

Indice

Capitolo 1: Le Reti Wireless

Introduzione	1
1.1 Introduzione alle reti wireless.....	3
1.2 Storia delle reti wireless.....	3
1.3 Reti wireless e wired.	4
1.3.1 Bande di trasmissione.....	5
1.3.2 La tassonomia delle reti wireless.....	7
1.3.2.1 .Reti Ban	8
1.3.2.2 .Reti Pan	11
1.3.2.3 .Reti Lan	15
1.3.2.4 . Reti Man.....	19
1.3.2.5 .Reti Wan.....	21
1.3.3 Reti Wireless “Infrastruttura” e“ad-hoc”	25

Capitolo 2 :La Robotica e i Droni

2.1 Introduzione alla robotica.....	28
2.2 La Roboetica	29
2.3 I droni.....	32
2.3.1 Utilizzo e regolamentazione per i droni.....	33
2.3.2 Modelli droni più diffusi.....	35
2.4 Droni e reti ad-hoc	39
2.4.1 Reti SMAVNET.....	42
2.5 Quadrirotori	45
2.5.1 Parrot Ar Drone 2.0.....	47

Capitolo 3: Tecniche Di Motion Tracking

3.1 Introduzione al motion tracking e le tecniche di compressione.....	49
3.2 Motion Estimation	50
3.3 Block Matching.....	51
3.3.1 Hierarchical Block Matching	52
3.3.2 Altri cenni relativi agli algoritmi di Block Matching.....	56

3.4	Valutazione delle performance degli algoritmi di motion estimation.....	63
3.5	Codifica video H.264.	66
3.5.1	Prediction-based directional fractional pixel search (PDFPS) algorithm.	68
Capitolo 4 :Implementazione di un algoritmo di mobility prediction		
4.1	Introduzione alla “motion prediction”	70
4.2	Problematica di tracking e targeting di droni.....	73
4.3	Accenni alle serie storiche	74
4.4	Recursive Least Squares Estimation (RLS).....	76
4.5	Implementazione algoritmo RLS in MATLAB.....	81
4.6	Risultati sperimentali.....	84
4.7	Conclusioni.....	89
Bibliografia		

Introduzione

Lo scopo di questa tesi mira all'implementazione di un algoritmo di mobility prediction. La trattazione ha inizio con un primo capitolo dove verranno descritte le diverse tipologie delle reti wireless. *Anytime and anywhere*, in qualsiasi momento e in ogni luogo è questo infatti il principio cardine della società dell'informazione odierna che, per poter essere rispettato, bisogna necessariamente prendere di riferimento un sistema di comunicazione che non prevede un'infrastruttura fissa. Dopo un'analisi dettagliata delle diverse tipologie e delle relative bande di trasmissione, la conclusione del capitolo mirerà ad una descrizione delle reti ad hoc ed ad infrastruttura, tipologie di reti wireless che come vedremo possono essere sfruttate da droni. L'elaborato fornirà al lettore le principali conoscenze nel campo della robotica e nello specifico degli APR, aereomobili a pilotaggio remoto o droni ,oggetti di discussione relativi al secondo capitolo. I progressi della robotica infatti , stanno creando nuove e immense opportunità in un mercato trasversale che mira a coinvolgere tutti i settori. In una evoluzione così evidente, è ormai noto da anni che i droni stanno acquisendo una notevole importanza. Essi infatti sono una di quelle evoluzioni tecnologiche, destinate a diventare una consuetudine quotidiana. Dalla definizione di APR , è facile comprendere come si tratti di dispositivi di qualsiasi dimensione con la capacità di volteggiare in cielo senza alcuna necessità di pilota a bordo ma semplicemente comandati da terra o quantomeno radiocomandati da un veicolo adiacente. Negli ultimi anni i droni hanno ormai avuto uno slancio non indifferente ed è pressochè scontato affermare che i modelli che esistono sono davvero molteplici. Nel corso della trattazione una maggiore attenzione verrà focalizzata ad un modello in particolare : il Parrot AR Drone 2.0, uno tra i droni più acquistati. Fra le innumerevoli funzioni di questo dispositivo, quella più sorprendente è correlata alla possibilità che lo stesso possa essere pilotato anche dal proprio smartphone o tablet iOS, attraverso l'upload dell' applicazione di pilotaggio AR.FreeFlight 2.0. Nonostante questi dispositivi offrano una serie di vantaggi , la possibilità che si abbiano dei problemi con il tracking degli oggetti, rappresenta sicuramente una delle maggiori problematiche. A fronte degli innumerevoli flussi di dati, diverse aree di ricerca hanno messo a punto svariate tecniche di compressione al fine di ridurre le quantità correlate ad una determinata informazione. Alla base di queste tecniche vi è il concetto che l'informazione non possieda un andamento disordinato bensì un vero e proprio ordine. Infatti, lo scopo principale, è quello di estrapolarlo e riprodurlo usufruendo del vantaggio di poter rappresentare la nozione con meno dati rispetto all' originale, pur essendo in grado, in un secondo tempo, di ricostruirne l'informazione iniziale. Nella descrizione digitale delle immagini, sequenze video e audio si incontrano spesso delle ridondanze di valori correlate ai frame. Le ridondanze temporali sono infatti sfruttate con le tecniche di Motion estimation, oggetto di discussione del terzo capitolo. Durante l'analisi verrà descritta una fra le metodiche più semplici, rappresentate dal block matching . Si procederà in seguito alla descrizione dei diversi algoritmi ad esso correlato e, nello specifico, una maggiore attenzione sarà rivolta

allo Hierarchical Block Matching, Hierarchical Block Sum Pyramid (HBSP) , Hierarchical Fast Search Based on the Spatial/Temporal Correlation, Exhaustive Search (ES) , Three Step Search (TSS) , New Three Step Search (NTSS) , Simple and Efficient Search (SES) , Four Step Search (4SS) , Adaptive Rood Pattern Search (ARPS) ed, in ultima analisi, il Prediction-based directional fractional pixel search (PDFPS). L'attenzione, a questo punto, volgerà, nel quarto ed ultimo capitolo, su una possibile risoluzione della problematica del "Motion Prediction" ed, in particolar modo, si tratterà del movimento di un determinato oggetto seguito da un drone. Infatti è molto plausibile quanto prevedibile il caso in cui un drone, durante un inseguimento, possa perdere di vista l'oggetto a causa della presenza di un ostacolo. Lo studio di un opportuno algoritmo eviterà dunque la condizione tale per cui il drone inizierà a muoversi non più in correlazione con l'oggetto. Si presupporrà ovviamente che, quest'ultimo, non sarà soggetto a strani movimenti e che il drone prenderà come riferimento, l'ultima velocità posseduta dall'oggetto poco prima della fase di non visibilità. Qualora in questo tragitto l'oggetto modificasse la propria velocità, l'intelligenza del drone consisterà nel catturare quest'ultima non appena i due corpi saranno nuovamente visibili tra loro. Verrà proposto, in particolare, l'implementazione dell'algoritmo RLS (Recursive Least Squares) il quale, forniti in input determinati valori quali ad esempio la "storia" dei movimenti che l'oggetto porta con sé, restituirà come output il vettore di previsioni. La fase conclusiva proporrà l'analisi di grafici realizzati grazie allo studio del vettore di previsione fornito in output dall'algoritmo e correlato ai valori effettivi al variare dei parametri in ingresso. Su ciascun diagramma verrà calcolato l'errore assoluto tra valore stimato e valore effettivo al fine di poter dedurre quale, tra i proposti, potrà essere considerato quello con maggiore attendibilità.

Capitolo 1

Le Reti Wireless

1.1 Introduzione alle reti wireless

Anytime and anywhere, in qualsiasi momento e in ogni luogo è questo il principio cardine della società dell'informazione odierna che, per poter essere rispettato, bisogna necessariamente prendere di riferimento un sistema di comunicazione che non prevede un'infrastruttura fissa. Infatti siamo ormai lontani da quell'epoca in cui l'informazione veniva trasferita solo ed esclusivamente tramite collegamenti fisici ben definiti essendo ormai abituati a comunicare anche a distanza o acquisire informazioni tramite Internet.

Prima però di avventurarci nel dettaglio delle reti wireless è doveroso fare un "excursus" sulla storia delle stesse.[1]

1.2 Storia delle reti wireless

La comunicazione digitale senza fili è un'importante forma di connessione per le molteplici attività riguardanti, "in primis", le imprese. Questo approccio era già noto sin dal 1901 data in cui, il fisico Guglielmo Marconi, utilizzò la telegrafia senza fili da una nave utilizzando il codice Morse. A distanza di oltre un secolo è ovvio che, gli odierni dispositivi, presentino alte prestazioni pur essendo consapevoli del fatto che l'idea di base rimane sempre quella. Altro approccio "senza fili" si ebbe nel corso della Seconda Guerra Mondiale ad opera dell'esercito statunitense e dei suoi alleati per la creazione di un sistema di radiotrasmissione dei dati basato su tecniche di crittografia e sulla Spread Spectrum Technology. Quest'ultima tecnica aveva l'obiettivo di trasferire il segnale in una banda di frequenze più ampia rispetto al necessario con l'obiettivo di confondere il segnale radio trasmesso, tramite un abbassamento della potenza specifica, con il rumore radio di fondo per evitare così che il nemico potesse intercettare o disturbare le comunicazioni. Tutto ciò dettò le basi ad un gruppo di ricercatori che, nel 1971, diede vita, presso l'Università delle Hawaii, alla prima rete di comunicazioni radio a pacchetto: l'Alohanet. Essa fu la prima WLAN ossia wireless local area network costituita da 7 computer comunicanti bidirezionalmente in una topologia a stella che si estendeva su 4 isole ed aveva il computer madre sull'isola Oahu.[2]

La logica seguita da questa rete era la seguente:

- se si era in presenza di un pacchetto allora esso veniva trasmesso;
- se più utenti trasmettevano allo stesso momento si andava incontro a delle collisioni;

- se non si riceveva un ack di avvenuta ricezione allora il pacchetto veniva ritrasmesso in un tempo casuale.

A tutt'oggi il mercato dei dispositivi wireless risulta in continua crescita e il giro d'affari, di 300 milioni di dollari nel 1999, è passato ad 1.6 miliardi nel 2005. Tempo fa, a causa degli enormi costi di questi apparecchi, l'utilizzo era rivolto ad una stretta cerchia di casistiche concernenti condizioni in cui l'utilizzo di cavi sarebbe risultato troppo problematico o del tutto impossibile. Attualmente però, grazie al costo contenuto, le reti WLAN (conosciute più comunemente come reti Wi-fi) stanno ormai prendendo piede nelle case di ognuno di noi, permettendo così una più facile condivisione di dati e di connessione ad Internet tra i vari apparecchi di una famiglia. Molti sono coloro i quali sostengono la tesi secondo cui la tecnologia wireless rappresenterà il futuro ma, nonostante ciò, c'è chi non la avvalora come Bob Metcalfe, l'inventore di Ethernet, il quale scrive: "I computer portatili sono come i servizi igienici portatili senza tubazioni. Sono comuni sui veicoli, nei cantieri e ai concerti rock. Il mio consiglio è quello di cablare la propria casa e non abbandonare i cavi"(Metcalfe, 1995).

1.3 Reti wireless e wired.

Esistono due sistemi fondamentali per trasportare informazione:

1. **reti wireless**("reti senza filo") in cui l'informazione si propaga mediante onde elettromagnetiche.

Le caratteristiche di queste reti sono tali da avere:

- a. possibilità di stazioni mobili e flessibilità nel posizionamento delle stesse;
- b. diffusione del segnale da una stazione base ad un numero imprecisato di utenti;
- c. facilità di installazione e riconfigurazione;
- d. connettività in grado di variare in modo dinamico in funzione del traffico;
- e. possibilità di estendere la comunicazione laddove un'installazione di fibre ottiche e quant'altro sarebbe dispendiosa o impossibile.
- f. Una rete wireless offre robuste funzionalità di sicurezza, come la crittografia dei dati, per proteggere le informazioni che transitano sulla rete; autenticazione utenti, che identifica i computer che tentano di accedere alla rete; e accesso sicuro per visitatori e utenti guest.

2. **Reti wired**("reti con il filo") in cui l'informazione viaggia attraverso un supporto fisso come un doppino telefonico, cavo coassiale o fibra ottica;

Queste altre invece presentano le seguenti caratteristiche:

- a. ampia banda di trasmissione(infatti la banda di alcuni sistemi guidati come le fibre ottiche sono molto maggiori rispetto a quelle della comunicazione wireless;
- b. livello di sicurezza alquanto elevato;
- c. canale guidato meno soggetto ad interferenze rispetto al canale condiviso dei sistemi wireless in cui la propagazione è soggetta a determinati meccanismi

quali la riflessione, diffrazione, rifrazione e diffusione delle onde elettromagnetiche.

L'obiettivo cardine risulta essere quindi quello di sviluppare sistemi con prestazioni analoghe alle reti *wired* (cablate) e con i vantaggi delle wireless, cercando di risolvere i problemi di efficienza, sicurezza e robustezza della trasmissione, che l'assenza del "filo" inevitabilmente porta.

1.3.1 Bande di trasmissione

In generale, dal momento che il mezzo trasmissivo si comporta come un filtro, se la frequenza del segnale che si vuole trasmettere non è supportata da quella del mezzo trasmissivo in considerazione, per far sì che il segnale si propaghi, bisogna utilizzare un'operazione chiamata "modulazione". [3] L'informazione che si vuole trasmettere a grande distanza, una volta convertita in un segnale elettrico, cioè in una tensione di tipo alternato, ha una frequenza piuttosto bassa. La "modulation technique", a tal proposito, mira dunque a posizionare questo segnale su una portante ossia una frequenza sufficientemente alta da poter essere irradiata dall'antenna. Per poter trasmettere un segnale mediante le onde radio, servono delle frequenze elevate, in quanto maggiore è la frequenza del segnale, maggiore è la distanza a cui esso può arrivare, a parità di potenza del trasmettitore. Per risparmiare potenza, occorre quindi convertire il segnale di partenza, che contiene l'informazione, in una frequenza più alta. In particolare, i dispositivi wireless, possono considerare come portante, le frequenze allocate tra i 2.4 GHz e i 5GHz. Si evince a riguardo che, compito della modulazione, è quello di allargare il campo delle frequenze intorno alla frequenza nominale e questo intervallo viene denominato "banda di trasmissione". [4] A questo punto la domanda sorge spontanea: "è preferibile avere una banda tendente a 2.4 GHz oppure a 5 GHz?". Solitamente la banda a 5 GHz viene preferita qualora nelle zone circostanti, siano presenti una moltitudine di reti wireless a 2.4 GHz. D'altronde quest'ultima frequenza risulta essere la più efficiente per quanto riguarda un raggio di copertura pressochè ampio al contrario della 5 GHz la quale garantisce efficienza in un range limitato. Inoltre la banda a frequenza minore è più propensa ad oltrepassare gli ostacoli a scapito però dell'alto tasso di disturbi ed interferenze (telefoni cordless, WiFi limitrofi, influenza da altri prodotti hardware) a cui è soggetta. I router moderni hanno la possibilità dell'utilizzo simultaneo delle due bande di frequenza per avere una maggior efficienza in relazione alle esigenze dell'utente. In generale rimane comunque il consiglio di utilizzare la banda a 2.4 GHz qualora la zona limitrofa non sia satura di altre connessioni wireless avendo cura di mantenere una modalità mista di connessione, vale a dire 802.11 b/g/n, per permettere così la connessione a qualsiasi tipo di router. La classificazione delle bande adibite al funzionamento dei dispositivi wireless può, sostanzialmente, essere divisa in due gruppi:

- **bande ISM** (Industrial Scientific and Medical) di cui fanno parte le frequenze pari a 902 MHz, 2.4 GHz e 5.725 GHz;[5] sono utilizzate con uno standard 802.11b, 802.11g e dispositivi Bluetooth. Queste bande sono anche utilizzate da una varietà di dispositivi non informatici come telefoni cordless, lampadine a basso consumo e forni a microonde.
- **bande U-NII** (Unlicensed National Information Infrastructure) coprono, invece, le frequenze più alte intorno ai 5 GHz e sono progettate per consentire velocità di trasferimento dati più elevate (fino a 54 Mbits/sec). Questa tecnologia di comunicazione è comunemente nota come 802.11a, la quale è molto più celere e più flessibile rispetto alla 802.11b pur non essendo compatibile a livello energetico. Molte aziende utilizzano i sistemi 802.11a per le applicazioni di maggiore larghezza di banda e per una maggiore sicurezza, dal momento che questo sistema opera diversamente dalle modalità di connessione 802.11b e 802.11g[6]

Graficamente avremo:

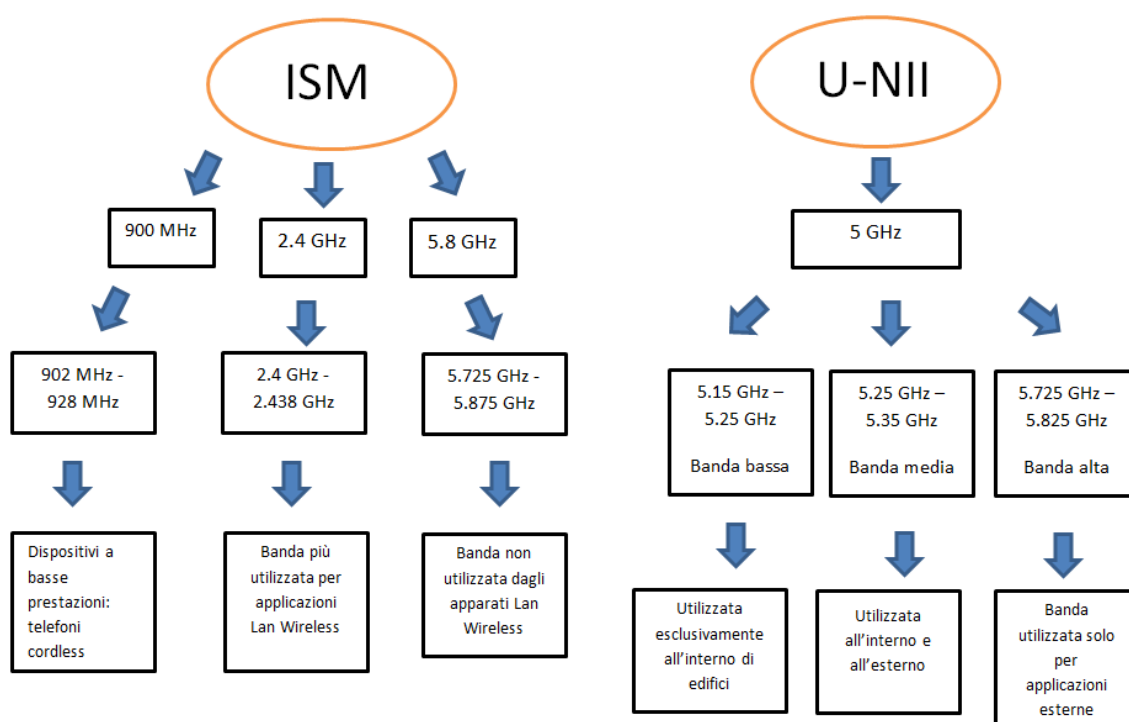


Figura 1.1: Bande di trasmissione[7]

Nel dettaglio analizzeremo, qui di seguito, le bande ISM.

L'ITU (International Telecommunication Union), ente internazionale che fornisce alle industrie produttrici opportuni standard di produzione, ha identificato con il termine ISM alcune bande dedicate alle applicazioni che sfruttano potenze EIRP. Equivalent Isotropic Radiated Power indica la potenza apparentemente trasmessa verso il ricevitore, assunto che il segnale sia irradiato uniformemente in tutte le