



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τεχνολογίες Πολυμέσων

Ενότητα # 4: Κβαντισμός/Κωδικοποίηση/Συμπύεση

Γιώργος Καρυδάκης

Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας



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



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σύνοψη προηγούμενης ενότητας

- Αναλογικό/Ψηφιακό σήμα
- Ψηφιοποίηση
- Δειγματοληψία

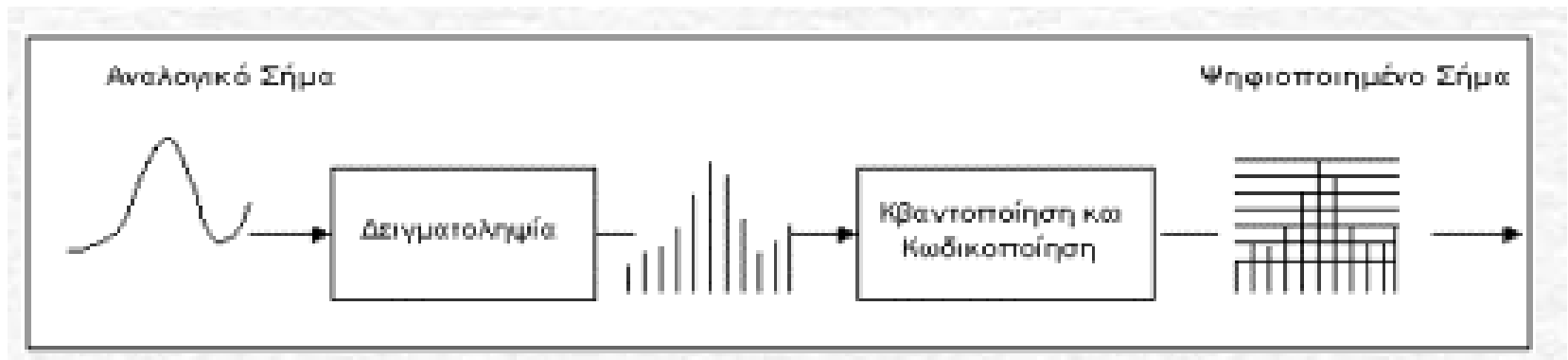
Περιεχόμενα ενότητας

- Κβαντισμός
- Κωδικοποίηση
- Συμπύεση

Ενότητα # 4

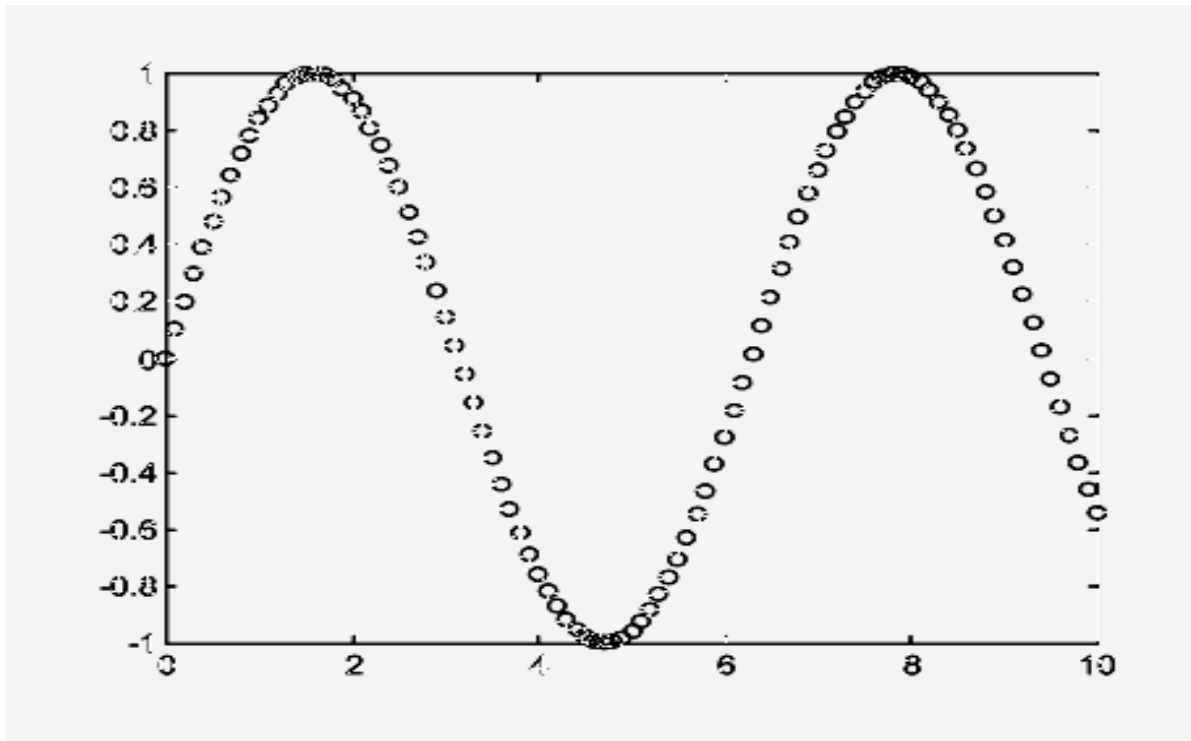
Κβαντισμός/Κωδικοποίηση/Συμπύεση

Ψηφιοποίηση



Ψηφιακή παράσταση Αναλογικών σημάτων

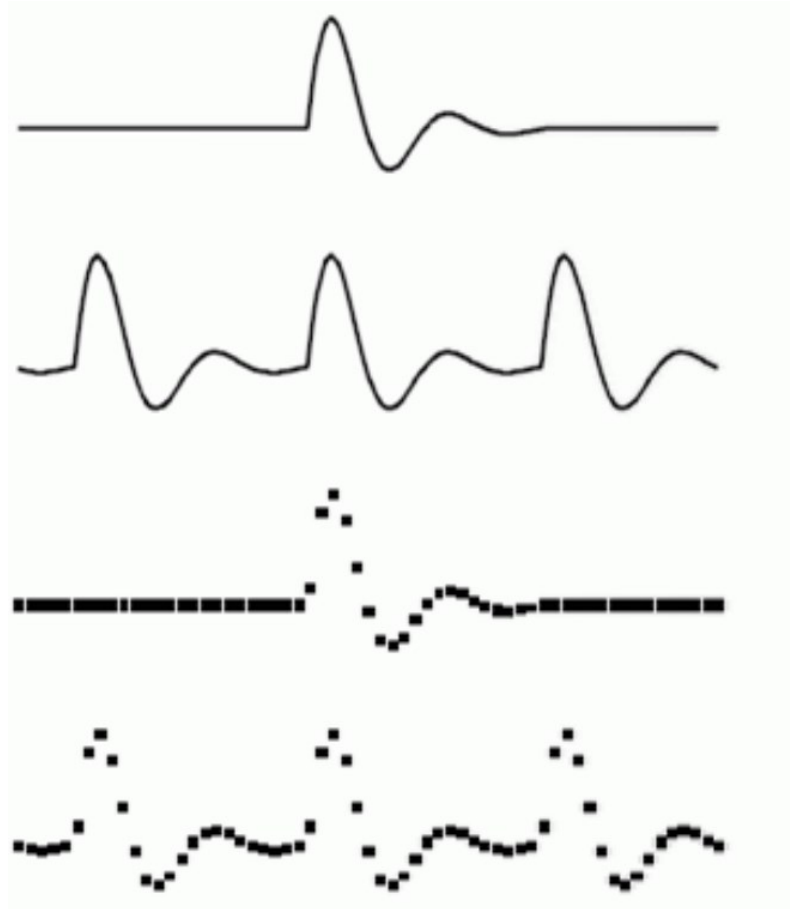
- Με την δειγματοληψία τα αναλογικά σήματα μετατρέπονται σε σήματα διακριτού χρόνου



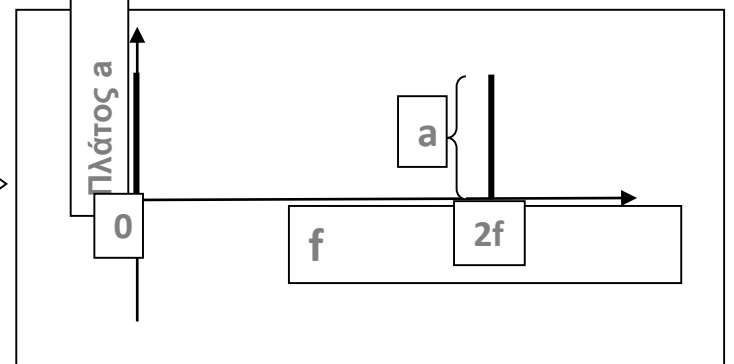
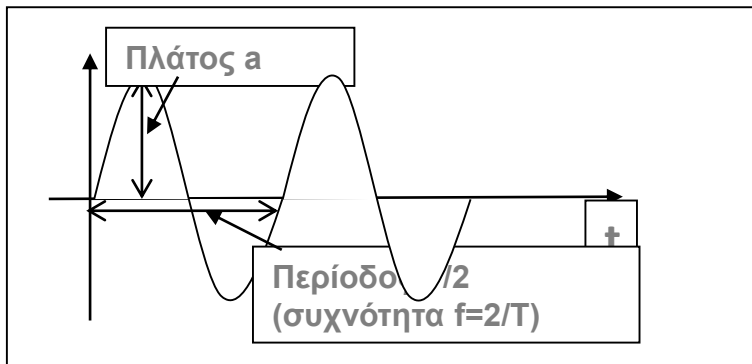
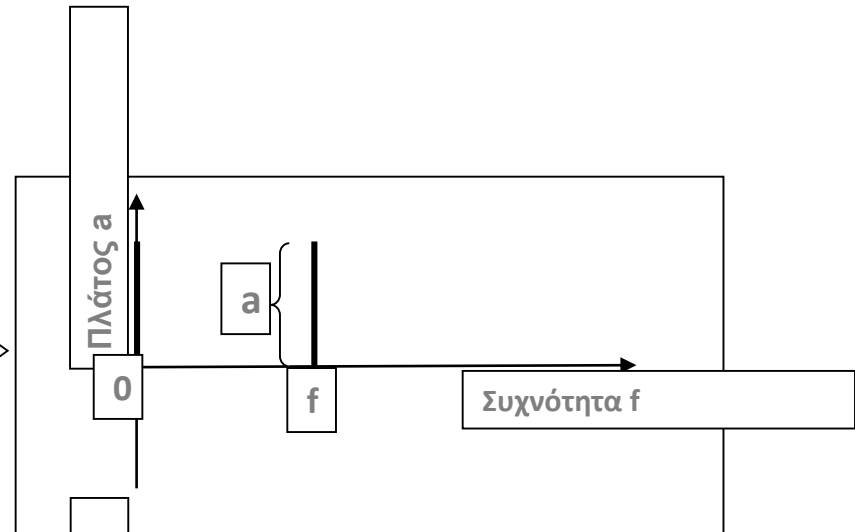
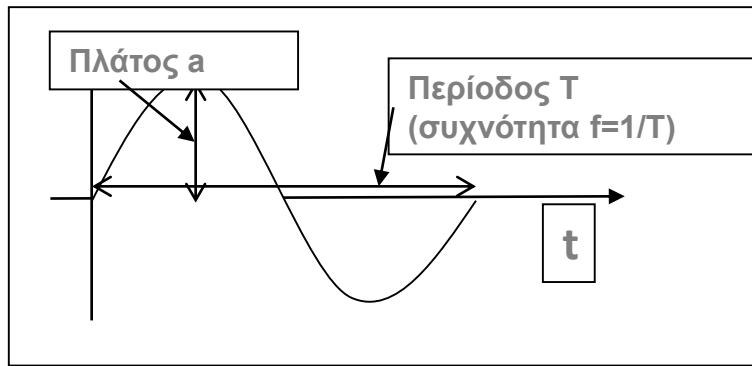
Ημιτονικές συναρτήσεις

- Κάθε συνεχές σήμα αναλύεται σε ένα άθροισμα ημιτονικών συναρτήσεων με διάφορα
 - πλάτη
 - Η μέγιστη απομάκρυνση του σήματος από τη θέση ισορροπία
 - συχνότητες
 - Η αντίστροφη τιμή της περιόδου του ημιτονικού σήματος
 - φάσεις
 - Φάση ταλάντωσης σήματος στο σημείο μηδέν (αρχική φάση)

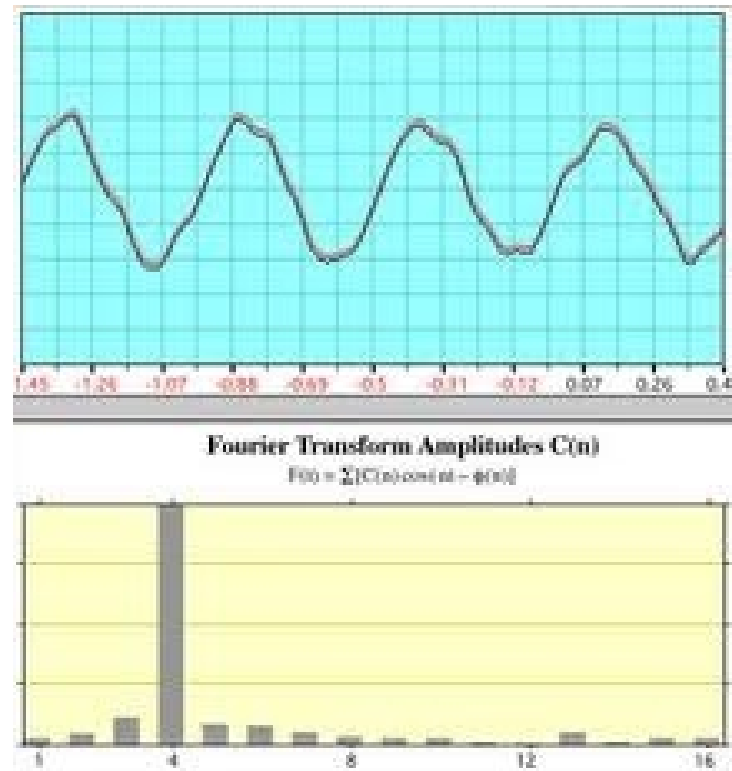
FFT - DCT



Fourier



Φάσμα συχνοτήτων



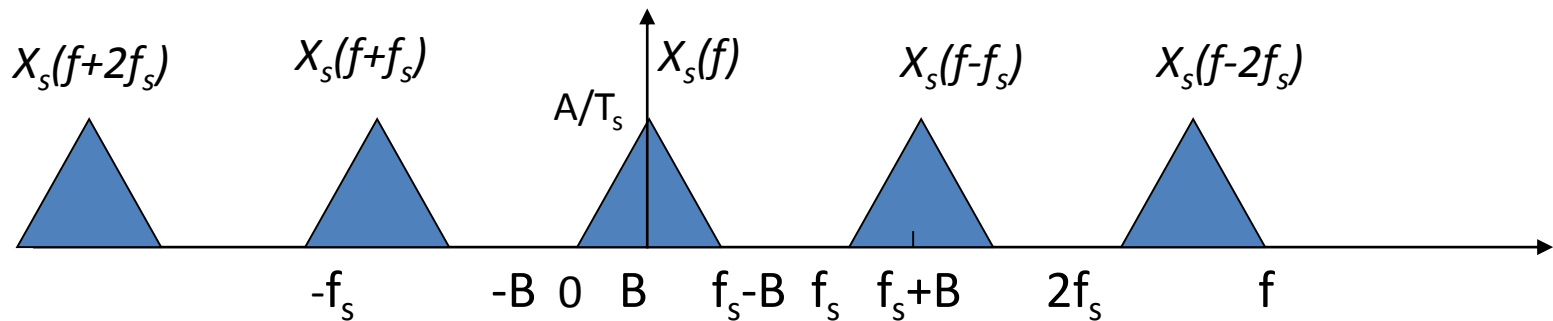
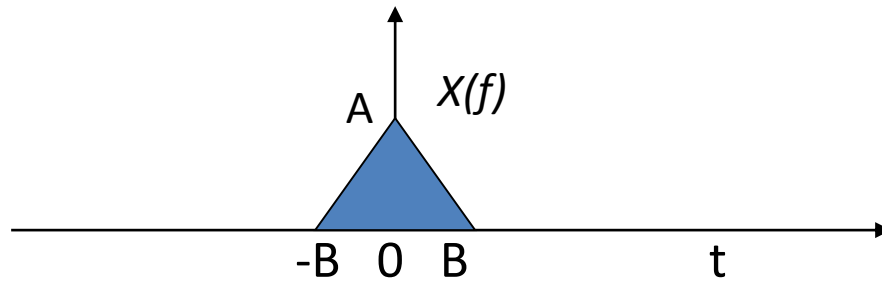
Ρυθμός δειγματοληψίας

- Πόσα δείγματα πρέπει να παίρνουμε κατά τη διακριτοποίηση ενός σήματος;
- Θεώρημα δειγματοληψίας του Shannon
 - Ένα συνεχές στο χρόνο σήμα $x(t)$ που περιέχει συχνότητες όχι μεγαλύτερες από f_{\max} μπορεί να ανακατασκευαστεί ακριβώς από τα δείγματα του $x[n] = x[nT_s]$, αν τα δείγματα αυτά έχουν ληφθεί με συχνότητα $f_s = 1/T_s$ που είναι μεγαλύτερη από $2f_{\max}$

Αριθμός δειγμάτων ανά μονάδα χρόνου

- Τουλάχιστον $2 \cdot f_{\max}$ δείγματα ανά δευτερόλεπτο (f_{\max} σε Hz)
- Το θεώρημα καθορίζει μια ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας κάτω από την οποία η ανακατασκευή του σήματος μας δεν είναι δυνατή
- Η ελάχιστη αυτή συχνότητα είναι γνωστή ως συχνότητα Nyquist

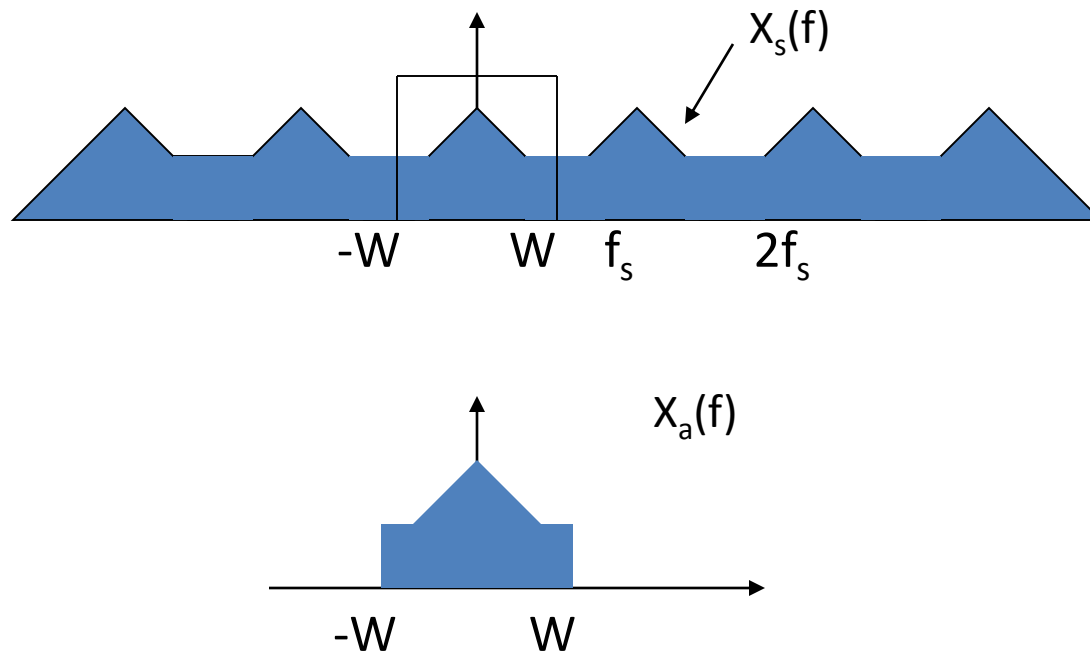
Μετασχηματισμοί fourier



Φαινόμενο Αναδίπλωσης

- Όταν η συχνότητα δειγματοληψίας είναι μικρότερη της συχνότητας Nyquist τότε εμφανίζεται το φαινόμενο της αναδίπλωσης (aliasing ή foldover) για τις συχνότητες που περιέχονται στο σήμα και είναι μεγαλύτερες από το μισό της συχνότητας Nyquist
- Πιο συγκεκριμένα, αν f_0 είναι η συχνότητα ενός σήματος το οποίο θέλουμε να δειγματοληψίσουμε και για την οποία ισχύει ότι
 - $f_{\text{Nyquist}}/2 < f_0 < f_{\text{Nyquist}}$
- τότε το συγκεκριμένο σήμα θα εμφανιστεί μετά τη δειγματοληψία με συχνότητα
 - $f_1 = f_{\text{sample}} - f_0$
- Για παράδειγμα αν ψηφιοποιούμε ένα σήμα συχνότητας 26 KHz με συχνότητα δειγματοληψίας
 - $f_{\text{sample}} = 50 \text{ KHz}$
- τότε θα έχουμε αναδίπλωση και το σήμα εξόδου θα έχει συχνότητα
 - $50 - 26 = 24 \text{ KHz}$

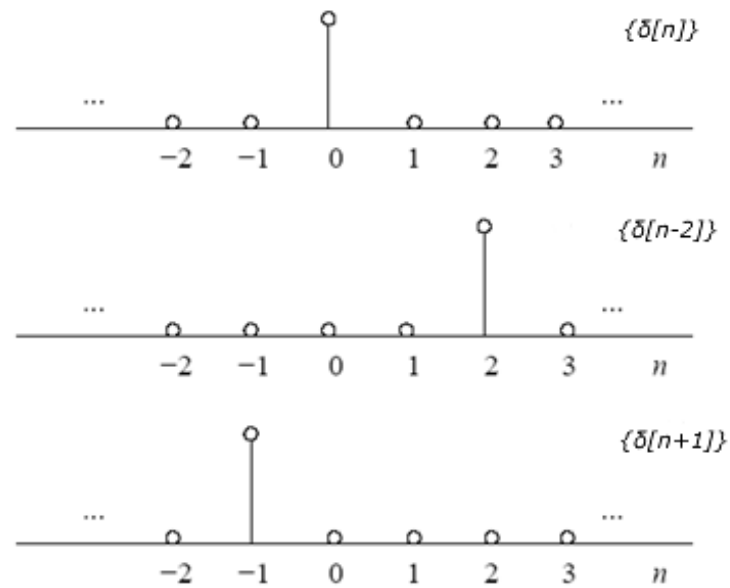
Μετασχηματισμοί fourier και αναδίπλωση



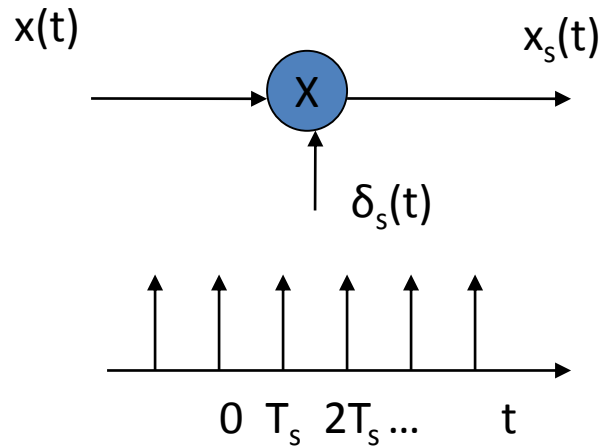
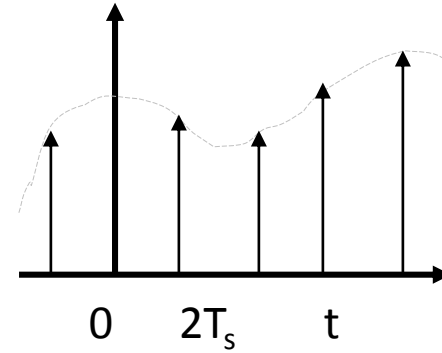
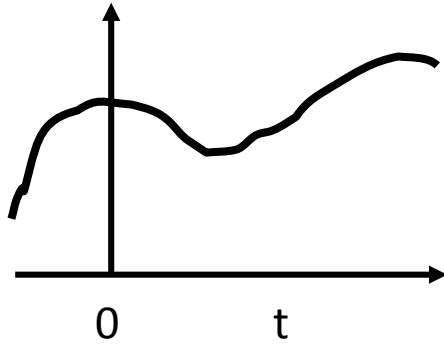
Τυπικές συχνότητες δειγματοληψίας

- Σήματα φωνής:
 - Τηλεφωνικής ποιότητας φωνή έχει εύρος φάσματος 300 Hz έως 4000 Hz
 - Τα περισσότερα συστήματα ψηφιακής τηλεφωνίας κάνουν δειγματοληψία με 8000 samples/ sec.
- Ακουστικά σήματα:
 - Η υψηλότερη συχνότητα που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί είναι περίπου 15 kHz.
 - Στα CDs η συχνότητα δειγματοληψίας είναι 44.000 samples/sec.
- Σήματα Video:
 - Το μάτι χρειάζεται δείγματα με ρυθμό τουλάχιστο 20 πλαίσια/sec για να δημιουργηθεί η εντύπωση ομαλής κίνησης

Κρουστικός παλμός

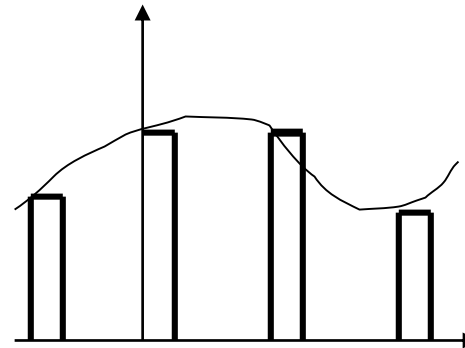
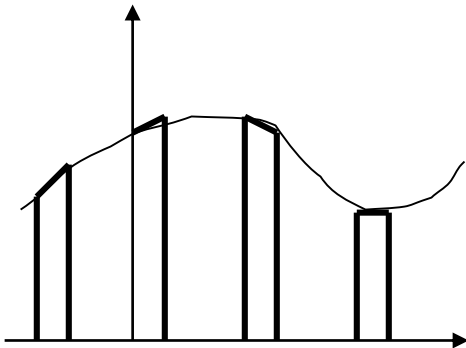


Ιδανική Δειγματοληψία



Πρακτική δειγματοληψία

- Με δείγματα πεπερασμένης διάρκειας
 - αντί για ακολουθία συναρτήσεων delta χρησιμοποιούνται παλμοί πεπερασμένης διάρκειας
- Με δείγματα με επίπεδη κορυφή
 - και πάλι χρησιμοποιούνται παλμοί πεπερασμένης διάρκειας με ύψος όσο η τιμή του σήματος κατά την αρχή του παλμού (sample-and-hold)



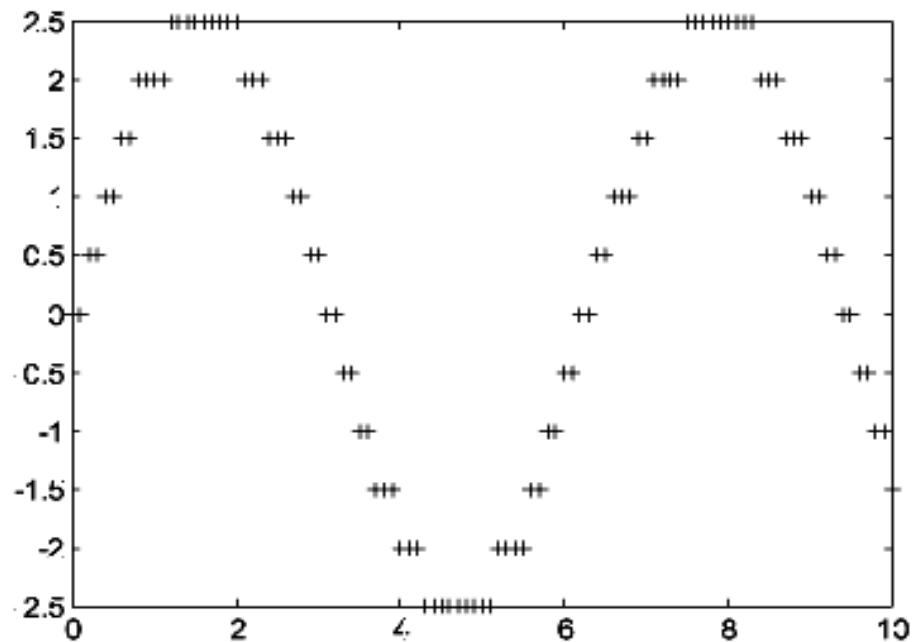
Παράδειγμα

- Οι μουσικοί οπτικοί δίσκοι (Audio CD-ROM) χρησιμοποιούν συχνότητες δειγματοληψίας ίσες με 44.1KHz για την αποθήκευση του ηχητικού σήματος
- Η συγκεκριμένη συχνότητα είναι ελαφρά μεγαλύτερη από 2 φορές τη συχνότητα των 20 KHz που κατά γενική παραδοχή αποτελεί το άνω όριο για τις συχνότητες που γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο αυτί
- Με ένα τέτοιο ρυθμό δειγματοληψίας εξασφαλίζεται ότι όλες οι συχνότητες που είναι μικρότερες ή ίσες των 20 kHz θα αποδοθούν σωστά στο διακριτό σήμα

