

# ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

N. Κομοντάκης, Καθηγητής

Φθινόπωρο 2022

## Μείωση ανάλυσης

Ζητείται να μετρηθούν οι συνέπειες της υποδειγματοληψίας σε εικόνες υψής. Για να μελετηθεί η συσχέτιση μεταξύ σφαλμάτων λόγω υποδειγματοληψίας και χαρακτηριστικών μεγεθών της εικόνας θα χρησιμοποιηθεί μια βάση δεδομένων εικόνων. Κάθε εικόνα  $\{x(m, n), 1 \leq m \leq M, 1 \leq n \leq N\}$  υφίσταται αρχικά **υποδειγματοληψία** με παράγοντα κλίμακας  $a \leq 1$  και στη συνέχεια **παρεμβολή**, ώστε να αποκατασταθεί το αρχικό μέγεθος. Ας είναι  $\{y(m, n), 1 \leq m \leq M, 1 \leq n \leq N\}$  η αποκαθιστόμενη εικόνα.

Ορίζεται το **μέσο σφάλμα προσέγγισης** με μικρότερη ανάλυση ως ακολούθω

$$E = \frac{1}{S} \sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (x(m, n) - y(m, n))^2}$$

όπου

$$S = \sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N x(m, n)^2}$$

Ως χαρακτηριστικά της εικόνας θα ληφθούν οι μέσες τοπικές διαφορές οριζόντια και κατακόρυφα, που ορίζονται αντίστοιχα ως εξής:

$$G_h = \frac{1}{S} \sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=2}^N (x(m, n) - x(m, n-1))^2}$$

$$G_v = \frac{1}{S} \sqrt{\sum_{m=2}^M \sum_{n=1}^N (x(m, n) - x(m-1, n))^2}$$

Από τις δύο μέσες τοπικές διαφορές λαμβάνεται **τοπική διαφορά** η μεγαλύτερη:

$$G = \max(G_h, G_v)$$

Ζητείται να δοκιμασθούν τα εξής σχήματα υποδειγματοληψίας και αποκατάστασης στο αρχικό μέγεθος. Σε κάθε εφαρμογή υποδειγματοληψίας **χρησιμοποιείτε για παράγοντα κλίμακας  $a = 1/8$** :

1. Υποδειγματοληψία και παρεμβολή με τεχνική εγγύτερου γείτονα (Nearest Neighbor).

(α') Υλοποιείτε την δική σας συνάρτηση με όνομα `my_imresize_NN()`, με εισόδους:

- 'I' την εικόνα προς δειγματοληψία.
- 'a' τον παράγοντα κλίμακας.
- 'op' επιλογή λειτουργίας. Η παράμετρος λειτουργία θα καθορίζει την λειτουργία της συνάρτησης και θα έχει δυο επιλογές, (α) υποδειγματοληψία `'nn_subsampling'`, (β) παρεμβολή `'nn_interpolation'`.

(β') Καλέστε για την αντίστοιχη συνάρτηση της Matlab, `imresize()` με τις αντίστοιχες παραμέτρους.

(γ') Συγκρίνετε τις εικόνες με βάση το μέσο σφάλμα προσέγγισης (E) και την τοπική διαφορά (G), και σχολιάστε τα δυο αποτελέσματα.

2. Υποδειγματοληψία με τεχνική εγγύτερου γείτονα (Nearest Neighbor) και δυαδική παρεμβολή με *Bi-Linear Interpolation*

(α') Υλοποιείτε την δική σας συνάρτηση για τις συγκεκριμένες λειτουργίες με όνομα `my_imresize_Bilinear()`, με εισόδους:

- 'I' την εικόνα προς δειγματοληψία.
- 'a' τον παράγοντα κλίμακας.
- 'op' επιλογή λειτουργίας. Η παράμετρος λειτουργία θα καθορίζει την λειτουργία της συνάρτησης και θα έχει δυο επιλογές, (α) υποδειγματοληψία `'nn_subsampling'`, (β) παρεμβολή `'bilinear_interpolation'`.

(β') Καλέστε για την αντίστοιχη συνάρτηση της Matlab, `imresize()` με τις αντίστοιχες παραμέτρους.

(γ') Συγκρίνετε τις εικόνες με βάση το μέσο σφάλμα προσέγγισης (E) και την τοπική διαφορά (G), και σχολιάστε τα δυο αποτελέσματα.

3. Χρησιμοποιώντας την συνάρτηση `imresize()` της Matlab, κάντε υποδειγματοληψία της εικόνας με λήψη του πλησιέστερου δείγματος ('nearest'), αφού χρησιμοποιηθεί φίλτρο περιορισμού ψευδώνυμων συχνοτήτων ('Antialiasing') και η παρεμβολή με επανάληψη του πλησιέστερου δείγματος ('nearest').

Συγκρίνετε το αποτέλεσμα βάση το μέσο σφάλμα προσέγγισης (E) και την τοπική διαφορά (G) και σχολιάστε το αποτέλεσμα με το αποτέλεσμα του ερωτήματος 1.β, και αναφέρετε τι συμβαίνει όταν έχουμε *aliasing*.

4. Εφαρμόστε τις συναρτήσεις σε κάθε εικόνα και σχολιάστε αν η υφή της εικόνας είναι σημαντική για την σωστή ανακατασκευή της.

Υπόδειξη : Συστήνεται αρχικά να κανονικοποιηθούν οι τιμές της εικόνας στο διάστημα  $[0, 1]$ .

Χρήσιμες συναρτήσεις : `imageDatastore`, `imresize`.

Δεδομένα εικόνων : <http://www.csd.uoc.gr/hy371/images/Brodatz.7z>.

**Παραδοτέα:**

1. Η υλοποίησή σας (κώδικας, μαζί με σχόλια), 2. η αναφορά σας, σε αρχείο .pdf, με λεζάντα περιγραφής κάτω από κάθε figure που θα περιέχει.