

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

2^η Σειρά Ασκήσεων

Προθεσμία: Παρασκευή 22 Δεκεμβρίου 2006

Lossy συμπίεση με χρήση διακριτού μετασχηματισμού συνημιτόνου

α) Να δημιουργήσετε συνάρτηση η οποία υπολογίζει το δισδιάστατο διακριτό ευθύ και αντίστροφο μετασχηματισμό συνημιτόνου (2D DCT) σε τμήματα εικόνας 8x8 pixel

$$C(k_1, k_2) = 4 \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} x[n_1, n_2] \cos \frac{(2n_1+1)k_1\pi}{2N_1} \cos \frac{(2n_2+1)k_2\pi}{2N_2}$$

$$x[n_1, n_2] = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{k_1=0}^{N_1-1} \sum_{k_2=0}^{N_2-1} w_1(k_1) w_2(k_2) C(k_1, k_2) \cos \frac{(2n_1+1)k_1\pi}{2N_1} \cos \frac{(2n_2+1)k_2\pi}{2N_2}$$

$$w_i(k_i) = \begin{cases} 0.5 & k_i = 0 \\ 1 & 0 < k_i < N_i \end{cases}$$

β) Κωδικοποιήστε την εικόνα της Lenna διαχωρίζοντας την σε τμήματα 8x8 pixel, και κβαντίστε τους συντελεστές του διακριτού μετασχηματισμού χρησιμοποιώντας τον αριθμό bit που φαίνεται ακολούθως

$$B = \begin{bmatrix} 8 & 6 & 6 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 6 & 6 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Έπειτα από την ανακατασκευή της εικόνας, να υπολογίσετε τον ποσοστό του θορύβου που εισάγεται στην εικόνα (με υπολογισμό του PSNR), καθώς και να περιγράψετε τις αλλαγές που παρατηρείτε στην εικόνα.

Να επαναλάβετε τη διαδικασία με χρήση του πίνακα

$$B = \begin{bmatrix} 8 & 6 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 6 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 4 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ο κβαντισμός του στοιχείου C(0,0) να γίνει θεωρώντας ομοιόμορφη κατανομή των στοιχείων. Τα υπόλοιπα στοιχεία να κβαντιστούν θεωρώντας κανονική κατανομή των στοιχείων.

Παρατηρήσεις για την κβάντιση των συντελεστών

1. Για την κβάντιση των DC συντελεστών σε 8 bits να χρησιμοποιηθεί ομοιόμορφη κβάντιση σε 256 επίπεδα. Για παράδειγμα αν $0 \leq x(n) < L$ οι DC συντελεστές, τότε οι κβαντισμένοι συντελεστές $y(n)$ δίνονται από τον τύπο:

$$y(n) = \frac{L}{256} \left\lfloor \frac{256}{L} x(n) + 0.5 \right\rfloor$$

2. Για την κβάντιση των AC συντελεστών σε 2 bits θα χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστοι κβαντιστές που προκύπτουν θεωρώντας ότι τα στοιχεία εισόδου ακολουθούν Gaussian κατανομή.
 - Από τους πίνακες βέλτιστης κβάντισης για δεδομένα που ακολουθούν Gaussian κατανομή με μηδενική μέση τιμή και διασπορά ίση με τη μονάδα παίρνουμε για την περίπτωση κβάντισης σε 2bits (4 επίπεδα):

$$\begin{array}{cccc} t_1 = -0.9816 & t_2 = 0.0 & t_3 = 0.9816 & \\ r_1 = -1.5104 & r_2 = -0.4528 & t_3 = 0.4528 & t_4 = 1.5104 \end{array}$$

όπου τα r_k, t_k φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

Αναλυτικά τα r_k, t_k για όλες τις περιπτώσεις κβάντισης, δίνονται στο eTHMMY

- Αν $x(n)$ τα δεδομένα εισόδου με μηδενική μέση τιμή και διασπορά σ^2 τότε οι κβαντισμένοι συντελεστές $y(n)$ δίνονται από τον τύπο:

$$y(n) = \sigma r_k \quad \text{όπου } k \text{ είναι τέτοιοι ώστε: } t_k \leq \frac{x(n)}{\sigma} < t_{k+1}$$

- Ο υπολογισμός της διασποράς μπορεί να γίνει είτε:
- a) Συνολικά από όλους τους AC συντελεστές (απλή υλοποίηση – χειρότερα αποτελέσματα) ή
 - b) Αναλυτικά για ομόλογους AC συντελεστές, π.χ. σε κάθε DCT συντελεστή ξεχωριστά (πιο σύνθετη υλοποίηση – καλύτερα αποτελέσματα).