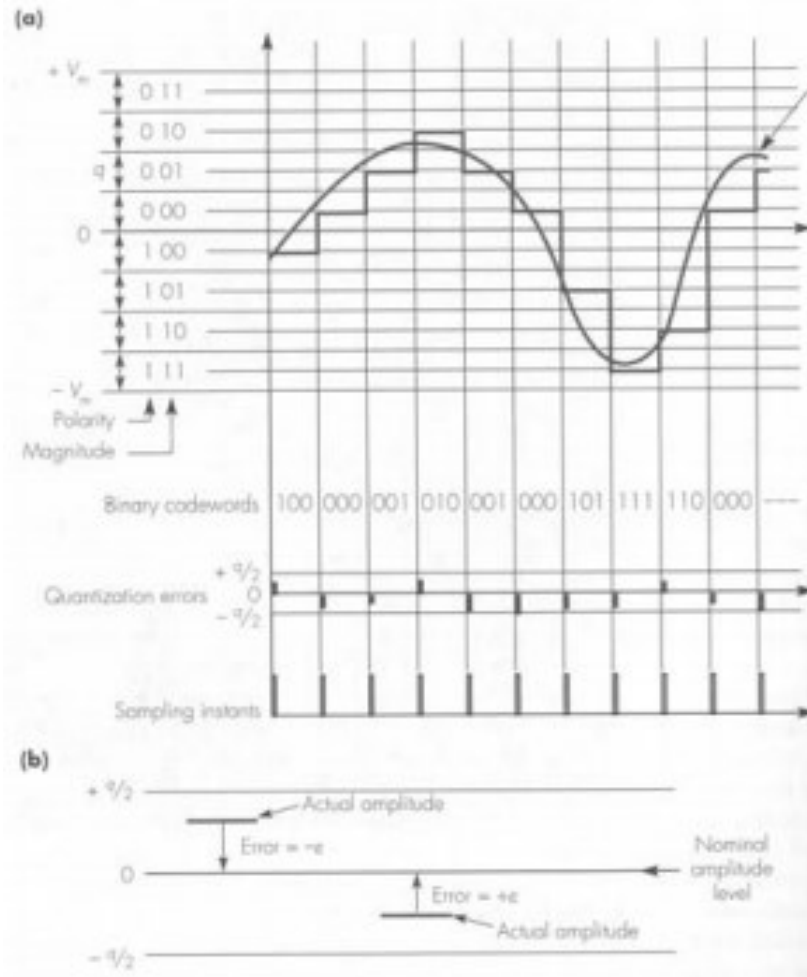
Κβαντισμός

Ψηφιακή παράσταση Αναλογικών σημάτων

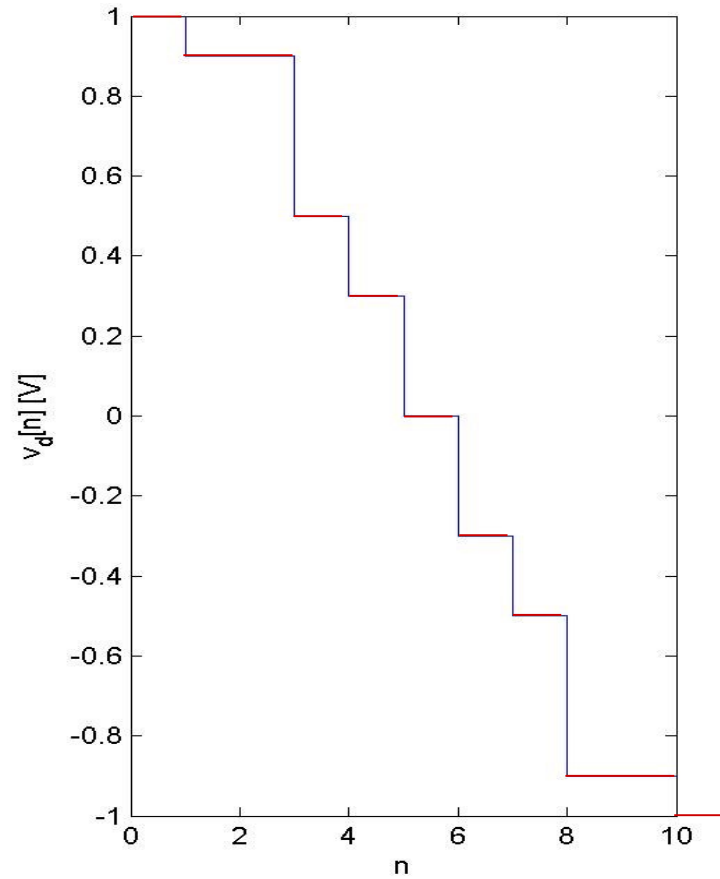
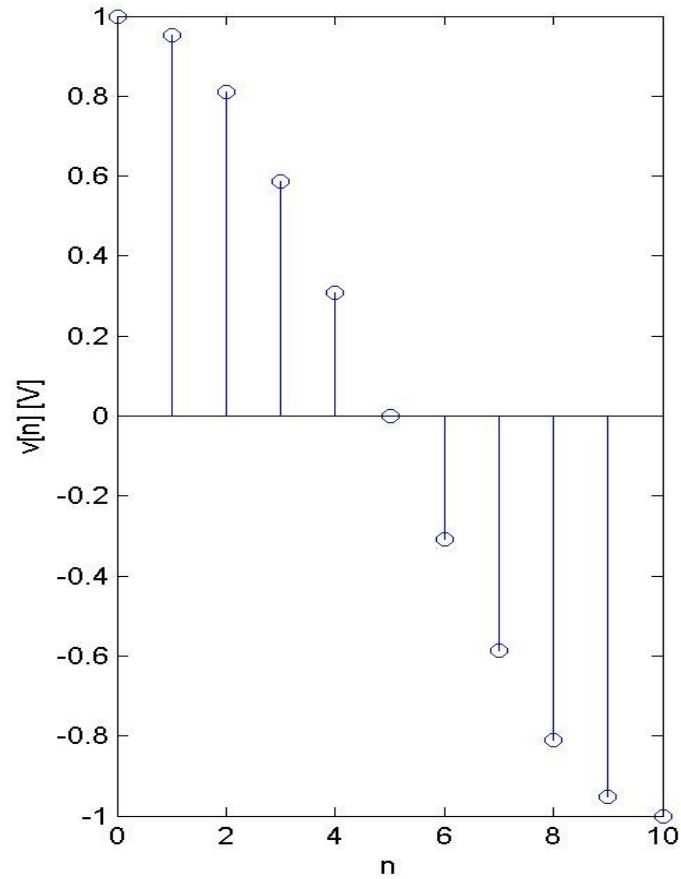
- Με τον κβαντισμό (Quantization) τα δείγματα ενός σήματος γίνονται διακριτά και ως προς την τιμή τους



Κβαντισμός

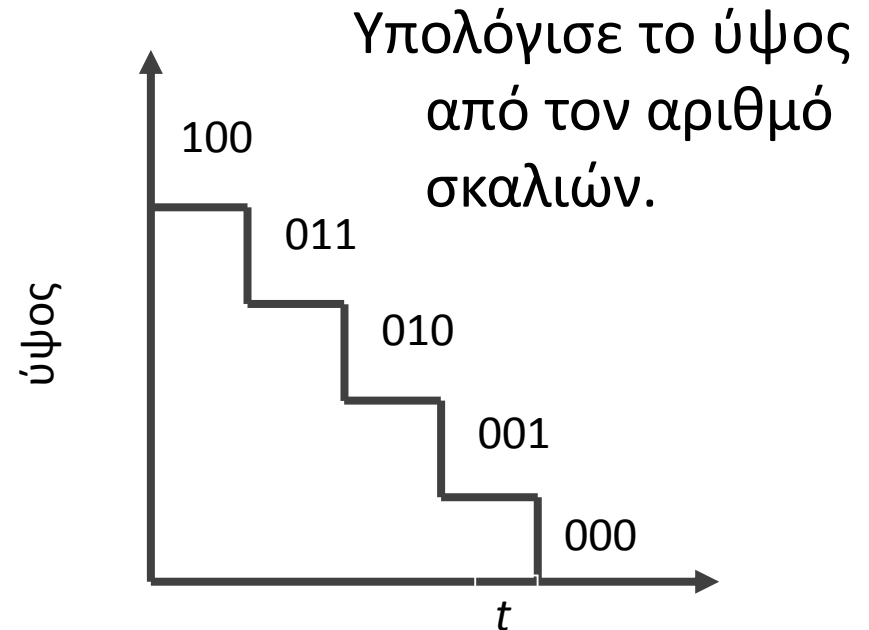
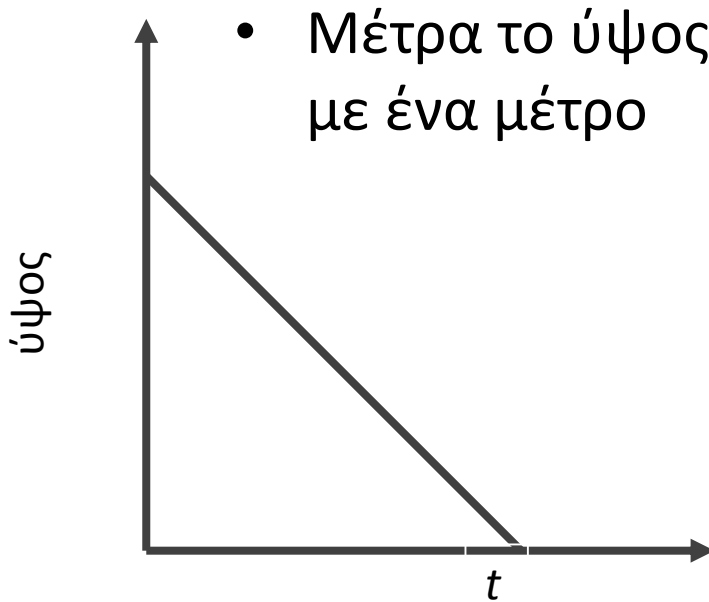


Κβαντισμός



Παράδειγμα

Ας υποθέσουμε ότι θέση ενός ατόμου που κατεβαίνει μια σκάλα καθορίζεται από το ύψος που βρίσκεται



Κβαντισμός

- Ένα συνεχές σήμα, όπως η φωνή, έχει συνεχές πεδίο τιμών πλάτους και συνεπώς τα δείγματά του έχουν συνεχές πεδίο τιμών πλάτους
- Με άλλα λόγια μέσα στο πεπερασμένο πεδίο τιμών του σήματος βρίσκουμε έναν άπειρο αριθμό σταθμών πλάτους
- Η δειγματοληψία δημιουργεί διακριτοποίηση του σήματος στο χρόνο (ή χώρο για την περίπτωση εικόνων ή χωροχρόνο για περίπτωση video)

Κβαντισμός

- Οι τιμές των δειγμάτων (πλάτος σήματος) όμως μπορούν να είναι οποιεσδήποτε
- Πως μπορούμε να αναπαραστήσουμε τις τιμές αυτές στον υπολογιστή;
- Χρειαζόμαστε και διακριτοποίηση των τιμών πλάτους
 - προσέγγιση των πραγματικών τιμών με κάποιες προκαθορισμένες
- Η διακριτοποίηση των τιμών πλάτους του σήματος (δειγμάτων) ονομάζεται κβαντισμός

Κβαντισμός

- Έστω ότι έχουμε ένα σήμα για το οποίο γνωρίζουμε ότι η μέγιστη δυνατή τιμή που μπορεί να πάρει είναι V_{\max} και η ελάχιστη V_{\min}
- Ποιες τιμές του σήματος θα πρέπει να κωδικοποιούμε (στάθμες) αν έχουμε διαθέσιμα n bits για την κωδικοποίηση κάθε δείγματος;
- Διάστημα Κβαντισμού
 - Διαχωρισμός του εύρους του σήματος σε διαστήματα
 - Κάθε διάστημα έχει εύρος $q = (V_{\max} - V_{\min}) / 2^n$
- Ποιες τιμές θα αναπαρίστανται;
 - Οι τιμές στο μέσο των διαστημάτων κβαντοποίησης

Σφάλμα Κβαντισμού

- Είναι η διαφορά της πραγματικής τιμής του δείγματος από την τιμή που τελικά κωδικοποιείται
- Πόσο είναι το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού στη προηγούμενη περίπτωση?
- Αν κωδικοποιήσουμε το μέσο των διαστημάτων κβαντισμού τότε το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού είναι
 - $e = q/2 = (V_{\max} - V_{\min}) / 2^{(n+1)}$

Κωδικοποίηση

Κωδικοποίηση

- Κωδικοποίηση ονομάζουμε την αναπαράσταση των κβαντισμένων τιμών πλάτους των δειγμάτων του σήματος σε δυαδική ακολουθία (ακολουθία δυαδικών ψηφίων).
- Ο κώδικας κάθε τιμής στάθμης ονομάζεται κωδική λέξη (codeword)
- Το σύνολο των διαφορετικών κωδικών λέξεων που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση ονομάζεται κώδικας
- Όταν το σύνολο των κωδικών λέξεων έχει το ίδιο μέγεθος (αριθμό bits) τότε ο κώδικας ονομάζεται κώδικας σταθερού μήκους

Τεχνικές Κωδικοποίησης Εντροπίας

- Τεχνικές Μήκους Διαδρομής (Run Length Encoding)
 - RLC (Run Length Coding)
 - Zero Suppression
- Στατιστικές:
 - Huffman
 - Αριθμητική
 - Αντικατάσταση προτύπων (π.χ. LZW, LUT)

Τεχνικές Κωδικοποίησης Πηγής

- Προβλεπτικές
 - DPCM (Difference Pulse Code Modulation)
 - DM (Difference Modulation)
- Μετασχηματισμού
 - FFT (Fast Fourier Transform)
 - DCT (Discrete Cosine Transform)
- Στρωματοποίησης (Layered)
 - Subband Coding
- Διανυσματικές
 - Ταύτισης με προκαθορισμένα πρότυπα
 - Fractals

Υβριδικές Τεχνικές

- JPEG (Joint Photographic Experts Group)
 - Συνδυάζει κωδικοποίηση μετασχηματισμού (DCT) και μήκους διαδρομής (RLC)
- H263
 - Συνδυάζει κωδικοποίηση μετασχηματισμού (DCT), προβλεπτική (αντιστάθμιση κίνησης – MC: motion compensation) και μήκους διαδρομής (RLC)
- MPEG (Moving Pictures Expert Group)
 - Συνδυάζει κωδικοποίηση μετασχηματισμού (DCT), προβλεπτική (αντιστάθμιση κίνησης – MC: motion compensation), μήκους διαδρομής (RLC) και στρωματοποίησης (Subband Coding) για την συμπίεση του ήχου (MP3)

Τεχνικές Κωδικοποίησης Εντροπίας

- Τι είναι εντροπία (entropy);
 - Ο (θεωρητικά) ελάχιστος αριθμός από bits ανά σύμβολο που απαιτείται για τη κωδικοποίηση / μετάδοση ενός μηνύματος
- Πως υπολογίζεται η εντροπία ενός μηνύματος;
 - Με βάση την εξίσωση Shannon όπου n ο αριθμός των συμβόλων που αποτελούν το μήνυμα και P_i η πιθανότητα εμφάνισης του συμβόλου i

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

Τεχνικές Κωδικοποίησης Εντροπίας

- Επειδή η εντροπία υποδεικνύει τη βέλτιστη συμπίεση (χωρίς απώλειες), που μπορεί να επιτευχθεί, η αποδοτικότητα κωδικοποίησης μιας μεθόδου συχνά συγκρίνεται με την εντροπία
- Η αποδοτικότητα κωδικοποίησης υπολογίζεται με βάση τον μέσο αριθμό bits ανά κωδική λέξη (codeword)

$$\text{Average number of bits per codeword} = \sum_{i=1}^n N_i P_i$$

- όπου n ο αριθμός των συμβόλων που αποτελούν το μήνυμα, P_i η πιθανότητα εμφάνισης του συμβόλου i και N_i τα bits που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση του συμβόλου i

Κωδικοποίηση μήκους διαδρομής

- Αντικατάσταση ίδιων συνεχόμενων χαρακτήρων
- Η ίδια ουσιαστικά τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί και σε εικόνες όπου η ίδια τιμή φωτεινότητας ή χρώματος επαναλαμβάνεται πολλές φορές
- Η μέθοδος είναι αποτελεσματική για την συμπίεση κειμένου και εικόνων δύο τόνων (άσπρο –μαύρο)

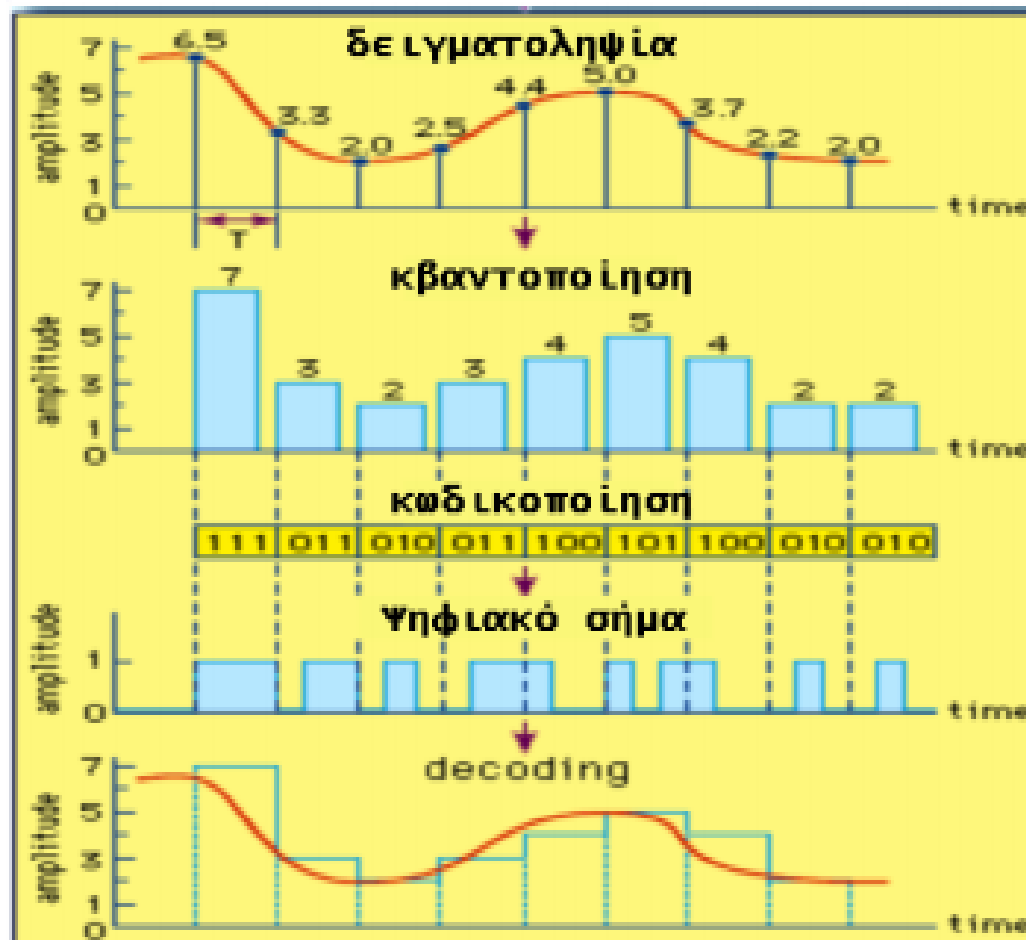
Στατιστική Κωδικοποίηση

- Κωδικοποίηση Huffman:
 - τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα σύμβολα κωδικοποιούνται με λιγότερα bits
 - τα σπάνια εμφανιζόμενα σύμβολα θα έχουν μεγαλύτερου μεγέθους κωδικές λέξεις
- Αντικατάσταση προτύπων (packbits encoding)
 - Ακολουθίες συμβόλων κωδικοποιούνται ομαδικά ως ένας νέο σύμβολο τους με λιγότερα bits

Κωδικοποίηση Huffman

- Το αλφάβητο Morse είναι βασισμένο στην ίδια ιδέα
- Η τεχνική βασίζεται σε στατιστικές μεθόδους (πιθανότητες εμφάνισης συμβόλων)
- Κατασκευή δυαδικού δέντρου, αρχίζοντας από τους χαρακτήρες με τη μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης
- Η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για κωδικοποίηση ομάδων συμβόλων, όπου η έννοια του «συμβόλου» αντικαθίσταται από εκείνη της «ομάδας συμβόλων»

Παλμοκωδική διαμόρφωση PCM



Συμπύεση

Συμπίεση - Κίνητρα

- Αποθήκευση
 - Πόση διάρκεια ασυμπιέστου ψηφιακού βίντεο μπορεί να αποθηκευτεί σε ένα CD-ROM;
 - Τι χωρητικότητα μνήμης χρειαζόμαστε για να αποθηκεύσουμε:
 - Το ραδιοτηλεοπτικό αρχείο της ΕΡΤ;
 - Απεικονιστικές εξετάσεις ασθενών (π.χ. υπέρηχοι) που παράγονται κατά εκατοντάδες την ημέρα σε ένα νοσοκομείο;
- Μετάδοση
 - Μπορώ να παρακολουθήσω ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα που μεταδίδεται Διαδικτυακά:
 - Αν έχω σύνδεση PSTN (modem 56kbs);
 - Αν έχω σύνδεση ISDN (2x64 kbps);
 - Αν έχω σύνδεση ADSL (256 kbps – 2 Mbps);
 - Αν βρίσκομαι στο Πανεπιστήμιο και έχω σύνδεση LAN (10 Mbps, 100Mbps)

Συμπίεση - Κίνητρα

- Κόστος
 - Πόσο θα πληρώσω αν έχω χρέωση με βάση τη διάρκεια σύνδεσης;
 - Πόσο θα πληρώσω αν έχω χρέωση με τον όγκο της διακινούμενης πληροφορίας;
- Ικανοποίηση χρήσης εφαρμογών πολυμέσων
 - Πόσο πρέπει να περιμένει ο χρήστης για να ακούσει την απάντηση του συνομιλητή του σε περιβάλλον τηλεδιάσκεψης;
 - Πόσο πρέπει να περιμένει ο χρήστης για να δει μια εικόνα στην ιστοσελίδα που έχει επισκεφθεί;
 - Πόσο πρέπει να περιμένει ο χρήστης για να δει ένα βίντεο ή ένα animation στη ιστοσελίδα που έχει επισκεφθεί;

Παραδείγματα

- Κείμενο
 - Μια σελίδα κειμένου περιέχει προσεγγιστικά 4800 χαρακτήρες =>
 - ~4,8 kbytes σε κωδικοποίηση ASCII
 - ~9,6 kbytes σε κωδικοποίηση Unicode
- Γραφικά
 - Μια εικόνα γραφικών περιέχει προσεγγιστικά 500 γραμμές =>
 - Για κάθε γραμμή ορίζονται οι συντεταγμένες της αρχής (2 x 10 bits), οι συντεταγμένες του τέλους (2 x 10 bits) και 8 bits για τον χαρακτηρισμό των ιδιοτήτων της γραμμής \Rightarrow 500 x 48 bits \approx 3 kbytes
- Εικόνες
 - Μια εικόνα 640 x 480 pixels με 256 αποχρώσεις του γκρι => 640 x 480 x 1 byte \approx 307 kbytes
 - Η ίδια εικόνα σε πραγματικό χρώμα (3 bytes per pixel) => 640 x 480 x 3 byte \approx 921 kbytes

Παραδείγματα

- Ήχος
 - Τηλεφωνική ποιότητα=> $\sim 8 \text{ kbyte / sec}$
 - Ποιότητα CD => $1,411 \text{ Mbps} \Rightarrow \sim 176 \text{ kbyte / sec}$
- Βίντεο
 - Τηλεοπτική ποιότητα (π.χ. ανάλογο του PAL system) => $625 \text{ lines} \times 840 \text{ pixel /line} \times 3 \text{ bytes /pixel} \times 25 \text{ frames (εικόνες) /sec} \Rightarrow 39 \text{ Mbyte / sec}$
 - Τηλεόραση Υψηλής Ευκρίνειας (HDTV) => $5.33 \times$
Τηλεοπτική ποιότητα => 208 Mbyte / sec

Παραδείγματα

- Ένα τυπικό CD-ROM της αγοράς χωράει:
 - 74 λεπτά μουσικής, ποιότητας CD
 - ή ... 20 δευτερόλεπτα ασυμπίεστου ψηφιακού βίντεο
- 120 GB δίσκος χωράει
 - λιγότερο από 60 λεπτά ασυμπίεστου ψηφιακού βίντεο

Ορισμός Συμπίεσης

- Μια συνάρτηση f εφαρμόζεται σε κάθε ενότητα δεδομένων d_i ώστε να παραχθούν δεδομένα m_i
 - $f(d_i) = m_i$
- Στόχος
 - Ο περιορισμός του μεγέθους που καταλαμβάνει μια ποσότητα πληροφορίας
- Αποσυμπίεση
 - Μια συνάρτηση fr εφαρμόζεται στα δεδομένα m_i ώστε να παραχθούν τα δεδομένα d_r
 - $fr(m_i) = d_i$

Trade-off

- Ποσοστό Συμπίεσης vs. Παραποίηση Δεδομένων
- Ένας αλγόριθμος συμπίεσης προκαλεί μια σειρά μετασχηματισμών στο αρχικό σήμα οι οποίοι μπορεί να είναι
 - χωρίς απώλειες ή αντιστρεπτοί
 - με απώλειες ή μη αντιστρεπτοί

Συμπύεση και Πολυμεσικές Εφαρμογές

- Οι απαιτήσεις κατά τη συμπύεση και αποσυμπύεση κάποιας μορφής πληροφορίας διαφοροποιούνται από εφαρμογή σε εφαρμογή
- Εξαρτώνται άμεσα από το αν η εφαρμογή είναι διαλογικού τύπου ή τύπου ανάκλησης δεδομένων

Συμπίεση και Πολυμεσικές Εφαρμογές

- Εφαρμογές διαλογικού τύπου
 - Η διαδικασία συμπίεσης / αποσυμπίεσης δεν πρέπει να διαρκεί πάνω από 150 msec (end-to-end delay) για συνηθισμένες εφαρμογές
 - Καθυστέρηση της τάξης των 50 msec για “face-to-face” εφαρμογές
 - Για τη συνολική end-to-end καθυστέρηση πρέπει να συνυπολογιστούν καθυστερήσεις που οφείλονται στο δίκτυο, το πρωτόκολλο επικοινωνίας, τις συσκευές I/O που χρησιμοποιούνται κλπ.

Συμπίεση και Πολυμεσικές Εφαρμογές

- Εφαρμογές τύπου ανάκλησης δεδομένων (Retrieval Mode)
 - Γρήγορη αναζήτηση και ανάκτηση πληροφοριών (forward and backward) και ταυτόχρονη προβολή τους
 - Τυχαία προσπέλαση σε οποιοδήποτε πλαίσιο εικόνας ή ήχου, με χρόνο προσπέλασης μικρότερο από 0,5 sec
 - Δυνατότητα αποσυμπίεσης σε τυχαία μεμονωμένα πλαίσια (έτσι ώστε να επιτρέπεται η επεξεργασία τους)

Κατηγορίες τεχνικών συμπίεσης

- Ανάλογα με τη σχέση που έχει το αρχικό σήμα με το αποτέλεσμα της αποσυμπίεσης υπάρχουν δύο κατηγορίες μεθόδων συμπίεσης
 - Τεχνικές χωρίς απώλειες (lossless compression):
 - δεν μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά του σήματος κατά τη διάρκεια της συμπίεσης
 - το σήμα που προκύπτει κατά την αποσυμπίεση είναι ακριβές αντίγραφο του αρχικού
 - Αλγόριθμοι συμπίεσης με απώλειες ή μη αντιστρεπτοί (lossy compression)
 - κάνοντας μερικές υποχωρήσεις όσον αφορά στην πιστότητα του συμπιεσμένου σήματος
 - το σημασιολογικό περιεχόμενο ουσιαστικά δεν μεταβάλλεται αλλά υπεισέρχεται η έννοια της μείωσης της ποιότητας
 - το ψηφιακό σήμα ως ακολουθία bits σαφώς και μεταβάλλεται

Κατηγορίες τεχνικών συμπίεσης

- Τεχνικές κωδικοποίησης εντροπίας (entropy encoding) :
 - είναι τεχνικές χωρίς απώλειες οι οποίες δε λαμβάνουν υπόψη τους τη φύση των σημάτων στα οποία εφαρμόζονται. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι θεωρούν ότι το σήμα που συμπιέζεται δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία σειρά από δυαδικά ψηφία
- Τεχνικές κωδικοποίησης πηγής (source encoding):
 - λαμβάνουν υπόψη τους τη φύση του σήματος που συμπιέζεται.
 - π.χ. μία τέτοια μέθοδος μπορεί να ανιχνεύει και να συμπιέζει δραστικά περιόδους σιωπής σε ένα ηχητικό σήμα δεδομένου ότι οι τελευταίες δεν περιέχουν καμία χρήσιμη ακουστική πληροφορία πέραν της διάρκειας τους
 - πετυχαίνουν μεγαλύτερους βαθμούς συμπίεσης από τις κωδικοποιήσεις εντροπίας αν και ο βαθμός συμπίεσης είναι μεταβλητός και εξαρτάται από τη μορφή του συγκεκριμένου σήματος
 - Μπορεί να είναι τεχνικές με ή χωρίς απώλειες
- Υβριδικές τεχνικές (hybrid encoding):
 - Αν και μερικές τεχνικές ανήκουν σε κάποια από τις παραπάνω δύο κατηγορίες, οι περισσότερες είναι υβριδικές (οι σχετικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιούν ένα μίγμα τεχνικών εντροπίας και πηγής)

Περιεχόμενα ενότητας

- Κβαντισμός
- Κωδικοποίηση
- Συμπύεση

Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης