

Indice

Introduzione.....	I
1 Reti Wireless ed effetti della mobilità.....	1
1.1 Introduzione	1
1.2 Svantaggi e Vantaggi delle reti wireless.....	3
1.2.1 Svantaggi.....	3
1.2.2 Vantaggi.....	4
1.3 Tipologie wireless.....	6
1.4 Tecnologie e standard wireless.....	9
1.5 Standard IEEE 802.11.....	12
1.5.1 Architettura di rete.....	13
1.6 Bluetooth.....	16
1.6.1 Introduzione.....	16
1.6.2 Architettura di rete.....	17
1.6.3 Sicurezza.....	18
1.7 ZigBee.....	19
1.8 La mobilità nelle reti wireless.....	20
1.8.1 Effetti della mobilità.....	21
2 Principali Ambienti Wireless (WIFI-WIMAX-UMTS-VANET).....	24
2.1 Introduzione.....	24
2.2 Wifi.....	25
2.2.1 Introduzione.....	25
2.2.2 Architettura.....	26
2.2.3 Tipi di copertura Wifi.....	28
2.2.4 Vantaggi e Svantaggi del Wifi.....	31
2.2.5 Sicurezza e Protezione.....	32
2.2.6 Diffusione del Wifi.....	33
2.2.7 Prospettive future del Wifi.....	33

2.3 WIMAX.....	34
2.3.1 Introduzione.....	34
2.3.2 Caratteristiche.....	35
2.3.3 Architettura protocollare.....	39
2.4 Differenze tra Wifi e WIMAX.....	43
2.5 UMTS.....	45
2.5.1 Introduzione.....	45
2.5.2 Caratteristiche UMTS.....	45
2.6 VANET.....	48
2.6.1 Introduzione.....	48
2.6.2 Caratteristiche VANET.....	50
2.6.3 Mobilità nelle VANET.....	52
3 Tecniche di modellazione del canale nelle diverse architetture.....	54
3.1 Introduzione.....	54
3.2 Path Loss.....	55
3.3 Shadowing.....	58
3.4 Multipath Fading.....	61
3.5 Metriche del canale.....	63
3.5.1 Delay Spread.....	63
3.5.2 Larghezza di banda e coerenza.....	65
3.5.3 Doppler Spread.....	66
3.5.4 Tempo di coerenza.....	68
3.6 IEEE 802.11n.....	68
3.6.1 Introduzione.....	68
3.6.2 Caratteristiche principali.....	71
3.6.3 MIMO.....	75
3.6.4 Modello a cluster.....	77
3.7 LTE.....	79
3.7.1 Introduzione.....	79
3.7.2 Caratteristiche.....	80

3.7.3 Descrizione del canale.....	81
3.8 Sensor network.....	84
3.8.1 Introduzione.....	84
3.8.2 Architettura.....	84
3.8.3 Propagazione del canale radio.....	86
3.9 VANET.....	87
3.9.1 Introduzione.....	87
3.9.2 Caratteristiche.....	88
3.9.3 Comunicazione nelle VANET.....	90
3.9.4 Modellazione del canale.....	91
3.9.5 Modelli di mobilità nelle VANET.....	92
4 Le comunicazioni inter-veicolari e il modello di canale.....	95
4.1 Introduzione.....	95
4.2 Aspetti della comunicazione VANET.....	98
4.2.1 Approcci per la dispersione delle informazioni.....	101
4.3 Propagazione del segnale nelle VANET.....	102
4.4 Modellazione del canale.....	104
4.5 Modello VANET di diffusione dei Worm.....	110
4.5.1 Modello stocastico standard SIR delle VANET.....	110
4.6 Modelli di propagazione applicati alle VANET.....	111
4.6.1 Free Space Radio Propagation.....	112
4.6.2 Two Ray Ground Radio Propagation.....	112
4.6.3 Shadowing Radio Propagation.....	113
4.7 Modelli di fading: Ricean e Rayleigh.....	115
4.7.1 Ricean factor (K-factor).....	115
4.8 Nakagami Radio Propagation.....	116
Conclusione.....	VI
Bibliografia.....	VIII
Ringraziamenti.....	i

Introduzione

Negli ultimi anni, la tecnologia di Internet è emersa come forza portante degli sviluppi nell'area delle reti di telecomunicazione. Il volume complessivo delle trasmissioni di dati è notevolmente cresciuto rispetto al livello di pochi anni fa. Risulta evidente un futuro prossimo in cui Internet avrà un luogo centrale nella vita di tutti i giorni, ancor più di quanto già avviene. Allo stesso tempo, reti mobili hanno incontrato un'analoga crescita esponenziale del traffico gestito e dell'importanza attribuitagli dagli utenti. Basti pensare al fatto che diversi paesi europei, tra cui anche l'Italia, hanno oggi un quantitativo superiore di numeri telefonici rispetto a quelli fissi. Più in generale, occorre osservare una vera e propria esplosione della diffusione di nuove tecnologie wireless. Al momento della sua creazione e durante lo sviluppo dei suoi attuali protocolli, Internet non è stata pensata per un suo utilizzo in uno scenario wireless; conseguentemente, si trova ora ad operare con algoritmi e funzionalità che vanno bene per una rete fissa ma che entrano in crisi quando parte del collegamento è mobile. Però grazie all'evoluzione della tecnologia e, quindi anche di Internet, si sta diffondendo sempre più l'utilizzo delle reti wireless con le loro relative applicazioni in tutti gli ambiti sia lavorativi che di altra specie. Ciò ci permette di comunicare più facilmente e di essere all'avanguardia verso tutti i paesi del mondo, in quanto ci consente di avere notizie in tempo reale in modo semplice e veloce sfruttando anche la mobilità che è una delle caratteristiche essenziali delle reti wireless. In questo lavoro di tesi verranno trattate le reti wireless dal punto di vista della modellazione del canale. Nel primo capitolo saranno descritte nel dettaglio quelle che sono le caratteristiche principali di una rete. Inizialmente verranno descritti i mezzi di trasmissione utilizzati come le onde radio, gli infrarossi, i Laser. Le reti wireless mandano onde radio nell'aria, quindi la presenza di ostacoli può influenzare la qualità della trasmissione. Per descrivere meglio tutti i dettagli verranno esposti degli standard quali: IEEE 802.11, Bluetooth, ZigBee. Il primo standard utilizzato lavora a frequenze 2,4 GHz e includeva requisiti dettagliati per il livello fisico e per la parte inferiore del livello data-link ovvero il MAC(Medium Access Control). Il secondo standard è di tipo tecnico-industriale per la trasmissione dei dati per le reti

senza fili è stato progettato per la creazione di piccole reti ad hoc. Si utilizza per la connessione tra dispositivi a breve distanza, i quali vengono classificati in tre classi in base al tipo di potenza che riescono ad erogare. Un particolare di questa tecnologia è che garantisce la sicurezza in quanto offre meccanismi di autenticazione e di crittografia a livello MAC che devono essere implementati in ogni dispositivo. Infine l'altro standard ZigBee nasce con lo scopo di creare reti formate da sensori con consumi limitati a basso costo, utilizzando reti wireless suscitando così successo. Inoltre dal punto di vista logico in questo tipo di tecnologia si distinguono tre tipi di dispositivi un coordinatore, un router intermedio ed un device che comunica con il coordinatore. Come detto in precedenza, la mobilità rappresenta un fattore di notevole spicco per questo tipo di reti non cablate. Grazie a ciò gli utenti possono decidere di spostarsi liberamente e di comunicare con altri utenti in qualsiasi tipo di ambiente. La mobilità viene riferita ai nodi della rete che cambiano spontaneamente il punto di connessione con la rete stessa. Però questo può causare la creazione di pacchetti errati, poiché i nodi dovrebbero essere disposti con una topologia a griglia. Tra i vari modelli di mobilità quello che ha maggiore successo è il Random Waypoint in cui ogni nodo sceglie la velocità che è distribuita in modo uniforme in un dato intervallo, e la direzione. Inoltre la mobilità può creare l'handoff, cioè tutti i dati utili alla gestione della connessione dalla vecchia base station alla nuova e la disconnessione temporanea con l'eventuale rischio di perdita dei pacchetti. Nel secondo capitolo, verranno descritti alcuni dei principali ambienti wireless: Wi-fi, WIMAX, UMTS, VANET. Un dispositivo Wi-fi dovrebbe garantire la compatibilità con gli standard 802.11x e l'interoperabilità con gli altri dispositivi. La rete Wi-fi sarà descritta come una rete a piccola scala o locale tramite dispositivi detti Access Point. Rispetto alle altre reti a copertura cellulare il Wi-fi ridefinisce i protocolli di comunicazione, in particolare i primi due livelli fisico e collegamento, e i protocolli di trasporto. Verranno descritti nel dettaglio i relativi vantaggi e svantaggi, e verrà discusso il problema della sicurezza e della protezione. I metodi per evitare utilizzi non autorizzati nascono con lo sviluppo di nuove tecnologie anche se ovviamente il miglior metodo di protezione rimane quello di contenere la propagazione delle onde radio. Il Wi-MAX consente l'accesso di tipo wireless a reti di telecomunicazione a banda larga. Possiede una velocità di trasmissione elevata e

prevede due modi di configurazione della rete: punto-multipunto o wireless mesh. Per la sicurezza implementa diverse tecniche di crittografia, sicurezza e autenticazione. Una caratteristica peculiare è la capacità di trasmettere anche in presenza di ostacoli quali monti. A causa della distorsione del segnale viene introdotta la modulazione OFDM che suddivide il segnale in un gran numero di sottoportanti ognuna delle quali ha una banda stretta. Il WIMAX esplica il suo funzionamento grazie al livello MAC e al livello Fisico che saranno trattate nel dettaglio successivamente. UMTS è un protocollo di comunicazione di terza generazione per dispositivi wireless. Sui terminali mobili permette la disposizione di una completa integrazione di voci, video, e servizi multimediali. Il miglioramento rispetto al GSM è la velocità di trasmissione dovuta all'adozione dell'accesso multiplo al canale. UMTS richiede reti e antenne proprie e non considera quelle di GSM. Infine verrà trattato il canale VANET (Vehicular ad-hoc Network) che si verifica quando due o più veicoli sono a distanza di comunicazione. L'obiettivo principale è modellare il comportamento dei veicoli che sono rappresentati come nodi della rete. In seguito verranno descritti i protocolli di routing che utilizza questa tecnologia. Nel terzo capitolo, inizierà il fulcro della tesi in quanto verranno descritte le tecniche di modellazione del canale in diverse architetture.

Il canale rappresenta l'unità fondamentale utilizzata per far propagare il segnale dal mittente al destinatario. La modulazione è definita come la tecnica di far variare un segnale per trasmettere informazioni ed ha anche il compito di aumentare la frequenza di un segnale analogico. Verranno descritte le tre componenti chiave della risposta del canale che sono: path loss, shadowing e multipath fading. Il primo fenomeno fa riferimento all'attenuazione del segnale durante la propagazione dal trasmettitore al ricevitore, e dipende dalla lunghezza del canale. Il modello più semplice che verrà descritto è quello LOS (line- of- sight) cioè quando trasmettitore e ricevitore hanno una chiara e non ostruita linea di vista. Verranno descritti i modelli Free Space e Two-ray Ground dal punto di vista matematico. Quando l'onda radio viaggia incontra diversi ostacoli tra cui colline, edifici questo fenomeno verrà definito con il nome di Shadowing. Verrà descritto prendendo in considerazione due modelli: Path loss e Log-normal Shadowing. Infine verrà trattato il multipath fading che è un fenomeno in cui si presenta una forma di distorsione del segnale che giunge a destinazione sotto forma di

un certo numero di repliche. Questo fenomeno avviene in due modalità differenti: Flat fading e Selective fading che verranno descritte nel dettaglio successivamente. La parte di notevole rilievo sarà quella in cui verranno descritte le metriche di un canale wireless in generale con le relative associazioni alle architetture esistenti nelle telecomunicazioni. Tra le principali verrà discusso il Delay Spread, la larghezza di banda e coerenza, il Doppler Spread ed il tempo di coerenza. Il Delay Spread rappresenta il numero di repliche in un canale wireless, la larghezza di banda di coerenza rappresenta un range di frequenze sopra le quali il canale viene considerato uniforme. Il Doppler Spread rappresenta l'energia del segnale trasmesso diffusa in frequenza, invece il tempo di coerenza è descritto sotto forma di misura statica e rappresenta il periodo di tempo nel quale un canale può essere definito tempo-invariante. Tra le diverse architetture verranno esposte IEEE 802.11n, che rappresenta un'evoluzione della famiglia IEEE dal punto di vista del throughput con la descrizione della tecnologia MIMO che riguarda l'accostamento di antenne sia lato trasmissione che lato ricezione. La caratteristica importante è che utilizza la modulazione OFDM con le varie specifiche e i parametri come, ad esempio, il SNR (Signal to Noise Ratio). Verrà descritto nel dettaglio il modello a cluster con l'introduzione del concetto di PAS (Power Azimuth Spectrum) che rappresenta la media rispetto al tempo del modulo quadro del campo incidente della data direzione ϕ . Successivamente sarà trattato il canale LTE (Long Term Evolution) che rappresenta l'evoluzione di UMTS, anche qui vi è l'utilizzo della tecnica di modulazione OFDM e per stimare il canale verrà utilizzato un segnale pilota e dei segnali di riferimento che verranno usati dal ricevitore per rappresentare la stima dell'attenuazione del segnale e la fase. L'altra architettura che sarà trattata è Sensor network che garantisce una collezione di dati efficienti e una collezione di eventi. Si utilizzano due tipi di protocolli TDMA e CSMA che sono basati sui protocolli MAC e verranno illustrati quattro modelli utilizzati dalle reti di sensori nei modelli di simulazione. In conclusione viene descritto il canale VANET che rappresenta un sottogruppo delle MANET in cui i veicoli in movimento sono i nodi della rete. I veicoli sono in grado di ricevere trasmettere e memorizzare informazioni in modo da rendere la rete altamente dinamica, ha un alto costo e per il suo sviluppo necessita di alte prestazioni. Il meccanismo di comunicazione è quello che sarà descritto per le reti

wireless ad-hoc quindi è distribuita in modo da non aver un supervisore e senza coordinazione. Verrà descritto il modello FSPLM (Free Space Path Loss Model) utilizzato per calcolare l'interferenza che causa la distanza di trasmissione simultanea al ricevitore. A fine capitolo verranno descritti alcuni modelli di mobilità importanti per le VANET quali: Random node movement, Real-world traces, Road traffic micro-simulation, Bidirectionally coupled simulation. Invece nel quarto capitolo sarà affrontato nel dettaglio il modello di canale delle reti inter-veicolari (VANET).