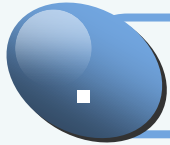




Τεχνολογία Πολυμέσων



- **Βασικά πρωτόκολλα Διαδικτύου**

Καλύτερη προσπάθεια (1 από 2)

- ❖ Υπηρεσία καλύτερης προσπάθειας (IP)
 - Σε κάθε κόμβο το πακέτο μπαίνει σε ουρά
 - Η καθυστέρηση κάθε πακέτου είναι μεταβλητή
 - Το μήκος της ουράς είναι μεταβλητό
 - Η ουρά μπορεί να γεμίσει λόγω υπερφόρτωσης
 - Το πακέτο απορρίπτεται και δεν φτάνει ποτέ
 - Το πακέτο μπορεί να φτάσει με λάθος σειρά
 - Λόγω δυναμικής δρομολόγησης πακέτων



Καλύτερη προσπάθεια (2 από 2)

- ❖ Πόσο καλή είναι η καλύτερη προσπάθεια;
 - Τα περισσότερα πακέτα φτάνουν
 - Πολύ σπάνια φτάνουν χαλασμένα
 - Το Ethernet πετάει τα χαλασμένα πακέτα
 - Ενίοτε φτάνουν εκτός σειράς
 - Η καθυστέρηση όμως είναι απρόβλεπτη
 - Η διαταραχή της (jitter), ακόμα περισσότερο



Νέες απαιτήσεις για Ποιότητα Υπηρεσίας

- ❖ Οι δικτυακές εφαρμογές πολυμέσων έχουν τις αντίστροφες απαιτήσεις από αυτές των παραδοσιακών εφαρμογών:
 - Ευαίσθητες στην καθυστέρηση (delay sensitive)
 - Ανεκτικές στα σφάλματα (error tolerant)
 - Είναι δυναμικά προσαρμοζόμενες στις δυνατότητες του δικτύου και των τελικών χρηστών
- ❖ Πρωτεύον στόχος:
 - Τήρηση ορίων καθυστέρησης
- ❖ Δευτερεύον στόχος:
 - Ορθή λήψη δεδομένων



Βασικά πρωτόκολλα (1 από 2)

❖ Επίπεδο δικτύου: IP

- Υπηρεσία καλύτερης προσπάθειας (best effort)
- Απροσδιόριστη καθυστέρηση και αξιοπιστία

❖ Επίπεδο μεταφοράς: UDP (User Datagram Protocol)

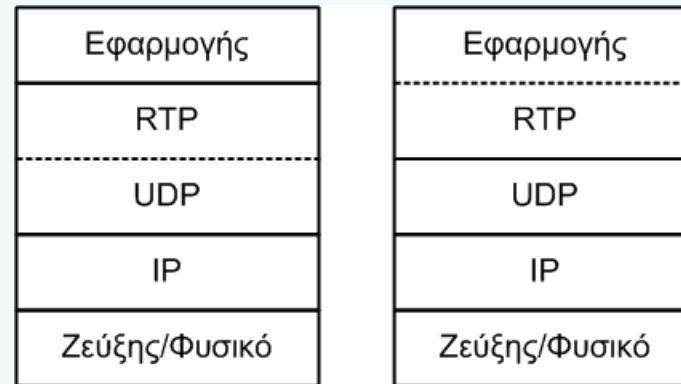
- Απλά πολύπλεξη ροών πάνω από το IP
- Υλοποίηση μηχανισμών από τις εφαρμογές
 - Χρησιμοποιείται από πολυμεσικές εφαρμογές

Βασικά πρωτόκολλα (2 από 2)

❖ Επίπεδο μεταφοράς: TCP

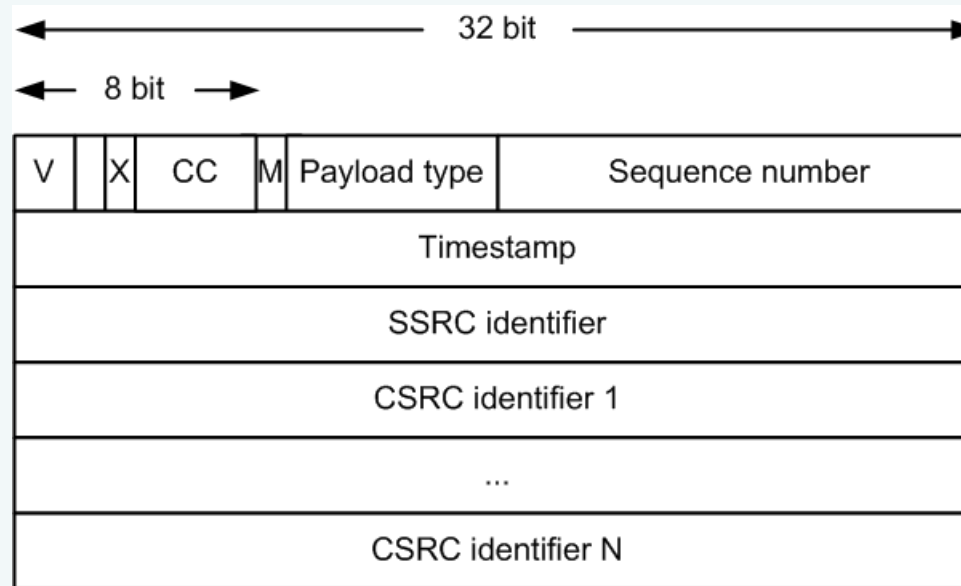
- Έλεγχος σφαλμάτων, ροής και συμφόρησης
- Αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων
 - Άγνωστη καθυστέρηση λόγω αναμεταδόσεων
- Ρυθμός μετάδοσης ανάλογα με συμφόρηση
 - Αυξομειώνεται ανάλογα με τις συνθήκες
 - **Δεν χρησιμοποιείται από πολυμεσικές εφαρμογές**

Θέση στη στοίβα



- ❖ RTP: «Πρωτόκολλο» μεταφοράς πολυμέσων
 - Τυποποιημένη δομή κεφαλίδας
 - Τοποθέτηση των μέσων σε πακέτα RTP
 - Τοποθέτηση πακέτων RTP σε πακέτα UDP
 - Το RTP παρέχει υπηρεσίες στην εφαρμογή
 - Η εφαρμογή χρειάζεται κώδικα για το RTP τόσο στη μεριά του αποστολέα όσο και του παραλήπτη

Δομή πακέτων (1 από 3)



- ❖ Κάθε πηγή μέσων παράγει μία ροή RTP
 - Διαφορετική ροή για κάθε κατεύθυνση
- ❖ Συνεδρία (session) RTP
 - Όλες οι ροές RTP που συμμετέχουν σε μία εφαρμογή



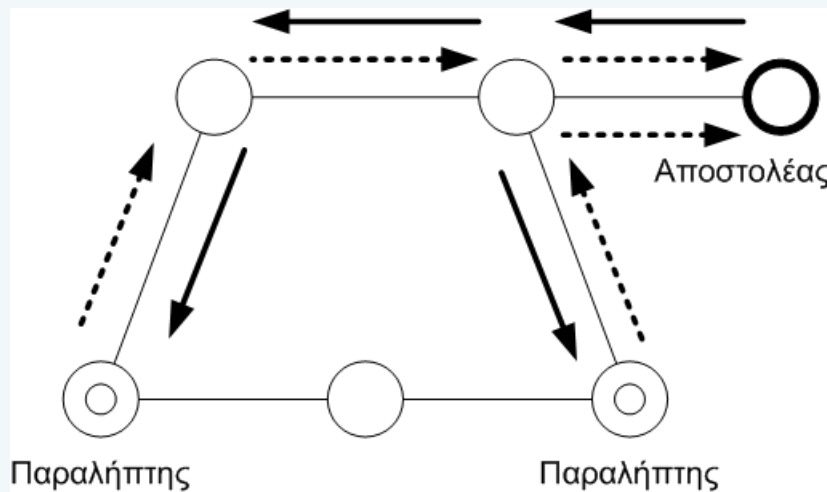
Δομή πακέτων (2 από 3)

- ❖ Τύπος φορτίου: 7 bit
 - Επιτρέπεται αλλαγή κατά τη συνεδρία
- ❖ Αριθμός σειράς: 16 bit
 - Αυξάνει κατά ένα για κάθε πακέτο
 - Ανίχνευση απώλειας πακέτων
 - Αναδιάταξη πακέτων στον παραλήπτη

Δομή πακέτων (3 από 3)

- ❖ Χρονοσφραγίδα: 32 bit
 - Στιγμή δειγματοληψίας πρώτου δείγματος
 - Βασίζεται στο ρολόι του αποστολέα
 - Ρολόι δειγματοληψίας, όχι πραγματικού χρόνου
- ❖ Αναγνωριστικό πηγής συγχρονισμού: 32 bit
- ❖ Αναγνωριστικά συνεισφέρουσας πηγής: 32 bit
 - Το πεδίο CC δείχνει πόσες πηγές περιέχονται

RTP και RTCP



- ❖ RTP (Real Time Control Protocol)
 - Παρακολούθηση των πολυμεσικών ροών
 - Κατάλληλο και για εφαρμογές ένας προς πολλούς
- ❖ Περιοδική αποστολή πακέτων RTCP
 - Στο RTP πακέτα στέλνουν μόνο οι πηγές
 - Στο RTCP στέλνουν και οι παραλήπτες

Πακέτα RTCP (1 από 2)

❖ Αναφορά αποστολής

- Χωριστά για κάθε πηγή του αποστολέα
- Αναγνωριστικό πηγής συγχρονισμού
- Χρονοσφραγίδα / χρόνος τελευταίου πακέτου
- Πλήθος πακέτων και byte που έχουν σταλεί

Πακέτα RTCP (2 από 2)

❖ Αναφορά λήψης

- Χωριστά για κάθε ροή του παραλήπτη
- Αναγνωριστικό πηγής συγχρονισμού
- Ποσοστό χαμένων πακέτων
- Τελευταίος αριθμός σειράς
- Διαταραχή καθυστέρησης διαδοχικών πακέτων (jitter)



Αξιοποίηση RTCP

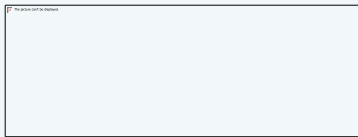
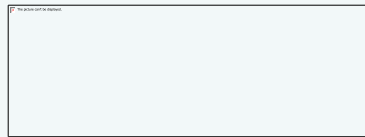
- ❖ Αξιοποίηση στατιστικών στοιχείων
 - Η χρήση δεν καθορίζεται από το πρότυπο
 - Προσαρμογή ρυθμού μετάδοσης
 - Διάγνωση προβλημάτων
 - Πολλαπλές αναφορές σε ένα πακέτο RTCP για εξοικονόμηση πόρων
 - Για όλες τις πηγές αποστολέα / παραλήπτη

Κλιμάκωση RTCP (1 από 2)

- ❖ Προβλήματα κλιμάκωσης του RTCP
 - Το RTP εξαρτάται από (λίγες) πηγές
 - Το RTCP εξαρτάται και από (πολλούς) παραλήπτες
 - Τα πακέτα RTCP μπορεί να υπερβούν τα RTP!
- ❖ Προσαρμογή ρυθμού μετάδοσης
 - Αντιστρόφως ανάλογα με τους συμμετέχοντες
 - Κάθε συμμετέχων εκτιμά το συνολικό πλήθος
 - Με βάση αναφορές αποστολής και λήψης

Κλιμάκωση RTCP (2 από 2)

- ❖ Προσαρμογή ρυθμού μετάδοσης
 - 5% πακέτα RTCP - 95% πακέτα RTP
 - 75% παραλήπτες - 25% αποστολείς
 - Οι συμμετέχοντες μοιράζονται τη χωρητικότητα
- ❖ Υπολογισμός περιόδου μετάδοσης
 - L : μέγεθος πακέτου, B : συνολικό εύρος ζώνης
 - N_S/N_R : πλήθος αποστολέων/παραληπτών



Στοιχεία εφαρμογών ροής (1 από 2)

- ❖ Ροή μέσων (media streaming)
 - Αναπαραγωγή παράλληλα με τη λήψη
 - Αρκεί να έχει ληφθεί το πρώτο μέρος των μέσων
 - Υλοποιείται με οποιοδήποτε πρωτόκολλο
 - Παραδοσιακά με RTP πάνω από UDP/IP
- ❖ Πολυμεσικός εξυπηρετητής
 - Περιέχει τα αρχεία συνεχών μέσων
 - Απευθείας επικοινωνία με εφαρμογή αναπαραγωγής
 - Ανταλλαγή πληροφοριών συγχρονισμού και ελέγχου



Στοιχεία εφαρμογών ροής (2 από 2)

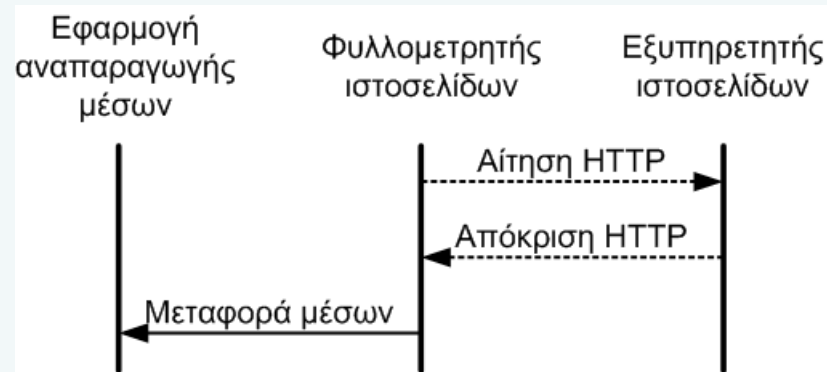
❖ Εφαρμογή αναπαραγωγής

- Αποσυμπίεση δεδομένων
- Εξομάλυνση διαταραχής: ενταμίευση δεδομένων (buffer)
- Διόρθωση λαθών: αναμετάδοση ή υποκατάσταση

❖ Εξυπηρετητής ιστοσελίδων

- Πρώτο σημείο επαφής με τον χρήστη
- Κατευθύνει την εφαρμογή στα μέσα

Εξυπηρετητές ιστοσελίδων (1 από 3)

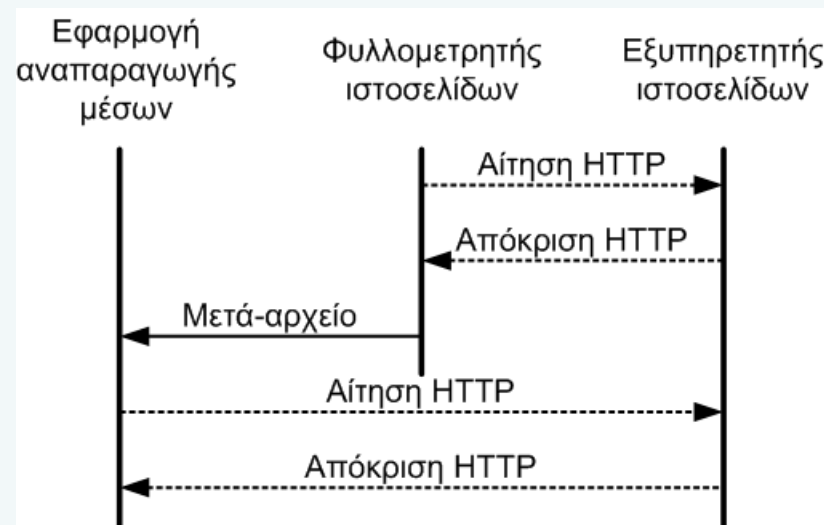


- ❖ Πρόσβαση στα πολυμέσα μέσω ιστοσελίδων
 - Αντιμετώπιση όπως κάθε άλλο αρχείο
 - Αποθήκευση μέσων στον εξυπηρετητή
- ❖ Επικοινωνία μέσω HTTP
 - Αιτήσεις (requests) για σελίδες
 - Απαντήσεις (replies) με σελίδες και αντικείμενα

Εξυπηρετητές ιστοσελίδων (2 από 3)

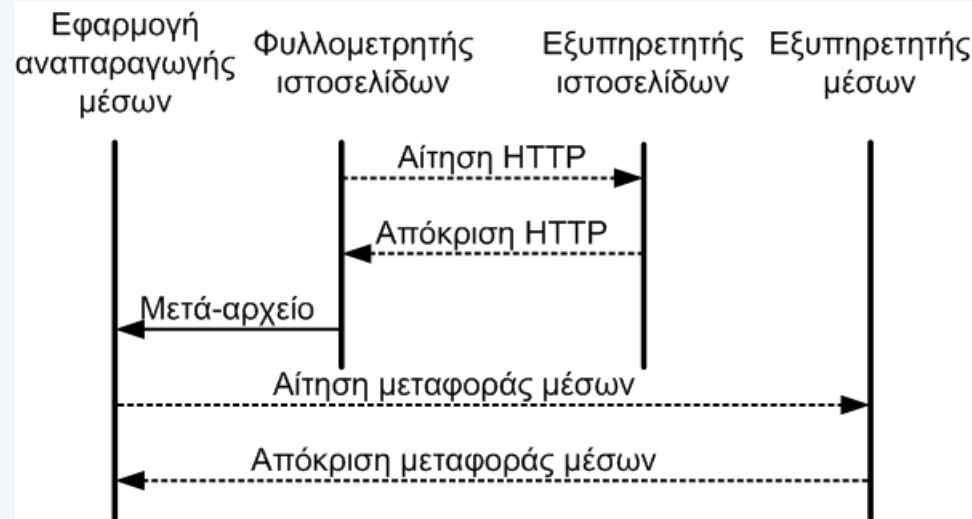
- ❖ Αλληλεπίδραση μέσω φυλλομετρητή
 - Έμμεση επικοινωνία με τον εξυπηρετητή
 - Μεγάλη καθυστέρηση αναπαραγωγής
 - Χρήση ακατάλληλου πρωτοκόλλου
 - HTTP πάνω από TCP
 - Πλήρης αξιοπιστία / μεταβλητός ρυθμός μετάδοσης
 - Δεν μπορούν να παρακαμφθούν

Εξυπηρετητές ιστοσελίδων (3 από 3)



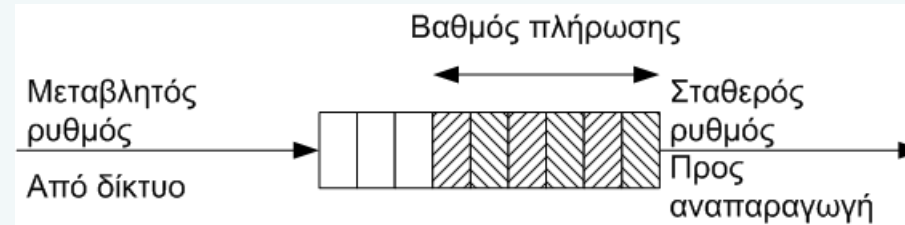
- ❖ Αλληλεπίδραση με εφαρμογή αναπαραγωγής
 - Μετα-αρχείο: διεύθυνση και τύπος πολυμέσων
 - Διαβιβάζεται στην εφαρμογή αναπαραγωγής
 - Η επικοινωνία συνεχίζεται χωρίς τον φυλλομετρητή
 - Ανταλλαγή στοιχείων μέσω HTTP και TCP → μειονέκτημα

Εξυπηρετητές μέσων



- ❖ Εξυπηρετητής ιστοσελίδων: μετα-αρχεία
- ❖ Εξυπηρετητής ροής πολυμέσων
 - Επικοινωνεί με εφαρμογή αναπαραγωγής
 - Η διεύθυνσή του περιλαμβάνεται στο μετα-αρχείο
 - Χρήση κατάλληλων πρωτοκόλλων επικοινωνίας για πολυμέσα → ενδείκνυται

Εξάλειψη διαταραχής



- ❖ Το δίκτυο μεταδίδει με απρόβλεπτο ρυθμό
 - Ακόμη και χωρίς το TCP!
- ❖ Αναπαραγωγή με σταθερό ρυθμό
 - Αλλιώς ο χρήστης ενοχλείται
- ❖ Παρεμβολή ενταμιευτή εξομάλυνσης
 - Αναμονή μέχρι ο ενταμιευτής να γεμίσει αρκετά
 - Αναπαραγωγή από τον ενταμιευτή με καθυστέρηση

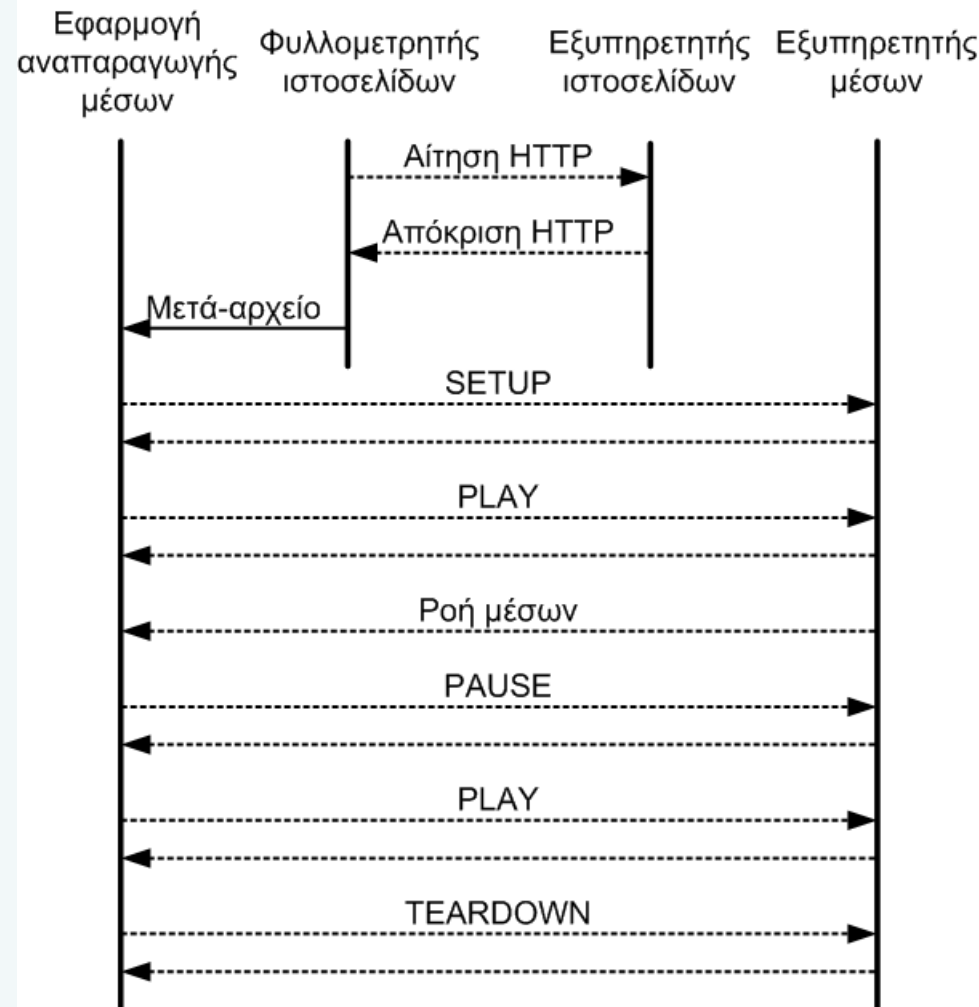
Το RTSP (1 από 5)

- ❖ Αλληλεπίδραση κατά τη ροή πολυμέσων
 - Διακοπή και επανεκκίνηση αναπαραγωγής
 - Κίνηση μέσα στην παρουσίαση
- ❖ RTSP (Real Time Streaming Protocol)
 - Δεν προσδιορίζει τεχνικές συμπίεσης
 - Δεν καθορίζει τη διάσπαση σε πακέτα
 - Δεν καθορίζει τον τρόπο ενταμίευσης μέσων
 - Δεν καθορίζει τον τρόπο μετάδοσης (UDP ή TCP)

Το RTSP (2 από 5)

- ❖ Αρχείο περιγραφής παρουσίασης
 - Σύνδεσμοι προς ροές και οδηγίες συγχρονισμού
 - Δυνατότητα εναλλακτικών ροών
- ❖ Έλεγχος μετάδοσης της ροής
 - Μετάδοση πληροφοριών ελέγχου εκτός ζώνης
 - Χρήση χωριστής θύρας για το RTSP (TCP/UDP 554)
 - Μετάδοση πολυμέσων εντός ζώνης
 - Τυπικά με χρήση του RTP

Το RTSP (3 από 5)



Το RTSP (4 από 5)

❖ Χρήση RTSP

- SETUP: Εγκαθίδρυση συνεδρίας
 - Επιστροφή αναγνωριστικού συνεδρίας
 - Αρίθμηση μηνυμάτων μέσα στη συνεδρία
 - Ο εξυπηρετητής διατηρεί κατάσταση για τον πελάτη
- PLAY: Εκκίνηση αναπαραγωγής
 - Επιθυμητή παραλλαγή ροής
 - Σημείο εκκίνησης

Το RTSP (5 από 5)

❖ Χρήση RTSP

- Μετά το PLAY αρχίζει η ροή των μέσων
 - Μπορούν να στέλνονται μηνύματα ελέγχου
- PAUSE: Προσωρινή διακοπή ροής
 - Ξεκινάμε ξανά με PLAY
- TEARDOWN: Τερματισμός συνεδρίας
 - Διαγραφή κατάστασης και αποθηκευμένων δεδομένων από εξυπηρετητή

Αξιοποίηση υποδομής CDN

❖ CDN: Content Distribution Network

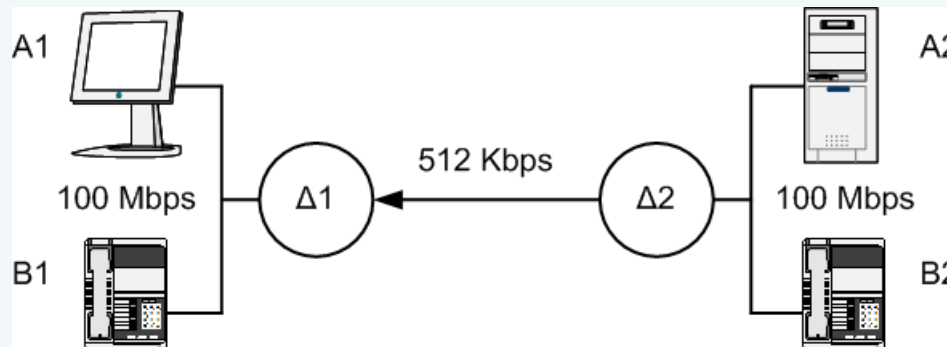
- Σύνολο συνεργαζόμενων εξυπηρετητών Ιστού
- Στρατηγική τοποθέτηση σε όλο τον κόσμο
- Προώθηση περιεχομένου σε εξυπηρετητές
- Κάθε τμήμα μπορεί να έρχεται από αλλού
 - Εξισορρόπηση φόρτου μεταξύ εξυπηρετητών
- Κάθε παραλλαγή μπορεί να βρίσκεται αλλού
 - Κάθε δίκτυο μπορεί να έχει την πλέον κατάλληλη

A topographic map of Greece is visible in the background, showing the country's coastline, major cities, and mountainous terrain. The map is partially obscured by a dark blue horizontal band at the top and a light blue diagonal shape on the right side.

Περιεχόμενα ενότητας

- ❖ Απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσίας
- ❖ Χρονοπρογραμματισμός
- ❖ Ενοποιημένες υπηρεσίες
- ❖ Διαφοροποιημένες υπηρεσίες

Ποιότητα υπηρεσίας (1 από 3)



❖ Παράδειγμα πολυμεσικής επικοινωνίας

- Πρώτη ροή πακέτων (FTP): A2->A1
- Δεύτερη ροή πακέτων (τηλεδιάσκεψη): B1<->B2
- Σύνδεση LAN με γραμμή 512 Kbps
- Ταχύτητες LAN 100 Mbps
- Δρομολογητές δικτύων Δ1 και Δ2

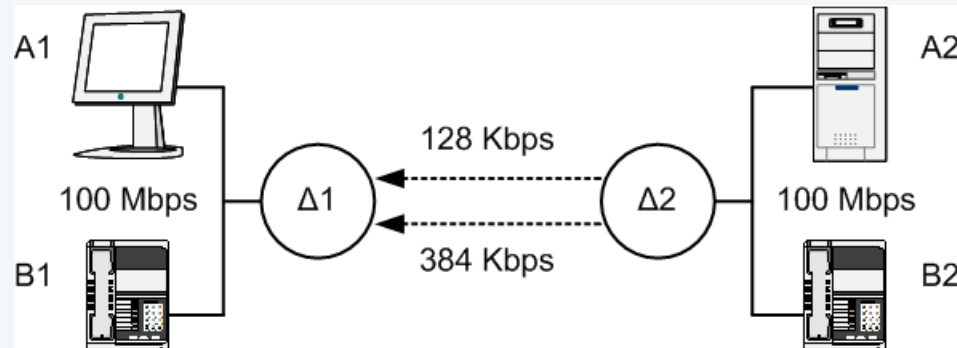
Ποιότητα υπηρεσίας (2 από 3)

- ❖ Εστίαση στο δρομολογητή Δ2
 - Συνολικός ρυθμός μετάδοσης > 512 Kbps
 - Αύξηση καθυστέρησης και απώλεια πακέτων
- ❖ Απαιτήσεις τηλεδιάσκεψης
 - H.261 στα 320 Kbps και G.711 στα 64 Kbps
 - Συνολικά χρειάζονται 384 Kbps
 - Ιδανικά το FTP θα καταλαμβάνει 128 Kbps

Ποιότητα υπηρεσίας (3 από 3)

- ❖ Περιβάλλον καλύτερης προσπάθειας (best effort)
 - Ανάμειξη πακέτων στην ουρά του Δ2
 - Μετάδοση (συνήθως) με σειρά άφιξης
 - Απρόβλεπτη κίνηση εφαρμογής FTP
 - Πιθανή καθυστέρηση για τα πακέτα ήχου
 - Πιθανή απώλεια για τα πακέτα ήχου
 - Λόγω υπερχείλισης ουράς
 - Ακολουθεί την αύξηση της καθυστέρησης

Απαιτήσεις (1 από 7)



- ❖ Λύση: προτεραιότητα στα πακέτα ήχου
 - Μεταδίδονται πριν από τα πακέτα FTP
 - Τα FTP στέλνονται όταν η γραμμή είναι ελεύθερη
 - Κάθε πακέτο πρέπει να κατηγοριοποιείται
 - Για να ξέρουμε πού να δώσουμε προτεραιότητα

Απαιτήσεις (2 από 7)

- ❖ Γενικά: παροχή διαφορετικών υπηρεσιών
 - Αντίστοιχη διαφοροποίηση χρεώσεων
 - Το FTP μπορεί να πληρώσει ακριβή υπηρεσία
 - Ο ήχος δεν πρέπει να έχει τότε προτεραιότητα!
 - Η διάκριση πρέπει να γίνει με άλλα κριτήρια
- ❖ Πρέπει να κατηγοριοποιούμε τα πακέτα
 - Η κατηγοριοποίηση επιτρέπει τη διάκρισή τους
 - Ο χρονοπρογραμματισμός είναι θέμα πολιτικής

Απαιτήσεις (3 από 7)

- ❖ Αν η εφαρμογή ήχου στέλνει παραπάνω;
 - Λόγω βλάβης (ακούσια)
 - Για να εκμεταλλευτεί την προτεραιότητα (εκούσια)
 - Συνθήκες στέρξης για τα πακέτα FTP
 - Κάθε προβληματική ροή επηρεάζει τις άλλες
- ❖ Απομόνωση ροών για προστασία της ροής
 - Εικονικές ζεύξεις 384 και 128 Kbps
 - Κάθε ροή είναι προστατευμένη από την άλλη



Απαιτήσεις (4 από 7)

- ❖ Προκαθορισμένη κατανομή γραμμής
 - Τι κάνουμε σε περιόδους σιωπής;
 - Η γραμμή δεν μεταδίδει χωρίς να έχουμε ήχο
 - Η χρήση πόρων πρέπει να είναι αποδοτική
 - Αν η ουρά είναι ελεύθερη την αξιοποιούμε
 - Εξυπηρετούμε την άλλη ροή
 - Επιτρέπουμε να στέλνει και πιο γρήγορα
 - Ελαστική κίνηση (στέλνει όσο μπορεί)

Απαιτήσεις (5 από 7)

- ❖ Επιτήρηση: επιβεβαίωση συμπεριφοράς
 - Παρέκκλιση εφαρμογής υπό επιτήρηση
 - Απόρριψη ή καθυστέρηση επιπλέον πακέτων
 - Σημείο επιτήρησης και σήμανσης
 - Στο τελικό σύστημα η στον δρομολογητή
- ❖ Σημείωση: παραλλαγή επιτήρησης
 - Χωρίς συμφόρηση, τα πακέτα σημειώνονται
 - Στο επόμενο σημείο συμφόρησης θα απορριφθούν

Απαιτήσεις (6 από 7)

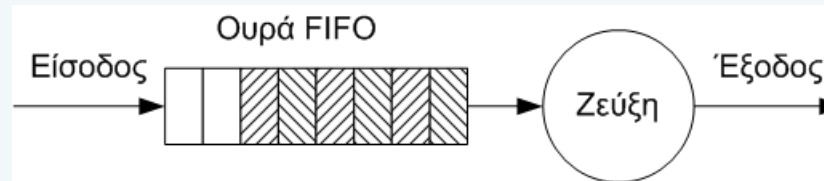
- ❖ Δύο εφαρμογές τηλεδιάσκεψης (384 Kbps)
 - Καταμερισμός χωρητικότητας στα ίσα
 - Κάθε εφαρμογή θα χάνει το 25% των πακέτων
 - Οι προτεραιότητες δεν επαρκούν!
- ❖ Ροές που απαιτούν ελάχιστο επίπεδο υπηρεσιών
 - Χωρίς πόρους δεν αποδίδουν ικανοποιητικά
 - Η αποδοχή τους έχει αρνητικό αντίκτυπο
 - Δεν λειτουργούν αποδεκτά, αλλά καταναλώνουν πόρους
 - Οι ροές πρέπει να δηλώνουν τις απαιτήσεις τους

Απαιτήσεις (7 από 7)

❖ Αποδοχή κλήσεων

- Δήλωση απαιτήσεων ποιότητας υπηρεσιών
- Αποδοχή
 - Το δίκτυο παρέχει την απαιτούμενη ποιότητα
- Απόρριψη
 - Έλλειψη των απαιτούμενων πόρων
- Διασφαλίζουμε ποιότητα για όλους
 - Φτάνει βέβαια να τους αποδεχτούμε!

Ουρές FIFO (1 από 3)



- ❖ Χρονοπρογραμματισμός μετάδοσης
 - Τα πακέτα μπαίνουν σε ουρές κατά την άφιξη
 - Επιλογή πακέτων για μετάδοση
- ❖ Απλούστερη πολιτική: FIFO
 - Τα πακέτα αποθηκεύονται στο τέλος
 - Τα πακέτα μεταδίδονται από την αρχή
 - Μετάδοση πακέτων κατά τη σειρά άφιξης

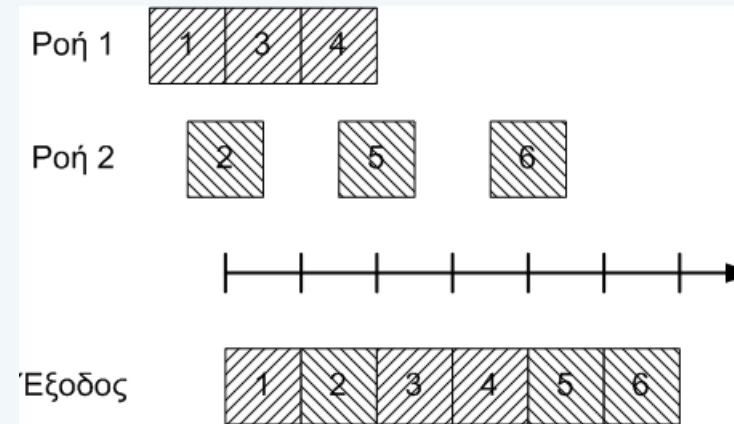


Ουρές FIFO (2 από 3)

❖ Πολιτική απόρριψης πακέτων

- Αντιμετώπιση πακέτων όταν η ουρά γεμίσει
- Απόρριψη νέου πακέτου
 - Δεν πειράζουμε τα ήδη αποδεκτά πακέτα
 - Πιο συνηθισμένη πολιτική στο διαδίκτυο
- Απόρριψη παλιού πακέτου
 - Προτίμηση στα πιο νέα πακέτα
 - Απόρριψη όσων έχουν ήδη καθυστερήσει

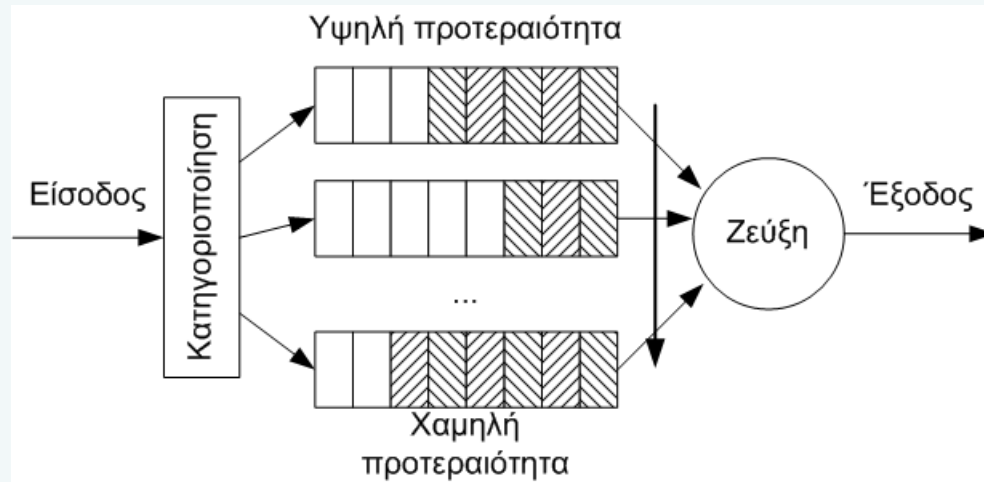
Ουρές FIFO (3 από 3)



❖ Παράδειγμα ουράς FIFO

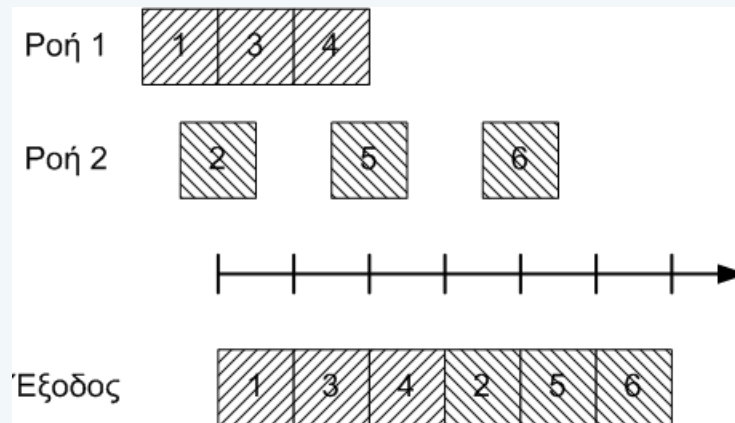
- Έχουμε δύο ροές πακέτων
- Άνω μέρος: χρόνοι άφιξης
- Κάτω μέρος: χρόνοι αναχώρησης
- Στη FIFO έχει σημασία μόνο ο χρόνος άφιξης

Ουρές προτεραιότητας (1 από 2)



- ❖ Ουρές προτεραιότητας (priority queues)
 - Δύο ή περισσότερες ουρές σε κάθε γραμμή
 - Απαιτείται πολιτική κατηγοριοποίησης πακέτων
- ❖ Επιλογή επόμενου πακέτου για μετάδοση
 - Από ουρά με υψηλότερη προτεραιότητα

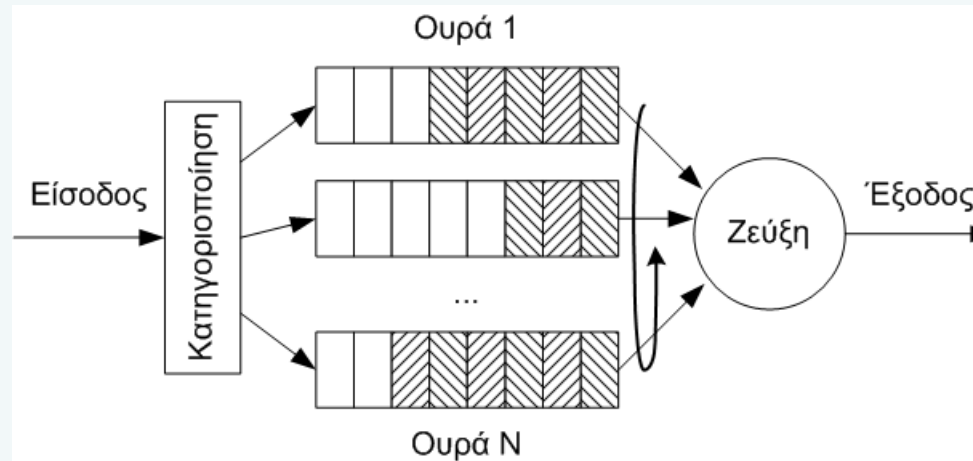
Ουρές προτεραιότητας (2 από 2)



❖ Παράδειγμα ουρών προτεραιότητας

- Η ροή 1 έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα
- Όσο έχει πακέτα, εξυπηρετείται πρώτη
 - Ανεξάρτητα από σειρά άφιξης
- Κίνδυνος να μην εξυπηρετηθεί ποτέ η ροή 2

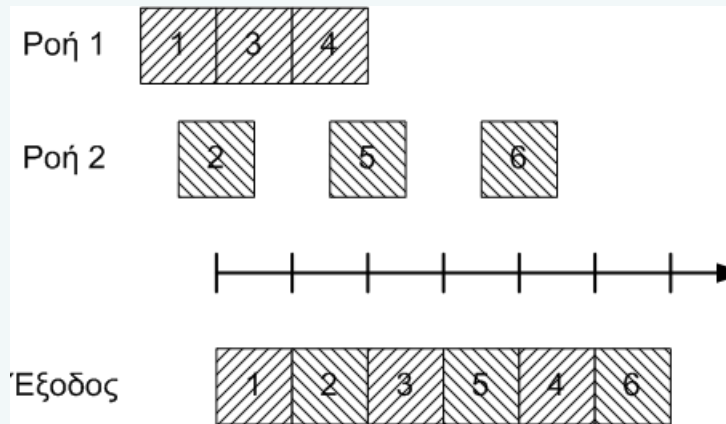
Ουρές επαναφοράς (1 από 3)



❖ Ουρές κυκλικής επαναφοράς

- Κατηγοριοποίηση πακέτων σε ουρές
- Δεν υπάρχει στατική προτεραιότητα μεταξύ τους
- Οι ουρές εξυπηρετούνται με κυκλικό τρόπο
 - Απλούστερη μορφή: ένα πακέτο από κάθε ουρά
- Αποφεύγουν τον υποσιτισμό των ουρών

Ουρές επαναφοράς (2 από 3)



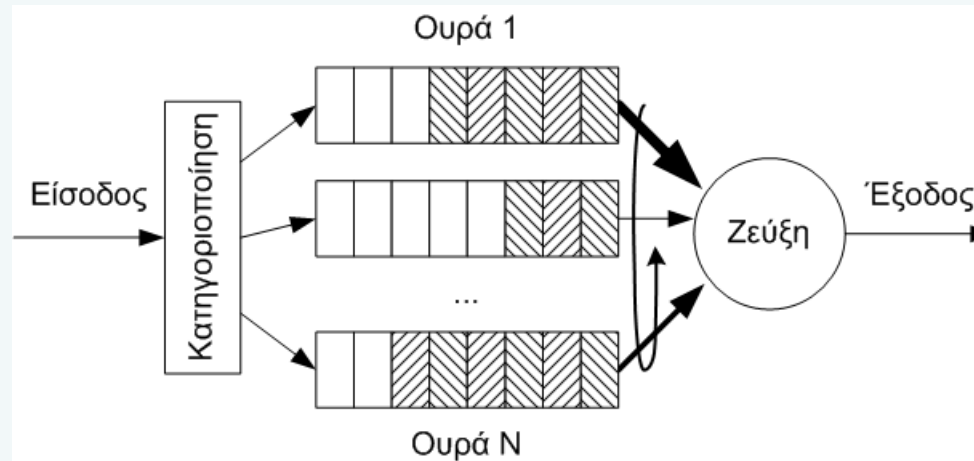
- ❖ Παράδειγμα ουρών κυκλικής επαναφοράς
 - Μεταδίδουμε εκ περιτροπής
 - Μοιράζουμε τις μεταδόσεις εξίσου
 - Η σειρά άφιξης δεν έχει σημασία
 - Τι γίνεται αν η ουρά που έχει σειρά είναι κενή;

A background image of a map, likely of Greece, showing various regions and cities. The map is partially obscured by a blue gradient overlay at the top.

Ουρές επαναφοράς (3 από 3)

- ❖ Με εξοικονόμηση εργασίας
 - Αν μία ουρά είναι κενή, πάμε στην επόμενη
 - Αν υπάρχουν πακέτα η γραμμή χρησιμοποιείται
- ❖ Χωρίς εξοικονόμηση εργασίας
 - Δεν μεταδίδεται τίποτα αν δεν έχει σειρά
 - Σπατάλη πόρων μετάδοσης
 - Αυστηρές εγγυήσεις ποιότητας
 - Αποφεύγεται η αναμονή σε ορισμένες περιπτώσεις

Δίκαιες ουρές (1 από 2)



❖ Δίκαια σταθμισμένες ουρές

- Γενίκευση ουρών κυκλικής επαναφοράς
- Εξυπηρέτηση ουρών με κυκλικό τρόπο
 - Συνήθως με εξοικονόμηση εργασίας
- Κάθε ουρά λαμβάνει διαφορετική εξυπηρέτηση
 - Ποσοστό της χωρητικότητας της γραμμής

Δίκαιες ουρές (2 από 2)

- ❖ Πώς υλοποιούνται οι σταθμισμένες ουρές;
 - Ιδανικά, προσομοιώνουν ροές υγρών
 - Κάθε υγρό ρέει σύμφωνα με προκαθορισμένο ρυθμό
 - Στην πράξη, μεταδίδουμε ένα πακέτο κάθε φορά
 - Αν όλα τα πακέτα είναι ίσα, κανένα πρόβλημα
 - Αν δεν είναι, τότε προσεγγίζουμε το ιδανικό
 - Προσομοιώνουμε την ιδανική ουρά
 - Προσπαθούμε να την προσεγγίζουμε μακροπρόθεσμα

A background image of a map showing geographical features and borders, overlaid with a semi-transparent blue banner at the top.

Ενοποιημένες (1 από 3)

❖ Ενοποιημένες υπηρεσίες (IntServ)

- Τρεις υπηρεσίες για όλους τους δρομολογητές
- Εγγυημένη: περιορίζεται από κουβά κουπονιών
 - Πρέπει να περνά από έλεγχο αποδοχής
 - Εγγυημένη καθυστέρηση από άκρο σε άκρο
- Ελεγχόμενου φόρτου: στατιστική καθυστέρηση
- Καλύτερης προσπάθειας
 - Όλη η υπόλοιπη κίνηση

Ενοποιημένες (2 από 3)

- ❖ Πρωτόκολλο RSVP (Resource Reservation Protocol)
 - Δέσμευση πόρων για ροές μίας κατεύθυνσης
 - 1^η φάση: μήνυμα διερεύνησης από αποστολέα
 - Συλλέγει πληροφορίες στη διαδρομή
 - 2^η φάση: μήνυμα δέσμευσης από παραλήπτες
 - Δεσμεύει πόρους σε κάθε δρομολογητή
 - Περιοδική ανανέωση δεσμεύσεων
 - Προσαρμογή μετά από αλλαγή διαδρομής
 - Καταμερισμένες δεσμεύσεις σε πολυεκπομπή

Ενοποιημένες (3 από 3)

❖ Μειονεκτήματα IntServ

- Πρέπει να υλοποιηθεί παντού
 - Ή τουλάχιστον σε μεγάλο μέρος
 - Απαιτείται ίδια μεταχείριση παντού
 - Κανένας δεν κάνει την αρχή!
- Δυσκολία κλιμάκωσης
 - Απαιτεί ενέργειες ανά ροή
 - Στον κορμό έχουμε τεράστιο πλήθος ροών
- Μόνο τρεις κατηγορίες υπηρεσίας



Διαφοροποιημένες (1 από 3)

- ❖ Διαφοροποιημένες υπηρεσίες (DiffServ)
 - Ομαδοποίηση ροών σε κλάσεις
 - Κατά την είσοδο στο δίκτυο
 - Κατά τη μετάβαση σε νέο αυτόνομο σύστημα
 - Μορφοποίηση στα σημεία ομαδοποίησης
 - Απλή συμπεριφορά στα υπόλοιπα σημεία
 - Μακροχρόνια δέσμευση πόρων
 - Με συμφωνίες μεταξύ παρόχων
 - Πολυπλοκότητα μόνο στα άκρα του δικτύου

Διαφοροποιημένες (2 από 3)

- ❖ Συμπεριφορά επόμενου βήματος (PHB)
 - Αντιμετώπιση πακέτου αναλόγως τάξης
 - Χρήση πεδίου DSCP (ToS ή TC)
 - Τίθεται στην είσοδο στο δίκτυο
- ❖ PHB εσπευσμένης προώθησης (EF)
 - Δεσμευμένο εύρος ζώνης σε κάθε δρομολογητή
 - Περιορισμός ροής κατά την είσοδο στο δίκτυο
 - Πολύ χαμηλή καθυστέρηση και απώλεια



Διαφοροποιημένες (3 από 3)

- ❖ ΡΗΒ διασφαλισμένης προώθησης (AF)
 - Κλάσεις κίνησης με ποσοστό εύρους ζώνης
 - Πολλά επίπεδα προτίμησης απόρριψης ανά κλάση
 - Σημείωση ροών όταν υπερβαίνουν το όριο
 - Απόρριψη με προτεραιότητα κατά τη συμφόρηση
- ❖ Μειονεκτήματα DiffServ
 - Δεν ορίζει ρητές υπηρεσίες σε κάθε δίκτυο
 - Δυσκολία δημιουργίας υπηρεσιών άκρο σε άκρο
 - Κατάλληλη για μακροσκοπική διαχείριση κίνησης

QoS classes in 4G mobile networks (example)

QCI	Resource Type	Priority	Packet Delay Budget (NOTE 1)	Packet Error Loss Rate (NOTE 2)	Example Services
1 (NOTE 3)	GBR	2	100 ms	10^{-2}	Conversational Voice
2 (NOTE 3)		4	150 ms	10^{-3}	Conversational Video (Live Streaming)
3 (NOTE 3)		3	50 ms	10^{-3}	Real Time Gaming
4 (NOTE 3)		5	300 ms	10^{-6}	Non-Conversational Video (Buffered Streaming)
5 (NOTE 3)	Non-GBR	1	100 ms	10^{-6}	IMS Signalling
6 (NOTE 4)		6	300 ms	10^{-6}	Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.)
7 (NOTE 3)		7	100 ms	10^{-3}	Voice, Video (Live Streaming) Interactive Gaming
8 (NOTE 5)		8	300 ms	10^{-6}	Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.)
9 (NOTE 6)		9			

Source: TS 23.302