

Indice

Capitolo 1	1
1 Reti Wireless	1
1.1 Introduzione	1
1.2 Suddivisione delle Reti Wireless	4
1.2.1 Le WAN	5
1.2.2 Le MAN	7
1.2.3 Le LAN	7
1.2.4 Le PAN	8
1.3 Wi-Fi	9
1.4 Zigbee	13
1.4.1 Architettura del Zigbee	14
1.5 Bluetooth	16
1.5.1 Architettura del Bluetooth	17
1.6 Le Manet	20
1.7 I Vantaggi delle Manet	22
1.8 I Problemi delle Manet	24
1.9 Struttura di una rete Manet	25
1.9.1 Mobilità dei nodi	26
1.9.2 Assenza del controllo e della congestione della rete	26
Capitolo 2	28
2 Le Reti Vehicular Ad-Hoc Network	28
2.1 Introduzione	28
2.2 Introduzione al GPS	30
2.2.1 Architettura del dispositivo GPS	32
2.2.2 Il funzionamento del GPS	36
2.2.3 Errori del GPS	38
2.3 Dispositivi delle Reti Vanet	39
2.4 Applicazioni nelle Reti Vanet	41
2.5 Tipi di Sistemi Vanet	44
2.6 Caratteristiche delle Reti Vanet	46
2.7 Comunicazione nelle Reti Vanet	47
2.7.1 Flooding Semplice	48
2.7.2 Metodi Probabilistici basati su contatore	48
2.7.3 Metodo basato su posizione	49
2.8 IEEE 802.11p	49
2.9 Sicurezza	50
Capitolo 3	52
3 Il Routing nelle Vanet	52
3.1 Introduzione	52
3.2 Topology Based Routing	56
3.2.1 Protocolli Proattivi	56

3.2.1.1 Il Protocollo FSR.....	56
3.2.1.2 Il Protocollo DSDV.....	57
3.2.1.3 Il Protocollo OLSR.....	57
3.2.1.4 Il Protocollo STAR.....	58
3.2.1.5 Il Protocollo CGSR.....	58
3.2.2 I Protocolli Reattivi.....	58
3.2.2.1 Il Protocollo AODV.....	59
3.2.2.2 Il Protocollo PGB.....	59
3.2.2.3 Il Protocollo TORA.....	59
3.2.2.4 Il Protocollo DSR.....	59
3.2.2.5 Il Protocollo JARR.....	59
3.2.2.6 Il Protocollo DYMO.....	60
3.3 Position Based/Geographic Routing.....	60
3.3.1 I Protocolli NON-DTN.....	60
3.3.1.1 Il Protocollo GPSR.....	61
3.3.1.2 Il Protocollo PRB-DV.....	61
3.3.1.3 Il Protocollo GRANT.....	61
3.3.1.4 Il Protocollo GPCR.....	61
3.3.1.5 Il Protocollo GpsrJ+.....	62
3.3.1.6 Il Protocollo CAR.....	62
3.3.1.7 Il Protocollo GSR.....	62
3.3.1.8 Il Protocollo A-STAR.....	62
3.3.1.9 Il Protocollo STBR.....	63
3.3.1.10 Il Protocollo GyTAR.....	63
3.3.1.11 Il Protocollo LOUVRE.....	63
3.3.1.12 Il Protocollo DIR.....	63
3.3.1.13 Il Protocollo ROMSGP.....	63
3.3.1.14 Il Protocollo AMAR.....	64
3.3.1.15 Il Protocollo EBGR.....	64
3.3.1.16 Il Protocollo B-MFR.....	64
3.3.1.17 Il Protocollo ARBR.....	64
3.3.1.18 Il Protocollo MORA.....	65
3.3.1.19 Il Protocollo DTSG.....	65
3.3.1.20 Il Protocollo TO-GO.....	65
3.3.1.21 Il Protocollo CBF.....	65
3.3.2 Il protocollo DTN.....	66
3.3.2.1 Il Protocollo VADD.....	66
3.3.2.2 Il Protocollo GEOPPS.....	66
3.3.3 Il protocollo Hybrid.....	66
3.3.3.1 Il protocollo GEODTN+NAV.....	66
3.3.4 Cluster Based Routing.....	67
3.3.4.1 Il protocollo CBDRP.....	67
3.3.4.2 Il protocollo TIBCRPH.....	68
3.3.4.3 Il protocollo LORA-CBF.....	68
3.3.4.4 Il protocollo COIN.....	68

3.3.5 Geocast Based Routing	69
3.3.5.1 Il protocollo IVG.....	69
3.3.5.2 Il protocollo DG-CASTOR	69
3.3.5.3 Il protocollo DRG	70
3.3.6 Broadcast Routing.....	70
3.3.6.1 Il Protocollo BROADCASTCOMM	70
3.3.6.2 Il Protocollo UMB	71
3.3.6.3 Il Protocollo V-TRADE	71
3.3.6.4 Il protocollo DV-CAST	71
Capitolo 4	72
4 Analisi delle Performance dei Protocolli di Routing	72
4.1 Introduzione	72
4.2 L'algoritmo ROMSGP	74
4.2.1 La fase di collegamento LET	77
4.3 Analisi delle performance di alcuni algoritmi	78
4.4 Confronto dell'aumento di comunicazione tra i veicoli.....	80
4.5 La durata del tragitto con valori diversi di comunicazione	80
4.6 Durata del tragitto con una velocità differente	83
4.7 Considerazioni	84
Conclusioni.....	85
Bibliografia	87

Introduzione

L'obiettivo di questa tesi è quello di ricercare ed esporre i vari tipi di comunicazioni tra le diverse reti Wireless ad-hoc ed in particolare studiare le reti Vanet cosa sono, perché tali reti sono così importanti, e studiare come avvengono le comunicazioni inter veicolari e le problematiche di tali reti. Oltre a questo cercherò di analizzare i diversi protocolli di Routing che esistono in natura e vedere l'effetto che provocano tali protocolli nelle reti ad-hoc ossia nelle reti Vanet, inoltre farò uno studio in maniera più dettagliata tra alcuni protocolli per vedere le differenze tra essi, capire come variano le prestazioni di questi protocolli a seconda del cambiamento di alcuni fattori. Prima di iniziare a fare tutto quello che ho spiegato precedentemente, bisogna come primo passo spiegare cosa sono le Reti Wireless, come si suddividono, farò anche una distinzione delle reti Wireless a single hop ed a multi hop, spiegherò quali sono i dispositivi attuali di queste reti ed inoltre elencherò un altro tipo particolare di rete che appartiene alla categoria delle reti Wireless ad-hoc ossia le Reti Manet, e verificherò come mai le reti Wireless sono così popolari e utili quotidianamente. In questo ultimo periodo si è verificato un elevato aumento delle apparecchiature elettroniche come computer, telefonini, i quali sono dotati di connessione wireless, ed un cambiamento tecnologico in modo di ricercare sempre una maggiore flessibilità, associata alle esigenze di mobilità, ha portato ad una crescente diffusione degli standard per reti di tipo Wireless. Il grande vantaggio di queste tipologie di reti è senz'altro la mobilità, consentendo agli utenti connessi con i loro dispositivi di spostarsi continuamente rimanendo comunque collegati alla rete, sfruttando anche le reti cablate preesistenti. Un altro fattore a favore delle reti wireless è senz'altro la loro flessibilità, sia in termini di scalabilità sia in termini di usabilità. Le reti Wireless utilizzano un certo numero di stazioni base al fine di connettere queste reti a quelle preesistenti. Questa infrastruttura comunque resta qualitativamente la stessa anche nel caso si dovessero connettere un grandissimo numero di utenti. Siccome infatti per poter fornire un servizio di questo tipo sono necessarie un'antenna e una stazione base, una volta costituita l'infrastruttura aggiungere un potenziale utente non desta particolari problemi. Inoltre questa nuova tecnologia offre il grandissimo vantaggio di interconnettere dispositivi eterogenei situati in reti eterogenee. Infatti oltre a consentire la comunicazione fra le diverse reti wireless, caratterizzate dalla variazione di diversi parametri come banda e raggio di trasmissione, consentono la comunicazione anche con reti fisse, rendendo lo sviluppo di questa tecnologia ancora più importante data la grande varietà di tipologie di utilizzo, come per esempio a scopi personali e militari. Le reti Wireless mobili si possono suddividere in tre modelli principali: Reti cellulari, Reti cellulari virtuali e Reti Ad-Hoc. Ovviamente ogni modello ha i suoi vantaggi. Nel modello relativo alle reti cellulari per

esempio, certamente il grande vantaggio è la semplicità del processo di gestione della mobilità, mentre nelle reti Ad-Hoc è ottimale il bilanciamento del traffico di rete. Nelle sezioni successive forniremo una rapida descrizione di questi tre modelli. Un modello a rete cellulare permette di coprire una certa area che a sua volta può essere divisa in ulteriori celle più piccole ed anche sovrapposte. All'interno di ogni cella possono essere distinte due tipologie di entità; una stazione base fissa (BS) e degli host mobili (MH). Ogni stazione base può comunicare con le altre attraverso una rete cablata. Gli host mobili invece si possono muovere da una cella all'altra e possono comunicare con gli altri nodi solamente attraverso la stazione base all'interno della cella in cui si trovano, stabilendo con essa un link di tipo wireless che ne permetta lo scambio di informazioni. Se l'host mobile destinato a ricevere il messaggio si trova all'interno della stessa cella, sarà la stessa stazione base ad inoltrare il messaggio lungo un altro link wireless, mentre se si trova all'interno di una cella diversa, dovrà spedire il messaggio attraverso la rete cablata che la collega alla stazione base della cella dove si trova l'host destinatario. Un modello Virtual Cellular Network richiama il funzionamento del modello a rete cellulare, poiché anche in questo caso la rete è suddivisa in celle al cui interno sono presenti stazione base ed host mobili. La differenza molto importante sta nel fatto che in questo modello anche la stazione base è mobile e quindi anche i link fra le diverse stazioni di ogni cella sono di tipo wireless. Queste continuano ad ogni modo a coordinare la comunicazione fra gli host mobili che si trovano ad una certa distanza. Comunque le stazioni base non sono fisse ma variano in base ad algoritmi distribuiti implementati per questo modello. Nelle reti Ad-Hoc non ci sono distinzioni nella tipologia dei nodi. Infatti sono tutti mobili e si coordinano tra loro al fine di prendere delle decisioni. Tutti gli host mobili sono collegati attraverso link di tipo wireless e sono liberi di spaziare in qualunque punto all'interno della rete. A causa della mobilità di ciascun dispositivo, la subnet dei nodi che compongono il vicinato di ciascun nodo varia col tempo, così come la topologia di rete. Il Tipo di rete Wireless su cui mi concentrerò in questa tesi saranno solo le reti wireless Ad-Hoc in particolare mi concentrerò sulle reti Manet e sulle reti Vanet, queste due reti fanno parte della famiglia delle reti Wireless Ad-Hoc. Una rete mobile Ad-Hoc ossia Manet rappresenta un sistema di nodi mobili connessi da link wireless capaci di auto costituire liberamente e dinamicamente architetture di rete arbitrarie e temporanee consentendo ai dispositivi posseduti dagli utenti di interagire tra loro senza alcuna infrastruttura di rete preesistente. Le Manet sono caratterizzate da topologie di rete dinamiche, infatti a causa dell'impossibilità di prevedere gli spostamenti dei nodi e quindi dei rapidi cambiamenti degli scenari di rete, le informazioni possedute dai nodi e gli stati dei link che li collegano diventano velocemente obsoleti. Di conseguenza è necessario un continuo scambio di dati tra i nodi della rete al fine di mantenere aggiornate le informazioni di rete. Le comunicazioni che avvengono tra i vari dispositivi sono multi hop; di conseguenza ogni nodo

può trovarsi nella condizione di trasmettere un pacchetto, riceverlo, oppure inoltrarlo verso un'altra destinazione. In questo modo i messaggi spediti da un nodo trasmettitore possono raggiungere una destinazione grazie al passaggio attraverso numerosi nodi. Inoltre i link che collegano i vari dispositivi possono essere asimmetrici, cioè le comunicazioni tra due nodi qualsiasi di una rete possono differire a seconda di chi è il nodo che trasmette il messaggio. Questo deriva dal fatto che essendo i dispositivi comunicanti eterogenei, il loro raggio di trasmissione può essere diverso e quindi una stazione che ha raggio maggiore può riuscire a trasmettere ad una seconda stazione, mentre se quest'ultima ha un raggio di trasmissione minore vi è la possibilità che il secondo dispositivo non riceva alcun pacchetto spedito dall'altro. Le trasmissioni fra le varie stazioni inoltre sono vincolate dall'energia dei nodi, infatti i nodi mobili nelle reti Ad-Hoc fanno pieno affidamento sul tempo di vita della loro batteria e quindi è molto importante lo sviluppo di criteri per il risparmio e l'ottimizzazione dell'energia consumata nelle operazioni di trasmissione. Al contrario delle reti cellulari dove vi erano le stazioni base che coordinavano le trasmissioni tra i vari dispositivi, nelle reti Ad-Hoc le operazioni sono decentralizzate, cioè vista l'assenza di infrastrutture di rete preesistenti non vi è la necessità di controller centralizzati. Inoltre rispetto alle reti cablate, la banda a disposizione dei dispositivi wireless è limitata, cioè i link wireless hanno una minor capacità, riuscendo quindi a trasportare una quantità di dati minore per unità di tempo, e il throughput delle comunicazioni è sempre minore della frequenza radio massima di trasmissione, a causa dell'accesso multiplo o di interferenze nella trasmissione. Queste caratteristiche permettono di creare una serie di indici per la progettazione di nuovi protocolli di comunicazione che estendono quelli adottati per lo sviluppo di protocolli per le reti cablate. Le reti veicolari Ad-Hoc ossia le Vanet sono un tipo di tecnologia emergente che sta trovando ampio spazio nella disciplina delle Telecomunicazioni. Questa rete si basa su tecnologia Wi-Fi tesa ad offrire ai veicoli la possibilità di scambio di informazioni di qualsiasi natura, i cui nodi, essenzialmente veicoli, sono caratterizzati da un'alta mobilità. Assumendo che i collegamenti fisici (onde radio) della rete possano formare dei lati, è possibile impiegare lo scenario su descritto in una struttura a grafo. Le reti Vanet si differenziano dalle semplici reti Manet per l'alta mobilità dei nodi che causano cambiamenti topologici frequenti e radicali. Si può inoltre notare come il set di applicazioni candidate ad essere sviluppate per questa tecnologia ossia notifiche di incidenti stradali e informazioni sul traffico, oltre alle risorse disponibili come spettro di frequenze dedicato, ampia capacità energetica e di calcolo e le limitazioni dovute allo scenario di sviluppo cioè dinamicità del flusso di traffico, vincoli di privacy, fanno delle Vanet un'area distinta dell'ambiente delle comunicazioni wireless. Negli ultimi dieci anni la ricerca su questa tecnologia ha subito una forte accelerazione dovuta ai possibili risvolti commerciali ed al probabile impatto sulla sicurezza stradale che le Vanet

potrebbero avere. Ed è per questo che sono sorti negli anni numerosi comitati di sviluppo al fine di dare una spinta alla imminente standardizzazione dei protocolli e dei dispositivi costituenti le Vanet. La storia dell'utilizzo delle comunicazioni radio per l'interazione tra veicoli e veicolo oppure tra veicolo e infrastruttura stradale è fortemente tesa alla costituzione di un sistema di trasporto intelligente. Numerosi progetti sono stati sviluppati da altrettanto numerosi enti, privati e statali. Già dalla fine degli anni 60 furono sviluppati i primi sistemi di "automazione stradale" basati su onde radio, che hanno sottolineato come l'attenzione della ricerca con il passare degli anni, si sia spostata dalla direzione delle esigenze di sicurezza verso la possibilità di ottenere servizi quali la navigazione assistita. L'utilizzo di queste tecnologie si prefiggeva che oltre a ottenere in tempo reale le notizie relative a quello che accadeva sulla strada che si stava percorrendo, permetteva a sua volta: la Riduzione della congestione del traffico, Riduzione dell'emissione di gas di scarico dovuti al traffico, Prevenzione di incidenti stradali, Miglioramento del ruolo sociale dell'automobile. Questa tesi verrà suddivisa in quattro capitoli dove di seguito elencherò uno alla volta i capitoli indicando quali saranno gli argomenti studiati per ogni capitolo. In questo lavoro di tesi cercherò di approfondire il concetto delle reti Wireless, specificando cosa sono, facendo una distinzione fra reti senza infrastrutture e reti con infrastrutture, discuterò del funzionamento delle reti Wireless, farò una panoramica di tali reti elencando quali sono i diversi tipi di rete Wireless e discuterò della loro importanza. Successivamente farò una distinzione tra i vantaggi e svantaggi di queste reti, parlerò dei dispositivi attuali che oggi vengono usati da chiunque e sono a portata di mano per chiunque intende utilizzarli, questi altri diversi dispositivi sono molto moderni al giorno d'oggi e vengono definiti come: Wi-Fi, Zigbee e Bluetooth, cercherò di spiegare il loro funzionamento e la loro architettura. Infine parlerò di un particolare rete Wireless ad-hoc ossia la rete Manet, cosa sono, perché sono importanti, i vantaggi e gli svantaggi di tali reti, inoltre parlerò della mobilità dei loro nodi e dell'assenza del controllo della congestione di rete, tutto questo verrà discusso nel primo capitolo. Mentre nel secondo capitolo inizierò a parlare di un altro tipo di rete Wireless ad-hoc ossia le reti Vanet, queste reti sono l'argomento principale della mia tesi. Inizierò spiegando cosa sono tali reti e perché sono così importanti, cercando di elencare ed evidenziare i vantaggi di queste reti e sottolineando una distinzione fra le reti Manet e le reti Vanet, infatti di seguito parlerò anche delle caratteristiche delle reti Vanet, sulle loro funzionalità e spiegherò l'importanza della sicurezza in tali reti, inoltre elencherò uno dei dispositivi più importante utilizzato nelle reti Vanet ossia il GPS, inizierò dicendo che cosa è questo dispositivo in seguito continuerò a spiegare il suo funzionamento e ad elencare la sua struttura, infine discuterò dei possibili errori che tale dispositivo può provocare, in chiusura parlerò del perché esso è così importante per tali reti. Nel secondo capitolo spiegherò, discuterò ed elencherò le principali caratteristiche positive delle

reti Vanet ossia tutto quello che è importante per queste reti. Mentre nel terzo capitolo inizierò ad introdurre le problematiche di tali reti ossia il problema principale delle reti Vanet che le affligge detto :Routing o instradamento. Per prima cosa spiegherò il significato di Routing, come può essere suddiviso ossia in Routing statico o Routing dinamico, il perché esso è così importante e il motivo perché esso è un problema per le Vanet infine elencherò i diversi protocolli di Routing esistenti e discuterò in maniera approfondita tali protocolli. Dopo aver elencato e discusso i vari protocolli di Routing nel quarto capitolo, per prima cosa mi soffermerò a spiegare meglio i tre protocolli principali delle reti Vanet ossia Proattivi, Reattivi e Ibridi tramite essi spiegherò alcuni protocolli in modo più approfondito facendo un'analisi delle performance di questi protocolli di Routing ovvero metterò a confronto alcuni dei protocolli cambiando i diversi fattori come ad esempio: la velocità e potrò notare chi tra i protocolli osservati nello specifico scenario delle reti Vanet risulterà il migliore per queste reti, queste analisi saranno effettuate tramite studi ed esperimenti. La parte principale di questa tesi non solo sono le reti Vanet in quanto sarebbero davvero efficaci per quanto riguarda la sicurezza stradale potrebbero prevenire incidenti e tanti altri fenomeni solo se arrivassero ad un risultato certo e sicuro, ma questa non è l'unica parte importante di tale tesi, esiste un'altra parte importante e riguarda proprio il Routing nelle Vanet, perché esso è il problema principale delle Reti Vanet, ancora oggi non sono riusciti a trovare una soluzione per queste reti, se esso fosse ben progettato per queste reti potrebbe migliorare di gran lunga la nostra sicurezza sulle strada. Tali reti Vanet negli ultimi tempi sono stati al centro dell'attenzione di molti ricercatori, esse sono state studiate e sperimentate ma ancora non si è arrivato ad nessun risultato esatto, se venissero effettivamente implementate realmente, risolverebbero molti problemi per quanto riguarda le situazioni stradali.