Εργαστήριο Δίκτυα Η/Υ ΙΙΙ

Δρ. Κ. Σ. Χειλάς

Στόχος του εργαστηρίου

- Στόχος του εργαστηρίου είναι :
  (α) η εμβάθυνση σε θέματα λειτουργίας δικτύων καθώς και
  (β) η εξοικείωση των σπουδαστών με ένα από τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα εργαλεία προσομοίωσης στα δίκτυα

Χρησιμοποιούμενο λογισμικό

- OPNET IT Guru Academic Edition
  - register and download
- http://www.opnet.com/university_program/itguru_academic_edition/
- Name of Academic Institution : Technological Educational Institute of Serres, Greece
- Course Name : Computer Networks III
- Instructor : Dr. Constantinos S. Hilas
- Select One : Graduate

Υλικό μαθήματος

- Προσωπική ιστοσελίδα: http://www.teiser.gr/icd/staff/chilas/index.html
- Ανακοινώσεις
- Περιγραφή ασκήσεων → Πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης Τ.Ε.Ι.Σερρών: http://elearning.teiser.gr/

Απαιτήσεις

- Τακτικές παρουσίες στο εργαστήριο
- Υποχρεωτική παράδοση γραπτών εργασιών στο αμέσως επόμενο μάθημα
- Προφορική εξέταση στην έναρξη κάθε εργαστηρίου για την ύλη του προηγουμένου (40%)
- Γραπτές εξετάσεις στο τέλος της περιόδου (60%)

Θεωρητική εισαγωγή

Μέτρα απόδοσης δικτύων

Μέτρα απόδοσης δικτύων

- Στόχος στον προγραμματισμό:

Πρώτα κάνε το να δουλεύει,

μετά κάνε το να δουλεύει γρήγορα

- Σημερινός στόχος στις τηλεπικοινωνίες:

Σχεδιασμός με βάση τις επιδόσεις

Διαμετακομιστική ικανότητα (Throughput)

- Εύρος ζώνης (Bandwidth - BW)
- Ο αριθμός των bits που μπορούν να μεταφερθούν πάνω από το δίκτυο σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
- π.χ. αν το εύρος ζώνης είναι 10Mbps περιμένουμε από το δίκτυο να μπορεί να μεταφέρει $10*10^6$ bits ανά δευτερόλεπτο. Σε αυτή την περίπτωση η μετάδοση ενός bit διαρκεί 0,1 msec.

Λεπτά σημεία

1. Ο όρος «εύρος ζώνης» στην κυριολεξία σημαίνει το εύρος μιας ζώνης συχνοτήτων, π.χ. στο απλό τηλεφωνικό σύστημα η φωνή μεταδίδεται σε μια περιοχή από 300 έως 3300 Hz. Έχει, δηλαδή, εύρος ζώνης 3000Hz.
2. Ο όρος throughput συχνά χρησιμοποιείται για να αναφερθούμε στη μετρημένη (πραγματική) απόδοση ενός συστήματος. Για παράδειγμα, ενδέχεται λόγω ατελειών στο σχεδιασμό μια ζεύξη ονομαστικής διαμετακομιστικής ικανότητας (ΔΙ) 10Mbps να έχει πραγματική ΔΙ = 2Mbps

Οι απαιτήσεις των εφαρμογών σε εύρος ζώνης μπορεί χαρακτηρίζονται, ως:

- «οτιδήποτε μπορώ να έχω»,
- «χρειάζομαι ακριβώς τόσο»,
- «το πόσο χρειάζομαι εξαρτάται από τη χρονική στιγμή»

- Στην περίπτωση λογικών καναλιών η ΔΙ εξαρτάται και από τον αριθμό των ενεργειών – ελέγχων που πρέπει να κάνει πάνω στα δεδομένα, το λογισμικό που υλοποιεί το κανάλι

Καθυστέρηση μεταφοράς (latency)

- Delay
- Ο χρόνος για να μεταδοθεί ένα μήνυμα από το ένα άκρο του δικτύου στο άλλο.
- Για παράδειγμα, μια ζεύξη δικτύου μεταξύ Αθήνας – Θεσσαλονίκης μπορεί να έχει ΚΜ της τάξης των 2msec.
- Επίσης χρησιμοποιείται το:

RTT = 2 x Latency

Καθυστέρηση μεταφοράς

Καθυστέρηση Μεταφοράς = Χρόνος Διάδοσης + Χρόνος Μετάδοσης + Χρόνος Αναμονής

- Χρόνος Διάδοσης : $\frac{\text{αποσταση}}{\text{ταχυτητα του φωτος}}$
  - στο κενό: 3 x 10^8 m/sec
  - σε χαλκό: 2,3 x 10^8 m/sec
  - σε οπτική ίνα: 2 x 10^8 m/sec
- Χρόνος Μετάδοσης: $\frac{\text{μεγεθος μηνυματος (σε bit)}}{\text{bandwidth}}$
- Χρόνος Αναμονής: (αναμονή στους buffers) υπολογίζεται δύσκολα και για ειδικές κατηγορίες δικτύων

Παράδειγμα

- Έστω, ότι συνδέουμε δύο κόμβους σε Αθήνα και Σέρρες με απευθείας σύνδεση που έχει ρυθμό μεταγωγής 1Mbps, χωρίς σφάλματα και με αποκλειστική χρήση από τους δύο κόμβους. Η απόσταση Σερρών – Αθήνας είναι 580 Km. Η καθυστέρηση μεταφοράς θα είναι:

$$L = \frac{580Km}{3 \cdot 10^8\, m/s} + \frac{1}{10^6\, bps} = 1,93ms + 0,001ms$$

- Ο ρόλος του εύρους ζώνης και της ΚΜ εξαρτάται από την εφαρμογή.
- Έστω Η/Υ που στέλνει 1 byte προς εξυπηρετητή και περιμένει απάντηση μεγέθους 1 byte. Έστω επίσης ότι για την αποστολή της απάντησης δεν απαιτούνται χρονοβόροι υπολογισμοί. Η εφαρμογή επηρεάζεται άμεσα από την καθυστέρηση μεταφοράς και θα λειτουργεί διαφορετικά πάνω από μια διηπειρωτική ζεύξη (RTT=100ms) παρά σε ένα τοπικό δίκτυο (RTT=1ms)

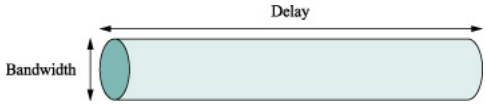
- Η ταχύτητα της ζεύξης (εύρος ζώνης) δεν επηρεάζει καθόλου την επίδοση
- Αν BW=1Mbps τότε χρόνος μετάδοσης θα είναι 8μsec, ενώ αν
- BW=100Mbps, τότε ο χρόνος μετάδοσης θα είναι 0,08μsec.
- Σε κάθε περίπτωση είναι αμελητέος σε σχέση με το RTT επομένως το BW δεν επηρεάζει την ποιότητα της μετάδοσης.

- Αν όμως θέλαμε να μεταδώσουμε μια ψηφιακή εικόνα μεγέθους 25MB, τότε:

$$25MB = 25 \cdot 10^6 \cdot 8\,bits = 200 \cdot 10^6\ bits$$

- Χρόνος μετάδοσης$_1$= $\dfrac{200 \cdot 10^6\ bits}{10^6\ bits/\sec} = 200\sec$
- Χρόνος μετάδοσης$_2$= $\dfrac{200 \cdot 10^6\ bits}{100 \cdot 10^6\ bits/\sec} = 2\sec$
- και στις δύο περιπτώσεις το RTT είναι αμελητέο

Delay x BW product



- Το γινόμενο αυτό περιγράφει τον «όγκο του σωλήνα» ή αλλιώς πόσα bits χωράνε μέσα στο κανάλι.
- Αν delay = 50msec και BW=45Mbps, τότε:

$$50 \cdot 10^{-3} \cdot 45 \cdot 10^{6} = 2,25 \cdot 10^{6} bits \simeq 280KB$$

η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί στο πόσα bit (είναι «στον αέρα») έστειλε ο αποστολέας προτού το πρώτο bit φτάσει στον παραλήπτη. Αν απαιτείται και επιβεβαίωση λήψης τα bit αυτά θα γίνουν διπλάσια μέχρι να επιστρέψει η επιβεβαίωση

Αν όμως δεν σταλούν τόσα δεδομένα, τότε δεν χρησιμοποιούνται πλήρως οι δυνατότητες του δικτύου

Δίκτυα και Νόμοι της Φυσικής

- Σήμερα το διαθέσιμο εύρος ζώνης αυξάνεται διαρκώς
- Αυτό που δεν μπορεί να αλλάξει είναι η ταχύτητα του φωτός ➔ Η ταχύτητα διάδοσης κυριαρχεί κατά τη μετάδοση δεδομένων.

$$L = 100ms + \frac{packet\ size}{BW},$$

$$L = 100ms + \frac{1MB}{1Mbps} \simeq 100ms + \frac{8 \cdot 10^{6} bits}{10^{6} bps} = 100ms + 8s,$$

$$L = 100ms + \frac{1MB}{1Gbps} \simeq 100ms + 8ms$$

Ωφέλιμο εύρος ζώνης

- Effective throughput

$$\Omega\text{EZ} = \frac{\Delta\varepsilon\delta o\mu\varepsilon\nu\alpha\ \pi\rho o\varsigma\ \mu\varepsilon\tau\alpha\delta o\sigma\eta}{\text{X}\rho o\nu o\varsigma\ \mu\varepsilon\tau\alpha\delta o\sigma\eta\varsigma}$$

- Που στην περίπτωση του παραδείγματος δίνει:

$$\Omega\text{EZ} = \frac{1\text{MB}}{108ms} \simeq 74{,}1Mbps$$

- Πολύ μικρότερο από το ονομαστικό εύρος ζώνης της ζεύξης. Για να αξιοποιηθεί το BW πρέπει να έχω πολλά περισσότερα δεδομένα προς μετάδοση.

jitter

- Η διαφορετική καθυστέρηση μεταφοράς μεταξύ πακέτων
- Video με 30fps τότε ο απέναντι πρέπει να λαμβάνει 1 πλαίσιο (frame) ανά 33 ms. Σε αντίθετη περίπτωση η ροή του video θα διαταραχτεί.
- Το jitter επηρεάζεται από το χρόνο αναμονής (queue) παράμετρο που εξαρτάται από τους κόμβους του δικτύου από όπου περνάνε τα πακέτα.

jitter

- Στην πράξη δεν με ενδιαφέρει πόσο κακή είναι η τιμή του jitter (πόσο μεγάλο η μεταβαλλόμενο είναι το interpacket gap) αλλά αν μπορώ να προβλέψω το άνω και κάτω όριο των τιμών αυτών.
  - Στην περίπτωση αυτή ο δέκτης μπορεί να καθυστερήσει την έναρξη της αναπαραγωγής τόσο όσο χρειάζεται για να έχει πάντα διαθέσιμο ένα πλαίσιο να δείξει.