

PISSIR: ESERCIZI IN PREPARAZIONE DELL'ESAME DI TEORIA

1. Data link layer

Esercizio 1

Elencate almeno tre servizi/funzionalità che possono essere offerti da un protocollo di collegamento.

Sol

Le funzionalità offerte sono il framing, la gestione dell'accesso al link, la consegna affidabile dei dati e la rilevazione e correzione degli errori. Vedere la Sezione 5.1 del libro Kurose&Ross per i dettagli.

Esercizio 2

Cos'è l'indirizzo MAC e quando viene utilizzato? Esattamente un indirizzo MAC a cosa è associato in modo univoco? Quali differenze esistono tra l'indirizzo MAC e l'indirizzo IP, in particolare rispetto alla struttura (o formato) dell'indirizzo e rispetto alla mobilità di un nodo.

Sol

L'indirizzo MAC viene usato per identificare i nodi a livello di collegamento. Più propriamente l'indirizzo MAC è associato in modo univoco a ciascuna scheda di rete. L'indirizzo IP ha una struttura gerarchica, mentre l'indirizzo MAC ha una struttura piatta. L'indirizzo MAC rimane invariato indipendentemente dalla rete a cui un nodo si collega, a differenza dell'indirizzo IP che cambia.

Esercizio 3

Data la sequenza di bit sottostante:

S=00101010101000011111

Indicate una possibile sequenza di bit trasmessa su un canale di comunicazione non affidabile nel caso si adotti una tecnica di controllo di parità pari:

- a) a singolo bit;
- b) bidimensionale.

Quale vantaggio fornisce la tecnica bidimensionale?

Sol

a) Nel controllo a parità pari (o dispari) si aggiunge un bit alla sequenza originaria tale che il numero complessivo di 1 sia pari (o dispari). Pertanto si ottiene: $S' = 00101010101000011111\ 0$

b) Assumendo di disporre la sequenza originaria S in una matrice 4X5 ed orlandola con i bit di parità pari si ottiene:

0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1
					0
0	0	0	0	0	0

La tecnica bidimensionale permette di rilevare e correggere errori su un singolo bit.

Esercizio 4

A cosa serve un protocollo di accesso al mezzo? Descrivete le caratteristiche ideali che dovrebbe avere un tale protocollo. Elencate almeno tre protocolli (o loro classi) e specificate per ognuno quali caratteristiche ideali possiede.

Esercizio 5

Considerate due stazioni A e B che comunicano a 1 Gbps adottando il protocollo 802.3. In questo caso quanto vale il bit-time?

Assumendo l'occorrenza di tre collisioni consecutive, descrivete una possibile sequenza temporale di scambio dei messaggi tra i nodi.

Sol

Il bit-time è il tempo necessario a trasmettere un singolo bit e può essere calcolato come l'inverso della velocità di trasmissione sul canale. In questo caso quindi il bit time vale $10^{-9}\text{ s} = 1\text{ ns}$.

Nel protocollo 802.3 in caso di collisione si usa l'algoritmo di exponential backoff per decidere quando ritrasmettere il messaggio. Ogni nodo trasmette dopo un tempo d'attesa pari a $512 \cdot \text{bit_time} \cdot K$ dove K è un numero casuale selezionato nell'intervallo $[0 \dots 2^{m-1}]$ con m il numero di collisioni verificatesi. Pertanto dopo la prima collisione i nodi scelgono nell'intervallo di valori $[0..1]$, alla seconda collisione nell'intervallo $[0..3]$ e alla terza tra $[0..7]$. Sapendo che sono avvenute 3 collisioni

consecutive possiamo derivare che alla prima e seconda estrazione i due nodi hanno selezionato lo stesso valore K , supponiamo per semplicità $K_1=K_2=1$ con K_i il valore estratto dal nodo i . Alla terza estrazione vengono estratti due valori diversi, ad esempio $K_1=0$ e $K_2=1$. Supponendo che la prima collisione avvenga a $t_0=0$ s, la seconda avviene a $t_1=512$ ns e la terza a $t_2=1024$ ns. A questo punto il nodo 1 trasmette subito il proprio frame, mentre il nodo 2 lo spedisce a $t_3=1536$ ns.

