

Indice

Introduzione.....

Capitolo1-Le tecnologie Wireless

1.1 Introduzione.....

1.2 Reti cellulari.....

1.3 UMTS, HSDPA e 4G.....

1.4 W-LAN (Wireless-LAN).....

1.5 Wi-Fi.....

1.6 Wi-Max.....

Capitolo2- La Quality of Service (QoS)

2.1 Introduzione alla QoS.....

2.2 IEEE 802.11.....

2.3 QoS in Internet.....

2.3.1 Parametri di Servizio QoS.....

2.3.2 Traffico in Internet e caratterizzazione.....

2.3.3 Scheduling.....

2.4 Architetture QoS

2.4.1 Integrated Services (IntServ).....

2.4.2 RSVP (Resource Reservation Protocol).....

2.4.3 Differentiated Service (DiffServ).....

2.4.4 Interoperabilità IntServ/DiffServ.....

2.5 Tecnologia MPLS (MultiProtocol Label Switching).....

2.6 Traffic Engineering (TE).....

Capitolo3- Algoritmi di previsione

3.1 Introduzione.....

3.2 Predictive Mobility Support (PMS).....	
3.2.1 Predictive timed-QoS guarantees.....	
3.2.2 Most Likely Cluster (MLC).....	
3.2.2.1 Previsione direzionale.....	
3.2.2.2 Probabilità direzionale.....	
3.2.2.3 Formazione del Most Likely Cluster.....	
3.2.2.4 Celle a taglia differente.....	
3.2.2.5 Tempi previsti di arrivo e di partenza nelle celle.....	
3.2.2.6 Problematiche del Most Likely Cluster.....	
3.2.3 Call Admission Control (CAC).....	
3.2.3.1 Fattibilità della chiamata	
3.2.3.2 Gestione della chiamata.....	
3.2.3.3 Algoritmo Call-Admission per nuove chiamate.....	
3.2.3.4 Algoritmo Call-Admission per chiamate handoff	
3.3 Mobility Support On- Demand Borrowing (MSODB).....	
3.3.1 Modello CVP (Call Visiting Probability).....	
3.3.2 Algoritmo Call Admission Control (CAC).....	
3.4 User Mobility Profile (UMP).....	
3.4.1 Modello di riferimento.....	
3.4.1.1 Descrizione della locazione.....	
3.4.1.2 Modello di Mobilità.....	
3.4.2 Algoritmo di previsione.....	
3.5 Mobility Predictive Call Admission Control.....	
3.5.1 Modello di riferimento.....	
3.5.1.1 Admission-Control test.....	
3.5.1.2 Tecniche di previsione.....	

3.5.1.3	Algoritmo di Previsione.....
3.5.1.4	Metodi per riservare le risorse.....
3.6	Predictive User Mobility Behavior (PUMB).....
3.6.1	Modello di riferimento.....
3.6.1.1	Formazione dello Shadow Cluster.....
3.6.1.2	Reservation Time Window (RTW).....
3.6.1.3	Prenotazione delle risorse.....
3.6.2	Algoritmo di Admission Control.....
3.6.2.1	Fattibilità della chiamata.....
3.6.2.2	Gestione della chiamata.....
3.6.2.3	Algoritmo CAC per nuove chiamate.....
3.6.2.4	Algoritmo CAC per chiamate handoff.....

Capitolo4-Analisi delle performance

4.1	Introduzione.....
4.2	PMS.....
4.2.1	Valutazione delle performance.....
4.2.2	Confronto tra MLC e Shadow Cluster.....
4.2.3	Performance del MLC.....
4.3	MSODB
4.3.1	Analisi dei risultati.....
4.4	UMP.....
4.4.1	Analisi dei risultati.....
4.5	Mobility Predictive Call Admission Control.....
4.5.1	Ipotesi del modello.....
4.5.2	Risultati delle performance.....
4.6	PUMB.....

4.6.1 Risultati delle performance.....

Conclusioni.....

Bibliografia.....

Introduzione

I sistemi di comunicazione e le tecnologie dell'informazione sono stati i maggiori motivi d'interesse del mondo delle telecomunicazioni a partire dalla seconda metà del XX secolo. L'incremento della diffusione, della velocità di trasmissione, dell'informazione, della comunicazione, nonché l'evoluzione tecnologica degli ultimi venti anni hanno inciso sulle richieste di domanda da parte degli utenti nel mercato globale. Nel settore delle telecomunicazioni, negli ultimi anni, si sta assistendo ad una considerevole crescita delle tecnologie wireless, ovvero tutte quelle tecnologie in grado di offrire agli utenti mobili la possibilità di comunicare senza fili con una vasta gamma di servizi di telecomunicazione tramite opportuni strumenti d'informazione non vincolati a postazioni di accesso fisse, come palmari, cellulari e smartphone.

Nel campo delle telecomunicazioni, tutt'ora in continua evoluzione, l'idea di affiancare alle applicazioni telefoniche le applicazioni multimediali ha contribuito allo sviluppo della telefonia cellulare.

La tecnologia radio nei sistemi di comunicazione si dimostra interessante in quanto può essere sfruttata in più settori, come ad esempio, nelle reti di sensori, nelle reti locali e nell'accesso alla rete, quindi, partendo da presupposti differenti si vanno a delineare tecnologie e scenari convergenti. Attualmente, sul mercato è presente una vasta gamma di tecnologie radio ed ognuna di esse esprime il suo potenziale in modo ottimale a seconda dei diversi campi di applicazione (distanza, mobilità, caratteristiche del canale, ...). Allo stato attuale, parecchi studi focalizzano la propria attenzione sull'interoperabilità tra i diversi standard di nuova generazione, quali, Umts (3G), Wireless Lan (802.11b, 802.11a, 802.11g), Wi-max (802.16d e 802.16a). In tale scenario, uno degli obiettivi di non poco conto per l'implementazione di network efficienti, consiste nel realizzare procedure di handover tra i vari standard, in modo da poter gestire le informazioni necessarie al terminale mobile per spostarsi sul canale, mantenere attiva la comunicazione e allo stesso tempo garantire stabilità e continuità di connessione. Con l'introduzione di queste tecnologie, i sistemi cellulari di nuova generazione riescono ad utilizzare gli stessi servizi multimediali disponibili per una rete fissa, disponendo di un buon servizio di rete in termini di Quality of Service e costo monetario.

Il primo standard, basato su tecnologia analogica, introdotto in Italia agli inizi degli anni novanta fu il TACS (Total Access Communication System) e in un secondo momento, per ampliare la capacità della rete, si diffuse anche la versione Enhanced TACS (ETACS).

Successivamente, lo sviluppo portò all'introduzione della tecnologia digitale con la cosiddetta seconda generazione delle reti cellulari, trovando nel GSM (Global System of Mobile communications) il rappresentante principale.

Rispetto ai sistemi analogici, in questi sistemi, non solo i dati relativi al segnale venivano trasmessi in digitale, ma anche la voce. Fra i molteplici vantaggi, presentavano il fatto di supportare più servizi e di essere più flessibili nelle comunicazioni miste dati/voce e una maggiore sicurezza della privacy degli utenti poiché capaci di crittografare la comunicazione.

L'aumento di richiesta di servizi e soprattutto della necessità di velocizzare l'informazione, portarono allo sviluppo dei sistemi radiomobili di terza generazione, basati sullo standard UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). L'obiettivo richiesto dall'UMTS era quello di estendere la capacità in termini di banda sulle reti cellulari ed arricchire in modo significativo la tipologia e la qualità dei servizi offerti agli utenti.

Una Wireless LAN (*Wireless Local Area Network*) è un sistema flessibile di comunicazione e nasce come estensione e/o alternativa di una LAN cablata. Le *reti locali wireless (wireless LAN)* presentano diversi vantaggi rispetto alle reti wired in quanto, oltre a consentire all'utente il servizio mobile, risultano convenienti dal punto di vista economico, in particolare dove è difficile installare nuove reti cablate come vecchi edifici.

Le nuove tecnologie di accesso wireless a larga banda comprendono le Wireless Mesh Network e WiMAX.

L'architettura Wireless Mesh Network (WMN) consente di estendere il range di copertura di una WLAN tradizionale specie su terreni accidentati o comunque di difficile accesso, con estrema semplicità e flessibilità, tramite un sistema a maglia costituito da un numero di nodi radio, che fungono da ricevitori, trasmettitori e ripetitori.

Il WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) è una tecnologia che consente l'accesso a reti di telecomunicazioni a banda larga e senza fili. Poiché offre servizi a larga banda, mobili e fissi, ad alta velocità su aree estese ed utilizza minor

infrastruttura, è la prima tecnologia di 4G su cui si sta investendo in questo momento.

Il protocollo internet ha dimostrato la sua capacità di comportarsi in maniera efficiente in compiti molto differenti come consegna di posta (email), trasferimento di file (FTP) o emulazione di terminale (telnet). Per supportare un raggio più ampio di applicazioni, quali le applicazioni multimediali, real time, ecc. è necessario avere una rete globale che offra un servizio migliore rispetto al tradizionale best effort, dove, ogni pacchetto è trattato indipendentemente da ogni nodo e viene semplicemente messo in coda, in attesa di essere inviato a destinazione, senza garanzia di consegna. Altro aspetto interessante è che gli ISP cercano di sviluppare nuovi modelli a basso costo con corrispondenti servizi personalizzati di networking considerando che, attualmente, per garantire un certo servizio l'unica soluzione è fornire una quantità di risorse sempre sovradimensionata, in modo da evitare congestione e rallentamenti.

Questo comporta il soddisfacimento da parte della rete, di particolari specifiche in termini di prestazioni, al fine di garantire la qualità dell'informazione trasmessa. Si introduce quindi il concetto di *QoS (Quality of Service)* definito come proprietà della rete di garantire una certa qualità nel servizio offerto. Il gruppo IEEE 802.11 ha costituito pertanto un team di lavoro il cui scopo sia la realizzazione di uno standard che garantisca il soddisfacimento di questa specifica, sulla base di alcuni parametri. Tali parametri sono: il *Loss*, che è la probabilità che un pacchetto del flusso vada perso; il *Delay*, ovvero, il tempo impiegato da un pacchetto per andare dalla sorgente alla destinazione; il *Delay jitter*, che, rappresenta, la massima differenza fra i ritardi subiti fra due pacchetti del flusso e, per ultimo, la *Bandwidth* che descrive la massima velocità a cui la sorgente può inviare dati.

L'obiettivo di questa tesi è studiare un modo per garantire una maggior qualità del servizio (QoS) fornita da una rete cellulare ad un utente in movimento che faccia richiesta di un servizio. Il problema nasce dal fatto che, nello spostarsi, l'utente cambia cella di copertura, e, nel caso di insufficienza di risorse, potrebbe perdere il segnale per la fruizione del servizio.

L'idea per garantire una maggior qualità del servizio è di andare a prenotare alla richiesta dello stesso le risorse su ogni cella che l'utente probabilmente utilizzerà durante tutto il suo percorso. Tale concetto, si pone un limite essenziale, in quanto, non è facile stabilire il percorso esatto che l'utente farà, quindi le celle su cui

riservare le risorse. Ciò è stato motivo d'interesse per gli addetti ai lavori, i quali, hanno realizzato diverse tecniche per prevedere il percorso dell'utente.

In letteratura, al giorno d'oggi, esistono delle documentazioni che descrivono il comportamento dei dati che viaggiano in Internet, quindi il modo per supportare traffico sensibile alla QoS. Le due soluzioni più importanti sono *Integrated Services (IntServ)* e *Differentiated Services (DiffServ)*.

IntServ fornisce garanzie di servizio a singoli flussi di traffico, individuati dall'insieme di pacchetti che presentano lo stesso mittente e lo stesso destinatario, che richiedono specifiche richieste di larghezza di banda minima, di massimo ritardo accettabile e così via. Si basa sul protocollo di segnalazione *RSVP (Resource ReSerVation Protocol)* per allocare risorse su ogni hop (router IP) prima che avvenga l'inoltro dei dati nella rete.

DiffServ, contrariamente a IntServ, non usa il protocollo RSVP per l'allocazione di risorse, quindi la rete non mantiene uno stato per ogni flusso di traffico. Questo approccio definisce differenti livelli di servizio da assegnare a differenti gruppi di utenti, distribuendo così tutto il traffico in classi fisse con parametri differenti di QoS. Ciascun pacchetto che viaggia all'interno di un dominio DiffServ è marcato come appartenente ad una particolare classe di servizio e sarà quindi trattato con il livello di priorità che gli spetta.

Il primo lavoro di ricerca per prevedere il supporto di QoS in reti wireless focalizzava la sua attenzione sullo sviluppo della chiamata e dell'admission control, per minimizzare le conclusioni forzate di chiamate handoff col rischio di blocco di nuove chiamate, in modo da ottenere il livello di QoS desiderato.

Il lavoro che andremo a fare, consiste nell'analizzare i vari algoritmi di predizione, proposti in letteratura. In particolare ci soffermeremo sugli approcci sviluppati negli ultimi anni, andando a valutare prima le performance di tali algoritmi predittivi e successivamente si confronteranno i risultati ottenuti in termini di *dropping ratio*, *blocking ratio*, *bandwidth utilization*, *accuratezza* e *window size*.

Il dropping ratio rappresenta la percentuale di chiamate che vengono cessate durante l'handoff. Questo è un parametro critico per il traffico real-time, dove una chiamata cessata è indesiderata dalle prospettive dell'utente.

Il blocking ratio rappresenta la percentuale di chiamate che hanno accesso negato alla rete.

La window size è definita come il numero di anelli adiacenti alle celle incluse nel MLC (collezione di celle contigue), quindi è il parametro che influenza la probabilità di supportare le richieste di QoS se il mobile si muove lungo la direzione predetta.

L'accuratezza è quel parametro che esprime la probabilità che l'host esattamente si muoverà all'interno della cella prevista per l'arrivo.

Il *Predictive Mobility Support (PMS)* prevede uno schema predittivo ed adattivo per supportare il timed-QoS guarantees in ambienti pico e micro-cellulari. Questo modello integra il modello di mobilità in un modello di servizio, al fine di ottenere un'utilizzazione delle risorse di rete efficiente ed evitare i fenomeni di congestione. Il modello di mobilità sfrutta un approccio di tipo probabilistico per determinare il cluster che con maggiore probabilità verrà visitato da un'unità mobile. L'admission control viene invocato quando giunge una nuova chiamata oppure quando una chiamata già esistente esegue un handoff, per verificare la possibilità di supportare la chiamata. Tuttavia, lo schema, ignorando l'impatto della velocità e della distanza percorsa, tende a terminare le chiamate di tipo non-conforming per lasciare spazio a quelle di tipo conforming. In particolare, viene poco realisticamente assunto che l'unità mobile si sposta lungo una delle possibili direzioni, scelta tra un insieme finito di brevi spostamenti.

Il *Mobility Support On-Demand Borrowing (MSODB)* rappresenta un'alternativa all'algoritmo precedente per stimare la probabilità che una cella venga visitata dall'unità mobile (CVP), al fine di riservare le risorse in maniera più accurata, sfruttando i parametri di mobilità quali velocità, direzione di movimento e distanza. La strategia di CAC usata, assicura un utilizzo più efficiente della banda disponibile, al fine di fornire garanzie in termini di QoS per il traffico multimediale. Questa strategia, al fine di assicurare continuità alle chiamate in corso, preleva banda dalle chiamate esistenti senza però variare il livello di QoS. In particolare, l'approccio ritiene desiderabile bloccare una nuova chiamata piuttosto che farne cadere una in corso.

L'*User Mobility Profile (UMP)* combina informazioni storiche e modelli predittivi per terminali mobili e offre informazioni fondamentali per la gestione della mobilità, al fine di ottenere un miglioramento in termini di QoS in reti multimediali wireless. Per ogni utente mobile, viene effettuata una stima della relativa richiesta di servizio usando il metodo dei minimi quadrati, quindi si tiene conto di informazioni storiche e predizioni di locazioni future, oltre che comportamenti stocastici. L'utilizzo di tale

algoritmo vuole predire le posizioni future in termini probabilistici, in funzione della direzione di movimento e del tempo di permanenza nelle celle. L'UMP consiste in un insieme di informazioni dettagliate sui servizi richiesti e sui modelli di mobilità essenziali per poter garantire QoS, per ogni utente mobile.

Nel *Mobility Predictive Call Admission Control*, per stimare i modelli di mobilità dell'utente nelle condizioni reali, essenzialmente vengono considerati due approcci differenti.

Il primo approccio è usato per predire accuratamente la prossima cella che sarà visitata da ogni utente mobile, conoscendo i valori del segnale ricevuto e la geometria della cella, assumendo che gli utenti non possano cambiare la loro direzione dopo aver attraversato l'area di interesse, ovvero quella zona dove è possibile individuare il punto di partenza disponibile nel canale delle risorse per l'esigenza di handoff.

Il secondo approccio, invece, utilizza una tecnica di compressione dei dati, conosciuta come, *Ziv-Leempel*, la quale prevede il modello di mobilità degli utenti in modo statistico. La logica che sta dietro allo schema di predizione è quella di osservare quali movimenti preferiscono e compiono abitualmente gli utenti, in modo da poter riservare risorse per ottenere garanzie di QoS. In particolare vengono utilizzate tre differenti strategie per riservare le risorse, le quali vengono comparate per vedere il loro comportamento sotto diverse condizioni di carico. Questo approccio di predizione, non solo prevede dove gli utenti mobili vedranno l'handoff, ma anche quando probabilmente esso accadrà.

Il *Predictive User Mobility Behavior (PUMB)* è uno schema per migliorare le performance nella prenotazione delle risorse con l'admission control della chiamata per reti cellulari. L'algoritmo comporta un'allocazione di banda più efficiente alle celle vicine, attraverso l'utilizzo di parametri di mobilità, al fine di garantire la QoS nel trasferimento di traffico. Per predire la direzione della mobilità viene utilizzata la *Call Visiting Probability (CVP)* verso le celle vicine, per formare un insieme di possibili celle detto "shadow cluster cell", tenendo conto di una certa probabilità di soglia. PUMB è un'estensione degli schemi precedenti, quali, MSODB e PMS. L'idea di base è quella di riservare banda solo nelle celle in cui c'è un'alta probabilità di migrazione dell'utente sulla base di alcuni parametri di mobilità. Se una chiamata giunge in una cella in un istante di tempo non incluso nell'intervallo di resource leasing, la banda riservata viene rilasciata a differenza di MSODB. Durante

la creazione dello shadow cluster, una cella verrà inclusa in esso se ha un valore di CVP superiore alla soglia di probabilità del cluster stesso. In questo modo, al crescere della probabilità di soglia, il numero di celle in ogni cluster decresce. Tutto ciò comporta l'incremento sia del *Call Dropping Probability (CDP)*, sia della quantità di banda riservata non usata, in quanto le chiamate handoff vengono cessate prima di arrivare in queste celle. D'altra parte, quando la soglia di probabilità diminuisce, il numero di celle in ogni cluster cresce. Ciò comporta un incremento della banda riservata ed una riduzione della banda disponibile. E' evidente quindi che la scelta di un'adeguata probabilità di soglia conduce ad un appropriato valore per la taglia del cluster, per ottenere performance migliori nella rete.

Quanto detto finora, verrà schematicamente articolato in quattro capitoli, di cui, nel primo verranno introdotte le varie tecnologie wireless in generale; nel secondo verrà presentata la QoS mettendone in evidenza il ruolo fondamentale che riveste nella realizzazione delle reti wireless. Il terzo capitolo presenta gli algoritmi predittivi oggetto principale della ricerca su cui è incentrato il presente lavoro di tesi e, infine, nel quarto capitolo si compie un'analisi comparativa delle diverse performance ottenute con tali algoritmi.