



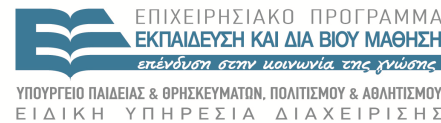
Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Προχωρημένα Θέματα

Προγραμματισμού Δικτύων

Ενότητα 11: Ποιότητα Υπηρεσιών Δικτύων (QoS) –
Ολοκληρωμένες Υπηρεσίες Διαδικτύου

Φώτης Βαρζιώτης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Ανοιχτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ

Προχωρημένα Θέματα Προγραμματισμού Δικτύων

Ενότητα 11: Ποιότητα Υπηρεσιών Δικτύων (QoS) –

Ολοκληρωμένες υπηρεσίες διαδικτύου

Φώτης Βαρτζιώτης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Περιεχόμενα Ενότητας

- Εισαγωγή στην ποιότητα υπηρεσιών δικτύων (QoS).
- Επισκόπηση εννοιών ενδιαφέροντος, ορισμός QoS.
- Ανάλυση του μοντέλου ολοκληρωμένων υπηρεσιών.



Ποιότητας υπηρεσίας (QoS - Quality of Service)

Τι είναι η ποιότητα υπηρεσιών (QoS);

- Η ποιότητα υπηρεσιών αναφέρεται στο μηχανισμό ελέγχου της μετάδοσης σε ένα δίκτυο που στοχεύει:
 - είτε στη διαφοροποίηση της απόδοσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής ή τις απαιτήσεις του δικτύου
 - είτε στην παροχή προβλέψιμης και εγγυημένης απόδοσης για:
 - την εφαρμογή,
 - την σύνοδο,
 - τη συνολική μετάδοση.



Ποιότητας υπηρεσίας

- Η QoS έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για:
 - στη μετάδοση βίντεο, φωνής και πολυμεσικής πληροφορίας,
 - για εφαρμογές που απαιτούν έλεγχο σε πραγματικό χρόνο,
 - και γενικά σε περιπτώσεις που είναι δύσκολη η μετάδοσή δεδομένων με τη χρήση "*best effort*" πρωτοκόλλων.



Παράγοντες QoS

- **Παράγοντες** που επηρεάζουν την ποιότητα των υπηρεσιών:
 - η *καθυστέρηση* (delay),
 - η *διακύμανση* (jitter) στην καθυστέρηση,
 - το διαθέσιμο *εύρος ζώνης* (bandwidth),
 - η *αξιοπιστία* (reliability) του μέσου μετάδοσης.



Τεχνικές Διαφοροποίησης Κίνησης (1/2)

- Κατηγοριοποίηση τεχνικών διαφοροποίησης της κίνησης στο διαδίκτυο
 - ανάλογα με το μοντέλο OSI
 - φυσικό επίπεδο:
 - φυσικό μονοπάτι σύνδεσης (βάσει χαρακτηριστικών)
 - επίπεδο σύνδεσης:
 - ATM
 - IEEE 802.1p



Τεχνικές Διαφοροποίησης Κίνησης (2/2)

(συνέχεια)

- επίπεδα δικτύου και μεταφοράς:
 - μοντέλο των Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών (**RSVP**)
 - μοντέλο **Differentiated Services**
 - **MPLS** (Multiprotocol Label Switching)
 - **QoS-based routing**



Επίπεδο Σύνδεσης

ATM

- τα τερματικά εργασίας:
 - καθορίζουν το συμβόλαιο κίνησης (traffic contract): περιγράφει τα χαρακτηριστικά της κίνησης
 - Peak Cell Rate (PCR),
 - Sustained Cell Rate (SCR) και
 - Burst Size.
 - αποθηκεύουν τα δεδομένα.
 - στέλνουν βάσει συμβολαίου.
- Τα ATM switches:
 - εποπτεύουν την κίνηση.
 - συγκρίνουν τα χαρακτηριστικά της κίνησης και του QoS συμβολαίου.

IEEE 802.1p

- αναφέρεται στα τοπικά δίκτυα.
- καθορίζει προτεραιότητες σε κατηγορίες κίνησης.



Επίπεδα Δικτύου και Μεταφοράς (1/2)

- **Ολοκληρωμένες Υπηρεσίες (RSVP)**
 - βασίζονται στη διαχείριση της ροής (μετάδοση δεδομένων),
 - παρέχουν εγγύηση απόδοσης / υψηλό overhead,
 - ροή βασιζόμενη στην κίνησης,
 - χρησιμοποιήθηκαν σε multicast εφαρμογές,
 - εφαρμόζονται και σε unicast μεταδόσεις.
- **Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες**
 - βασίζεται σε κατηγορίες για την διαχείριση της κίνησης,
 - δεν δίνει εγγυήσεις, επιτρέπει σε κατηγορίες να είναι πιο “προνομιούχες”,
 - αποδίδει σε bandwidth intensive εφαρμογές.



Επίπεδα Δικτύου και Μεταφοράς (2/2)

- **MPLS**
 - Δημιουργία IETF
 - στόχος: ευελιξία, απόδοση, νέες δυνατότητες.
 - Συνδυασμός μεταγωγής και παραδοσιακής δρομολόγησης του πρωτοκόλλου IP.
- **QoS-Based Routing**
 - τα μονοπάτια για τις ροές καθορίζονται βάσει της διαθεσιμότητας των πόρων και τις QoS απαιτήσεις των ροών.



Ολοκληρωμένες Υπηρεσίες

- Ολοκληρωμένες υπηρεσίες:
 - ορισμός νέων κλάσεων υπηρεσιών και
 - δέσμευση πόρων.

Επιπλέον της (Best Effort Service) ορίζονται δυο νέες κατηγορίες κίνησης:

- η κλάση εγγυημένης υπηρεσίας (Guaranteed Service).
- και η κλάση ελεγχόμενου φορτίου (Controlled Load Service).



Guaranteed κλάση υπηρεσίας (1/5)

Το δίκτυο εγγυάται:

- Εξασφαλισμένο ρυθμό μετάδοσης με φραγμένη καθυστέρηση
 - η μέγιστη καθυστέρηση κάθε πακέτου θα έχει μια καθορισμένη τιμή.

Βασική Ιδέα

- ο χρήστης περιγράφει την κυκλοφορία που πρόκειται να στείλει.
- κάθε δρομολογητής υπολογίζει τις παραμέτρους που επηρεάζουν την συμπεριφορά του δικτύου.
- άθροισμα παραμέτρων: μέγιστη δυνατή καθυστέρηση πακέτου /μονοπάτι.



Guaranteed κλάση υπηρεσίας (2/5)

Συνολική καθυστέρηση:

- καθυστέρηση μετάδοσης δεδομένων
 - εξαρτάται από το μονοπάτι.
- καθυστερήσεις ουρών (buffering)
 - εξαρτάται από την επιλογή της εγγυημένης υπηρεσίας.

Στην guaranteed κλάση υπηρεσίας

- γίνεται δέσμευση πόρων (για κάθε ροή, για όλο το μονοπάτι)
 - R μονάδες εύρους ζώνης για συγκεκριμένη ροή.
- τήρηση συμβολαίου;
 - εγγυημένο άνω όριο καθυστέρησης.
 - εγγύηση ότι δεν χαθούν πακέτα.



Guaranteed κλάση υπηρεσίας(3/5)

Αφορά

- εφαρμογές που έχουν αυστηρούς περιορισμούς:
 - π.χ. ένα πακέτο πρέπει να φτάσει στον δέκτη μέσα σε κάποιο περιορισμένο χρονικό διάστημα, αλλιώς η πληροφορία είναι άχρηστη.
 - εφαρμογές ήχου.
- η guaranteed κλάση υπηρεσίας δεν παρέχει καμία εγγύηση για jitter.



Guaranteed κλάση υπηρεσίας (4/5)

- Χρήση παραμέτρων:
 - κυκλοφορία (T_{spec}),
 - ποιότητα υπηρεσίας (R_{spec}).
- Κάθε δρομολογητής πρέπει να τον χρήστη για τυχόν αποκλίσεις.
 - π.χ. επιθυμητή κυκλοφορία – ιδεατή κυκλοφορία



Guaranteed κλάση υπηρεσίας (5/5)

Μηχανισμοί αποφυγής αποκλίσεων:

- η κανονική εποπτεία (policing)
 - ελέγχει αν οι ροές κυκλοφορίας τηρούν το συμβόλαιο.
- η μορφοποίηση (shaping) των ροών κυκλοφορίας,
 - προσπάθεια αναδιαμόρφωσης χαρακτηριστικών ώστε να τηρεί το συμβόλαιο.
π.χ. Ο χρήστης στέλνει δεδομένα με ρυθμό μεγαλύτερο από τον προσυμφωνημένο
 - τα πλεονασματικά πακέτα στέλνονται μέσω της best effort υπηρεσίας.



Controlled-load κλάση υπηρεσίας (1/4)

Στόχος: το δίκτυο φαίνεται σαν να μην είναι υπερφορτωμένο

– δηλαδή best-effort κλάση υπηρεσίας.

– χωρίς συμφόρηση στο δίκτυο.

- ανεξάρτητα από φόρτο, ανά πάσα χρονική στιγμή,
- κατάλληλη και για εφαρμογές πραγματικού χρόνου που μπορούν να προσαρμοστούν σε μέτριες απώλειες.



Controlled-load κλάση υπηρεσίας (2/4)

Η controlled load κλάση υπηρεσίας από την πλευρά του χρήστη:

- το μεγαλύτερο ποσοστό των αποστελλόμενων πακέτων φθάνουν στο δέκτη.
 - ποσοστό απώλειας πακέτων \approx ποσοστό απώλειας πακέτων λόγω λαθών.

- Σχετικά μικρή καθυστέρηση

- δεν οφείλεται κυρίως στην ενταμίευση (buffering) των πακέτων.
- καθυστέρηση: καθυστέρηση μετάδοσης + καθυστέρησης επεξεργασίας (στους κόμβους).



Controlled-load κλάση υπηρεσίας (3/4)

- Ο χρήστης καθορίζει τα χαρακτηριστικά:
 - της κυκλοφορίας (T_{spec})
 - αποτέλεσμα την δέσμευση πόρων
 - και του εύρους ζώνης



Controlled-load κλάση υπηρεσίας (4/4)

- Η controlled load κλάση υπηρεσίας εγγυάται για την ποιότητα υπηρεσίας
 - για τις ροές που δεν παραβιάζουν το συμβόλαιο κυκλοφορίας (πεδίο Tspec).
- Σε περίπτωση παραβίασης:
 1. θα συνεχίσει να παρέχει την ποιότητα υπηρεσιών που υποσχέθηκε στον χρήστη.
 2. τα πλεονάζοντα πακέτα μεταδίδονται μέσω της best effort κλάσης υπηρεσίας.
Δεν επηρεάζονται οι άλλες ροές εφόσον δεν παραβιάζουν το συμβόλαιό τους.



Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

- Σε κλάση μπορούν να οριστούν "άπειρες" υπηρεσίες
 - (π.χ. στην Guaranteed: 5Mbps και end-to-end delay 2ms, 5Mbps και end-to-end delay 10ms κοκ).

Μειονεκτήματα

- Απαιτείται πρωτόκολλο σηματοδοσίας
 - επιλογή του "Resource Reservation Setup Protocol" (RSVP),
 - όμως, είναι πολύπλοκο.
- Απαιτείται επιτήρηση για κάθε ξεχωριστή ροή, διαφορετικές απαιτήσεις ανά συμβόλαιο.

Συνεπώς, εξαιρετικά πολύπλοκη λύση.



Βιβλιογραφία

L.Peterson, B. Davie, (2009), Δίκτυα Υπολογιστών: Μια προσέγγιση από τη σκοπιά των συστημάτων, Εκδ.

Κλειδάριθμος.

Keshav, S., (1997), An Engineering Approach to Computer Networking, Εκδ. Addison – Wesley.



Σημείωμα Αναφοράς

Βαρτζιώτης Φ. (2015). Προχωρημένα Θέματα Προγραμματισμού Δικτύων.
ΤΕΙ Ηπείρου, Διαθέσιμο από:
<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP120/>





Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Μαργαρίτη Σπυριδούλα
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)



μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Τέλος Ενότητας

Ποιότητα Υπηρεσιών Δικτύων (QoS) –
Ολοκληρωμένες Υπηρεσίες Διαδικτύου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο