



# Πληροφορική – Εφαρμογές Πολυμέσων

Ενότητα 5: Ήχος στα Πολυμεσικά Συστήματα

Ζαχαρούλα Ανδρεοπούλου  
Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



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



# 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 Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» 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.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Πληροφορική – Εφαρμογές Πολυμέσων

# Περιεχόμενα ενότητας 1/2

1. Ήχος και εφαρμογές
2. Δημιουργία ψηφιακού ήχου
3. Αποθήκευση ψηφιακού ήχου
4. Ψηφιοποίηση του ήχου
5. Μέθοδοι ηχητικής κωδικοποίησης
6. Συμπίεση του ήχου
7. Ηχητική ποιότητα και μέθοδος ψηφιοποίησης
8. Πρότυπα



# Περιεχόμενα ενότητας 2/2

9. Πρότυπα MPEG
10. Πρότυπο MPEG-1
11. Πρότυπο MP3
12. Άλλα πρότυπα συμπίεσης ήχου
13. AAC
14. Τεχνολογίες ήχου στο Διαδίκτυο
15. Real Media
16. Dolby Digital
17. Τύποι αρχείων ήχου
18. Μέγεθος αρχείου ήχου



# Ήχος και εφαρμογές 1/2

- Ο ήχος αποτελεί σημαντικό κομμάτι μιας πολυμεσικής εφαρμογής και εμφανίζεται στη μορφή της **μουσικής επένδυσης** της εφαρμογής, στην **αναπαραγωγή μουσικών κομματιών**, της **αφήγησης**, του **σχολιασμού**, των **ζωντανών ήχων**, κ.λπ.
- Παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε ψυχαγωγικές και εκπαιδευτικές εφαρμογές.
- Υπάρχουν πολυμεσικές εφαρμογές που έχουν ως κύριο αντικείμενο την μουσική.



# Ήχος και εφαρμογές 2/2

- Εφαρμογές που προορίζονται για ανθρώπους με **προβλήματα όρασης** στις οποίες ο ήχος χρησιμοποιείται εκτενώς και με αποτελεσματικό τρόπο.
- ο ήχος μπορεί να παίξει πρωτεύοντα ρόλο και στην **ανάδραση** μιας πολυμεσικής εφαρμογής, όπου ο τελικός χρήστης δίνει προφορικές εντολές και καθοδηγεί την εξέλιξη της εφαρμογής.
- Υπάρχουν σημαντικές εφαρμογές **υπαγόρευσης κειμένου** στον υπολογιστή με την εφαρμογή της αναγνώρισης και σύνθεσης ομιλίας σε επαγγελματικές εφαρμογές.





# Δημιουργία ψηφιακού ήχου

- Για την ψηφιοποίηση των διαθέσιμων αναλογικών ήχων χρησιμοποιείται ένας **ψηφιοποιητής ήχου** (sound digitiser).
- Μπορούμε **να συλλάβουμε τον ήχο απευθείας σε ψηφιακό αρχείο** με τη χρήση μικροφώνου συνδεδεμένου στον υπολογιστή ή να συντεθεί μέσω μουσικών οργάνων που επικοινωνούν με τον υπολογιστή διαμέσου ενός MIDI interface.



# Αποθήκευση ψηφιακού ήχου 1/3

- Ο ήχος μπορεί να αποθηκευτεί στον υπολογιστή ως ψηφιοποιημένο ηχητικό σήμα,
  - συμπιεσμένο ή
  - ασυμπίεστο.



# Αποθήκευση ψηφιακού ήχου 2/3

- Σε αναλογία με τα γραφικά, υπάρχει για τη μουσική το **πρότυπο MIDI** (Musical Instrument Digital Interface) που αναπτύχθηκε στη αρχή της δεκαετίας του 80.
  - Καθορίζει την κωδικοποίηση στα διάφορα στοιχεία μιας μουσικής παρτιτούρας καθώς και τα όργανα που συμμετέχουν.
  - Υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης 127 οργάνων και ηχητικών εφέ, μαζί με πρότυπα για την επικοινωνία μουσικών οργάνων με υπολογιστή.



# Αποθήκευση ψηφιακού ήχου 3/3

- Ένας υπολογιστής που διαθέτει MIDI interface μπορεί να χειριστεί συσκευές που ακολουθούν αυτό το πρότυπο όπως ηλεκτρονικά synthesizers.
- Η σύνθεση των ήχων των οργάνων γίνεται συνήθως με FM σύνθεση που δεν δίνει καλά αποτελέσματα. Σε πολλές όμως περιπτώσεις, περιέχουν αποθηκευμένα σε μνήμη ROM **δείγματα πραγματικών οργάνων** και έτσι η μουσική MIDI μοιάζει με πραγματική.



# Ψηφιοποίηση του ήχου 1/2

- Η ψηφιοποίηση του αναλογικού ήχου σε ψηφιακό για τη δημιουργία αρχείου ονομάζεται ψηφιοποίηση.
- Η διαδικασία περιλαμβάνει 3 φάσεις:
  - την δειγματοληψία,
  - την κβάντωση και
  - την κωδικοποίηση.



# Ψηφιοποίηση του ήχου 2/2

- Η συχνότητα της δειγματοληψίας καθορίζει τον αριθμό των **δειγμάτων που λαμβάνουμε ανά sec** και μετριέται σε KHz. Η συχνότητα δειγματοληψίας **11 KHz** είναι ικανοποιητική για φωνή αλλά όχι για μουσική.
- Οι συχνότητες 22KHz έως 44KHz επιλέγονται για μονοφωνικό και στερεοφωνικό ήχο.



# Μέθοδοι ηχητικής κωδικοποίησης 1/2

Οι μέθοδοι ηχητικής κωδικοποίησης είναι οι εξής:

**a. PCM (Pulse Code Modulation)**

- παλμοκωδική κωδικοποίηση

**b. Mu-Law PCM και A-Law-PCM**

- λογαριθμικές κωδικοποιήσεις



# Μέθοδοι ηχητικής κωδικοποίησης 2/2

## c. **DPCM** (Differential Pulse Code Modulation)

- διαφορική παλμοκωδική κωδικοποίηση

## d. **ADPCM** (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)

- προσαρμοζόμενη διαφορική παλμοκωδική κωδικοποίηση)

## e. **LPC** (Linear predictive Coding)

- γραμμική προβλεπόμενη κωδικοποίηση)





# Συμπίεση του ήχου

- Η αποτελεσματική συμπίεση του ήχου γίνεται με τον συνδυασμό πολύπλοκων αλγορίθμων με **απωλεστικές** και **μη απωλεστικές** μεθόδους συμπίεσης.
- Η ακοή είναι πιο ευαίσθητη στις αλλοιώσεις του ήχου σε σχέση με την όραση και εξαιτίας του ενδιαφέροντος για συμπίεση του ήχου στην τηλεφωνία, έχουν αναπτυχθεί πολλές **τεχνικές κωδικοποίησης της ομιλίας**.
- Στη μουσική οι απαιτήσεις ποιότητας είναι μεγαλύτερες.



# Ηχητική ποιότητα και μέθοδος ψηφιοποίησης

Μέθοδος Κωδικοποίησης	Συχνότητα Δειγματοληψίας (kHz)	Κβαντοποίηση (bits)	Παραγόμενη Ποιότητα
PCM	44.1	16	Hi-fi
ADPCM	37.8	8	Hi-fi
ADPCM	37.8	8	FM μετάδοση (μουσική)
ADPCM	18.9		AM μετάδοση (ομιλία)
PCM	8	8	Τηλεφωνική

Πίνακας 1. Ηχητική ποιότητα και μέθοδος ψηφιοποίησης



# Πρότυπα 1/2

- Στην Οπτικοακουστική Τηλεφωνία (Audiovisual Telephony) εμφανίζεται η **οικογένεια προτύπων H.320** που δημοσιεύτηκαν από την ITU-TS.
  - Το πρότυπο υποστηρίζει τόσο τηλεπικοινωνιακά δίκτυα όσο και δίκτυα υπολογιστών.
  - Στην οικογένεια αυτή περιλαμβάνονται και τη σειρά προτύπων ITU-G για συμπίεση ήχου.



# Πρότυπα 2/2

- Υπάρχει το πρότυπο G.711 για συμπίεση PCM συχνοτήτων φωνής.
- Υπάρχει το πρότυπο G.722 για συμπίεση ADPCM με συχνότητα 7kHz και απαιτούμενο εύρος ζώνης 64Kbits/s.
- Υπάρχει το πρότυπο G.728 για συμπίεση CELP και κωδικοποίηση που απαιτεί 16Kbits/s.



# Πρότυπα MPEG

- Στα πλαίσια της έρευνας EUREKA, η ομάδα Moving Pictures Experts Group (MPEG) του ISO/IEC αναπτύσσει πρότυπα για **συμπίεση εικόνας, video και ήχου** από το 1988.
- Το πρότυπο ψηφιακής συμπίεσης ήχου υψηλής πιστότητας που προέκυψε από την πρώτη φάση είναι το MPEG-1 ενώ η έρευνα συνεχίζεται στο MPEG-2 και το MPEG-3.



# Πρότυπο MPEG-1 1/2

- Το ηχητικό κομμάτι σε συμπίεση MPEG-1 δεν αποτελεί έναν αλγόριθμο συμπίεσης, αλλά μια οικογένεια τριών διαφορετικών τεχνικών κωδικοποίησης και συμπίεσης ήχου. Αυτές οι οικογένειες ονομάζονται MPEG-Audio Layer-1, Layer-2, Layer-3 και στηρίζονται στην ίδια αρχή: η συμπίεση γίνεται συνδυάζοντας ένα είδος κωδικοποίησης μετασχηματισμού και sub-band division.



# Πρότυπο MPEG-1 2/2

- Το πρότυπο MPEG-1 προβλέπει δύο ηχητικά κανάλια, είτε απλά μονοφωνικά, είτε διπλά, δηλαδή δύο μονοφωνικά κανάλια, είτε απλά στερεοφωνικά (ένα κανάλι μεταφέρει το αριστερό ηχητικό σήμα και το άλλο το δεξί) ή από κοινού στερεοφωνικά (joint stereo, το ένα κανάλι μεταφέρει το άθροισμα και το άλλο τη διαφορά των σημάτων). Το πρότυπο χρησιμοποιεί 16bits για την κωδικοποίηση των δειγμάτων ενώ η συχνότητα δειγματοληψίας είναι 44.1kHz, 48kHz ή 32kHz.



# Πρότυπο MP3 1/5

- Το πρότυπο MPEG-1 layer 3, ονομάζεται MP3 είναι ένα πολύ διαδεδομένο πρότυπο συμπίεσης για **μεγάλη συμπίεση και καλή ποιότητα ήχου**.
- Η συμπίεση φτάνει στο 85% χωρίς αισθητή απώλεια.
- Μουσικά αρχεία 5 λεπτών περίπου καταλαμβάνουν χώρο **3-7 MB** αντί των 40-70 MB αρχικά.





# Πρότυπο MP3 2/5

- Οπότε, σε ένα μόνο CD μπορούμε να αποθηκεύσουμε 150-230 περίπου μουσικά κομμάτια, ανάλογα με την ποιότητα τους.
- Για δοσμένη ποιότητα ήχου το MPEG layer III απαιτεί το μικρότερο bitrate ή αλλιώς για δοσμένο bitrate πετυχαίνει την υψηλότερη ποιότητα ήχου.
- Συρρικνώνει τα αρχικά δεδομένα ήχου από ένα CD κατά ένα παράγοντα της τάξης του 12 χωρίς να χάνεται ουσιαστικά η ποιότητα ήχου.



# Πρότυπο MP3 3/5

- Ο αλγόριθμος MP3 βασίζεται στο **φαινόμενο της ηχητικής σκίασης** και ακολουθεί 5 βήματα:
  - την είσοδο του σήματος μέσα από την τράπεζα φίλτρων,
  - την μετατροπή με το ψυχο-ακουστικό μοντέλο,
  - την κατανομή των ψηφίων,
  - την κβάντωση και κωδικοποίηση,
  - την μορφοποίηση της παλμοσειράς και τέλος το κωδικοποιημένο σήμα.



# Πρότυπο MP3 4/5

- Ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων καθορίζει και το ποσοστό συμπίεσης. Το μέγεθος και η ποιότητα των αρχείων καθορίζονται εύκολα από το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.
- **Για παράδειγμα**, επειδή τα 128 Kbps αντιστοιχούν σε 128000 bit/sec, δηλαδή 16000byte/second ή 16KB/sec, ένα μουσικό κομμάτι, συνήθως τραγούδι, διάρκειας 4 λεπτών θα χρειαστεί αποθηκευτικό χώρο μόλις  $16 \times 4 \times 60 = 3,84 \text{MB}$ .



# Πρότυπο MP3 5/5

- Το MP3 αποτελεί νέα μέθοδο διανομής μουσικής με την βοήθεια του διαδικτύου.
- Τα κομμάτια μπορούν να κατέβουν στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή από το διαδίκτυο ενώ δημιουργούνται και νόμιμες εταιρείες διανομής μουσικών κομματιών μέσω portals.
- Οι εταιρείες αυτές προωθούν και διακινούν τα προϊόντα τους μέσω του Διαδικτύου, με νόμιμο τρόπο, αν και στο παρελθόν έχουν γίνει μεγάλες δικαστικές μάχες για την κατοχύρωση των πνευματικών δικαιωμάτων και την απεριόριστη διακίνηση χωρίς άδεια.



# Άλλα πρότυπα συμπίεσης ήχου

Άλλα πρότυπα συμπίεσης ήχου είναι:

- Το AAC (Advanced Audio Codec)
- Το RA (Real Audio)
- Το AC-3 Dolby Digital
- Το OGG
- Το VQF
- Το MP3-Pro



# AAC 1/3

- Το AAC (Advanced Audio Codec) είναι ένας αλγόριθμος κωδικοποίησης ήχου που παράγει εξαιρετικά υψηλής ποιότητας ήχο σε bitrate 64Kb/δευτερόλεπτο/κανάλι.
- Επιτρέπει την κωδικοποίηση έως και 48 καναλιών ήχου και έως και 16 καναλιών χαμηλής συχνότητας για εφέ, ενώ μπορεί να υποστηρίξει πολλές γλώσσες ταυτόχρονα, αλλά και φωνή πάνω από προγράμματα ήχου.



# AAC 2/3

- Το AAC εμφανίζεται σε τρεις μορφές:
  - Την «κύρια»
  - Την «χαμηλής πολυπλοκότητας»
  - Την «κλιμακούμενης συχνότητας δειγματοληψίας»
- Η «κύρια» όψη απευθύνεται σε εφαρμογές που η υπολογιστική ισχύς και η μνήμη δεν είναι περιορισμένα.



# AAC 3/3

- Το AAC είναι κομμάτι του MPEG-4 και κυριαρχεί στο Διαδίκτυο.
- Μόνο η εταιρία AT&T έχει παρουσιάσει στο δίκτυο έναν κωδικοποιητή που φαίνεται ότι έχει ενσωματώσει τους αλγόριθμους της κωδικοποίησης AAC.





# Τεχνολογίες ήχου στο Διαδίκτυο

---

Στο διαδίκτυο η τεχνολογία του παρεχόμενου συνεχούς ήχου (**streaming audio**) συναντάται:

- είτε μετά από ζήτηση (On-demand)
- είτε σε ζωντανή μορφή (Live).



# Real Media 1/4

- Η εφαρμογή Real Media 5.0 μπορεί να μεταδώσει σε πραγματικό χρόνο **οποιοδήποτε τύπο δεδομένων** όπως αρχεία ήχου, κινούμενης εικόνας(video), MIDI, κείμενο, εικόνες, animation και παρουσιάσεις. Είναι μια ολοκληρωμένη λύση για μετάδοση μέσω δικτύου κυρίως σε πραγματικό χρόνο.
- Η μετάδοση μπορεί να περιλαμβάνει είτε ένα είτε και όλα τα παραπάνω είδη δεδομένων συγχρονισμένα.



# Real Media 2/4

- Συνεργάζεται με όλα τα λειτουργικά συστήματα και επιτρέπει τον έλεγχο των πακέτων τόσο από αυτόν που μεταδίδει όσο και από αυτόν που λαμβάνει. Επιτρέπει τη μείωση των λαθών, την συνεννόηση για την σύνδεση (bandwidth negotiation), την ζωντανή μετάδοση και τον έλεγχο της και τέλος την πολλαπλή μετάδοση (multicast).
- Η πλήρης και ολοκληρωμένη πλατφόρμα **Real Media** αναπτύχθηκε βαθμιαία μέσα από το σύστημα του Real Audio. Μετέδιδε αρχικά μόνο ήχο ενώ σιγά σιγά ενσωματώθηκαν στην τεχνολογία του και τα υπόλοιπα είδη (εικόνες κ.τ.λ.).



# Real Media 3/4

- Το Real Audio έκανε την εμφάνισή του το 1994 και από τότε γνωρίζει σημαντική επιτυχία αλλά και διάδοση στο WWW. Το περιεχόμενο μεταδίδεται χωρίς να μετατρέπονται τα δεδομένα του στη μορφή (format) που παράγει ο κωδικοποιητής της εταιρείας.
- Το σύστημα λειτουργεί με τη λογική πελάτη – εξυπηρετητή (client-server) και διαθέτει μια ανοιχτή αρχιτεκτονική για όλους τους τύπους δεδομένων.



# Real Media 4/4

- Επιτρέπει τη μετάδοση από το περιεχόμενό, στην περίπτωσή μας τον ήχο με τη βοήθεια οποιουδήποτε πρωτοκόλλου για το δίκτυο όπως TCP/IP, UDP/IP, UDP resent ή HTTP.
- Οι εξυπηρετητές δίνουν την δυνατότητα για μετάδοση σε ένα ή περισσότερους πελάτες ταυτόχρονα (unicast, multicast), ενώ υποστηρίζουν αμέτρητο αριθμό ταυτόχρονων συνδέσεων.



# Dolby Digital 1/2

- Η κωδικοποίηση ήχου **Dolby Digital (Surround)** αναπτύχθηκε από τα εργαστήρια της εταιρείας Dolby και χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως από την κινηματογραφική βιομηχανία στις ταινίες, στους ψηφιακούς δίσκους εικόνας (DVD) αλλά και στην τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) στις Η.Π.Α.



# Dolby Digital 2/2

- Οι ρυθμοί δεδομένων που απαιτεί ποικίλουν από **32 KB/δευτερόλεπτο** για ένα κανάλι ως **640 KB/δευτερόλεπτο**. Αξίζει να αναφέρουμε ότι τη συγκεκριμένη κωδικοποίηση χρησιμοποιεί το πρόγραμμα μεταφοράς ήχου σε πραγματικό χρόνο το Real Audio – που στην τελευταία του έκδοση ονομάζεται Real Media.



# Τύποι αρχείων ήχου 1/2

Οι περισσότερο γνωστοί τύποι αρχείων ήχου είναι οι εξής

- **RIFF**

- δίνει αρχεία της μορφής \*.rif
- υποστηρίζει αρχεία ψηφιακού ήχου WAV και MIDI

- **WAVE**

- δίνει αρχεία της μορφής \*.wav
- είναι πρότυπο αποθήκευσης ψηφιακού ήχου και υποσύνολο του RIFF





# Τύποι αρχείων ήχου 2/2

- **MIDI**
  - δίνει αρχεία της μορφής \*.mid
  - είναι διεθνές πρότυπο για αποθήκευση μουσικών αρχείων
- **MP3 ή MPEG-layer 3**
  - δίνει αρχεία τύπου \*.mp3
  - για διακίνηση συμπιεσμένου ήχου στο Διαδίκτυο
- **Real Audio**
  - δίνει αρχεία τύπου \*.ra,
  - για άμεση αναπαραγωγή ήχου στο διαδίκτυο



# Μέγεθος αρχείου ήχου 1/2

- Το μέγεθος του αρχείου ενός ψηφιακού ήχου εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια και την ποιότητα του ήχου.
- Η ποιότητα του ήχου έχει άμεση σχέση με την συχνότητα δειγματοληψίας και το μέγεθος του δείγματος που χρησιμοποιείται στην ψηφιοποίηση.



# Μέγεθος αρχείου ήχου 2/2

- Για να υπολογίσουμε το μέγεθος ενός αρχείου ήχου, πολλαπλασιάζουμε τη συχνότητα δειγματοληψίας σε Hz με το μέγεθος του δείγματος σε bit και με τη διάρκεια του ήχου σε δευτερόλεπτα.

$$\text{Χωρητικότητα (bits)} = \text{Συχνότητα (Hz)} * \text{Μέγεθος δείγματος (bits)} * \text{Διάρκεια (sec)}$$



# Βιβλιογραφία 1/2

- Ανδρεοπούλου, Ζ.Σ. 2007. Πληροφορική – Εφαρμογές Πολυμέσων. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2007
- Ανδρεοπούλου, Ζ.Σ. 2012. Πληροφορική – Εφαρμογές Πολυμέσων. Ψηφιακές πανεπιστημιακές παραδόσεις. Πηγή στο διαδίκτυο:  
[http://www.for.auth.gr/uploads/pages/B10\\_y\\_o\\_o\\_o\\_i\\_u\\_e\\_i\\_y\\_o\\_u\\_i\\_u.pdf](http://www.for.auth.gr/uploads/pages/B10_y_o_o_o_i_u_e_i_y_o_u_i_u.pdf)
- Δημητριάδης, Σ.Ν., Πομπόρτσης, Α.Σ. Και Τριανταφύλλου, Ε.Γ. 2004. Τεχνολογία Πολυμέσων: Θεωρία και Πράξη. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2004



# Βιβλιογραφία 2/2

- Edquist, C. 2003. The Internet and Mobile Telecommunications System of Innovation, Developments in the Equipment, Access and Content. Edward Elgar Publishing USA.
- Nagurney, A. and Dang, J. 2002. Supernetworks, Decision-Making for the Information Age, New Dimensions in Networks. Edward Elgar Publishing USA.
- Πολίτης, Π. 2001. Υπερκείμενα Υπερμέσα και Πολυμέσα. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. Αθήνα.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ζαχαρούλα Ανδρεοπούλου. «Πληροφορική – Εφαρμογές Πολυμέσων. Ήχος στα Πολυμεσικά Συστήματα». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS367/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. 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-sa/4.0/>





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Χριστιάνα Κολιούσκα  
Θεσσαλονίκη, 28/5/2015





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

---

# Σημειώματα

# 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.

