

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES TO CONSTRUCT VEHICLES AD-HOC NETWORKS

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНИ АВТОМОБИЛНИ МРЕЖИ

Цветан Маринов Маринов

Faculty of Telecommunications, Technical University of Sofia, Sofia 1756, Bulgaria

Phone: +359 885827656 e_mail: ts_marinov@abv.bg

Факултет по телекомуникации, Технически Университет София, София 1756, България

Тел.: +359 885827656 e_mail: ts_marinov@abv.bg

Keywords: Manet, Vanet, ITS, routing protocols

Abstract - Manet and Vanet are networks, which are used for wireless communication. Mobile Ad-hoc Network (MANETs) consists of devices, which configured in independent network alone. Vehicular Ad Hoc Networks (VANET) is a subclass of Mobile ad hoc networks (Manet) which provides a distinguished approach for Intelligent Transport System (ITS). The research of routing protocols in Vanet is important and necessary for Intelligent Transport Systems (ITS). This report discusses the advantages / disadvantages and the applications of various routing protocols for vehicular ad hoc networks. It explores the motivation behind the designed, and traces the evolution of these routing protocols. Finally the report concludes by a tabular comparison of the various routing protocols for VANET.

Резюме - Манет и Ванет са мрежи, които се използват за безжични комуникации. Манет се състои от устройства, които сами се конфигурират в самостоятелна мрежа. Автомобилната специализирана мрежа Ванет е подклас на Манет, която осигурява специален подход за Интелигентните Транспортни Системи (ITS). Изследването на протоколите за маршрутизация е важно и необходимо за Интелигентните Транспортни Системи. Настоящият доклад разглежда предимствата, недостатъците и приложенията на различните протоколи за маршрутизация при Автомобилните специализирани мрежи Ванет. Разглеждат се мотивите за създаването на такъв тип мрежа и се проследява развитието на маршрутизиращите протоколи. Накрая докладът завършва със сравнителна таблица на видовете маршрутизиращи протоколи във Ванет.

УВОД

В последните години безжичните устройства стават все по-разпространени. Голяма част от проблемите, които се виждат в днешно време са инцидентите с автомобили, задръствания и др. Всяка година броя на загиналите в пътно-транспортни произшествия нараства, като в световен мащаб 1.3 милиона души намират смъртта на пътя. С развитието на технологиите е възможно да се намали този брой. Едно от решенията са интелигентните транспортни системи (ITS – Intelligent Transport Systems). Транспортните мрежи помагат на хората

като увеличават сигурността, намаляват задръстванията и вредните емисии във въздуха. Чрез прилагане на различните методи на информационните технологии, може да се направи транспортът по-ефективен, сигурен и устойчив.

Мобилните специализирани мрежи (MANET) се състоят от устройства, които са в състояние сами да се организират в самостоятелна мрежа. С развитието на технологиите в близко бъдеще ще станем свидетели на тъй наречените “умни коли” (smart vehicles).

Автомобилните специализирани мрежи Ванет (Vanet – Vehicle ad-hoc network), са развитие на Манет мрежата, за да може да се осигури комуникация между автомобилите и крайпътното оборудване. Когато възлите се движат и ако се разполага с налична информация, може да се предскаже бъдещото им местоположение, нещо повече – от събраната информация може да се изчисли трафика и да избегнем задръствания, вредни емисии и инциденти.

1.СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА

1.1 Манет мрежа

Манет е един вид специализирана мрежа, състояща се от неопределен брой мобилни устройства. Този тип мрежи могат да съществуват самостоятелно или да бъдат свързани към друг тип мрежи като Интернет, GSM и др. Местоположението на устройствата не е предварително детерминирано. Протоколите и алгоритмите за Манет имат самоорганизиращи се свойства. Поради високата мобилност, мрежовата топология се променя непредсказуемо във времето. Мрежата е децентрализирана и доставянето на съобщенията трябва да бъде извършвано от самите устройства. Мобилните специализирани мрежи Манет се характеризират с липса на предварително изградена инфраструктура, мобилност, споделена комуникационна среда, всяко крайно устройство (възел) от мрежата е и маршрутизатор, автономност на крайните устройства, ограничена енергийна мощност и изчислителни ресурси.

Още от средата на 90те години се водят научни изследвания и се оценяват протоколи и техните способности. Проблемите, които съществуват са оптимално използване на честотната лента, контрол върху изразходваната мощност, подобрения върху качеството на предаване. Освен това характеристики като липсата на фиксирана инфраструктура и факта, че мобилните станции освен като крайни устройства действат и като маршрутизатори, препращайки пакетите до останалите станции по пътя им към крайния получател (т.нар. multihop routing) са уникални за този тип мрежи и крият нови проблеми за изследване.

Появата на нови технологии като Bluetooth, IEEE 802.11 и Hyperlan значително улесняват използването на специалните мрежи извън военния сектор. Някои от новопоявилите се приложения на мобилните разпределени мрежи включват: изграждане на мрежи от сензори, използването им при спешни спасителни операции, комуникация по време на конференции, достъп

до Интернет извън границите на дома или офиса, мобилни офиси, Интелигентни Транспортни Системи (ITS) и др.

1.2 Ванет мрежа

Автомобилна специализирана мрежа Ванет е подклас на Манет мрежата, като идеята е да се осъществява комуникация между превозните средства. Тук автомобилите играят ролята на възли в системата. Имаме много чести прекъсвания поради движението им и непрекъснатата смяна на посоките. Архитектурата на Ванет се състои от няколко домейна. Мобилният домейн се състои от две части: автомобилен домейн и домейн на мобилното устройство. Автомобилният домейн включва всички превозни средства като коли, автобуси, камиони. Домейнът на мобилното устройство се състои от всички преносими устройства – смартфони, таблети, навигации и др. Инфраструктурният домейн се състои от два поддомейна. Това е домейнът на крайпътната инфраструктура и централен домейн на инфраструктурата. Крайпътният инфраструктурен домейн е съставен от крайпътни устройства като светофарите. Централният домейн на инфраструктурата се състои от център за поддръжка на инфраструктурата като включва център за управление на трафика.

Комуникацията при Ванет се разделя на четири вида. Първият е комуникация в превозното средство (*In-vehicle communication (IV)*), като представлява комуникация между електронните модули в превозното средство. Комуникационните системи следят състоянието на превозното средство и водача, при нередност се сигнализира. Вторият вид е комуникация превозно средство – превозно средство. Това е комуникация между отделните автомобили. Те могат да споделят информация и спешни съобщения. Третият е комуникация между превозно средство и инфраструктура (*Vehicle-to-road infrastructure (V2I)*), като целта е да се съкрати времето за придвижване и да се избегнат инциденти и задръствания. Последният е комуникация между превозното средство и облачната структура (*Vehicle-to-broadband cloud (V2B)*), която осъществява връзка с облака и мрежи като 3G, 4G.

2. ПРЕГЛЕД НА ПРОТОКОЛИТЕ ЗА МАРШРУТИЗАЦИЯ

Маршрутизиращите протоколи са класифицирани в пет категории: Topology based routing protocol, Position based routing protocol, Cluster based routing protocol, Geo cast routing protocol и Broadcast routing protocol. Тези протоколи се характеризират от основната зона и приложенията, за които са подходящи.

2.1 Topology based routing protocol

Този маршрутизиращ протокол използва връзкова информация, която съществува в мрежата, като отговаря за придвижването на пакетите. Протоколът е разделен на проактивен и реактивен.

2.1.1 Proactive routing protocols

Проактивните маршрутизиращи протоколи поддържат информация за пътищата между кои да е две станции в мрежата. Тъй като тази информация обикновено се пази в таблици те се наричат още “table-driven” протоколи. Предимството на проактивните маршрутизиращи протоколи е времето за използване на маршрута, тъй като той е наличен и може да се използва веднага, докато при реактивните е необходимо време за неговото откриване, което довежда до забавяне на предаването на първия пакет. Въпреки това проактивните протоколи са свързани с поддържане на таблици, т.е. необходимо е мобилните устройства да имат по-голям капацитет от памет.

2.1.2 Reactive/Ad hoc based routing

Реактивните маршрутизиращи протоколи изграждат път между два възела само когато възникне нужда от това. Обикновено посредством процедура за откриване на нов път иницирирана от източника на информацията. Веднъж открит, маршрута се пази докато е наличен и докато се използва. След определен период без да бъде използван той се отстранява и при следваща необходимост се търси наново. Реактивни протоколи са AODV, PGB, DSR.

2.2 Position Based Routing Protocols

Протоколът се състои от клас на маршрутизиращ алгоритъм. Споделя се географска информация за позициониране в ред позволяващ да се избере следващ хоп за предаване. Пакетът се изпраща без да има данни за съседа на приемащия хоп. Протоколът е от полза, тъй като нямаме глобален маршрут от изпращащия възел до приемащия възел, като същия трябва да бъде създаден и поддържан. Протоколът се разделя на два вида: Position based greedy V2V protocols, Delay Tolerant Protocols.

2.2.1 Position Based Greedy V2V Protocols

Greedy routing protocols решават проблема на Ванет за високата мобилност и ниската скорост за предаване. Стратегията тук, е че се избира оптималния маршрут на съобщението до най-далечния съсед в посока следваща дестинация. Greedy approach изисква междинният възел да разполага с информация за позицията си, позицията на съседа и позицията на крайния получател. Целта на този протокол е да се предават пакети от данни възможно най-бързо. Също така протоколът е известен като протокол с минимално закъснение.

2.2.2 Greedy Perimeter Coordinator Routing (GPCR)

GPCR е базиран на факта, че улиците в града се знаят предварително. GPCR

не изисква външна карта. Състои се от два компонента: “Restricted Greedy forwarding procedure” и “repair strategy for routing algorithm”. GPCR следва дестинацията на „Greedy forwarding strategy”. Маршрутите на съобщенията до до възлите трябва да се пресекат. Тъй като GPCR не използва външна улична карта, възлите в пресичане се намират трудно. GPCR използва евристичен метод за намиране на възли, разположени в кръстовищата и определя тези възли като координати. Тези координати отговарят за взимането на решенията за маршрутизация. Съществуват два подхода за взимане на решенията: “Neighbor Table Approach” и “Correlation coefficient approach”. При първият подход възлите периодично предават съобщения, които съдържат информация за тяхната позиция и последната известна позиция на техните съседи. От събраните данни се взима решението, като възел X се счита за възел на пресичане. При вторият подход възелът използва информация за позицията си и информация за позицията на съседите си, за да се намери коефициента на корелация, рху. Този подход се представя по добре от първия.

2.2.3 Connectivity Aware Routing Protocols (CAR)

CAR протоколът намира път към една дестинация, която която има уникална характеристика. Поддържа се хеша на успешния маршрут между различните източници. Също може да се предскаже позицията на приемащата страна. Ако съществува проблем в позицията на дестинацията, позицията се променя. Възлите използващи CAR протоколи изпращат периодично съобщение “hello”, като в съобщението се съдържа скоростта и векторната информация. След като се получи съобщението, възелът ще запише на изпращача си неговата таблица и ще изчисли съответния вектор на скоростта и на съседа. Когато разстоянието между възлите превишава праговата стойност, записите се взимат от таблицата на съседа. Протоколът установява нотоция на пазач, което е съобщение с географски маркер. То е буферирано и се предава от едно превозно средство на друго. Сигурността се поддържа, като съобщенията имат ID (идентификационен номер), също има ограничение по TTL (time to live). CAR има две форми на защита. Това са The Standing guard и The Traveling guard. Маршрутизираща грешка може да възникне в резултат на комуникационна пропаст между възлите от системата за сигурност. Протоколът предлага две стратегии за възстановяване. Първата е “Time out algorithm with active waiting cycle”. Втората стратегия е “Walk around error recovery”. Също протоколът има способността да генерира виртуална информация под формата на охрана, което е предимство пред останалите протоколи.

2.2.4 Diagonal-Intersection-Based Routing Protocol (DIR)

DIR протоколът е създаден от серия от диагонални пресичания между източника и приемната страна. DIR е базиран на “geographic routing protocol” при който източникът препраща пакети от данни към първия диагонал на

пресичане, втори диагонал на пресичане и така нататък, докато не достигне до съответното превозно средство. DIR протоколът може автоматично да регулира маршрутизацията, което води до по-малко закъснение на пакетите.

2.2.5 Delay Tolerant Protocols

В градска среда превозните средства са гъсто разположени по улиците и не е проблем да се предават съобщения между тях. Но извън града не е така. В някои определени случаи трябва да се разглеждат мрежи като “sparse networks”. Delay Tolerant Protocols са MOVE, VADD, SADV.

2.2.6 Motion Vector Routing Algorithm (MOVE)

Тук превозното средство се разглежда като мобилен рутер, който има интерминентна свързаност с другите превозни средства. Възможностите за връзка трябва да се разглеждат внимателно, тъй като те се срещат рядко и глобалната топология също бързо се променя. Алгоритъмът трябва да предвиди дали ще се осигури придвижване на съобщението към съответната дестинация. От тази информация текущия възел може да пресметне най-близкото разстояние между превозното средство и дестинацията на съобщението. MOVE алгоритъмът използва по-малко буфериращо пространство. Този алгоритъм е специално създаден за “sparse networks” и за превозни средства, които обменят данни от сензорни мрежи до базова станция.

2.3 Vehicle Assisted Data Delivery (VADD)

VADD се използва за придвижването на пакети в “sparse networks”. Специфичното тук, е че предаването се извършва когато възелът е навлязъл в обхвата на излъчване, като по този начин се позволява пакетите да се предават от релейна станция при “sparse networks”. VADD изчаква всяко превозно средство да знае собствената си позиция, като също изисква и външна статична карта на улиците. Всеки пакет има три модела: “Intersection”, “StraightWay” и “Destination”. Първият модел се използва когато пакетът достигне пресечната точка на маршрутизация, след което може да бъде взето решение откъде да се изпрати пакетът към превозното средство. Модел “StraightWay” се използва когато възелът е на пътното платно и има само две възможности за придвижване на пакета. Това е в посоката, в която се движи превозното средство или обратно.

2.4 Static Node Assisted Adaptive Routing Protocol (SADV)

Целта на този протокол е да се намали забавянето на съобщенията в “sparse networks”. SADV динамично се адаптира към различните гъстоти на трафика, като позволява на всеки възел да се измери времето на доставяне на

съобщението. При този протокол трябва всяко едно превозно средство да знае позицията си чрез GPS и да има достъп до улична карта.

2.5 Cluster Based Routing

Този протокол се използва в клъстери. Една група от възли се идентифицират, че са част от клъстера. Един възел, определен като глава на клъстера, изпраща пакета. Поради добрата мащабируемост протоколът може да се използва за големи мрежи, но има голямо закъснение при формирането на клъстерите. Видовете Cluster Based Routing протоколи са COIN и LORA_CBF.

2.6 Broadcast Routing

Broadcast Routing се използва често във Ванет мрежата за споделяне на информация за трафика, времето, извънредни ситуации, реклама и др. Различните видове Broadcast Routing протоколи са BROADCAST, UMB.

2.7 Geo Cast Routing

Geo Cast Routing е базирана на местоположението въз основа на multicast routing. Целта тук е да се осигури доставка на пакет от даден възел до всички останали превозни средства в рамката на един географски регион. Недостатък е че мрежата е разделена и недоброжелателни съседи могат да попречат на правилно предаване на съобщенията. Видовете Geo Cast Routing са IVG, DG-CASTOR и DRG.

ТАБЛИЦА 1. СРАВНЕНИЕ НА ПРОТОКОЛИТЕ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА АВТОМОБИЛНИ МРЕЖИ

Протоколи	Proactive Protocols	Reactive Protocols	Position based Greedy Protocols	Delay Bounded Protocols	Cluster Based Protocols	Broadcast Protocols	Geo cast Protocols
Prior Forwarding Method	Wire less multi hop Forwarding	Wire less multi hop Forwarding	Heuristic method	Carry & Forward	Wireless Multi hop Forwarding	Wire less multi hop Forwarding	Wire less multi hop Forwarding
Digital Map Requirement	No	No	No	No	Yes	No	No
Virtual Infrastructure Requirement	No	No	No	No	Yes	No	No
Realistic Traffic Flow	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
Recovery Strategy	Multi Hop Forwarding	Carry & Forward	Carry & Forward	Multi hop Forwarding	Carry & Forward	Carry & Forward	Flooding
Scenario	Urban	Urban	Urban	Sparse	Urban	Highway	Highway

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад са описани Манет и Ванет мрежите и протоколите необходими за изграждането им. В таблица 1. е направено сравнение на тези протоколи. Prior forwarding method описва първото решение за маршрутизация на протокол, когато пакетите трябва да бъдат предадени. При Delay Bounded protocols се използва метода “prior forwarding method”, докато при всички останали маршрутизиращи протоколи при безжичните мрежи се използва “multi hop method of forwarding”. Цифровата карта осигурява карта на улиците, статистически данни на трафика, скоростта на автомобилите. Дигиталната карта е задължителна при Cluster Based Routing Protocols. Виртуалната инфраструктура е създадена чрез групиране на възли, за да се осигури мащабируемост. Всеки клъстер трябва да има глава на клъстера, в случая превозно средство, което да отговаря за правилната комуникация. Recovery Strategy се използва за възстановяване при грешки. Recovery strategy също се използва и за оценка на протокола.

4. REFERENCES

- [1] M. Sivasakthi and S. Suresh, “Research on vehicular ad hoc networks (VANETs): an overview,” *Journal of Applied Sciences and Engineering Research*, vol. 2, no. 1, pp. 23–27, 2013.
- [2] H. Moustafa and Y. Zhang, *Vehicular Networks: Techniques, Standards, and Applications*, CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, 2009.
- [3] H. Hartenstein and K. Laberteaux, *VANET-Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies*, John Wiley & Sons, 2010.
- [4] M. W. Maier, D. Emery, and R. Hilliard, “ANSI/IEEE 1471 and systems engineering,” *Systems Engineering*, vol. 7, no. 3, pp. 257–270, 2004. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus
- [5] H. Hartenstein and K. Laberteaux, *VANET-Vehicular Applications and Inter-Networking*
- [6] J. Bernsen, D. Mnivannan, “Unicast routing protocols for vehicular ad hoc networks: A critical comparison and classification”, in *journal of Pervasive and Mobile Computing* 5 (2009) 1-18
- [7] J. Serna, J.Luna and M. Medina “Geolocation-based Trust for Vanet’s Privacy” *Dynamic Publishers, Journal of Information Assurance and Security* 4 (2009) Page 432-439, 2009
- [8] J. Angel , F. Lage, C. Pereiro Gestoso, O. Rubinos, F. Aguado Agelet “Analysis of Unicast Routing Protocols For VANETs” 2009 Fifth International Conference on Networking and Services
- [9] Kargal, F. Papadimitratos, P. Buttyan, L. Muter, M. Schoch, E. Wiedersheim, B. Ta-Vinh Thong Calandriello, G. Held, A. Kung, A. Hubaux, J. -P. Ulm Univ., Ulm “Secure Vehicular Communication Systems: Implementation, Performance and Research Challenges”, *IEEE Communication Magazine*, Vol. 46 issue: 11, November 2008
- [10] T. Sawamura, K. Tanaka, M. Atajanov, N. Matsumoto, and N. Yoshida, “ Adaptive Router Promotion and Group Forming in Ad hoc Networks”, *International Journal of Ad hoc and Ubiquitous Computing (IJAHUC)*, Vol 3, no 4, 2008, pp 217-223.