

Συμπίεση Εικόνων

JPEG (1992)
JPEG-2000 (2001)

Χαρακτηριστικά σήματος εικόνας

- Τμηματικά στάσιμα χαρακτηριστικά
- Ευαισθησία του ανθρώπινου συστήματος όρασης στην κατανομή στο πεδίο των συχνοτήτων



JPEG

Σύστημα χρωμάτων YCbCr / RGB

Υποδειγματοληψία στις χρωματικές συνιστώσες

Χωρίς απώλειες : πρόβλεψη

Με απώλειες : μετασχηματισμός συνημιτόνου

Κωδικοποίηση Huffman



Συμπίεση με πρόβλεψη (χωρίς απώλειες)

Εικόνες με τιμές από 2 έως 16 bits

Επιλογή	Πρόβλεψη
0	όχι
1	$x = a$
2	$x = b$
3	$x = c$
4	$x = a + b - c$
5	$x = a + (b - c)/2$
6	$x = b + (a - c)/2$
7	$x = (a + b)/2$

c	b
a	x

Πρόβλεψη με
γραμμικό φίλτρο
έκτασης 3 σημείων

Δεδομένα κώδικα Huffman

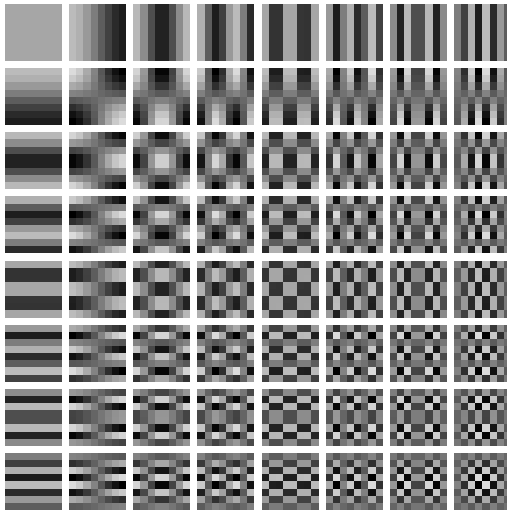
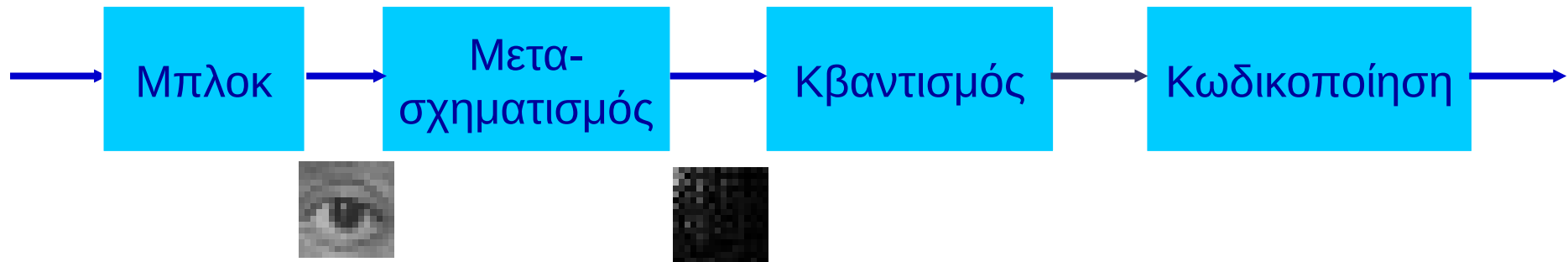
Διαφορά

0	0
1	-1,1
2	-3,-2,2,3
3	-7..-4,4..7
4	-15..-8,8..15
5	-31..-16,16..31
6	-63..-32,32..63
7	-127..-64,64..127
8	-255..-128,128..255
9	-511..-256,256..511
10	-1 023..-512,512..1 023
11	-2 047..-1 024,1 024..2 047
12	-4 095..-2 048,2 048..4 095
13	-8 191..-4 096,4 096..8 191
14	-16 383..-8 192,8 192..16 383
15	-32 767..-16 384,16 384..32 767
16	32 768





