

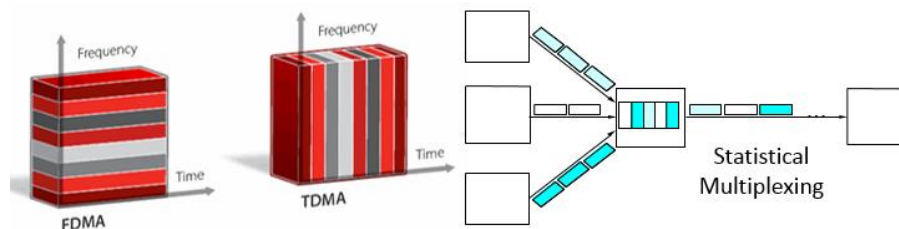
ΗΥ335: Δίκτυα Υπολογιστών
Χειμερινό Εξάμηνο 2014-2015
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης
 Διδάσκουσα: Μαρία Παπαδοπούλη
 27.10.2014
mockup Πρόοδος

Οδηγίες: Η κάθε απάντηση θα πρέπει να συνοδεύεται από μια δικαιολόγηση που είναι σύντομη, περιεκτική, σαφής, και καλογραμμένη.

A1. Φυσικό επίπεδο

1. Αντιπαραθέσετε (κάνετε τη σύγκριση) με 2-3 προτάσεις την *στατιστική πολυπλεξία* και την *πολυπλεξία με διαίρεση χρόνου*.

Απάντηση: Η πολυπλεξία με διαίρεση χρόνου (TDMA) διαιρεί την πρόσβαση στο μέσο σε χρονοθυρίδες (timeslots) και αναθέτει σε κάθε κόμβο μια χρονοθυρίδα. Οι κόμβοι πρέπει να είναι συγχρονισμένοι μεταξύ τους, και κάθε κόμβος έχει δικαίωμα να εκπέμψει μόνο στην δική του χρονοθυρίδα. Αυτή η στατική δέσμευση πόρων συνεπάγεται εγγύηση στην ποιότητα υπηρεσίας, άλλα δεν είναι αποδοτική για εκρηκτική κίνηση (bursty traffic). Αντίθετα, στη στατιστική πολυπλεξία εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι η πιθανότητα να μεταδώσουν πολλά πακέτα αρκετοί κόμβοι ταυτόχρονα, ώστε να δημιουργηθεί συμφόρηση, είναι μικρή. Στην στατιστική πολυπλεξία δεν δεσμεύονται πόροι και οι συσκευές δεν είναι απαραίτητο να είναι συγχρονισμένες. Πακέτα από διαφορετικές πηγές μεταδίδονται στο μέσο, και εξυπηρετούνται με την σειρά άφιξής τους (first-come first-serve fashion). Έτσι, η στατιστική πολυπλεξία είναι πιο αποδοτική για εκρηκτική κίνηση, όμως απαιτεί buffers για την προσωρινή αποθήκευση των πακέτων.



2. Αντιπαραθέσετε το circuit-switching με το packet-switching. Χρησιμοποιείται στατιστική πολυπλεξία σε circuit-switching δίκτυα;

Απάντηση:

	Μεταγωγή κυκλώματος	Μεταγωγή πακέτου
1	Απαιτείται η δημιουργία κυκλώματος και η κράτηση πόρων στο κύκλωμα αυτό για όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας/σύνδεσης μεταξύ δυο τελικών σταθμών	Δεν απαιτείται η δημιουργία κυκλώματος

2	Μια ροή επικοινωνίας/σύνδεση μεταξύ δυο τελικών σταθμών χρησιμοποιεί μια προκαθορισμένη διαδρομή στο δίκτυο	Διαφορετικά πακέτα που ανήκουν στην ίδια ροή επικοινωνίας (flow) μεταξύ δυο τελικών σταθμών μπορούν να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές στο δίκτυο
3	Τα δεδομένα δεν μπορούν να απορριφθούν σε ενδιάμεσους σταθμούς. Αν υπάρχει υπερφόρτωση του δικτύου, τότε δεν είναι δυνατή η δημιουργία του κυκλώματος	Ένα πακέτο μπορεί να απορριφθεί από ένα ενδιάμεσο σταθμό του δικτύου σε περίπτωση που υπάρχει υπερφόρτωση μιας ουράς/συμφόρηση
4	Ένα δίκτυο μεταγωγής κυκλωμάτων υποστηρίζει ένα ορισμένο μέγιστο αριθμό χρηστών (κυκλωμάτων)	Ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων μπορεί να υποστηρίξει τυπικά ένα πολύ μεγαλύτερο αριθμό χρηστών από ότι ένα δίκτυο μεταγωγής κυκλωμάτων
5	Ένα κύκλωμα υποστηρίζει μια συγκεκριμένη ποιότητα επικοινωνίας.	Ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων δεν υποστηρίζει κατά κανόνα συγκεκριμένη ποιότητα επικοινωνίας. Η καθυστέρηση, η ταχύτητα μετάδοσης, και ο ρυθμός απόρριψης πακέτων μπορεί να μεταβάλλονται (best-effort μοντέλο).
6	Οι κόμβοι κρατάνε πληροφορίες κατάστασης για κάθε διερχόμενο κύκλωμα. Για αυτό το λόγο τείνουν να είναι πιο περίπλοκοι.	Οι κόμβοι δεν γνωρίζουν τίποτα για τις διερχόμενες ροές πακέτων και τείνουν να είναι πιο απλοί. Η περιπλοκότητα είναι στα τερματικά.

3. Μόνο τα τερματικά χρηστών εφαρμόζουν την ενθυλάκωση/αποθυλάκωση στα πακέτα. Σωστό ή λάθος, δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση: Λάθος. Στο φυσικό επίπεδο μεταδίδονται απλά bits. Στο επίπεδο ζεύξης μεταδίδονται πλαίσια (frames) από συσκευή σε συσκευή, ενώ στο επίπεδο δικτύου δρομολογούνται δεδομενογράμματα (datagrams) μέσω του δικτύου. Υπάρχουν ενδιάμεσες συσκευές μέσα σε ένα δίκτυο, οι οποίες εκτός από το φυσικό επίπεδο υλοποιούν και πρωτόκολλα ανώτερων επιπέδων (π.χ., μεταγωγέας: φυσικό και ζεύξης, δρομολογητής: φυσικό, ζεύξης, και δικτύου). Έτσι, υπάρχουν και ενδιάμεσες συσκευές που εφαρμόζουν ενθυλάκωση. Για παράδειγμα, ένας δρομολογητής μπορεί να ενθυλακώνει IP datagrams μέσα σε Ethernet frames.

4. Τι εννοούμε με τον όρο full-duplex links;

Απάντηση: Μία ζεύξη είναι πλήρως αμφίδρομη (full-duplex) αν επιτρέπει ταυτόχρονη μετάδοση και στις δύο κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι ένας κόμβος που συμμετέχει σε μια full-duplex ζεύξη πρέπει να μπορεί να μεταδίδει και να λαμβάνει ταυτόχρονα.

5. Οι γέφυρες (bridges) ποιο header χρησιμοποιούν; Τα hubs;

Απάντηση: Τα bridges χρησιμοποιούν MAC headers. Τα hubs δεν χρησιμοποιούν header, μεταδίδουν απλά bits

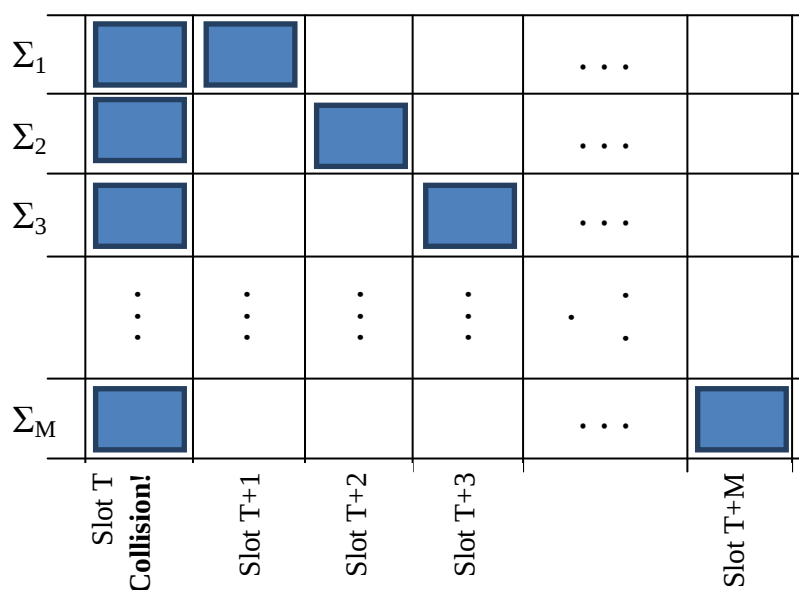
6. & 7. Γιατί είναι οι ασύρματες επικοινωνίες πιο ευάλωτες από τις ενσύρματες; Έστω μια ασύρματη ζεύξη. Σχολιάσετε τους τρεις πιο βασικούς λόγους απώλειας πακέτων στη ζεύξη.

Απάντηση: Οι ασύρματες επικοινωνίες είναι πιο ευάλωτες, γιατί δεν χρησιμοποιούν κάποιο ειδικό και απομονωμένο μέσο διάδοσης, αλλά το κοινό ασύρματο κανάλι. Αυτό κάνει τις ασύρματες επικοινωνίες ευάλωτες στα παρακάτω προβλήματα, έχουν ως συνέπεια την απώλεια πακέτων: (1) παρεμβολή (interference) από άλλες μεταδόσεις, (2) εξασθένηση του σήματος λόγω απόστασης μεταξύ του πομπού και του δέκτη (path-loss), (3) multi-path φαινόμενα, (5) inter-symbol (ISI).

A2. MAC επίπεδο

8. Έχετε μια ζεύξη που τρέχει το slotted Aloha στο οποίο M συσκευές $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_M$, προσπαθούν να στείλουν η κάθε μια ένα πακέτο τη χρονική θυρίδα T . Η κάθε συσκευή έχει ακριβώς ένα πακέτο να στείλει, και μόλις το στείλει με επιτυχία, γίνεται «ανενεργή/σιωπηλή» (idle) για πάντα. Υπολογίσετε την πιθανότητα για την οποία η **κάθε** συσκευή Σ_i να στείλει επιτυχημένα το πακέτο της την χρονική στιγμή $T+i$, **για κάθε** $i=1, \dots, M$, αντίστοιχα.

Απάντηση: Στην χρονική θυρίδα T μεταδίδουν όλοι οι κόμβοι το πακέτο τους και συμβαίνει σύγκρουση (collision).



Μετά από μία σύγκρουση ένας κόμβος ξαναμεταδίδει το πακέτο με πιθανότητα p ή σιγεί με πιθανότητα $(1-p)$.

Ορίζουμε το γεγονός (event) E_i να μεταδώσει η συσκευή i επιτυχώς το πακέτο της την χρονική θυρίδα $T+i$. Τότε

$$P(E_i) = p(1-p)^{M-i}$$

Και η ζητούμενη πιθανότητα είναι

$$\begin{aligned}
P &= \prod_{i=1}^M P(E_i) \\
P &= p(1-p)^{M-1} * p(1-p)^{M-2} * \dots * p(1-p)^{M-M} \\
P &= p^M (1-p)^{(M-1)+(M-2)+\dots+(M-M)} \\
P &= p^M (1-p)^{0+1+2+\dots+(M-1)} \\
P &= p^M (1-p)^{\sum_{i=1}^M (i) - M} \\
P &= p^M (1-p)^{\frac{M(1+M)}{2} - M} \\
P &= p^M (1-p)^{\frac{1}{2}M(M-1)}
\end{aligned}$$

9. Έστω ότι τρεις συσκευές A, B, και Γ είναι συνδεδεμένες στο *ίδιο broadcast LAN* μέσω της κάρτας δικτύων (network interface) τους. Έστω ότι η A στέλνει πολλαπλά IP datagrams στον κόμβο B, τα οποία ενθυλακώνονται σε frames με τη LAN διεύθυνση του B. Η κάρτα δικτύων της συσκευής Γ θα τα επεξεργαστεί αυτά τα frames; Αν ναι, η κάρτα δικτύων της Γ θα τα προωθήσει στην συσκευή Γ (δηλ. στον πατρικό κόμβο στον οποίο ανήκει η κάρτα δικτύων);

Απάντηση: i) Ναι, θα τα επεξεργαστεί γιατί είναι broadcast. ii) Όχι αφού θα δει ότι δεν είναι η MAC address του.

10. Το πρωτόκολλο address resolution protocol (ARP) χρησιμοποιείται όταν διαφορετικές συσκευές σε ένα LAN χρησιμοποιούν την ίδια MAC address. Σωστό ή λάθος, δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Απάντηση: Λάθος. No two hosts can have the same MAC address. ARP “translates” the IP address to a MAC address for a host in a LAN.

11. Εξηγήστε εν συντομία γιατί δεν γίνεται η δρομολόγηση των πακέτων στο Internet με βάση τις MAC διευθύνσεις.

Απάντηση: Οι IP addresses (αντίθετα με τις MAC addresses) έχουν μια δομή, που αντανακλά την **ιεραρχική** αρχιτεκτονική του Internet και συμβάλει στην **κλιμακωσιμότητά** του. Έτσι γίνεται η δρομολόγηση πιο γρήγορα και ένας router δεν χρειάζεται να διατηρεί πολλή πληροφορία τοπικά ή να κάνει πολύπλοκες λειτουργίες που θα επιβράδυνε περισσότερο τη διαδικασία της δρομολόγησης και θα απαιτούσε περισσότερους πόρους/δυνατότητες από τους δρομολογητές.

12. Οι συσκευές A και B είναι συνδεδεμένες στο Ethernet και έχουν **δύο** πακέτα να στείλουν η κάθε μια. Υποθέτουμε ότι τα πακέτα είναι ίδιου μεγέθους, τέτοιου ώστε η μετάδοση τους μπορεί να ολοκληρωθεί μέσα σε τ ms. Δεν υπάρχουν άλλες συσκευές στο Ethernet στο οποίο είναι συνδεδεμένες που να θέλουν να στείλουν εκείνη την περίοδο. Ας υποθέσουμε ότι τη χρονική στιγμή T οι δύο αυτές συσκευές στέλνουν *ταυτόχρονα* το πακέτο και *υπάρχει σύγκρουση* (packet collision). Ας θεωρήσουμε ότι η λέξη “slot” αναφέρεται στην ελάχιστη χρονική περίοδος που χρειάζεται για την μετάδοση του πακέτου. Με ποιά πιθανότητα ο B θα έχει ολοκληρώσει τις μεταδόσεις του πριν την χρονική στιγμή $T + 4\tau$;

Απάντηση: Προς **χάριν απλότητας**, ας θεωρήσουμε τον ορίζοντα του χρόνου για το B χωρισμένο σε **χρονοθυρίδες (slots)** μεγέθους τ : slot 0, slot 1, slot 2, ... κλπ). Σειρά ενεργειών που θα οδηγήσουν στο ζητούμενο γεγονός: “ο B θα έχει ολοκληρώσει τις μεταδόσεις του πριν την έναρξη του slot 4”. Υπάρχουν δύο διαφορετικές σειρές από ενέργειες που οδηγούν στο ζητούμενο γεγονός.

Σειρά γεγονότων Σ_1

	Θυρίδα 0	Θυρίδα 1	Θυρίδα 2	Θυρίδα 3
A	Μετάδοση A1	αναμονή	Μετάδοση A1	αναμονή
B	Μετάδοση B1	Μετάδοση B1	Μετάδοση B2	Μετάδοση B2
Γεγονός, & Λειτουργία του κάθε κόμβου μετά το γεγονός	Σύγκρουση A: backoff{0,1} - > επιλογή 1 B: backoff {0,1} -> Επιλογή 0	Επιτυχημένη μετάδοση	Σύγκρουση A: backoff {0,1,2,3} Επιλογή 1 ή 2 ή 3. B: backoff {0,1}, Επιλογή 0	Επιτυχημένη μετάδοση

Θα συμβεί με πιθανότητα $P(\Sigma_1)$

$$P(\Sigma_1) = \frac{1}{2} * \frac{1}{2} * \frac{1}{2} * \frac{3}{4}$$

Σειρά γεγονότων Σ_2

	Θυρίδα 0	Θυρίδα 1	Θυρίδα 2	Θυρίδα 3
A	Μετάδοση A1	Μετάδοση A1	αναμονή	αναμονή
B	Μετάδοση B1	Μετάδοση B1	Μετάδοση B1	Μετάδοση B2
Γεγονός, & Λειτουργία του κάθε κόμβου μετά το γεγονός	Σύγκρουση A: backoff{0,1} - > επιλογή 0 B: backoff {0,1} -> Επιλογή 0	Σύγκρουση A: backoff {0,1,2,3} Επιλογή 2 ή 3. B: backoff {0,1,2,3} Επιλογή 0	Επιτυχημένη μετάδοση	Επιτυχημένη μετάδοση

Θα συμβεί με πιθανότητα $P(\Sigma_2)$

$$P(\Sigma_2) = \frac{1}{2} * \frac{1}{2} * \frac{2}{4} * \frac{1}{4}$$

Η συνολική πιθανότητα να συμβεί ζητούμενο γεγονός

$$P = P(\Sigma_1) + P(\Sigma_2)$$

13. Θεωρήσετε δύο end-hosts A και B που συνδέονται μέσω ενός store-and-forward μεταγωγέα R. Η ζεύξη από το A στον R έχει μήκος l_1 και bandwidth b_1 , ενώ η ζεύξη από το R στο B έχει μήκος l_2 & bandwidth b_2 (όπου $l_2 > l_1$ και $b_2 < b_1$). Πόση είναι η συνολική καθυστέρηση λήψης του αρχείου (δηλ. ο χρόνος που μεσολάβησε από τη στιγμή που άρχισε η αποστολή του μέχρι την λήψη και του τελευταίου πακέτου), μεγέθους M; Υποθέσετε ότι δεν υπάρχει άλλη μετάδοση στη ζεύξη και ότι χρησιμοποιείται το UDP για τη μετάδοση. Τέλος, θεωρήσετε την ταχύτητα διάδοσης v κοινή και στις δύο ζεύξεις, το μέγεθος του πακέτου p , και μέγεθος της επικεφαλίδας h . Η καθυστέρηση επεξεργασίας και αναμονής των πακέτων στο R είναι ασήμαντη.

Απάντηση:

Το πλήθος πακέτων N που απαιτούνται για την αποστολή ενός αρχείου μεγέθους M είναι

$$N = \frac{M}{p - h}$$

Η συνολική καθυστέρηση λήψης του πρώτου πακέτου είναι

$$d_{total} = d_{prop}^{A \rightarrow R} + d_{trans}^{A \rightarrow R} + d_{prop}^{R \rightarrow B} + d_{trans}^{R \rightarrow B}$$

Η συνολική καθυστέρηση λήψης των N πακέτων είναι

$$d_{total} = d_{prop}^{A \rightarrow R} + d_{trans}^{A \rightarrow R} + d_{prop}^{R \rightarrow B} + Nd_{trans}^{R \rightarrow B}$$

$$d_{total} = \frac{l_1}{v} + \frac{p}{b_1} + \frac{l_2}{v} + N \frac{p}{b_2}$$

