

Introduzione

La comunicazione nella storia, ha sempre rappresentato uno dei fattori preponderanti per interagire con altri individui della propria specie. Si pensi che già nei tempi in cui l'uomo viveva nelle caverne, egli sentiva il bisogno di comunicare ed esprimeva ciò attraverso le arti figurative (dipinti rupestri). Tali arti, nel corso del tempo si sono sempre più raffinate fino ad arrivare al periodo di maggiore splendore, rappresentato, a mio modesto parere, dal Rinascimento. La comunicazione non si basa solo sulla pittura, ma coinvolge anche altri ambiti come architettura, musica, poesia. Per quel che concerne l'aspetto architettonico, si pensi a monumenti eccezionali (quali il Colosseo, il Partenone) che dopo secoli e secoli dalla loro costruzione sono ancora lì, per testimoniare l'ingegno, la raffinatezza, la potenza di quei popoli che li hanno eretti. Le diverse forme di comunicazione aiutano ad esprimere anche le emozioni e i sentimenti, che l'autore non riuscirebbe a dire a voce. Tipici esempi sono la musica di Mozart, Bach e l'amore che Dante mostra per Beatrice nella **Divina Commedia** o quello che Petrarca prova per Laura nelle diverse sue opere; ma anche la celebre ode di Catullo "**odi et amo**". Questa tesi si concentra sull'aspetto scientifico e non umanistico della comunicazione. In particolare, come indica il titolo della tesi, un ruolo chiave giocano le **tecnologie wireless**. Tali tecnologie negli ultimi decenni hanno subito una sostanziale impennata nella domanda, poiché si adattano molto più facilmente delle reti cablate, all'esigenze dell'epoca contemporanea. La tesi si articolerà in tre capitoli, ognuno dei quali verrà presentato da una breve introduzione. Nel primo capitolo si propone una panoramica generale sulle principali tecnologie wireless. Esse sono: reti cellulari, Bluetooth, WiMax, reti Wireless Local Area Network, reti di sensori.

Per quanto riguarda le reti cellulari in un primo momento, viene fatto un excursus storico dalla prima comunicazione transatlantica, effettuata dal noto scienziato italiano Guglielmo Marconi, fino ai nostri giorni. Successivamente si passano in rassegna le prime quattro generazioni, mettendo in luce le migliorie apportate; si passa così dal TACS, a GSM, a UMTS fino ad arrivare a LTE. Si accenna anche brevemente alla quinta generazione. Quest'ultima va vista nell'ottica dell'**Internet of things** e si prevede che venga adottata entro il 2020. Poi si studia il bluetooth cioè quella tecnologia, inventata da alcune aziende internazionali quali Ericsson, Nokia, Toshiba, capace di superare i raggi infrarossi. Il bluetooth rappresenta lo standard IEEE 802.15. A questo punto il lettore potrebbe chiedersi cosa sia IEEE 802? La risposta viene data nel secondo capitolo a riguardo dello standard IEEE 802.11, ma per ora mi limito a dire che questa sigla rappresenta lo standard 15 del progetto 802 nell'ambito de "Institute of Electronics and Electrical Engineer". Quindi si spiegano le caratteristiche dello standard e come è fatta una tipica rete bluetooth, detta **piconet**. Per quel che concerne il WiMax, si presentano le caratteristiche, le

topologie di rete mediante delle immagini e gli elementi che compongono una tipica rete WiMax. Come esempio delle reti di sensori si propone lo standard ZigBee ed ulteriori applicazioni nel paragrafo <usi pratici> del primo capitolo. Infine, nella sezione 1.6, si affrontano le reti WLAN.

Le reti WLAN rispetto alle tradizionali reti cablate, offrono sia dei vantaggi che delle problematiche. Il principale vantaggio è sicuramente la mobilità. Infatti è sufficiente eseguire la procedura di connessione, prevista dal proprio dispositivo inserendo se necessario una password, per poter navigare sul web. Tutto ciò è possibile senza il gravoso compito di dover collegare i cavi fra il router e il proprio dispositivo terminale. Dunque le reti wireless sono particolarmente adatte in tutti quei luoghi in cui risulta ostico, se non addirittura impossibile, la stesura di una rete cablata. L'assenza di cavi comporta benefici in termini di scalabilità e dal punto di vista strettamente economico per la manutenzione. Il principale svantaggio delle reti WLAN è certamente insito nello stesso mezzo trasmissivo, poiché le onde radio non sono immuni alle interferenze. Esistono alcuni fenomeni che causano dei problemi. Un primo fenomeno è il **path loss**, ovvero all'aumentare della distanza tra sorgente del segnale e ricevitore le performance diminuiscono progressivamente fino a quello che possiamo definire un breaking point. Infatti superato questo punto di rottura la trasmissione s'interrompe. Altro fenomeno, strettamente collegato al path loss, è il **multipath fading**. A causa di quest'ultimo il fascio elettromagnetico si propaga secondo diverse componenti che giungono a destinazione in modo ritardato; da ciò si deduce che un ambiente outdoor è più adatto di uno indoor alla trasmissione senza fili. Tuttavia è bene chiarire che l'interposizione di ostacoli (**No Line Of Sight**), anche naturali come le montagne, tra sorgente e destinazione costituisce un problema per una corretta e affidabile trasmissione. Nella parte relativa alla sicurezza, si pone l'accento sugli attacchi hacker maggiormente diffusi e sulle contromisure realizzate. Il primo capitolo si conclude, mostrando le tre diverse topologie di rete (BSS, ESS, IBSS) e alcuni esempi di sfruttamento di questa tecnologia nella vita quotidiana.

Nel secondo capitolo si propongono i vari standard IEEE 802.11 sviluppati dal 1997 ad oggi. E' importante notare come questi riguardino solo lo stato fisico e mac della pila ISO/OSI (International Standard Organization/Open System Interconnection). Viene fornita una dettagliata descrizione sulle loro caratteristiche e si mettono in luce i punti di contatto e le differenze fra essi. Inoltre vengono analizzati il livello fisico e data link coinvolti, appunto dallo standard 802.11.

Nel terzo ed ultimo capitolo della tesi, vengono presentati alcuni articoli di letteratura. Tre di essi riguardano le HETNET, gli altri invece lo standard IEEE 802.11ac ed una sua applicazione nello streaming 4K. Le sezioni 3.2, 3.3, 3.4 trattano lo standard ac. Dopo un piccolo preambolo nella 3.5, le sezioni 3.6, 3.7, 3.8 trattano le Heterogeneous Network. In tutti gli articoli le sottosezioni seguono la struttura originale del paper di riferimento. Ecco

perché si arriva ad avere sottosezioni come 3.4.5.2.1, e come mai in ogni articolo c'è un'introduzione e una "summa" dei risultati. Il primo articolo presentato, dimostra attraverso delle misurazioni, come ac sia nettamente più performante rispetto al suo predecessore n. Dopo la descrizione del software e dell'ambiente, vengono mostrati i risultati sia con interferenze che in loro assenza. Lo standard ac è stato sviluppato per poter supportare le nuovissime applicazioni multimediali come la fantastica risoluzione 4k. Nell'apposito articolo si fa uso del preambolo greenfield e di conseguenza si esplicano tutti i campi che lo compongono ovvero: VHT-STF, VHT-LTF, VHT- Signal Field e il campo dati.

Successivamente viene effettuato un test per valutare le prestazioni del modello, il quale si mostra perfettamente idoneo allo scopo. Nell'ultimo articolo non riguardante le hetnet, si delineano i progressi attuati finora, grazie alla tecnologia down/up link multi user mimo, e si traccia la strada per il futuro standard 802.11ax.

In un articolo si propone un modello di rete eterogenea basato su una struttura piramidale a tre livelli. Ogni livello rappresenta una determinata misurazione di cella in quanto si hanno, in rigoroso ordine: femto celle, metro celle, macro celle.

Le celle di dimensioni maggiori svolgono il lavoro delle più piccole, qualora quest'ultime non fossero in grado di adempiere a tutto il traffico. Inoltre esiste un modello di tele traffico per ogni livello. Nelle reti cellulari e in particolare nelle hetnet in cui si trovano molte celle, è particolarmente interessante il fenomeno di **handover**. Le problematiche sollevate da tale fenomeno, sono al centro di un altro articolo insieme al confronto tra celle cariche e celle scariche. In ultima analisi, in un ulteriore articolo, per ottimizzare la lista di celle vicine, è stato formulato un nuovo algoritmo. Questo algoritmo dall'analisi delle prestazioni, risulta essere fondato.