

# ΣΥΜΠΙΕΣΗ

---

- Τεράστιες ανάγκες σε αποθηκευτικό χώρο

☞ Παράδειγμα:

☞ CD-ROM έχει χωρητικότητα 650MB, χωρά 75 λεπτά ασυμπίεστου στερεοφωνικού ήχου, αλλά 30 sec ασυμπίεστου βίντεο.

☞ Μαγνητικοί δίσκοι χωρητικότητας 4GB χωρούν 3 min ασυμπίεστο βίντεο (ταινία 90 min απαιτεί περίπου 120GB).

☞ Ψηφιοποίηση εικόνας σε 2000×2000 pixels απαιτεί περίπου 12MB χώρου (π.χ. νοσοκομείο κρατά αρχείο από ακτινογραφίες).

# ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΜΕ/ΧΩΡΙΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

---

- Εις βάρος της διαθεσιμότητας και της υπολογιστικής ισχύος (ταχύτητα αποσυμπίεσης ενδιαφέρει πιο πολύ).
- Εις βάρος της ακρίβειας του περιεχομένου.
- **Αλγόριθμοι χωρίς απώλειες ή αντιστρεπτοί:** δεν αλλοιώνουν την πληροφορία (π.χ. πρόγραμμα PC).
- **Αλγόριθμοι με απώλειες ή μη αντιστρεπτοί:** μειώνεται η ποιότητα της αρχικής πληροφορίας (π.χ. ψηφιακή φωτογραφία).

# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ/ΠΗΓΗΣ

---

- **Κωδικοποίηση εντροπίας:** δε λαμβάνεται υπόψη το είδος της πληροφορίας (χωρίς απώλειες)
  - ☞ *Παράδειγμα:* αντί 10 συνεχόμενων μηδενικών, ένας ειδικός χαρακτήρας και ο αριθμός 10.
- **Περιορισμός επαναλαμβανόμενων ακολουθιών**
- **Στατιστική κωδικοποίηση**

# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ/ΠΗΓΗΣ

---

- **Κωδικοποίηση πηγής:** εξαρτάται από τον τύπο του αρχικού σήματος (π.χ. ο λόγος έχει διαστήματα σιωπής).
- Πετυχαίνει μεγαλύτερο (αλλά ασταθές) ποσοστό συμπίεσης (με/χωρίς απώλειες).
  - Κωδικοποίηση μετασχηματισμού
  - Διαφορική ή προβλεπτική κωδικοποίηση
  - Διανυσματικός κβαντισμός

# ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ

---

- Πιθανή εμφάνιση ακολουθίας από ίδιους χαρακτήρες
- Αντικατάσταση ακολουθίας από το χαρακτήρα, ειδικό χαρακτήρα (σημαία) και πλήθος επαναλήψεων χαρακτήρα
- Αποδοτική περίπτωση: αν έχουμε συχνές ακολουθίες μηδενικών (μια σημαία)

# ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΩΝ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ

Περιορισμός των μηδενικών (ή κενών)

- η ραυφή είναι άτιμνα για μηδενικά  
εμφανίζονται αρα
- η ραυφή υποδηλώνει άτιμνα επόμενος  
αριθμός είναι το πλήθος των  
επαναλαμβανόμενων μηδενικών

7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

7	0	2	4	11	7
---	---	---	---	----	---

Περιορισμός όλων των  
επιτολο μβανάμενων χαρακτήρων

- η αντικατάσταση γίνεται μόνο για τέσσερις ή  
περισσότερους χαρακτήρες
- η ραυφή υποδηλώνει άτιμνα επόμενος  
απόσπιν χαρακτήρας πρέπει να  
επαναληφθεί άαες φορές καθορίζεται  
επόμενος

0	γ	α	μ	α	:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	CR
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

0	γ	α	μ	α	:	.	4	8	CR
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Σημεία 

4
---

# ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

---

- Κωδικοποίηση συχνότερα εμφανιζόμενων ακολουθιών με λιγότερα bits
- Απαιτείται ύπαρξη λεξικού (ακολουθίες που αντιστοιχούν στους κωδικούς)
- Απαιτείται στατιστική επεξεργασία των δεδομένων
- Μορφές: αντικατάσταση προτύπων και κωδικοποίηση Huffman

# ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

---

- Αποκλειστικά για κείμενα
- Συχνά εμφανιζόμενες ακολουθίες χαρακτήρων ή λέξεις κωδικοποιούνται με λίγους χαρακτήρες
- Λεξικό προκύπτει από ανάλυση του κειμένου



# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ HUFFMAN

---

- Γενίκευση στατιστικής κωδικοποίησης
- Υπολογίζεται η συχνότητα εμφάνισης κάθε χαρακτήρα
- Γίνεται βέλτιστη ανάθεση κωδικών (ελάχιστο μήκος για κάθε χαρακτήρα)
- Αποθήκευση κωδικών στο λεξικό
- Συμπύεση ακίνητης και κινούμενης εικόνας (νέο λεξικό για κάθε εικόνα ή ομάδα εικόνων)

# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

---

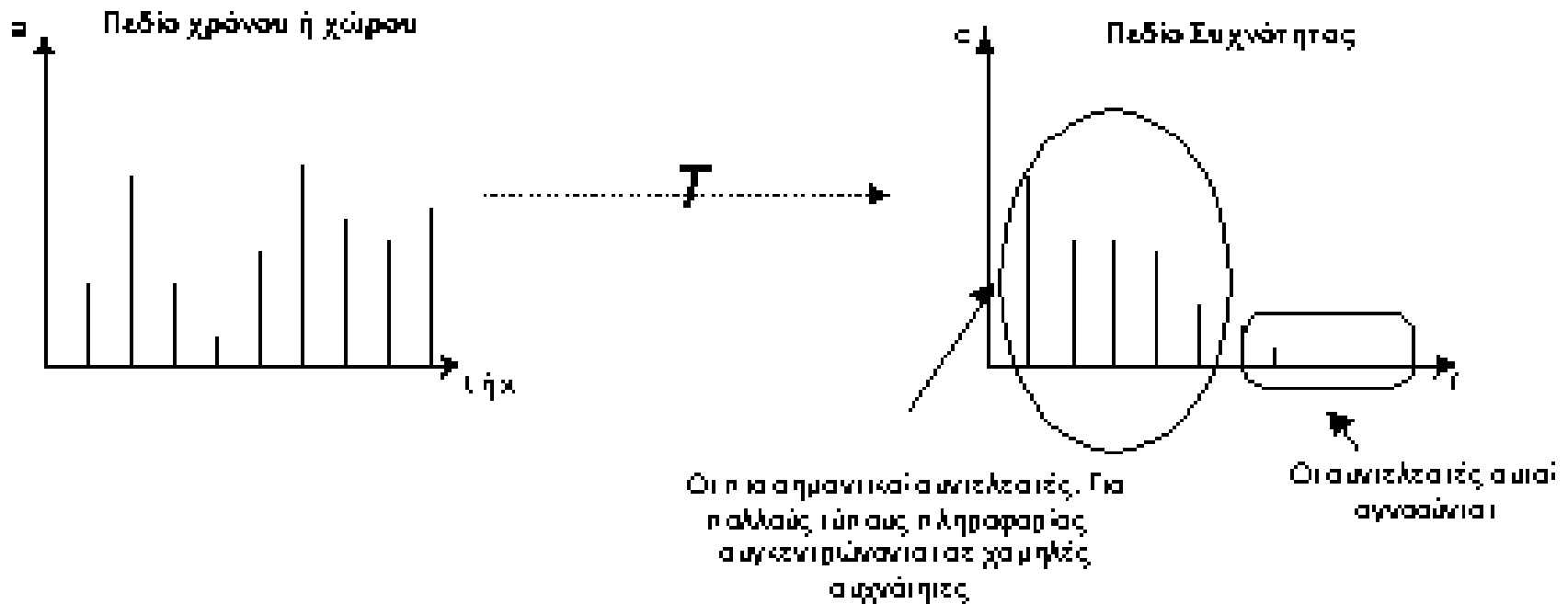
- Συνήθως για συμπίεση εικόνων
- Το σήμα μετασχηματίζεται μαθηματικά από το πεδίο του χρόνου/χώρου σε αφηρημένο πεδίο, κατάλληλο για συμπίεση
- Υπάρχει ο αντίστροφος μετασχηματισμός
  - ☞ *Παράδειγμα:* διακριτός μετασχηματισμός Fourier, διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου, Hadamar, Haar, Karhunen-Loeve

# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

---

- Στη φασματική αναπαράσταση εικόνων, οι συχνότητες δείχνουν πόσο γρήγορα εναλλάσσονται τα χρώματα και η φωτεινότητα
- Βρίσκονται οι πιο σημαντικοί συντελεστές του μετασχηματισμού και περιγράφονται με μεγάλη ακρίβεια (οι άλλοι με μικρότερη ακρίβεια ή απορρίπτονται)

# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ



# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ Ή ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

---

- Κωδικοποιείται η διαφορά μεταξύ πραγματικής και προβλεπόμενης τιμής δείγματος (διαφορά πρόβλεψης ή παράγοντας λάθους)
- Κατάλληλη για σήματα των οποίων διαδοχικά δείγματα αναμένονται να διαφέρουν, αλλά όχι πολύ
- Κατάλληλη για συμπίεση κινούμενης εικόνας (διαφορά μεταξύ διαδοχικών πλαισίων) ή ήχου

# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ Ή ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

---

- Απλή διαφορική παλμοκωδική διαμόρφωση (DPCM)
- Δέλτα διαμόρφωση (delta modulation)
- Προσαρμοστική διαφορική παλμοκωδική διαμόρφωση (ADPCM)

# ΑΠΛΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΠΑΛΜΟΚΩΔΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

---

- Μηχανισμός πρόβλεψης σταθερός σε όλη τη διάρκεια της κωδικοποίησης
- Προβλεπόμενη τιμή κάθε δείγματος είναι η τιμή του προηγούμενου δείγματος
- Τη στιγμή  $t$  κωδικοποιείται η διαφορά δειγμάτων  $\delta_t - \delta_{t-1}$ , όπου προβλεπόμενη τιμή είναι η  $\delta_{t-1}$

# ΔΕΛΤΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

---

- Ειδική μορφή της DPCM
- Η διαφορά προβλεπόμενης από τρέχουσα τιμή κωδικοποιείται με 1 bit
- Συνέπεια 1: κάθε δείγμα μπορεί να διαφέρει μόνο κατά ένα κβάντο από το προηγούμενο
- Συνέπεια 2: μεγάλη οικονομία αλλά ίσως και μεγάλη απώλεια πληροφορίας
- Κατάλληλη για σήματα χαμηλών συχνοτήτων



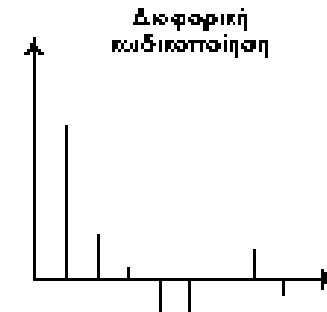
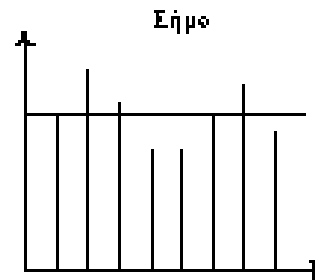
# ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΠΑΛΜΟΚΩΔΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

---

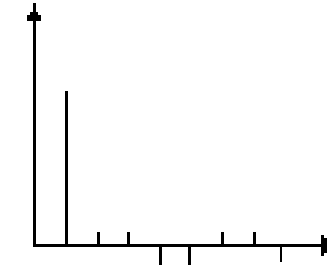
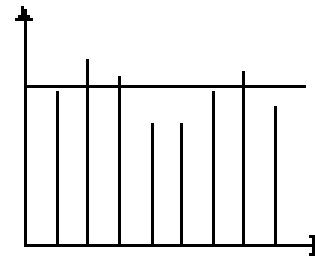
- Σύνθετη μορφή της DPCM
- Χρησιμοποιείται δυναμικός μηχανισμός πρόβλεψης
- Προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του υπό κωδικοποίηση σήματος

# ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ Ή ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

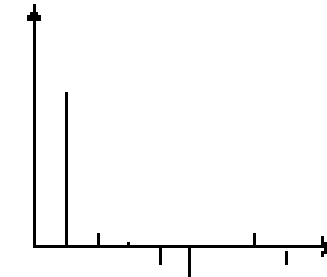
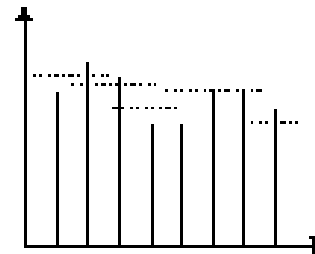
Απλή DPCM  
η παλιότερη άμεση τιμή = τελευταίο δείγμα



Δύο-βιτ διαμόρφωση  
η διαφορά κωδικοποιείται με ένα bit



Προσφορμαστική DPCM  
η παλιότερη άμεση τιμή διαφαινετική για  
κάθε δείγμα, υπολογίζεται με βάση τις  
πραγματούμενες τιμές



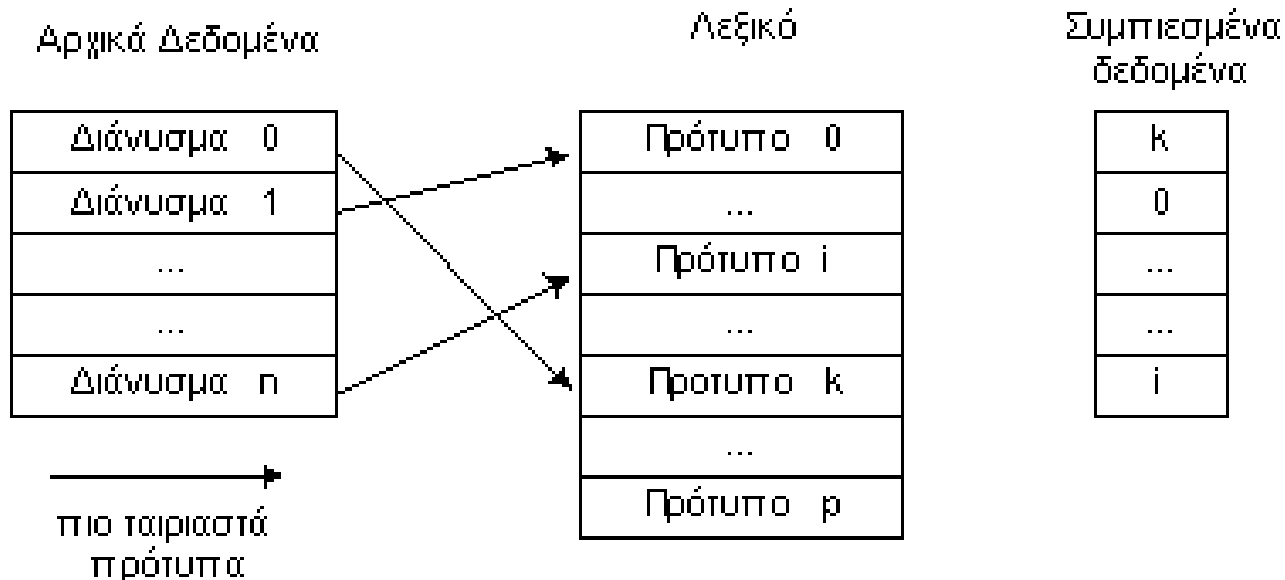
# ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟΣ ΚΒΑΝΤΙΣΜΟΣ

---

- Ειδική περίπτωση μεθόδου αντικατάστασης προτύπων.
- Ρεύμα δεδομένων χωρίζεται σε *διανύσματα* (π.χ. σε εικόνα, διάνυσμα είναι ένα μπλοκ της εικόνας). Κάθε διάνυσμα έχει  $n$  οκτάδες.
- Ένας πίνακας (λεξικό) έχει σύνολο προτύπων διανυσμάτων. Είναι στατικός ή δυναμικός.
- Κάθε διάνυσμα αντικαθίσταται από το πιο ταιριαστό πρότυπο του λεξικού.
- Μόνο ή ετικέτα του προτύπου (αύξων αριθμός στο λεξικό) χρειάζεται να αποθηκευτεί.

# ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟΣ ΚΒΑΝΤΙΣΜΟΣ

- Δυσκολία: δημιουργία λεξικού με πρότυπα που μοιάζουν όσο πιο πολύ στα εμφανιζόμενα διανύσματα (απόκλιση από τα αρχικά δεδομένα)



# ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟΣ ΚΒΑΝΤΙΣΜΟΣ

---

- *Βελτίωση*: υπολογισμός διαφοράς εμφανιζομένων διανυσμάτων από τα αντίστοιχα πλησιέστερα πρότυπα.
- Μετάδοση της ετικέτας **και** της υπολογισμένης διαφοράς.
- Ποιότητα προσέγγισης ρυθμίζεται.
- *Συνέπεια*: έχουμε συμπίεση είτε με απώλειες είτε χωρίς.
- Κατάλληλη κωδικοποίηση για τύπους πληροφορίας με γνωστά χαρακτηριστικά (π.χ. ομιλία).

# ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟΣ ΚΒΑΝΤΙΣΜΟΣ

Αρχικά Δεδομένα

Διάνυσμα 0
Διάνυσμα 1
...
...
Διάνυσμα n

Λεξικό

Πρότυπο 0
...
Πρότυπο i
...
Πρότυπο k
...
Πρότυπο p

Συμπιεσμένα  
δεδομένα

k	Ε 0
0	Ε 1
...	...
...	...
i	Ε n

→ πιο ταιριαστά  
πρότυπα

Ε i Όρος λάθους

# ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΜΕ FRACTALS

---

- Νέα τεχνική συμπίεσης.
- Γεωμετρία fractals (B. Mandelbrot).
- Η απλή γεωμετρία δε συναντάται στη φύση.
- Σύνθετα σχήματα προκύπτουν από επανάληψη σε διάφορες κλίμακες και γωνίες κάποιων βασικών σχημάτων.
- Μορφές fractals περιγράφονται από μετασχηματισμούς (fractal transformations).
- Αρχική χρήση: δημιουργία εικόνων.

# ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΜΕ FRACTALS

---

- Η εικόνα χωρίζεται σε μικρά τμήματα.
- Αναζητούνται περιοχές που προκύπτουν με μετασχηματισμό fractal κάποιου μικρού τμήματος.
- Επαναλαμβάνεται για όλα τα τμήματα της εικόνας.
- Στόχος: να περιγραφεί η εικόνα με σύνολο fractal transformations που θα καταλαμβάνουν πολύ λιγότερο χώρο από την αρχική εικόνα.



## ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΜΕ FRACTALS

---

- Ομοιότητα με διανυσματικό κβαντισμό.
- Σύνολο μετασχηματισμών παίζει ρόλο εικονικού λεξικού (virtual code-book).
- Το λεξικό αυτό εξαρτάται από την εικόνα.
- Πιστεύεται ότι μπορεί να πετύχει συμπίεση 1000:1.
- *Μειονέκτημα*: η συμπίεση είναι επίπονη και απαιτεί υψηλή υπολογιστική ισχύ.

# ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

---

- *Ασύμμετρες τεχνικές*: διαφορά πολυπλοκότητας και ταχύτητας μεταξύ συμπίεσης και αποσυμπίεσης (π.χ. fractal συμπίεση, διανυσματικός κβαντισμός).
- Μετάδοση σε πραγματικό χρόνο (ήχου, βίντεο) δεν επιτρέπει μεγάλες καθυστερήσεις.
- Interactive εφαρμογές (π.χ. τηλεδιάσκεψη) δεν αντέχουν καθυστερήσεις συμπίεσης.
- Ασύμμετρες τεχνικές ιδανικές για εφαρμογές όπου συμπιέζεται **μια** φορά η πληροφορία (π.χ. εκπαιδευτικοί τίτλοι σε CD-ROM).