Συμπίεση με μετασχηματισμό



Διακριτός Μετασχηματισμός Συνημιτόνου

$$t(m, n; i, k) = \frac{c(m)c(n)}{N} \cos \frac{(2i+1)m\pi}{2N} \cos \frac{(2k+1)n\pi}{2N}$$

$$Y = T X T^t \text{ και } X = T^t Y T$$



Κβαντισμός

Μεταβλητός ρυθμός ανά μπλοκ

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Ομοιόμορφος κβαντιστής με
μεταβλητό βήμα

0	1	5	6	14	15	27	28
2	4	7	13	16	26	29	42
3	8	12	17	25	30	41	43
9	11	18	24	31	40	44	53
10	19	23	32	39	45	52	54
20	22	33	38	46	51	55	60
21	34	37	47	50	56	59	61
35	36	48	49	57	58	62	63

Σάρωση zigzag



Κωδικοποίηση συντελεστή DC

	Κώδικας	Διαφορά
0	00	0
1	010	-1,1
2	011	-3,-2,2,3
3	100	-7,-4,4,7
4	101	-15,-8,8,15
5	110	-31,-16,16,31
6	1110	-63,-32,32,63
7	11110	-127,-64,64,127
8	111110	-255,-128,128,255
9	1111110	-511,-256,256,511
10	11111110	-1 023,-512,512,1 023
11	111111110	-2 047,-1 024,1 024,2 047

Άνοιξη 2016

8

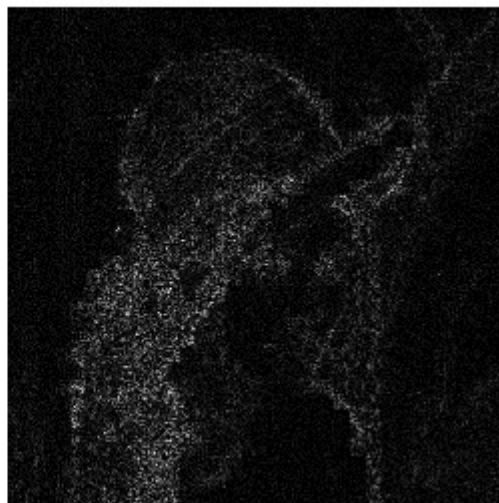


Κωδικοποίηση συντελεστή AC

“0” / “S”	Κωδική λέξη
0/0 (EOB)	1010
0/1	00
0/2	01
0/3	100
0/4	1011
0/5	11010
1/1	1100
1/2	11011
1/3	1111001
1/4	111110110
2/1	11100
2/2	11111001
2/3	1111110111



Παράδειγμα



42	16	-21	10	-15	0	0	0
3	-2	0	2	-3	0	0	0
0	0	2	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

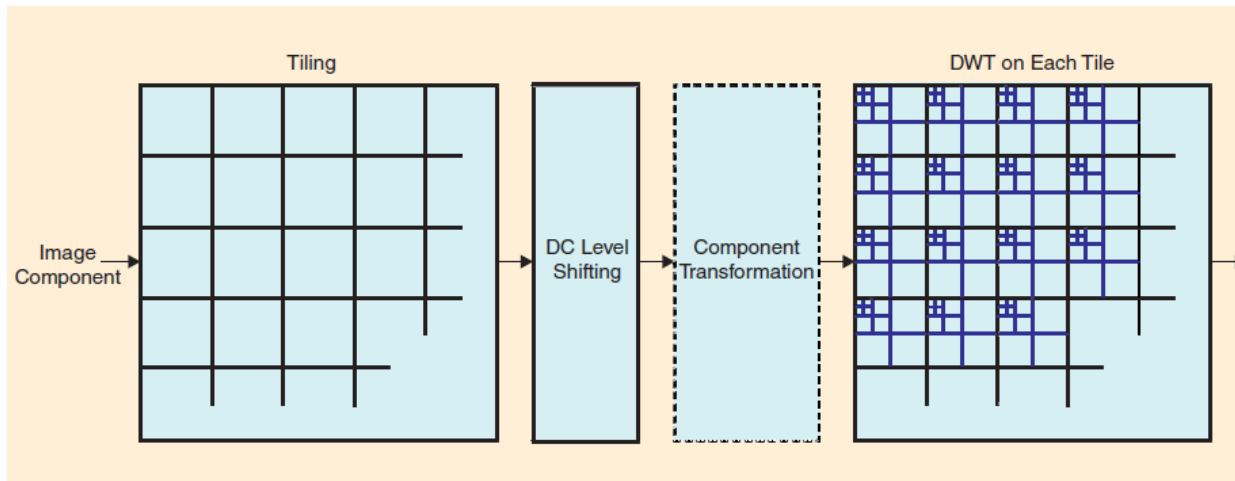
9152 μη-μηδενικοί συντελεστές
Τυπικό σφάλμα: 0.023



JPEG 2000 : γενικά χαρακτηριστικά

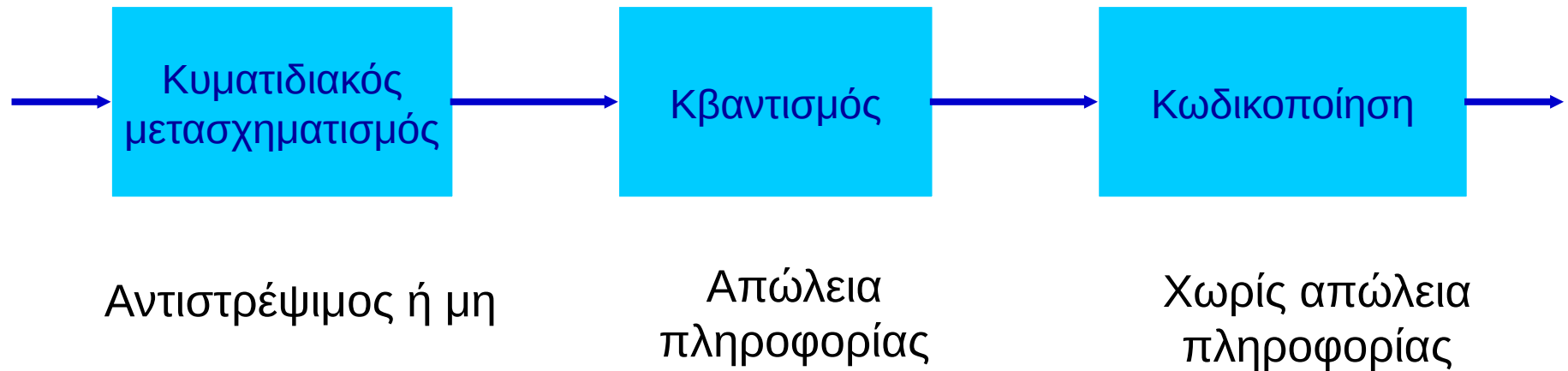
- Βελτίωση επιδόσεων
- Διαβάθμιση στην ποιότητα
- Πολλαπλή ανάλυση
- Προοδευτική αποκωδικοποίηση
- Κλιμάκωση ποιότητας
- Τεμαχισμός
- Κωδικοποίηση περιοχών ενδιαφέροντος
- Αντοχή σε λάθη μετάδοσης

JPEG 2000 : επεξεργασία εικόνας



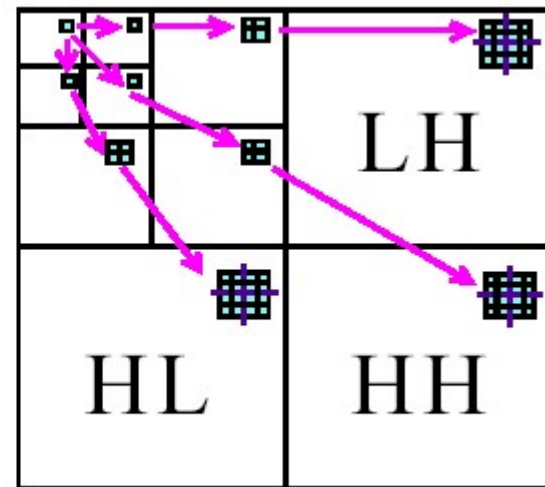
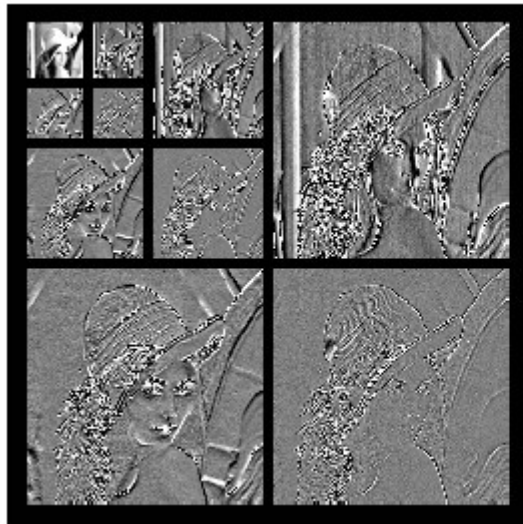


Κυματιδιακός μετασχηματισμός

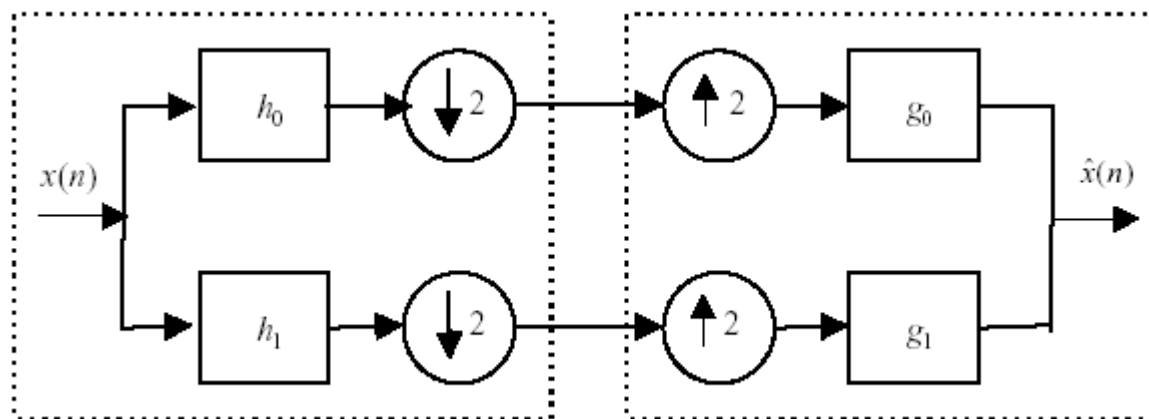


- Χρωματικό σύστημα $YC_B C_R$ ή $(0.25 R + 0.5 G + 0.25 B, B - G, R - G)$
- Δυνατότητα υποδειγματοληψίας χρωματικών συνιστωσών
- Αριθμητικός κωδικοποιητής

Κυματιδιακός μετασχηματισμός



Φίλτρα επεξεργασίας



$$H_0(z)G_0(z) + H_1(z)G_1(z) = 2, \quad G_0(z) = -cz^{-l}H_1(-z)$$

$$H_0(-z)G_0(z) + H_1(-z)G_1(z) = 0, \quad G_1(z) = cz^{-l}H_0(-z)$$

$$-cz^{-l}H_0(z)H_1(-z) + cz^{-l}H_1(z)H_0(-z) = 2$$

Φίλτρα ανάλυσης / σύνθεσης

Analysis and synthesis high-pass filter taps for floating point Daubechies (9, 7) filter-bank

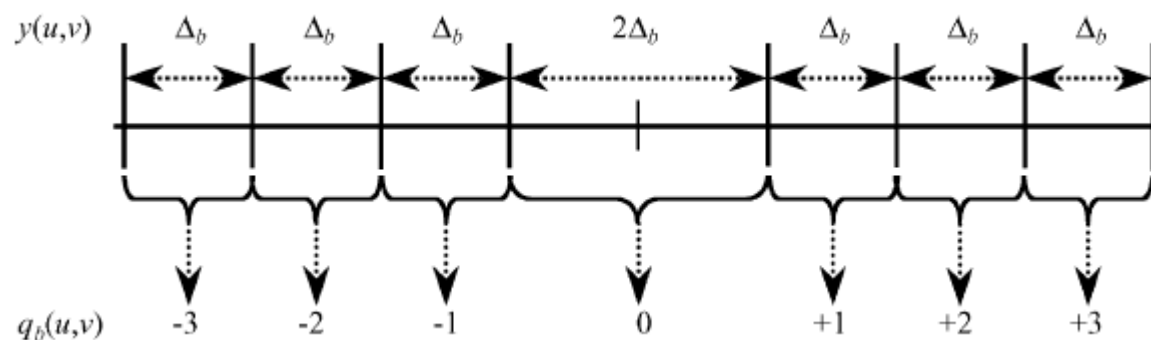
n	Low-pass, $h_0(n)$	Low-pass, $g_0(n)$
0	+ 0.602949018236360	+ 1.115087052457000
± 1	+ 0.266864118442875	+ 0.591271763114250
± 2	− 0.078223266528990	− 0.057543526228500
± 3	− 0.016864118442875	− 0.091271763114250
± 4	+ 0.026748757410810	

n	High-pass, $h_1(n)$	n	High-pass, $g_1(n)$
− 1	+ 1.115087052457000	1	+ 0.602949018236360
− 2, 0	− 0.591271763114250	0, 2	− 0.266864118442875
− 3, 1	− 0.057543526228500	− 1, 3	− 0.078223266528990
− 4, 2	+ 0.091271763114250	− 2, 4	+ 0.016864118442875
		− 3, 5	+ 0.026748757410810

Analysis and synthesis filter taps for the integer (5, 3) filter-bank

n	$h_0(n)$	$g_0(n)$	n	$h_1(n)$	n	$g_1(n)$
0	3/4	+ 1	− 1	+ 1	1	+ 3/4
± 1	1/4	+ 1/2	− 2, 0	− 1/2	0, 2	− 1/4
± 2	− 1/8				− 1, 3	− 1/8

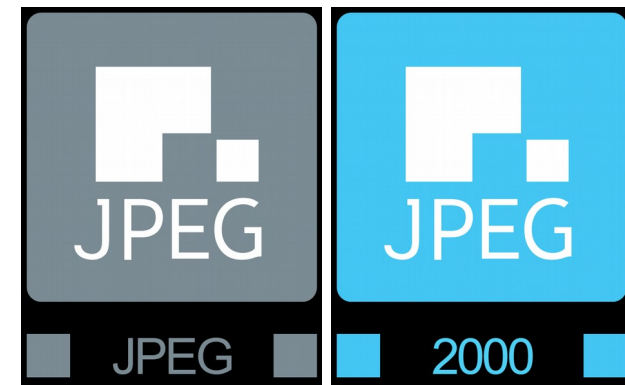
Κβαντισμός



$$q_b(u,v) = \text{sign}(y_b(u,v)) \left\lfloor \frac{|y_b(u,v)|}{\Delta_b} \right\rfloor \quad \Delta_b = 2^{R_b - \epsilon_b} \left(1 + \frac{\mu_b}{2^{11}} \right)$$

Μετάδοση δύο παραμέτρων ανά ζώνη

Σύγκριση

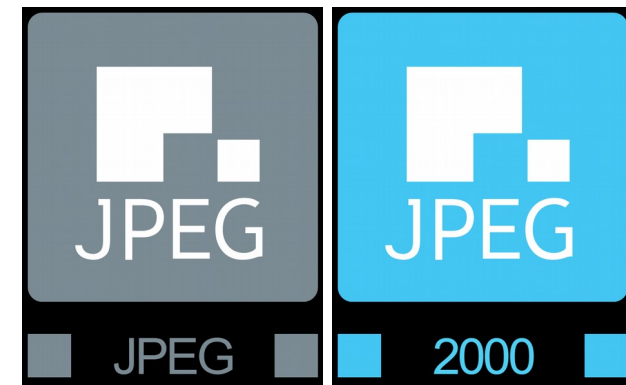


JPEG
 $\beta=20,80$



JPEG
2000
 $\beta=20,41$

Σύγκριση



JPEG
 $\beta=40,14$



JPEG
2000
 $\beta=41,49$



Προοδευτική μετάδοση

0.125 bits/pel



0.5 bits/pel

