HY-335a ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Σειρά Ασκήσεων 5 - MAC Layer

Deadline: 30/12/2023
Professor: Maria Papadopouli
TA: Yannis Fotis
E-mail : ifotis@csd.uoc.gr

Solutions

1. [10 μονάδες] Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα χρησιμοποιώντας το πολύ 4-5 προτάσεις:

α) Έστω ένα LAN που συνδέει N συσκευές. Υπάρχουν συνθήκες υπό τις οποίες ένα TDM πρωτόκολλο να έχει μεγαλύτερη αποδοτικότητα από ένα CSMA/CD; Αν ναι, περιγράψτε τις συνθήκες και εξηγήσετε τις επιπτώσεις τους; Αν όχι, γιατί;

Ναι, όταν *όλοι* οι κόμβοι του δικτύου έχουν μεγάλο φόρτο πακέτων να στείλουν (συνεχώς στο χρόνο), το TDMA πρωτόκολλο έχει μεγάλη αποδοτικότητα, γιατί ελάχιστες χρόνο-θυρίδες θα είναι άδειες, ενώ στο CSMA/CD θα υπάρχουν πολλές συγκρούσεις, οι οποίες μειώνουν την αποδοτικότητα.

β) Έστω ένα LAN που συνδέει N συσκευές. Υπάρχει μόνο ένας κόμβος με μεγάλο φόρτο ενώ οι υπόλοιποι έχουν μικρό φόρτο. Αν τα πιθανά πρωτόκολλα είναι το pure ALOHA και το time-division multiplexing (TDM), ποιό από τα δύο πρέπει να επιλεχθεί για να έχουμε τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα;

Σε αυτή τη περίπτωση θα ήταν πιο αποδοτική η χρήση του pure ALOHA, αφού δεν αναγκάζει τον κόμβο με τον μεγάλο φόρτο να περιμένει την σειρά του, επιτρέποντάς του να στέλνει πιο συχνά τα πακέτα του.

2. [5 μοναδες] Μετά την $6^η$ σύγκρουση (collision) ενός πακέτου που μεταδίδει μία συσκευή σε ένα Ethernet, ποιά η πιθανότητα η συσκευή να μπει σε αναμονή (backoff) για χρόνο D, μικρότερο από 16 t, όπου t=51.2 μs

Το K επιλέγεται από το σύνολο { 1, 2, 3, … , 2^6-1} = {1, 2, 3, … , 63}, κι άρα η ζητούμενη πιθανότητα είναι P(K<16)=16/64=0.25.

3. [20 μονάδες] Έστω δύο κόμβοι A,B συνδεδεμένοι στο Ethernet με ένα μόνο πακέτο να στείλει ο καθένας (δεν υπάρχουν άλλοι κόμβοι που θέλουν να στείλουν πακέτο). Η ταυτόχρονη μετάδοση αυτών των πακέτων θα οδηγήσει σε packet loss, και οι συσκευές A και B θα ξανα προσπαθήσουν, αφού πρώτα μπουν σε backoff.

α) Δεδομένου ότι τα πακέτα των κόμβων μόλις συγκρούστηκαν, ποιά η πιθανότητα να συμβούν 3 *ακόμα* διαδοχικές συγκρούσεις (χωρίς ενδιάμεσες περιόδους σιωπής); Ποιός είναι ο μέγιστος αριθμός περιόδων/slots "σιωπής" που μπορούμε να δούμε στο κανάλι μετά από την αρχική και τις 3 αυτές συγκρούσεις (4 συνολικά συγκρούσεις); (5/10 μοναδες)

P(2η σύγκρουση|Υπήρξε σύγκρουση στην πρώτη μετάδοση, και δεν μεσολάβησε περίοδος σιωπής) = $P(K_{A1}=0)*P(K_{B1}=0)$ = (1/2)*(1/2) αφού το σετ των πιθανών K: {0, 1}
P(3η σύγκρουση | Δεν μεσολάβησε περίοδος σιωπής στο κανάλι μετά την πρώτη σύγκρουση) = $P(K_{A2}=0)*P(K_{B2}=0)$ = (1/4)*(1/4) αφού το σετ των πιθανών επιλογών K: {0,1,2,3}, αλλά γνωρίζουμε οτι ΔΕΝ μπορει να υπάρξει περίοδος σιωπής

P(4η σύγκρουση| Δεν μεσολάβησε περίοδος σιωπής στο κανάλι μετά την πρώτη σύγκρουση) = $P(K_{A3}=0)*P(K_{B3}=0)$ = (1/8)*(1/8)

αφού το σετ των πιθανών K: {0,1,2,3,4,5,6,7}
Άρα P(3ων διαδοχ. συγκρ.) = P(1η σύγκρουση) * P(2η σύγκρουση) *P(3η σύγκρουση) =
$=(1/2)^2 \times (1/4)^2 \times (1/8)^2 = 0.0000244$ ή 0.00244%

Αφού συμβούν οι 3 συγκρούσεις, το σετ των K θα είναι $\{1, 2, 3,...,2^4-1\} = \{1, 2, 3, \dots , 15\}$. Αν λοιπόν κατά την διάρκεια του exponential backoff οι κόμβοι επιλέξουν $K_{A4}=15$ και $K_{B4}=15$, θα έχουμε 15 περιόδους σιωπής.

β) Ποιά από τις παρακάτω ακολουθίες είναι δυνατόν να συμβεί; Εντοπίστε το λάθος στην ακολουθία που είναι αδύνατη. (5 μοναδες)

<u>Ακολουθία 1:</u>
Περίοδος 0: Οι A και B στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 1: Οι A και B στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 2: Οι A και B στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 3: Ο A σιωπά, ο B στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.
Περίοδος 4: Ο A στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.

<u>Ακολουθία 2:</u>
Περίοδος 0: Οι A και B στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 2: Οι A και B σιωπούν → idle κανάλι.
Περίοδος 2: Οι A και B σιωπούν → idle κανάλι.
Περίοδος 3: Ο A σιωπά, ο B στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.
Περίοδος 4: Ο B σιωπά, ο A στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.

Ακολουθία 1: ΔΥΝΑΤΗ
Περίοδος 0: Οι Α και Β στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 1: Οι Α και Β στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 2: Οι Α και Β στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 3: Ο Α σιωπά, ο Β στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.
Περίοδος 4: Ο Α στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.

Ακολουθία 2: ΑΔΥΝΑΤΗ
Περίοδος 0: Οι Α και Β στέλνουν το πακέτο τους → σύγκρουση.
Περίοδος 2: Οι Α και Β σιωπούν → idle κανάλι.
Περίοδος 2: Οι Α και Β σιωπούν → idle κανάλι. → ΛΑΘΟΣ: $K_A>1$, $K_B>1$, ενώ K= 0 ή 1
Περίοδος 3: Ο Α σιωπά, ο Β στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.
Περίοδος 4: Ο Β σιωπά, ο Α στέλνει πακέτο → επιτυχής μετάδοση.

4. [20 μονάδες] Υποθέστε ότι οι κόμβοι Α και Β βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο εκπομπής 10 Mbps και η καθυστέρηση διάδοσης μεταξύ των δύο κόμβων είναι 325 bit times. Υποθέστε ότι για αυτό το δίκτυο εκπομπής χρησιμοποιούνται τα πακέτα CSMA/CD και Ethernet. Υποθέστε ότι ο κόμβος Α αρχίζει να μεταδίδει ένα πακέτο και πριν το τελειώσει, ο κόμβος Β αρχίζει να μεταδίδει ένα πλαίσιο.

Μπορεί ο Α να τελειώσει τη μετάδοση πριν αντιληφθεί ότι ο Β έχει μεταδώσει; Γιατί ή γιατί όχι; Εάν η απάντηση είναι ναι, τότε ο Α λανθασμένα πιστεύει ότι το πλαίσιό του μεταδόθηκε επιτυχώς χωρίς σύγκρουση.

Υπόδειξη: Υποθέστε ότι στο χρόνο t=0 bits, ο Α αρχίζει να μεταδίδει ένα πακέτο. Στη χειρότερη περίπτωση, ο Α μεταδίδει ένα πακέτο ελάχιστου μεγέθους 512+64 bit times. Έτσι ο Α θα τελείωνε τη μετάδοση του πακέτου στο χρόνο t=512+64 bit times. Έτσι, η απάντηση είναι όχι, αν το σήμα του Β φτάσει στον Α πριν από το χρόνο t=512+64 bit times. Στη χειρότερη περίπτωση, πότε φτάνει το σήμα του Β στον Α;

Για t=0 ο Α εκπέμπει.

Για t=576, ο Α τελειώνει την εκπομπή.

Στη χειρότερη περίπτωση, ο Β ξεκινά να εκπέμπει για t=324, που είναι ακριβώς πριν το πρώτο bit του πακέτου του Α φτάσει στον Β.

Για t=324+325=649 το πρώτο bit του Β φτάνει στον Α.

Αφου 649 > 576, ο Α σταματάει να μεταδίδει πρίν εντοπίσει την μετάδοση του Β. Έτσι, ο Α λανθασμένα θεωρεί ότι έκανε επιτυχημένη μετάδοση.

5. [10 μονάδες] Συμπληρώστε τα error-detection and -correction (EDC) bits στις παρακάτω περιπτώσεις:

α) parity bit(s) για τα παρακάτω datagrams:

i) D=010001101110

ii)D=01100110
01000110
00000001
00000100

i) D=010001101110 **0**

ii)D=01100110 **0**
01000110 **1**
00000001 **1**
00000100 **1**
00100101 1

β) CRC check bits για D=10110010 και R=1001.

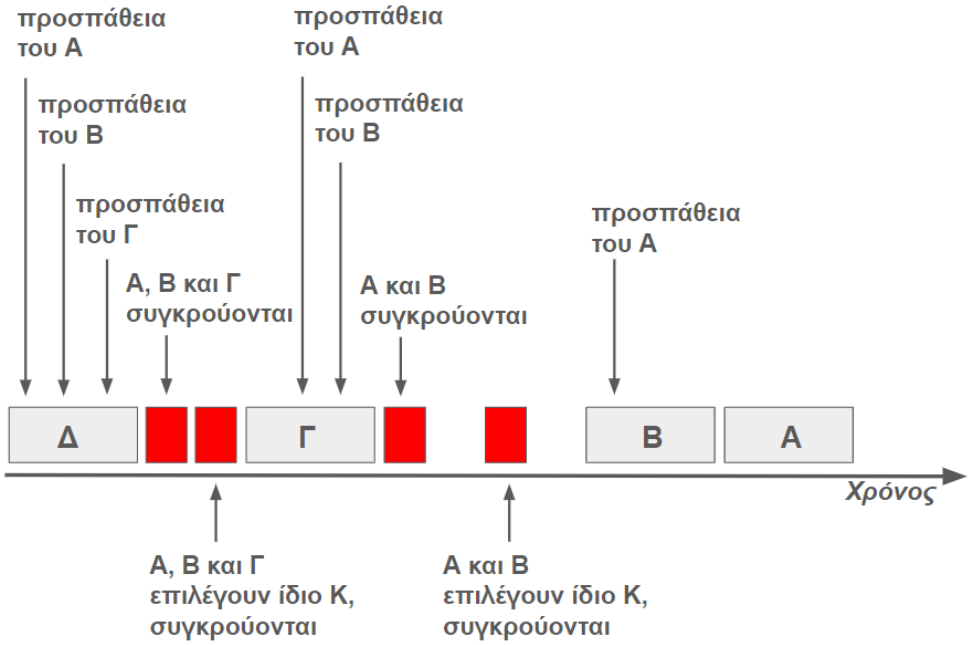
```
10110010000
1001
-------
 0100
 0000
 -------
  1000
  1001
  -------
   0011
   0000
   -------
    0110
    0000
    -------
     1100
     1001
     -------
      1010
      1001
      -------
       0110
       0000
       -------
        110
```

Transmitted value is: 10110010**110**

6. [10 μονάδες] Έστω οτι τρεις κόμβοι Α, Β και Γ διενεργούν όλοι την πρωτη τους ανίχνευση φέροντος σήματος ως μέρος μιας απόπειρας μετάδοσης, ενώ ένας τέταρτος σταθμός Δ μεταδίδει. Σχεδιασετε ενα χρονοδιάγραμμα που δειχνει μια πιθανή ακολουθία μεταδόσεων, προσπαθειών και συγκρούσεων, και επιλογών εκθετικής υποχώρησης. Το χρονοδιάγραμμά σας θα πρέπει επίσης να ικανοποιεί τα εξής κριτήρια:

1) οι αρχικές προσπάθειες μετάδοσης να έχουν τη σειρά Α, Β, Γ, αλλά οι επιτυχημένες μεταδόσεις θα πρέπει να έχουν τη σειρά Γ, Β, Α, και

2) θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις συγκρούσεις



A attempts to transmit; discovers line is busy and waits.

B attempts to transmit; discovers line is busy and waits.

C attempts to transmit; discovers line is busy and waits.

D finishes; A, B, and C all detect this, and attempt to transmit, and collide. A chooses k_A=1, B chooses k_B=1, and C chooses k_C=1.

One slot time later A, B, and C all attempt to retransmit, and again collide. A chooses k_A=2, B chooses k_B=3, and C chooses k_C=1.

One slot time later C attempts to transmit, and succeeds. While it transmits, A and B both attempt to retransmit but discover the line is busy and wait.

C finishes; A and B attempt to retransmit and a third collision occurs. A and B back off and (since we require a fourth collision) once again happen to choose the same $k < 8$.

A and B collide for the fourth time; this time A chooses k_A=15 and B chooses k_B=14.

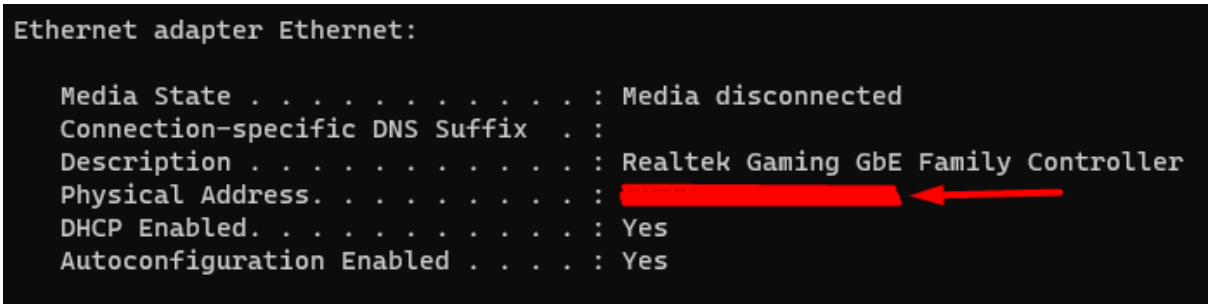
14 slot times later, B transmits. While B is transmitting, A attempts to transmit but sees the line is busy, and waits for B to finish.

7. [5 μονάδες] Διαβάσετε για το MAC spoofing και σε μία παράγραφο εξηγήσετε τι ακριβώς πετυχαίνει.

Το MAC spoofing είναι μια τεχνική στην οποία ένας χρήστης αλλάζει τη διεύθυνση MAC της δικτυακής συσκευής του και να παρουσιαστεί στο δίκτυο ως διαφορετική συσκευή, πετυχαίνοντας έτσι διάφορους σκοπούς, όπως για παράδειγμα: να παρακάμψει περιορισμούς ή φίλτρα βασισμένα στην MAC διεύθυνση, να αποφύγει παρακολούθηση ή να διατηρήσει την ανωνυμία, να εισβάλει σε δίκτυα που επιτρέπουν πρόσβαση μόνο σε εγκεκριμένες MAC διευθύνσεις, ή να εξαπατήσει το σύστημα σε μια επίθεση ασφαλείας.

8. [5 μονάδες] Με ποιά εντολή μπορείτε να διαβάσετε τη δική σας MAC address? Πειραματιστείτε και στείλτε ένα screenshot όταν το τρέξετε.

ipconfig /all



9. [10 μοναδες] Σημειώσετε ποιές από τις παρακάτω πληροφορίες εμπεριέχονται σε ένα Ethernet frame

A. Sender IP address
B. Sender MAC address
C. Hostname of the receiver
D. Information about the Transport Layer protocol used
E. Preamble to synchronize the receiver
F. Port number of the receiver
G. CRC checksum
H. Information about the Application Layer protocol used
I. Receiver MAC address
J. Receiver IP address
K. Information about the Network Layer protocol used
L. Hostname of the sender
M. Signals, which are transmitted via the transmission medium
N. Port number of the sender

10. [5 μονάδες] Ποιές συσκευές λαμβάνουν πακέτα με διεύθυνση προορισμού FF-FF-FF-FF-FF-FF;

Αυτή η διεύθυνση είναι μια διεύθυνση εκπομπής MAC. Όλοι οι συμμετέχοντες στο physical δίκτυο λαμβάνουν αυτό το πακέτο.