تصميم وتحليل نظام ملاحة عالي الدقة لنظام التنقل الذكي

أحمد فوزي صالح*
Ahmedfs86@yahoo.com
* قسم الهندسة الكهربائية

د .قتيبة ابراهيم على**
Qut1974@gmail.com
** قسم هندسة الحاسوب

كلية الهندسة / جامعة الموصل – العراق.

الخلاصة

يقدم هذا البحث دراسة عن تصميم نظام جمع معلومات ومراقبة حركة المرور على شبكة الطرق في مدينة مثلا بناءً على مبادئ شبكات المركبات وشبكات الـAd-hoc والشبكات المحلية اللاسلكية(WLAN) بالمعيار IEEE802.11a، وتمت اعتماد الدراسة على اربع مراحل: المرحلة الاولى تناقش عملية جمع المعلومات في طبقة المركبات والمتحسسات، والآليات المستخدمة في جمع المعلومات من قبل المركبات والمتحسسات الموزعة على الطرق الرئيسة وفق اسس علمية، ودراسة تأثير عوامل مختلفة اداء الشبكة اللاسلكية، والمرحلة الثانية تناقش ارسال معلومات مختصرة من المتحسسات الى النقاط المركزية، واعتمدت على دراسة مبادئ التلخيص والتراكم وعدد القنوات المستخدمة في كل حالة، والمرحلة الثالثة كيفية نقل المعلومات بين النقاط المركزية وصولا الى وحدة المعالجة والسيطرة لمنطقة جغرافية كبيرة نسبياً، وقد تمت هذه العملية باستخدام اربعة بروتوكولات Ad-hoc وهي كل من AODV، وDSR، وOLSR، وTORA ومقارنة اداء كل منهم من ناحية القدرة على تسليم البيانات بشكل صحيح والتأخير ومدى استغلال القناة الراديوية، والمرحلة الرابعة وهي كيفية توزيع البيانات على المركبات على شبكة الطرق. تمت محاكاة النمذجة للنظام المقترح في حزمة المحاكاة الـOPNET، والنتائج تبين أمكانية تطبيق نظام مراقبة عالي الدقة على شبكة وبزمن حقيقي.

الكلمات المفتاحية: شبكات الـAd-hoc للمركبات(VANETs)، الطريق الشرياني(Arterial Roads)، شبكات الـAd-hoc للأجهزة المتجولة(MANETs)، والوحدات على جانب الطريق (RSUs).

Design and Analysis of A High Resuluation Navigation System for The Intillegent Transportation System

Ahmed Fawzi Salih*
*** Dept. of Electrical Engineering****

Qutaiba I. Ali**
Dept. of Computer Engineering

College of Engineering/ University of Mosul – IRAQ.

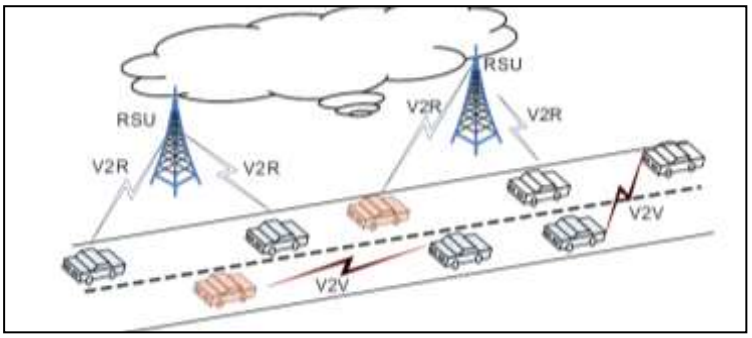
Abstract

This paper suggests an information gathering and monitoring system designed for vehicular ad-hoc networks(VANETs) and that implemented in a large area. The suggested infrastructure consists of low cost wireless sensors covering certain areas and connected to "the monitoring and control center" through a master node, the study is divided into four phases: the first phase discusses the information gathering process in vehicles and sensors level, the second phase discusses how to send the brief road traffic information to the master node. This process is based on the concepts of the summarization and aggregation and study the effect of using one or two channels for that purpose, the third phase focuses on the information transportation between the master nodes until it reaches to "the monitoring and control center", The mechanism of the information transportation in this phase is proposed to be in an ad-hoc manner using four ad-hoc protocols Ad-hoc On Demand Distance Vector Routing Protocol AODV, Dynamic Source routing DSR, Optimized Link State Routing Protocol OLSR and Temporally-Ordered Routing Algorithm Protocol TORA. The best protocol will be selected according to its data delivery, latency and average throughput on the radio channel and the fourth phase deals with dissemination of the gathered information to the vehicles. The proposed system is designed and simulated using "OPNET" package. The results indicate the ability of applying real time and high resolution monitoring system using these techniques.

أستلم: 17 – 11 - 2013 قبل: 6 – 3 – 2013

1. المقدمة:

التطورات الحديثة في الشبكات المحلية اللاسلكية(Wireless Local Area Network WLAN) أدت الى ظهور نوع جديد من الشبكات مثل شبكات المركبات وشبكات الـAd-hoc للمركبات(Vehicular Ad-Hoc Networks Vanets)[1]. شبكة الـAd-hoc للمركبات(VANET) هي شكل من أشكال شبكات الـAd-hoc للأجهزة المتجولة(Mobile Ad-Hoc Networks MANETs) وهي شبكات توزيعية ذاتية التنظيم[2]. شبكات المركبات وشبكات الـVANETs توفر بنية تحتية لتطوير أنظمة جديدة لتعزيز السلامة والراحة للسائقين والركاب على شبكات الطرق، تتشكل بين المركبات المتنقلة والمجهزة بأجهزة الاتصالات اللاسلكية. هذا النوع من الشبكات تم تطويره كجزء من أنظمة التنقل الذكية الـITS لتحسين أداء أنظمة النقل. التكامل بين الكمبيوتر المطمور(Embedded Computers)، وأجهزة الاستشعار، ونظام الملاحة (GPS) والخرائط الرقمية، وأجهزة الاتصالات اللاسلكية مع الخوارزميات الذكية، كل هذه الامكانيات ساعدت على تطوير عدة أنواع من التطبيقات لتحسين السلامة على الطرق، وتكامل جميع هذه الأنظمة تساعد السائقين في الحصول على المعلومات بالزمن الحقيقي. المعلومات التي تمثل ظروف النقل الحالية للطريق تساعد على تسهيل القيادة، وكذلك ايجاد طرق جديدة لحل مشاكل الازدحامات، بالتالي توفير الوقت وضبط استهلاك الوقود[3]، بالإضافة إلى تحسين السلامة. يمكن أيضا دعم تطبيقات أخرى التي لا تمثل السلامة في شبكات المركبات وشبكات الـVANET والتي تتطلب ضمان جودة الخدمة (Quality of Service QoS). هناك نوعان من سيناريوهات الاتصالات في شبكات المركبات وهي: اتصالات المركبات(Vehicle-to-Vehicle V2V) واتصالات بين المركبات والوحدات على جانب الطريق (Road Side Units RSUs) يشار اليها بـ(Vehicle-to-RSU V2R). الـRSUs تتصل فيما بينها وكذلك يمكن ان تتصل مع الشبكات الاخرى مثل الانترنت. كما في الشكل(1) [4][5]. يتوقع ان توظف شبكات المركبات تقنيات متقدمة في المجال اتصالات المدى القريب المخصصة(Dedicated Short Range Communications DSRC)، التي تعتمد على تقنيات المعيار IEEE802.11، والتي تكون ملائمة لبيئة شبكات المركبات لتساهم بنقل البيانات بمعدل نقل بيانات عالي في البيئات التي تخضع لعمليات تغير مستمرة مثلا الاتصالات في شبكات المركبات والتي تتطلب معدلات نقل عالية[6].



الشكل(1) يمثل تركيب شبكات المركبات.

2- الأعمال السابقة

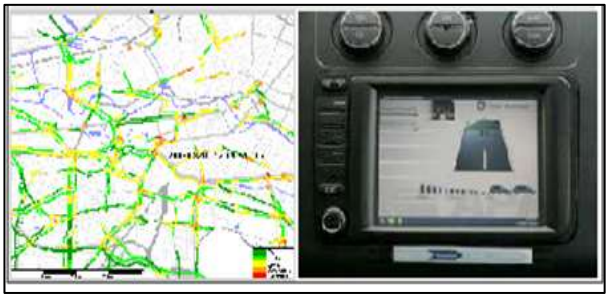
هنالك الكثير من الجهود التي بذلت في اقتراح تصنيفات جديدة لجمع المعلومات ونشرها، والتقنيات المستخدمة والخوارزميات المتبعة لإنتاج معلومات مفيدة لانظمة ملاحة المركبات. وفيما يأتي بعض من هذه الجهود:

- في عام 2011[8] قام كل من فلاح وآخرون بتحليل التأثير على أختيارات مختلفة من معدّلات نقل البيانات ومديات الارسال وإيجاد النماذج التي تقيّم أداء الشبكة الحالية من حيث قدرتها على نشر المعلومات في "نظم سلامة المركبات التعاونية" (Cooperative Vehicle Safety Systems CVSSs). بعد تحليل دقيق لتأثير العقدة المخفية(Hidden Node) في شبكات الـVANETs، اظهروا أنّ نسبة اشغال القناة ممكن أن تستخدم كمقدار لنجاح انتشار المعلومات، وبالتالي، تحدد مدى نجاح نظام Cooperative Vehicle Safety Systems (CVSSs)، تم أستخدم هذه النتائج لتصميم مخططات السيطرة على ردود الفعل من أجل قدرة متغييرة للأرسال، والتي تمثل احد الأشكال القوية للتباين في حركة المرور على الطرق وشبكة الاتصال.
- بانكبيبون وآخرون عام[9]2011 صنّفوا وراجعوا بعمق بروتوكولات اتصالات الـAd-hoc للمركبات وتقنيات المركبات. يعتقد الباحثون أنه في المستقبل القريب سيشهد تجميع معلومات المرور ونشرها بزمن حقيقي عن طريق متحسسات متجولة بدلاً من المتحسسات الثابتة المستخدمة في البنى التحتية لانظمة تجميع المعلومات. الشبكات التوزيعية(Distributed Network) (كما في شبكات الـAd-hoc للمركبات الـVANETs) يمكن أن تتحول بسهولة إلى شبكات أنظمة معلومات ذاتية التنظيم، وببنية تحتية أقل، اذ أن كل مركبة يمكن أن تجمع معلومات المرور وتعمل تقرير عن حالة المرور، مثل مدة الرحلة ومعدل السير والكثافة المركبات ثم تنشر هذا التقرير.

- قام كل من عالم وآخرون عام 2012[10] بمناقشة معلومات المواقع (Position Information) التي هي شرط أساسي لتطبيقات عديدة في ملاحة المركبات وغيرها من التطبيقات والخدمات القائمة على الموقع. المواقع النسبية فعالة لكثير من التطبيقات، بما في ذلك تفادي الاصطدام وغيرها. يمكن استخدام أنظمة الأقمار الاصطناعية للملاحة العامة(Global Navigation Satellite Systems GNSSs) لتحديد المواقع المطلقة أو النسبية، ولكن مستوى الدقة لا تفي بمتطلبات العديد من التطبيقات، لهذا تم إستخدام تقنية التموقع التعاوني(Cooperative Positioning CP) والبيانات من مصادر مختلفة، اذ يمكن تحسين التموقع المطلق أو النسبي في شبكة الـVANETs.

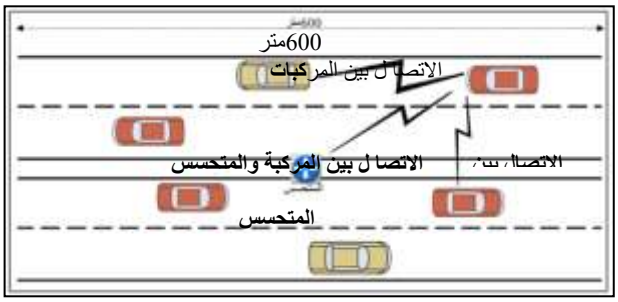
2. أجزاء النظام المُقترح:

أ- المركبات: المركبة لكي تستطيع تكوين نظام ملاحة والاستفادة من المعلومات لابد أن تحتوي على نظام حاسوبي للمعالجة يستفيد من المعلومات لتكوين نظام الملاحة وبروتوكولات لنقل هذه البيانات ونظام إرسال واستقبال لاسلكي يعمل ضمن الحزمة ISM بإصدار IEEE802.11a[12]، ونظام تحديد الموقع، والمتحسسات التي تعمل على جمع المعلومات، ومنظومة الإدخال والإخراج التي تمثل الواجهة للتفاعل بين المستخدم والنظام وكما في الشكل(2).



الشكل(2) يوضح أنموذج لواجهة نظام ملاحة.

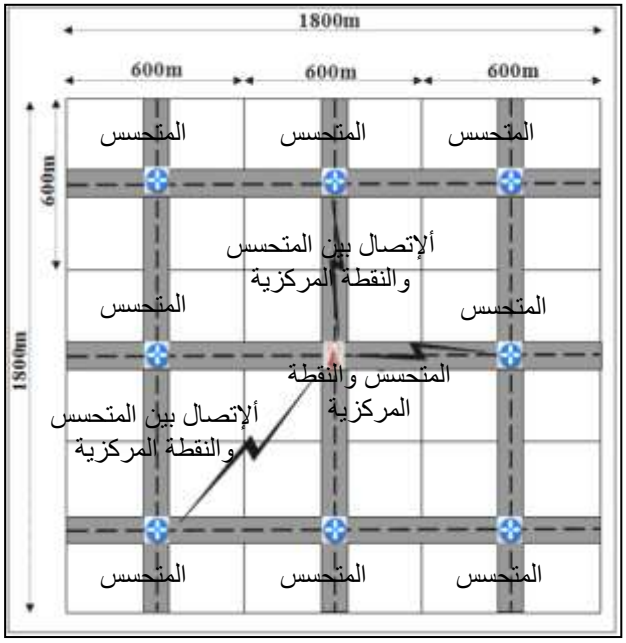
ب- المتحسسات: تنتشر في الطرق الرئيسة لتجمع المعلومات من المركبات، كما في الشكل(3)، بعد ذلك تقوم بإعداد الحزم الملخصة عن حالة الطرق، ولهذه المتحسسات خصائص من حيث أنها قليلة الكلفة من حيث التركيب والأجزاء، مدى الإرسال والاستلام لكل متحسس هو 300متر[13]، الحزمة التي تعمل عليها ضمن الحزمة GHz5 بإصدار IEEE802.11a.



شكل(3) البنا الاساسي للنظام والمشهد المحلي للملاحة.

ت- النقاط المركزية: يكون للنقطة مركزية على الاكثر ثمانية متحسسات بالإضافة المتحسس الملحق بها، وتعمل على مراقبة الطرق، وترسل رسائل تمثل حالة الطرق المُرَاقَبَة بالمتحسسات كما في الشكل(4). النقاط المركزية المنتشرة ترسل المعلومات الى مركز المراقبة السيطرة.

ث- مركز السيطرة والمراقبة: وهو الخادم الاساسي ويعمل على تجميع المعلومات من النقاط المركزية، ثم يعالج البيانات المستلمة ويعيد توزيعها على المركبات.



الشكل(4): النقطة المركزية مع المتحسسات الملحقة بها.

3. آلية عمل النظام:

تنقسم ملاحة المركبات إلى قسمين بالإعتماد على طبيعة المعلومات هما نظام الملاحة المحلي(Local Navigation System): والمبني على معلومات الزمن الحقيقي، ويتكون من رسائل المركبات الدورية عن حالتها بطريقة الـBroadcast، ونظام الملاحة العام (Global Navigation System): والذي يعتمد على المعلومات المجمعة في المتحسسات المتواجدة على الطرق وكذلك من مراكز الادارة والسيطرة على شبكة الطرق. تعتمد قوة ودقة نظام الملاحة العام على مدى دقة تلك المعلومات، وسرعة تجميعها[14]. والآلية العامة لتجميع وتوزيع المعلومات في النظام سوف تمر باربعة أطوار لتشغيل نظامي الملاحة المذكورين اعلاه، والتي على اساسها تم تقسيم النظام، وكما يأتي:

الطور الاول: هو اساس نظام الملاحة المحلي، ويعتمد على الرسالة دورية من المركبات(نبضات القلب أو المنارة)، والتي تستلم(أي الرسالة) من قبل المتحسسات. يتراوح طول هذه الرسالة ما بين 25بايت إلى عدة مائات للحزمة الواحدة[15]، ويجب تقليل حجم الرسالة قدر الإمكان لتقليل الازدحام على القناة الراديوية[15]، وقد تم اختيار حجم الرسالة 100بايت لأغراض المحاكاة، ولابد أن تحتوي على عنوان المركبة وعنوان الطريق(المقطع الذي تتواجد به المركبة) والموقع وختم الوقت(Timestamp) [16] والسرعة[14] والاتجاه[16][7] والتعجيل.

الطور الثاني: في هذه الطور ما بعده نركز على النظرة العامة(أي النظرة لمنطقة واسعة)، إذ يقوم المتحسس بجمع المعلومات ثم ايجاد الملخصات الخاصة بكل مقطع من الطريق ويرسل رسائل دورية إلى النقطة المركزية عن حالة كل مقطع كل ثانيتين[3]. شبكة المركبات تعتمد على عدة طرق لجمع المعلومات ومعالجتها وتوزيعها، ولمّا كانت للشبكة محددات من ناحية الحزمة وغيرها والتي سوف تؤثر في التطبيقات المستخدمة من قبل المستخدمين[15]. تعتبر آليات وشبكات المركبات، وهذه آليات يجب أن تأخذ بنظر VANETsتجميع المعلومات وتوزيعها تحدي كبير في أنظمة الـ الاعتبار محددات الشبكة من حيث السعة وأجواء الاتصال في اوقات الذروة[3]. الطريقة المقترحة في هذا البحث هي أن متر) متحسس في منتصفه(في الحالة المثالية) يعمل على استلام المعلومات من 600لكل مقطع من الطريق (طوله المركبات واستخلاص التقارير ومن ثم إرسالها إلى نقطة مركزية، والتي تعمل على استلام المعلومات ومعالجتها بالطريقة التي تكون نظام الملاحة، من ثم معالجتها وارسالها إلى النقطة المركزية. في هذه الطريقة نحاول تجنب أسلوب الفيضان وإعادة الإرسال، إذ من الممكن أن تسبب تقليل مستوى الخدمة في بعض الأحيان أو الفشل للنظام في أحيان أخرى[17].

الطور الثالث: تقوم النقطة المركزية بمعالجة هذه الرسائل ثم تكوّن رسالة عن المتحسسات التي تجمع المعلومات منهم (تسعة أو أقل) وترسلها إلى مركز المراقبة والسيطرة بإستخدم شبكة Ad-hoc.

الطور الرابع: الرسائل المرسلة من النقاط المركزية تستلم من قبل الخادم الرئيس في وحدة المعالجة والسيطرة، ثم تعالج ويعاد توزيعها لتكوين نظام الملاحة العامة (لمنطقة كبيرة(مدينة مثلاً)). ولم يتم التطرق إلى هذا الطور في هذا البحث.

4. دراسة النظام المقترح بأسلوب المحاكاة:

الطور الاول: نفترض بعض الفرضيات التي تجعل النظام يعمل بصورة اقرب إلى الواقعية وتم تهيئة النظام لكي يعمل في المناطق الحضرية والتي تحتوي على أعلى حالات الحمل(من حيث عدد المركبات)، والتي تنقسم الطرق فيها إلى أربعة أنواع[18][19]، وأعلاها سعة واكثرها سرعة هو الطريق الشرياني(Arterial Roads). وأحد أنواع الطرق الشريانية هو الطريق المصمم لسرعة 100كم\ساعة[18]، وهو الذي سوف نختاره ليكون نموذج الدراسة، كما موضح في الشكل(5). والافتراضات التي تعتمد على تصميم الطرق ونظام الملاحة والشبكة المحلية اللاسلكية فكانت كما يأتي:

1) تصميم الطريق لسرعة 100كم\ساعة[18].
2) الطريق باتجاهين وبثلاثة مسارات لكل اتجاه كما في الشكل(5) [18].
3) أعظم جريان هو 2200مركبة\ساعة\مسار حسب تصميم الطريق[18].
4) نمط حركة المركبات يعتمد نمط (Random waypoint)[21].
5) طول الطريق المفترض 600متر مساحة تغطية المتحسسات.
6) معدل إرسال رسالة الحالة أو نبضات القلب هو 1هرتز (رسالة واحدة في الثانية)[3][20].
7) طول الرسالة هو 100بايت.

حسب معايير التصميم فأن المركبات عندما تسير بسرعة 100كم\ساعة على الطرق المصممة لسرعة 100كم\ساعة فهذا يعني أفضل مستوى خدمة (Level Of Service LOS) قد قدمته هذه الطرق مع معدل

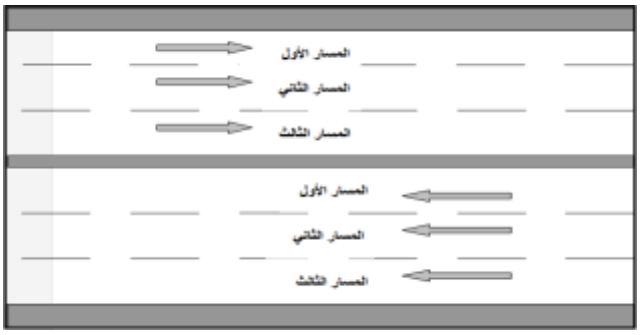
الجريان(Flow Rate) يقدر بـ2200 مركبة\مسار\ساعة والذي يتيح(أي معدل الجريان) أمكانية تحديد عدد المركبات في الكيلومتر الواحد حسب علاقة رياضية إذا علمت السرعة، ويقل عدد المركبات المتواجدة في الطريق مع زيادة السرعة ويزداد كلما قلت السرعة للمركبات[18]. حسب العلاقة الآتية:

$$\text{Denisty(الكثافة)} = \frac{\text{Volume(الحجم)}}{\text{Speed(السرعة)}} \qquad \text{——(1)}$$

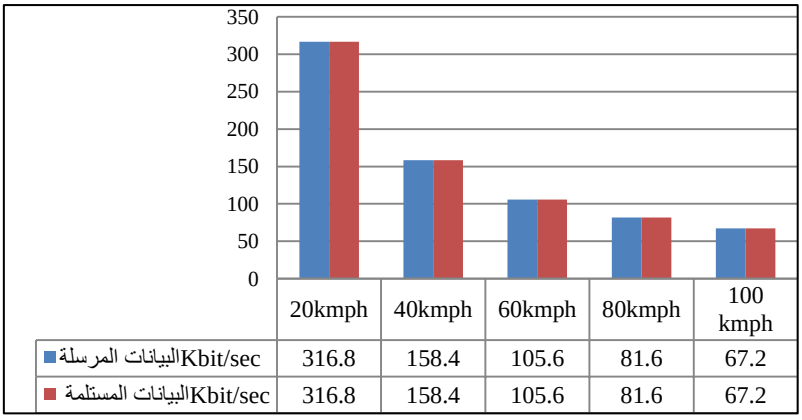
نجد عدد المركبات لمسار واحد بطول 600m (0.6*22) = 13.2 والتي تقرب الى 14 مركبة للمسار. ولستة مسارات في كل طريق كان العدد الكلي للمركبات في الطريق هو 84مركبة. وبنفس الطريقة السابقة وبإستخدام المعادلة(1) يكون عدد المركبات لكل سرعة كما في الجدول(1).نتائج النظام المصمم من حيث البيانات المرسلة والمستلمة لمختلف السرعات كانت في الشكل(6)، إذ تشير هذه النتائج انه كلما قلت سرعة المركبات زاد عدد المركبات وبالتالي زيادة عدد الطلبات على الإرسال وبالتالي زيادة كمية البيانات المرسلة. الملاحظ من الشكل(6)، أنه النظام يستجيب لكل الطلبات حتي عندما تصل السرعة إلى 20كم/ساعة. وهي التي السرعة التي تمثل فشل ذريع في تقييم مستوى الخدمة على الطرق[18].

الجدول(1) عدد المركبات لكل مسار حسب السرع

عدد المركبات \طريق	عدد المركبات \مسار	معدل السرعة
84	14	100كم\ساعة
107	17	80 كم\ساعة
132	22	60 كم\ساعة
198	33	40 كم\ساعة
396	66	20 كم\ساعة



الشكل(5) يوضح انموذج الطريق الشرياني.



الشكل(6) يوضح البيانات المرسلة والمستلمة عند المتحسس للسرعات (20,40,60,80,100) كم\ساعة.

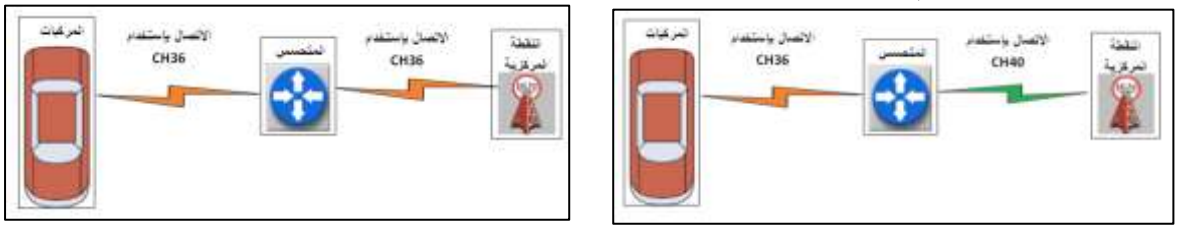
الطور الثاني: المتحسسات تستلم المعلومات من المركبات وتقوم بمعالجتها، ومن ثم إرسالها إلى بنظام الارسال الاحادي الـUnicast إلى النقطة المركزية للخلية، وفي هذا الطور ندرس أداء اسلوبين من اساليب تجميع المعلومات في انظمة المركبات وهي التلخيص(Summarization) والتراكم(Aggregation).

أ- **الأسلوب التراكمي(Aggregation):** يعتمد المبدأ التراكمي في جمع البيانات ومن ثم ارسالها من غير اختصار ولا كبس[3]. إذ يقترح وجود مراقبة توزيعية، والتي يمكن أن تضيف الكثير من المهام والادوات إلى النظام. هذه

المعلومات المتوفرة للنظام تسمى البيانات المتراكمة او البيانات المقيدة الـ(Aggregate Records)، والتي لا تصف مركبة واحدة ولكنها تصف مجموعة من المركبات التي لها بعض الخصائص المشتركة. يحتوي كل قيد(Record) على مجموعة من المعلومات، وهي معدل السرعة والموقع وختم الوقت وأخيرا قائمة بعناوين المركبات المتواجدة في المنطقة. كمية البيانات المرسلة من المتحسس متغيرة، وتتأثر بعدد المستخدمين المتواجدين في مقطع معين لأن كل متحسس سوف يضيف عنوانه الخاص إلى البيانات المرسلة مع معدل السرعة وغيرها من المعلومات المهمة في ذلك المقطع بالاضافة إلى عناوين كل المركبات المتواجدة في ذلك المقطع، لهذا فإن طول الرسالة المستخدم في عملية المحاكاة سيخضع لعملية بسيطة وهي حساب تقريبي لمقدار البيانات المرسلة في كل مرة متأثر بعدد المركبات(أي بحساب عدد المركبات التواجدة في ذلك المقطع)، حيث نفرض أن عنونة المركبات في القيد المرسل في نظام الملاحة تستخدم 6بايت لكل مركبة[21]. وقد كانت حالات الدراسة للاسلوب التراكمي على ثلاثة أصناف:

1. الحالة الأولى(الحالة المثالية): هذه الحالة لفحص أفضل أداء ممكن أن يحصل للشبكة من دون أي تأثير من الاجزاء الأخرى للنظام سواء أكانت من المركبات أم من غيرها. إعتمادا على تغيير حجم القيد المرسل(Aggregate Records) حسب عدد المركبات المسجلة فيه، وكذلك حسب الحالات المقترحة للدراسة والتي هي 40 و100كم\ساعة، فإنّ هذا يعني أن طول القيد المرسل(Aggregate Records) سيكون متغيرا بين قيمتين، لهذا الحالة المثالية على قسمين: أحدهما أن نأخذ طول القيد المرسل(Aggregate Records) لسرعة 100 كم\ساعة، وهو 700بايت. أما الحالة الثانية فأن طول القيد لسرعة 40كم\ساعة فهو 1300بايت.

2. الحالة الثانية: النظام في هذه الحالة يعمل مع تواجد المركبات على الطرق بسرعة 100كم\ساعة. عدد المركبات يكون متناسباً مع هذه السرعة (أي عدد قليل نسبياً). وطول الرسالة 700بايت لمعلومات السير وعناوين المركبات ومعلومات السيطرة والإدارة، وقد تم دارسة هذه الحالة على نمطين هما:

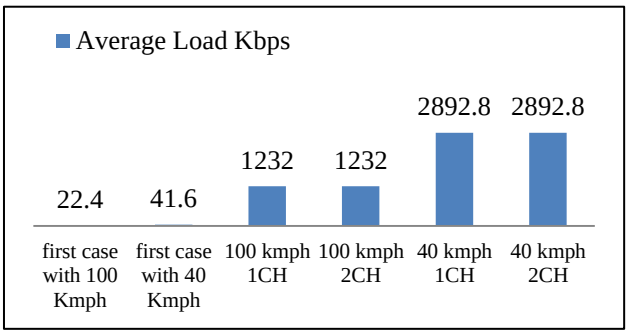


الشكل(7A) الجزء يوضح الاتصال بإستخدام قناة واحدة. الشكل(7B) يوضح الاتصال بإستخدام

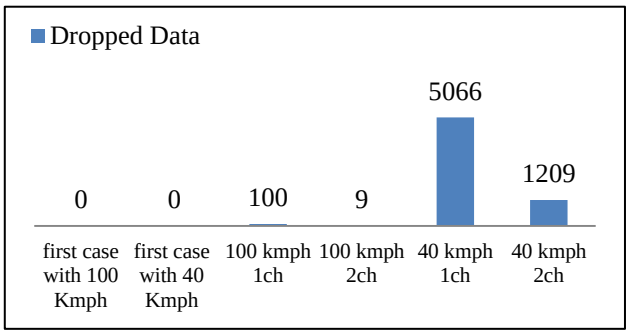
- استخدام قناة واحدة: المركبات والمتحسسات سوف يستخدمون نفس القناة، وهي القناة 36، كما في الشكل(7A).
- أستخدام قناتين اثنتين: نخصص القناة الراديوية 36 للمركبات، والقناة 40 للاتصال بين المتحسسات والنقطة المركزية، ولفصل ادارة النظام وتجميع المعلومات عن مجال المركبات، كما في الشكل(7B).

3. الحالة الثالثة: النظام يعمل على السرعة 40كم\ساعة مما يعني أن عدد المركبات المتواجدة في الطريق سيكون اكبر، وبالتالي الحمل الكبير على الشبكة. طول الرسالة هو 1300بايت، وتم دارسة هذه الحالة على نمطين باستخدام قناة واحدة وقناتين اثنتين كما في الحالة الثانية.

النتائج للاسلوب التراكمي في الشكلين(8) و(9)، تشير إلى أنّه عندما تكون الاجواء مثالية(كما في الحالة الاولى) سوف لا يكون هنالك أي بيانات مفقودة في القناة الراديوية، في حين ان البيانات المفقودة سوف تظهر بشكل قليل متناسبة مع حجم الحزم المرسلة وعددها في حالة البيانات المرسلة لسرعة 100كم\ساعة لقناة واحدة، واستخدم قناتين قللت البيانات المفقودة ولكن بشكل طفيف كما في الشكل(9). الحالة الثالثة وهي لسرعة 40كم\ساعة، كمية البيانات وعدد الحزم المرسلة يكون أكبر نتيجة لزيادة عدد المركبات، الملاحظ ان البيانات المفقودة تكون أكبر من كل الحالات السابقة وأن استخدام قناتين ساعد كثيرا في خفض كمية البيانات المفقودة كما في الشكل(9).



الشكل(8) يوضح معدل الحمل (Average Load)على الشبكة في نظام الـTrafficview



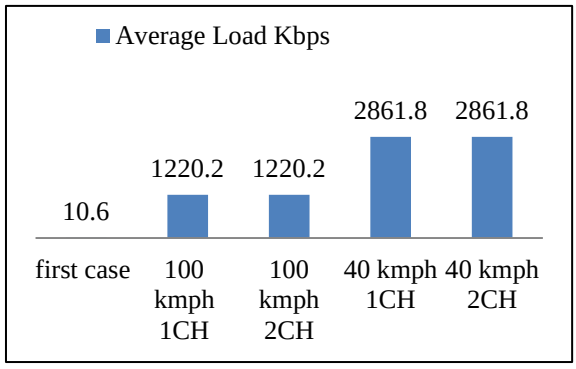
الشكل(9) معدل البيانات المفقودة لكل حالات الدراسة في نظام الـTrafficview

ب- **اسلوب التلخيص (Summarization)**: هنالك الكثير من الخوارزميات التي تعتمد على مبدأ التلخيص منها(Self-Organizing Traffic Information System SOTIS)[22]. هذا الخوارزميات يعتمد تقسيم الطرق إلى مقاطع، يكون لكل مقطع عنوان –الذي يمثل عنوان المتحسس في النظام المقترح. كما إن هناك في هذا النظام عدد من الاساليب لكيفية إعداد الإحصائيات العامة عن الطريق وايجادها، منها أن المركبات المتواجدة في مقطع معين تتبادل المعلومات فيما بينها، ثم بعد ذلك مركبة معينة تكون بحالة مثالية موقعياً(والذي نفترضه في النظام المقترح هو المتحسس)، تعمل (أي المتحسس) على ايجاد رسالة تمثل حالة ذلك المقطع(الموصوف بالمتحسس المرسل لتلك الرسالة) ثم ترسلها بعد أن تختمها بختم الوقت لتبحر في الشبكة. يعتمد نظام الـSOTIS على إيجاز المعلومات المرسلة إذ لا يرسل سوى الخطوط العامة، مثل معدل سرعة المركبات مع بعض المعلومات الاخرى والتوقيع بختم الوقت للموجز المرسل، لتقييم أهمية الرسالة ووضعها في سياقها الصحيح ضمن ترتيب المعلومات في نظام الملاحة. يعالج المتحسس البيانات المستلمة ويرسل رسالة موجزة كل ثانيتين[3]، والحجم المفترض للحزمة البيانات هو 50بايت [12]. الخطوات لدراسة هذا الاسلوب تنقسم إلى:

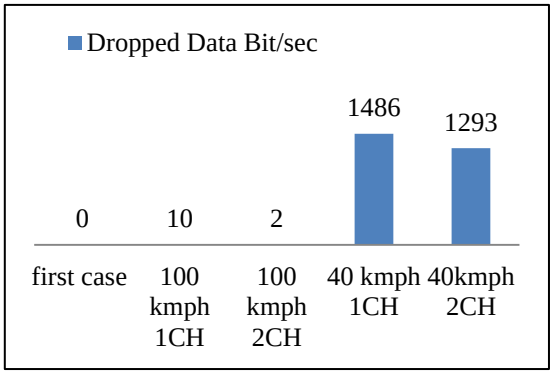
1. الحالة الاولى بدون أي مؤثرات أو أي زخم على الشبكة- أي بدون تأثير المركبات- كما في حالة التراكم، مع الملاحظة هنا ان طول الرسالة يكون ثابتا لهذه الحالة.
2. الحالة الثانية مع تأثير المركبات المتحركة بسرعة 100كم\ساعة، وقد تم دارسة هذه الحالة على نمطين أيضاً؛ وهما:
   - استخدام قناة واحدة: المركبات والمتحسسات يستخدمون نفس القناة الراديوية، كما في الشكل(7A).
   - أستخدام قناتين اثنتين: نخصص قناة راديوية للمركبات، وقناة اخرى للاتصال بين المتحسسات والنقطة المركزية، لفصل ادارة النظام وتجميع المعلومات عن مجال عمل المركبات كما في الشكل(7B).
3. الحالة الثالثة: في هذا النموذج نأخذ تأثير المركبات المتحركة بسرعة 40 كم\ساعة، وهي على نمطين باستخدام قناة واحدة وقناتين اثنتين كما في الحالة الثانية.

الشكل(11) يبين أنه لا يوجد بيانات المفقودة في الحالة المثالية، في حين أن البيانات المفقودة كانت عدة بايتات عند استخدام نفس القناة لكل من المركبات والمتحسسات عند السرعة 100كم\ساعة، في حين تزداد كمية البيانات المفقودة عند السرعة 40كم\ساعة مع قناة واحدة إلى حوالي 1.5Kbit، واستخدام قناتين لم يساعد على تحسين الأداء بشكل جذري حيث كانت البيانات المفقودة 1.2Kbit تقريبا عند استخدام قناة واحدة. والتحسن الناتج عن أستخدام قناتين كان ايضاً قليل جدا لكلا السرعتين(100و40كم\ساعة). مما سبق من النتائج نعتمد إنموذج الـSOTIS باستخدام قناة واحدة، كونه افضل أداءً من الـTrafficview، واستخدام قناتين كان ذو فائدة محدودة ولم يقضِ على البيانات المفقودة.

الطور الثالث: تجمع النقاط المركزية المعلومات من المتحسسات الخاصة بهم ثم تقوم بمعالجتها، وترسل رسائلها إلى مركز الادارة والسيطرة، وقد اعتمدنا على نموذج لخريطة لمدينة الموصل لتنفيذ هذه المرحلة. التعداد السكاني لمدينة الموصل يصل الى 1.6مليون وهي من المناطق الحيوية التي تشهد مشاكل متعددة للمرور. تم توزيع النقاط المركزية على خريطة مدينة الموصل (بالابعاد 16.5*16.5كم) بالاعتماد على تواجد الطرق الحيوية في المدينة حسب الحاجة لوجود تلك المتحسسات. تبين وبعد اكمال توزيع النقاط المركزية على خارطة مدينة الموصل أننا نحتاج إلى 49 نقطة مركزية لتغطيتها، وتم تعيين مكان مفترض مركز المراقبة والسيطرة كما في الشكل(12). توزيع المتحسسات في كل منطقة تغطيها النقطة المركزية يعتمد على تواجد الطرق المهمة، فمن الممكن أن يتم نصب ثمانية متحسسات مع النقطة المركزية اذا كانت المنطقة حيوية أو نصب على اقل تقدير متحسسين مع نقطة مركزية. الشكل(13) يوضح توزيع المتحسسات والنقطة



الشكل(10) معدل الحمل (Average Load) لحالات الدراسة في SOTIS



الشكل(11) معدل البيانات المفقودة لحالات الدراسة في الـSOTIS

المركزية على منطقة معينة. تم انشاء شبكة Ad-hoc لدراسة أفضل أداء للشبكة اللاسلكية باعتماد الخصائص المناسبة للاتصال اللاسلكي بالمعيار IEEE802.11a. إذ ترسل النقطة المركزية رسالة دورية كل 5دقائق[22] إلى مركز المراقبة والسيطرة بالاعتماد على شبكة الـAd-Hoc، وتمت دراسة اربعة بروتوكولات Ad-hoc وهي(AODVوDSR و OLSR وTORA) على الشبكة الموجودة في الشكل(12)، وإيجاد افضل بروتوكولات اداءً لنقل المعلومات، وتم تحديد خصائص كل بروتوكول للشبكة اللاسلكية لكل نقطة مركزية حسب القيم الافتراضية لكل بروتوكول في برنامج الـOPNET.

الشكل(12) توزيع النقاط المركزية في مدينة الموصل.

الشكل(13) انموذج للنقطة المركزية مع المتحسسات.

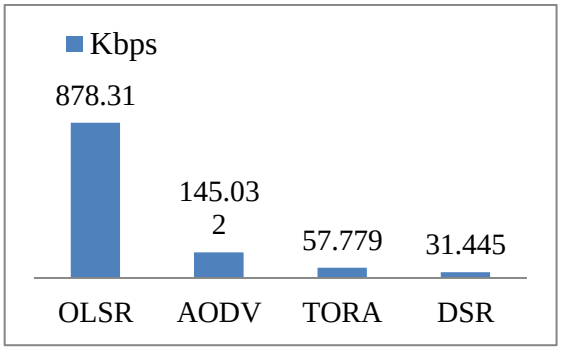
وقد أعتمدت عدة قياسات في هذا الجزء من البحث وهي كما يأتي[13]:

- الـWLAN Throughput: وتمثل مقدار الحمل على القناة الراديوية، هذه النتيجة تمثل الحمل الذي تم أستلامه بشكل صحيح وتم تسليمه لطبقة التطبيقات من البروتوكول الـTCP/IP، وتمثل بـــ بت\ثانية.
- حمل التوجيه(Routing Overhead): تمثل الحمل المسلط على الشبكة والمخصص لأغراض التوجيه، وتمثل بـــ بت\ثانية.
- استجابة الـUpload في الـFTP (FTP Upload Response): هو الزمن المستغرق بين زمن ارسال فايل على الشبكة وزمن استجابة الخادم في تلك الشبكة، وتقاس بالـــثانية.

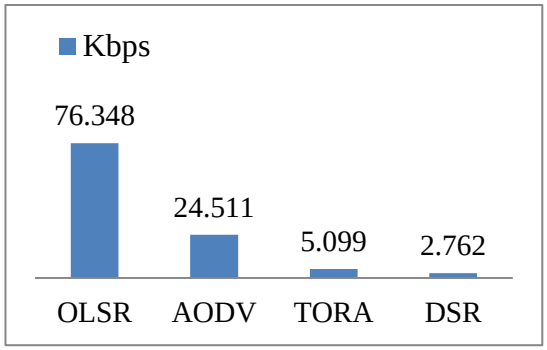
أما نتائج عملية المحاكاة فكانت كما يلي:

الـWLAN Throughput: النتائج في الشكل(14) تظهر أن الاكثر استغلالاً للقناة هوOLSR ثم AODV ثم TORA وأخيراً الـDSR. OLSR ذو الخاصية إستباقية التي تجعل كل طرف (Node) في الشبكة يرسل رسائل دورية عن التحديثات التي تحصل له إلى كل الطرف في الشبكة، بالتالي سوف تضيف الكثير من الحمل الزائد على الشبكة. الـAODV يملك نفس الخاصية ولكن بشكل أكثر تحديداً لتحديث الجدول المعلومات للاطراف(Nodes) المجاورة له فقط. الـTORA يظهر أداء جيد المقارنة بباقي البروتوكولات الاخرى، فهو فقط في بداية الاتصال يرسل رسائل تعريف بالشبكة، ولكن له محدودية البيانات المفقودة تكون كبيرة بالمقارنة مع البروتوكولات الأخرى. الـDSR أثبت أنه الافضل

لتطبيقنا لأسباب، منها أنه بروتوكول تفاعلي والمعلومات المتوفرة من أي اتصال سابق تدعم الاتصالات الجديدة لتوفير الوقت وعدم إعادة إرسال معلومات متشابهة، وبما أن طبوغرافيا الشبكة اللاسلكية ثابتة فهذا يعني أن المعلومات لا يطرأ عليها أي تغيير مما يقلل معلومات السيطرة والإدارة المتبادلة في الشبكة اللاسلكية.



الشكل(14) يوضح الـWLAN Throughput لأربعة بروتوكولات

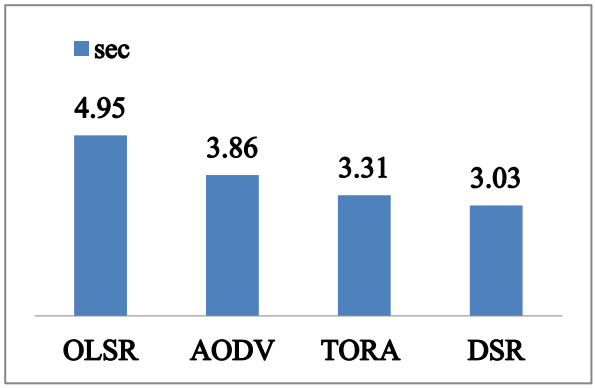


الشكل(15) يوضح البيانات التوجيه المتبادلة في النظام

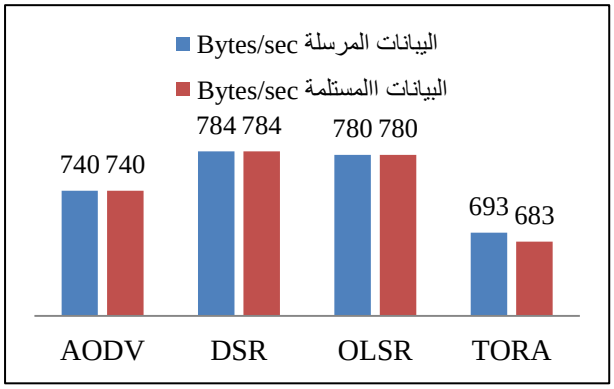
حمل التوجيه(Routing overhead): الشكل(15) يمثل الحمل المسلط على الشبكة اللاسلكية الناتج عن عملية التوجيه في الشبكة. النتائج توضح الحمل في الشبكة اللاسلكية في كل بروتوكول ينتج عن ماذا؟. إذ يظهر أن الحمل يتاثر بكمية بيانات التوجية، ويظهر كيف بروتوكول الـOLSR يستغل الشبكة بشكل كبير، غير أن البيانات التي ينقلها تكون بنفس الكمية التي ينقلها البروتوكول الـDRS، بالاضافة إلى ذلك أنّ الشكل(15) يوضح طبيعة النتائج من الشكل(14).

استجابة الـUpload في الـFTP (FTP Upload Response): النتائج توضح أن الـDSR هو الافضل في الأداء بسبب تحديده سلسلة بأسماء الاطراف(Nodes)(والتي تمثل الطريق إلى الخادم المركزي) والذي سوف يخزن بشكل كامل في الـHeader للحزمة المرسلة. يأتي بعد ذلك الـAODV الذي يملك كل طرف فيه جدول توجيه تتمثل فيه القفزة التالية فقط، ثم الـTORA الذي يتكيف باستمرار ويضع جداول آلية التوجيه لتعزيز عملية التوجيه، واخيراً الـOLSR الذي ينتظر سلسلة رسائل التوجيه لتكتمل وبالتالي يرسل حزمة البيانات، كما في الشكل(16).

الأداء بالنسبة إلى الـFTP: النتائج تثبت أن الـTORA كان الأسوء من حيث القدرة على تسليم البيانات في بروتوكول الـFTP وهذا يرجع إلى أسباب منها كون عدد الاطراف(Nodes) في الشبكة ممكن أن يكون العامل الأبرز في أداء النظام. في حين أن الـDSR يتميز بالقدرة العالية على تسلم البيانات بشكل صحيح كما في الشكل(17).



الشكل(16) معدل الاستجابة لتصعيد البيانات في الـFTP لكية..



الشكل(17) البيانات الـFTP المرسلة والمستلمة على الشبكة اللاسكية.

5. الاستنتاجات:

الطريقة المستخدمة في هذا البحث تعد من اكثر الطرق جذبا للاهتمام في مجال البحث والتطوير في المراقبة وجمع المعلومات ونشرها في أنظمة التنقل الذكية. إنّ هذه الطريقة تعتبر من اقل الطرائق كلفة وأكثرها كفاءة ودقة في تجميع المعلومات، والمعلومات المجمعة تفصيلية تخص كل مركبة، مثلا عنوان المركبة وموقعها وحالتها، بالإضافة إلى إمكانية في الوصول الى معلومات اكثر شمولا ودقة تخص كل مركبة في حالة الحاجة اليها، هذه الامكانية لا تتوفر في التقنيات الاخرى مثل الملفات الحثية والكاميرات والاشعة تحت الحمراء والرادار، كما إن هذه التقنية سهلة التعامل ويمكن تنصيبها على مساحة واسعة من شبكة الطرق بكلفة قليلة على عكس باقي التقنيات الاخرى الامر الذي يكون صعبا في التقنيات الاخرى مثل الملفات الحثية والرادار، والتي تستهلك طاقة كبيرة، تكلّف كثيرا في عمليات النصب والصيانة. أن مجالات البحث والتطوير في هذا النوع من التقنيات كبيرة ومفتوحة على مجالات واسعة من تطبيقات السلامة الى مراقبة شبكة المرور وصولا الى التطبيقات الترفيهية، في حين أن التقنيات الاخرى(الملفات الحثية والكاميرات والاشعة تحت الحمراء والرادار) تركز على المراقبة بشكل اساسي. من الميزات الاساسية التي تتمثل في هذه التقنية هي أن المركبات يمكن أن تقدم الخدمة لبعضها البعض بدون وجود البينة التحتية بالاعتماد على الخاصية الاساسية لهذه الشبكة وهي أنها ذاتية التنظيم. ان الطريقة المستخدمة في هذه البحث في جمع المعلومات في شبكة المركبات قدمت نموذج لجمع المعلومات بوقت قليل مقارنة مع الانظمة الاخرى وهوما يقارب 5دقائق، والتي يمكن تحسينها في دراسات مستقبلية.

المصادر:

[1] T. Sivaharan, G. Blair.and G. Coulson, "GREEN: A Configurable and Re-configurable Publish-Subscribe Middleware for Pervasive Computing", PP 732-749, OTM Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, and ODBASE, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

[2] M. Fiore, J. H¨arri, F. Filali and C. Bonnet, "Vehicular Mobility Simulation for VANETs",IEEE Simulation Symposium, 2007. ANSS '07, 40th Annual, PP301 - 309, March 2007.

[3] T. Nadeem, S. Dashtinezhad, C. Liao and L. Iftode, "TrafficView: Traffic Data Dissemination using Car-to-Car Communication", ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), Vol. 8, No. 3, PP. 6-19, July 2004.

[4] X. Wang, "Mobile Ad-Hoc Networks: APPlications", InTech, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, Volume 6, PP 307-321, 2011.

[5] J. Toutouh and E. Alba, "Performance Analysis of Optimized VANET Protocols in Real World Tests", IEEE Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2011 7th International, PP1244 – 1249, 2011.

[6] W.Wang, F. Xie and M. Chatterjee, "An Integrated Study on Mobility Models and Scalable Routing Protocols in VANETs", 2007 Mobile Networking for Vehicular Environments, PP97 - 102, 2007.

[7] Y. Wu, Z. Shao, W. Li, L. Shen and X. Li, "A Novel Design and Realization of the Vehicular Driving Navigation System based on VANET", IEEE Proceedings of the 8th World Congress on Intelligent Control and Automation, PP4419 - 4423 2010.

[8] Y.P. Fallah, H. Ching-Ling, R. Sengupta and Krishnan, "Analysis of Information Dissemination in Vehicular Ad-Hoc Networks With APPlication to Cooperative Vehicle Safety Systems", Vehicular Technology, IEEE Transactions on, PP 233 – 247, 2011.

[9] S. Panichpapiboon and W. Pattara-atikom,"A Review of Information Dissemination Protocols for Vehicular Ad Hoc Networks", IEEE Communications Surveys & Tutorials, PP 784 – 798, 2011.

[10] N. Alam, A. Tabatabaei Balaei, A. G. Dempster, "Relative Positioning Enhancement in VANETs: A Tight Integration APProach", Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on, 2012.

[11] H. Moustafa and Y. Zhang, "Vehicular Networks Techniques, Standards and Applications", Taylor and Francis Group, LLC. 2009.

[12] J. Jansons and A. Barancevs, "Using wireless networking for vehicular environment: IEEE 802.11a standard performance", Digital Information Processing and Communications (ICDIPC), 2012 Second International Conference, PP 5 – 9, 2012.
[13] OPNET Technologies, OPNET Modeler Product Documentation Release 14.5, OPNET Modeler, 2008.
[14] M. Saito, M. Funai, T. Umedu and T. Higashino, "Inter-Vehicle Ad-Hoc Communication Protocol For Acquiring Local Traffic Information", Osaka University, JAPAN, 2005.
[15] H. Hartenstein and K. P. Laberteaux, "VANET: Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies", John Wiley & Sons Ltd, This edition first published, 2010.
[16] L.Tung, M. Gerla, "An efficient road-based directional broadcast protocol for urban VANETs", Vehicular Networking Conference (VNC), 2010 IEEE, PP 9 – 16, Dec. 2010,
[17] P. Gupta and P. R. Kumar, "The Capacity of Wireless Networks", IEEE Transactions on Information Theory, VOL. 46, NO. 2, PP 388 404, March 2000.
[18] "highway capacity manual 2000: Transportation Research Board; Lslf edition", Transportation Research Board of the National Academies of Science in the United States, December 2000.
[19] E. Olsen, A. B. McClurg and J. M. Bunker, "A Four Level Road Hierarchy for Network Planning and Management", In Jaeger, Vicki (Ed.) 20th ARRB Conference, PP 1-13, Nov 2005.
[20] A. P. Chen, "Vehicular Network Simulation Platform for Highway Traffic Management and Wireless", Master thesis, university of California, 2007.
[21] S. Chang, J. Jung, J. Cha and S. Lee, "Implementation of DSRC Mobile MAC for VANET", Advanced Communication Technology (ICACT), 2011 13th International Conference, PP1502 – 1505, 2011.
[22] L. Wischhof, A. Ebner, H. Rohling, M. Lott and R. Halfman, "SOTIS – A Self-Organizing Traffic Information System", VTC '03-spring: Proceedings of the 57th IEEE Vehicular Technology Conference, PP 2442–2446, 2003.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل