



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων

Ενότητα # 8: Ορθομοναδιαίοι μετασχηματισμοί

Καθηγητής Γιώργος Τζιρίτας

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Ορθομοναδιαίοι μετασχηματισμοί

- ισοδύναμη παράσταση των δεδομένων:
αντιστρέψιμος μετασχηματισμός
- εξαγωγή κυρίων συνιστωσών
- αντίστροφος = ανάστροφος και συζυγής
- οικογένεια αρμονικών μετασχηματισμών

Ορθομοναδιαίοι μετασχηματισμοί

$$y(m, n) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} t^*(m, n; i, k) x(i, k)$$

Βάση του μετασχηματισμού $\Phi(m, n)$

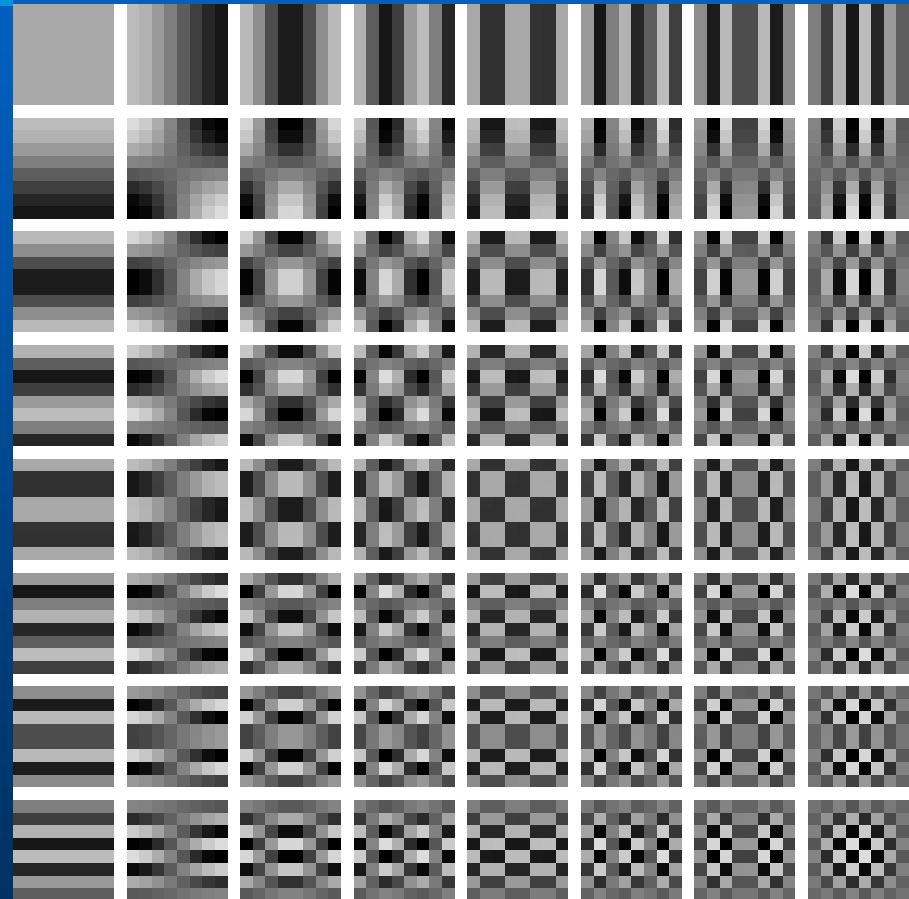
$$y(m, n) = \langle X, \Phi(m, n) \rangle$$

Ορθομοναδιαίος μετασχηματισμός

$$\langle \Phi(m, n), \Phi(m', n') \rangle = \delta(m - m', n - n')$$

Διαχωρίσιμος ορθομοναδιαίος
μετασχηματισμός

$$Y = T^* X T^\dagger \quad \text{και} \quad X = T^\dagger Y T$$



Διακριτός Μετασχηματισμός Fourier

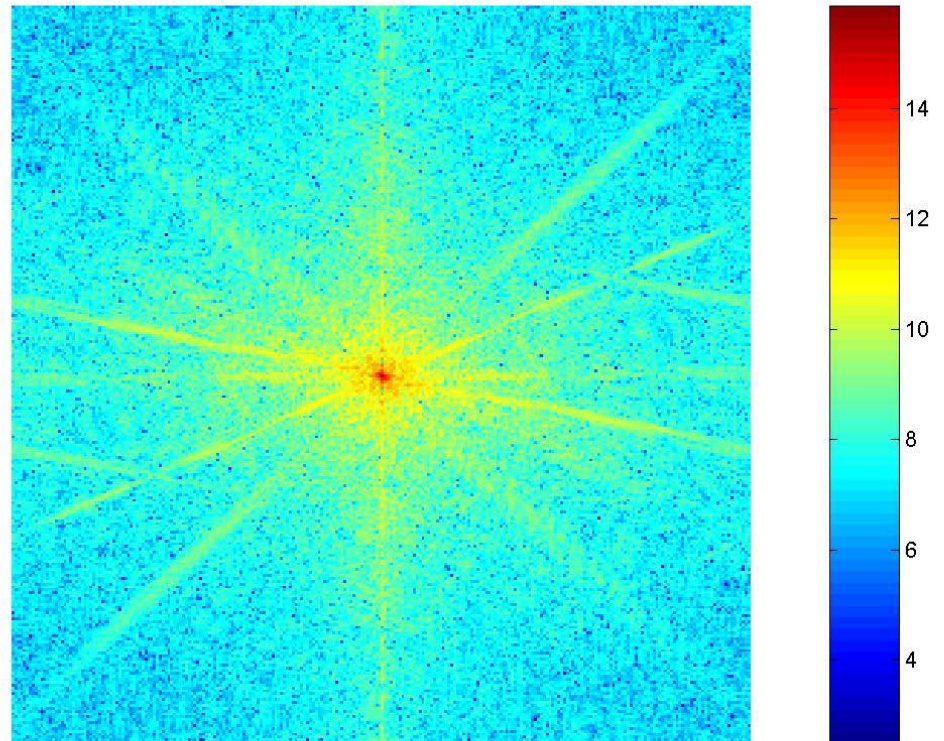
Περιοδικότητα σήματος : διακριτές πυκνότητες

Διακριτό σήμα : περιοδικότητα μετασχηματισμού

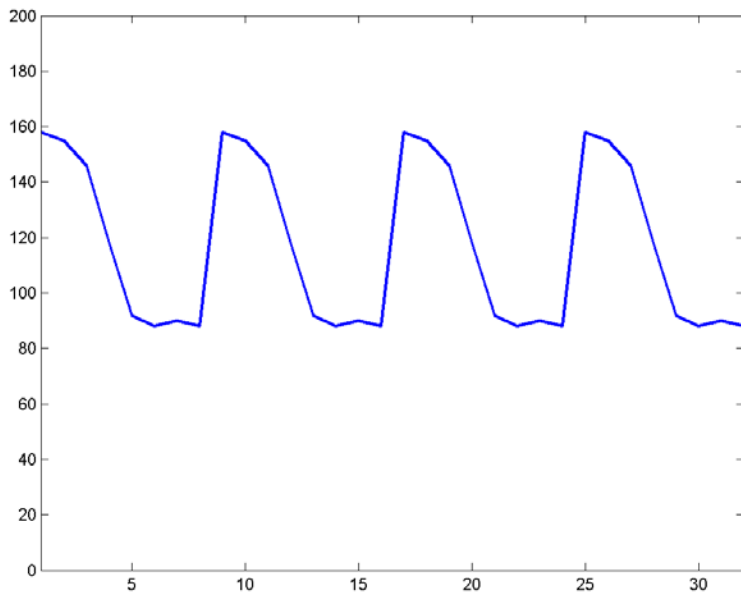
Διακριτό περιοδικό σήμα :
διακριτός μετασχηματισμός

Διάστημα $[0, 1)$: πυκνότητες $\{k/N; k=0, \dots, N-1\}$

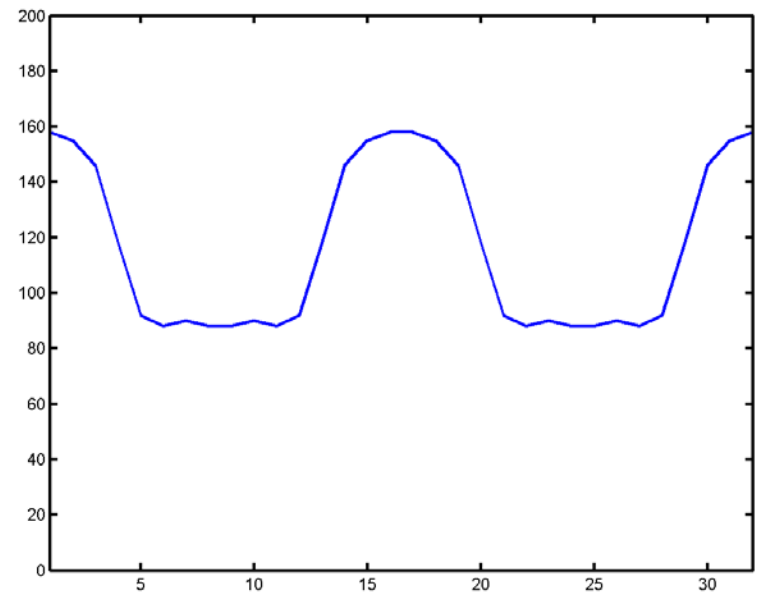
Διακριτός Μετασχηματισμός Fourier



Περιοδικότητες



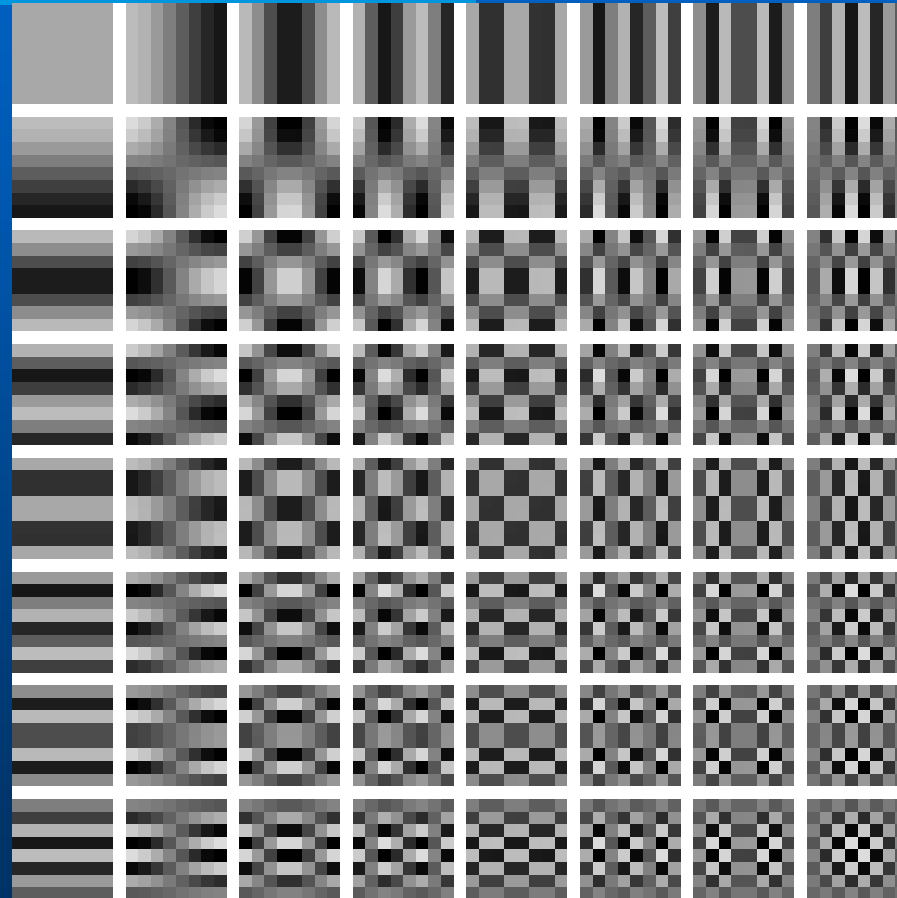
Fourier



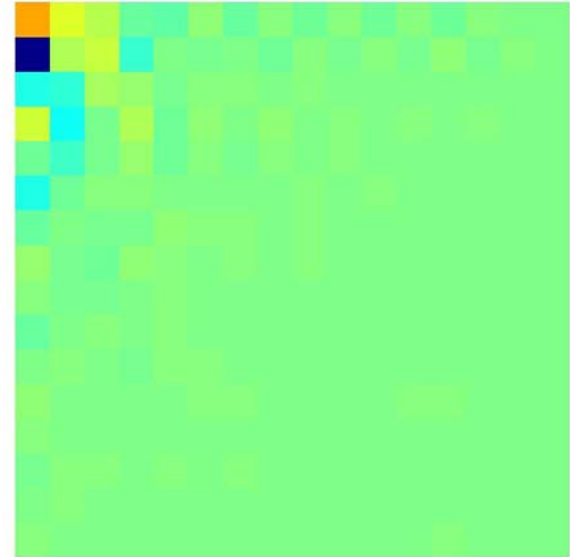
Σinhμιτόνου

Μετασχηματισμός συνημιτόνου

$$C(u, v) = \alpha(u)\alpha(v) \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) \cos\left[\frac{(2m+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2n+1)v\pi}{2N}\right]$$

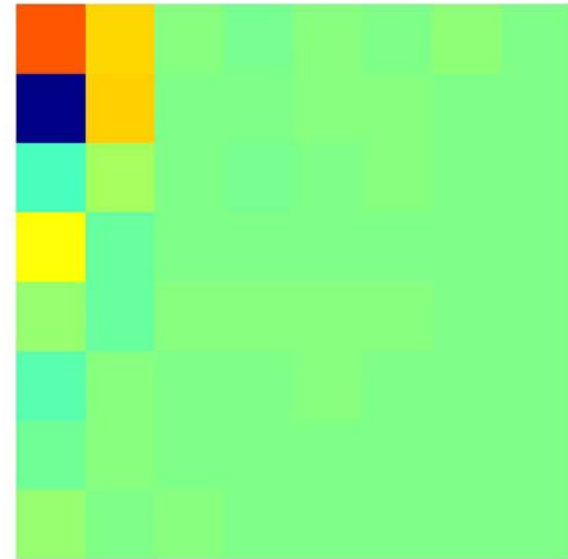


Μετασχηματισμός συνημιτόνου



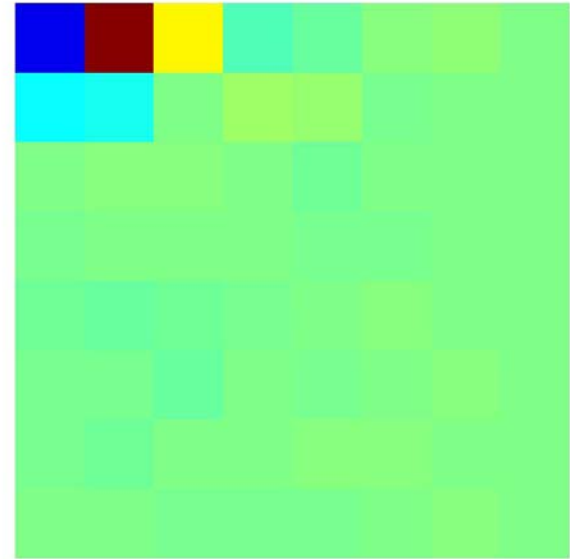
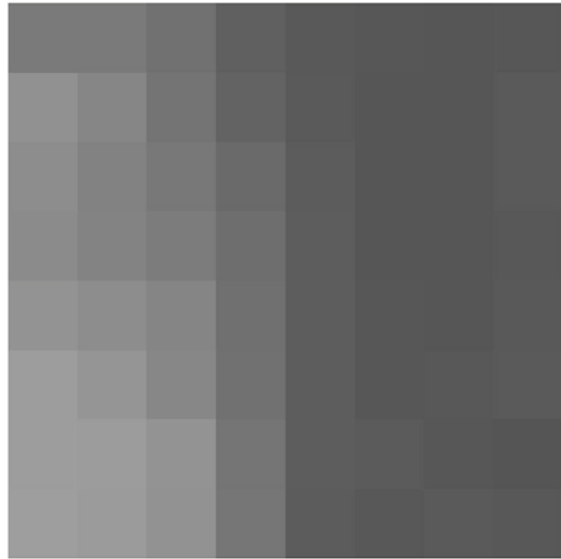
Μπλοκ 16*16

Μετασχηματισμός συνημιτόνου



Μπλοκ 8*8

Μετασχηματισμός συνημιτόνου



Μπλοκ 8*8

Προς την αποσυσχέτιση των δεδομένων

Μετασχηματισμός συνημιτόνου 2*2

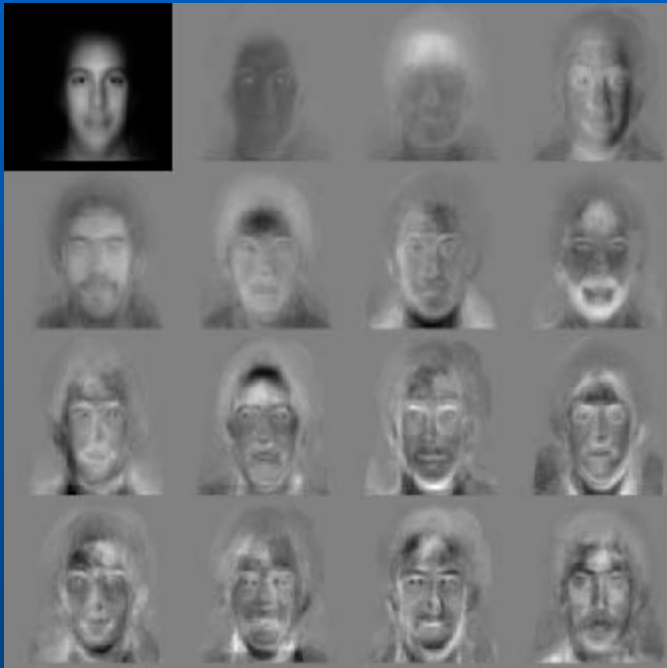


$$C_X = \begin{bmatrix} 1 & 0.9373 & 0.9595 & 0.9122 \\ 0.9373 & 1 & 0.9189 & 0.9575 \\ 0.9595 & 0.9189 & 1 & 0.9364 \\ 0.9122 & 0.9575 & 0.9364 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C_Y = \begin{bmatrix} 1 & 0.0004 & 0.0009 & -0.0161 \\ 0.0004 & 1 & 0.0405 & -0.0098 \\ 0.0009 & 0.0405 & 1 & -0.0289 \\ -0.0161 & -0.0098 & -0.0289 & 1 \end{bmatrix}$$

Διασπορές : 0.2278 0.0063 0.0038 0.0012

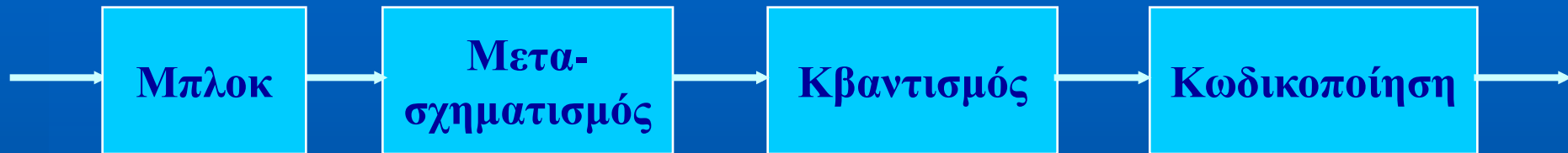
Αποσυσχέτιση δεδομένων : ιδιοπινακίδια



C_x Συσχέτιση δεδομένων

C_y Αποσυσχετισμένοι συντελεστές

Συμπύεση



Μετασχηματισμός συνημιτόνου

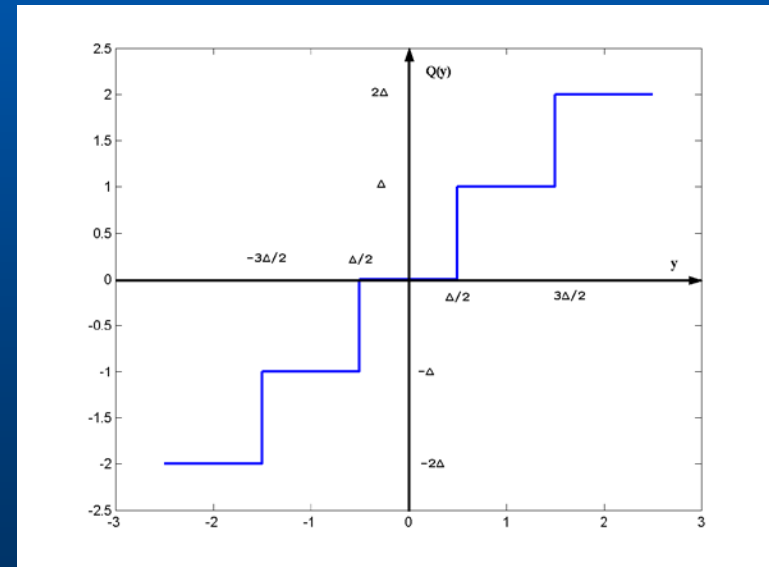
Μπλοκ 8×8

Ομοιόμορφος κβαντιστής

Πίνακας ορατότητας

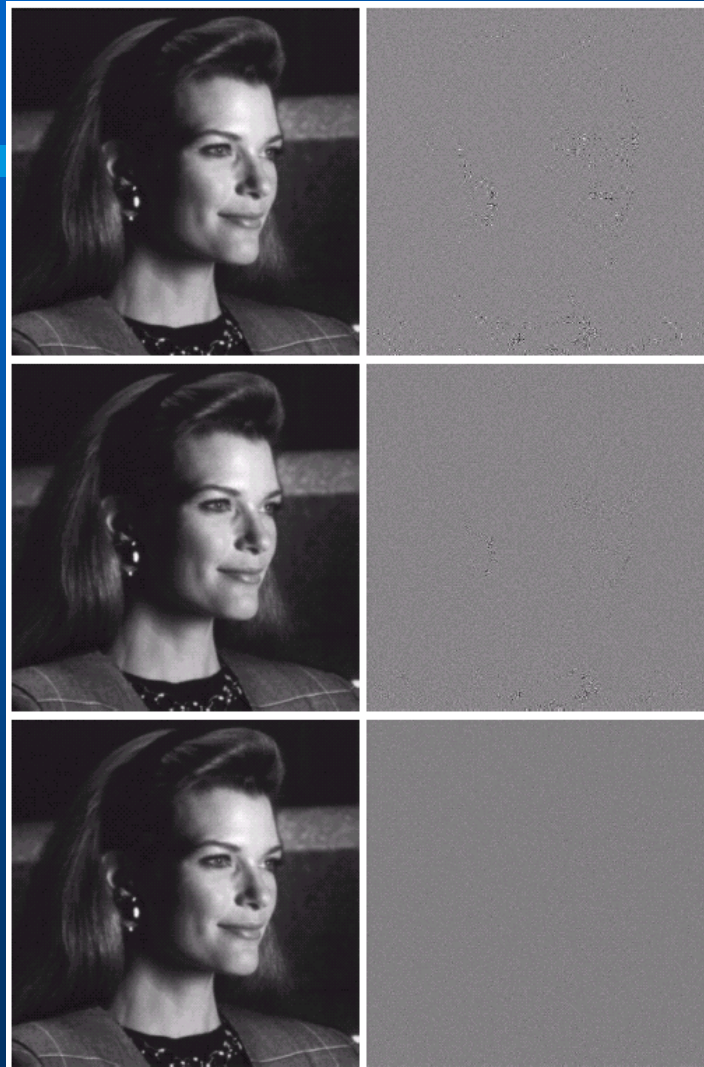
Σάρωση αντι-διαγώνια

Εντροπική κωδικοποίηση



Σύγκριση μετασχηματισμών

Διατήρηση
50% των
συντελεστών

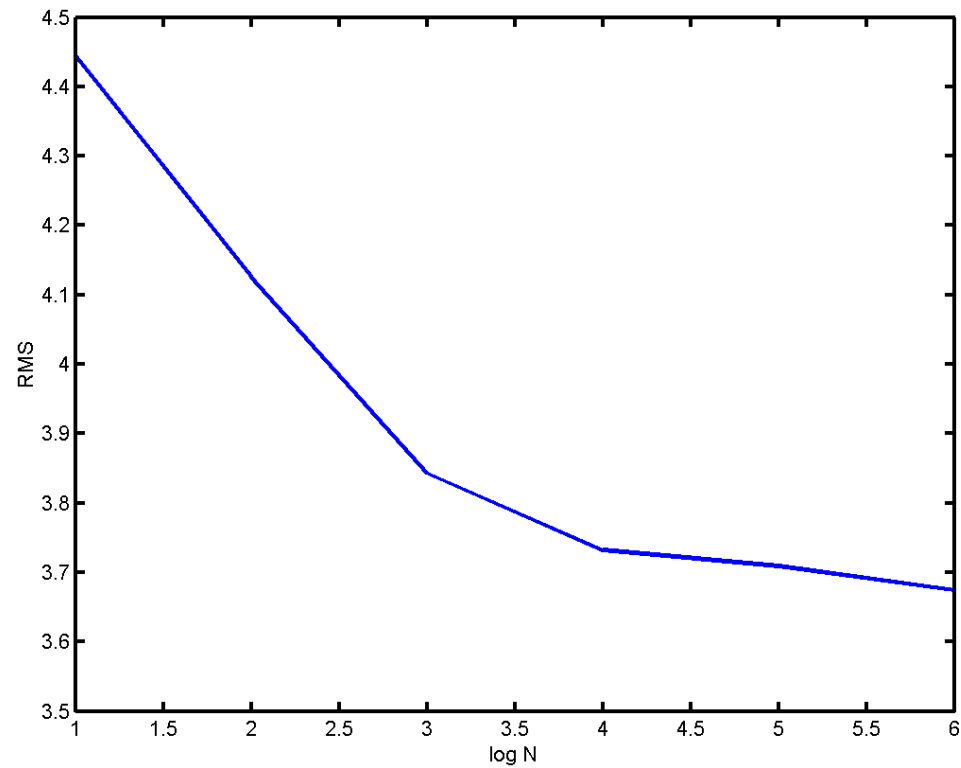


Fourier

Hadamard

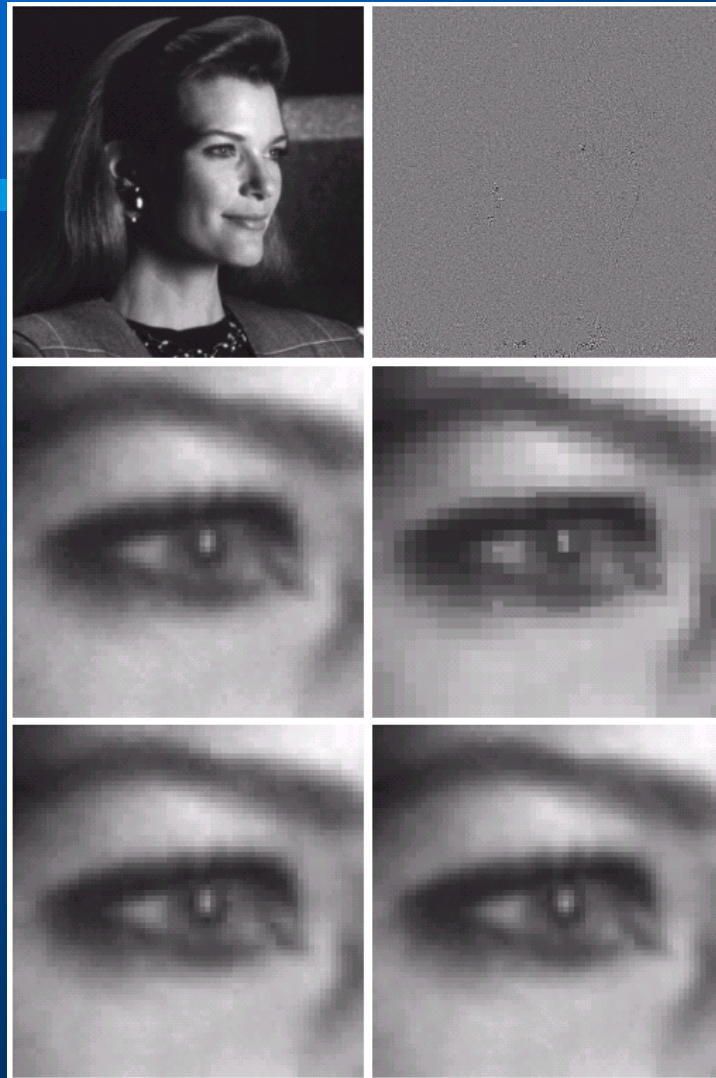
Συνημιτόνου

Σφάλμα / Διάσταση μπλοκ (75%)



Σφάλμα / Διάσταση μπλοκ (25%)

αρχικό



8*8

2*2

4*4

8*8

Πίνακας ορατότητας

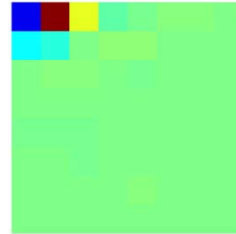
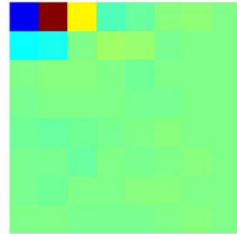
Μετασχηματισμός
συνημιτόνου 8*8

$V =$

Ομοιόμορφος
κβαντιστής

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
12	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

Κβαντισμός και αντιστροφή



122	122	113	96	89	87	86	87
145	134	116	99	90	86	86	90
141	130	120	106	92	86	86	90
139	131	124	110	93	86	86	88
147	141	133	112	93	87	86	89
157	149	135	113	93	87	88	90
157	156	147	117	93	91	87	85
158	155	146	118	92	88	90	88

127	124	113	100	92	86	84	84
138	130	116	103	92	86	84	85
139	131	119	107	95	87	85	86
139	134	125	110	96	88	85	85
146	141	130	113	97	89	86	86
153	147	134	115	98	90	87	86
156	152	140	118	99	91	87	85
158	153	142	120	99	91	88	86

Μετασχηματισμός συνημιτόνου (N=2)



75%

Μετασχηματισμός συνημιτόνου (N=4)



75%

Μετασχηματισμός συνημιτόνου (N=8)



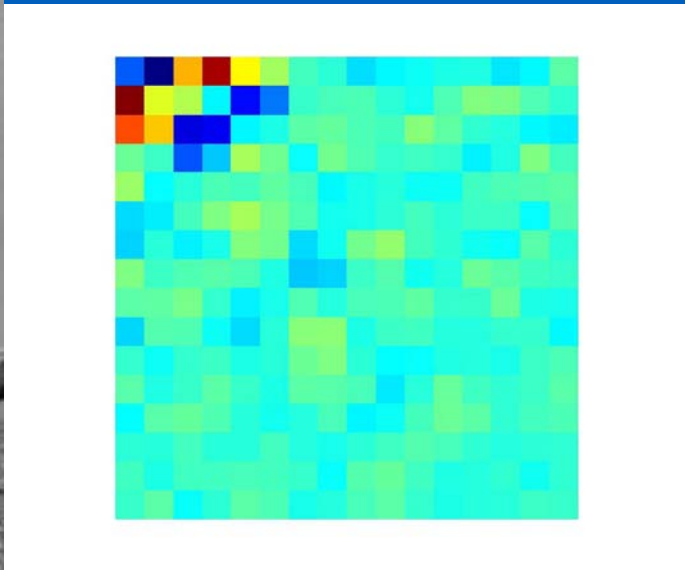
75%

Μετασχηματισμός συνημιτόνου (N=16)



75%

Μετασχηματισμός συνημιτόνου



75%

Μετασχηματισμός συνημιτόνου



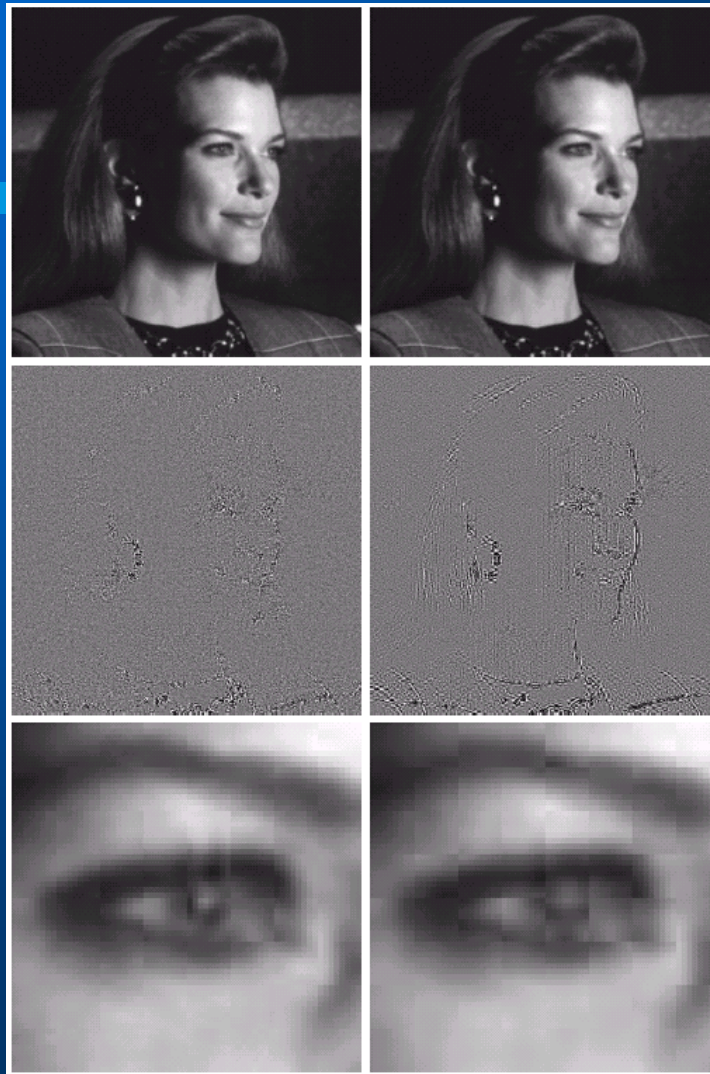
25%
RMS=10,843

Μετασχηματισμός συνημιτόνου



6,25%
RMS=17,332

Σύγκριση ‘μη μηδενικών’ τμημάτων



Κατώφλι

Ζώνη

Μετασχηματισμός
συνημιτόνου
8*8

Σύγκριση ‘μη μηδενικών’ τμημάτων

Μετασχηματισμός συνημιτόνου 8*8



Κατώφλι

#c = 11085

RMS = 6,006

Ζώνη

25%

RMS = 11,6191

Σύγκριση κβαντιστών

Μετασχηματισμός
συνημιτόνου
8*8



V =

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
12	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

Πίνακας ορατότητας

Βήμα : Δ

Βήμα : $4*\Delta$

Σύγκριση κβαντιστών

Μετασχηματισμός συνημιτόνου 8*8



Βήμα : $\Delta = 0,4$
#c = 16424
RMS = 4,139

Βήμα : $2*\Delta$
#c = 11085
RMS = 6,006

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Χρηματοδότηση

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



Σημειώματα

Σημείωμα αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
 - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
 - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
 - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Καθηγητής Γιώργος Τζιρίτας. «Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων - Ορθομοναδιαίοι μετασχηματισμοί». Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://www.csd.uoc.gr/~hy471/>.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Οι εικόνες προέρχονται από την ιστοσελίδα:

http://www.imageprocessingplace.com/root_files_V3/image_databases.htm

εκτός εάν αναφέρεται συγκεκριμένη διαφορετική πηγή

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες