

## Sommario

Introduzione.....	8
Capitolo 1 .....	14
Wireless Networking.....	14
1.1    Introduzione .....	14
1.2    Reti wireless .....	15
1.2.1    WPAN (Wireless Personal Area Network).....	15
1.2.1.1    Bluetooth.....	16
1.2.2    WLAN (Wireless Local Area Network).....	16
1.2.2.1.    802.11 Legacy .....	17
1.2.2.2.    802.11a.....	17
1.2.2.3.    802.11b.....	18
1.2.2.4.    802.11f.....	18
1.2.2.5.    802.11g.....	19
1.2.2.6.    802.11n.....	19
1.2.2.7.    802.11ac .....	20
1.2.2.8.    802.11ad.....	20
1.2.2.9.    note sulla compatibilità .....	21
1.2.2.10.    Note sulle tecniche di modulazione .....	21
1.2.2.11.    Prospetto riassuntivo.....	24
1.2.3    Wireless MAN (metropolitan area networks).....	24
1.2.3.1.    WiMAX.....	25
1.2.3.2.    Struttura di una rete WiMAX.....	26
1.2.3.3.    802.11 Vs 802.16 .....	27
1.3    Reti Cellulari .....	28
1.3.1.    Comunicare su rete cellulare .....	29
1.3.2.    Evoluzione della rete cellulare .....	30
1.4    Reti satellitari .....	32

1.4.1. Satelliti su orbite alte .....	33
1.4.2. Satelliti su orbite medie .....	33
1.4.3. Satelliti su orbite basse .....	33
1.5 Sicurezza.....	33
1.5.1. Protocollo WEP (Wired Equivalent Privacy) .....	34
1.5.2. Protocollo WPA (Wi-Fi Protected Access) .....	34
1.5.3. Protocollo WPA2 .....	34
Capitolo 2 .....	35
QoS.....	35
2.1 Introduzione .....	35
2.2 Parametri QoS in reti a pacchetto.....	35
2.3 Definire la QoS.....	37
2.4 Principi di progettazione .....	39
2.5 Meccanismi di scheduling .....	40
2.6 Meccanismi di Policy .....	40
2.6.1 Token Bucket.....	42
2.7 Architetture per la QoS .....	42
2.7.1 Modello a servizi integrati (IntServ) .....	42
2.7.1.1 Flow descriptor .....	43
2.7.1.2 Controllo del traffico .....	43
2.7.1.2.1 Packet Scheduler .....	44
2.7.1.2.2 Packet Classifier .....	44
2.7.1.2.3 Admission Control (IntServ).....	45
2.7.1.3 Classi di applicazioni .....	45
2.7.1.4 Classi di traffico.....	46
2.7.1.5 FlowSpec in reti IntServ .....	48
2.7.1.6 Algoritmo RSVP.....	49
2.7.1.6.1. Header RSVP.....	50
2.7.1.6.2. Payload RSVP.....	50

2.7.1.6.3.	Funzionamento del protocollo.....	51
2.7.2	Servizi Differenziati (DiffServ) .....	52
2.7.2.1.	Controllo del traffico .....	54
2.7.2.1.1	Packet Classifier.....	54
2.7.2.1.2	Traffic Conditioner .....	54
2.7.2.2.	Classi di traffico.....	55
2.7.2.3.	Expedited Forwarding (EF) .....	55
2.7.2.4.	Assured Forwarding (AF) .....	56
2.8	IntServ Vs DiffServ .....	56
Capitolo 3	.....	57
Tecniche di previsione	.....	57
3.1.	Introduzione .....	57
3.2.	Behavior-based Model .....	58
3.2.1.	Linee generali .....	58
3.2.2.	Infrastruttura di previsione .....	60
3.2.2.1.	HS Table .....	61
3.2.2.2.	IMA .....	61
3.2.3.	Algoritmo di previsione .....	63
3.2.4.	Formazione dei gruppi .....	65
3.2.5.	Approccio distribuito.....	67
3.2.6.	Valutazione delle prestazioni .....	67
3.3.	Swarm Intelligence .....	71
3.3.1.	Il mondo naturale.....	72
3.3.2.	Il mondo artificiale .....	74
3.4.	Algoritmo di previsione Ant System.....	75
3.4.1.	soluzione proposta.....	76
3.4.1.1.	Memorizzazione Spostamenti .....	77
3.4.1.2.	Creazione della tabella di movimento.....	77
3.4.1.3.	Creazione della colonia.....	78

3.4.1.4.	Predizione .....	79
3.4.2.	Validazione Soluzione.....	79
3.4.2.1.	Scelta di $\alpha$ e $\beta$ .....	80
3.4.2.2.	Scelta di $\sigma$ .....	80
3.4.2.3.	Scelta di $\mu$ .....	81
3.4.2.4.	Scelta di N .....	81
3.4.2.5.	Effetti dei comportamenti dell'utente e dei vicini.....	82
3.4.2.6.	Accuratezza nel tempo .....	82
Capitolo 4	.....	84
Simulatore tecniche di previsione.....		84
4.1.	Introduzione .....	84
4.1.1.	Reperimento dati grezzi .....	85
4.1.2.	Elaborazione dati grezzi .....	85
4.1.3.	Trattamento dei dati da parte dell'algorithm di predizione cercato .....	85
4.1.4.	Presentazione dei dati.....	85
4.2.	Idee di progettazione .....	85
4.2.1.	Design Pattern .....	86
4.2.2.	Factory.....	86
4.2.3.	Delegate .....	86
4.2.4.	Strategy .....	86
4.3.	Architettura Del Simulatore .....	86
4.4.	Strato Dati .....	87
4.4.1.	Estrazione Dati .....	87
4.4.1.1.	C4R.....	87
4.4.1.2.	I dati di C4r.....	88
4.4.1.3.	Estrazione Dati da C4R.....	89
4.4.2.	Caricamento Dati.....	91
4.4.3.	Manipolazione dei dati grezzi.....	91
4.4.3.1.	Manipolazione dati grezzi C4R.....	91

4.4.4. Gestione Dei test .....	93
4.4.5. Gestione strato dati .....	93
4.4.6. Gestione della Base di Dati.....	94
4.4.6.1. Base di dati .....	96
4.5. Strato Logico.....	98
4.6. Strato Presentazione .....	99
4.7. Conclusioni sul lavoro svolto .....	99
Conclusioni .....	100
Bibliografia .....	101

## Introduzione

Obiettivo che questa tesi si prefigge è offrire una piccola panoramica su un universo molto complesso come quello delle reti wireless.

Negli ultimi anni si è progressivamente assistito alla proliferazione massiccia di tale tecnologia, il continuo abbattimento dei costi di produzione dell'hardware, unito ad un miglioramento degli algoritmi di trasmissione ha permesso ad una moltitudine di persone di usufruire di questa tecnologia, tutti questi fattori hanno trasformato quella che di solito si riteneva una soluzione alternativa a cablaggi davvero costosi e difficili in una soluzione di largo uso.

Questa sensazione di libertà offerta dalla mobilità ha creato negli utenti nuovi bisogni di comunicazione portando ad un'impennata degli introiti nel mercato dei dispositivi mobili, oltre che ad una sempre maggiore richiesta di servizi fruibili tramite web.

Molto spesso si associa il termine wireless alle reti domestiche tendendo ad associarla con la rete internet, tale termine invece è di respiro più ampio, con tale dicitura si possono indicare dalle reti bluetooth alle reti satellitari.

In tali infrastrutture di comunicazione ci si trova ad affrontare, delle problematiche particolari in parte dovute alla caratteristica saliente di tali architetture, ovvero quella di essere priva di connessioni cablate.

Un utente può dunque continuare a fruire dei servizi offerti mentre si muove tranquillamente nell'ambiente esterno, ciò porta con se varie problematiche come ad che saranno esaminate nel corso di tale tesi.

Nel primo capitolo si offrirà una generica panoramica delle reti wireless procedendo in ordine di dimensione. Di ogni tecnologia verranno presentate le caratteristiche salienti, onde offrire a chi legge la possibilità di addentrarsi gradualmente all'interno di questa tecnologia.

Si comincerà parlando delle WPAN ovvero, una tipologia rete wireless che utilizza per consentire la comunicazione di piccoli dispositivi, ad esempio telefoni cellulari o auricolari in un raggio di alcuni metri. Si passerà poi ad esaminare il

protocollo più utilizzato in questo tipo di reti cioè il protocollo Bluetooth aderente allo standard 802.16.

Si passerà successivamente ad illustrare le reti WLAN, di esse si fornirà un excursus abbastanza dettagliato offrendo una panoramica del tipo di protocolli, delle risorse da essi utilizzate e altri dettagli tecnici che consentiranno al lettore di avere una panoramica concisa ed esaustiva di ogni tecnologia aderente allo standard 802.11

Dopo tale spiegazione si andrà a esaminare un'altra tecnologia chiamata WiMAX, la quale consente di offrire all'utente servizi di accesso a banda larga, essa è atta a ricoprire vaste porzioni di territorio e a servire potenzialmente un gran numero di utenti anche se spesso come vedremo tale tecnologia viene utilizzata per collegare interi edifici tramite antenne, come vedremo il dover lavorare all'esterno porterà con se tutta una serie di accorgimenti.

Successivamente si passerà alla descrizione delle reti cellulari, l'idea su cui si basano, ovvero la possibilità di coprire vaste aree tramite l'accostamento di unità standard dette celle tornerà a presentarsi nel terzo capitolo quando parleremo delle tecniche di predizione, come al solito sarà offerta al lettore una panoramica esaustiva andando a ripercorrere l'evoluzione nel tempo di tale tecnologia ed a presentare le varie generazioni di reti e protocolli.

Passeremo poi alla trattazione delle reti satellitari, spiegheremo come è possibile e quanto sia complicato e laborioso mettere in opera tali reti, quali punti di forza e quali debolezze esse offrono.

Ultima parte del primo capitolo sarà dedicata alla sicurezza, infatti l'usufruire di un mezzo di comunicazione condiviso rende le reti wireless sensibili a molteplici attacchi, illustreremo poi le contromisure atte a salvaguardare la riservatezza della comunicazione tramite l'utilizzo di tecniche di crittografia per i pacchetti.

Nel secondo capitolo si passerà poi ad illustrare la QoS, verranno esplicitati i principi su cui si fonda la progettazione di una rete che fornisca garanzie superiori al semplice sistema best effort su cui si basa internet.

Verrà poi spiegato il motivo che spinge a creare classi di servizio differenti e quali sono le applicazioni che più beneficiano della QoS.

Si inizierà con il descrivere le due architetture principali della QoS ovvero l'architettura a servizi integrati (IntServ) e quella a servizi differenziati (DiffServ), si mostreranno le filosofie che esse adottano per gestire le varie classi di servizio, da quali e quanti tipi di dispositivi esse sono composte ed il ruolo che ognuno di essi interpreta allo scopo di ottenere la QoS desiderata, ad esempio vedremo il motivo che ha spinto i progettisti di reti DiffServ ad implementare due tipi di router.

per ogni architettura descriveremo i punti deboli e caratteristiche utili, ad esempio sarà chiaro alla fine della lettura di tale testo il motivo per cui l'architettura IntServ non è applicabile in reti come internet.

Si passerà dopo ad una trattazione del protocollo RSVP che consente la prenotazione delle risorse all'interno di una rete basata su IntServ, come tale prenotazione avviene e quali sono i messaggi che i vari attori si scambiano.

Con il secondo capitolo termina quella che è la panoramica sul mondo delle reti wireless e si passa alla parte più importante del lavoro cioè l'illustrazione di tutte quelle tecniche che ci aiutano a garantire una QoS soddisfacente.

Si parte da un problema reale ovvero ci si immagina che un utente stia viaggiando su una rete a copertura cellulare (non per forza i telefonini a cui si è abituati) e durante il tragitto usufruisca dei servizi offerti dalla rete.

Come sapremo dopo aver letto il capitolo 1 le celle hanno un raggio di azione limitato dunque ad un certo punto l'utente lascerà l'area di competenza di quella cella per trasferirsi in quella adiacente. L'esecuzione di tale operazione può dare luogo ad un grosso problema, la nuova cella potrebbe non essere in grado di mettere a disposizione risorse sufficienti da permettere all'utente di continuare ad usufruire del servizio, almeno non ai livelli desiderati, ciò causerebbe un'interruzione prematura e non voluta della conversazione fra dispositivo e stazione base od almeno la degradazione della qualità della comunicazione.

La procedura che consente il passaggio da una stazione base all'altra viene detta handover.

Una possibile soluzione al problema precedentemente descritto può essere quella di prenotare risorse nella cella che si andrà ad attraversare, anche se per diminuire



il rischio di fallimento e conseguente interruzione della chiamata sarebbe meglio prenotare risorse su più celle contemporaneamente e se possibile fare prenotazioni multi-hop.

Per far ciò tuttavia occorrerebbe conoscere in anticipo (predire) gli spostamenti di un utente. In letteratura esistono numerose tecniche atte ad assolvere tale compito, in tale lavoro di tesi ne prenderemo in considerazione solo due andando a presentare anche delle possibili implementazioni.

Il primo algoritmo che vedremo si basa sui modelli comportamentali, la sua forza risiede nel modo di raccogliere i dati, esso infatti immagazzina tutto il necessario a distinguere i vari utenti e li raccoglie in gruppi più o meno numerosi creati dinamicamente. Se l'algoritmo funziona bene utenti appartenenti ad uno stesso gruppo avranno un profilo di mobilità simile, dunque tenderanno a seguire i medesimi percorsi.

Questo algoritmo necessita dunque per lavorare correttamente di una corposa mole di informazioni tuttavia permette di ottenere buoni risultati come evidenziato nei test.

Il secondo algoritmo preso in considerazione sarà invece di ben altro tipo esso si baserà infatti sul concetto di intelligenza di sciame, allo scopo di rendere le cose più chiare al lettore, prima di illustrare la tecnica di predizione denominata Ant System forniremo una esaustiva spiegazione del modo in cui vivono e cooperano quelle specie di animali che sono soliti riunirsi in gruppi.

In particolare la nostra attenzione si soffermerà sugli insetti poiché è proprio osservando tali creature (le formiche soprattutto) che si è giunti alla definizione di questo tipo di algoritmi.

Le formiche per esempio quando escono in esplorazione alla ricerca di cibo sono solite rilasciare sul loro cammino una sostanza detta feromone, l'accumulo di tale sostanza va a formare delle vere e proprie strade che alla fine saranno seguite da tutta la colonia.

Il nostro algoritmo creerà delle formiche virtuali che andranno a convergere proprio sulla cella oggetto della nostra predizione.

Nel quarto ed ultimo capitolo si passerà alla descrizione di un'architettura di simulazione in grado di testare le tecniche illustrate fornendo nel contempo un modo per confrontarne l'efficacia. In realtà l'applicazione si pone uno scopo ben più grande ovvero la possibilità di estendersi a qualunque algoritmo di predizione, mutuando i dati da qualunque sorgente.

Per rendere realizzabile tale proposito si è cercato di pensare tale software secondo tutti quei pattern di buona programmazione fino ad ora studiati in altri corsi. Si è cercato di ottenere un codice il più possibile chiaro e mantenibile oltre che pronto per future espansioni.

Si è presa anche in considerazione inoltre non solo la possibilità implementare qualunque algoritmo di predizione, ma anche la possibilità di mutuare i dati di simulazione da qualunque sorgente.

Tali traguardo così ambizioso porta con se però una notevole ricompensa infatti una volta creata tale infrastruttura sarà possibile eseguire test incrociati cui vari algoritmi focalizzandoci di volta in volta su degli aspetti di interesse.

Si prevede inoltre la possibilità di rendere fruibili i dati dei test anche ad altre applicazioni tramite l'implementazione di apposite classi atte a esportare i dati sotto vari formati.