

Resource management for P2P video streaming

L. Chisci¹ T. Pecorella²

¹Dpt. di Sistemi e Informatica
Università di Firenze, Italy.

²Dpt. di Elettronica e Telecomunicazioni
Università di Firenze, Italy.

e-mail: chisci@dsi.unifi.it, tommaso.pecorella@unifi.it

PRIN PROFILES 2nd meeting, September 2007, Ischia



Outline

- 1 Modello
- 2 Variabili osservabili e controllabili
- 3 Obbiettivi
- 4 Gestione delle risorse



Modalità di streaming e tipo di rete

Distribuzione dei flussi

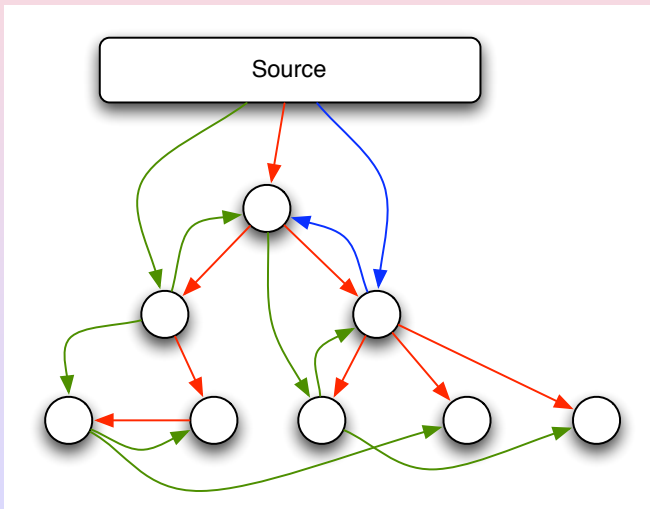
- Video codec: Multiple-Description Coding (MDC) [1]
 - sembra essere la sola soluzione ad alta affidabilità, oltre all'approccio Gnutella-like.
- Architettura di distribuzione: Multiple Tree
 - L'architettura multiple tree è quella più adatta a sfruttare la codifica MDC.

Strategia di scelta dei peer sorgente

- Receiver-driven
 - riduzione della complessità dei nodi sorgente
 - scalabilità



Architettura di distribuzione Multi-Tree



Variabili osservabili

Informazioni disponibili per ciascun peer (misurate o stimate)

Variabili relative ai flussi

Δ_{ji} ritardo accumulato dal flusso nell'attraversare il nodo j verso il nodo i

J_{ji} Jitter accumulato dal flusso nell'attraversare il nodo j verso il nodo i

$B_{res,j}$ banda residua relativa al nodo j

e le relative quantità cumulate (i.e., Delay totale, etc.)

Altre quantità

S_s insieme dei possibili erogatori per ciascun flusso e banda residua di ciascun erogatore



Variabili controllabili

- B_{P2P} Banda allocata all'applicazione P2P (porzione αB_{tot} della banda totale dell'utente)
- B_{in} Banda dedicata alla ricezione (porzione βB_{tot} , $\beta \leq \alpha$, della banda B_{P2P})
- la scelta dei nodi sorgente (i.e., topologia risultante della distribuzione)
 - la scelta di quali flussi MDC rierogare
 - eventuali altri parametri relativi ai flussi in uscita



Obbiettivi

Obbiettivi locali - Ottimizzare la QoS del peer

- ricevere il maggior numero di flussi MDC
- basso Δ_i^{tot} per ciascun flusso
- basso J_i^{tot} per ciascun flusso
- bassa dispersione delle quantità $\Delta_i^{\text{tot}} \pm \alpha J_i^{\text{tot}}$ tra i vari flussi



Obbiettivi

Obbiettivi globali

- incentivare la collaborazione tra i peers
- bilanciare e disaccoppiare i trees
- bilanciamento degli erogatori (non avere troppi erogatori di un solo tipo di flusso)
- limitazione della lunghezza dei trees (minor delay globale)
- 'isolamento' dei churners e 'promozione' degli utenti virtuosi



Due possibili approcci

- $\alpha = \frac{B_{P2P}}{B_{tot}}$, $\beta = \frac{B_{in}}{B_{tot}}$, $\alpha - \beta = \frac{B_{out}}{B_{tot}}$
- N_f : numero di flussi MDC
- B_f : banda di un flusso MDC
- $N = \left\lfloor \frac{\beta B_{tot}}{B_f} \right\rfloor$: numero max. di flussi in ingresso
- $M = \left\lfloor \frac{(\alpha - \beta) B_{tot}}{B_f} \right\rfloor$: numero max. di flussi in uscita

Approccio 1 : **Allocazione di risorse** ($\alpha, \beta \implies N, M$) e **routing**
(scelta dei peers p_1, p_2, \dots, p_N) **disaccoppiati**

Approccio 2 : **Allocazione di risorse** e **routing congiunti**



Allocazione di risorse ottimale

$$\min_{\alpha, \beta} \left[f_1 \left(1 - \frac{B_{tot}}{N_f B_f} \beta \right) + f_2(\beta) + f_3(\alpha - \beta) \right]$$

subject to

$$\beta \geq \frac{B_f}{B_{tot}} \quad \text{il peer riceve almeno un flusso MDC}$$
$$\beta \leq \alpha \leq 1$$
$$\beta \leq \frac{N_f B_f}{B_{tot}} \quad \text{il peer riceve al massimo } N_f \text{ flussi MDC}$$

- $f_1(\cdot)$ penalizza la deviazione dalla qualità ottima di riproduzione
- $f_2(\cdot)$ penalizza i *free runners*
- $f_3(\cdot)$ penalizza l'allocazione di risorsa alla rete P2P



Routing ottimale

- Dato $N \leq N_f$ come risultato dell'allocazione ottima, determinare gli N peer sorgente p_1, p_2, \dots, p_N che soddisfino opportuni vincoli e minimizzino la funzione di costo

$$c(p_1, p_2, \dots, p_N) = c_1 \text{ avg}(\text{delay}) + c_2 \text{ stdev}(\text{delay}) \\ + c_3 \text{ avg}(\text{youngness})$$

- la metrica **youngness**, da minimizzare, misura l'affidabilità del peer attraverso la durata t della sua connessione, ad es. $y = Ke^{-t/\tau}$
- I vincoli riguardano l'insieme di nodi ammissibili condizionato al grado di contribuzione del peer alla rete (parametro $\alpha - \beta$)



Allocazione Risorse/Routing congiunto

Determinare $\alpha, \beta, p_1, p_2, \dots, p_N$ che soddisfino opportuni vincoli e minimizzino la funzione di costo

$$c(\alpha, \beta, p_1, \dots, p_N) = f_1 \left(1 - \frac{B_{tot}}{N_f B_f} \beta \right) + f_2(\beta) + f_3(\alpha - \beta) \\ + c_1 \text{ avg}(\text{delay}) + c_2 \text{ stdev}(\text{delay}) + c_3 \text{ avg}(\text{youngness})$$



Sviluppi futuri

- Scelta degli indici di prestazione locali e globali
- Approccio basato sulla teoria dei giochi ?
- Simulazione della rete: quali tools ?



Bibliografia



I. Lee and L. Guan, “Reliable video communication with multi-path streaming using MDC,” in *Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005. IEEE International Conference on*, 2005.

