



Università degli Studi di Bergamo



**DIP. DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE E
METODI MATEMATICI**

RETI INTERNET MULTIMEDIALI

Esercitazione 4

Esercizio 1

- Data una sorgente che genera simboli da un alfabeto $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ con probabilità

$$P(X = k) = \frac{\alpha}{2^k}$$

- Domande
 - Si determini il valore di α
 - Si calcoli l'entropia di X , $H(X)$.
 - Si trovino il codice di Huffman e Binario della sorgente X
 - Si calcoli l'efficienza del codice di Huffman rispetto al codice Binario

Esercizio 2

- Data una sorgente che genera simboli da un alfabeto $X=\{A,B,C\}$ con probabilità

Simbolo	A	B	C
Probabilità	0.5	$0.4 - \varepsilon$	$0.1 + \varepsilon$

dove ε è un parametro reale appartenente all'intervallo $[0; 0.4]$.

- Domande
 - Si determini il valore di ε in $[0; 0.4]$ che massimizza l'entropia $H(X)$.
 - Si calcolino il codice di Huffman e Binario della sorgente con il valore di ε trovato al punto precedente
 - Si calcoli l'efficienza del codice di Huffman rispetto al codice Binario

Esercizio 3 (1/2)

- Si supponga che due utenti (Alice e Bob) siano collegati alla rete Internet attraverso linee dedicate con le seguenti caratteristiche:
 - Capacità in uplink della linea di Alice pari a 500 kb/s in uplink
 - Capacità in uplink della linea di Bob pari a 250 kb/s
 - Ritardo di 3 ms (equivalente per entrambe le linee)
- Si supponga inoltre che i due utenti abbiano stabilito una connessione VPN in grado di fornire una capacità di downlink complessiva pari a 2 Mb/s ad Alice e 1 Mb/s a Bob.
- La backbone VPN introduce un ritardo aggiuntivo di 10 ms rispetto al ritardo di trasmissione dei pacchetti

Esercizio 3 (2/2)

- Entrambi gli utenti utilizzano un sistema VoIP avente le seguenti caratteristiche
 - Codec G.711 (bitrate 64 kb/s)
 - Intervallo di pacchettizzazione pari a 20 ms
 - Ritardo di elaborazione dovuto alla codifica pari a 30 ms
- Supponendo di voler garantire che Bob percepisca un MOS > 4.2 si calcoli:
 - Il massimo ritardo di trasmissione accettabile
 - Il ritardo di trasmissione end-to-end
 - Il massimo ritardo di playout accettabile

Esercizio 4

- Assumendo di voler condividere la connessione VPN dell'esercizio precedente tra più utenti con le caratteristiche di Alice e Bob, si calcoli il numero massimo di flussi unidirezionali da Alice a Bob che possono essere instradati sul collegamento VPN utilizzando i seguenti approcci
 - Allocazione deterministica
 - Allocazione deterministica con Dual Leaky Bucket (DLB). Si ipotizzi che attraverso l'utilizzo di un algoritmo di soppressione dei silenzi, il rate medio misurato in un intervallo di tempo pari a 1 s sia pari al 50% del rate di picco. Inoltre Alice trasmette solo per $\frac{1}{4}$ del tempo totale al rate massimo.

Esercizio 5

- Un Leaky Bucket(LB) con capacità del buffer dei pacchetti pari a 1.5 Mb e un rate medio di servizio (velocità media di trasmissione) pari a 2 Mb/s è posto in serie a un Token Bucket con capacità del buffer dei tokens pari a 1 Mb, rate massimo di servizio (velocità massima di trasmissione) pari a 4 Mb/s, rate medio (velocità media di generazione dei tokens) pari a 2 Mb/s e capacità del buffer dei pacchetti pari a 8 Mb riceve dati da una sorgente che genera traffico a 5 Mb/s per 2 s.
- Ipotizzando che entrambi i sistemi abbiano il buffer dei token vuoto all'arrivo del primo pacchetto, si calcolino:
 - il profilo di traffico in uscita dal sistema complessivo (TB+LB)
 - il rate medio di servizio sperimentato dalla sorgente di traffico
 - la percentuale di pacchetti persi
- Si eseguano nuovamente i calcoli precedenti nell'ipotesi che il buffer dei pacchetti del LB abbia capacità di 4 Mb e rate medio di servizio pari a 3 Mb/s

Esercizio 6

- Dato l'alfabeto seguente generato da una sorgente X

Simbolo	A	B	C	D	E	F	G	H
Occorrenze	40	20	10	10	5	5	5	5

- Si calcolino
 - L'entropia della sorgente $H(X)$
 - Il codice di Huffman
 - Il codice Binario
 - L'efficienza del codice di Huffman rispetto al codice Binario
 - L'automa a stati finiti che implementa la decodifica del codice di Huffman
 - Dati i codici precedenti si codifichi la stringa "ABFACC"