

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



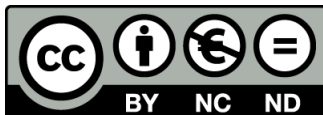
**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Τεχνολογία Πολυμέσων

**Ενότητα # 11: Κωδικοποίηση εικόνων: JPEG**

**Διδάσκων: Γεώργιος Ξυλωμένος**

**Τμήμα: Πληροφορικής**



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Οικονομικό 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

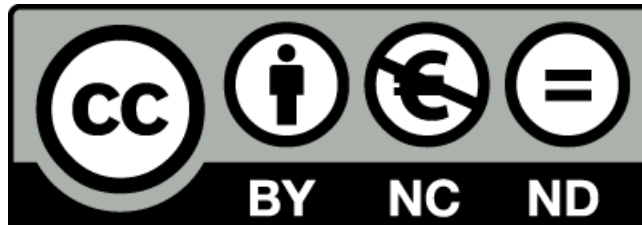
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Οι εικόνες προέρχονται από το βιβλίο «Τεχνολογία Πολυμέσων και Πολυμεσικές Επικοινωνίες», Γ.Β. Ξυλωμένος, Γ.Κ. Πολύζος, 1<sup>η</sup> έκδοση, 2009, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.



# Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση των στόχων του προτύπου JPEG και του τρόπου προετοιμασίας των εικόνων για κωδικοποίηση.
- Εξοικείωση με τα στάδια κωδικοποίησης του ακολουθιακού απωλεστικού ρυθμού (μετασχηματισμός DCT, κβαντοποίηση συντελεστών, κωδικοποίηση εντροπίας).
- Κατανόηση των πρόσθετων τρόπων κωδικοποίησης και του μορφοτύπου αποθήκευσης αρχείων.

# Περιεχόμενα ενότητας

- Εισαγωγή
- Προετοιμασία της εικόνας
- Επεξεργασία εικόνας
- Κβαντοποίηση συντελεστών
- Κωδικοποίηση εντροπίας
- Πρόσθετοι τρόποι κωδικοποίησης
- Μορφότυπο αρχείων
- Ποιότητα εικόνας

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Εισαγωγή

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Τι είναι το JPEG;

- Joint Photographic Experts Group
  - Κοινή ομάδα ISO και CCITT (σημερινή ITU)
- Αποτέλεσμα διαγωνισμού
  - Ορίστηκαν απαιτήσεις και περιορισμοί
  - Εξετάστηκαν 10 προτάσεις
  - Επιλέχθηκε και εξελίχθηκε η καλύτερη
  - Παρόμοια διαδικασία και στα πρότυπα MPEG
    - Σταδιακά οι εταιρείες απέκτησαν μεγάλη επιρροή

# Στόχοι του JPEG

- Πεδίο εφαρμογής
  - Σταθερές εικόνες συνεχούς χρώματος
    - Εναλλακτικά: συνεχών διαβαθμίσεων γκριζου
  - Κατάλληλο για φυσικές εικόνες
    - Σε αντιδιαστολή με σχέδια
  - Βασικό μορφότυπο φωτογραφιών
    - Χρήση από ψηφιακές φωτογραφικές
  - Μεγάλη διάδοση στο Διαδίκτυο



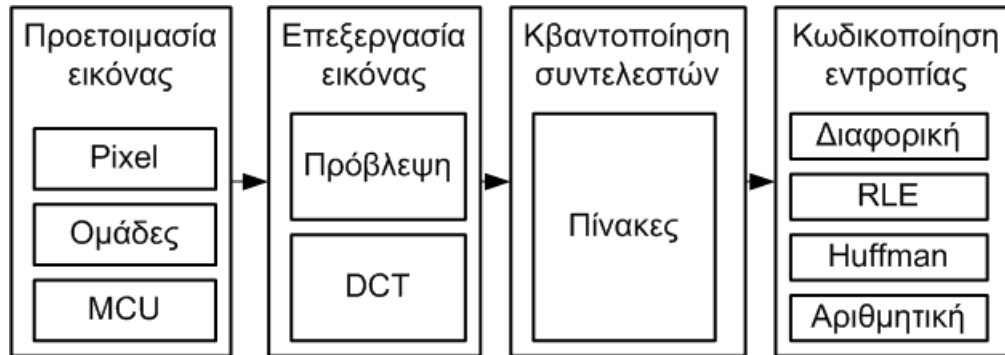
# Απαιτήσεις κωδικοποίησης

- Ανεξάρτητη από μέγεθος εικόνας
- Ανεξάρτητη από λόγο διαστάσεων
- Διάφορες αναπαραστάσεις χρωμάτων
- Τυχαίο περιεχόμενο
- Τυχαία στατιστικά χαρακτηριστικά
- Παράμετροι επιλεγόμενες από το χρήστη
  - Συμβιβασμός συμπίεσης / ποιότητας

# Τρόποι λειτουργίας

- Ακολουθιακός απωλεστικός
  - Ακολουθιακή DCT
- Εκτεταμένος απωλεστικός
  - Προοδευτική DCT
  - Μικρές προσθήκες στον ακολουθιακό
- Μη απωλεστικός: χαμηλή συμπίεση
- Ιεραρχικός: πολλαπλές αναλύσεις

# Ροή κωδικοποίησης



- Σύνολο τεχνικών κωδικοποίησης
  - Κάθε τρόπος χρησιμοποιεί ένα υποσύνολο
  - Πρόβλεψη ή μετασχηματισμός DCT
  - Προαιρετική κβαντοποίηση
  - Διαφορική και RLE
  - Huffman ή αριθμητική

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Προετοιμασία της εικόνας

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

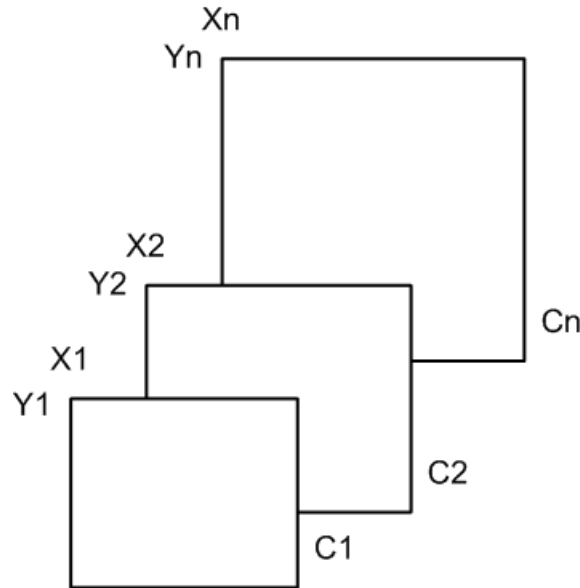
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Μοντέλο εικόνας (1 από 5)

- Επιτρέπονται πολλές παραλλαγές
  - 1 έως 255 συνιστώσες ή επίπεδα  $C_i$ 
    - Χρώματα RGB: μία συνιστώσα ανά χρώμα
    - Σήματα YUV: μία συνιστώσα ανά σήμα
    - Διαβαθμίσεις γκριζου: μία συνιστώσα μόνο
    - Συνήθως χρησιμοποιείται YUV ή YIQ
  - Κάθε  $C_i$  μπορεί να έχει διαφορετικό  $X_i$  και  $Y_i$ 
    - Κατάλληλο για υποδειγματοληψία
    - Μπορεί να διαφέρει σε κάθε συνιστώσα

# Μοντέλο εικόνας (2 από 5)



- Σταθερό πλήθος bits/pixel ανά συνιστώσα
  - 8 στον ακολουθιακό, 8 ή 12 στον εκτεταμένο
    - Τιμές  $[0,255]$  ή  $[0,4095]$
  - 2 έως 16 στον μη απωλεστικό

# Μοντέλο εικόνας (3 από 5)

- $(X, Y)$  εικόνας =  $(\max(X_i), \max(Y_i))$
- Παράδειγμα: εικόνα με 4 συνιστώσες
  - Επίπεδο 1:  $X_1=48, Y_1=32$
  - Επίπεδο 2:  $X_2=48, Y_2=16$
  - Επίπεδο 3:  $X_3=24, Y_3=32$
  - Επίπεδο 4:  $X_4=24, Y_4=16$
- $\text{Max}(X_i)=48, \text{Max}(Y_i)=32$
- $\text{Min}(X_i)=24, \text{Min}(Y_i)=16$

# Μοντέλο εικόνας (4 από 5)

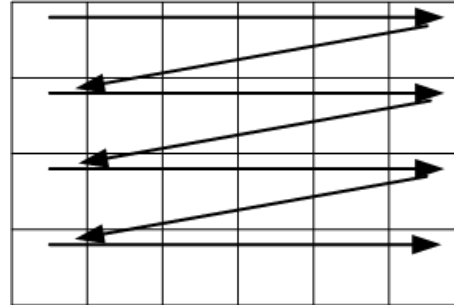
- Σχετικές αναλογίες δειγματοληψίας
  - Ξεκινάμε με τη χαμηλότερη ανάλυση
    - Μπορεί να μην υπάρχει τέτοιο συστατικό!
  - Όλα τα συστατικά είναι πολλαπλάσια αυτής
    - Το αντίστροφο της υποδειγματοληψίας
    - Πολλαπλασιαστές αντί για διαιρέτες
- Παράδειγμα: εικόνα με 4 συνιστώσες
  - $(H_i, V_i)$  με τιμές 1 έως 4 για  $H_i$  και  $V_i$



# Μοντέλο εικόνας (5 από 5)

- Παράδειγμα: εικόνα με 4 συνιστώσες
  - $\text{Max}(H_i)=48/24=2$ ,  $\text{Max}(V_i)=32/16=2$
  - $H_1=H_2=2$ ,  $H_3=H_4=1$ ,  $V_1=V_3=2$ ,  $V_2=V_4=1$ 
    - Επίπεδο 1:  $X_1=2 \times 24=48$ ,  $Y_1=2 \times 16=32$
    - Επίπεδο 2:  $X_2=2 \times 24=48$ ,  $Y_2=1 \times 16=16$
    - Επίπεδο 3:  $X_3=1 \times 24=24$ ,  $Y_3=2 \times 16=32$
    - Επίπεδο 4:  $X_4=1 \times 24=24$ ,  $Y_4=1 \times 16=16$

# Ταξινόμηση δεδομένων (1 από 4)

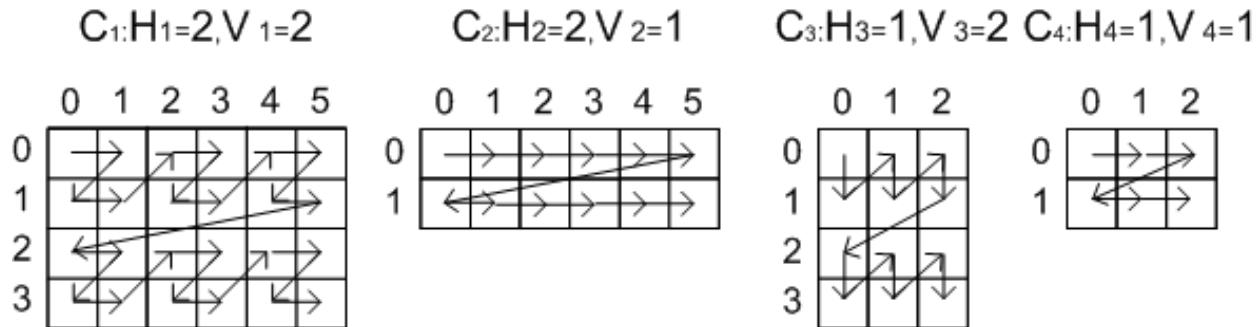


- Μονάδες δεδομένων
  - Στοιχεία κωδικοποίησης
  - Μη απωλεστικοί ρυθμοί: ένα εικονοστοιχείο
  - Απωλεστικοί ρυθμοί: 8x8 εικονοστοιχεία
- Μη διεμπλεκόμενη ταξινόμηση δεδομένων
  - Σάρωση μονάδων από αριστερά προς τα δεξιά

# Ταξινόμηση δεδομένων (2 από 4)

- Διεμπλεκόμενη ταξινόμηση δεδομένων
  - Κάθε συνιστώσα έχει τις δικές τις μονάδες
  - Ομαδοποίηση μονάδων δεδομένων
  - Ελάχιστες μονάδες κωδικοποίησης (MCU)
    - Σύνολο μονάδων που καλύπτει μία περιοχή
- Συνιστώσες με σταθερή ανάλυση
  - Μία μονάδα δεδομένων από κάθε συνιστώσα
  - Επεξεργάζονται με τη σειρά των συνιστωσών

# Ταξινόμηση δεδομένων (3 από 4)



- Συνιστώσες με μεταβλητή ανάλυση
  - Ίδια περιοχή της εικόνας ανά συνιστώσα
  - Μεταβλητό πλήθος μονάδων ανά συνιστώσα
  - Μία περιοχή ανά συνιστώσα σε κάθε MCU
    - $H_i$  επί  $V_i$  μονάδες για τη συνιστώσα  $i$

# Ταξινόμηση δεδομένων (4 από 4)

- Περιορισμοί στα MCU
  - Μέχρι τέσσερις συνιστώσες
  - Μέχρι 10 μονάδες ανά MCU
- Γιατί διεμπλεκόμενη ταξινόμηση;
  - Έστω ότι η εικόνα είναι σε YUV
  - Αλλά η οθόνη είναι RGB
  - Η μετατροπή YUV->RGB γίνεται ανά περιοχή
  - Η εικόνα αποκωδικοποιείται σταδιακά

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Μετασχηματισμός εικόνας

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Επεξεργασία εικόνας (1 από 4)



- Είσοδος
  - Μονάδες δεδομένων  $8 \times 8$  εικονοστοιχείων
    - Κάθε μονάδα μετασχηματίζεται χωριστά
    - Δεν έχει σημασία η ταξινόμηση
- Έξοδος
  - Μονάδες δεδομένων  $8 \times 8$  συντελεστών

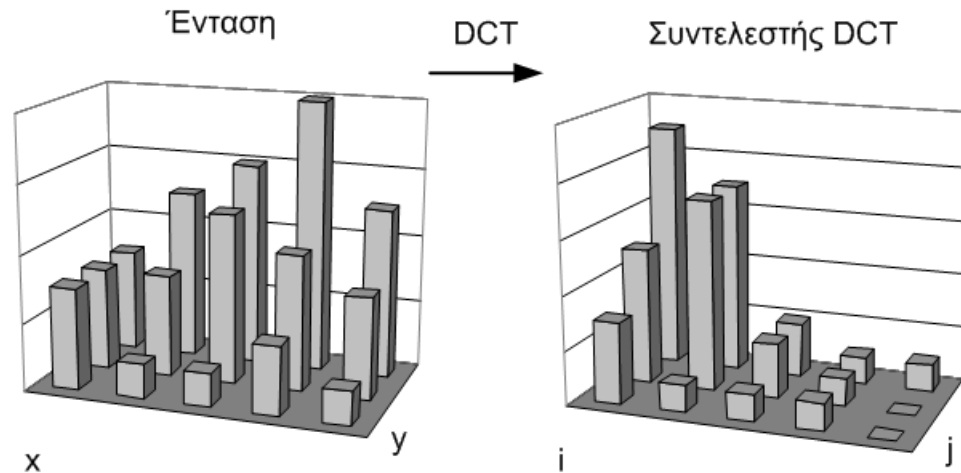
# Επεξεργασία εικόνας (2 από 4)

$$F[i, j] = \frac{1}{4} C(i)C(j) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 P[x, y] \cos \frac{(2x+1)i\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)j\pi}{16}$$

- Ευθύς μετασχηματισμός DCT (FDCT)
  - $[0,255] \rightarrow [-128,127]$  με αφαίρεση
  - Αρχικά:  $P[x,y]$  με  $x,y = [0,7]$  (64 τιμές)
  - Τελικά:  $F[i,j]$  με  $i,j = [0,7]$  (64 τιμές)
- Τα συνημίτονα δεν εξαρτώνται από  $P[x,y]$ 
  - Υπολογίζονται προκαταβολικά
- $C(x) = 1/\sqrt{2}$  όταν  $x = 0$ ,  $1$  όταν  $x \neq 0$



# Επεξεργασία εικόνας (3 από 4)



- Συντελεστής  $F[0,0]$ : συντελεστής DC
  - Μέση τιμή της μονάδας δεδομένων
- Υπόλοιποι συντελεστές: συντελεστές AC
- Συγκέντρωση υψηλών τιμών κοντά στο DC

# Επεξεργασία εικόνας (4 από 4)

$$P[x, y] = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 C(i)C(j)F[i, j] \cos \frac{(2x+1)i\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)j\pi}{16}$$

- Αντίστροφος μετασχηματισμός DCT (IDCT)
  - Υπολογισμός  $P[x, y]$  από  $F[i, j]$
  - Τα συνημίτονα πάλι δεν εξαρτώνται από  $F[i, j]$ 
    - Υπολογίζονται προκαταβολικά
  - Θεωρητικά, πλήρης ανακατασκευή εικόνας
    - Στην πράξη, σφάλματα στρογγυλοποίησης

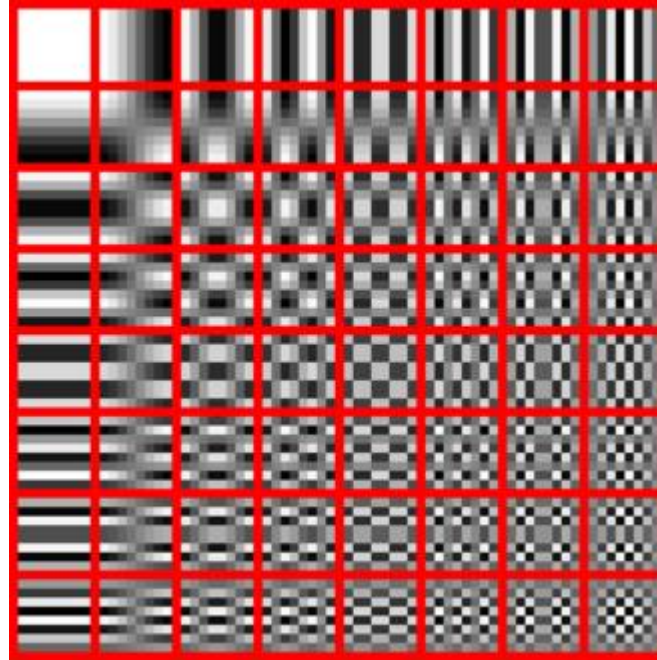
# Γιατί DCT στο JPEG; (1 από 3)

- Βασίζεται σε ιδιότητες φυσικών εικόνων
  - Μεγάλες περιοχές με παρόμοιες τιμές
    - Κάθε συστατικό μεταβάλλεται αργά
    - Λίγες απότομες εναλλαγές χρωμάτων
  - Διαφοροποίηση σε σχέση με γραφικά
    - Λίγα χρώματα με απότομες εναλλαγές
- Ο συντελεστής DC κωδικοποιεί τη μέση τιμή
  - Χαρακτηρίζει το μέσο «χρώμα» του block

# Γιατί DCT στο JPEG; (2 από 3)

- Οι συντελεστές AC κωδικοποιούν μεταβολές
  - Πιο αργές ως πιο γρήγορες μεταβολές
  - Χωριστά σε κάθε διάσταση
  - Στις φυσικές εικόνες έχουμε μικρές μεταβολές
    - Οι μεγάλοι συντελεστές είναι κοντά στον DC
    - Σταδιακά οι συντελεστές μικραίνουν
    - Πολλοί συντελεστές είναι σχεδόν μηδενικοί
    - Αυτό επιτρέπει πιο αποδοτική συμπίεση!

# Γιατί DCT στο JPEG; (3 από 3)



- Ανάλυση μπλοκ σε συχνότητες
  - Ο συντελεστής  $(u,v)$  αντιστοιχεί στο μπλοκ  $(u,v)$
  - Το μπλοκ είναι γραμμικός συνδυασμός αυτών

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Κβαντοποίηση συντελεστών

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Κβαντοποίηση (1 από 5)

- Ο FDCT δεν είναι απωλεστικός
  - Ο IDCT τον αντιστρέφει πλήρως
  - Απόκλιση μόνο λόγω στρογγυλοποιήσεων
- Ο FDCT αποκαλύπτει τη δομή της εικόνας
  - Μας δείχνει πόσο συνεισφέρει κάθε αλλαγή
  - Διαφορετική κβαντοποίηση ανά συντελεστή
    - Ελεγχόμενο απώλεια πληροφορίας
    - Ιδανικά, μη ορατή στο ανθρώπινο μάτι

# Κβαντοποίηση (2 από 5)

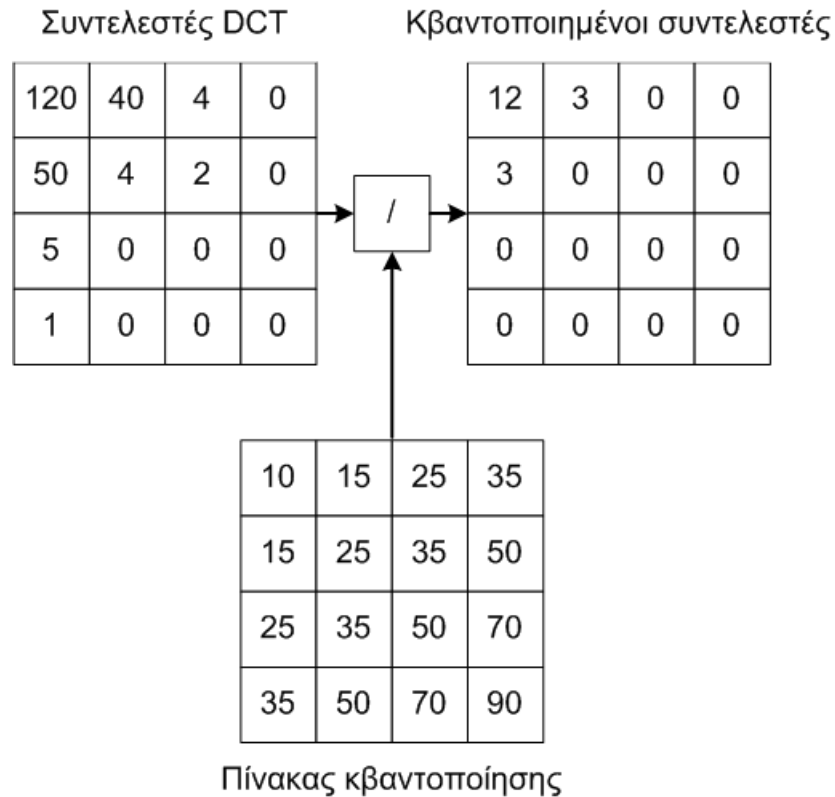
- Κβαντοποίηση συντελεστών
  - Πίνακας κβαντοποίησης με  $8 \times 8 = 64$  τιμές
    - Ακέραιες τιμές 8 bit
    - Πίνακας ίδιου μεγέθους με τη μονάδα δεδομένων
  - Διαίρεση του κάθε συντελεστή DCT
    - Στρογγύλευση στον πλησιέστερο ακέραιο
  - Πολλαπλασιασμός για αποσυμπίεση
    - Χρήση του ίδιου ακριβώς πίνακα



# Κβαντοποίηση (3 από 5)

- Κατασκευή πίνακα κβαντοποίησης
  - Κβαντοποίηση: κύριο απωλεστικό βήμα
  - Το πρότυπο JPEG έχει τυπικές τιμές
  - Κάθε εφαρμογή μπορεί να έχει δικές της
- Φυσικές εικόνες: έμφαση σε συντελεστή DC
  - Χαμηλές καταχωρίσεις κοντά στο DC
  - Υψηλές καταχωρίσεις μακριά από το DC

# Κβαντοποίηση (4 από 5)



- Παράδειγμα πίνακα κβαντοποίησης

# Κβαντοποίηση (5 από 5)

- Κλιμάκωση συμπίεσης
  - Πολλές εφαρμογές έχουν παράγοντα συμπίεσης
  - Παράδειγμα:  $x=1-12$  (κακή-άριστη ποιότητα)
  - Πολλαπλασιαστής πίνακα κβαντοποίησης
    - Για την ακρίβεια, το αντίστροφό του (π.χ.  $12/x$ )
  - Αλλάζει το πόση λεπτομέρεια κρατάμε
  - Ίδιος συντελεστής και στο άλλο άκρο

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Κωδικοποίηση εντροπίας

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

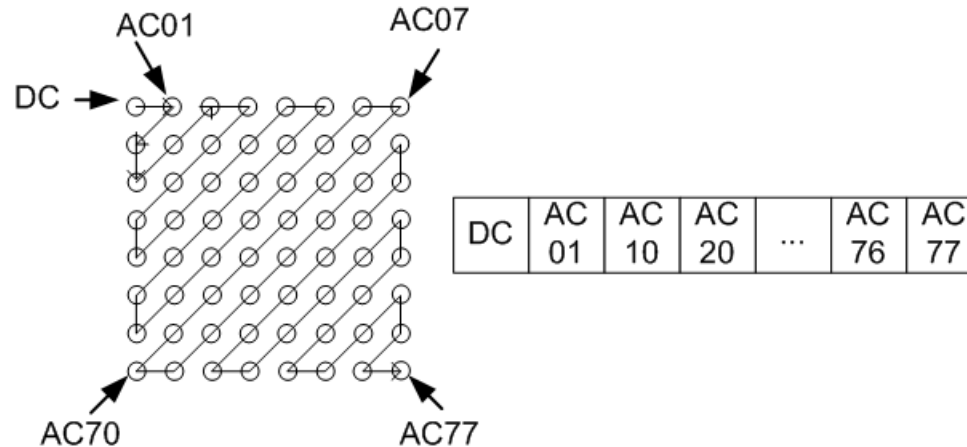


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Συμπίεση (1 από 4)



- Ταξινόμηση συντελεστών
  - Αρχικά έχουμε το συντελεστής DC
  - Μετά σάρωση ζιγκ-ζαγκ των συντελεστών AC
  - Σταδιακά οι τιμές μειώνονται
    - Κυρίως λόγω της κβαντοποίησης

# Συμπύεση (2 από 4)

- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ DC
  - Διαφορική κωδικοποίηση ανάμεσα σε μονάδες
  - Μικρές διαφορές στις μέσες τιμές
- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ AC
  - Ανεξάρτητη κωδικοποίηση σε κάθε μονάδα
  - Διαδοχικά φθίνουσες τιμές
  - Πολλές μηδενικές τιμές στο τέλος
- Συμπύεση ακολουθίας μικρών τιμών

# Συμπύεση (3 από 4)

- Κωδικοποίηση εντροπίας συντελεστών
  - Κωδικοποίηση Huffman για τις συνήθεις τιμές
  - Προκαθορισμένοι πίνακες ή ανά εφαρμογή
- Συντελεστές DC
  - Ζεύγη της μορφής (πλήθος bit, συντελεστής)
    - Συντελεστής: διαφορά με προηγούμενο DC
  - Το πλήθος κωδικοποιείται με κώδικα Huffman
  - Ο συντελεστής με συμπλήρωμα ως προς 2

# Συμπίεση (4 από 4)

- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ AC
  - Κωδικοποίηση τριάδων
  - (πλήθος 0, πλήθος bit, συντελεστής)
    - Τεχνική RLE για μηδενικούς συντελεστές
  - Πλήθος 0 και πλήθος bit: κώδικας Huffman
    - Μέχρι 15 μηδενικά, αλλιώς περισσότερα σύμβολα
  - Συντελεστής: συμπλήρωμα ως προς 2



**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**

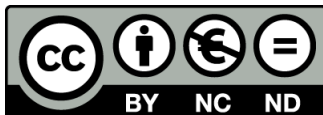


**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Πρόσθετοι τρόποι κωδικοποίησης

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

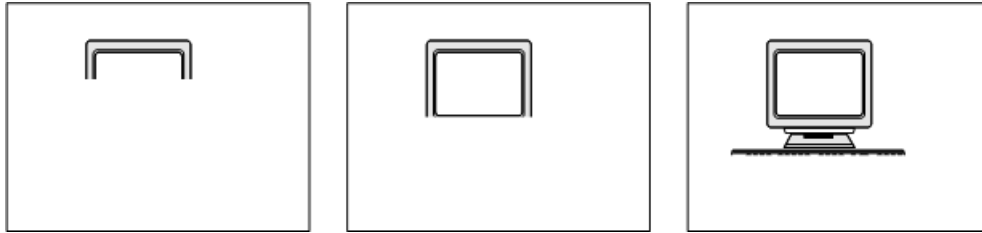


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

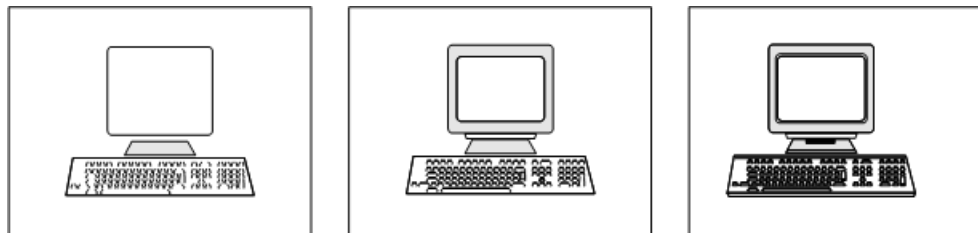
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Εκτεταμένος απωλεστικός (1 από 3)



- Επέκταση ακολουθιακού απωλεστικού τρόπου
- Ακολουθιακή κωδικοποίηση
  - Σταδιακή εμφάνιση της εικόνας
- Προοδευτική κωδικοποίηση
  - Σταδιακή εμφάνιση περισσότερης λεπτομέρειας



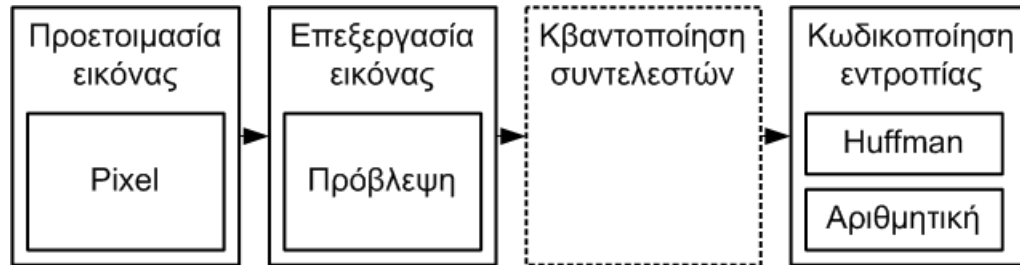
# Εκτεταμένος απωλεστικός (2 από 3)

- Μέθοδοι προοδευτικής κωδικοποίησης
  - Φασματική επιλογή
    - Αρχικά συντελεστές χαμηλών συχνοτήτων
    - Υψηλές συχνότητες σε επόμενα περάσματα
  - Διαδοχική προσέγγιση
    - Όλοι οι συντελεστές σε κάθε πέρασμα
    - Αρχικά μόνο τα πιο σημαντικά bits
    - Περισσότερα bits σε επόμενα περάσματα

# Εκτεταμένος απωλεστικός (3 από 3)

- Επεκτάσεις στην ποιότητα της εικόνας
  - Δυνατότητα 8 ή 12 bit ανά εικονοστοιχείο
    - Υποστήριξη χρώματος 36 bit
- Επεκτάσεις στην κωδικοποίηση εντροπίας
  - Αριθμητική κωδικοποίηση
    - 5-10% καλύτερη συμπίεση από την Huffman
    - Πιο απαιτητική υπολογιστικά
    - Καλυπτόταν παλιότερα από πατέντες

# Μη απωλεστικός (1 από 2)

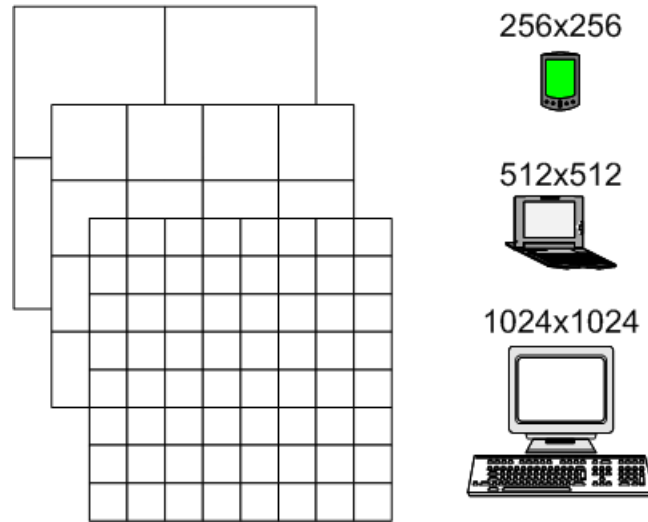


- Πρόβλεψη αντί μετασχηματισμού
  - $X$ : το τρέχον εικονοστοιχείο
  - $A$ : εικονοστοιχείο αριστερά από το  $X$
  - $B$ : εικονοστοιχείο πάνω από το  $X$
  - $C$ : εικονοστοιχείο άνω αριστερά από το  $X$

# Μη απωλεστικός (2 από 2)

- Κωδικοποίηση εικονοστοιχείου  $X$ 
  - 8 τύποι πρόβλεψης
    - $X=A, X=B+(A-C)/2, \dots$
  - Διαφορά από πρόβλεψη
- Δεν γίνεται κβαντοποίηση
  - Αφού είναι η πηγή της απώλειας!
- Κωδικοποίηση εντροπίας
  - Huffman ή αριθμητική

# Ιεραρχικός τρόπος (1 από 3)



- Πολλαπλές αναλύσεις εικόνας
  - Διαδοχική (απο)κωδικοποίηση
  - Μπορούμε να αποκωδικοποιήσουμε μέρος
  - Κατάλληλη για ετερογενείς συσκευές

# Ιεραρχικός τρόπος (2 από 3)

- Προοδευτική: μεταβλητή λεπτομέρεια
- Ιεραρχική: μεταβλητή ανάλυση
- Απαιτεί ελαφρά περισσότερο χώρο
  - Διατίθενται όλες οι αναλύσεις
  - Ο αποκωδικοποιητής επιλέγει τη μία
- Λειτουργεί σε επίπεδα
  - Σε κάθε επίπεδο, όποιος τρόπος θέλουμε
  - Αλλά, χρειαζόμαστε και τα μικρότερα επίπεδα



# Ιεραρχικός τρόπος (3 από 3)

- Διαδικασία κωδικοποίησης
  - Μείωση ανάλυσης αρχικής εικόνας κατά  $2^n$
  - Κωδικοποίηση εικόνας
  - Μείωση ανάλυσης αρχικής εικόνας κατά  $2^{n-1}$
  - Αποκωδικοποίηση προηγούμενου επιπέδου
  - Κωδικοποίηση διαφοράς με προηγούμενο
  - Συνεχίζουμε μέχρι την αρχική διάσταση

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**

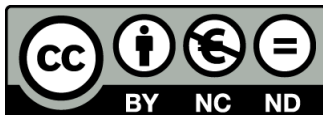


**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Ροή δεδομένων

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

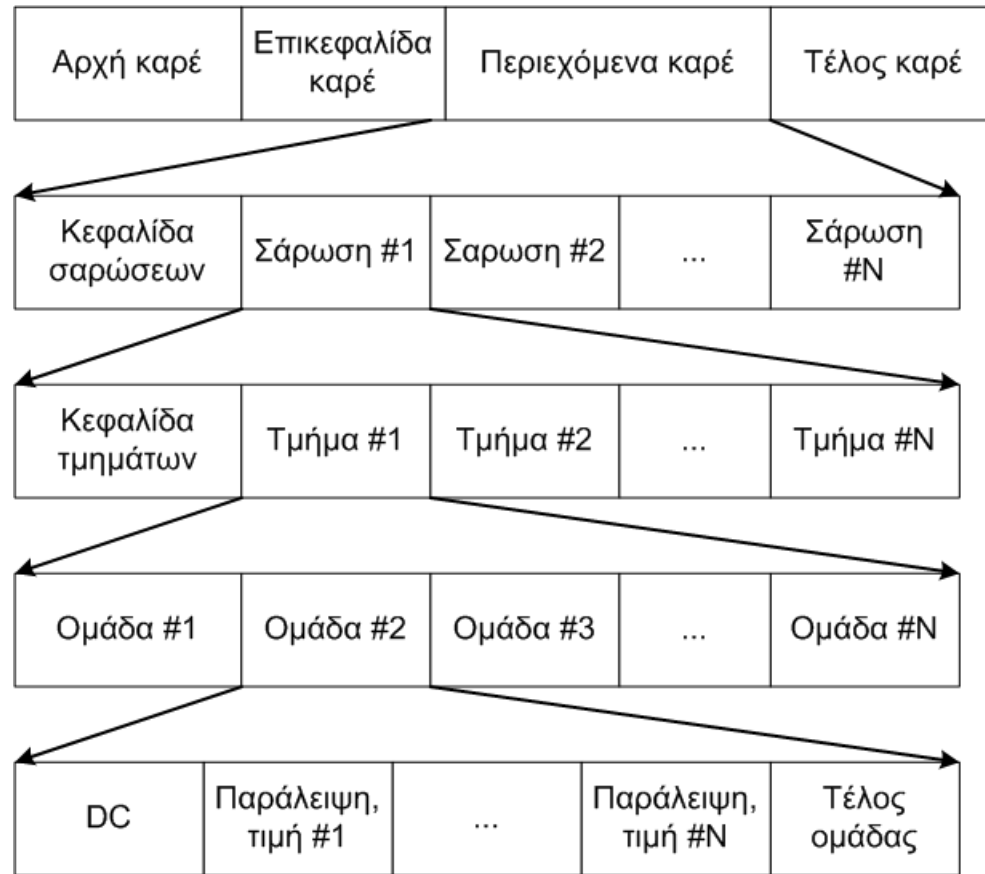


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Ροή δεδομένων JPEG (1 από 3)



- Ιεραρχική δομή ροής δεδομένων
  - Σάρωση = επίπεδο, τμήμα = ακολουθία ομάδων (MCU)

# Ροή δεδομένων JPEG (2 από 3)

- Πλήρης και συνοπτική μορφή
  - Η πλήρης περιλαμβάνει όλους τους πίνακες
  - Η συνοπτική παραλείπει κάποιους
    - Έχει νόημα στα πλαίσια μίας εφαρμογής
- Τα δεδομένα ομαδοποιούνται ιεραρχικά
  - Κάθε επίπεδο ξεκινάει με παραμέτρους
  - Καρέ: bit / εικονοστοιχείο, X και Y
  - Σάρωση: πίνακας Huffman

# Ροή δεδομένων JPEG (3 από 3)

- EXIF (Exchangeable image format)
  - Προδιαγραφή για μεταδεδομένα
  - Συνηθισμένη σε φωτογραφίες JPEG
    - Ημερομηνία φωτογραφίας (όχι αρχείου!)
    - Ρυθμίσεις έκθεσης, ταχύτητας, εστίασης
    - Ανάλυση ανά μονάδα μέτρησης
    - Ανάλυση σε εικονοστοιχεία
    - Γεωγραφική θέση (geolocation)

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**

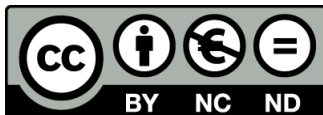


**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Ποιότητα εικόνας

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Ποιότητα εικόνας (1 από 4)

- Η δομή του JPEG χρησιμοποιείται παντού
  - Πρότυπα κωδικοποίησης βίντεο
    - H.26x, MPEG-x
  - Τρία βασικά στοιχεία
    - Μονάδες 8x8 (πιθανόν και 4x4 – 16x16)
    - Μετασχηματισμός (όχι απαραίτητα DCT)
    - Κβαντοποίηση (όχι απαραίτητα με πίνακα)
  - Υποστήριξη σε υλικό

# Ποιότητα εικόνας (2 από 4)



- Συμβιβασμός συμπίεσης – ποιότητας
  - Ελέγχεται από τον παράγοντα κβαντοποίησης
  - Οδηγεί σε συγκεκριμένες παραμορφώσεις
  - Θολό κείμενο, εμφάνιση μπλοκ



# Ποιότητα εικόνας (3 από 4)

# Ποιότητα εικόνας

# Ποιότητα εικόνας

# Ποιότητα εικόνας

- Θολό κείμενο
  - Παρουσιάζει απότομες αλλαγές χρώματος
  - Οι αντίστοιχοι συντελεστές AC χάνονται
  - Εμφανίζονται ενδιάμεσα πίξελ σε κάθε μπλοκ

# Ποιότητα εικόνας (4 από 4)



- Εμφάνιση μπλοκ
  - Κάθε μπλοκ τείνει στη μονοχρωμία (DC)
  - Τα γειτονικά μπλοκ έχουν απότομες αλλαγές

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Τέλος Ενότητας #11

**Μάθημα:** Τεχνολογία Πολυμέσων, **Ενότητα # 11:** Κωδικοποίηση εικόνων:  
JPEG

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

