



Συστήματα Πολυμέσων

Ενότητα 3: Εισαγωγικά θέματα Συμπίεσης

Θρασύβουλος Γ. Τσιάτσος
Τμήμα Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

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 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.



Περιεχόμενα ενότητας

1. Συμπύεση δεδομένων
2. Μέθοδοι συμπίεσης
3. Κωδικοποίηση Εντροπίας
4. Κωδικοποίηση Πηγής



Σκοποί ενότητας

- Επισκόπηση θεωρητικών θεμάτων της συμπίεσης και των βασικών μεθόδων συμπίεσης πολυμεσικών δεδομένων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Συμπύεση Δεδομένων

Τι είναι η συμπίεση

- **Συμπίεση** ονομάζεται η διαδικασία που **επανακωδικοποιεί** την πληροφορία με στόχο να μεταδώσει το ίδιο περιεχόμενο αλλά με μικρότερη επιβάρυνση του καναλιού
- Πώς μπορεί η πληροφορία να κωδικοποιηθεί πιο αποδοτικά, δηλ. η ίδια πληροφορία αλλά με **λιγότερα bits**;
 - Αποδοτικότερη αποθήκευση -> **μικρότερος αποθηκευτικός χώρος**
 - Αποδοτικότερη μετάδοση -> **μικρότερο bit rate -> μικρότερο εύρος ζώνης**



Γιατί χρειαζόμαστε τη συμπίεση στα πολυμέσα;

- Η υψηλή **συχνότητα** δειγματοληψίας και το μεγάλο **μέγεθος δείγματος** δημιουργούν συνήθως ένα αρχείο αντίστοιχα μεγάλου μεγέθους
- Οι απαιτήσεις αποθήκευσης και μετάδοσης των δεδομένων είναι υψηλές, καθώς πρέπει
 - (α) να βρεθεί κατάλληλος αποθηκευτικός χώρος
 - (β) η πληροφορία του ψηφιακού αρχείου να μεταφέρεται αρκετά γρήγορα προς αναπαραγωγή στα αντίστοιχα υποσυστήματα (υποσύστημα ήχου, εικόνας, κλπ.) της συσκευής αναπαραγωγής
 - (γ) η πληροφορία να μεταφέρεται με ικανοποιητική ταχύτητα στα δίκτυα υπολογιστών



Ασυμπίεστα Δεδομένα - Παράδειγμα

- Μια **εικόνα** ανάλυσης 1920 x 1080 εικονοστοιχείων με βάθος χρώματος 24 bit (δηλ. πληροφορία 24 bit για κάθε εικονοστοιχείο) δημιουργεί αρχείο μεγέθους:
 - $1920 \times 1080 \times 24 = 49766400 \text{ bit} = 49 \text{ Mb} = \mathbf{6,125 \text{ MB}}$
- Ασυμπίεστο **video** αυτών των προδιαγραφών με 24 πλαίσια (εικόνες) ανά δευτερόλεπτο χρειάζεται αποθηκευτικό χώρο
 - $6,125 \text{ MB} \times 24 = \mathbf{147 \text{ MB ανά sec}}$
- και για ένα **φيلم** ψηφιακού video διάρκειας μιας ώρας απαιτείται χώρος
 - $147 \times 3600 = \mathbf{529 \text{ GB περίπου}}$



Που βασίζεται η συμπίεση πληροφορίας πολυμέσων

- Η πληροφορία πολυμέσων προέρχεται από ψηφιοποίηση αναλογικών σημάτων του πραγματικού κόσμου και απευθύνεται στις **ανθρώπινες αισθήσεις** (όραση, ακοή)
- Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τους φυσιολογικούς περιορισμούς των ανθρώπινων αισθητηρίων οργάνων (μάτι, αυτί) και να συμπιέσουμε την πληροφορία **χωρίς να μειώσουμε αισθητά την ποιότητά της** (ψυχοφυσιολογική συμπίεση)
- Επιπλέον, η πολυμεσική πληροφορία συνήθως δεν είναι μια τυχαία συλλογή από bits, εικονοστοιχεία, κλπ. αλλά διαθέτει τάξη και μοντέλα





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**Βασικές έννοιες που σχετίζονται με
την συμπίεση**

Αλγόριθμος Συμπίεσης & Συμπιεστής ή σχήμα συμπίεσης (compressor)

- **Αλγόριθμος συμπίεσης** είναι κάθε αλγόριθμος που έχει σαν στόχο την επίτευξη συμπίεσης των δεδομένων εισόδου.
 - Δηλ. ο αλγόριθμος εφαρμόζει μια απλή και συγκεκριμένη μεθοδολογία επεξεργασίας των δεδομένων ώστε να προκύψει μια περισσότερο συμπιεσμένη μορφή τους.
 - Πχ. αλγόριθμος Huffman
- **Συμπιεστής (codec):** γενικότερο σχήμα συμπίεσης (και αποσυμπίεσης)
 - περιλαμβάνει περισσότερους από έναν αλγόριθμους στη σειρά, δηλ. τα δεδομένα εξόδου του ενός να αποτελούν δεδομένα εισόδου του επόμενου.
 - Πχ. JPEG & MPEG



Λόγος συμπίεσης (compression ratio)

- Εκφράζει την σχέση του **χώρου** που καταλαμβάνουν τα αρχικά δεδομένα ως προς τον **χώρο** που καταλαμβάνουν τα συμπιεσμένα δεδομένα.
- Ο λόγος συμπίεσης είναι ένας καθαρός αριθμός και δίνεται από τη σχέση:
 - Λόγος συμπίεσης = **αρχικό μέγεθος** δεδομένων / **μέγεθος συμπιεσμένων δεδομένων**
 - Για παράδειγμα, λόγος συμπίεσης «**3 προς 1**» (γράφεται **3:1**) σημαίνει ότι η μετά τη συμπίεση το μέγεθος του αρχείου θα είναι το $1/3$ του αρχικού.



Ρυθμός συμπίεσης (compression rate)

- Εκφράζει το **ρυθμό μετάδοσης των συμπιεσμένων δεδομένων** και μετριέται συνήθως σε bits per second (bps) ή ακόμη και σε bits per sample, bits per pixels, πχ. 128 kbps





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Μέθοδοι Συμπίεσης

Βασικές Μέθοδοι Συμπίεσης

- **(α) Συμπίεση (κωδικοποίηση) εντροπίας**
 - Εκμεταλλεύεται την μειωμένη εντροπία του ψηφιακού αρχείου (δηλ. στατιστική τάξη)
 - Εφαρμογή σε πληροφορία που απευθύνεται σε πληροφοριακά συστήματα
 - Μη απωλεστική συμπίεση

- **(β) Συμπίεση (κωδικοποίηση) πηγής**
 - Εκμεταλλεύονται τα χαρακτηριστικά του σήματος
 - Πληροφορία που απευθύνεται σε ανθρώπινα αισθητήρια όργανα, πχ. εικόνα, ήχος
 - Απωλεστική συμπίεση



Απωλεστική (lossy) & μη απωλεστική (lossless) συμπίεση

- Μη απωλεστική συμπίεση
 - η πληροφορία μετά την αποσυμπίεση είναι **ακριβώς η ίδια** με αυτήν που συμπιέστηκε αρχικά.
- Απωλεστική συμπίεση
 - η πληροφορία μετά την αποσυμπίεση είναι **λιγότερη** σε σχέση με αυτήν που συμπιέστηκε αρχικά
 - κάποια πληροφορία **έχει χαθεί**



Μη απωλεστική συμπίεση

- Η μη απωλεστική συμπίεση **εξαλείφει τον πλεονασμό** της πληροφορίας **χωρίς** να «θυσιάζει» κανένα δεδομένο
- Κλασικό παράδειγμα ο γνωστός συμπιεστής WinZip
- Παράδειγμα : Αν η αρχική πληροφορία είχε τη μορφή
 - ΣΣΣΥΥΥΥΥΣΣΣΤΤΗΗΗΜΜΑΑΑΑΑΑΑΑΤΤΤΑΑΑΑΑΑ
- αφαιρώντας τον πλεονασμό συμπιέζεται
 - 3Σ 6Υ 3Σ 2Τ 3Η 2Μ 8Α 3Τ 7Α
- Κατά την αποκωδικοποίηση η πληροφορία αναπαράγεται με την αρχική της μορφή:
 - ΣΣΣΥΥΥΥΥΣΣΣΤΤΗΗΗΜΜΑΑΑΑΑΑΑΑΤΤΤΑΑΑΑΑΑ
- Ευρέως διαδεδομένοι μη απωλεστικοί αλγόριθμοι είναι οι: Run Length Encoding (RLE), Huffman, Delta, LZW.



Απωλεστική συμπίεση

- Στην απωλεστική συμπίεση εφαρμόζονται αλγόριθμοι που **αφαιρούν μέρος της πληροφορίας με επιλεκτικό τρόπο**
- Αυτό μπορεί να γίνει γιατί υπάρχουν είδη πληροφορίας που δεν αλλοιώνονται ουσιαστικά από την απώλεια κάποιων bit
- Παράδειγμα : Αν η αρχική πληροφορία είχε τη μορφή
 - ΣΣΣΥΥΥΥΥΣΣΣΤΤΗΗΗΜΜΑΑΑΑΑΑΑΑΤΤΤΑΑΑΑΑΑ
- Αφαιρώντας όλο τον πλεονασμό της πληροφορίας τη συμπιέζουμε με τη μορφή:
 - 3Σ 6Υ 3Σ 2Τ 3Η 2Μ 8Α 3Τ 7Α
- Αν όμως ο αλγόριθμος αγνοεί τις υψηλότερες συχνότητες (πχ. πάνω από το 5) τότε κωδικοποιεί ως εξής:
 - 3Σ 5Υ 3Σ 2Τ 3Η 2Μ 5Α 3Τ 5Α
- και η πληροφορία μετά την αποσυμπίεση έχει τη μορφή:
 - ΣΣΣΥΥΥΥΥΣΣΣΤΤΗΗΗΜΜΑΑΑΑΑΑΤΤΤΑΑΑΑΑ





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Κωδικοποίηση Εντροπίας

Κωδικοποίηση Εντροπίας

- Αντιμετωπίζουν την πληροφορία απλά σαν μια σειρά από bits και επιχειρούν να τη συμπιέσουν συνήθως εφαρμόζοντας κάποιες στατιστικές μεθόδους.
- Εκμεταλλεύονται τους κανόνες στην εκπομπή των συμβόλων και προσπαθούν να μειώσουν τον πλεονασμό.
- Κωδικοποίηση **χωρίς απώλειες**.
- Δύο βασικές κατηγορίες
 - **Περιορισμός των επαναλαμβανόμενων ακολουθιών** (Suppression of repetitive sequences)
 - **Στατιστική Κωδικοποίηση** (Statistical encoding)



Κωδικοποίηση RLE Run Length Encoding

- Βασική Ιδέα: Περιορισμός των επαναλαμβανόμενων ακολουθιών
 - σε πολλές περιπτώσεις μέσα σε μια ομάδα δεδομένων εμφανίζεται το ίδιο σύμβολο να επαναλαμβάνεται πολλές φορές διαδοχικά.
 - Η ακολουθία πολλαπλών εμφανίσεων του ίδιου συμβόλου αντικαθίσταται από δύο άλλα σύμβολα:
 - (α) το σύμβολο που εμφανίζεται, και
 - (β) το πλήθος των εμφανίσεων



Παράδειγμα συμπίεσης RLE

32 3 16 5 0 0 0 0 0 7 52 81 37 41 0 0 0 7 32 16 0 55

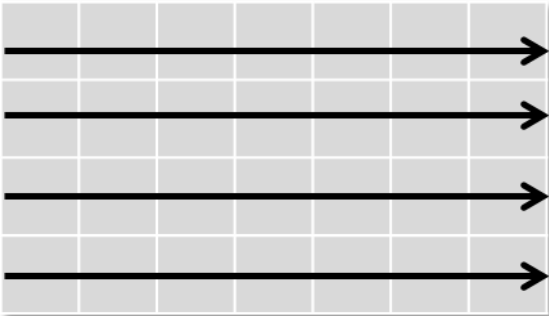
32 3 16 5 0 5 7 52 81 37 41 0 3 7 32 16 0 1 55

Δεδομένα πριν & μετά την RLE συμπίεση

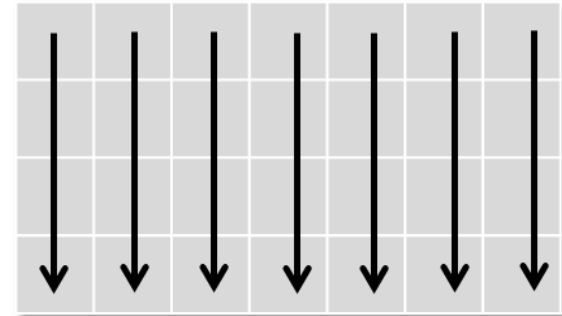


Παραλλαγές συμπίεσης RLE

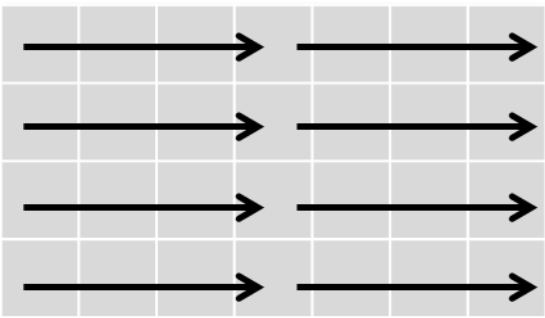
A. Κωδικοποίηση κατά μήκος του άξονα X



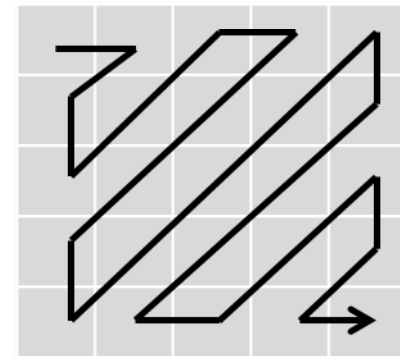
B. Κωδικοποίηση κατά μήκος του άξονα Y



Γ. Κωδικοποίηση 4x4



Α. Κωδικοποίηση ζικκ-ζαγκ

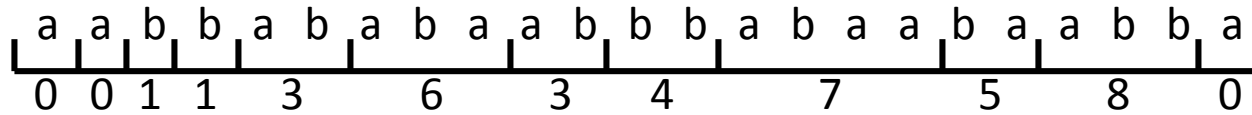


Κωδικοποίηση Αντικατάστασης Προτύπων (LZW)

- Βασική Ιδέα: **δυναμική δημιουργία ενός λεξικού συμβολοσειρών**
 - Επιχειρείται η συνένωση μεμονωμένων συμβόλων σε συμβολοσειρές, στις οποίες στη συνέχεια αποδίδεται μια κωδική τιμή ή δείκτης (index)
- Διαδικασία:
 - Αρχικοποίηση του λεξικού ώστε να περιέχει όλα τα αρχικά σύμβολα
 - Καθώς διατρέχεται το προς συμπίεση μήνυμα, αναζητείται η μακρύτερη ακολουθία συμβόλων, η οποία υπάρχει ως καταχώρηση στο λεξικό. Έστω K αυτή η καταχώρηση
 - Το K στο μήνυμα κωδικοποιείται με τον δείκτη του στο λεξικό
 - Προσθήκη μιας νέας καταχώρησης στο λεξικό, η οποία είναι η K ακολουθούμενη από το επόμενο κατά τη σάρωση σύμβολο
 - Επανάληψη της διαδικασίας χρησιμοποίησης των δεικτών του λεξικού, προσθέτοντας καταχωρήσεις έως ότου ολοκληρωθεί η σάρωση του μηνύματος



Παράδειγμα συμπίεσης LZW



Αριθμός επανάληψης	Τρέχουσα μακρύτερη ακολουθία συμβόλων	Χρησιμοποιούμενος κωδικός στο λεξικό	Επόμενο σύμβολο στη συμβολοσειρά	Νέα καταχώρηση στο λεξικό	Δείκτης της νέας καταχώρησης στο λεξικό
				a	0
				b	1
1	a	0	a	a a	2
2	a	0	b	a b	3
3	b	1	b	b b	4
4	b	1	a	b a	5
5	a b	3	a	a b a	6
6	a b a	6	a	a b a a	7
7	a b	3	b	a b b	8
8	b b	4	a	b b a	9
9	a b a a	7	b	a b a a b	10
10	b a	5	a	b a a	11
11	a b b	8	a	a b b a	12
12	a	0	ΤΕΛΟΣ		



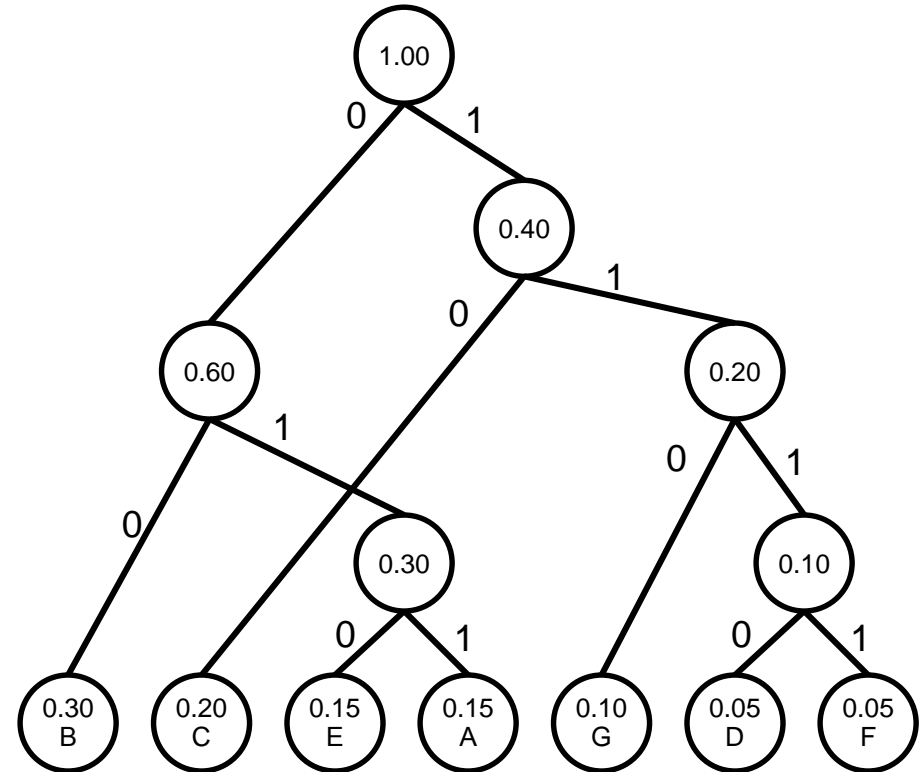
Κωδικοποίηση Huffman

- Βασική Ιδέα: **Στατιστική Κωδικοποίηση**
- Εντοπίζονται οι περισσότερο **συχνά** εμφανιζόμενες σειρές χαρακτήρων μέσα στο «κείμενο» των συμβόλων και αντιστοιχούνται σε κωδικούς με **λιγότερα** bits.
- Προκύπτει ένα «**λεξικό**» κωδικών
 - οι πιο συχνές ακολουθίες συμβόλων έχουν μικρότερους κωδικούς, ενώ οι πιο σπάνιες μεγαλύτερους
 - Κατά την αποσυμπίεση της πληροφορίας ο αποκωδικοποιητής χρησιμοποιεί το «λεξικό» ώστε να μετατρέψει και πάλι τους κωδικούς σε ακολουθίες συμβόλων.



Παράδειγμα κωδικοποίησης Huffman (1/2)

Σύμβολο	Πιθανότητα
B	0.30
C	0.20
E	0.15
A	0.15
G	0.10
D	0.05
F	0.05



Παράδειγμα κωδικοποίησης Huffman (2/2)

Σύμβολο	Πιθανότητα εμφάνισης p	Δυαδικός κωδικός Huffman	Πλήθος ψηφίων στον κωδικό, N	$N * p$
B	0.30	00	2	0.60
C	0.20	01	2	0.40
E	0.15	110	3	0.45
A	0.15	010	3	0.45
G	0.10	011	3	0.30
D	0.05	0111	4	0.20
F	0.05	1111	4	0.20
				2.60





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Κωδικοποίηση Πηγής

Κωδικοποίηση Πηγής

- Προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά εκείνα της πηγής του σήματος που μπορούν
- (α) να οδηγήσουν στην **αφαίρεση τμημάτων** της πληροφορίας
- (β) **χωρίς μείωση** της συνολικής **ποιότητας** του σήματος.

- Πχ. κατά την κωδικοποίηση πολυμέσων (ήχος, εικόνα, video) :
 - λαμβάνεται υπόψη πως υπάρχουν συχνότητες των ακουστικών και οπτικών σημάτων που δεν γίνονται αντιληπτές από τον άνθρωπο
 - μπορούν να εξαλειφθούν από την αρχική πληροφορία με αποτέλεσμα να γίνεται σημαντική συμπίεση

- Δύο βασικές κατηγορίες
 - (1) **Διαφορική** (ή προβλεπτική) κωδικοποίηση
 - (2) Κωδικοποίηση **Μετασχηματισμού**

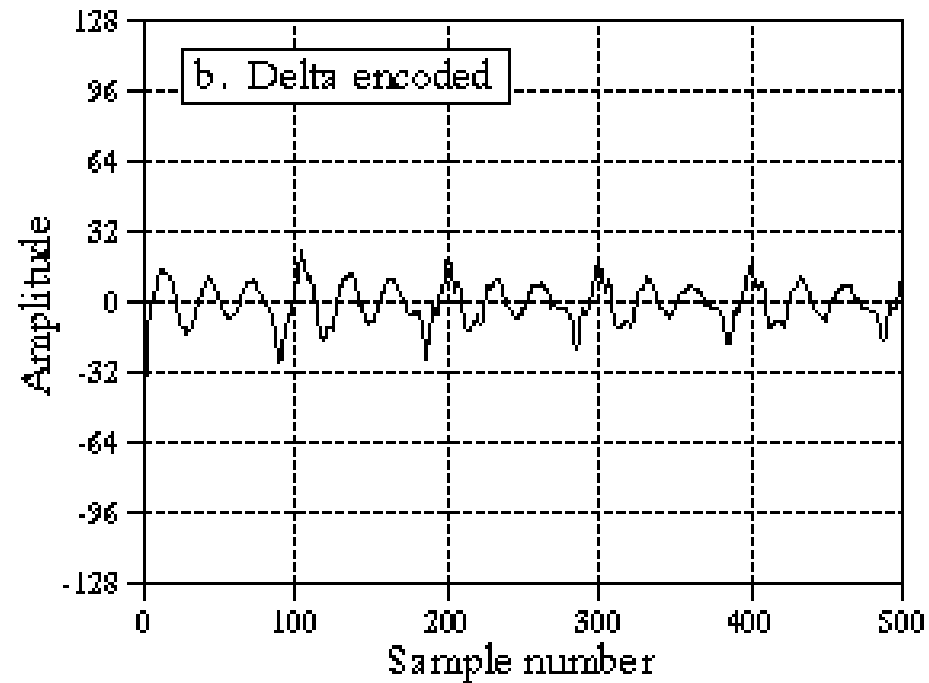
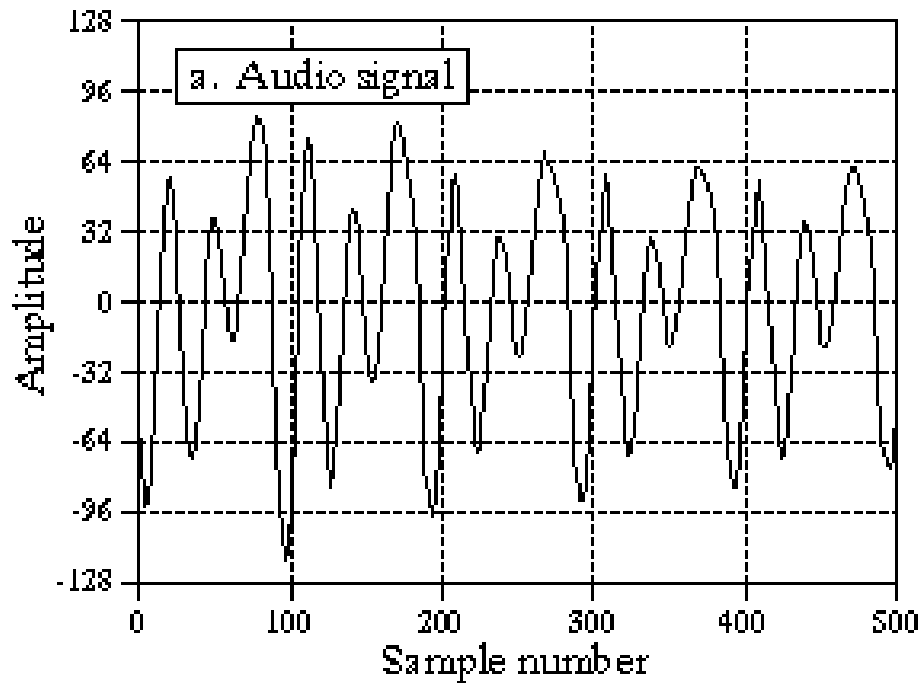


Διαφορική κωδικοποίηση

- Βασική ιδέα: καταγραφή όχι της ακριβούς τιμής κάθε δείγματος αλλά της **διαφοράς** του από το προβλεπόμενο δείγμα.
- Παράδειγμα:
- Αρχικά δεδομένα
 - 22 35 54 27 18 22 12 67 34 42 26 19 23 35 13
- Δεδομένα μετά την κωδικοποίηση
 - 22 +13 +32 +5 -4 0 -10 +45 +12 +20 +4 -3 +1 +13 -9



Διαφορική κωδικοποίηση



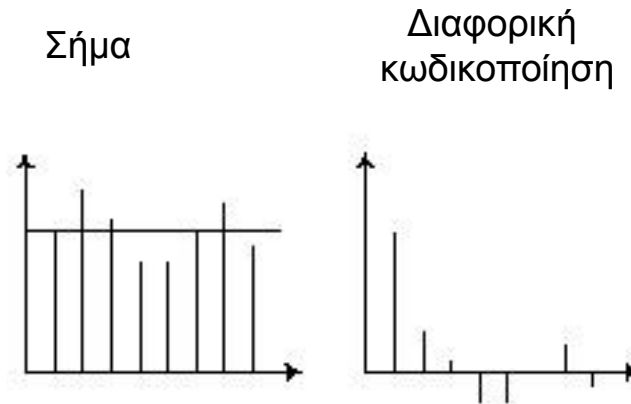
Μορφές διαφορικής κωδικοποίησης

- **Απλή** διαφορική παλμοκωδική διαμόρφωση (DPCM)
 - Differential Pulse Code Modulation
- **Δέλτα** διαμόρφωση
 - Delta Modulation
- **Προσαρμοστική** διαφορική παλμοκωδική διαμόρφωση (ADPCM)
 - Adaptive Pulse Code Modulation

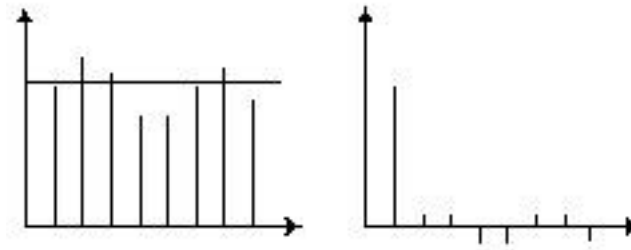


Μορφές διαφορικής κωδικοποίησης

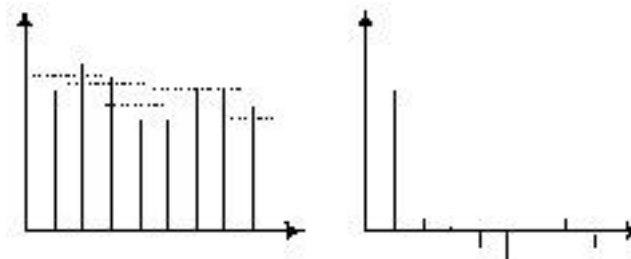
Απλή DPCM
προβλεπόμενη τιμή



Δέλτα διαμόρφωση
η διαφορά κωδικοποιείται με ένα bit



Προσαρμοστική DPCM
προβλεπόμενη τιμή διαφορετική για κάθε
δείγμα, υπολογίζεται με βάση τις
προηγούμενες τιμές



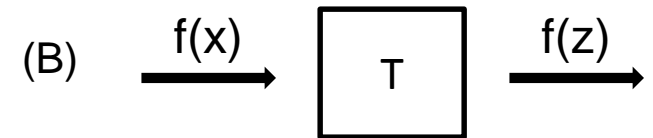
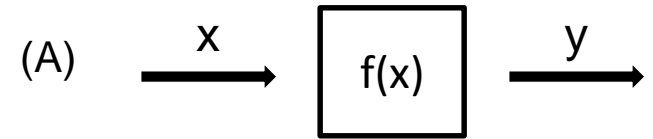
Μετασχηματισμός σήματος στο πεδίο συχνοτήτων

- Βασική ιδέα:
 - να **μετασχηματιστεί** το αρχικό σήμα ώστε να είναι **εύκολο** να προσδιοριστούν οι συχνότητες του σήματος που μπορούν να **συμπιεσθούν**
 - δηλ. δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές από τον άνθρωπο και μπορούν να **εξαλειφθούν**
- Τεχνική:
 - Το σήμα μετασχηματίζεται από το **πεδίο του χρόνου** (time domain) στο **πεδίο των συχνοτήτων** (frequency domain).



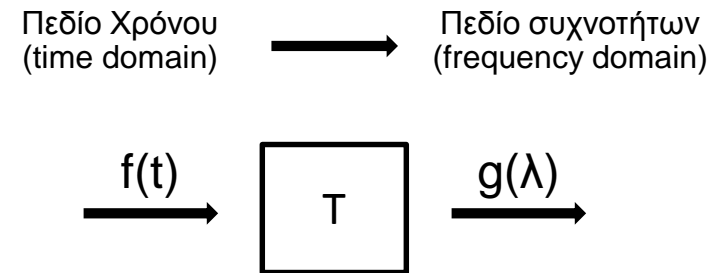
Η έννοια του μετασχηματισμού

- Ένας μετασχηματισμός (transform) είναι μια μαθηματική διαδικασία που με βάση κάποιον αλγόριθμο αντιστοιχεί μία σειρά από τιμές σε μια άλλη σειρά τιμών.
- Ο μετασχηματισμός επεκτείνει την έννοια της συνάρτησης επιτρέποντας στις παραμέτρους εισόδου και εξόδου να μην είναι απλές τιμές αλλά συναρτήσεις, δηλ. σύνολα τιμών.



Μετασχηματισμοί Fourier (1/3)

- Μετασχηματίζεται η συνάρτηση $f(t)$ από το πεδίο του χρόνου σε μια συνάρτηση $g(\lambda)$ στο πεδίο των συχνοτήτων

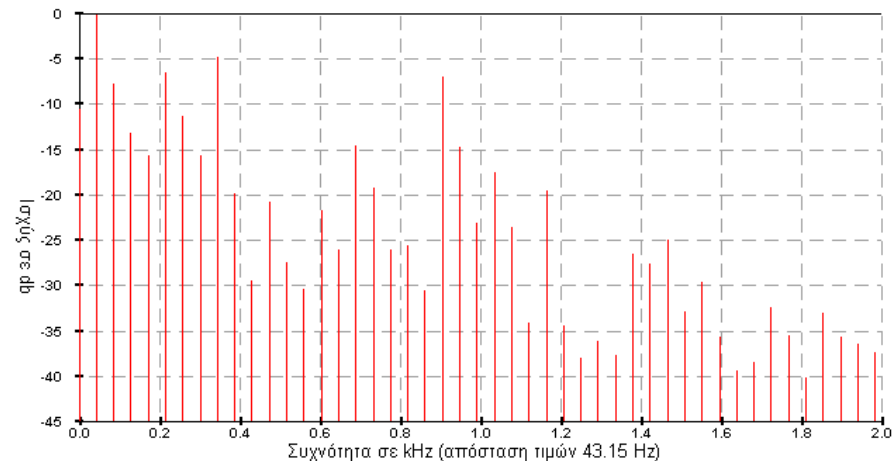
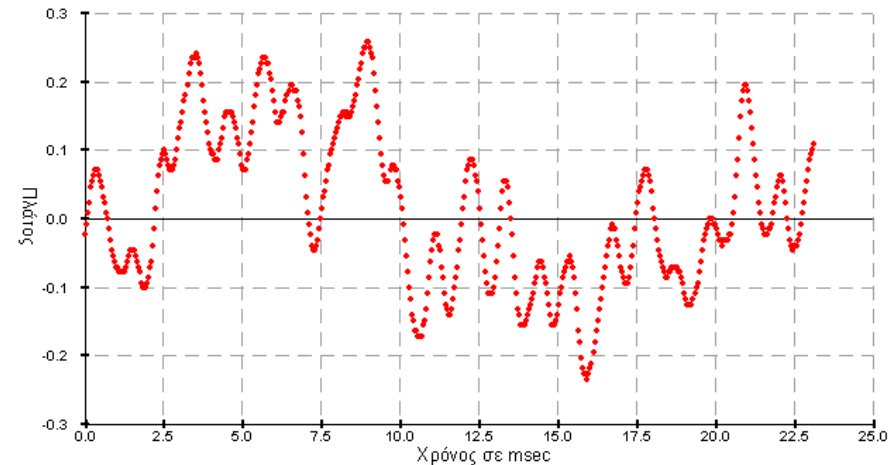


- (α) Η αρχική συνάρτηση **αναλύεται** σε άθροισμα απλούστερων ημιτονοειδών συχνοτήτων $g(\lambda)$
- (β) Προσδιορίζεται το **πλάτος** κάθε συχνότητας λ στις οποίες αναλύεται η αρχική $f(t)$.



Μετασχηματισμοί Fourier (2/3)

- Αρχικό σήμα: Δείγματα στο πεδίο του χρόνου
- **Μετασχηματισμός**
- Οι σχετικές τιμές των πλατών (συντελεστές Fourier) δείχνουν ποιες συχνότητες **συνεισφέρουν περισσότερο** στη διαμόρφωση του σήματος.



Μετασχηματισμοί Fourier (3/3)



*Παρουσίαση της διαδικασίας που ακολουθείται
στον μετασχηματισμό Fourier [4]*



«Διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου» (Discrete Cosine Transform, DCT)

- «Διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου» (Discrete Cosine Transform, DCT).
 - Εφαρμόζεται συνήθως για την συμπίεση σημάτων εικόνας & ήχου
- Ο μετασχηματισμός μετατρέπει το διακριτό σήμα (δηλ. τις τιμές των δειγμάτων) σε μια σειρά από απλές ακέραιες τιμές (τους συντελεστές του μετασχηματισμού) που αποτελούν τα πλάτη των συχνοτήτων που το συνθέτουν.
- Στη συνέχεια είναι εύκολο να μηδενίσει κανείς τους μικρότερους συντελεστές και να επιτύχει έτσι σημαντική συμπίεση.
- Η τεχνική αυτή αποτελεί τη βάση των λεγόμενων ψυχοφυσιολογικών συμπιεστών (JPEG, MPEG).



Αναφορές

- [1] Havaladar, P., & Medioni, G. G. (2009). Multimedia Systems: Algorithms, Standards, and Industry Practices. CengageBrain. com.
- [2] Δημητριάδης, Σ., Τριανταφύλλου, Ε., & Πομπόρτσης, Α. (2003). Τεχνολογία Πολυμέσων: Θεωρία και Πράξη. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- [3] http://www.fileformat.info/mirror/egff/ch09_03.htm
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Fourier_transform





Τέλος Ενότητας



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

