



Συστήματα Πολυμέσων

Ενότητα 8: Συμπύεση Εικόνας κατά JPEG 2000

Θρασύβουλος Γ. Τσιάτσος
Τμήμα Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
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.



Περιεχόμενα ενότητας

1. Εισαγωγικά Θέματα JPEG2000
2. Discrete Wavelet Transform (DWT)



Σκοποί ενότητας

- Παρουσίαση του σχήματος συμπίεσης JPEG2000





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Εισαγωγικά Θέματα JPEG2000

Τι είναι το JPEG2000?

- **Εξελιγμένο** σχήμα συμπίεσης για ακίνητη εικόνα
- Αναπτύχθηκε από:
 - ISO (International Standardization Organization) και
 - IEC (International Electrotechnical Committee)
- Καθιερώθηκε ως ISO Standard 15444-1
- Η κατάληξη των αρχείων είναι **.jp2**

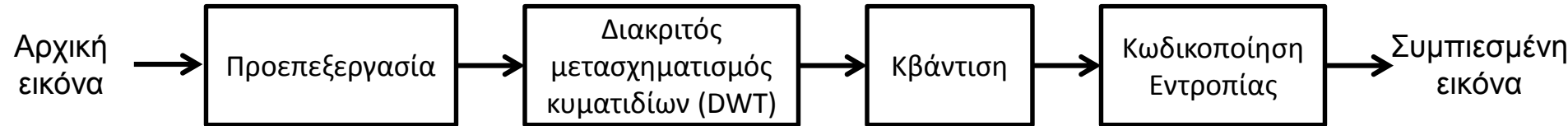


Γιατί είναι αναγκαίο ένα νέο σχήμα συμπίεσης;

- Το κλασσικό πρότυπο JPEG χαρακτηρίζεται από σειρά περιορισμούς:
 - Δεν διαχειρίζεται **μεγάλες** εικόνες (>64M pixels)
 - Προσφέρει αποδεκτή παραμόρφωση σε μεσαία και μεγάλα bit-rates. Όμως σε **μικρά bit-rates** (πχ. κάτω από 0.25 brp) η παραμόρφωση γίνεται υποκειμενικά **μη αποδεκτή**.
 - Το JPEG έχει βέλτιστη απόδοση για φυσικές εικόνες όχι όμως για **τεχνητές** (computer generated) εικόνες, καθώς ενδείκνυται για εικόνες συνεχούς και όχι σταθερού ή αργά μεταβαλλόμενου τόνου.
 - Έχει χαμηλή απόδοση όταν εφαρμόζεται σε διτονικές (bi-level) εικόνες (πχ. εικόνες ψηφιοποιημένου κειμένου).



Τα βήματα του JPEG 2000 (1/2)



Τα βήματα του JPEG 2000 (2/2)

- Προεπεξεργασία:
 - Κατάτμηση (Tiling): Προαιρετικό βήμα για τον διαχωρισμό της εικόνας σε μικρότερα τμήματα.
 - Καθιστά τις τιμές των δειγμάτων εισόδου συμμετρικές γύρω από το μηδέν
 - Μετατροπή στον χρωματικό χώρο YCbCr
- Διακριτός μετασχηματισμός κυματιδίων - Discrete Wavelet Transform (DWT)
- Κβάντιση





Discrete Wavelet Transform (DWT)

- Η ανάγκη εφαρμογής DWT
- Η λειτουργία του DWT

Η ανάγκη εφαρμογής DWT

- Υπάρχει απαίτηση για έναν μετασχηματισμό που να δίνει την **πληροφορία χρονικής εξέλιξης** του συχνοτικού φάσματος ενός διακριτού σήματος (πχ. μιας εικόνας)
- Το διακριτό σήμα μιας ψηφιακής εικόνας είναι **μη στατικό** (non-stationary) γιατί εμφανίζει:
 - **Υψηλές** συχνότητες στα όρια των περιοχών με απότομη αλλαγή της χρωματικής πληροφορίας
 - **Χαμηλές** συχνότητες στις «συμπαγείς» περιοχές με ομαλές αλλαγές της χρωματικής πληροφορίας
- Επομένως χρειαζόμαστε έναν κατάλληλο μετασχηματισμό που να μας επιτρέπει να **προσαρμόζουμε** το επίπεδο συμπίεσης ανάλογα με την περιοχή της εικόνας



