

STUDIO DI FATTIBILITA' DI SERVIZI TV AD ALTA DEFINIZIONE IN UNA RETE OTTICA MULTIVENDOR

S. Pompei, L. Rea, , C. Zema, F.Matera
Fondazione Ugo Bordoni, via Baldassarre Castiglione 59, 00142, Roma.

E. Binnella, R. Iacchetti
ISCOM, viale America 201, 00144 Roma

We report an experimental investigation about the Quality of Service of High Definition IPTV applications in a core-access network based on a DiffServ over MPLS architecture with GBE interfaces.

1. Introduzione

E' solo da pochi anni che le connessioni ad Internet hanno raggiunto uno sviluppo tale da permettere l'erogazione di altri servizi oltre alla semplice connessione dati. L'aggiornamento delle infrastrutture sia a livello di backbone che a livello di accesso ha favorito il sorgere di nuove offerte per la connessione ad Internet. E' stato proprio il diffondersi delle prime connessioni in tecnologia ADSL verso l'utente privato che hanno permesso ai vari providers di arricchire la loro offerta, ad esempio con i primi servizi di Voice Over IP.

Oggi una banda disponibile di circa 20 Mbps all'utente finale in ADSL2+ pone le basi per lo sviluppo dell'erogazione di contenuti televisivi in alta definizione (HDTV) su protocollo IP, servizio che ad oggi è prerogativa solo di alcune emittenti satellitari.

Un segnale televisivo digitalizzato in alta definizione richiede almeno 15 Mbps. Questo richiede importanti requisiti alla rete sia in termini di accesso che di core. L'eterogeneità dei contenuti unita all'alta variabilità d'intensità del traffico potrebbero comportare notevoli problemi soprattutto a quei servizi real time come fonia e TV dove la perdita di pacchetti IP comporta inevitabilmente perdita di contenuto. Notevole importanza avrà quindi l'implementazione di tecniche per garantire la Qualità del Servizio (QoS, Quality of Service) che serviranno proprio a definire la giusta priorità d'instradamento ai pacchetti IP. L'HDTV darà sicuramente una forte spinta alla diffusione della fibra in area di accesso, in quanto per garantire la necessaria capacità, ed evitare le interferenze, sarà necessario ridurre sempre più la lunghezza delle tratte in doppino telefonico.

In questo contesto si pone questo contributo, che riporta uno studio sperimentale sull'erogazione di servizi IPTV nella variante dell'Alta Definizione in un test bed di rete IP che rappresenta un segmento di rete di accesso (con tecnica ADSL2+) e core (con 4 core routers e 3 edge routers) dove sono state implementate alcune tecniche per garantire la QoS e sono state messe a punto delle metodologie per la misura della QoS sia con prove di rete (o oggettive) che percettive (o soggettive),

2. Test bed sperimentale

La rete, riportata in fig. 1, è costituita da 4 router Juniper M10 completamente magliati utilizzando il cavo in fibra ottica, Roma-Pomezia-Roma (25 km), con fibre connesse a Pomezia per realizzare collegamenti lunghi 50 Km. Tale rete di backbone è stata integrata con 3 router Cisco 3845 connessi sempre in fibra ottica a tre dei quattro Juniper. Si è completata infine la sezione di accesso mediante un ISAM Alcatel 7324 per la connessione dell'utente finale in ADSL2+ a 24 Mbit/s.

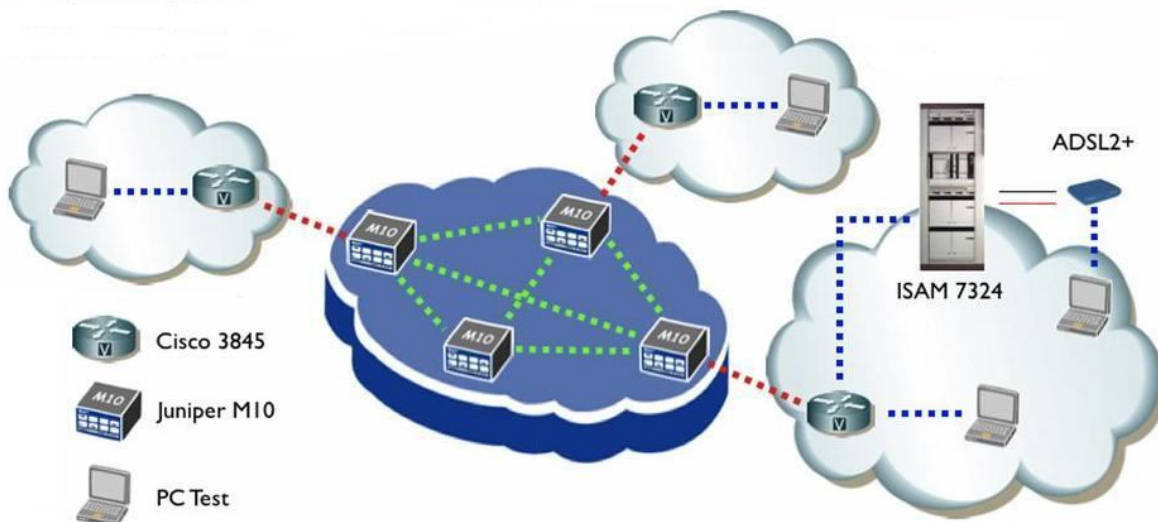


Fig. 1 – Schema del test bed. I router (Cisco e Juniper) sono connessi in fibra ottica con interfacce GbE, mentre i PC e l'ISAM è connesso ai router con connessioni UTP FE. L'ISAM al modem tramite doppino telefonico.

La comunicazione tra i sette routers è stata assicurata con la implementazione dei protocolli di rete OSPF (Open Shortest Path First), MPLS (Multi Protocol Label Switching) e BGP (Border Gateway Protocol).

Per capire la corrispondenza tra le prestazioni che possono essere fornite da una rete e i servizi che questa può supportare, sono state messe a punto delle tecniche di misura della QoS. Le misure di rete (o oggettive) sono state effettuate mediante la tecnica ETHEREAL che permetteva di misurare parametri come throughput, jitter e data lost. Per la misurare invece la QoS in termini percettivi (o soggettivi), ci si è basati sul giudizio fornito da un gruppo di valutatori inseriti in una camera silente a cui erano mostrati degli streaming audio-video. Per maggiori informazioni si può andare al sito www.iscom.gov.it. I valutatori erano in possesso di un dispositivo con un cursore che azionavano durante la visione di un filmato, dispositivo che permette di esprimere il compiacimento del valutatore fornendo una curva che poteva variare da 0 (pessima immagine) a 100 (ottima immagine). E' evidente che nel caso di un filmato percepito con una ottima qualità la curva emessa dal dispositivo è una linea che nel tempo rimane fissa ad un valore prossimo a quello massimo (100 nel nostro caso). Particolare rilevanza è stata data alla correlazione tra misure oggettive e soggettive.

3. Test di streaming ad alta risoluzione sulla rete realizzata

I primi test avevano riguardato l'utilizzo della tecnica DiffServ over MPLS per garantire la QoS nel caso di rete che veniva saturata con un generatore di traffico. I risultati mostravano l'importanza di una etichettatura di tipo Expedited Forwarding come già mostrato nel rif. [1].

I risultati presentati in questo contributo si riferiscono alle degradazioni che sono subite da filmati in alta definizione quando la rete presenta 2 tipi di degradazione: a) l'interruzione di un collegamento (link failure), e b) la saturazione della banda nella connessione di accesso. Come riferimento è stato preso in considerazione l'unico documento che ad oggi definisce degli standard minimi di QoE (Qualità of Experience), il WT-126 del DSL Forum [2].

I flussi video utilizzati nei test di **durata pari a 28 secondi** erano tutti codificati in MPEG2 sia Video che Audio:

- MPEG2 720x576p 16/9, **9,29 Mbit/s** di media, 29.97 fps, 30 MB per **24500 pks IP**
- MPEG2 1280x720p 16/9, **18,94 Mbit/s** di media, 60 fps, 65 MB per **45000 pks IP**
- MPEG2 1920x1080i 16/9, **20 Mbit/s** di media, 29.97 fps, 80MB per **62000 pks IP**

- Audio: In tutti i casi si è utilizzato l'MP2 192 Kbit/s e 48 kHz.
Vediamo i risultati delle indagini:

a) *Link failure*. Per i *test sulla rete* nel caso di link failure si è inviato un flusso dati da un punto ad un altro della rete e successivamente si è manualmente disattivato un link costringendo i routers interessati ad un ricalcolo del percorso. Mediante un software, Ethereal, si è potuto catturare lato destinazione tutti i pacchetti IP entranti ed in base al loro tempo di interarrivo si è potuto valutare il tempo impiegato dalla rete per il ripristino del collegamento. Lo stesso test è stato condotto prima con il ripristino in OSPF e successivamente in MPLS; i routers interessati sono stati i Juniper M10. Nel caso OSPF il tempo medio sulle quindici prove ripetute si è assestato sui 170 ms di gap, l'MPLS mediante i meccanismi di *link protection* e *standby secondary path* (MPLS LP+SSP) ha registrato tempi medi di 50 ms. La tecnica OSPF è risultata subito inadeguata a causa del lungo tempo di ripristino richiesto e quindi l'analisi della QoS è stata basata solo sulla tecnica MPLS LP+SSP.

Sono stati analizzati tutti e tre i flussi, 576p, 720p e 1080i: il numero di pacchetti persi in 50 ms è crescente con la risoluzione ma la percentuale sul totale dei pacchetti costituenti il flusso rimane identica per i tre filmati comportando un livellamento degli effetti nei tre casi considerati. Il danno rimane comunque contenuto intaccando sì il filmato ma preservando l'intelligibilità dei contenuti.

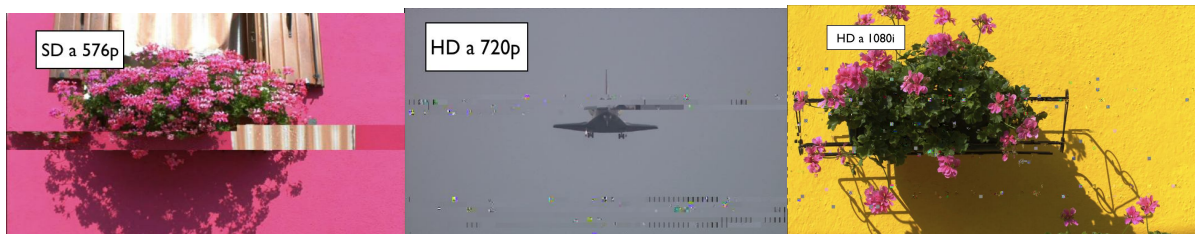


Fig. 2: Immagini da filmati video (SD, HD 720p e HD 1080i da sinistra a destra) durante un processo di ripristino MPLS LP+SSP. La degradazione avveniva per un tempo brevissimo (meno di 1 secondo).

b) *Saturazione della banda nel collegamento di accesso*. In questa analisi si sono ricreate le condizioni di saturazione del collegamento verso l'utente finale. Si è avviato il download di dati da un web server durante la ricezione di uno streaming video in alta definizione di 18 Mbit/s di bitrate medio. Per quel che riguarda la connessione in ADSL2+ si è settato il collegamento alla massima banda disponibile di 24 Mbit/s. I flussi ricevuti erano quindi di due tipi, UDP nel caso video e TCP per i dati.

Non appena si è dato il via al download di dati in TCP il flusso video ha subito una perdita di pacchetti continuata nel tempo rendendo la fruizione del filmato impossibile.

Si è cercata quindi una possibile soluzione che permettesse di continuare a vedere il filmato durante il download di dati: la più semplice soluzione che è stato possibile implementare è stata quella di etichettare il traffico video UDP come Expedited Forwarding [1][3] applicando quindi una forma di QoS basata su DiffServ. Per fare ciò si è costruita una policy ad hoc sul router Cisco al quale era direttamente connesso il PC che funzionava da video server; in questo modo il router connesso all'ISAM funzionava come una sorta di filtro inviando con priorità al modem i pacchetti HDTV. Tramite il software Ethereal si è potuto verificare il funzionamento della soluzione trovata e i risultati sono riportati in fig. 3.

Come si può verificare all'applicazione della policy il traffico dati si stabilizza ad un bitrate medio più basso. Questo streaming è stato mostrato ai valutatori che lo hanno valutato con il dispositivo per la misura della qualità percepita [1]. I valori mediati sui 20 utenti sono stati riportati nel grafico di figura 4, ciascuno in corrispondenza del throughput misurato in fig. 2.

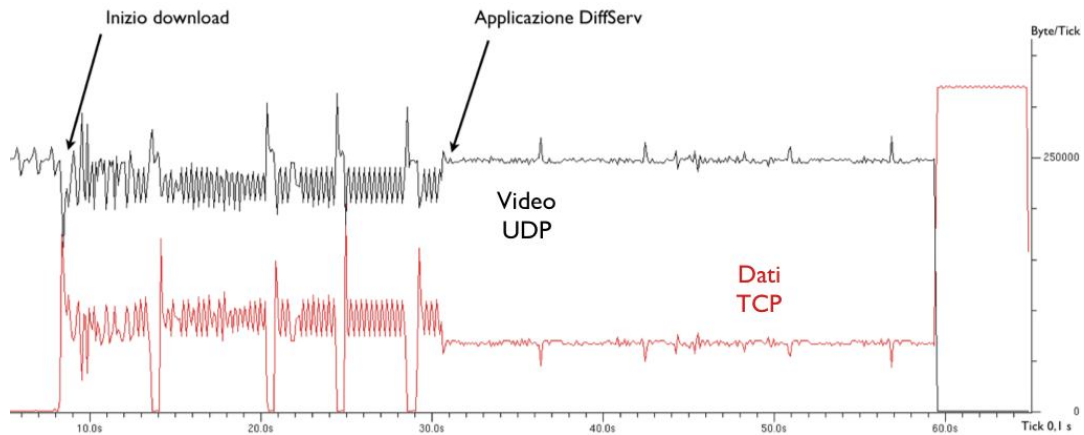


Figura 3 – Ethereal: Grafico dei pacchetti ricevuti con (secondo intervallo) e senza (prima intervallo) etichettatura dei pacchetti DiffServ

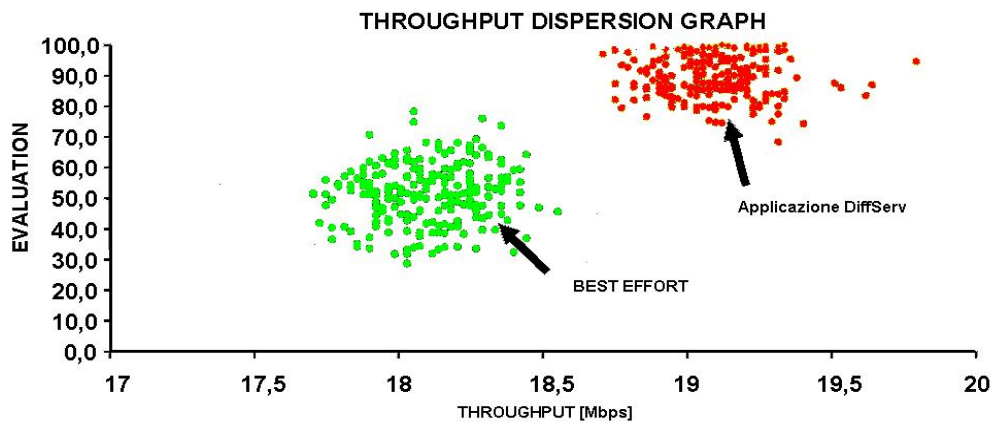


Figura 4: grafico a dispersione del throughput con e senza etichettatura dei pacchetti con tecnica DiffServ

5. Conclusioni

Dalla indagine sulla QoS di servizi HDTV in una rete IP possiamo affermare che i danni al video in alta risoluzione dovuti a link failure e a congestione della rete risultano trascurabili se rimangono distanziati in tempo nel rispetto dei limiti suggeriti nel documento WT-126 del DSL Forum. Risulta invece indispensabile l'implementazione di una forma di etichettatura dei pacchetti per garantire la QoS per poter evitare possibili danni da congestione del collegamento verso l'utente finale quando la banda di accesso è limitata.

Ringraziamenti

Si ringrazia ALCATEL per il DSLAM ADSL2+ e l'Ing. V. Baroncini per la consulenza sulla HDTV e il Prof. V. Eramo (UNIROMA1) per i suggerimenti nell'implementazione del test bed.

Bibliografia

- [1] F. Matteotti, F. Matera, V. Barboncini, G. Tosi Beleffi, G. Del Prete, atti Fotonica 2005, Trani 29 maggio 2005.
- [2] DSL Forum WT-126v0.5 – “Triple-play Service Quality of Experience Mechanism”
- [3] K. Nichols, S. Blake “RFC 2474- Definitions of Differentiated Service Fields in IPv4 and IPv6 Headers” IETF, Tech. Rep. December 1998.