2. Wireless Networks

Esercizio 1

Illustrate le differenze fra le modalità *infrastruttura* e *senza infrastruttura* (ad-hoc network).

Esercizio 2

Considerate cinque stazioni wireless A, B, C, D ed E. La stazione A può comunicare con tutte le altre. La stazione B può comunicare con A, C ed E. La stazione C può comunicare con A, B e D. La stazione D può comunicare con A, C ed E. Infine la stazione E può comunicare con A, D e B.

1. Quando la stazione A trasmette a B, quali altre comunicazioni sono possibili?
2. Quando la stazione B trasmette a A, quali altre comunicazioni sono possibili?
3. Quando la stazione B trasmette a C, quali altre comunicazioni sono possibili?

SOL

1. Poiché tutte le stazioni ricevono i messaggi inviati da A, nessun'altra comunicazione è possibile altrimenti ci sarebbero delle collisioni in ricezione.
2. I pacchetti spediti da B sono rilevati da E, A e C, ma non D. Di conseguenza E può inviare a D, o in alternativa A può inviare a D o in alternativa C a D, allo stesso tempo della comunicazione da B ad A.
3. Analogo al punto precedente.

Esercizio 3

Quali sono le differenze fra i seguenti tipi di deterioramenti di segnali trasmessi su canali wireless:

1. path loss;
2. multipath propagation;
3. interferenze con altre sorgenti.

SOL

Vedere la Sezione 6.2 del libro Kurose&Ross per i dettagli.

Esercizio 4

Supponete ci siano due ISP che forniscono accesso WiFi dove ogni ISP adotta il suo access point con il proprio blocco di indirizzi IP.

1. Assumete che accidentalmente ciascun ISP ha configurato il proprio access point per operare sul canale 11. In tal caso la comunicazione tramite il protocollo 802.11 è totalmente compromessa? Discutete cosa accade quando due stazioni associate a differenti ISP tentano di trasmettere contemporaneamente.
2. Ora assumete che gli access point operino su canali diversi. Come cambia la precedente risposta?

SOL

1. Nel caso gli access point operino sullo stesso canale la comunicazione non è totalmente compromessa, i nodi semplicemente ignorano messaggi provenienti dalla rete dell'altro ISP, ma saranno possibili collisioni tra le stazioni associate ai differenti access point, limitando la velocità di trasmissione delle due reti.
2. Le due reti possono operare indipendentemente fra loro. Messaggi spediti simultaneamente sulle reti con access point diversi non comporteranno collisioni.

Esercizio 5

Illustrare le similitudini e le differenze fra i protocolli 802.3 e 802.11.

SOL

Entrambi prevedono l'ascolto del canale prima di trasmettere, in 802.3 è possibile identificare una collisione rilevando un picco di energia sul canale e quindi interrompere immediatamente la trasmissione. Al contrario in 802.11, date le caratteristiche della trasmissione wireless, non è possibile rilevare in tal modo le collisioni, perciò il nodo ricevente deve inviare un ack al nodo che ha trasmesso per informarlo della corretta spedizione.

Entrambi usano l'algoritmo di exponential backoff per selezionare il tempo di attesa prima della ritrasmissione del frame, tuttavia in 802.3 tale tempo è conteggiato indipendentemente dall'uso del canale da parte degli altri nodi, mentre in 802.11 il tempo è conteggiato solo quando il canale è inutilizzato.

Esercizio 6

Considerate due stazioni A e B che comunicano su un canale condiviso tramite la tecnica CDMA.

1. Se la chip sequence di A è $S_A = \{1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1\}$ come risulterà la codifica della sequenza di bit 101?
2. Assumendo che A e B vogliono trasmettere contemporaneamente sullo stesso canale e che A usi la chip sequence S_A precedentemente indicata, indicate una possibile chip sequence S_B valida per la stazione B.

SOL

1. La codifica di 101 è :

{1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1}

2. E' necessario determinare un S_B tale che $S_A * S_B = 0$ dove $*$ denota il prodotto scalare (riga per colonna) tra le sequenze. Osservando che la somma dei valori di S_A è nulla basta selezionare $S_B = \{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\}$.

3. Mobility in Networks

Esercizio 1

Descrivete nel dettaglio i passi numerati nella Figura 1. Quale tipo di instradamento è rappresentato nella figura? Specificate i/il punto/i nella comunicazione dove si utilizza la tecnica di tunneling.

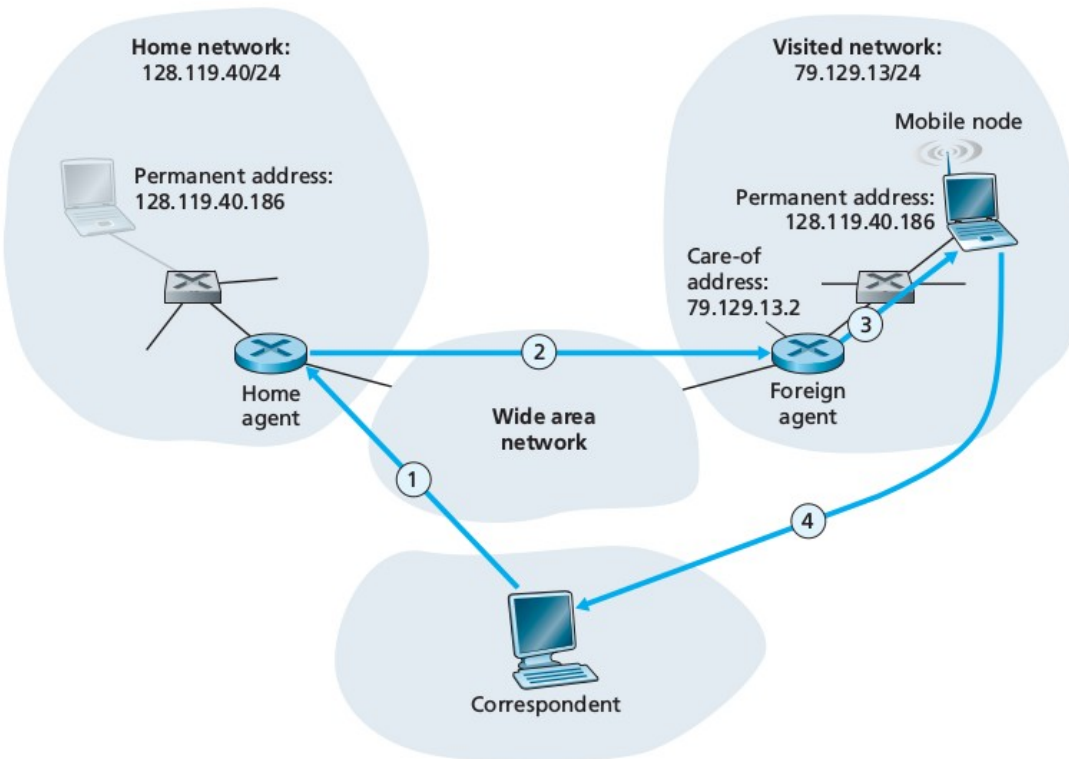


Figura 1 Instradamento ad un nodo mobile.

SOL

- 1) Il corrispondente invia i messaggi all'indirizzo permanente del nodo mobile, tali messaggi sono inoltrati all'home network del nodo mobile.
- 2) L'home agent intercetta questi messaggi, controlla che il nodo mobile sia in una visited network e, in tal caso, inoltra i messaggi al care-of-address (COA) della visited network. L'inoltro avviene tramite tunneling: i messaggi originari sono incapsulati come payload di un altro messaggio con indirizzo di destinazione il COA

- 3) Il foreign agent all'altra estremità del tunnel riceve ed estrae il messaggio originario che viene infine inoltrato al nodo mobile
- 4) Il nodo mobile riceve il messaggio e risponde direttamente al corrispondente

Esercizio 2

Descrivete come cambia la Figura 1 se ipotizziamo che anche il nodo corrispondente sia mobile, connesso ad una visited network e usi un instradamento diretto.

SOL

In tal caso il nodo mobile invierà la sua risposta usando il permanent address del corrispondente. Il nodo mobile attraverso il suo agente chiederà l'attuale COA alla home network del corrispondente, ottenuta questa informazione i messaggi verranno spediti direttamente al corrispondente indirizzandoli al COA precedentemente ottenuto.

Esercizio 3

Quali sono le funzionalità/servizi forniti dal protocollo IP mobile? Riuscite a trovare delle analogie tra (alcuni) servizi di IP mobile e le modalità attivo/passiva del protocollo 802.11?

Esercizio 4

Descrivere le principali differenze architetturali tra la rete cellulare 3G rispetto a quella 4G.

Esercizio 5

Spiegate cos'è la procedura di handoff, quando può essere richiesta ed in quali condizioni permette di non interrompere una connessione stabilita a livello di trasporto.

4. Multimedia networking

Esercizio 1

Si assuma che Victor Video guardi un video di 4 Mbps, Facebook Frank una nuova immagine da 100 Kbyte ogni 20 secondi e Martha Music stia ascoltando audio in streaming a 200 kbps. Calcolare il consumo di banda delle diverse applicazioni multimediali durante un periodo complessivo di 4000 sec.

SOL

Victor: $4 \text{ Mbps} * 4000 \text{ s} = 2 \text{ GB}$

Frank: $100 * 8 / 20 = 40 \text{ Kbps} * 4000 \text{ s} = 20 \text{ MB}$

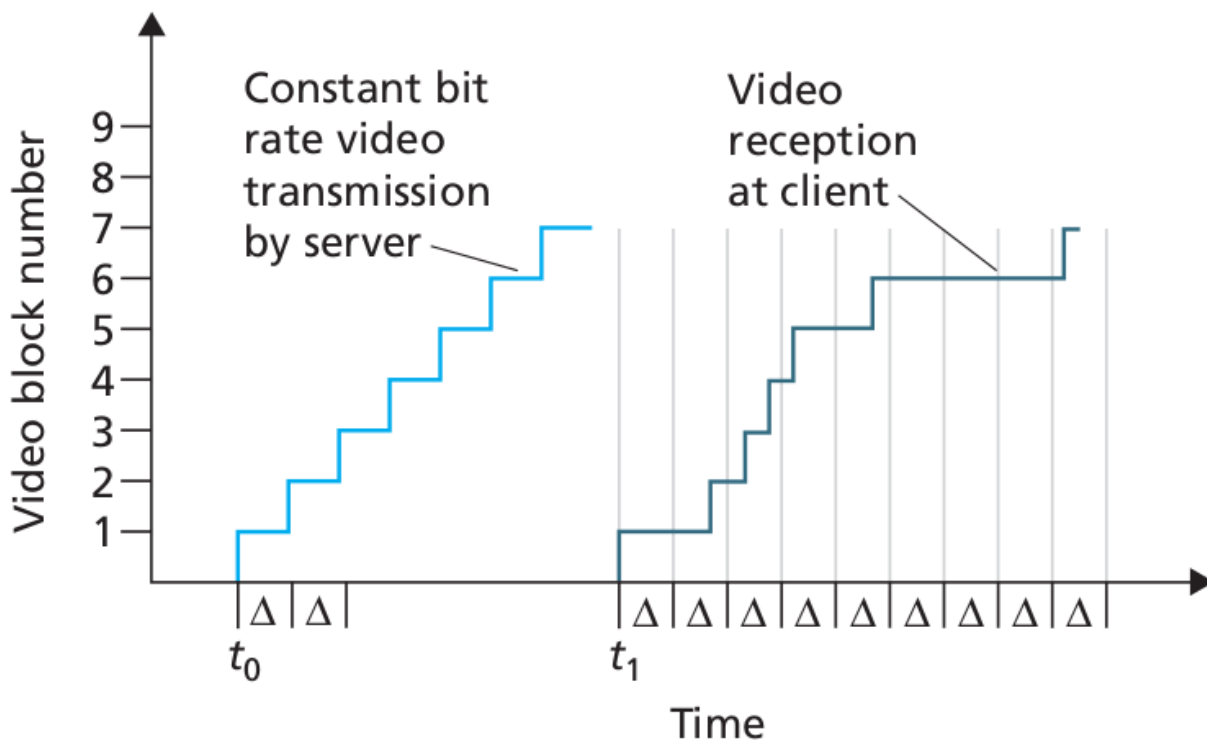
Martha: $200 \text{ Kbps} * 4000 \text{ s} = 100 \text{ MB}$

Esercizio 2

Considerate la figura riportata di seguito. Supponete che il video sia codificato a un bit rate fisso e che quindi ogni blocco del video contenga frame che vengono riprodotti nella stessa quantità di tempo, Δ . Il server trasmette il primo blocco video al tempo t_0 , il secondo blocco al tempo $t_0 + \Delta$, il terzo a $t_0 + 2\Delta$ e così via. Quando il client inizia la riproduzione, ogni blocco dovrebbe essere riprodotto Δ unità di tempo dopo quello precedente.

(a) Supponete che il client inizi la riproduzione non appena arriva il primo blocco al tempo t_1 . Nella figura sottostante, quanti blocchi video, compreso il primo, arriveranno al client in tempo per essere riprodotti? Spiegate il ragionamento che avete fatto.

(b) Supponete ora che il client inizi la riproduzione al tempo $t_1 + \Delta$. Quanti blocchi video, compreso il primo, arriveranno al client in tempo per essere riprodotti? Spiegate il ragionamento che avete fatto.



SOL

(a) I frame vengono riprodotti appena il primo di essi arriva al tempo t_1 . Da tale istante in poi i frame verranno riprodotti ai tempi $t_1 + \Delta$, $t_1 + 2\Delta$, ecc. Pertanto dalla figura si vede che solo i frame numerati 1, 4, 5 e 6 arriveranno prima del loro effettivo tempo di riproduzione.

(b) Iniziando a riprodurre $t_1 + \Delta$ tutti i frame eccetto il 7 arriveranno prima del loro effettivo tempo di riproduzione.

Esercizio 3

Riprendete il semplice modello di streaming HTTP mostrato nella Figura 7.3 del libro, nel quale B denota la grandezza del buffer dell'applicazione client e Q denota il numero di bit che deve essere memorizzato nel buffer prima che l'applicazione client inizi la riproduzione. Sia r inoltre il tasso di consumo del video. Assumete che il server invii bit a un tasso costante finché il buffer del client non sia pieno.

(a) Supponete $x < r$. Come discusso nel testo, in questo caso la riproduzione avrà periodi alternati di continuità e di blocco. Determinate la lunghezza di questi due tipi di periodi, in funzione di Q , r , e x .

(b) Supponete ora $x > r$. A quale tempo t_1 il buffer dell'applicazione client si riempie?

SOL

(a) Durante il periodo di riproduzione, il buffer inizia con Q bit che vengono consumati ad un tasso $r-x$. Quindi dopo $Q/(r-x)$ s. il buffer diventerà vuoto e il tempo di riproduzione con continuità sarà appunto $Q/(r-x)$ s. Dopo che il buffer si è svuotato, inizierà a riempirsi con tasso x per un periodo Q/x s. prima di ricominciare a riprodurre. Il periodo di blocco durerà quindi Q/x s.

(b) Il tempo necessario affinché il buffer abbia Q bit è Q/x s. Il tempo per poi riempirlo aggiungendo altri $B-Q$ bit è $(B-Q)/(x-r)$ s. Quindi il tempo in cui il buffer si riempirà è $Q/x + (B-Q)/(x-r)$ s.

Esercizio 4

Considerate un sistema DASH con N versioni video, a N bit rate e qualità diversi, e N versioni audio, a N bit rate e qualità diversi. Supponete di voler dare la possibilità all'utente di scegliere in ogni istante quale delle N versioni video e audio voglia.

(a) Se i file che creiamo mescolano audio e video, in modo che il server invii solo uno stream in un dato istante, quanti file deve memorizzare il server (ognuno a un URL diverso)?

(b) Se invece il server invia separatamente gli stream audio e video e il client li sincronizza, quanti file deve memorizzare il server?

SOL

(a) Servono memorizzare tutte le combinazioni di video e audio alle diverse qualità, quindi $N*N$ file

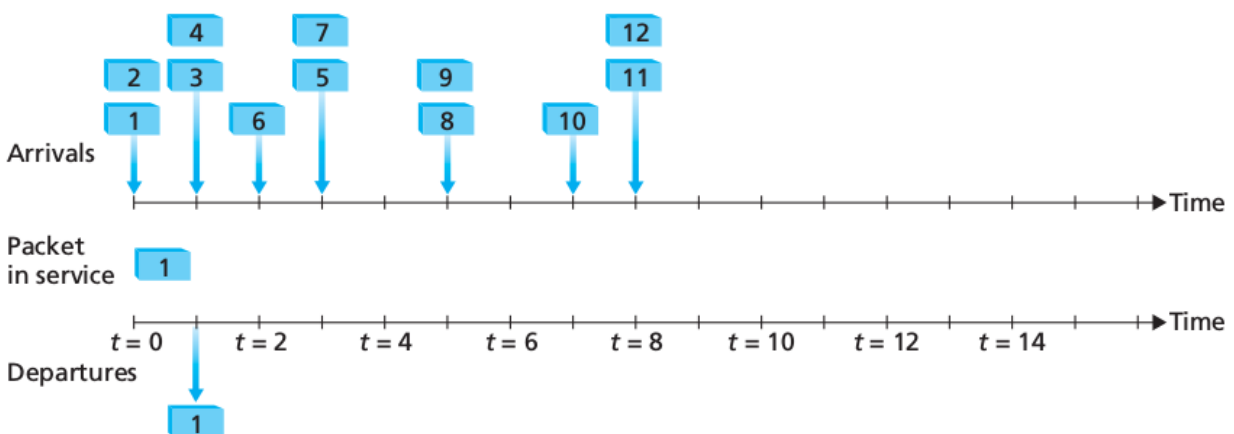
(b) Con stream separati basta memorizzare $2*N$ file sarà poi il client ad integrare e sincronizzare gli stream audio e video selezionati.

Esercizio 5

Considerate la sottostante figura che descrive l'arrivo di una sequenza di pacchetti in coda. Assumendo che al più un solo pacchetto può lasciare la coda in ogni slot di tempo, rispondete alle seguenti domande:

(a) Assumendo un servizio FIFO, indicate l'istante in cui i pacchetti da 2 a 12 lasciano la coda. Per ciascun pacchetto, qual è il ritardo tra l'arrivo e l'inizio dello slot nel quale viene trasmesso? Qual è la media di questo ritardo su tutti e 12 i pacchetti?

(b) Assumete ora un servizio a priorità: i pacchetti con numero dispari sono ad alta priorità, mentre quelli con numero pari a bassa priorità. Indicate l'istante in cui i pacchetti da 2 a 12 lasciano la coda. Per ciascun pacchetto, qual è il ritardo tra l'arrivo e l'inizio dello slot nel quale viene trasmesso? Qual è la media di questo ritardo su tutti e 12 i pacchetti?



SOL

(a)

Pacchetto	Tempo di inizio trasmissione (inizio slot)	Ritardo
1	0	0
2	1	1
3	2	1
4	3	2
5	5	2
6	4	2
7	6	3

8	7	2
9	8	3
10	9	2
11	10	2
12	11	3
Ritardo medio		1.916

(b)

Pacchetto	Tempo di inizio trasmissione	Ritardo
1	0	0
2	2	2
3	1	0
4	6	5
5	3	0
6	7	5
7	4	1
8	9	4
9	5	0
10	10	3
11	8	0
12	11	3
Ritardo medio		1.916