Στατικό και μη-στατικό διακριτό σήμα

- Ένα σήμα λέγεται «στατικό» (**stationary**) αν σε κάθε χρονική στιγμή το φάσμα **συχνοτήτων** του παραμένει το **ίδιο**

Π.χ. $(t)=\cos(2\pi 10t)+\cos(2\pi 25t)+\cos(2\pi 50t)+\cos(2\pi 100t)$

- **Μη-στατικό (non-stationary)** όταν το φάσμα συχνοτήτων αλλάζει στο χρόνο, δηλ. οι διάφορες συχνότητες εμφανίζονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, όπως για παράδειγμα στην ομιλία ή στην ψηφιακή εικόνα



Ο ρόλος του μετασχηματισμού wavelet στη συμπίεση ψηφιακής εικόνας (1/2)

- Ο μετασχηματισμός wavelet **διαχωρίζει** την εικόνα σε **ζώνες (ή περιοχές) συχνοτήτων** (subbands)
 - ... για να προσδιοριστεί το συχνοτικό φάσμα στη συγκεκριμένη περιοχή
 - Αυτή η ανάλυση προσφέρει σημαντικά επίπεδα **ευελιξίας** στη συμπίεση της εικόνας σε σχέση με το κλασικό JPEG



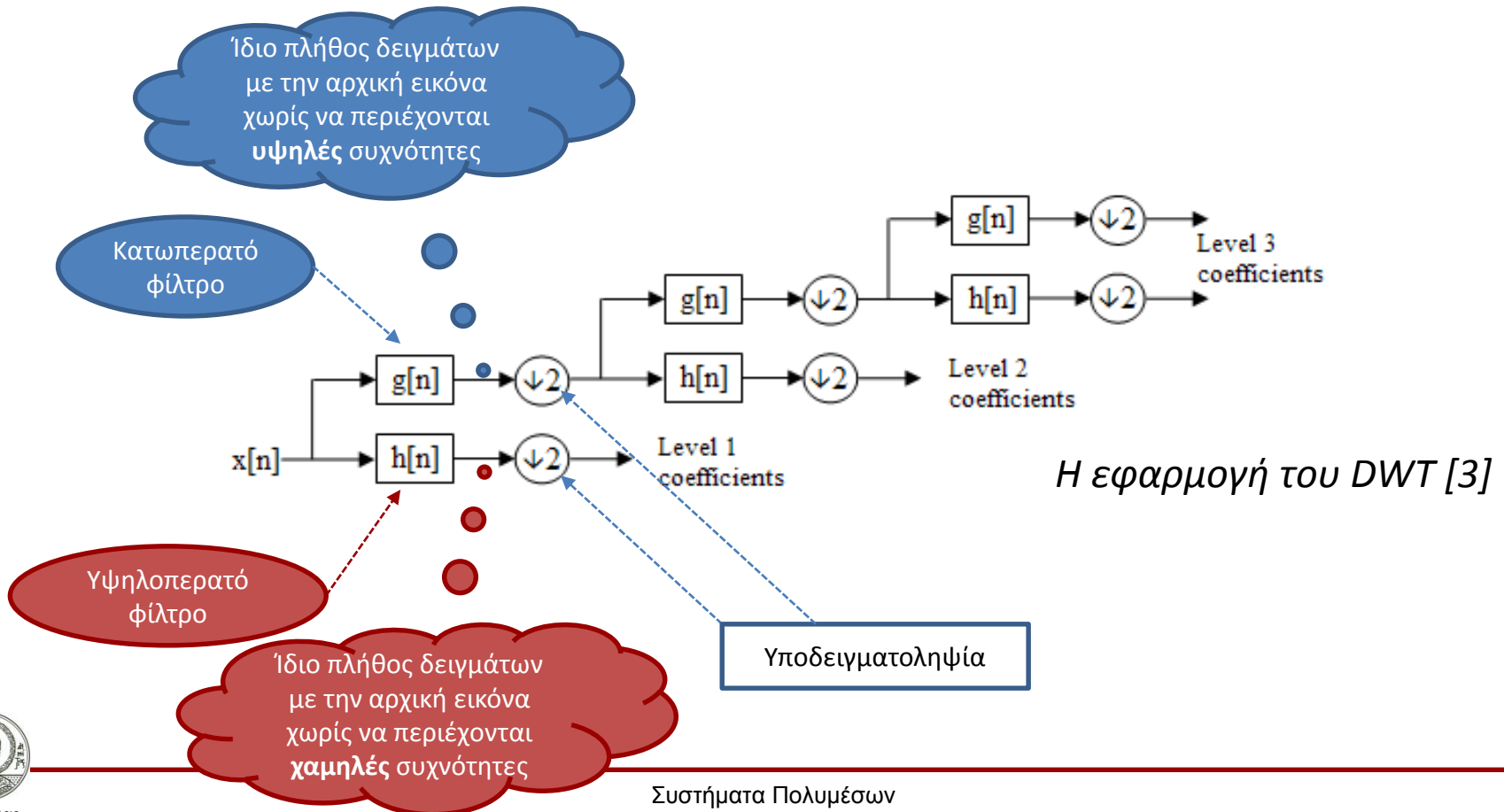
Ο ρόλος του μετασχηματισμού wavelet στη συμπίεση ψηφιακής εικόνας (2/2)

- Ο μετασχηματισμός wavelet προσφέρει δυνατότητα ρύθμισης:
 - 1) Στις **υψηλές** συχνότητες: **Υψηλή χρονική** ανάλυση και **μικρή συχνοτική** ανάλυση
 - 2) Στις **χαμηλές** συχνότητες: **Χαμηλή χρονική** ανάλυση και **υψηλή συχνοτική** ανάλυση
- Η τεχνική αυτή είναι κατάλληλη για εικόνες όπου το σήμα έχει:
 - **Μεγάλες διαφορές σε μικρές χρονικές περιόδους**
 - Δηλ. σε μικρή έκταση, πχ. στα όρια διαφορετικών περιοχών της εικόνας
 - **Μικρές διαφορές σε μεγάλες χρονικές περιόδους**
 - Δηλ. σε μεγάλες εκτάσεις, όπως σε συνεχείς περιοχές της εικόνας με παρόμοια πληροφορία χρώματος



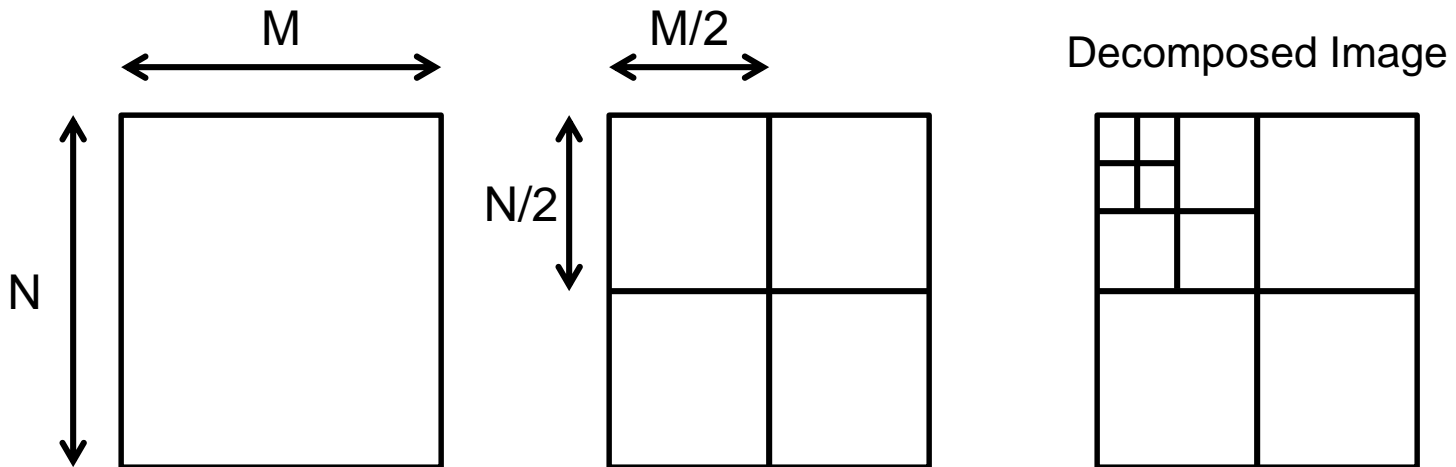
Η λειτουργία του DWT (1/3)

- Η εφαρμογή του DWT γίνεται με μία σειρά **χαμηλοπερατών** (low-pass, LP) και **υψηλοπερατών** (high-pass, HP) **φίλτρων** οπότε γίνεται η διαίρεση σε υποζώνες συχνοτήτων (sub-bands)



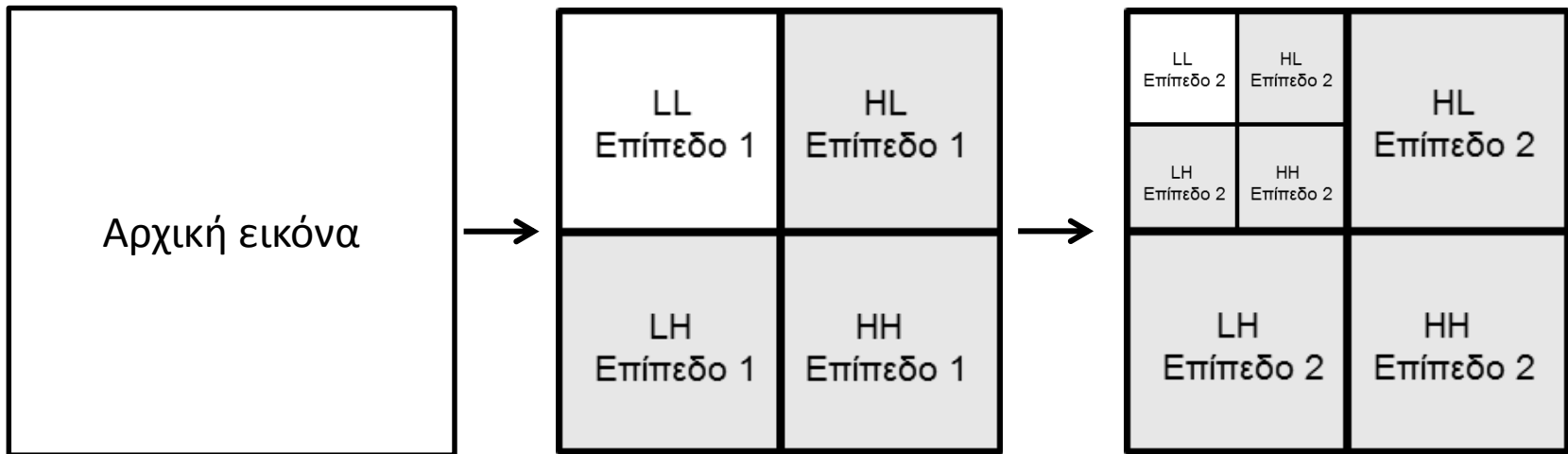
Η λειτουργία του DWT (2/3)

- Κατά την εφαρμογή του DWT σε μια εικόνα η διαίρεση σε υποζώνες συχνοτήτων γίνεται πρώτα κατά **σειρά** και μετά κατά **στήλη**.
 - Πχ. σε μια εικόνα $N \times M$ κάθε σειρά φιλτράρεται και το σήμα μετά την έξοδο υποδειγματοληπτείται για να δημιουργηθούν δύο $N \times (M/2)$ εικόνες
 - Στη συνέχεια φιλτράρεται και υποδειγματοληπτείται κάθε στήλη ώστε να δημιουργηθούν τέσσερις $(N/2) \times (M/2)$ υποεικόνες.



Η λειτουργία του DWT(3/3)

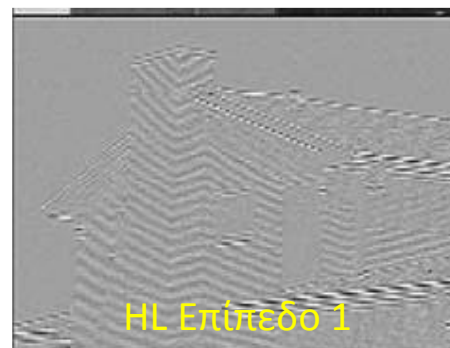
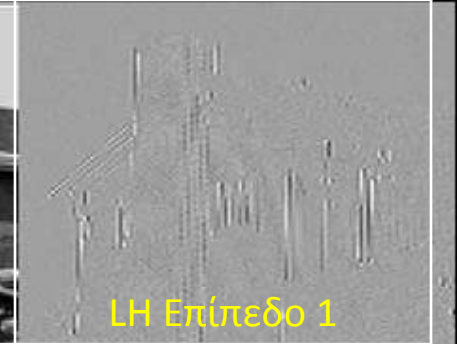
- Η εφαρμογή των φίλτρων στις δύο διαστάσεις διαιρεί την εικόνα σε περιοχές συχνοτήτων

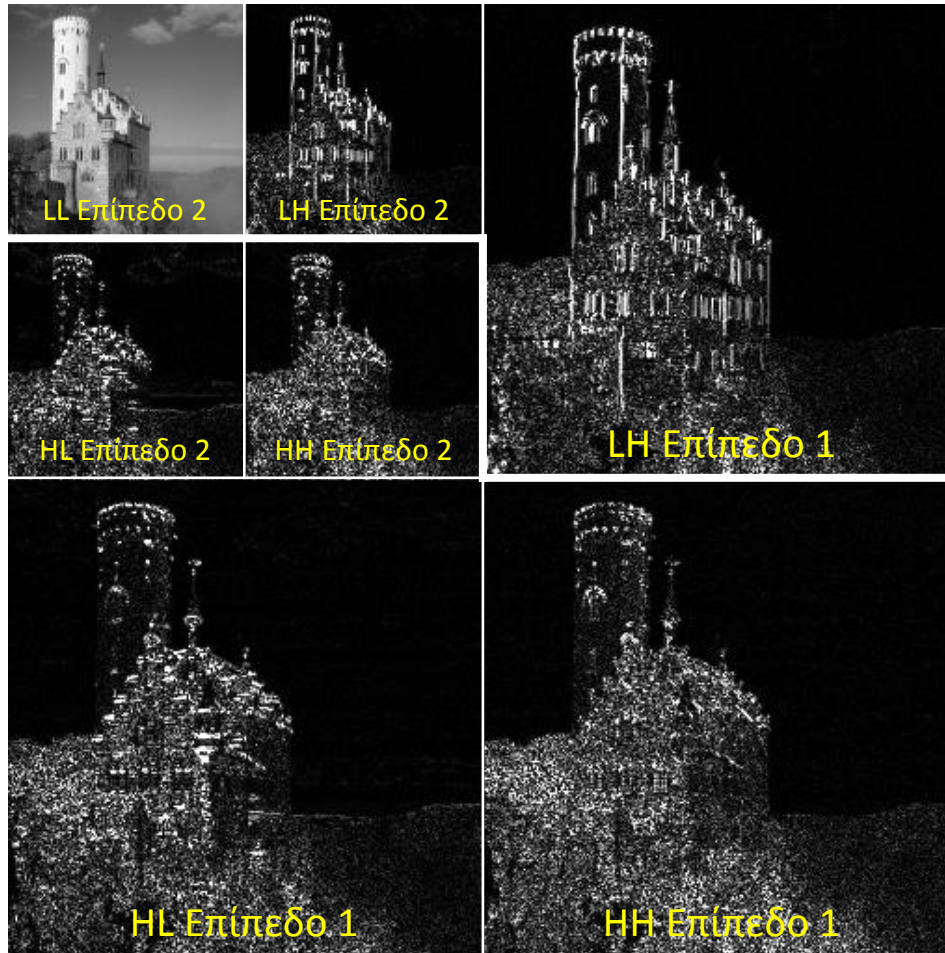


- LL → Χαμηλή Οριζόντια & Χαμηλή Κάθετη (μόνο η LL υποζώνη μετασχηματίζεται περαιτέρω)
- HL → Υψηλή Οριζόντια & Χαμηλή Κάθετη
- LH → Χαμηλή Οριζόντια & Υψηλή Κάθετη
- HH → Υψηλή Οριζόντια & Υψηλή Κάθετη



Περιοχές συχνότητας (Subbands)

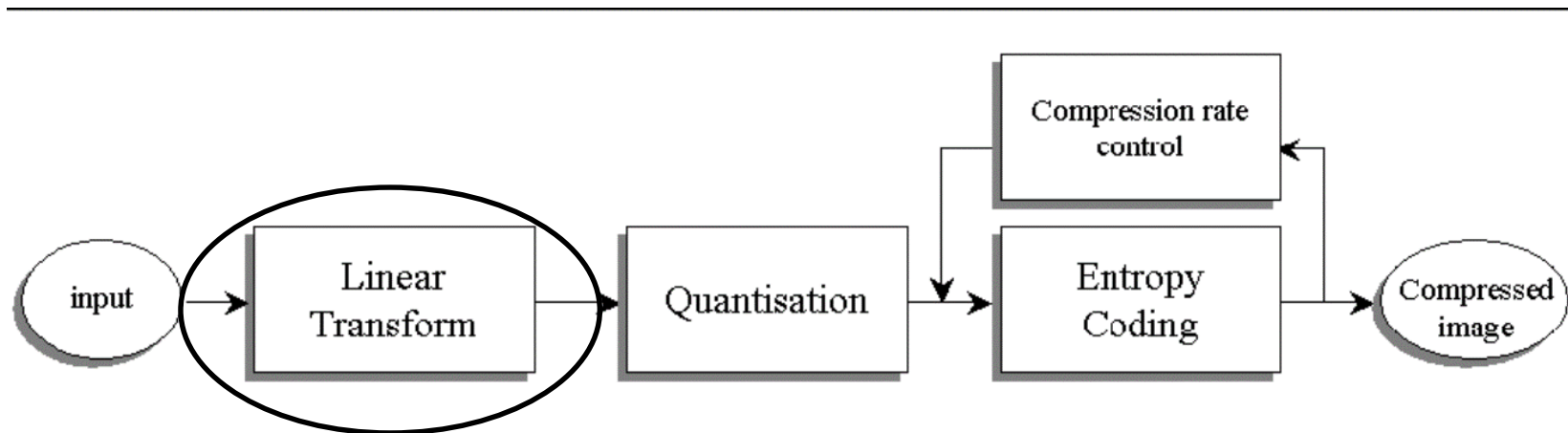




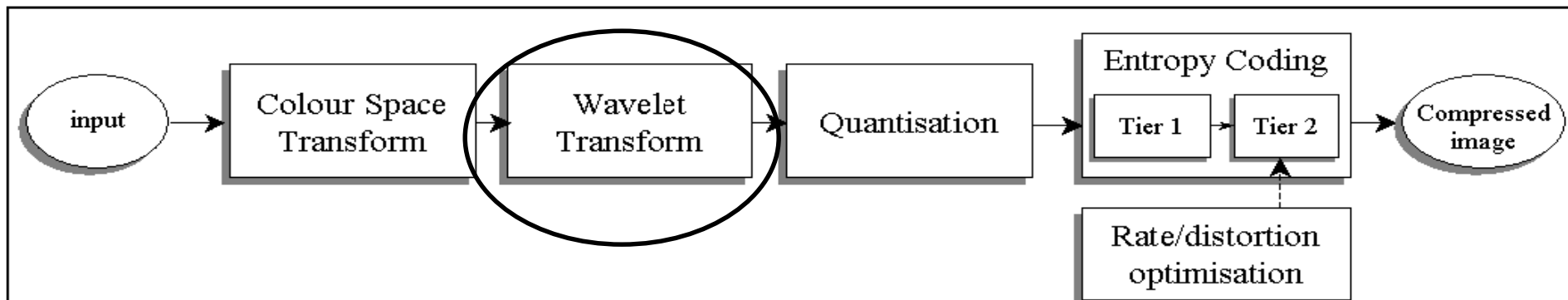
Συμπύεση JPEG2000 [4]

JPEG 2000 σε σχέση με JPEG

JPEG



JPEG 2000



Συμπίεση συντελεστών wavelet (κβάντωση)

- Στους συντελεστές wavelet εφαρμόζονται τεχνικές (αλγόριθμοι) συμπίεσης/κβάντωσης
 - Οι συντελεστές μπορεί να είναι πραγματικοί αριθμοί (floating) ή ακέραιοι (integer)
 - Η κβάντωση μπορεί να οδηγεί σε απωλεστική ή και μη απωλεστική συμπίεση



- Σύγκριση JPEG & JPEG2000 στην περίπτωση τυπικής ψηφιακής εικόνας



Jpeg



Jpeg 2000



Σύγκριση JPEG με JPEG2000 [5]



JPEG στα 0.125 bpp



JPEG2000 στα 0.125 bpp



Διαφορές JPEG & JPEG2000 σε εικόνα ψηφιοποιημένου κειμένου

JPEG

Acrobat 3.0 is the fastest way to publish any document.

Take the PDF file you're looking at in Adobe PageMaker® software and save it with fonts, formatting, colors, and graphics. Then, hypertext links, form fields, and more. Acrobat 3.0 software to make it look like you optimized the file, making it look like it was on any platform—Macintosh®,

JPEG2000

Acrobat 3.0 is the fastest way to publish any document.

Take the PDF file you're looking at in Adobe PageMaker® software and save it with fonts, formatting, colors, and graphics. Then, hypertext links, form fields, and more. Acrobat 3.0 software to make it look like you optimized the file, making it look like it was on any platform—Macintosh®,



JPEG 2000 Σύνοψη

- **Περιορισμοί** του κλασσικού JPEG λόγω της εφαρμογής του DCT στο μη-στατικό (non-stationary) σήμα της ψηφιακής εικόνας
- Ανάγκη για μετασχηματισμό που να επιτρέπει τη **ρύθμιση χρονικής και συχνοτικής** ανάλυσης στις διάφορες περιοχές της εικόνας
 - (ανάλογα με την πληροφορία που θέλουμε να καταγράψουμε)
- Μετασχηματισμός wavelet
 - Εφαρμογή σειράς φίλτρων στο σήμα της εικόνας
 - Υποδειγματοληψία
 - Υπολογισμός συντελεστών wavelet
- Στη συνέχεια...
 - Κβάντωση συντελεστών
 - Δυνατότητα για απωλεστική και μη-απωλεστική συμπίεση
 - Κωδικοποίηση εντροπίας



Αναφορές

[1] Havaldar, 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] [Online]. Available (2013, August 20): http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wavelets_Filter_Bank.png

[4] [Online]. Available (2013, August 20): http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jpeg2000_2-level_wavelet_transform-lichtenstein.png

[5] [Online]. Available (2013, August 20): http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jpeg2000_wikibooks_img1.jpg

[6] [Online]. Available (2013, August 20): <http://www.jpeg.org/jpeg2000/index.html>





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

