

عندما لا تتمكن المركبة من استلام التحذير يكون يوجد احد الحالات التالية:

- اما ان تكون قادمة من طريق فرعي و لا يوجد MS.
- او ان تكون قادمة من طريق فرعي و يوجد MS و لكن لم تتمكن من الاتصال معه.

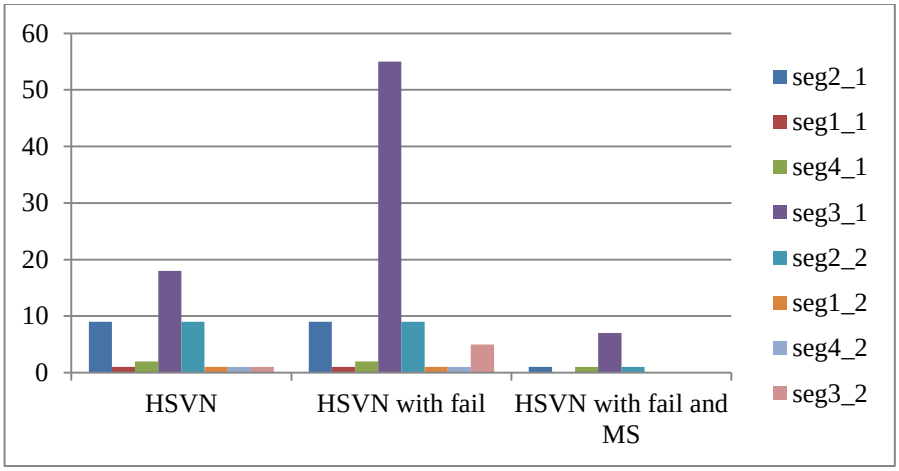
- او عندما تم توليد التحذير كانت المركبة ضمن القطاع و لكن خارج نطاق sink و لا يوجد MS ، و في حال وجود MS قد لا تتمكن من الاتصال معه.
- عدم تمكن المركبة من الاتصال بالعقدة sink او MS بسبب خطأ بالوصلة اللاسلكية او امتلاء الرتل .

عدد المركبات 30:



المخطط 3 عدد الرسائل التي فشل تسليمها في حالة 30 مركبة

عدد المركبات 100:



المخطط 4 الرسائل التي فشل تسليمها في حالة 100 مركبة

من المخططات السابقة، نستنتج ان HSVN المقترحة حسنت الاداء مقارنةً مع pure VANET، و لكن المركبات القادمة من الطرق الفرعية لم تحصل على اي تحذيرات، كذلك وجود فشل في القطاع الثالث ادى لعدم تمكن sink3 من الحصول على التحذيرات و بالتالي لم يتم نشرها للمركبات. البنية المحسنة من خلال MS أدت لتسليم الرسائل لمعظم المركبات، وبالتالي حسنت الاداء بشكل كبير.

9. الخاتمة و التطلعات المستقبلية:

في هذه الورقة البحثية، تم تقديم بنية HSVN التي تقوم بدمج شبكة VANET مع شبكة WSN ، و ذلك لتحقيق تطبيقات سلامة القيادة بحيث يصبح الطريق أكثر آماناً. تم اقتراح خوارزمية لتجميع المركبات ضمن clusters و اقتراح نموذج لنشر عقد WSN. نتائج المحاكاة بينت تفوق HSVN على شبكات VANET من حيث توصيل الرسائل للمركبات، كذلك تم تحسين البنية من خلال اضافة mobile sink الذي يقوم بنقل التحذيرات الى sink في حال وجود فشل في احد عقد WSN، و النتائج بينت فعالية هذه الطريقة في حالة الفشل.

حالياً نتطلع لدراسة الشبكة مع عدد اكبر من المركبات اي عندما تكون الكثافة عالية، بالإضافة لنشر التحذيرات بين القطاعات بدل ان تكون محصورة ضمن القطاع نفسه، و اضافة static sink عند تقاطع الطريق الفرعي مع الرئيسي، هكذا نضمن وصول التحذيرات لكل المركبات القادمة من الطرق الفرعية حتى عندما لا يوجد MS، واضافة آلية جديدة للمركبات تسمح لهم بتخزين رسائل التحذير ليتم اعادة نشرها للأعضاء الجدد.

10. المراجع:

1. https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries.
2. Guerrero-Ibáñez, J.A and Flores-Cortés, C and Zeadally, S 2013 - Next Generation Wireless Technology 4G and Beyond, chapter 5. Springer, London, 295p.
3. ABBASI, A and Khan, A 2018 A Review of Vehicle to Vehicle Communication Protocols for VANETs in the Urban Environment, *Future Internet*, p.15
4. Singh, P and Ashthana, A and Pandey, M 2013 A HYBRID VANET-WSN SYSTEM FOR DRIVING SAFETY USING EFFICIENT COMMUNICATION PROTOCOL, *International Journal Of Advance Research In Science And Engineering*, *Vol.2 No.5*, p. 13.
5. W. Dargie and C. Poellabauer, 2010- Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 330p.
6. Qureshi, K. N. and Abdullah, A. H. and Anwar ,R. W 2014 Wireless Sensor Based Hybrid Architecture for Vehicular Ad hoc Networks, *TELKOMNIKA*, vol. 12, no. 4, p. 942.
7. Qin, H and Wang, Y and LI, Z and LU, X and ZHANG, W and WANG,G 2010 An Integrated Network of Roadside Sensors and Vehicles for Driving Safety: Concept, Design and Experiments, *IEEE*

International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), pp. 79–87.

8. Djahel, S and Ghamri-Doudane, Y 2012 A Framework for Efficient Communication in Hybrid Sensor and Vehicular Networks, *IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, pp. 209–14.
9. Tacconi, D and Miorandi, D and Carreras,L and Chiti,F and V, R 2010 Using Wireless Sensor Networks to Support Intelligent Transportation Systems, *Ad Hoc Networks*, vol. 8, no. 5, pp. 462–73.