

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Θέματα Συστημάτων Πολυμέσων

Ενότητα # 2: Επισκόπηση

Διδάσκων: Γεώργιος Κ. Πολύζος

**Τμήμα: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
“Επιστήμη των Υπολογιστών”**



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

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 παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- 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.



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

Σκοποί ενότητας

- Παρουσίαση και κατανόηση των προβλημάτων δικτυακής μετάδοσης πολυμεσικής πληροφορίας.
- Παρουσίαση τεχνικών εξυκονόμησης πόρων του δικτύου όπως η ιεραρχική κωδικοποίηση και η πολυμετάδοση.

Περιεχόμενα ενότητας

- Ιδιαιτερότητες και προβλήματα πολυμέσων
- Σημασία και εφαρμογές της ιεραρχικής κωδικοποίησης
- Πολυμετάδοση (multicast)
- Ανακεφαλαίωση

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Ιδιαιτερότητες και προβλήματα πολυμέσων

Μάθημα: Θέματα Συστημάτων Πολυμέσων

Ενότητα # 2: Επισκόπηση

Διδάσκων: Γεώργιος Κ. Πολύζος

Τμήμα: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Επιστήμη των Υπολογιστών”

Επικοινωνίες με πολυμέσα - Ορισμοί

- πολλαπλά μέσα (multi-media), πολλές μορφές πληροφορίας
 - κείμενο και δεδομένα
 - εικόνες και γραφικά
 - ψηφιακά “συνεχή” μέσα (digital continuous media)
 - ήχος/φωνή
 - video
 - πολλαπλά μέσα *ταυτόχρονα*
- σε πραγματικό χρόνο (real-time), “σύγχρονη” επικοινωνία
- **αμφίδρομες εφαρμογές, με αλληλεπίδραση**
- **σοβαροί περιορισμοί καθυστέρησης**

Εφαρμογές

- Τηλεδιάσκεψη (teleconferencing)
- Πλατφόρμα ομαδικής εργασίας (groupware, Computer Supported Collaborative Work)
 - επιστημονική συνεργασία εξ αποστάσεως
 - remote electron-microscopy
- Διανομή βίντεο/πολυμέσων...
 - όχι καθολική εκπομπή (switched, targeted, non-broadcast)
 - εκπαίδευση
 - Εικονική πραγματικότητα

Χαρακτηριστικά των Πολυμέσων (1 από 2)

- Μέγεθος/όγκος δεδομένων
 - συμπίεση/κωδικοποίηση
 - κωδικοποίηση μεταβαλλόμενου ρυθμού πληροφορίας (Variable Bit Rate – VBR)
 - μεταγωγή με πακέτα: κέρδος στατιστικής πολύπλεξης
- Ανομοιογένειες, πολυμορφία
 - στους δέκτες
 - στο δίκτυο

Χαρακτηριστικά των Πολυμέσων (2 από 2)

- Περιορισμοί αμφίδρομης επικοινωνίας με αλληλεπίδραση
- Ανοχή σε σφάλματα μετάδοσης
 - εφαρμογές πραγματικού χρόνου, υποκειμενική ποιότητα...
- Εφαρμογές σε επικοινωνίες με πολλαπλούς αποδέκτες

Όγκος Δεδομένων

- Ήχος
 - τηλεφωνία: 8...64 Kb/s
 - HiFi στέρεο (ποιότητα CD): 1.5 Mb/s
- Εικόνα
 - πλαίσιο PAL, ασυμπιεστο: $720 \times 576 \times 24 = 1.2 \text{ MB} = 10 \text{ Mb}$
 - επιστημονικές εικόνες: 1 GB
- Βίντεο
 - PAL βίντεο, ασυμπιεστο: $720 \times 576 \times 24 \times 25 = 250 \text{ Mb/s}$
 - τυπικό MPEG-1 video: 1.5Mb/s

Εγγυήσεις Ποιότητας Υπηρεσιών

- Ποιότητα υπηρεσίας (**Quality of Service - QoS**)
 - σταθερή ποιότητα ή σταθερό εύρος ζώνης;
 - μεταγωγή πακέτου ή μεταγωγή κυκλώματος;
- μεταγωγή κυκλώματος (**τηλεφωνικό δίκτυο**)
 - δέσμευση πόρων στο επίπεδο του μεγίστου
 - δεδομένη σταθερή ποιότητα
- μεταγωγή πακέτου (**Ιντερνετ**)
 - στατιστική πολύπλεξη (statistical multiplexing)
 - δέσμευση πόρων κοντά στο επίπεδο του μέσου αντί του μεγίστου
 - σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα
 - προβλήματα συμφόρησης στο δίκτυο (high burstiness)
 - οικονομική παροχή εγγυήσεων: δύσκολο, “ανοικτό” πρόβλημα

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Σημασία και εφαρμογές της ιεραρχικής κωδικοποίησης

Μάθημα: Θέματα Συστημάτων Πολυμέσων

Ενότητα # 2: Επισκόπηση

Διδάσκων: Γεώργιος Κ. Πολύζος

Τμήμα: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Επιστήμη των Υπολογιστών”

Ιεραρχική Κωδικοποίηση (1 από 2)

- Κωδικοποίηση σημάτων σε ανεξάρτητες ή ιεραρχικά εξαρτημένες συνιστώσες
- Παραδείγματα τεχνικών
 - Διαχωρισμός επιπέδου δυφίων (bit-plane separation)
 - Αποσύνθεση πυραμίδας (pyramid decomposition)
 - Κωδικοποίηση υποπεριοχών (sub-band coding)

Ιεραρχική Κωδικοποίηση (2 από 2)

- Πρότυπα
 - MPEG-2
 - Ιεραρχικό JPEG
- Μειονεκτήματα
 - Χρειάζεται επεξεργασία για τη σύνθεση/παρουσίαση του σήματος
 - Ο βαθμός συμπίεσης είναι γενικά μικρότερος (αλλά όχι πολύ)

Ιεραρχικό JPEG



1 επίπεδο
4% μέγεθος
3% αποσυμπ.
43% συμπ.



2 επίπεδο
11% μέγεθος
11% αποσυμπ.
43% συμπ.

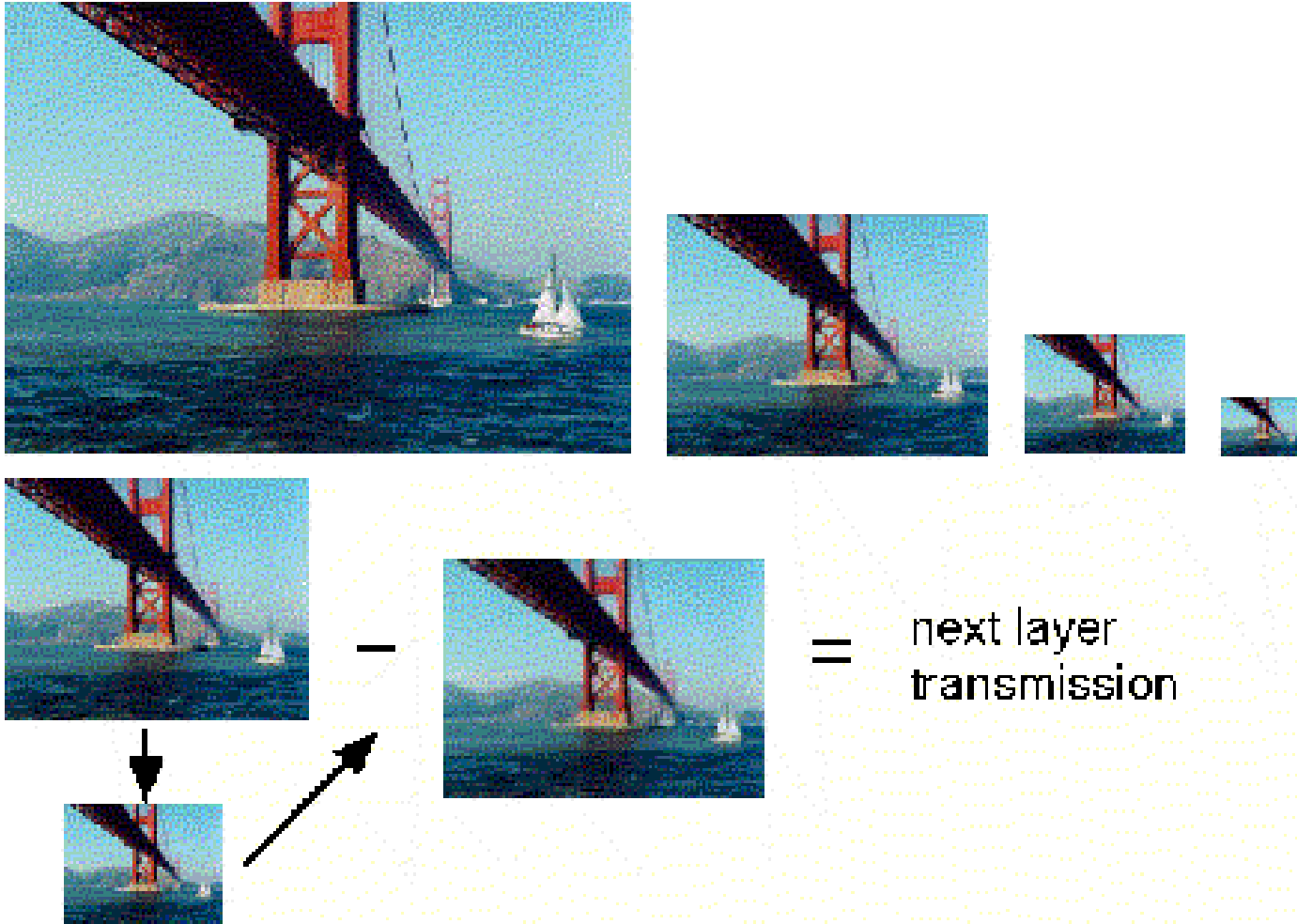


3 επίπεδο
35% μέγεθος
43% αποσυμπ.
169% συμπ.



4 επίπεδο
120% μέγεθος
165% αποσυμπ.
327% συμπ.

HIPEG: Βέλτιστη εικόνα σε πολλές αναλύσεις



Πλεονεκτήματα Ιεραρχικής Κωδικοποίησης (1 από 2)

- Πιο γρήγορο ψάξιμο
 - Σταδιακή μετάδοση/παρουσίαση
- Αποδοτική μετάδοση
 - Εμπρόσθια διόρθωση σφαλμάτων (**Forward Error Correction - FEC**) **μόνο στις βασικές συνιστώσες**
- Αποτελεσματικός έλεγχος συμφόρησης
 - Απόρριψη των λιγότερο σημαντικών συνιστωσών του σήματος
 - Συνήθως χωρίς αναμετάδοση

Πλεονεκτήματα Ιεραρχικής Κωδικοποίησης (2 από 2)

- Αντιμετώπιση ανομοιογενειών
 - Συνιστώσες χρήσιμες σε διαφορετικούς τύπους παρουσίασης (formats)
- Αποφυγή κατακλυσμού δεκτών με πληροφορία που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν
 - Π.χ., ασύρματα, φορητά τερματικά με μικρές οθόνες δε χρειάζεται καν να δεχτούν συνιστώσες υψηλής ευκρίνειας

Αποτελέσματα Σφαλμάτων στο JPEG



JPEG

2% απώλεια

(ανέπαφοι πίνακες)



HJPEG

2% απώλεια

(όλη στο 4^ο επίπεδο)



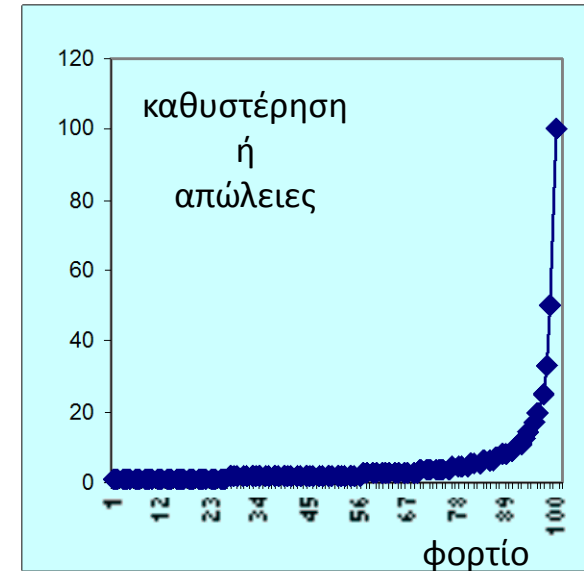
HJPEG

3 επίπεδα

(~55% απώλεια)

Έξυπνος Έλεγχος Συμφόρησης (1 από 2)

- Η υποστήριξη ποιότητας υπηρεσιών οδηγεί σε χαμηλούς βαθμούς χρησιμοποίησης του δικτύου
 - Φθηνές υπηρεσίες χωρίς εγγυήσεις (best-effort)
 - Η γρήγορη απόρριψη φορτίου είναι το κλειδί για τον αποτελεσματικό και οικονομικό έλεγχο συμφόρησης

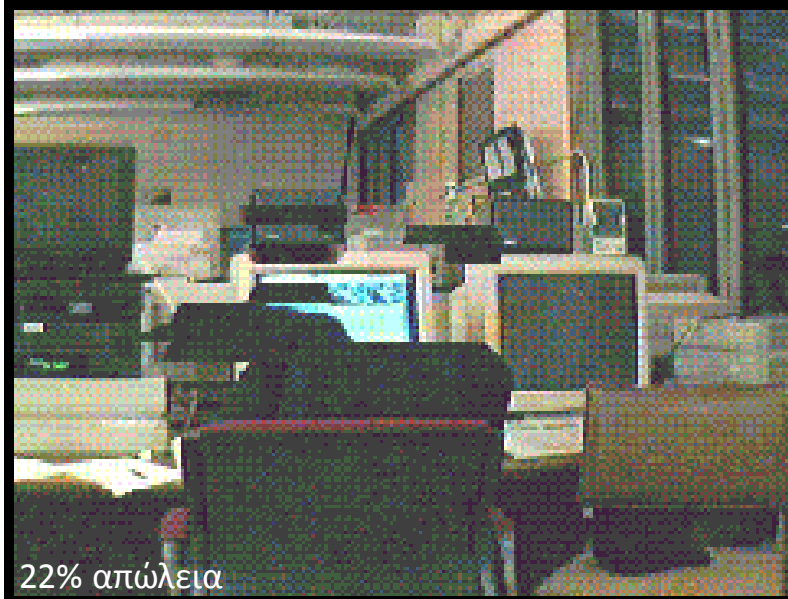


Έξυπνος Έλεγχος Συμφόρησης (2 από 2)

- **Πρόταση:**
 - Εκμετάλλευση φθηνών καναλιών χωρίς εγγυήσεις ποιότητας σε συνδυασμό με πιο ακριβά κανάλια με εγγυήσεις για **μέρος** του σήματος
 - Νέο μοντέλο επικοινωνίας για τις εφαρμογές
 - Παρουσίαση μέσων συνεχούς ροής στον χρήστη με βάση το χρόνο και όχι την ποσότητα δεδομένων που έχουν ληφθεί

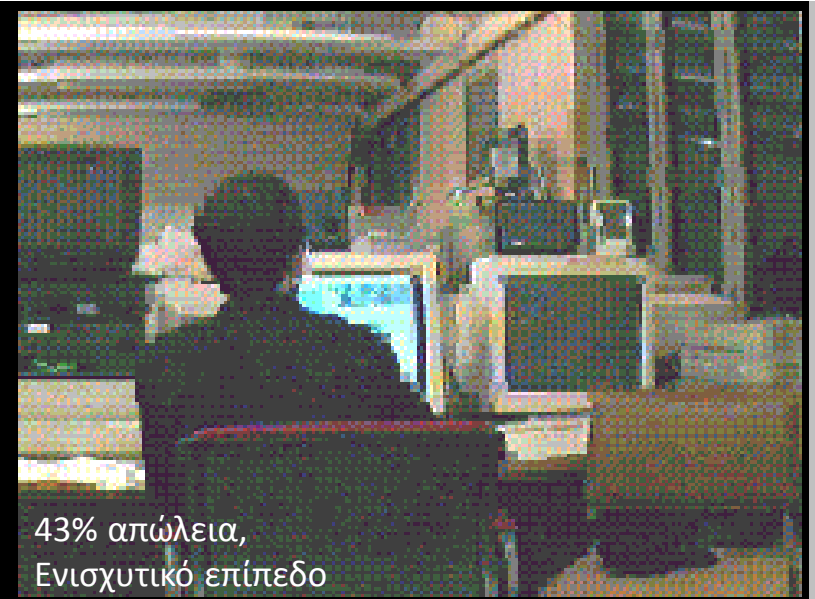
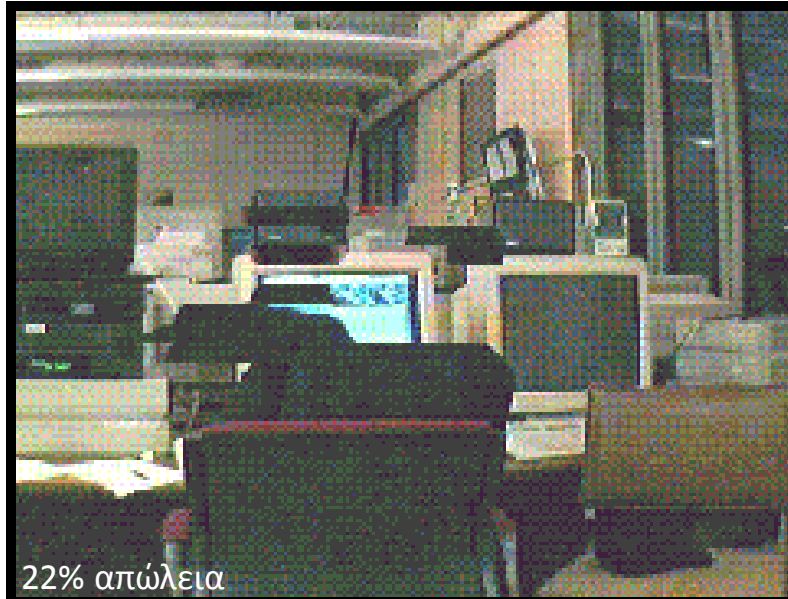
"Multi-Resolution Layered Coding for Real-Time Image Transmission: Architectural and Error Control Considerations," *Real-Time Imaging*, (με J.K. Han).

Πρότυπο Εφαρμογής Βίντεο (1 από 2)



- Διαχωρισμός του video σε δύο συνιστώσες:
 - Βασική συνιστώσα (χαμηλής ευκρίνειας)
 - Ενισχυτικό επίπεδο (Enhancement layer - υψηλής ευκρίνειας)
- Μετάδοση με δύο ροές UDP
- Προστασία της βασικής συνιστώσας με πρόσθια διόρθωση σφαλμάτων (FEC)
- Εφαρμογές σε **ασύρματη** μετάδοση

Πρότυπο Εφαρμογής Βίντεο (2 από 2)



- Βασισμένο στο **nv**
- Διαπλεσιακή και ενδοπλαισιακή συμπίεση βασισμένη σε μπλοκ
- ..UDP/IP

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Πολυμετάδοση (multicast)

Μάθημα: Θέματα Συστημάτων Πολυμέσων

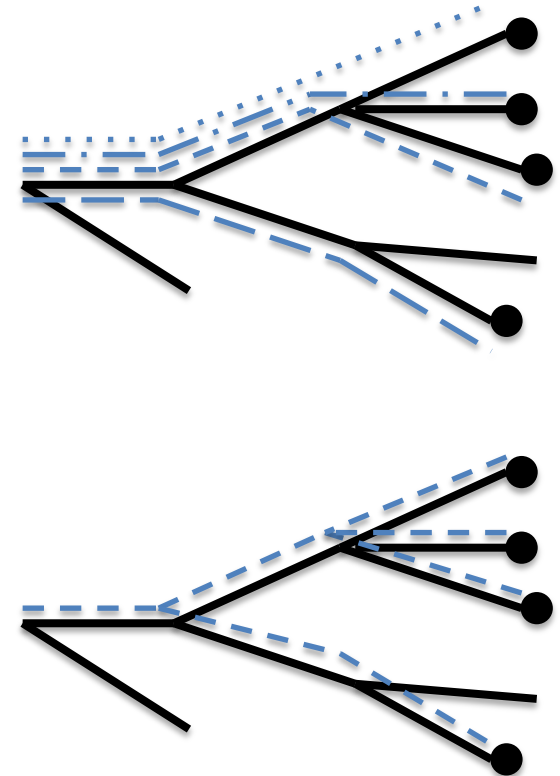
Ενότητα # 2: Επισκόπηση

Διδάσκων: Γεώργιος Κ. Πολύζος

Τμήμα: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Επιστήμη των Υπολογιστών”

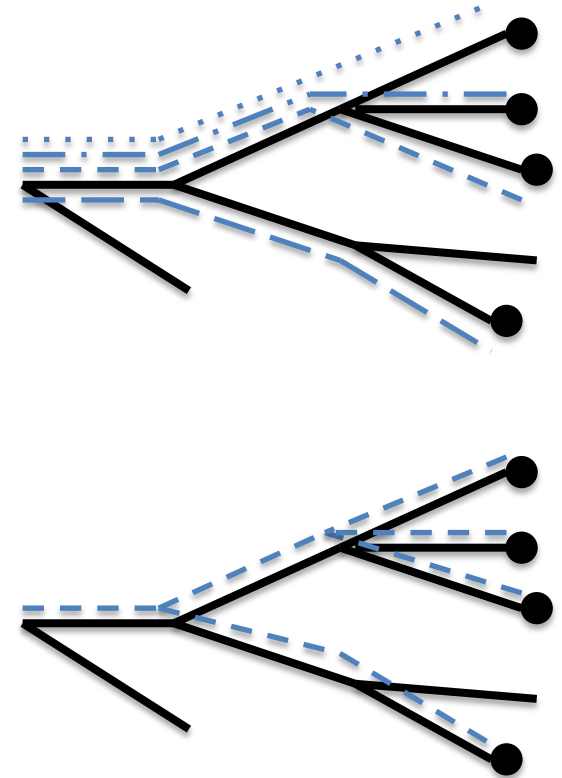
Μετάδοση προς Πολλούς Δέκτες (1 από 2)

- Τρόποι μετάδοσης:
 - Μετάδοση (unicast)
 - Μετάδοση προς ένα δέκτη
 - Εκπομπή/καθολική μετάδοση (broadcast)
 - Μετάδοση προς όλους τους δέκτες
 - Πολυμετάδοση (multicast)
 - Μετάδοση προς ένα υποσύνολο των δεκτών στο δίκτυο



Μετάδοση προς Πολλούς Δέκτες (2 από 2)

- Κίνητρα για χρήση πολυμετάδοσης
 - Οικονομία χωρητικότητας του δικτύου
 - Οικονομία πόρων στην πηγή (αποφυγή περιττών αντιγράφων)
 - Υποστήριξη πολυμετάδοσης από μεταγωγείς (switches/routers)

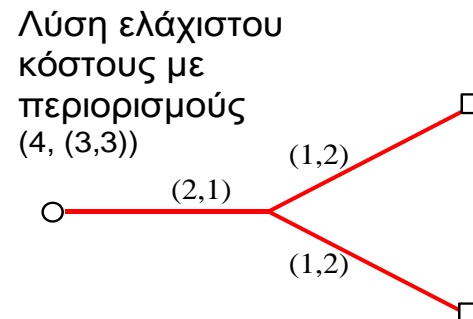
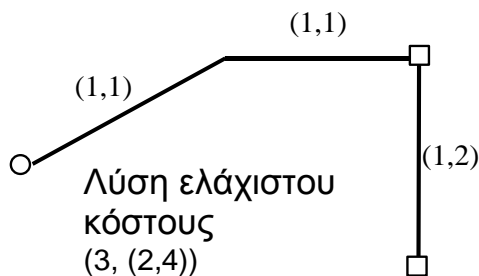
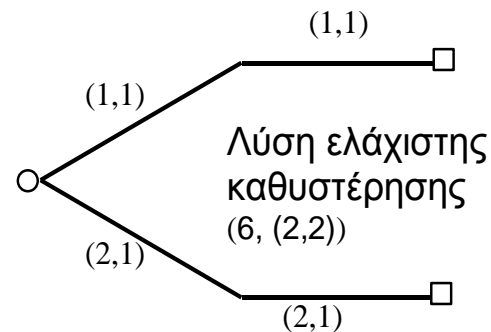
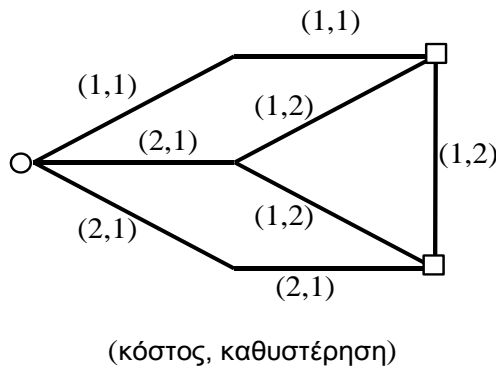


Δρομολόγηση με Πολλούς Δέκτες (1 από 2)

- Δρομολόγηση ελαχιστοποίησης καθυστέρησης (προς κάθε δέκτη)
 - επέκταση των χρησιμοποιούμενων αλγόριθμων δρομολόγησης
 - γρήγοροι αλγόριθμοι
 - αδιαφορία για το κόστος (κοινοί δρόμοι δεν επιδιώκονται)
- Δρομολόγηση ελαχιστοποίησης κόστους (Steiner tree)
 - NP-hard
 - γρήγοροι προσεγγιστικοί αλγόριθμοι
 - αδιαφορία για την καθυστέρηση
- Δρομολόγηση από την πηγή (source routing)
 - απαιτείται γνώση της τοπολογίας (και κατάστασης) όλου του δικτύου

Δρομολόγηση με Πολλούς Δέκτες (2 από 2)

- Κατανεμημένη δρομολόγηση (distributed routing)
 - χρήση πληροφοριών μόνο για γειτονικούς κόμβους



Βέλτιστη Δρομολόγηση με Περιορισμούς Ποιότητας (1 από 2)

- **Βέλτιστη δρομολόγηση** (δηλ. με ελάχιστο κόστος) με περιορισμούς ποιότητας των δρόμων
 - NP-hard
 - Ικανοποίηση απαιτήσεων αμφίδρομων πολυμέσων
- **Αμφίδρομα/αλληλεπιδραστικά μέσα συνεχούς ροής**
 - Ελαχιστοποίηση χρήσης γραμμών (χωρητικότητας)
 - Επίτευξη των στόχων καθυστέρησης ή/και απωλειών
 - Χρήση νοητών κυκλωμάτων (σχετικά μεγάλη διάρκεια σύνδεσης)
 - αποφάσεις δρομολόγησης λαμβάνονται μόνο (ή κυρίως) κατά τη διάρκεια της αρχικής σύνδεσης

Βέλτιστη Δρομολόγηση με Περιορισμούς Ποιότητας (2 από 2)

- Ευριστικός αλγόριθμος δρομολόγησης από την πηγή ($O(n^3)$)

"Multicast Routing for Multimedia Communication," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, June 1993 (με V. Kompella και J. Pasquale).

- Κατανεμημένη δρομολόγηση ($O(n^3)$ μηνύματα)

"Optimal Multicast Routing with Quality of Service Constraints," *Journal of Network and Systems Management*, 1996 (με V. Kompella και J. Pasquale).

Ανομοιογένειες (1 από 2)

- Στα **τερματικά**
 - Οθόνες
 - έγχρωμες, μονόχρωμες, διαφόρων διαστάσεων, διαχωριστικής ικανότητας, ...
 - Ήχος
 - στερεοφωνικός, μονοφωνικός, υψηλής πιστότητας, ...
 - Ταχύτητα του επεξεργαστή
 - Δυνατότητες του λειτουργικού συστήματος
 - Ύπαρξη ή όχι και δυνατότητες **υλικού** για υποβοήθηση παρουσίασης (hardware accelerators), συμπίεσης σήματος, ...

Ανομοιογένειες (2 από 2)

- Στα δίκτυα

- Διαφορετικές τεχνολογίες και υποστήριξη υπηρεσιών

- π.χ. δίκτυα IP και δίκτυα ATM

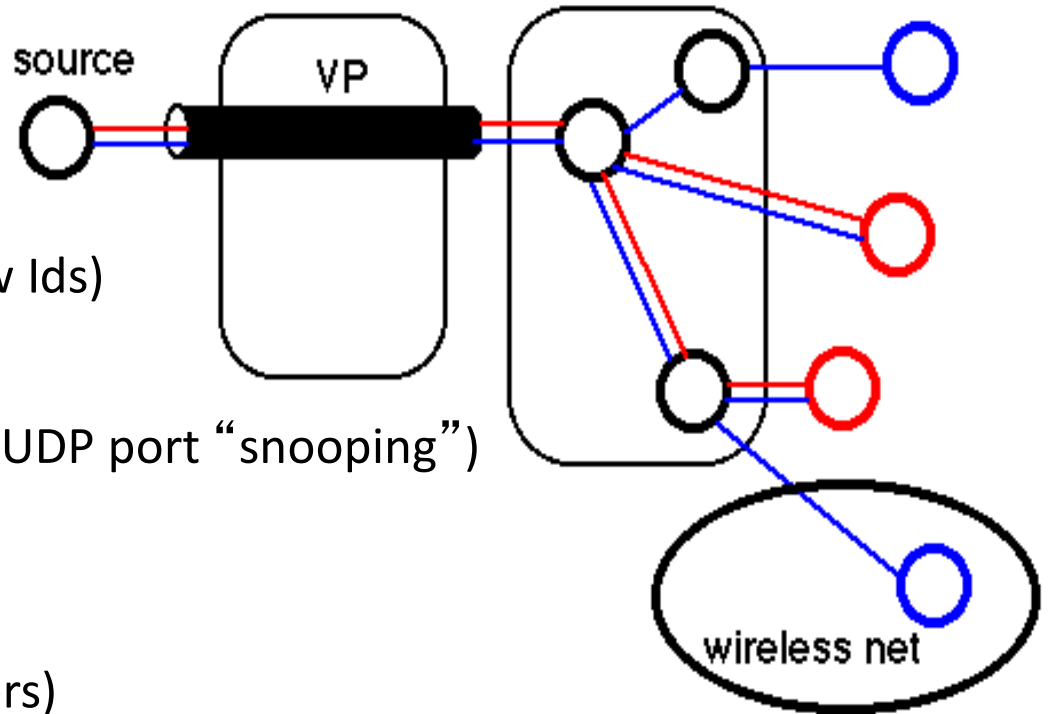
- Απαιτήσεις/εγγυήσεις επιπέδου ποιότητας, ...

- Διαφορετικά χαρακτηριστικά γραμμών

- Ταχύτητα/φάσμα

- Αξιοπιστία

Χρήση Ιεραρχικά Κωδικοποιημένου Video



- **IPv6**
 - Αναγνωριστικό ροής (flow ids)
- **IPv4**
 - ... υποκλοπή θήρας UDP (UDP port “snooping”)
- **ATM**
 - Cell Loss Priority bit
 - Μόνο 2 επίπεδα (layers)
 - Πολλά αναγνωριστικά εικονικών κυκλωμάτων (VCIs) με διάφορα QoS
 - Χρήση αναγνωριστικού εικονικής διαδρομής (VPI) για γρήγορη/αποδοτική μεταγωγή
 - Εύκολη υλοποίηση επιλεκτικών (απορριπτικών) φίλτρων

Ο Δίαυλος Πολυμετάδοσης Πολυμέσων (1 από 2)

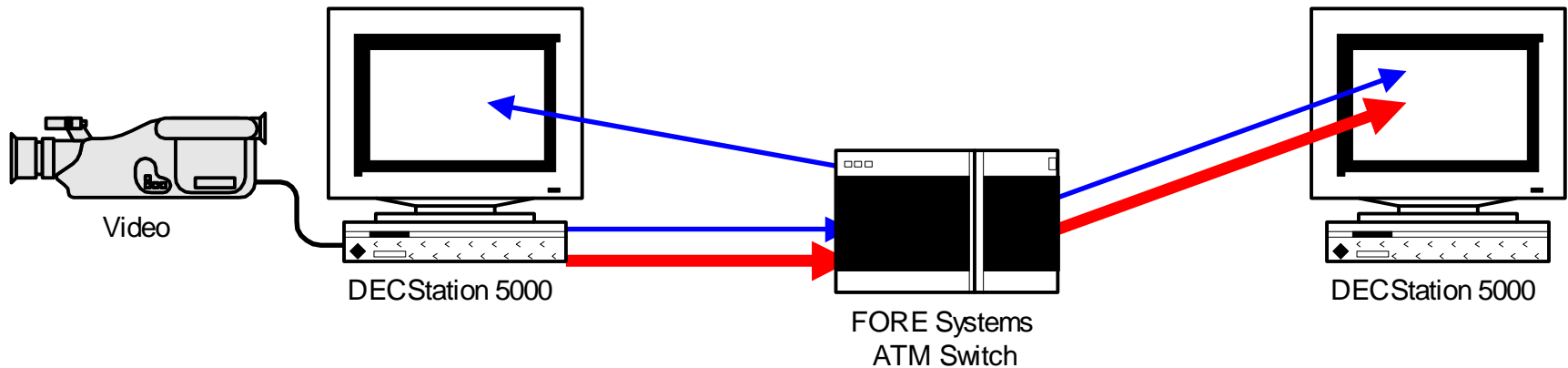
- The **M**ultimedia **M**ulticast **C**hannel (*MMC*)
- Πλαίσιο για ανάπτυξη εφαρμογών διάδοσης πολυμέσων
 - Μετάδοση από έναν προς πολλούς και προς μία κατεύθυνση
 - Ασθενής σύζευξη μεταξύ πηγής και δεκτών (απλοποίηση του συστήματος)
 - Η πηγή δε χρειάζεται να γνωρίζει τους δέκτες
- Υποστήριξη/αντιμετώπιση ανομοιογένειας

Ο Δίαυλος Πολυμετάδοσης Πολυμέσων (2 από 2)

- Οικονομία που επιτυγχάνεται με
 - Πολυμετάδοση
 - Αποφυγή ή χαλαρή ανάδραση (open-loop control)
 - Μετάδοση και επεξεργασία κατάλληλη για κάθε μέσο
 - Υποστήριξη ιεραρχικής κωδικοποίησης
 - Υποστήριξη στατιστικής πολύπλεξης
 - “Φίλτρα” και προώθησή τους στο δίκτυο προς την πηγή

"The Multimedia Multicast Channel," *Internetworking: Research and Experience*, 1995 (με Anderson, Kompella, and Pasquale).

Πρότυπη Υλοποίηση σε Περιβάλλον ATM

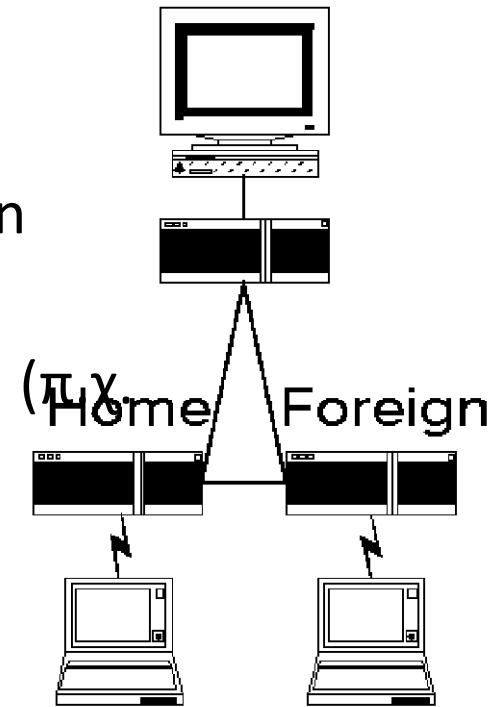


- Πλατφόρμα δοκιμών δικτύων ATM της «FORE Systems»
- DECStation 5000, FORE ATM adapters
- Εικονικά κυκλώματα (VCs) = ροές μέσων, επίπεδα
- Συμπεράσματα:
 - ελάχιστο επιπλέον φορτίο στους δέκτες για λήψη συνιστωσών
 - αποτελεσματική μέθοδος για αντιμετώπιση υπερφόρτωσης
 - χρειάζεται αποτελεσματικότερη υποστήριξη για επεξεργασία σήματος

"A Prototype Video Dissemination Application over ATM," Proc. IEEE ICC, June 1995 (με K. Taylor).

Πολυμετάδοση σε Ασύρματα και Κινητή Επικοινωνία στο IP (1 από 2)

- Κινητή επικοινωνία στο IP
 - Ρευστή περιοχή - τα “πρότυπα” αλλάζουν...
 - Σπιτικός & ξένος πράκτορας (Home & Foreign Agents)
 - Τούνελ (tunneling IP/IP), εικονικά δίκτυα (Mbone)
- Προβλήματα
 - Διάφορες λύσεις απλές αλλά ακτιβές
 - Συγκρούσεις στόχων (π.χ. οικονομία και ασφάλεια)



Πολυμετάδοση σε Ασύρματα και Κινητή Επικοινωνία στο IP (2 από 2)

- Βελτιστοποιήσεις στο πρωτόκολλο IGMP (Internet **G**roup **M**anagement **P**rotocol) για απ' ευθείας συνδέσεις
 - Ασύρματα κυψελωτά (wireless cellular/PCS)
 - Τούνελ σε κινητές επικοινωνίας στο IP (mobile IP tunnels)

"**IP Multicast for Mobile Hosts**," *IEEE Communications*, January 1997 (with G. Xylomenos).

Εργασίες σχετικές με την Πολυμετάδοση (1 από 2)

- Wall's thesis [1982]
- Πολυμετάδοση στο IP [Deering & Cheriton 1990], DVMRP
- Mbone: Πολυμετάδοση ήχου και βίντεο στο Ίντερνετ
 - Πολυμετάδοση στο IP
 - Τούνελ , IPIP, RTP
 - Εργαλεία τηλεδιάσκεψης (vat, nv, etc.)

Εργασίες σχετικές με την Πολυμετάδοση (2 από 2)

- CBT [Ballardie et al. 1993], PIM [Deering et al. 1996]
- RTP [Schulzrine & Casner 1993]
- RSVP [Zhang et al. 1993]
- Αξιόπιστη πολυμετάδοση (reliable multicast)
- Πολυεκπομπή στο ATM

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Ανακεφαλαίωση

Μάθημα: Θέματα Συστημάτων Πολυμέσων

Ενότητα # 2: Επισκόπηση

Διδάσκων: Γεώργιος Κ. Πολύζος

Τμήμα: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Επιστήμη των Υπολογιστών”

Ανακεφαλαίωση (1 από 2)

- Ιδιαιτερότητες και προβλήματα πολυμέσων
- Σημασία και εφαρμογές της ιεραρχικής κωδικοποίησης
- Πολυμετάδοση (multicast)
 - Αντιμετώπιση ανομοιογενειών στο δίκτυο και στα τερματικά
 - Σχεδιασμός του Διαύλου Πολυμετάδοσης Πολυμέσων (MMC)
 - Βέλτιστη δρομολόγηση με περιορισμούς
 - IP Multicast, Mobile IP, and Point-to-Point local distribution
 - Βίντεο σε ασύρματες κινητές επικοινωνίες

Ανακεφαλαίωση (2 από 2)

- Επιπτώσεις και αντιμετώπιση σφαλμάτων μετάδοσης
 - εικόνας
 - video

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

Τέλος Ενότητας # 2

Μάθημα: Θέματα Συστημάτων Πολυμέσων

Ενότητα # 2: Επισκόπηση

Διδάσκων: Γεώργιος Κ. Πολύζος

Τμήμα: Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “Επιστήμη των Υπολογιστών”



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης