

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ AMMAR TELIDJI LAGHOUCAT

FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUES

MÉMOIRE DE MASTER

FILIÈRE: INFORMATIQUE

OPTION: RÉSEAUX, SYSTÈMES ET APPLICATIONS RÉPARTIS (**ReSar**)

Thème:

ÉTUDE DES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DES SERVICES DANS LES RÉSEAUX VANET

Présenté par:

SAYAH LEILA CHOUROUK

Soutenu devant le jury composé de:

M ^r	M. B. YAGOUBI	Université de Laghouat	(Président)
M ^{lle}	S. BENKOUIDER	Université de Laghouat	(Examinatrice)
M ^r	K. L. OULADDJEDID	Université de Laghouat	(Examinateur)
M ^r	N. LAGRAA	Université de Laghouat	(Rapporteur)

ANNÉE UNIVERSITAIRE: 2011/ 2012

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES FIGURES	v
INTRODUCTION	1
1 PRÉLIMINAIRES SUR LES RÉSEAUX AD HOC DE VÉHICULES VANET	3
1.1 INTRODUCTION	4
1.2 LES ENVIRONNEMENTS MOBILES	4
1.3 LES RÉSEAUX MANET	5
1.3.1 Caractéristiques	6
1.3.2 Types des réseaux Ad hoc	6
1.4 LES RÉSEAUX VANET	7
1.4.1 Caractéristiques	7
1.4.2 La communication dans les réseaux VANets	8
1.5 APPLICATIONS POUR LES VANET	10
1.6 PROJETS ET THÈMES DE RECHERCHES DANS LES VANETS	11
1.7 STANDARDS ET NORMALISATIONS : IEEE 802.11P ET DSRC	13
1.8 CONCLUSION	14
2 LE PROBLÈME DE LA DÉCOUVERTE DES SERVICES	17
2.1 INTRODUCTION	18
2.2 LE SERVICE : DÉFINITION, COMPOSANTS ET TYPES	18
2.3 LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX FIXES	18
2.3.1 Service location protocol (SLP)	18
2.3.2 JINI	20
2.3.3 SALUTATION	21
2.3.4 Universal plug and play (UPnP)	21
2.3.5 Bluetooth service discovery protocol (SDP)	21
2.4 LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX AD-HOC	22
2.4.1 Le protocole de découverte de services Konark	22
2.4.2 Le protocole SPDP (Secure Pervasive Discovery Protocol)	22
2.4.3 Le protocole GSD (Group-based Service Discovery)	23
2.5 CONCLUSION	24
3 LA DÉCOUVERTE DES SERVICES DANS LES VANETS	25
3.1 INTRODUCTION	26
3.2 LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX VANET	27
3.2.1 La découverte décentralisée des espaces de parking	27
3.2.2 Système d'auto-organisation des informations du trafic	28

3.2.3	Les services migrateurs sensibles au contexte dans les réseaux Ad hoc	28
3.2.4	PMNET (Multi Hop Wireless Ad Hoc Parking Meter Network)	29
3.2.5	Nœuds mobiles virtuels pour réseaux mobiles ad hoc	29
3.2.6	Une approche hybride pour une découverte de services basés sur la localisation dans les VANETs :	30
3.3	LE PROTOCOLE DE DÉCOUVERTE DE PASSERELLES LAGAD (LOCATION-AIDED GATEWAY ADVERTISEMENT AND DISCOVERY PROTOCOL)	30
3.3.1	Modèle du système	30
3.3.2	Les formats de paquets et des tables LAGAD :	30
3.3.3	Description Du protocole LAGAD :	32
3.3.4	LAGAD Multicanaux et Multi-interfaces :	35
3.4	LE PROTOCOLE DE DÉCOUVERTE DE SERVICES LOCVSDPs POUR LES VANETS (LOCATION-BASED SERVICE DISCOVERY PROTOCOLS FOR VEHICULAR NETWORKS)	36
3.4.1	L'énoncé du problème et le modèle du système :	36
3.4.2	Description et caractéristiques des algorithmes LocVSDP proposés :	37
3.4.3	Les phases d'exécution du EB-LocVSDP :	38
3.4.4	Un protocole Naïve-LocVSDP :	42
3.5	CONCLUSION	42
	CONCLUSION GÉNÉRALE	45
	BIBLIOGRAPHIE	47
	ACRONYMES	49

LISTE DES FIGURES

1.1	Le modèle des réseaux mobiles avec infrastructure	5
1.2	Le modèle des réseaux mobiles sans infrastructure [B.So7]	5
1.3	Taxonomie des systèmes de communications véhiculaire	8
1.4	un système SIVC (Single-hop Inter-vehicle Communication)	9
1.5	un système MIVC (Multihop Inter-vehicle Communication)	9
1.6	Les communications dans un réseau véhiculaire [Y.Soo]	10
1.7	WAVE 1609 [1803]	14
2.1	Découvert de service sans DA	20
3.1	Format du paquet Gateway Proactive Discovery [B.So7]	31
3.2	Format du paquet Gateway Reactive Discovery [B.So7]	31
3.3	Exemple de fonctionnement du LAGAD [B.So7]	32
3.4	Les zones prévues	33
3.5	Véhicule en dehors de la zone d'annonce proactive	34
3.6	Véhicule à l'intérieur de la zone d'annonce proactive	34
3.7	phase d'annonce du service dans EB-LocVSDP	39
3.8	Format du paquet L-VPD	39
3.9	phase de propagation de demande de service	40

INTRODUCTION GÉNÉRALE

DERNIÈREMENT les technologies sans fil ont connu d'importants progrès, offrant de nouvelles perspectives dans le domaine des télécommunications et des réseaux informatiques tel que l'apparition des réseaux véhiculaires dits VANET (*pour Vehicular Ad hoc Networks*), qui sont des réseaux composés d'un grand nombre de nœuds (*véhicules*), dans le but de permettre la communication et la diffusion de l'information entre les véhicules.

Ce type de réseaux a gagné un grand intérêt de la part de la communauté de recherche, et est devenu populaire grâce à ses différentes applications tels que la sécurité, gestion du trafic routier, divertissement, jeux en réseaux, l'environnement, la météorologie, d'information et de divertissement. Bien que l'objectif principal d'un réseau de véhicules est de garantir la sécurité sur les routes, plusieurs objectifs secondaires ou conditions préalables, doivent être réalisés afin d'atteindre l'objectif principal.

En fait, les applications dans les réseaux véhiculaires dépendent fortement de la découverte de services pour diverses raisons telles que la détermination des lieux d'accidents et de désastres, l'orientation des conducteurs vers des routes alternatives, le diagnostic de l'automobile et l'avertissement du conducteur; la détermination de la localisation des restaurants, des stations d'essence, des stations de services, et des espaces de stationnement libres; le partage de musique et de fichiers,...etc.

C'est pourquoi, la définition d'un système de découverte de service entre les nœuds du réseau véhiculaire est l'une des conditions préalables nécessaires afin de rendre viable un grand nombre des applications. Le problème de découverte de service consiste à trouver des services qui répondent à la demande du conducteur ou d'un passager. Il s'agit donc de la résolution du problème de localisation automatique des différents services dans un réseau.

Notre travail s'inscrit dans cette optique et consiste en l'étude des protocoles proposés pour palier au problème de découverte de services dans les réseaux véhiculaires. Surtout que les systèmes de découverte de services sont considérés comme une technologie clé pour le développement et l'exploitation du réseau véhiculaire.

Le présent mémoire se compose de quatre chapitres organisés comme suit :

Le premier chapitre est une sorte d'introduction générale aux réseaux Ad hoc de véhicules, dans lequel nous avons abordé tous les points qui sont liés à ce type de réseaux.

Le deuxième chapitre intitulé la découverte de services en générale donne un aperçu sur le problème de la découverte de services dans les réseaux fixes où nous détaillons quelques protocoles. Puis en passant aux réseaux Ad-hoc où nous présentons quelques

protocoles de découverte comme Le Konark, SPDP et GSD.

Le troisième chapitre entièrement consacré aux protocoles de découverte de services dans les réseaux VANets dans lequel, nous avons fourni une classification pour ces derniers, une brève présentation d'un certain nombre de protocoles de découverte des services dans les VANet. Puis, nous nous sommes focalisés sur les protocoles de découverte "Context-Aware" plus précisément le protocole de découverte de passerelles LAGAD et le protocole de découverte de services LocVSDP.

Dans le quatrième chapitre, nous avons porté notre attention sur la simulation d'un protocole de découverte de services dans les réseaux VANet, résultant de l'adaptation du protocole de routage LAR. Où nous avons présenté les différents outils et paramètres utilisés pour la simulation, suivis des mesures de performances adoptés pour l'évaluation des performances de ce dernier, pour discuter les résultats obtenus juste.

En fin nous terminons ce mémoire par donner des conclusions générales et tracer des axes pour des travaux futurs.

PRÉLIMINAIRES SUR LES RÉSEAUX AD HOC DE VÉHICULES VANET

1

DANS ce chapitre, nous allons essayer de présenter brièvement les réseaux VANETs en les définissant et donnant leurs principales caractéristiques et les différents types de communications qui peuvent être perçus dans un tel VANET. Ensuite, nous exposerons les deux grandes classes d'applications pour ce type de réseaux. Puis, une sélection de projets menés dans ce cadre sera présentée. Mais avant tout ça, il est important de voir où sont situés les réseaux véhiculaires dans la gamme des réseaux sans fils.

1.1 INTRODUCTION

Cette envie qu'ont les chercheurs de réaliser le but principal des réseaux qui se résume dans "l'accès à l'information n'importe où et n'importe quand" a principalement fait en sorte que les réseaux sans fil sont considérés comme l'un des axes de recherche les plus importants.

Récemment la manipulation de l'information à travers des entités de calcul mobiles est devenue possible grâce à l'évolution des moyens de communication sans fil, chose qui a permis d'offrir des environnements mobiles d'une grande flexibilité d'emploi.

1.2 LES ENVIRONNEMENTS MOBILES

Un environnement mobile est un système composé de sites mobiles, permettant à ses utilisateurs d'accéder à l'information indépendamment de leurs positions géographiques; autrement dit de rester connectés tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu [r1].

Classification des réseaux mobiles

Réseaux sans-fil ou encore mobiles peuvent être classifiés selon leur mode opératoire en deux classes :

- Des réseaux avec infrastructure qui utilisent généralement le modèle de la communication cellulaire.
- Des réseaux sans infrastructure ou Ad hoc.

Les réseaux mobiles avec infrastructure

En mode infrastructure, le réseau sans fil est constitué au minimum d'un point d'accès connecté à l'infrastructure du réseau filaire et d'un ensemble de postes réseaux sans fil (*mobile ou fixe*). Cette configuration est baptisée Basic Service Set (*BSS, ou ensemble de services de base*). Un Extended Service Set (*ESS, ou ensemble de services étendus*) est un ensemble d'au moins deux BSS formant un seul sous-réseau [r1] (cf. Figure 1.1).

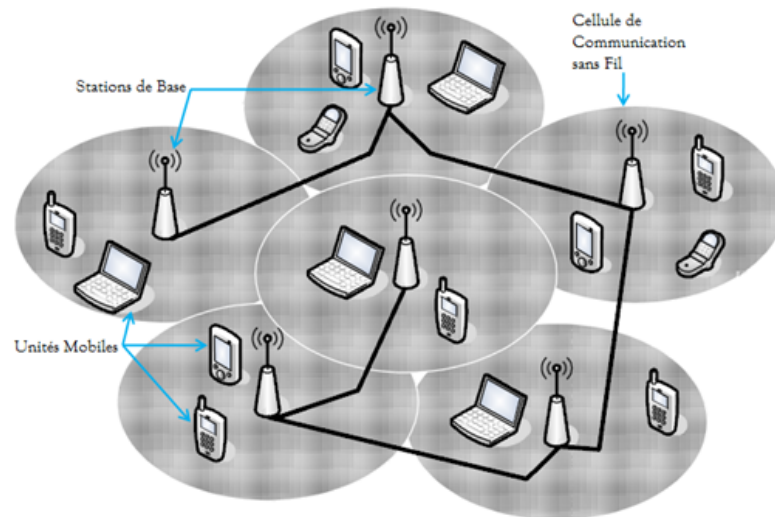


Figure 1.1 – Le modèle des réseaux mobiles avec infrastructure

Les réseaux mobiles sans infrastructure ou Ad hoc

Le mode Ad hoc (également baptisé point à point, ou ensemble de services de base indépendants) - (IBSS - Independent Basic Service Set) représente simplement un ensemble de stations sans fil (mobiles) 802.11 qui communiquent directement entre elles sans point d'accès ni connexion à un réseau filaire (cf. Figure 1.2), en utilisant uniquement leurs interfaces de communication sans fil.

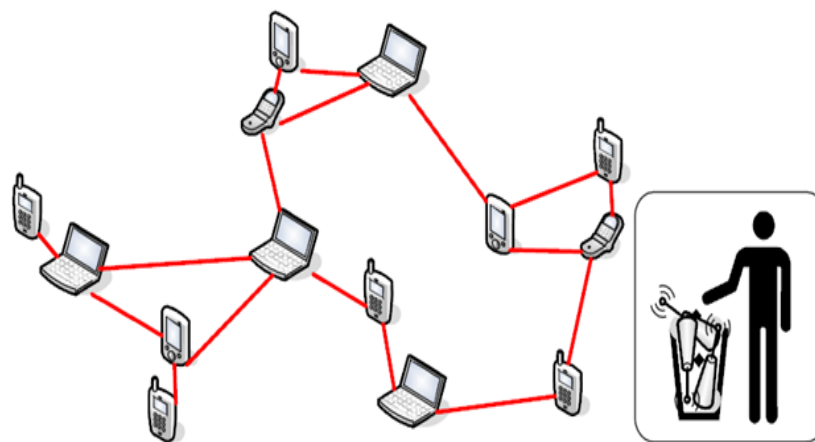


Figure 1.2 – Le modèle des réseaux mobiles sans infrastructure [B.So7]

1.3 LES RÉSEAUX MANET

Suivant la définition du groupe MANET (*Mobile Ad hoc NETWORK*) de l'IETF (*Internet Engineering Task Force*), un réseau Ad hoc mobile, est un système autonome de nœuds mobiles reliés par des liens sans fil dont l'union forme un graphe arbitraire ; dans un tel contexte les nœuds doivent donc collaborer pour organiser l'échange d'informations de contrôle et permettre l'acheminement du trafic. Autrement dit les réseaux de ce type doivent posséder la capacité de s'auto-configurer, sans intervention humaine [M.Jo8].

1.3.1 Caractéristiques

Un réseau MANET possède des exigences spécifiques du fait de ses particularités [T.Loo, F.Ao5] :

- **Médium Partagé** : Les communications dans ces réseaux utilisent les ondes radio, donc le médium de communication (*l'air*) est partagé, ce qui implique le grand nombre de collisions.
- **Energie Limitée** : Les stations mobiles qui sont alimentées par des sources d'énergie autonomes embarquées (*les batteries*), donc il y a une contrainte d'énergie qui doit être prise en considération.
- **Connectivité temporaire** : Un MANET se caractérise aussi par la connectivité non permanente d'un nœud avec les autres nœuds dû à une topologie dynamique puisque les unités mobiles du réseau, se déplacent de façon libre et arbitraire. Vu l'absence de l'infrastructure, les stations mobiles sont eux mêmes responsables d'établir et de maintenir la connectivité du réseau de manière continue.
- **Une sécurité physique limitée** : Elle est justifiée par l'absence d'infrastructure et la nature de voies de communication qui réduisent le contrôle des données transférées. Alors, les réseaux mobiles Ad hoc sont plus vulnérables par rapport les réseaux filaires.

Ces caractéristiques rendent les réseaux Ad hoc mobiles capables d'opérer dans des conditions difficiles, mais aussi vulnérables à des nouvelles types d'attaques. Dans ces réseaux, le problème principal ne se situe pas au niveau du support physique, mais principalement dans le fait que tous les nœuds sont équivalents et potentiellement indispensables (fonction de routage) au fonctionnement du réseau.

1.3.2 Types des réseaux Ad hoc

- **Les réseaux de capteurs sans fil** sont une sous classe des réseaux MANETs et peuvent être définis comme étant des réseaux Ad hoc avec un grand nombre de nœuds qui sont des micro-capteurs capables de récolter et de transmettre des données environnementales d'une manière autonome. Il est à noter que la position d'un nœud dans ces réseaux n'est pas obligatoirement prédéterminée. Alors, les nœuds peuvent être aléatoirement dispersés dans une zone géographique, appelée "champ de captage" correspondant au terrain d'intérêt pour le phénomène capté.
- **Le réseau mesh sans fil** est un réseau radio d'infrastructure basée sur une collaboration distribuée entre les points d'accès. Les communications entre deux points

d'accès sont multi-sauts. Ainsi, certains points d'accès possèdent une fonctionnalité spécifique : ils sont reliés à un réseau de transport fournissant un accès à Internet. Les clients sont rattachés par un réseau sans fil sur les points d'accès, qui sont reliés entre eux par des liaisons sans fil. On trouve une grande variété des nœuds clients, ils peuvent être des ordinateurs portables, PC de bureau, PDA, téléphones IP, etc... [M.Jo8]. Les réseaux maillés sans fil permettent de servir un nombre très important de clients mobiles, ce qui les rendent favorisés vis-à-vis des autres réseaux mobiles.

- **Les réseaux véhiculaires ou VANet** sont une forme de réseau mobile Ad-Hoc permettant aux véhicules de communiquer entre eux ou avec l'infrastructure afin d'augmenter la sécurité et le confort des passagers. Nous allons les détailler dans le reste de ce chapitre.

1.4 LES RÉSEAUX VANET

Les VANets (*Vehicular Ad hoc NETWORKS*) constituent une nouvelle forme de MANet (Mobile Ad hoc NETWORK) où chaque nœud du réseau est un véhicule ou une infrastructure routière équipé d'une ou plusieurs interfaces radio. Les réseaux VANETs ont la particularité d'avoir une topologie du réseau qui change très vite et très fréquemment en raison de la forte mobilité des véhicules.

1.4.1 Caractéristiques

Les réseaux véhiculaires possèdent un certain nombre de caractéristiques qui les distinguent des autres types de réseaux mobiles [M.Jo8, R.M].

- **Capacité de traitement, d'énergie et de communication**

Contrairement aux autres types de réseaux mobiles (*par exemple les réseaux Ad hoc, de capteurs*) où la contrainte d'énergie est prise très au sérieux, pour les éléments du réseau VANET, il n'y a pas de contraintes strictes de consommation d'énergie. Elle est presque illimitée et permet de d'avoir une grande capacité de traitement et plusieurs interfaces de communication (WiFi, Bluetooth, et autres).

- **Environnement de déplacement et modèle de mobilité**

Les environnements pris en compte dans les réseaux MANET peuvent être limités à des espaces fermés ou indoor (*le cas d'une conférence à l'intérieur d'une salle*), ou dans des espaces ouverts. Les déplacements des véhicules quant à eux sont liés aux infrastructures routières que ce soit dans d'une autoroute ou au sein même d'une zone métropolitaine.

Le modèle de mobilité et la qualité des transmissions radio à prendre en compte dans les protocoles et les solutions proposées pour le contexte des IVC, sont considérablement affectés par les contraintes qui s'imposent dans un tel type d'environnement, à savoir les obstacles radio (*par exemple ceux dus aux immeubles*) et les effets du multipath (*multitrajet*) et de fading. En plus, la mobilité est liée directement aux comportements des conducteurs.

- **Forte mobilité, topologie du réseau et connectivité**

Les réseaux VANET sont principalement caractérisés par une forte mobilité, due à la vitesse des voitures qui est davantage plus importante sur les autoroutes.

Par conséquent, un véhicule peut rapidement rejoindre ou quitter le réseau en un temps très court, ce qui rend les changements de topologie très fréquents. Et bien que les véhicules soient en déplacement, leurs mouvements sont limités aux voies des routes, chose qui rend la topologie de réseau prédictible.

Le problème de fragmentation du réseau VANET en fonction des conditions spatiotemporelles est aussi une des contraintes et des paramètres à étudier de près, surtout quand le système IVC n'est pas largement répandu et que la majorité des véhicules ne sont pas équipés avec un tel système [M.Jo8]. En conséquence le réseau sera doté d'une faible connectivité et les durées de vie des liens seront très limitées. Par ailleurs, les propriétés inhérentes aux réseaux VANET notamment en termes de taille ouvrent des problématiques de passage à l'échelle et nécessitent

une révision complète des solutions existantes.

1.4.2 La communication dans les réseaux VANets

Dans ces réseaux de véhicules, on distingue plusieurs communications possibles (cf. Figure 1.3) :

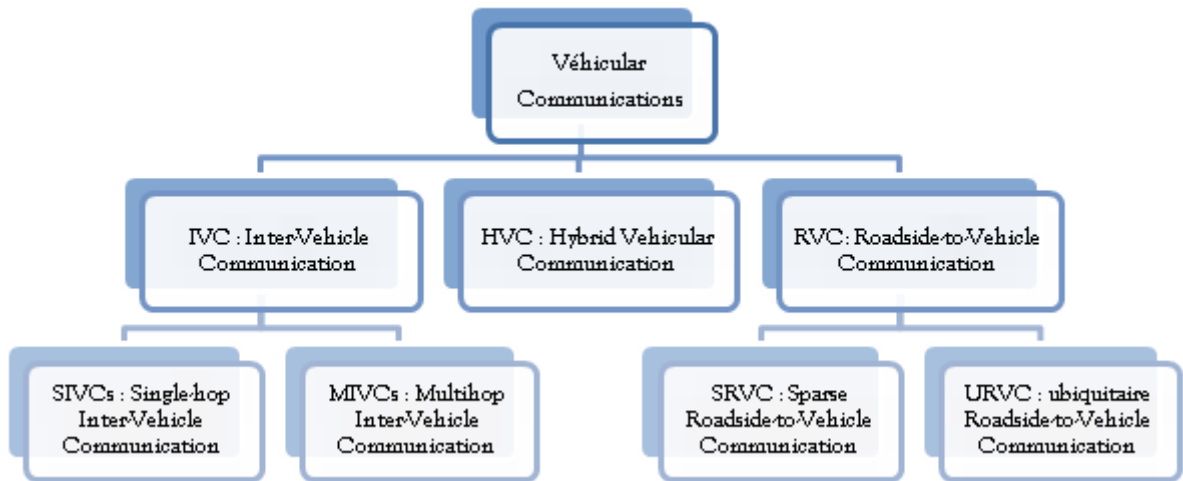


Figure 1.3 – Taxonomie des systèmes de communications véhiculaire

Système de communication Inter-véhiculaire (IVC : Inter-vehicle Communication)

Les Systèmes IVC sont complètement sans infrastructure, seule des unités embarquées (*onboard units OBU*s parfois appelé *in-vehicle equipment IVE*) sont nécessaires (cf. Figure 1.6).

Dans les systèmes IVC, on distingue des IVCs à Single-hop (SIVCs) et des IVCs Multihop (MIVCs) [Y.Soo].

1. Les systèmes SIVC (cf. Figure 1.4) sont utiles pour les applications exigeant des communications à courte portée.

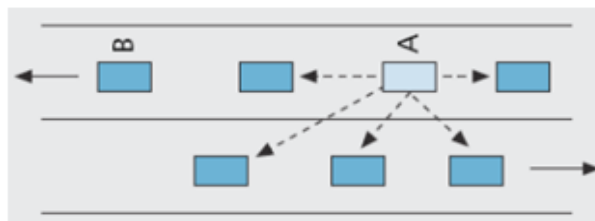


Figure 1.4 – un système SIVC (Single-hop Inter-vehicle Communication)

2. Les systèmes MIVC (cf. Figure 1.5) sont plus complexes que SIVCs mais peuvent également supporter les applications nécessitant des communications longues protégées (*par exemple, contrôle du trafic*).



Figure 1.5 – un système MIVC (Multihop Inter-vehicle Communication)

Système de communication Infrastructure-à-Véhicule (RVC : Roadside-to-Vehicle Communication)

Les systèmes RVC présument que toutes les communications ont lieu entre l'infrastructure routière (*y compris les roadside units RSUs*) et OBU (*onboard units*) (cf. Figure 1.6).

Selon l'application, deux différents types d'infrastructures peuvent être distingués : le système Sparse RVC (SRVC) et le système ubiquitaire RVC (URVC).

1. Les systèmes SRVC sont capables de fournir des services de communications à hot spots. L'ordonnancement des lumières de trafic d'un carrefour, une station d'essence qui informe de son existence (*et prix*), et la disponibilité de stationnement à un aéroport, sont des exemples d'applications nécessitant un système SRVC. Un système de SRVC peut être déployé progressivement, donc ne nécessitant pas des investissements substantiels.
2. Un système URVC assure pour toutes les routes une communication haut débit pour permettre des applications indisponible avec n'importe quel autre système. Malheureusement, un système URVC peut exiger des investissements considérables voir même importante pour fournir une couverture complète des routes existantes(en particulier dans les grands pays).

Système de communication hybride (HVC : Hybrid Vehicular Communication)

Les systèmes HVC sont proposés pour étendre la gamme des systèmes RVC. Dans les systèmes HVC, les véhicules communiquent avec l'infrastructure routière même lorsqu'ils ne sont pas reliés par un lien sans fil direct (*c.à.d. l'un n'est pas dans la portée de l'autre*) en utilisant d'autres véhicules comme étant des routeurs mobiles (cf. Figure 1.6).

Les systèmes HVC permettent les mêmes applications que les systèmes RVC avec une portée de transmission plus importante. L'avantage principal est que ça nécessite moins d'infrastructure routière. Cependant, un seul inconvénient est que la connectivité du réseau peut ne pas être garantie dans les scénarios où la densité des véhicules est faible.

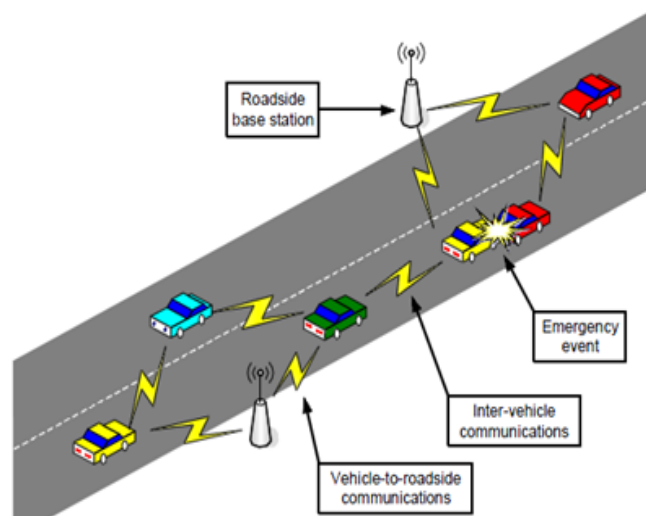


Figure 1.6 – Les communications dans un réseau véhiculaire [Y.Soo]

1.5 APPLICATIONS POUR LES VANET

Le principal objectif des réseaux VANETs est d'assurer la sécurité le long de la route et d'assurer le confort des passagers en leur fournissant les informations et les applications de divertissement dont ils ont besoin. Par conséquent, on distingue deux grandes classes d'applications dans les réseaux VANet : les applications de sécurité et les applications de confort (*ou de commodité*) [Y.Soo, R.M, K.A11]

Applications pour la sécurité routière

Il s'agit des applications ayant un impact direct sur la sécurité des personnes et des biens, autrement dit, il s'agit des applications permettant la réduction du nombre d'accidents de la route et l'amélioration des conditions de circulation. Ces applications exploitent la technologie en se basant sur la détection de l'environnement proche au moyen de capteurs installés au niveau des véhicules ou bien au centre de contrôle, ainsi que la diffusion de messages fournissant des informations sur l'état du réseau routier (*trafic, travaux, météo*), ou rappelant au conducteur les limitations de vitesse, les distances de sécurité ou qu'il s'approche d'une intersection, avant même de la voir.

Certaines applications sont en mesure d'effectuer automatiquement les actions appropriées pour éviter les accidents alors que d'autres se contenteront d'assister les conducteurs. Il est clair que la sécurité routière dans les VANets dépend en grande partie de l'annonce pour diverses raisons telles que l'annonce des collisions et des obstacles sur la route et l'évitement d'éventuel accident.

Applications de confort du conducteur et des passagers :

Les applications de cette classe s'accordent essentiellement au confort et au divertissement, en particulier les services de communication et d'information comme la messagerie instantanée, les jeux en réseau, l'accès à Internet, les paiements automatiques et la diffusion d'informations utiles sur la disponibilité de l'espace de stationnement dans les parkings en indiquant aux conducteurs les espaces libres,... etc. Même si ces types de services ne sont pas liés à la sécurité sur les routes, ils sont encore importants dans un réseau de véhicules.

Dans cette classe, il y a beaucoup d'applications qui sont liées à la découverte de services, nous pouvons citer à titre d'exemples le service de découverte des espaces libres dans les parkings qui est considéré comme un service de confort aidant le conducteur à trouver une place dans un parking surtout dans les grandes villes. Un autre type de découverte de services de confort consiste en la découverte de services dans des endroits spécifiés, que ce soit de stations d'essences, des restaurants ou autres. Et il y a des services de surveillance de trafic qui aident les conducteurs à choisir les routes les moins encombrées vers leurs destinations.

1.6 PROJETS ET THÈMES DE RECHERCHES DANS LES VANETS

Au début des années, 80 les Japonais étaient les premiers à avoir investis et travailler sur les IVC suite au développement du problème du déplacement de personnes et de la marchandise, stimulant ainsi l'exploration de nouvelles solutions comme la conduite automatique, la planification intelligente des routes, etc. Ensuite, une phase exploratoire a été menée par plusieurs institutions gouvernementales, au moyen de divers projets mondiaux, impliquant un nombre important d'unités de recherche. Puis, plus tard et avec le progrès technologique des équipements de communication, de calcul et de localisation, d'autres projets ont été réalisés et ont ouvert le champ à un certain nombre d'applications des IVC.

Dernièrement en Europe, une multitude de projets à grande échelle ont vu le jour autour de problématiques liées aux systèmes IVC. La plupart de ces projets sont initiés dans le cadre des programmes de recherche de la Communauté Européennes. Toutefois, une grande majorité de ces projets s'intéresse à l'utilisation exclusive d'infrastructure existante pour la mise en place du système IVC [?].

Dans ce qui suit, nous allons passer en revue quelques consortiums et projets majeurs, traitant des réseaux de type VANET [9].

Sécurité sur la Route (Security on the Road) :

SeVeCom [10] est un projet financé par UE qui vise à fournir une définition et une mise en œuvre complètes des exigences de sécurité pour les communications dans les réseaux de véhicules avec l'objectif de promettre une sécurité routière meilleure et une circulation optimisée.

Avec le but d'améliorer l'immunité d'applications de sécurité routières futures contre une large gamme de menaces de sécurité, Sevecom se concentre sur les communications spécifiques à la circulation. Cela inclut des messages rattachés à l'information de trafic, les messages liés de la sécurité anonymes et les messages liés à la responsabilité. Trois aspects importants sont examinés.

- Les menaces, telles que l'information fausse, la dénégation de service ou la tricherie d'identité.
- Les exigences, comme l'authentification, la disponibilité et la confidentialité.
- Les propriétés opérationnelles, contenant l'extensibilité, la confidentialité, le prix et la confiance.

RECIOSA :

Le but de PRECIOSA [11] est de démontrer que les systèmes coopératifs peuvent se conformer aux règlements de confidentialité futurs. PRECIOSA contribuera à une architecture européenne commune avec comme objectifs d'assurer la confidentialité de stockage et de données et d'avoir la possibilité de vérifier suivant des modèles prédéfinis.

WILLWARN :

La conduite prévoyante et la détection anticipée des dangers sont une clé pour la conduite sûre et l'évitement d'accident. WILLWARN [HH04] développe un système basé sur la communication qui étend l'horizon du conducteur et alerte intelligemment en avance le conducteur des situations dangereuses. WILLWARN fournit donc, aux conducteurs l'occasion d'adapter la vitesse de véhicule et la distance de sécurité dès le début.

Le sous-projet de WILLWARN se développe, en s'intégrant et en validant une application de sécurité qui informe le conducteur chaque fois qu'une situation critique liée à la sécurité se produise au-delà de son champ de vue. Cela inclut le développement des mécanismes de détection du danger et des protocoles d'avertissement décentralisée pour les IVCs.

CarTalk :

CARTALK [13] a commencé en août 2001 comme un projet de trois années qui entre dans le cadre du 5ème Programme la Commission Européenne. Ce projet européen se concentre sur de nouveaux systèmes d'assistance de conducteur qui sont basés sur les communications inter-véhiculaire.

Le but est de développer un réseau Ad hoc mobile -comme un premier pas- où un véhicule peut envoyer un message d'avertissement quand il découvre une panne, une haute densité de trafic, une congestion ou des zones routières dangereuses. Cela permet aux alertes rapides d'être envoyées à d'autres véhicules sur la même route.

SAFESPOT :

SAFESPOT [14] est un projet de recherche lancé par Commission Européennes des Technologies de l'Information et entrant dans le 6ème Programme du Cadre Framework Program. Dans ce projet, les noeuds dans un réseaux sont considérés comme coopératifs et dynamiques -c.à.d- les véhicules et l'infrastructure routière communiquent l'information recueillie à bord et au bord de la route pour améliorer la perception des conducteurs.

Ce projet vise principalement à utiliser l'infrastructure et les véhicules comme des sources et des destinations d'information liée à la sécurité, de développer une architecture ouverte, flexible et modulaire avec une plate-forme de communication, et Définir une stratégie de déploiement durable pour les systèmes coopératifs lié à la la sécurité routière, en évaluant la responsabilité aussi rattachée, les règlements et les aspects de standardisation.

1.7 STANDARDS ET NORMALISATIONS : IEEE 802.11P ET DSRC

Dedicated Short Range Communication [16] "DSRC" est une norme sans-fil adopté par l'ASTM (American Society for Testing and Materials) en 2002, pour assurer la communication inter-véhiculaire au sein d'un peloton. Cette norme a été repris par le groupe de travail IEEE en 2003, pour la définition d'un nouveau standard consacré aux communications inter-véhiculaires, nommé WAVE (Wireless Ability in Vehicular Environments) et aussi connu sous le nom de IEEE 802.11p.

DSRC utilise la bande de fréquence des 5.9 GHz en Europe et aux Etats-Unis et 5.8 GHz au Japon. Cette bande de fréquence est définie en Europe et aux Etats-Unis respectivement par l'ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) et le FCC (Federal Communication Commission), et est généralement segmentée en 7 canaux de 10 MHz chacun. L'ensemble des canaux se répartissant fonctionnellement en 1 canal de contrôle qui est réservé à la transmission des messages de gestion du réseau et des messages de très haute priorité comme certains messages critiques liés à la sécurité routière, et 6 canaux de service qui sont dédiés à la transmission des données des différents services annoncés sur le canal de contrôle.

D'une manière plus générale, le DSRC regroupe une série de standards et protocoles dédiés aux communications véhiculaires. Sa couche physique définie dans le standard IEEE 802.11p est dérivée de IEEE 802.11a. Elle est capable d'offrir un débit entre 6 et 27 Mbps (*pour des distances allant jusqu'à 1000 mètres*) avec une modulation de type OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). De même, la couche MAC du 802.11p reprend le principe du CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) développé dans le protocole MAC IEEE 802.11, avec un complément apportant la gestion de la qualité de service et le support du protocole de marquage de priorité. En plus, la couche MAC du WAVE peut gérer les priorités d'accès comme dans la norme IEEE 802.11e par ajustement de la fenêtre de contention suivant les quatre priorités disponibles.

Le reste de la pile protocolaire de DSRC se situant entre la couche liaison et la couche application a été standardisé par le groupe de travail IEEE 1609. Par conséquent, IEEE 1609 est un standard pour les couches hautes se basant sur IEEE 802.11p.

La famille des standards IEEE 1609 pour WAVE, se décompose en quatre standards (cf. Figure 1.7) :

IEEE 1609.1 - WAVE Resource Manager : pour la gestion des ressources. IEEE 1609.2 - WAVE Security Services for Applications and Management Messages : pour la sécurisation des messages des gestion et de données. IEEE 1609.3 - WAVE Networking Services : pour les services des couches réseau et transport incluant l'adressage, le routage et les communications de bout en bout. IEEE 1609.4 - WAVE Multi-Channel Operation : pour la coordination et la gestion des 7 canaux DSRC.

1.8 CONCLUSION

Le réseau de véhicules est une des applications des réseaux Ad hoc, il permet d'établir des communications entre véhicules ou bien avec une infrastructure située au bord d'une route, afin d'assurer la sécurité et le confort des passagers. Suivant ces objectifs,

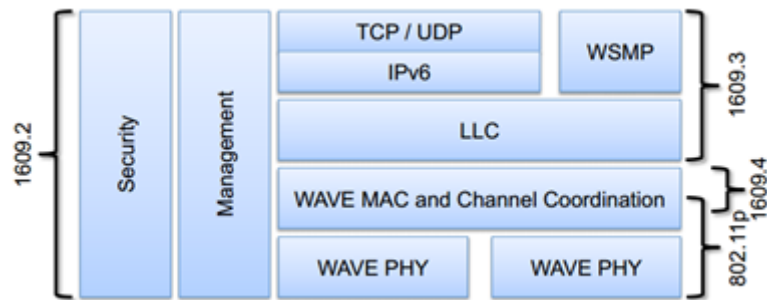


Figure 1.7 – WAVE 1609 [1803]

nous distinguons deux grandes catégories de services (*ou applications*) dans ce type de réseaux, la première est liée à la sécurité routière, tandis que la seconde est liée au confort et permet de fournir des services comme l'accès à Internet aux passagers dans leurs véhicules.

Par rapport à un réseau Ad hoc classique, les défis dans les réseaux VANET sont liés à la forte mobilité des nœuds rendant la topologie du réseau fortement dynamique avec un risque de déconnexions rapides et fréquentes, à la densité qui peut varier de très petite taille dans les zones rurales par exemple à plus grande dans un environnement urbain, et à l'hétérogénéité de dissémination des données, entre des applications nécessitant une haute fiabilité (*la sécurité routière*) et d'autres une communication efficace, ordonnée et équitable entre tous les véhicules sur la route (*l'allocation des ressources du réseau*).

En Résumé, dans ce chapitre, on a essayé de fournir une vue générale sur les environnements mobiles et de donner un aperçu sur les réseaux VANET et leurs applications. Dans le chapitre suivant, nous allons nous pencher sur la notion de découverte de services en générale puis en particulier dans les réseaux mobiles.

LE PROBLÈME DE LA DÉCOUVERTE DES SERVICES

2

SOMMAIRE

1.1	INTRODUCTION	4
1.2	LES ENVIRONNEMENTS MOBILES	4
1.3	LES RÉSEAUX MANET	5
1.3.1	Caractéristiques	6
1.3.2	Types des réseaux Ad hoc	6
1.4	LES RÉSEAUX VANET	7
1.4.1	Caractéristiques	7
1.4.2	La communication dans les réseaux VANets	8
1.5	APPLICATIONS POUR LES VANET	10
1.6	PROJETS ET THÈMES DE RECHERCHES DANS LES VANETS	11
1.7	STANDARDS ET NORMALISATIONS : IEEE 802.11P ET DSRC	13
1.8	CONCLUSION	14

DANS ce chapitre, nous allons survoler les différents protocoles et la problématique de la découverte de services que ce soit pour les réseaux fixes ou Ad hoc en exposant quelques protocoles existants pour chaque type.

2.1 INTRODUCTION

Il y a quelques années un vrai besoin de découverte de services a été ressenti par la communauté de gestion des réseaux. Plusieurs compagnies, consortiums et un groupe de travail d'IETF (*Internet Engineering Task Force*) ont commencé à faire de la recherche dans ce domaine. Depuis, une variété de protocoles de découverte de services a été développée et /ou en cours de développement.

2.2 LE SERVICE : DÉFINITION, COMPOSANTS ET TYPES

Définition :

Le terme service peut être défini comme étant activité organisée qui remplit une fonction d'utilité commune et publique. Dans le monde informatique, un service offre un ensemble de fonctionnalités comme l'accès à des informations, le traitement des données, le dialogue avec d'autres utilisateurs ou l'utilisation des programmes[M.Ho5].

Composants :

De façon générale, les différents acteurs du fonctionnement d'un service sont [M.Ho5] :

- Le ou les utilisateurs : ce sont eux qui justifient la création et le déploiement d'un service. En fonction du service, ces utilisateurs peuvent être nombreux, et ont la possibilité d'interagir entre eux ou uniquement avec le service.
- L'infrastructure de communication : elle permet au service d'être utilisé et localisé.
- Les ressources utilisées et fournies par le service : c'est à partir de ces ressources que le service va offrir ses fonctionnalités.

Types de service :

De même, selon la nature de leur fonction, on peut distinguer plusieurs catégories de services [M.Ho5] :

- Les services permettant le bon fonctionnement du réseau.
- Les services fournissant des moyens de communication entre les utilisateurs.
- Les services qui donnent accès à des applications.

2.3 LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX FIXES

Les protocoles de découverte de services dans les réseaux fixes emploient des architectures presque semblables, mais avec des différences minimales.

2.3.1 Service location protocol (SLP) :

Le protocole de localisation de services (*SLP*) [1708] a été développé par le groupe de travail SvrLoc de l'IETF pour les réseaux TCP/IP dans un but de devenir une norme

indépendante offrant une solution souple et évolutive pour fournir aux hôtes les informations à propos de l'existence, la localisation et la configuration des services réseau.

Auparavant, les utilisateurs ont dû connaître le nom d'un hôte réseau supportant un service requis pour demander de l'utiliser. Avec le SLP, les utilisateurs n'ont qu'à fixer le type du service souhaité et un ensemble d'attributs le décrivant pour lancer la procédure de demande. À la base de cette description, le protocole de localisation de service résout et fournit l'adresse réseau du service demandé par utilisateur.

Architecture du SLP :

Les SLP est constituée principalement de trois composantes, qui sont[16] :

- Agents utilisateurs (*UA pour User Agent*) : effectuent la découverte de services au nom du client (*utilisateur ou application*).
- Agents de services (*SA pour Service Agent*) : annoncent la localisation et les caractéristiques des services, au nom des services.
- Agents de répertoires (*DA Directory Agent*) : rassemblent les adresses et les informations de service reçues des agents de services (*SAs*) dans une base de données et répondent aux demandes de services des agents utilisateurs (*UAs*).

Principe de fonctionnement du protocole SLP

Lors qu'un nouveau service débarque sur le réseau, l'agent de service (*SA*) contacte l'agent de répertoire (*DA*) afin d'annoncer son existence (*l'enregistrement du service*), et quand un utilisateur notifie un besoin pour un service particulier, l'agent utilisateur (*UA*) interroge l'agent de répertoire (*DA*) en lui envoyant une demande de service (cf. Figure ??). Après la réception de l'adresse et des caractéristiques du service convoité, l'utilisateur est enfin en mesure d'utiliser le service.

Avant qu'un client (*UA ou SA*) puisse communiquer avec l'agent de répertoire (*DA*), il faut tout d'abord le localiser par l'une des trois méthodes de découverte suivantes : découverte statique, découverte active ou découverte passive.

- La découverte statique : les *UAs* et les *SAs* du SLP obtiennent l'adresse du *DA* par DHCP.
- La découverte active : les *UAs* et les *SAs* envoient des demandes de services à l'adresse (239.255.255.253) du groupe de multicast du SLP. Ainsi, le *DA* écoutant sur le port spécifié recevra éventuellement cette demande de service et répondra directement en unicast à l'agent demandeur.
- La découverte passive : les *DAs* annoncent périodiquement leurs services en multicast pour informer les *UAs* et les *SAs* de leurs présences. Les agents souhaitent entrer en contact avec le *DA* peuvent le faire individuellement en unicast.

Il est à noter que l'existence de *DA* dans cette architecture n'est pas obligatoire (cf. Figure 2.1). En fait, il est employé particulièrement dans de grands réseaux avec beaucoup de services, donc dans le cas où il n'existe pas de *DA* les *UAs* sont amenés à envoyer leurs demandes de service à l'adresse de multicast de SLP à plusieurs reprises.

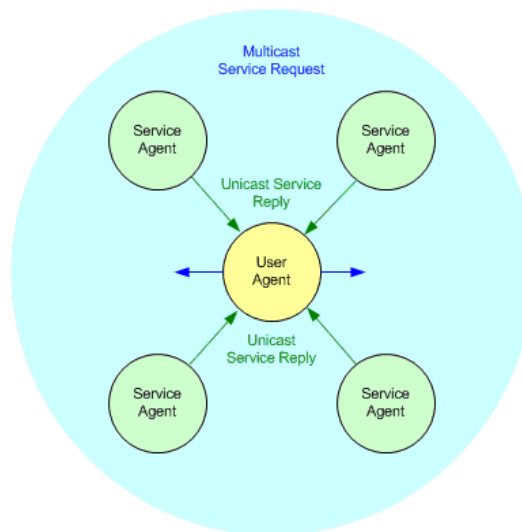


Figure 2.1 – Découvert de service sans DA

2.3.2 JINI

Jini, de Sun Microsystems, basé sur Java [1803], et utilise une architecture qui s'appuie sur le modèle des clients recherchant des services. Dans Jini, différentes instances d'objets représentent un service.

Le but principal de l'architecture Jini (cf. Figure ??) est de fédérer des groupes de dispositifs et de composants logiciels dans un système réparti simple et dynamique. Les services, le Lookup, le Leasing (*bail*) et les événements constituent les principaux composants de l'architecture Jini [1999].

Les services : peuvent être matériel ou logiciel, ce sont bien les entités utilisées par des clients (*personnes, programmes ou autres services*).

Le Lookup service : est le service de base de Jini. Il fonctionne comme une table associant les interfaces aux objets offrant ces interfaces, en gérant l'apparition et la disparition des services ainsi que la propagation de ces événements aux différents clients.

Leasing (Bail) : c'est le mécanisme mis en oeuvre pour détecter la disparition d'un service. Il s'appuie sur deux caractéristiques : la première est la durée de vie du service dans la table de lookup qui peut être limitée ou non dans le temps; et la deuxième est la durée de renouvellement puisque le service doit périodiquement renouveler son bail.

Pour se faire connaître dans le réseau, un service doit s'enregistrer auprès d'un lookup. Lorsqu'un client est à la recherche d'un service, il doit d'abord rechercher un lookup. La découverte de ce dernier se fait de la même façon même façon qu'à l'enregistrement, soit en connaissant l'adresse d'un lookup ou en faisant une recherche par multicast. Puis, quand un client découvre un lookup, deux alternatives sont possibles :

- Utiliser directement le lookup, et faire une recherche pour trouver le service voulu.
- S'enregistrer auprès du lookup pour recevoir une série d'événements associés à un service.

2.3.3 SALUTATION

Salutation [1999] est une architecture développée par un consortium ouvert d'industries, appelé le consortium de Salutation pour la découverte de services. Le composant essentiel de cette architecture est le Salutation Managers (SLMs).

Le principe de fonctionnement de ce protocole est simple, les services enregistrent leurs caractéristiques dans le SLM, et les clients n'ont qu'à interroger le SLM lorsqu'ils ont besoin d'un service. Après avoir découvert le service désiré, les clients peuvent alors demander l'utilisation du service auprès du SLM.

2.3.4 Universal plug and play (UPnP)

Le UPnP acronyme d'Universal plug and play [Lemoo], a été développé par un consortium industriel bâti par Microsoft. Il peut être perçu comme étant une extension de la technologie Plug and Play de Microsoft au cas où les unités sont accessibles via une utilisation du Tcp/IP.

C'est pour de petits réseaux d'ordinateurs personnels de bureau qu'il s'adapte le plus. Grosso au modo le UPnP permet la découverte de services, la commande des services, et offre des mécanismes de poste à poste (peer to peer) pour la configuration automatique des unités.

Dans sa version 0.91, il n'y avait aucun registre central de services, tels que le DA dans SLP ou encore la table de consultation dans Jini. Pour découvrir des services, UPnP utilise le protocole simple de découverte de services SSDP (*The Simple Service Discovery Protocol*). Ce dernier est un protocole de la couche application qui emploie le HTTP et utilise UDP comme protocole de transport. De ce fait, il est clair qu'il est conçu seulement pour être utilisé dans des réseaux IP.

2.3.5 Bluetooth service discovery protocol (SDP)

Pour pouvoir localiser des services fournis ou disponibles par l'intermédiaire de Bluetooth, les dispositifs Bluetooth implémentent le protocole de découverte de services SDP[Karoo].

Ce protocole se base essentiellement sur la plateforme Piano développée par Motorola et qui a été modifiée par la suite pour s'adapter au mieux à la nature dynamique des communications Ad hoc. Donc, il est consacré à la découverte de services spécifiques pour cet environnement en allouant aux clients la possibilité de faire des recherches des services par types, ou par attributs de services.

Une fois que des services sont découverts avec le SDP, ils peuvent être choisis, consultés et employés par des mécanismes hors de la portée du SDP, par exemple, par d'autres protocoles de découverte de services tels que SLP et Salutation. Il est important de signaler que le SDP n'inclut pas la fonctionnalité pour des services d'accès et peut très bien coexister avec d'autres protocoles de découvertes de services, sans pour autant l'exiger.

2.4 LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX AD-HOC

Avant, les protocoles de découverte de services se concentraient sur les services qui étaient fournis par des dispositifs fixes, tels que les imprimantes, les cameras, etc. Quoiqu'avec l'apparition de plusieurs sortes de dispositifs manuels sans fil et mobiles, il y a eu l'apparition de plusieurs autres sortes de services comme les jeux vidéo, la musique, les cartes géographiques, la météo, la vente des billets de cinémas, etc. De cet effet, plusieurs protocoles sont apparus pour le contexte des réseaux Ad hoc ou mobiles.

2.4.1 Le protocole de découverte de services Konark

Konark [Des02] est conçu spécialement pour des réseaux Ad-hoc et est basé sur le modèle peer-to-peer, dont chaque noeud a la possibilité d'héberger ses propres services et de les fournir à l'aide de son serveur local microHTTP.

Le protocole Konark permet l'annonce et la recherche de services de façon périodique. Il peut donc réagir à un événement ou l'annoncer en se basant sur des informations géographiques ou temporelles. Le réseau Ad hoc supporte l'envoi multicast des messages de découverte. Les clients peuvent sauvegarder les descriptions des services annoncés dans une mémoire cache pour une utilisation ultérieure.

À l'aide d'un registre de services organisé sous forme d'arborescence, les dispositifs peuvent stocker leurs services et maintenir les informations des services découverts ou annoncés. L'arbre a un nombre de niveaux représentant la classification où les services les plus spécifiques sont les feuilles.

Dans ce protocole, chaque dispositif peut agir simultanément comme étant un serveur et un client, et il inclut :

- Une application Konark(cf. Figure ??)facilitant l'interaction avec les usagers, qui se charge de l'initiation et le contrôle de l'annonce, la découverte et l'utilisation de services et la gestion d'un registre SDP dont le rôle est de maintenir les objets des services et leurs descriptions.
- un serveur micro-HTTP chargé de la manipulation des requêtes pour livrer les services.

2.4.2 Le protocole SPDP (Secure Pervasive Discovery Protocol)

Le protocole SPDP [FA03] vise à minimiser l'utilisation de l'énergie des dispositifs mobiles, ce qui implique la nécessité de réduire au minimum la transmission des messages de découvertes. Avec ce protocole, les dispositifs annoncent leurs services seulement quand les autres dispositifs lancent des requêtes de recherche de ces services.

Le protocole SPDP permet le partage des services de façon sécuritaire, à travers un modèle de confiance entre les dispositifs. Ce modèle repose sur l'existence d'une Autorité de Certification, ce qui assure la protection des clients et des serveurs contre les dispositifs douteux.

Le réseau ad-hoc est composé de D dispositifs ou chacun d'entre eux offre S services, et reste dans le réseau T secondes. Chaque dispositif a deux agents SPDP : SPDP-UA pour l'utilisateur et SPDP-SA pour le service.

L'agent utilisateur (*SPDP-UA*) est un processus fonctionnant au nom de l'utilisateur (*Client*) pour rechercher les services offerts dans le réseau par les pairs.

À chaque dispositif est associé un cache contenant une liste des services dont il a reçu les annonces. Chaque élément du cache associé au SPDP-UA a trois champs : la description du service, la durée de vie du service et le temps d'expiration du service.

Chaque dispositif possède une liste locale de dispositifs fiables ayant chacun un degré de confiance, qui est stocké dans la liste locale ainsi que dans le cache. Et c'est selon le degré de confiance que le dispositif décide de mettre le service offert dans son cache ou non.

Quand un client veut utiliser un service, il choisit celui appartenant au dispositif ayant le degré de confiance le plus élevé, et c'est le SPDP-UA qui se charge de l'envoi des requêtes de demande de service. Le SPDP-UA cherche le service spécifié tout d'abord dans la liste locale de services et dans le cache. S'il est trouvé, il offre la description du service au demandeur, sinon il diffuse la requête du service dans le réseau.

Si aucune réponse n'est reçue après un certain temps, alors le SPDP-UA affirme au demandeur que le service n'est pas disponible dans le réseau. Sinon, le SPDP-UA met à jour son cache et envoie la description du service trouvé au demandeur.

L'agent de service (*SPDP-SA*) est un processus fonctionnant au nom du dispositif (*serveur*) pour annoncer ses services disponible pour un temps T dans le réseau.

2.4.3 Le protocole GSD (Group-based Service Discovery)

Le protocole découverte de services dans les réseaux Manet GSD [DC04, FA03], est fondé sur les concepts de mémoire cache peer-to-peer des annonces de services et des groupes propriétaires des services. Les services sont décrits par le langage OWL (Ontology Web Language), où l'hierarchie classe/sous-classe d'OWL est exploitée pour décrire les groupes de services.

Les fournisseurs de services annoncent périodiquement une liste de leurs services à tous les nœuds du réseau Manet. Ces messages d'annonces contiennent : Le type du paquet (Packet-type), l'adresse de la source (Source-Address) suivie de la description des services locaux du nœud émetteur (Service-Description), les noms des groupes qui répondent aux services locaux (Service-Groups), la liste des groupes des services non locaux qui est construite à partir de la mémoire cache (Other-Group), le nombre de sauts quand un nœud reçoit un message d'annonce et qu'il doit le retransmettre (ADVDIAMETER) ainsi que le nombre de sauts déjà effectués (Hop-Count) et la durée de vie d'une annonce dans le cache du nœud récepteur (Lifetime).

Suite à la réception d'un message d'annonce le nœud enregistre immédiatement le service dans sa mémoire cache. Chaque entrée cache contient : l'adresse source (Source-

Address), la description des services locaux identifiés par le champ Local, qui est de type booléen. Ainsi qu'une liste des groupes dans le voisinage du nœud correspondant au Source-Address (Other-Groups) et la durée de vie d'une entrée dans le cache identifiée par Lifetime (correspondant à celui du message d'annonce).

Une requête de découverte de services provient d'une source de requêtes (RS) dont la couche application demande le service. Une requête comprend une description basée sur l'ontologie du service demandé et peut inclure les groupes de descriptions de services auxquels le service demandé appartient. Avant sa diffusion dans le réseau, la requête est tout d'abord assortie aux services du cache local. Cette requête de service est sous la forme suivante : Le type du paquet (Packet-type), la description des services locaux du nœud émetteur (Service-Description), le(s) groupe(s) de services à qui le service demandé appartient (Request-Groups), Count qui est un paramètre contrôlé par l'utilisateur déterminant la limite maximale de la durée de propagation de la requête, ainsi que les champs Other-Groups, Source-Address, Last-Address et Hop-Count.

La réponse à une requête de découverte de services Service Reply est générée par chaque nœud qui a trouvé des entrées dans le cache correspondantes à la requête de découverte.

Un mécanisme de routage inverse Reverse Routing est utilisé pour envoyer le message de réponse. À la réception d'une requête, le nœud met à jour la table de routage avec un temps d'expiration pour permettre le nettoyage des routes expirées en se basant sur les champs Source-Address, BroadcastId et Previous-Address de la table de routage inverse.

2.5 CONCLUSION

L'un des objectifs les plus importants dans le développement des réseaux informatiques est la découverte des services, qui permet de retrouver automatiquement des services enregistrés et disponibles dans un réseau. Un tel problème se ramène à la résolution du problème de localisation automatique des différents services, où les services peuvent être perçus comme étant des entités offertes à l'utilisateur par les nœuds du réseau.

Plusieurs protocoles de découverte de services sont connus dans la littérature des réseaux fixes comme SLP, JINI de Sun, UPnP... qui sont basés en grande partie sur l'utilisation d'annuaires de services centralisés et qui ne peuvent être directement utilisés dans les réseaux Ad hoc caractérisés par des changements de topologie et un contrôle totalement décentralisé. DE ce fait une large gamme de protocoles de découverte de services dans les réseaux Ad hoc a été proposée parmi lesquels on peut citer Konark, SPDP et GSD, dont la plupart d'entre eux se basent sur le broadcast ou le multicast.

Dans le chapitre suivant, nous allons nous concentrer sur les protocoles de découverte des services dédiés aux réseaux véhiculaires.

LA DÉCOUVERTE DES SERVICES DANS LES VANETS

SOMMAIRE

2.1	INTRODUCTION	18
2.2	LE SERVICE : DÉFINITION, COMPOSANTS ET TYPES	18
2.3	LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX FIXES	18
2.3.1	Service location protocol (SLP) :	18
2.3.2	JINI	20
2.3.3	SALUTATION	21
2.3.4	Universal plug and play (UPnP)	21
2.3.5	Bluetooth service discovery protocol (SDP)	21
2.4	LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX AD-HOC	22
2.4.1	Le protocole de découverte de services Konark	22
2.4.2	Le protocole SPDP (Secure Pervasive Discovery Protocol)	22
2.4.3	Le protocole GSD (Group-based Service Discovery)	23
2.5	CONCLUSION	24

Ce chapitre sera entièrement consacré aux protocoles de découverte de services dans les réseaux VANets et il sera organisé de la manière suivante : Nous commencerons par la présentation de certains protocoles de découverte dans les VANet, puis dans les deux sections qui suivent nous donnerons les descriptions détaillée de deux protocoles de découverte de services possédant la caractéristique d'être Context-Aware

3.1 INTRODUCTION

Les protocoles de découverte de services existants dans VANets peuvent être classifiés en fonction de leur mode de découverte en des protocoles de découverte Push-based, Pull-based ou Hybrid-based [K.A11].

Le mode découverte de service Push-based

Dans une approche découverte Push-based le fournisseur de services n'attend pas les demandes de services provenant des véhicules demandeurs. Plutôt, il annonce son service de manière proactive et diffuse les informations sur les services à tous les véhicules du réseau. Cette approche permet d'atteindre une bonne connectivité, l'extensibilité reste limitée à cause de l'overhead, sauf si une technique d'agrégation efficace sera utilisée.

Il y a deux principaux paramètres ajustables dans le mode proactif qui devraient être manipulés avec précaution pour rendre efficaces les protocoles de découverte de services proactives la portée des annonces des fournisseurs de services, et surtout la fréquence des annonces des fournisseurs de services. Dans les réseaux véhiculaires, ces paramètres dépendent essentiellement du taux de la mobilité des fournisseurs de services, du type d'application, des caractéristiques du réseau et de la disponibilité du service, etc. Un autre aspect affectant les protocoles de découverte de services dans VANets est la façon dont l'information annoncée est agrégée et diffusée.

Le mode découverte de service Pull-based

Dans le mode réactif, les fournisseurs de services n'annoncent pas leurs services, ils attendent des demandes de service en provenance des véhicules. Si un conducteur a besoin de découvrir un service, il envoie une demande de service dans le réseau véhiculaire. Les véhicules qui ont le service répondent à la demande en envoyant une réponse de service au véhicule requérant. Des techniques pour éviter l'inondation de l'ensemble du réseau avec des messages de demande ont été adoptées et utilisées efficacement. Ces techniques consistent en la transmission des demandes seulement à un ensemble choisi de voisins, ou à l'utilisation du concept de connaissance de contexte (*context awareness*) pour la propagation de la demande.

Le mode hybride de découverte de services

Dans le mode hybride de découverte de services, les deux techniques proactives et réactives sont combinées pour la découverte de services. Nous distinguons des protocoles de découverte de services basés sur une structure de Cluster et des protocoles de découverte de services dans un environnement plat (*Flat*).

Dans la catégorie de découverte de services basée sur la clusterisation, les nœuds sont organisés en groupes. Dans chaque groupe, il y a un clusterhead qui gère l'information reçue de ses membres et peut communiquer avec les clusterheads voisins. Les membres du cluster n'envoient leurs demandes qu'à leur clusterhead. Ce dernier récupère les informations requises des membres ou des clusterheads voisins et répond au nœud demandeur suivant les informations disponibles.

Dans la catégorie des protocoles découverte de services dans un environnement plat, les nœuds dans le réseau véhiculaire peuvent communiquer entre eux sans utiliser des niveaux différents d'agrégation de l'information. Dans cette approche, les protocoles combinent les caractéristiques des approches push-based et pull-based. Il est prouvé que la structure cluster-based est plus efficace et plus évolutive que la structure flat.

3.2 LES PROTOCOLES DE DÉCOUVERTE DE SERVICES DANS LES RÉSEAUX VANET

Il Ya actuellement une variété de protocoles de découverte de services dans le monde des réseaux véhiculaires.

3.2.1 La découverte décentralisée des espaces de parking

Le protocole de découverte décentralisée des espaces de parking libres proposé dans [MCMo6] ne se limite pas à la découverte des stationnements libres, mais peut être appliquée pour disséminer des informations à caractères spatiotemporels.

Ce protocole vise à informer les conducteurs des places de parking libres dans des conditions de trafic urbaines. L'information à propos des places de stationnement libres est disséminée périodiquement vers les conducteurs de façon proactive, en tenant compte des caractéristiques spatio-temporelles des lieux. Ses concepteurs utilisent dans leur modèle un élément central, appelé automat, qui est un terme utilisé en Allemagne pour désigner le terminal utilisé pour payer les frais de stationnement.

Dans ce protocole de découverte d'espaces de parking libres, les informations de disponibilité parking peuvent être soit : Les informations atomiques ou des informations globales communiqués

L'information atomique de stationnement est fournie par un seul automate dans une proximité locale. L'information agrégée fournit des informations de disponibilité de stationnement dans une région desservie par plusieurs automates de parkings, qui sont distribués dans des zones plus étendues. Les régions fournissant des informations agrégées sont disjointes et organisées de façon hiérarchique et elles utilisent une structure de recouvrement quad-arbre pour accomplir de leurs agrégats. L'exactitude de l'information agrégée diminue avec l'augmentation de la distance séparant un véhicule de la zone de stationnement.

Les auteurs de ce protocole ont proposé une stratégie de sélection des informations atomiques et agrégées afin de réduire l'imprécision. Leur stratégie est basée sur la pertinence des informations atomiques agrégées et ils ont démontré que le niveau de redondance dans leur protocole est très élevé. Toutefois, selon eux, la redondance est souhaitable, car, elle devrait aider à la diffusion de l'information en raison de la répartition fréquente du réseau de véhicule ad hoc.

3.2.2 Système d'auto-organisation des informations du trafic

SOTIS (*Self Organizing Traffic Information System*) [LWHo3] permet aux véhicules de contrôler les situations de trafic et de distribuer des messages de trafic. Ce système ne s'appuie sur aucune infrastructure.

Chaque véhicule dans SOTIS collecte des informations de trafic dans une auto-route segmentée où il les traite individuellement avant de les stocker dans une base de connaissances. La base de connaissances contient des informations de trafic des segments à l'intérieur d'une zone spécifique seulement. Les paquets échangés entre les véhicules dans SOTIS contiennent des informations de trafic basées sur chaque segment de route. .

Les véhicules utilisant SOTIS diffusent deux types de rapports : des rapports périodiques et des rapports d'urgence

Les rapports périodiques contiennent les informations locales du véhicule SOTIS (*par exemple sa position, vitesse, etc.*), et une analyse courte de la situation du trafic calculée par le véhicule courant basée sur ses observations.

Les rapports d'urgence sont émis dans le cas d'une urgence. Contrairement aux rapports périodiques, les rapports d'urgence ne contiennent aucune analyse de la situation du trafic mais seulement des informations sur le type et l'emplacement de l'événement de l'urgence. Le système utilise un mécanisme de réservation pour l'accès immédiat au canal sans fil en cas d'urgence.

Il est à noter que la base de connaissances est mise à jour après la réception de n'importe quel type de rapports.

3.2.3 Les services migrateurs sensibles au contexte dans les réseaux Ad hoc

Le but principal des protocoles de découverte de service lié à un contexte spécifique (*context aware*) est d'assurer que les fournisseurs de services continuent à garantir la qualité de service requise quand il y a un changement dans le contexte du client ou du service. Par exemple, considérons un service qui consiste à surveiller une certaine région, si le véhicule garantissant le service se dirige hors de la zone souhaitée, alors sa qualité de service diminue ou il ne sera plus apte à fournir le service. En raison de cette modification de contexte, il vaut mieux qu'un autre véhicule dans le contexte du requis -si disponible- prend le relais afin de fournir le même service avec une meilleure qualité de service.

Dans [ORIo7], ils ont fourni un protocole de découverte de services sensible au contexte. Dans ce protocole, lorsqu'un véhicule a besoin d'un service, il interroge des véhicules dans la région d'intérêt. Comme les véhicules dans la région d'intérêt se déplacent avec des vitesses différentes, les services peuvent migrer d'un véhicule à un autre véhicule afin d'être en mesure d'accomplir leurs tâches.

En fait, dans ce protocole, lorsqu'un véhicule n'est plus en mesure de satisfaire une demande d'utilisateur, le service trouve un autre nœud adéquat et migre vers ce nœud

d'une manière transparente pour l'utilisateur. Un petit retard sera encouru, mais le service ne sera pas interrompu. L'emplacement physique du service peut être dans plusieurs nœuds, mais le client n'interagit qu'avec un seul nœud virtuel. Par conséquent, une interaction client-service est garantie.

3.2.4 PMNET (Multi Hop Wireless Ad Hoc Parking Meter Network)

Le protocole appelé le réseau de parcomètres sans fils ad hoc multi sauts PMNET [10], permet de découvrir des espaces de stationnement libre.

Deux éléments principaux composent le PMNET : les parking mètres qui sont des nœuds statiques et les véhicules qui sont des nœuds mobiles

Les informations non volatiles d'un parking mètre, comme ses coordonnées géographiques et l'emplacement de sa rue, sont stockées en permanence dans la mémoire du parking mètre. La disponibilité d'une place, ses frais et sa durée de disponibilité sont considérées comme des informations volatiles.

Une requête reçue par un parking mètre est gérée par son module de traitement des requêtes. Si un parking mètre peut satisfaire la requête, alors un message de réponse est envoyé en unicast au véhicule demandeur. Sinon, le parking mètre rediffuse la requête à ses nœuds voisins statiques. Le module de mise à jour assure la fraîcheur des données volatiles dans chaque parking mètre.

Les parkings mètres ayant le même nom de rue, forment un cluster. Un clusterhead pourrait être soit identifié durant l'installation des parcomètres, ou il pourrait être élu par tous les parcomètres dans le même cluster en utilisant un mécanisme d'élection de leader. Dans un PMNET, les nœuds clusterhead forment un recouvrement (overlay) et disséminent des mises à jour de statut en unicast à chaque fois qu'une mise à jour est signalée à un clusterhead par un membre de son cluster.

3.2.5 Nœuds mobiles virtuels pour réseaux mobiles ad hoc

Un autre mécanisme de découverte de service basé sur des nœuds mobiles virtuels pour des réseaux mobiles ad hoc a été proposé dans [FA03].

Ses concepteurs ont déclaré que leur approche pourrait être appliquée aux réseaux véhiculaires. Ils ont utilisé deux types de nœuds : des nœuds physiques ou des nœuds réels et des Nœuds Mobiles Virtuels (NMV)

Dans un réseau de véhicules, les nœuds réels sont les véhicules au sein d'une région prédéterminée et les nœuds virtuels sont les agents mobiles, dans une trajectoire prévisible et prédéterminée.

Les nœuds virtuels collectent et diffusent les données dans une zone prédéfinie. Si un véhicule envoie une requête à un VMN il doit préciser le type des données qui doivent être recueillies ainsi que son mode d'agrégation pour que les VMNs puissent envoyer les données nécessaires au le client.

3.2.6 Une approche hybride pour une découverte de services basés sur la localisation dans les VANETs :

Un protocole de service hybride de découverte dans les réseaux véhiculaires Ad hoc a été proposé dans [NKW04].

L'approche adoptée dans ce protocole combine la dissémination proactive des messages d'annonces et la propagation réactive des demandes de découverte. Ce protocole est basé sur le mode d'adressage Geocast pour les messages de contrôle. Ses concepteurs affirment que, grâce à cette approche, la taille des entêtes des messages est diminuée, ce qui permet d'augmenter le débit.

3.3 LE PROTOCOLE DE DÉCOUVERTE DE PASSERELLES LAGAD (LOCATION-AIDED GATEWAY ADVERTISEMENT AND DISCOVERY PROTOCOL)

La communauté de recherche s'intéresse de plus en plus à l'accès à Internet à partir des réseaux véhiculaires. En fait, les véhicules devraient être en mesure de se connecter à Internet et communiquer avec des réseaux hétérogènes via des passerelles. Pour assurer efficacement la sécurité sur la route qui est l'objectif principal des vanets, les applications de sécurité doivent collaborer avec d'autres types de services, y compris la découverte de service de passerelle pour le partage d'une bande passante limitée. Toute solution liée à la problématique de découverte de passerelles dans des réseaux véhiculaires Ad hoc est soumise à ces limitations.

Dans ce qui suit, nous allons présenter le protocole de découverte de passerelles dans les réseaux véhiculaires à grande échelle.

3.3.1 Modèle du système

Dans le modèle du LAGAD, les auteurs de ce protocole supposent que les véhicules se déplacent sur un 2-D plan. Pour cela, ils utilisent un modèle de Manhattan simple avec un certain nombre de passerelles situés aux intersections des voies.

Le système se compose de 2 types de composants [AB09] :

- **Les passerelles au bord de la route (RGs : Roadside Gateways) :**
Un RG pourrait être soit un routeur passerelle (Roadside Router Gateway RRG) soit une passerelle Internet au bord de route (Roadside Internet Gateways RIS).
- **Les véhicules qui circulent le long des routes (RV: Road Vehicles) :**
Les nœuds véhicules sont reliés les uns aux autres d'une façon Ad hoc pour former le Vanet. Un véhicule source est le véhicule qui doit trouver une passerelle appropriée.

3.3.2 Les formats de paquets et des tables LAGAD :

Ce protocole emploie principalement deux formats de paquets :

Des paquets GPD (Gateway Proactive Discovery) désignés également par GAdvmsg (Gateway Advertisement messages) cf. Figure 3.1. Contenant des informations de routage (comme l'ID de la passerelle, l'adresse source, l'adresse de l'expéditeur et l'ID du paquet), et des informations de découverte (comprenant le type du paquet, l'ID de la passerelle, la durée de vie, ainsi que les informations de la zone annonce de localisation assistée qui permettra aux véhicules qui reçoivent un paquet GPD de le retransmettre ou de le supprimer).

Des paquets de type GRD (Gateway Reactive Discovery) désignés également par GReqmsg (Gateway Request messages) cf. Figure 3.2. Les Paquets GRD contiennent des informations de routage (tel que l'ID du demandeur de passerelle, l'ID du véhicule émetteur, la durée de vie du paquet et l'ID du paquet), et des informations de découverte

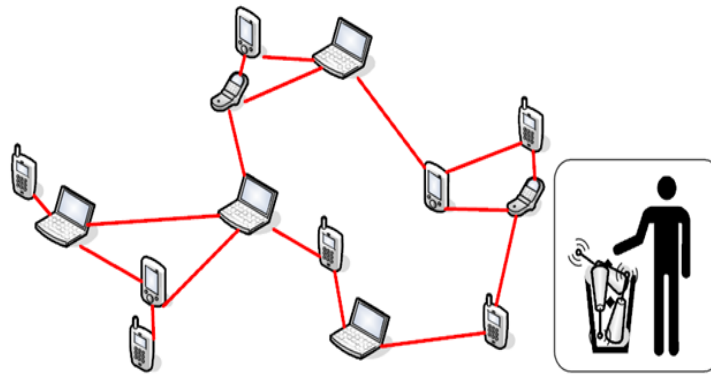


Figure 3.1 – Format du paquet Gateway Proactive Discovery [B.S07]

(qui sont le type du paquet, l'information de localisation, de la vitesse et le temps actuel du véhicule source de la demande).

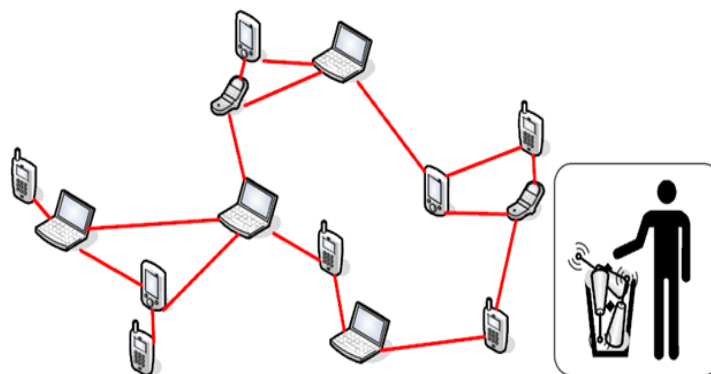


Figure 3.2 – Format du paquet Gateway Reactive Discovery [B.S07]

Les paquets GPD sont utilisés par une passerelle ou un véhicule pour annoncer la passerelle dans la zone de découverte proactive. En dehors de la zone de découverte proactive, les paquets GRD sont utilisés pour générer des requêtes de découverte de passerelle.

Tout véhicule utilisant LAGAD utilise une table de passerelle et une table de routage pour respectivement stocker des informations sur les passerelles (l'ID de la passerelle, informations sur la passerelle) et des informations de routage (l'ID du nœud de destination, l'ID du nœud du saut suivant, et le numéro d'interface pour le multicanal).

3.3.3 Description Du protocole LAGAD :

Dans ce qui suit, nous allons décrire le protocole LAGAD, en commençant tout d'abord par donner un exemple sur son fonctionnement illustré par la figure 3.3.

Ce protocole est basé sur les informations de localisation des véhicules source. Les auteurs ont utilisé plusieurs concepts existant dans certains protocoles de routage basés sur la localisation. Afin de déterminer la zone attendue d'une destination et de faire suivre

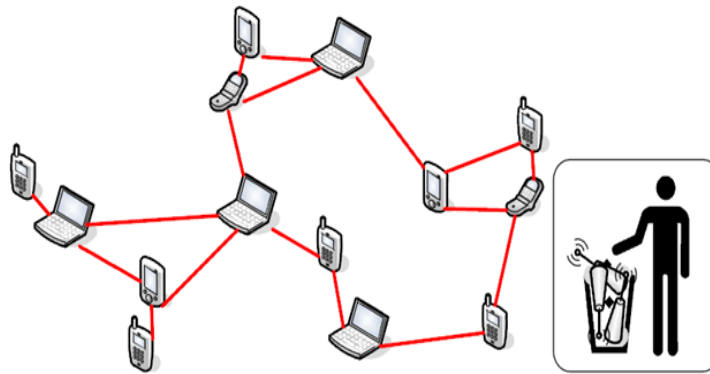


Figure 3.3 – Exemple de fonctionnement du LAGAD [B.S07]

les requêtes de routage pour que les overheads soient réduites. Ce qui ramène à l'étude des différents mécanismes liés à la détermination des zones transfert (forwarding) et les zones de destination attendue (expected).

Dans un réseau VANet, les inondations redondantes dues aux annonces des passerelles et la découverte peuvent engendrer une congestion dans le réseau et affecter considérablement les ressources limitées dans les réseaux véhiculaires. Pour concevoir à un protocole de découverte de services de la couche réseau efficace qui consomme moins de ressources, les auteurs ont pensé qu'il serait intéressant d'intégrer les informations de découverte de passerelles dans les paquets de routage. Pour cela, ils ont choisi le protocole de routage CLA-S (ConnectionLess Approach for Streets), qui est un protocole de routage à base de paquets dédié aux VANets à forte mobilité. Ils l'ont adopté pour sa robustesse et son aptitude de traiter le problème coupure de liaison mais avec petites modifications où ils supposent que chaque nœud dans la zone de transmission retransmet les paquets, pas comme dans la version originale, où un nœud décide de retransmettre ou non seulement après un certain délai.

Le protocole LAGAD est basé sur un modèle de découverte de passerelle hybride qui permet à chaque véhicule d'effectuer une découverte de passerelle proactive s'il est à l'intérieur de la zone d'annonce d'une passerelle, et une découverte réactive s'il est à l'extérieur de cette zone. Cependant, il y a trois parties principales dans ce protocole. La première partie est exécutée au niveau de passerelle, la seconde partie est exécutée au niveau du véhicule demandant, et la troisième partie est exécutée au niveau de véhicule intermédiaire.

Le protocole au niveau de passerelle

Initialement, les passerelles se font connaître périodiquement, par l'envoi de messages d'annonce de passerelle (Gadv : Gateway Advertisement) en un seul saut. Lorsque une passerelle requise reçoit le message de requête, elle génère un message de réponse (GREP : Gateway Reply) et l'envoie au véhicule source d'origine, en utilisant le protocole CLA-S. Ensuite, la passerelle envoie un nouveau message GAdv en spécifiant cette fois la zone d'annonce.

Dans ce protocole ils déterminent deux types de zones : une zone prévue (the expected zone) et la zone d'annonce passerelle (the gateway advertisement zone).

La zone prévue devrait comprendre les segments de route où le véhicule source pourra être localisé lorsque la passerelle envoie le message GAdv.

Afin de déterminer la zone prévue d'un véhicule source à l'instant t_1 , ils supposent que la passerelle reconnaît l'emplacement $L_0 (x_0; y_0)$ du véhicule source à l'instant t_0 (recueillie à partir du GReq). Si G connaît la vitesse moyenne v du véhicule S , alors il peut déterminer la zone prévue de S à l'instant t_1 définie par le cercle dont le rayon est $(t_1 - t_0) v$ et le centre est L_0 (cf. Figure 3.4).

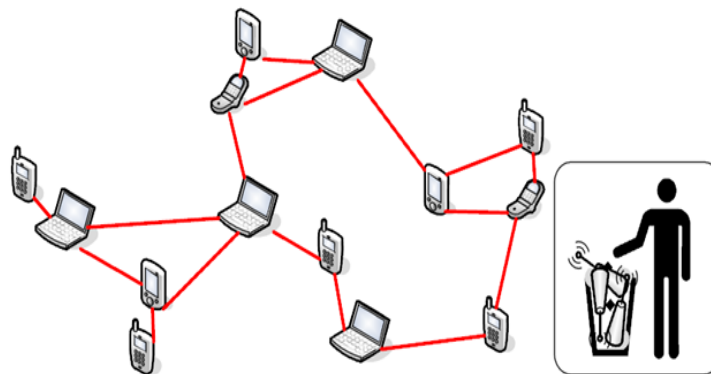


Figure 3.4 – Les zones prévues

Par conséquent, la zone prévue est seulement une estimation par la passerelle G de l'emplacement actuel de l'éventuel véhicule source S , car si la vitesse de S est plus grande que la vitesse moyenne v alors le véhicule source sera en dehors de la zone attendue. Cependant il est possible d'utiliser la vitesse maximale ou les distributions de vitesse au lieu de la vitesse moyenne.

La zone d'annonce de la passerelle est la zone minimale contenant la passerelle et la zone prévue. Elle comprend tous les segments de route entre la passerelle et l'emplacement prévu du véhicule source.

La zone d'annonce passerelle a une forme rectangulaire délimitée par les lignes $DXmin(xg = Xmin)$, $DXmax(x0 = Xmax)$, $DYmin(yg = Ymin)$ et $DYmax(y0 = Ymax)$ où $Xmin = minimum(xg; x0 - (t1 - t0)v)$, $Xmax = maximum(xg; x0 + (t1 - t0)v)$, $Ymin = minimum(yg; y0 - (t1 - t0)v)$ et $Ymax = maximum(yg; y0 + (t1 - t0)v)$ (cf. Figure 3.5). Cependant, ici, la zone d'annonce proactive n'est définie que par le cercle C .

Ce schéma est appliqué uniquement lorsque la passerelle G est en dehors de la zone attendue du véhicule d'origine S , sinon la zone d'annonce proactive et la zone prévue sont les mêmes.

Lorsque la passerelle G envoie son message d'annonce GAdv, elle incluse $Xmin$, $Xmax$, $Ymin$ et $Ymax$ de sorte que chaque autre véhicule peut déterminer si oui ou pas, il est dans la PAZ (Proactive Advertisement Zone) de G (cf. Figure ??).

Le message d'annonce de passerelle est envoyé périodiquement dans la zone d'an-

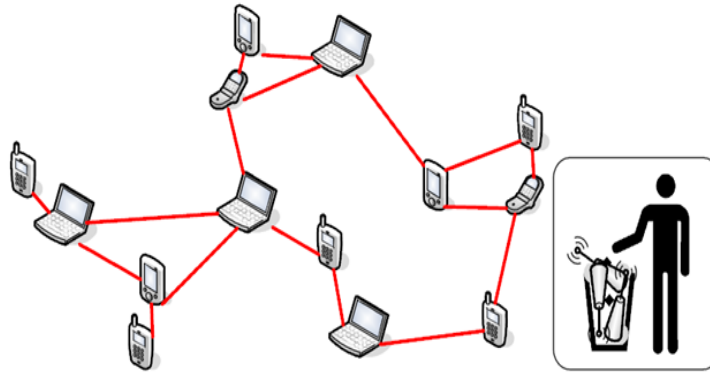


Figure 3.5 – Véhicule en dehors de la zone d'annonce proactive

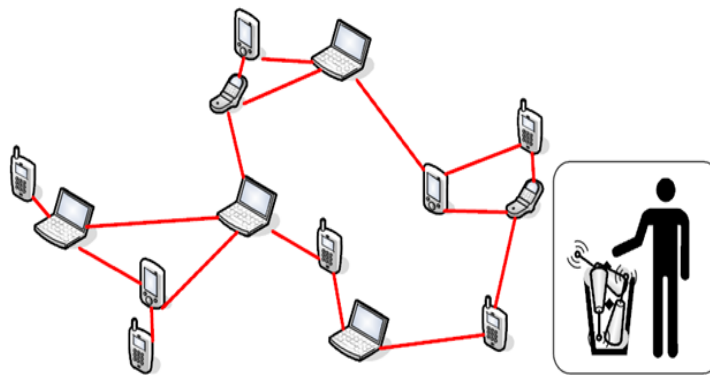


Figure 3.6 – Véhicule à l'intérieur de la zone d'annonce proactive

nonce après la détermination de la zone prévue du véhicule source.

Dans ce protocole, la zone d'annonce de la passerelle est ajustée à chaque envoi d'un message d'annonce. Il est intéressant de noter que la PAZ est proportionnelle à la vitesse moyenne v du véhicule source et le temps écoulé depuis la dernière mise à jour des informations de localisation du véhicule source S .

Lorsque la passerelle reçoit un paquet GRD, le module d'intégration décode le paquet, ce qui permet la séparation des informations de routage à partir des informations de passerelle qui vont être traitées différemment par le module de routage et le module de découverte de passerelle respectivement.

Le protocole au niveau du véhicule source

Lorsqu'un programme installé dans un véhicule souhaite trouver une passerelle, il vérifie si une passerelle existe ou non dans sa table de passerelles. Si aucune passerelle n'est trouvée, le module de découverte de demande alors au module de routage de collaborer afin de trouver une et d'envoyer la demande au module intégré. Le module de routage génère alors un paquet de routage contenant la demande appropriée contenant l'identifiant du véhicule courant, et l'envoie au module intégré. Ce dernier dissémine un paquet GRD (ou le message GReq) dans le réseau. Lorsque le véhicule source S envoie un message via la passerelle G , il inclut en plus des données, sa position la plus récente,

ainsi que sa vitesse moyenne v , de sorte que la passerelle G puisse mettre à jour les informations du véhicule S pour une annonce future.

Protocole au niveau des véhicules intermédiaires

Dans l'algorithme LAGAD un véhicule dans la PAZ recevant un GAdv soit il le forwarde s'il est dans le PAZ ou il le supprime dans le cas contraire. Par conséquent, un véhicule doit être en mesure de déterminer si oui ou non il est dans la zone d'annonce proactive d'une passerelle particulière.

Le module intégré d'un véhicule récepteur peut suivant ce protocole éliminer les paquets redondants, décoder les paquets (GPD ou GRD) et séparer l'information d'annonce de passerelle des informations de routage.

Lors de la réception d'un paquet GRD par un véhicule, le paquet est décodé par le module d'intégration. Le module de passerelle vérifie si des informations de passerelle valide existent dans sa table de passerelles. Le paquet GRD continue à se propager dans le VANET jusqu'à un véhicule estime que les informations de passerelle sont dans sa table de passerelle ou jusqu'à ce que le GRD atteint la passerelle destination, et dans les deux cas, un message de réponse est généré par la passerelle et est renvoyé au véhicule source de la requête, en utilisant le protocole de routage CLA-S.

Les véhicules intermédiaires acheminant le message réponse de la passerelle, stockent les informations des passerelles qui peuvent être utilisées dans des requêtes de découverte futures dans leurs tables de passerelle.

3.3.4 LAGAD Multicanaux et Multi-interfaces :

Il est prouvé que la capacité d'un réseau véhiculaire est améliorée lorsqu'une utilisation efficace des canaux est prise en considération.

À fin de tirer avantages de la diversité des canaux dans LAGAD, ils supposent que chaque véhicule est équipé de deux interfaces (int_1 et int_2). Chaque interface utilise un canal fixe différent de celui utilisée par les autres interfaces d'un même véhicule. Le module de routage détermine quelle interface sera utilisée pour la propagation des messages de LAGAD en gérant l'utilisation des interfaces de telle manière à ce que l'envoi et la réception de messages seront effectués en utilisant des canaux différents.

3.4 LE PROTOCOLE DE DÉCOUVERTE DE SERVICES LOCVSDPs POUR LES VANETS (LOCATION-BASED SERVICE DISCOVERY PROTOCOLS FOR VEHICULAR NETWORKS)

Plusieurs défis de la recherche sont à l'origine du retard de déploiement efficace et à grande échelle dans les réseaux VANet. La gestion de nombreuses applications liées à la sécurité à l'information de trafic et aux applications de localisation de services reste toujours un sujet d'actualité qui offrent plusieurs défis aux concepteurs. Un de ces défis comprend comment les conducteurs ou les passagers peuvent découvrir des fournisseurs de services situés dans des régions souhaitées dans VANet.

3.4.1 L'énoncé du problème et le modèle du système :

Un mécanisme de découverte de service est nécessaire pour permettre aux conducteurs ou passagers qui demandent des services dans une zone géographique prédéterminée (RI : région d'intérêt), et aux véhicules ou composants routiers offrant des services de se découvrir mutuellement dans VANet. Le défi est de déterminer quel composant véhiculaire offre le service désiré en particulier lorsqu'il est fourni par un ou plusieurs composants routiers situés à l'intérieur de la RI. Le mécanisme de découverte a besoin donc, de fonctionner dans un VANet à grande échelle, où le nombre de demandes de service basées sur la localisation (comme la découverte des espaces de stationnement libres, restaurants, stations-service, etc.) est très élevé.

Dans ce modèle de système, ils considèrent deux éléments fondamentaux : les routeurs (RRs) et les véhicules routiers (VRs).

Routeurs routiers (RRs) se sont des nœuds fixes ou ont une faible mobilité qu'ont des capacités de routage. Ces nœuds sont regroupés dans des clusters (RC : Roadside Cluster). Ils supposent dans leur système que chaque RR est équipé de deux interfaces radio et utilise divers canaux afin de d'augmenter les capacités et les compétences des RRs.

Véhicules routiers (VRs) sont les véhicules circulant sur les routes. Ils sont caractérisés par leur forte mobilité, leur densité accrue et pouvant procéder à zéro ou une interface sans fil. Les véhicules sans interface sans fil n'utiliseront pas le protocole de découverte de service, ainsi ils ne seront pas pris en considération dans ce mécanisme.

La liaison sans fil entre deux véhicules pourrait être réalisée de trois façons différentes : directement, au moyen de véhicules intermédiaires, ou par le biais des RRs dans un cluster. Les véhicules peuvent atteindre les RRs en multi-sauts en utilisant des véhicules intermédiaires.

Le routage sans fil entre véhicules, RRs, et entre véhicules et RRs est basé sur une version améliorée du protocole de routage CLA-S. Dans cette version améliorée, ils considèrent l'utilisation de plusieurs interfaces et des canaux multiples. Dans leur modèle du système, les véhicules se déplacent sur un plan bidimensionnel. Ils utilisent une topologie rectangulaire dans laquelle la zone est $a \times b$ (tel que a et b sont respectivement la longueur et la largeur du VANET ou a peut être égal à b).

Les RRs sont distribués aléatoirement le long du VANET autour :

- des plusieurs fournisseurs de services connus, ce qui permet la partition de la charge et la prévention des goulots d'étranglement lorsque plusieurs demandes de service sont dirigés vers la même RI. Cependant, ce protocole peut fonctionner même si de nouveaux fournisseurs de services sont introduits dans le VANet,
- des zones congestionnées prédictibles afin de réduire la perte des demandes de service lorsque le réseau est congestionné. Cela permet l'extensibilité de ce système de découverte,
- et des zones prédéterminées intermittentes pour permettre la connectivité dans le Vanet.

3.4.2 Description et caractéristiques des algorithmes LocVSDP proposés :

Dans ce qui suit, nous allons décrire le protocole de découverte de services véhiculaire basé sur l'élection et la localisation (EB-LocVSDP : the Election-based Location-based Vehicular Service Discovery Protocol).

Ce protocole a été spécialement conçu pour trouver des services situés dans une région d'intérêt prédéterminée spécifiée par le conducteur ou le passager.

Pour permettre la connectivité dans le Vanet les RRs sont distribués aléatoirement dans le réseau et ils sont regroupés dans des clusters.

Le protocole EB-LocVSDP peut être divisé en quatre phases distinctes : l'annonce du service, la propagation de demande de service, l'élection du leader et la génération de réponse du service et enfin la propagation de la réponse de service.

Context Aware and Location Based Discovery

Ces protocoles proposés basés sur la localisation en fonction du contexte. Le demandeur de service spécifie l'emplacement du service souhaité. Par conséquent, les réponses sur les services demandés ne sont pas tous envoyés au demandeur, mais seul les fournisseurs de services qui sont situés dans la RI spécifiée dans la requête répondent à la demande. Ce qui permet d'économiser la bande passante du réseau et d'améliorer les performances.

Cluster-Based Infrastructure Support

Ce protocole s'appuie sur une infrastructure basée sur les clusters pour une découverte de services basée sur la localisation.

Dans ce protocole, un cluster peut contenir un ou plusieurs RR. Le nombre et la répartition des clusters dépendent des exigences des applications du réseau. Par exemple, les clusters sont principalement déployés dans les endroits qui contiennent de nombreux fournisseurs de services. À l'intérieur d'un cluster, les RRs pourraient être distribués uniformément ou aléatoirement et les communications sans fil inter-clusters et intra-clusters sont basés sur le protocole de routage CLA-S.

Appui de la couche réseau

Les LocVSDPs proposés sont considérés comme des protocoles de la couche réseau, où les messages d'information de services sont "piggybacked" dans des messages de routage, ce qui permet une découverte des fournisseurs de services rapide avec un léger overhead.

Pour cela, ils utilisent une version modifiée du protocole de routage CLA-S. Dans ce protocole, les paquets sont envoyés par les RR ou les véhicules à l'intérieur d'une zone de transfert prédéterminé, et seuls les composants de la route (RR ou véhicules) situés à l'intérieur de cette zone peuvent décider si ils doivent retransmettre les paquets reçus ou non. À cette fin, des informations de localisation pour la détermination de la zone de transfert sont intégrés dans les paquets de routage.

LocVSDP multi-canaaux et multi-interfaces

Dans les LocVSDPs, la communication entre les RR utilise plusieurs interfaces radio et plusieurs canaux pour l'échange de paquets de découverte et de routage. Tout cela pour diminuer la congestion sur les voies simples et réduire le délai des échanges de découverte de service, tout en connaissant que l'équipement RR multicanaux et multi-interface aide à améliorer les performances des réseaux sans fil.

Ainsi, chaque RR est supposé équipé d'au moins deux interfaces, et que chaque interface utilise un canal fixe différent de celui utilisé par les autres interfaces du même RR. De plus, ils gèrent l'utilisation d'interfaces de telle manière que l'envoi et la réception des messages soient effectués en utilisant différentes canaux.

3.4.3 Les phases d'exécution du EB-LocVSDP :

Les quatre phases du protocole EB-LocVSDP sont décrites ci-dessous :

Phase 1 : Annonce du Service

Le projet EB-LocVSDP peut être utilisé pour découvrir l'un des trois types de services : Les services fixes, Les services mobiles et les services migrants.

- Les services fixes ont un emplacement prédéterminé. Leurs positions ne changent pas au fil du temps (comme les restaurants, les stations essence, les parkings, etc).
- Les services mobiles sont les services fournis par les véhicules sur les routes. L'emplacement de ces services dépend de l'emplacement du véhicule en mouvement (comme le partage de fichiers, jeu, etc).
- Les services migrants ont un emplacement fixe, mais ils sont fournis par des véhicules en mouvement. Donc, les véhicules se déplaçant autour de l'emplacement fixe, assure la délivrance du service, et quand ils s'éloignent, le service migre vers d'autres qui sont proches de l'emplacement prédéterminé (comme la surveillance de l'état du trafic, d'accidents ou de catastrophes dans une zone spécifique, etc.)

La phase d'annonce du service est illustrée dans figure ??.

Les fournisseurs de services s'annoncent eux-mêmes en envoyant des messages d'annonce dans leurs portées. Les messages d'annonce sont interceptés par les RRs

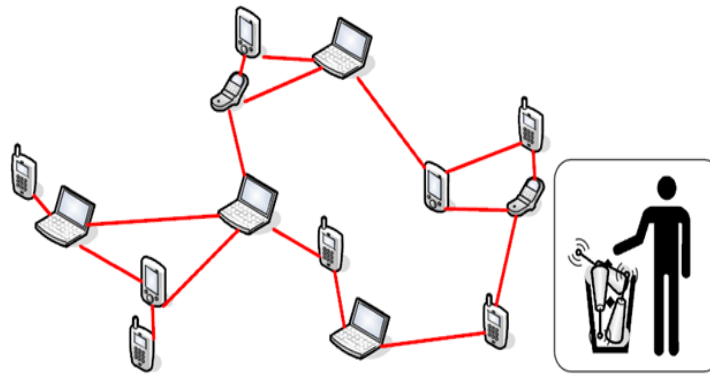


Figure 3.7 – phase d'annonce du service dans EB-LocVSDP

voisins, s'ils existent.

Un message d'annonce (cf. Figure 3.8) ou un paquet L-VPD (Location-based Vehicular Proactive Discovery) contient à la fois des informations de routage (adresse source, adresse de destination, adresse de l'expéditeur, ID de paquet et le temps-à-vivre) et d'information de découverte de services (type de paquet, ID du service, durée de vie du service, les attributs du service, et l'emplacement de service) et est intercepté par les modules intégrés des RRs voisins.

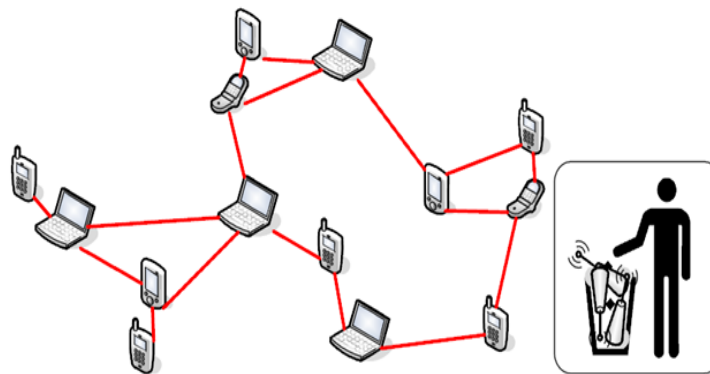


Figure 3.8 – Format du paquet L-VPD

Dans chaque RR, le module intégré qui reçoit le paquet L-VPD sépare les informations de découverte des informations de routage pour qu'elles soient traitées séparément par le module de service et le module de routage. Le module de service ajoute ou met à jour l'information du service à sa table de service. Il est intéressant de noter que les messages d'annonces du service sont traités uniquement par des RRs.

Phase 2 : Propagation de demande de service

La phase de propagation de demande de service est illustrée à la figure ??.

Un conducteur ou un passager génère une demande ou un paquet de découverte réactive (L-VRD : Location-based Vehicular Reactive Discovery) pour un service fixe, un service en mouvement, ou d'un service de migration, dans la quel il spécifie l'emplace-

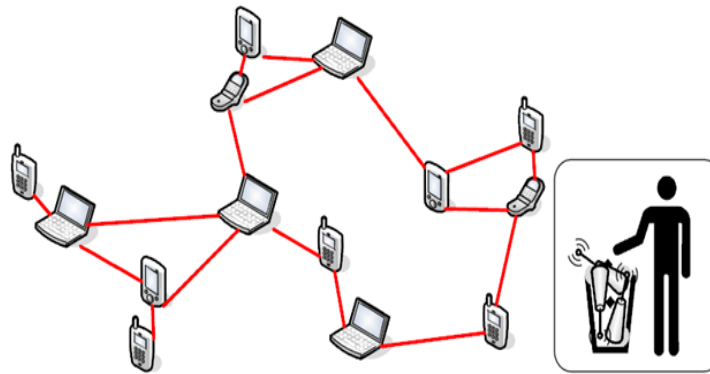


Figure 3.9 – phase de propagation de demande de service

ment où il souhaite de trouver le service la RI. Le paquet de L-VRD contient à la fois des informations de routage (adresse source, adresse de destination, adresse de l'expéditeur, ID de paquets, et le temps-à-vivre) et des informations de découverte (type de paquet, service demandé, les attributs du service, les coordonnées de la région d'intérêt, et la distance entre le nœud courant au centre de la région d'intérêt).

Le demandeur envoie le paquet de demande de service aux RRs et véhicules voisins. Pour la propagation de la demande, ils mettent en œuvre un mécanisme de propagation demande assistée par la localisation pour une propagation de demande efficace, à travers lequel un RR ou un véhicule recevant le paquet L-VRD détermine s'il doit transmettre la demande ou non de la façon suivante :

Tout d'abord, le RR ou le véhicule vérifie si oui ou non il est à l'intérieur de la RI. Si non, le RR ou véhicule détermine la distance qui le sépare de l'origine de la RI. Il compare cette distance à la distance du nœud expéditeur reçu dans le paquet L-VRD. Si la distance calculée est plus courte que la distance a reçu, le RR ou véhicule transmet le message de demande. Sinon, le message de demande n'est pas transmis.

Si le RR ou le véhicule est à l'intérieur de la région d'intérêt, alors l'action à venir dépend de si le nœud actuel est un RR ou d'un véhicule.

Dans le cas où le nœud actuel est un RR, il transmet la demande de service et lance un processus élection de leader pour élire un RR Leader dans la RI. Le Leader élu est la racine de l'arbre couvrant calculée et est responsable de recueillir les réponses de services locales de ses enfants et de générer le message de réponse qui sera envoyée au véhicule demandeur. Et dans le cas où le nœud courant est un véhicule, alors s'il est fournisseur du service demandé, une réponse de service est envoyée au véhicule demandeur à l'aide de la CLA-S sinon la demande est diffusée.

Phase 3 : élection du Leader et génération de la Répondre de service

La phase d'élection du Leader et de propagation de la réponse du service est exécutée seulement par les routeurs routiers et il est illustré dans les figures ??.

Un RR Leader est élu dans une RI pour éviter l'envoi multiple de réponses de ser-

vices au demandeur de service s'il ya plusieurs fournisseurs du même service l'intérieur de la RI. Ce Leader est responsable de la génération d'une réponse de service contenant tous les ID des fournisseurs de services et les emplacements découverts à l'intérieur du RI, et se charge aussi de sa propagation au demandeur de service.

Un RR dans la RI qui reçoit un message de demande de service commence le processus l'élection leader. Il définit son état actuel à Processing-IDReq et l'associe à l'ID de la demande parce qu'un RR peut participer à plusieurs processus découverte de service basés sur la localisation. Ensuite, le routeur génère un message d'élections de leader election-msg-IDReq qui contient les informations suivantes : son identifiant, la distance à l'origine de la région d'intérêt, et le fournisseur de service du service demandé s'il existe dans sa table de service. Puis l'envoie à ses voisins RR.

Tout RR dans la RI entre l'état processing-IDReq s'il reçoit soit une demande de service avec l'ID IDReq, ou un election-msg-IDReq. Tous les RRs dans l'état Processing-IDReq attendent pour une période de temps P puis ils décident de conclure d'état de Leader-IDReq ou Follower-IDReq.

Un RR décide d'entrer dans l'état leader-IDReq si et seulement s'il a la distance minimale à l'origine de la RI parmi ses voisins RRs.

Un RR décide d'entrer dans l'état Follower-IDReq si et seulement si au moins l'un de ses voisins RRs possède une plus courte distance du centre de la RI que la sienne. Et choisit son routeur qui a la distance minimale de l'origine de la RI parmi ses voisins comme parent (parent-IDReq) dans l'arbre couvrant.

À la fin de l'élection, un arbre couvrant incluant tous les RRs de la RI est généré. La racine de cet arbre couvrant est le leader élu leader-IDReq. Après la construction de l'arbre couvrant, les feuilles envoient leurs réponses à leurs parents (contenant le fournisseur du service requis). Après que le leader reçoit toutes les réponses locales à partir de ses enfants, il génère un message réponse de service SRep-msg et l'envoie au véhicule demandeur.

Dans ce protocole, les processus l'élection et de construction d'arbre couvrant sont exécutés entre RRs, qui sont supposés être fixe et stable. En outre, la phase des élections est exécutée pour chaque requête de service, donc pas besoin de maintenir le leader élu et l'arbre couvrant construit après l'envoi de la réponse au demandeur.

Phase 4 : Propagation de la réponse de service

La phase de propagation de la réponse de service est illustrée dans la figure ??.

Dans le protocole EB-LocVSDP, une réponse de service contenant tous les fournisseurs du service demandé dans la RI souhaitée est envoyée par le RR élus.

Si un fournisseur de services détecte l'absence d'un RR dans sa portée lorsqu'il reçoit une demande de service qui correspond au service qu'il offert, alors il envoie une réponse de service avec son ID et de l'emplacement au demandeur du service. Autrement, le leader élu est chargé de résoudre la requête de découverte avec la collaboration

d'autres RRs dans la RI, et responsable de la génération du message de réponse agrégée et de l'envoyer au demandeur.

Le message de réponse de service contient une table réponse de service. Chaque fois que le RR leader reçoit une réponse locale à partir de son voisin RR, il ajoute l'information de services du fournisseur reçue à sa table de réponse de service. Les fournisseurs de services sont triés de telle sorte que le premier enregistrement dans la table correspond au fournisseur de service le plus proche de l'origine de la région d'intérêt. Après avoir reçue de toutes les réponses locales, le RR leader génère sa réponse de service unique et l'envoie au véhicule demandé en utilisant le protocole de routage CLA-S.

Étant donné l'information sur la position du demandeur du service et sa vitesse moyenne lors de l'envoi sont envoyés dans le message de demande de service, le RR leader ou le véhicule fournisseur peuvent déterminer la zone de localisation attendue du demandeur de service lorsque la réponse de service est prêt à être envoyé.

Le message de réponse est envoyé vers le centre de la zone attendue du véhicule demander par l'intermédiaire du protocole de routage CLA-S, et une fois atteint la zone prévue, il est diffusé afin de s'assurer qu'il sera reçu par le véhicule demandeur. Les RRs intermédiaires ou les véhicules qui reçoivent le message de réponse service mettent en cache l'information de service.

3.4.4 Un protocole Naïve-LocVSDP :

Ils proposent une variante du l'EB-LocVSDP en modifiant l'élection du leader et la phase de génération de la réponse et la phase de propagation de la réponse du service.

Dans le Naïve-LocVSDP, les RRs dans la RI spécifiées dans la demande du conducteur, qui reçoivent une demande de service basés sur la localisation envoient directement leurs réponses au demandeur du service avec l'information sur le fournisseur si le service demandé existe dans la table de service, sinon c'est une réponse négative qui est envoyé demandeur du service.

3.5 CONCLUSION

Les réseaux de véhicules sont des réseaux sans fil formés dynamiquement par l'ensembles infrastructure routière et véhicules, et caractérisés par leur haut degré de mobilité, qui doivent colaborer afin d'assurer le bonfonctionnement des services des réseaux.

La découverte de services constitue une composante indispensable pour de tels environnements mobiles et peut être défini, comme étant un problème de localisation automatiques des services. Elle doit permettre aux différents composants du réseau de chercher et trouver automatiquement des services disponibles dans le réseau, ainsi que d'anoncer leurs propres services.

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue différents protocoles de découvertes de services conçus spécialement pour les réseaux de véhicules. Et malgré que certains sont conçus pour des réseaux MANets, mais ils s'adaptent au mieux aux conditions présentes dans les réseaux VANets.

CONCLUSION GÉNÉRALE

LES réseaux Ad hoc de véhicules constituent un nouveau type de réseaux issu des réseaux mobiles ad hoc qui connaît de plus en plus d'intérêt aussi bien en recherche qu'en industrie. Grâce à des équipements informatiques embarqués dans les véhicules et intégrés dans des stations le long des routes, les véhicules peuvent communiquer les uns avec les autres et avec des équipements fixes ou mobiles.

La découverte de services dans les réseaux est un des objectifs les plus importants dans le développement des réseaux informatiques et consiste en grande partie à résoudre le problème de localisation automatique des différents services dans un réseau. Un tel problème est très ample et vaste et il a été étudié dans les réseaux filaires, les réseaux ad hoc, les réseaux véhiculaires, et dans même les réseaux maillés.

D'une première vue, il est instinctif juré que les protocoles de découverte de service dans les réseaux ad hoc peuvent être appliqués directement aux réseaux véhiculaires vu les nombreuses similitudes qui existent entre ces deux types de réseaux. Mais compte tenu des caractéristiques uniques des réseaux véhiculaires, il est très clair que les protocoles de découverte de services existants dans les réseaux ad hoc ne peuvent pas être appliqués directement sur les réseaux véhiculaires.

L'accroissement du nombre d'applications et de services dans les réseaux véhiculaires, a poussé de nombreux chercheurs à se concentrer sur le problème de la découverte de service. Quoi que la majorité des protocoles qui ont été proposés dans le cadre de la découverte de services, seulement quelques-uns d'entre eux considéraient l'extensibilité, la qualité de service, et les aspects de tolérance aux pannes, tout en trouvant un fournisseur de services suite à une demande de service.

Donc, la découverte de services dans les réseaux véhiculaires représente un problème qui est encore ouvert à la recherche. Où il reste beaucoup de choses à faire surtout lorsque ça vient à la question de sécurité qui a été rarement ou pas suffisamment traitée, sur la base de ce que nous avons pu constater au cours de notre étude malgré l'importance des problèmes de sécurité dans les réseaux de véhicules. Ceci est peut être due au fait que ce domaine est très récent et n'en est qu'à son balbutiement.

Dans ce mémoire, nous avons pu étudié le problème de la découverte de services dans les VANet de façon générale et d'adapter un protocole de routage pour la résolution des requêtes de services.

Comme travaux futures, nous proposons d'adapter d'autres protocoles de routage ou de proposer un nouveau protocole inter-couche "cross layer protocol" et de comparer leurs performances. Dans un deuxième temps de sécuriser ces protocoles.

BIBLIOGRAPHIE

- [10] <http://www.sevecom.org/>. (Cité pages 11 et 29.)
- [11] <http://www.preciosa-project.org/>. (Cité page 12.)
- [13] <http://www.cartalk2000.net/>. (Cité page 12.)
- [14] <http://www.safespot-eu.org/>. (Cité page 13.)
- [16] <http://www.leearmstrong.com/DSRC/DSRCHomeset.htm>. (Cité pages 13 et 19.)
- [1708] Adaptation d'un protocole de découverte de services pour les réseaux ad-hoc. *Mémoire, Université du Québec Montréal*, Septembre 2008. (Cité page 18.)
- [1803] Jini architecture specification. *Sun Microsystems, Version 2.0*, juin 2003. (Cité pages v, 14 et 20.)
- [1999] Salutation architecture specification. *The Salutation Consortium*, juin 1999. (Cité pages 20 et 21.)
- [9] <http://www.vanet.info/>. (Cité page 11.)
- [AB09] R. Werner N. Pazzi A. Boukerche, K. Abrougui. Location-aided gateway advertisement and discovery protocol for vanets : Proof of correctness. *The 5th IEEE International Workshop on Performance and Management of Wireless and Mobile Networks (P2MNET 2009)*, October 2009. (Cité page 30.)
- [B.S07] B.S.HAGGAR. Les protocoles de routage dans les réseaux ad hoc. *Rapport de stage, Université de Reims*, juin 2007. (Cité pages v, 5, 31 et 32.)
- [DC04] Y. Yesha et Tim Finin D. Chakraborty, A. Joshi. Towards distributed service discovery in pervasive computing environment. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Juillet 2004. (Cité page 23.)
- [Des02] N. Desai. An ad-hoc service discovery protocol. *Mémoire de maîtrise, Université de Floride*, Aout 2002. (Cité page 22.)
- [FA03] C. Campo F. Almenarez. Spdp : A secure service discovery protocol for ad-hoc networks. *Dept. Telematic Engineering-Université Carlos III, Madrid Eunice*, 2003. (Cité pages 22, 23 et 29.)
- [F.A05] X.Wang F.Akyildiz. A survey on wireless mesh networks. *IEEE Radio Communications*, September 2005. (Cité page 6.)
- [HH04] G. Noecker H. Hilt. Willwarn d22.35. *Technical Report, Preventive and Active Safety Applications*, 2004. (Cité page 12.)
- [K.A11] K. Abrougui. Design and performance evaluation of service discovery protocols for vehicular networks. *Ottawa-Carleton Institution for Computer Science, Canada*, 2011. (Cité pages 10 et 26.)
- [Karoo] James Kardach. Bluetooth architecture overview. *Mobile Computing Group, Intel Corporation*, 2000. (Cité page 21.)
- [Lem00] T. Lemlouma. Le routage dans les réseaux mobiles ad-hoc. *Mémoire de Magistère, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger*, Septembre 2000. (Cité page 21.)

- [LWH03] H. Rohling M. Lott L. Wischo, A. Ebner and R. Halfmann. Sotis-a self-organizing traffic information system. *In The 57th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference, 2003.* (Cité page 28.)
- [MCM06] D. Graupner M. Caliskan and M. Mauve. Decentralized discovery of free parking places. *In Proceedings of the 3rd international workshop on Vehicular ad hoc networks, 2006.* (Cité page 27.)
- [M.H05] M.Hauspie. Contributions à l'étude des gestionnaires de services distribués dans les réseaux ad hoc. *Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, 2005.* (Cité page 18.)
- [M.J08] M.JERBI. Protocoles pour les communications dans les réseaux de véhicules en environnement urbain. *Thèse de doctorat, Université d'Evry val d'Essonne, Novembre 2008.* (Cité pages 6, 7 et 8.)
- [NKW04] H. Karl N. Klimin, W. Enkelmann and A. Wolisz. A hybrid approach for locationbased service discovery in vehicular ad hoc networks. *In Proceedings of the 1st international Workshop on Intelligent Transportation (WIT), 2004.* (Cité page 30.)
- [ORI07] C. Borcea O. Riva, T. Nadeem and L. Iftode. Context-aware migratory services in ad hoc networks. *IEEE Transactions on Mobile Computing, 2007.* (Cité page 28.)
- [r1] Les réseaux sans fil définitions, cas luxembourg guide pratique. (Cité page 4.)
- [R.M] D.E.MEDDOUR et M.JERBI R.MERAIHI, S.M.SENOUCI. Communications véhicule à véhicule : applications et perspectives. (Cité pages 7 et 10.)
- [T.Loo] N.BADACHE T.LEMLOUMA. Le routage dans les réseaux mobiles ad hoc. *Mini projet, USTHB, 2000.* (Cité page 6.)
- [Y.Soo] Y.S.Chen. Chapter 1 : Vehicular ad hoc networks : Applications and challenges. *National Taipei University, Octobre 2000.* (Cité pages v, 8 et 10.)

ACRONYMES

CLA-S	Connection Less Approach for Streets
EB-LocVSDP	Election based LocVSDP
GAdv	Gateway Advertisement
GPDP	Gateway Proactive Discovery
GReq	Gateway Request
GRD	Gateway Reactive Discovery
GHT	Geographic Hash Table
IETF	Internet Engineering Task Force
LAR	Location-Aided routing
LocVSDP	Location-based Vehicular Service Discovery Protocol
L-VPD	Location-based Vehicular Proactive Discovery
L-VRD	Location-based Vehicular Reactive Discovery
MANet	Mobile Adhoc Network
NS2	Network Simulator 2
OWL	Ontology Web Language
PMNET	Parking Meter Network
PAZ	Proactive Advertisement Zone
RI	The Region of Interest
RR	RoadsideRouters
VR	Road Vehicles
SA	Service Agent
SDP	Bluetooth service discovery protocol
SLM	Salutation Manager
SLP	Service Location Protocol
SPDP	Secure Pervasive Discovery Protocol
SOTIS	Self-Organizing Traffic Information System
UA	User Agent
UDP	User Datagram Protocol
UPnP	Universal plug and play
VANets	Vehicular Adhoc Networks
VMN	Virtual Mobile Node

