

Indice

Introduzione.....	1
Capitolo 1 - LE RETI WIRELESS E LE RETI AD HOC	1
1.1 Introduzione	1
1.2 Vantaggi e svantaggi offerti dalle WLAN	3
1.3 Un po' di storia	6
1.4 Tecnologie di livello fisico.....	8
1.5 Le reti Wireless LAN	11
1.6 Le reti ad hoc.....	13
1.6.1 Differenze fondamentali tra WLAN e reti ad hoc.....	14
1.6.2 Vantaggi e svantaggi delle reti ad hoc	17
1.7 Settori tipici di utilizzo delle reti ad hoc	17
1.8 Classificazione in base all'area di copertura	18
1.8.1 Body Area Network (BAN)	19
1.8.2 Personal Area Network (PAN).....	19
A. Bluetooth	20
1.8.3 Wireless Local Area Network (WLAN).....	21
1.8.4 Wide Area Network (WAN)	22
1.9 Classificazione topologica.....	22
Capitolo 2 - LE RETI MANET E LE RETI VANET	25
2.1 Caratteristiche delle MANET	25
2.2 Scenari applicativi.....	28
2.3 Servizi di localizzazione di tipo proattivo e reattivo	30
2.4 Routing e forwarding in reti ad hoc	31
2.6 Lo stack protocollare per le reti VANET	33
2.6.1 Il livello fisico	34
2.6.2 Il livello MAC.....	42
2.6.3 Il livello di rete	46
2.6.4 Il livello di trasporto.....	46

Capitolo 3 - Il Routing nelle reti veicolari	49
3.1 Livello di rete: servizi e meccanismi	49
3.2 Gli algoritmi di <i>routing</i>	50
3.3 <i>Routing</i> e VANET: lo stato dell'arte	51
3.3.1 DSDV.....	52
3.3.2 DSR	55
3.4 Progetti rilevanti per le reti veicolari	57
3.4.1 Servizi di localizzazione.....	57
3.4.2 A-STAR	59
3.4.3 GPCR.....	60
3.4.4 GyTAR.....	62
Capitolo 4 – Protocollo AODV e protocolli ideati per ridurre l'interferenza	65
4.1 Protocollo Ad hoc On Demand Distance Vector (AODV)	65
4.2 Le operazioni dell'AODV	67
4.2.1 Sequence Number	67
4.2.2 La Route Request.....	68
4.2.3 La Route Reply.....	70
4.2.4 La Route Error	74
4.2.5 Il messaggio Hello.....	76
4.2.6 Riparazioni locali.....	77
4.3 Problemi tipici negli scenari Vanet	77
4.4 Protocollo Multi Channel Interference Aware-AODV (MCIA-AODV)	79
4.4.1 Implementazione di una nuova metrica	79
4.4.2 Calcolo del SIR su ogni canale disponibile per la trasmissione dati	81
4.4.3 Gestione dello switching del canale	82
4.5 Protocollo basato sulla previsione dinamica del livello di Signal-to-Interference Ratio mediante l'algoritmo RLS	84
4.5.1 Funzionamento del Protocollo RLS-AODV	89
4.6 Protocollo basato sulla previsione dinamica del livello di Signal-to-Interference Ratio mediante un algoritmo smoothed	90
Capitolo 5 – Simulazioni e Risultati	91

5.1	Il simulatore ns-2.....	91
5.1.1	Descrizione generale	92
5.1.2	Sintassi Otcl	93
5.1.3	Struttura di uno script per le reti Vanet e modello di mobilità	95
5.1.4	Parametri di Simulazione	99
5.2	Protocolli a confronto.....	100
5.2.1	M CIA - AODV	100
5.2.2	RLS-AODV	106
5.2.3	SMOOTHED-AODV.....	115
5.2.4	AODV Single Channel.....	116
5.2.5	AODV Multi Channel random	116
5.3	Valutazione delle performance dei protocolli	116
5.3.1	Packet Delivery Ratio.....	116
5.3.2	Throughput della rete	119
5.3.3	Overhead della rete	123
5.3.4	Signal-to-Interference Ratio	126
5.3.5	Delay end-to-end.....	130
	Conclusioni.....	133
	Ringraziamenti	135
	Bibliografia e sitografia	136

Introduzione

Ciascuno di noi trascorre quotidianamente molto tempo all'interno delle automobili per motivi di lavoro o svago e ciò ha spinto le case automobilistiche a progettare i veicoli come se fossero dei *luoghi di vita*.

Gli sforzi sono orientati verso la realizzazione di veicoli sempre più sicuri e più confortevoli, grazie all'adozione di tecnologie avanzate, relative a vari settori dell'ingegneria. Già oggi le automobili sono dotate di numerosi dispositivi elettronici che aiutano il conducente nella guida e cercano di rendere confortevole il viaggio agli altri passeggeri.

Come noto, le auto sono diventate sempre più all'avanguardia dal punto di vista tecnologico: oltre al controllo elettronico nella centralina, non è infrequente trovare ESP, computer di bordo e navigatore satellitare GPS. A breve, tutti questi meccanismi potrebbero essere controllati da un unico processore in grado di visualizzare le informazioni su un display e dotati di interfaccia wireless per la comunicazione interveicolare.

Molte organizzazioni, a cui partecipano anche le più importanti case automobilistiche, stanno studiando dispositivi wireless che permettono la comunicazione tra i veicoli per: prevenire incidenti, agevolare la viabilità e fornire un supporto ai servizi.

Il tema della sicurezza stradale è senz'altro il più importante. Difatti, l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) stima, che ogni anno nel mondo 1.200.000 persone perdono la vita a seguito di incidenti stradali e che, addirittura, 50 milioni rimangono ferite. Si prevede, inoltre, che questi dati incrementeranno del 65% nei prossimi venti anni se non saranno prese delle precauzioni per limitare i danni. Basti pensare all'incessante aumento del numero di auto nei paesi industrializzati, ma anche in quelli in via di sviluppo: dove, una scarsa qualità nell'utilizzo di materiali di costruzione e l'assenza di politiche legate alla sicurezza stradale, produrranno effetti disastrosi.

E' nell'interesse di tutti i governi internazionali, agevolare la creazione degli strumenti che siano il più possibile economici ed efficaci, per la prevenzione degli incidenti stradali; poiché questi, oltre ai danni sociali, producono una grande parte delle spese sanitarie nazionali. I tempi sono però maturi per compiere un grande passo in avanti: *rendere l'automobile un'entità in grado di cooperare con i veicoli che la circondano.*

Negli ultimi anni è stato introdotto il concetto di Vehicular Ad-hoc NETWORK (VANET), per riferirsi ad una rete in cui i nodi sono rappresentati da veicoli, i quali comunicano senza richiedere la presenza di un'infrastruttura, ma basandosi sulla cooperazione: un nodo, oltre ad essere un *end-system*, può assumere il ruolo di *router* intermedio per il *forwarding* dei pacchetti verso una destinazione che non sia nella tratta radio del nodo mittente.

Le reti veicolari possono fornire il supporto per applicazioni ITS (*Intelligent Transportation System*) orientate alla sicurezza stradale ed a servizi di informazione ed intrattenimento.

Il termine Inter Vehicular Communication (IVC) è utilizzato per descrivere una trasmissione di *informazioni* tra veicoli, mentre Vehicular Ad-hoc Networks (VANET) e Vehicular Networks (VN) sono usati equivalentemente per intendere un insieme di veicoli che si scambiano *pacchetti di rete*. Se invece si vuole distinguere tra le comunicazioni veicolo-bordo strada e veicolo-veicolo, è opportuno fare uso rispettivamente dei termini Vehicle-to-Roadside (V2R), o equivalentemente Vehicle-Roadside-Communication (VRC), e Vehicle-to-Vehicle (V2V).

La natura del canale *wireless* e le caratteristiche di una VANET pongono numerose sfide riguardanti l'utilizzo efficiente delle risorse trasmissive. Solo con un'attenta progettazione dei protocolli di instradamento dei pacchetti è possibile sfruttare pienamente le potenzialità offerte da questa tipologia di rete.

In ambito veicolare il problema maggiore per qualsiasi algoritmo di instradamento è l'elevata mobilità dei nodi, la quale inevitabilmente determina frequenti modifiche e partizionamenti della topologia della rete.

Nel presente lavoro di tesi è stato definito e validato mediante il simulatore Network Simulator ver. 2 (NS-2) un nuovo protocollo di routing, basato sul protocollo AODV già esistente, ma puramente modificato per ridurre il livello di interferenza che si crea tra le comunicazioni tra coppie di nodi che utilizzano lo stesso canale trasmissivo sotto uno

stesso range di copertura. Per effettuare ciò, ogni nodo calcola il livello del SIR (Signal-to-Interference Ratio) su ogni canale disponibile, e i cammini vengono costruiti massimizzando il SIR lungo i diversi link. Inoltre, verrà utilizzato un algoritmo in grado di prevedere nel tempo il livello del SIR sui canali trasmissivi, mettendo a disposizione una procedura di cambio route, se degrada il SIR su un determinato cammino. Questa politica ha determinato un netto miglioramento delle prestazioni della rete in termini di throughput, packet delivery ratio, ecc.