

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

“Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνας”

Ακαδημαϊκό Έτος 2024-25 (Εαρινό Εξάμηνο)

Εργαστηριακές Ασκήσεις - Μέρος Α΄

### **Διαδικαστικά**

1. Η Τεχνική Αναφορά που θα υποβάλετε θα πρέπει να περιλαμβάνει μια σύντομη περιγραφή της εκάστοτε τεχνικής καθώς και επαρκή σχολιασμό των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν σε κάθε περίπτωση. Επίσης, θα πρέπει να συνοδεύεται και από τον κώδικα τον οποίο γράψατε για να υλοποιήσετε τις ζητούμενες επεξεργασίες.
2. Προτεινόμενο περιβάλλον ανάπτυξης για τις διάφορες επεξεργασίες είναι το περιβάλλον Matlab, με απαραίτητα τα toolboxes signal και image. Υλοποίηση σε άλλα περιβάλλοντα (π.χ. Python) είναι επίσης αποδεκτή.
3. Η παράδοση της Τεχνικής Αναφοράς θα γίνει ηλεκτρονικά στο eclass μέσω της ενότητας Εργασίες μέχρι τις **08/06/2025**. Για ερωτήσεις και διευκρινίσεις απευθυνθείτε μέσω email στο [st1003586@ceid.upatras.gr](mailto:st1003586@ceid.upatras.gr) (Αλέξανδρος Γκίλλας).

### **Ζητούμενες Επεξεργασίες**

#### **1. Φιλτράρισμα στο πεδίο συχνοτήτων**

Για την εικόνα **moon.jpg** να εκτελεστούν τα παρακάτω βήματα :

1. *Προεπεξεργασία:* Αρχικά εφαρμόστε γραμμικό μετασχηματισμό της περιοχής τιμών της εικόνας, ώστε να καλύπτει πλήρως τη δυναμική περιοχή [0:255]. Στη συνέχεια, με χρήση κατάλληλης ιδιότητας του μετασχηματισμού DFT, μεταφέρετε το συχνοτικό σημείο (0,0) στο κέντρο του πεδίου.

2. Να υλοποιηθεί ο δισδιάστατος διακριτός μετασχηματισμός Fourier με τη μέθοδο γραμμών-στηλών και χρησιμοποιώντας το μονοδιάστατο μετασχηματισμό DFT. Να γίνει γραμμική και λογαριθμική απεικόνιση του πλάτους του μετασχηματισμού της εικόνας.
3. Να φιλτράρετε την εικόνα στο πεδίο συχνοτήτων  $(u, v)$  με χρήση ενός κατωπερατού φίλτρου (low-pass filter)  $H(u, v)$  με ζώνη διάβασης της επιλογής σας.
4. Να εφαρμοστεί ο δισδιάστατος αντίστροφος διακριτός μετασχηματισμός IDFT για την επαναφορά στο χωρικό πεδίο.
5. Τέλος, εφαρμόστε την αντίστροφη διαδικασία του Βήματος 1, έτσι ώστε να επαναφέρετε το σημείο  $(0,0)$ .

Προσοχή: Για την υλοποίηση του 2D-DFT και του αντίστροφου μετασχηματισμού, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο τη συνάρτηση του Matlab για τον 1D-DFT (ή αντίστοιχο κώδικα σε άλλο περιβάλλον).

## 2. Συμπίεση Εικόνας με χρήση μετασχηματισμού DCT

Θεωρήστε την εικόνα **board.png** και εκτελέστε τις παρακάτω επεξεργασίες:

Συμπίεση με τη χρήση του μετασχηματισμού 2D-DCT. Για να συμπίεσετε την εικόνα, αρχικά τεμαχίστε την σε μη επικαλυπτόμενες περιοχές διαστάσεων  $32 \times 32$ , και εφαρμόστε το μετασχηματισμό 2D-DCT σε κάθε μία περιοχή. Στη συνέχεια να επιλέξετε κατάλληλο υποσύνολο των συντελεστών του 2D-DCT της κάθε υποεικόνας, κρατώντας πληροφορία ενός ποσοστού  $r$ . Η επιλογή για το υποσύνολο συντελεστών να γίνει με δύο μεθόδους, συγκεκριμένα:

1. Με τη μέθοδο ζώνης
2. Με τη μέθοδο κατωφλιού

Απεικονίστε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα ανάμεσα στην αρχική και την ανακατασκευασμένη εικόνα για τις τιμές του  $r$  που ανήκουν στο σύνολο τιμών  $[5\%, 50\%]$ .

## 3. Βελτίωση εικόνας - Φιλτράρισμα Θορύβου

1. Στην εικόνα **tiger.mat** προσθέστε λευκό Gaussian θόρυβο μηδενικής μέσης τιμής και τέτοιας διασποράς ώστε η τελική εικόνα να έχει λόγο σήματος προς θόρυβο ίσο με  $15dB$ . Χρησιμοποιείτε το φίλτρο

“κινούμενου μέσου” (moving average filter) και το “φίλτρο διαμέσου” (median filter) για να αφαιρέσετε το θόρυβο από την εικόνα.

2. Στην εικόνα **tiger.mat** προσθέστε κρουστικό θόρυβο σε ποσοστό 20% και χρησιμοποιείτε τα ίδια φίλτρα για την αφαίρεση του θορύβου.

3. Τέλος στην εικόνα **tiger.mat** προσθέστε λευκό Gaussian θόρυβο μηδενικής μέσης τιμής και τέτοιας διασποράς ώστε η τελική εικόνα να έχει 15dB, καθώς και κρουστικό θόρυβο σε ποσοστό 20%. Δοκιμάστε να ανακτήσετε την αρχική εικόνα χρησιμοποιώντας διαδοχική εφαρμογή του φίλτρου κινούμενου μέσου και του φίλτρου μεσαίου, με την κατάλληλη σειρά που εσείς θα επιλέξετε.

Σε κάθε περίπτωση σχολιάστε τα αποτελέσματα ως προς τη καταλληλότητα των φίλτρων για κάθε είδος θορύβου.

#### 4. Βελτίωση Εικόνας – Εξίσωση Ιστογράμματος

Η ορατότητα των οδικών σημάνσεων, των λωρίδων κυκλοφορίας και των εμποδίων στους δρόμους είναι σημαντικά μειωμένη κατά την διάρκεια της νύχτας. Για να βοηθήσουμε τους οδηγούς σε σκοτεινές συνθήκες, μπορούμε να εφαρμόσουμε βελτίωση στις εικόνες που λαμβάνονται από την μπροστινή κάμερα των οχημάτων και να απεικονίσουμε την βελτιωμένη εικόνα στον οδηγό:

Οι εικόνες **dark\_road\_1.jpg**, **dark\_road\_2.jpg**, **dark\_road\_3.jpg** απεικονίζουν διαφορετικές περιοχές σε διαφορετικές χρονικές στιγμές κάτω από σκοτεινές συνθήκες λήψης

1. Υπολογίστε και εμφανίστε το ιστόγραμμα των grayscale τιμών των αρχικών εικόνων. Σχολιάστε τα ιστογράμματα που λαμβάνετε σε σχέση με τα οπτικά χαρακτηριστικά των εικόνων.
2. Εφαρμόστε ολική εξίσωση ιστογράμματος στις αρχικές εικόνες και απεικονίστε τις τροποποιημένες εικόνες με το νέο ιστόγραμμά τους. Σχολιάστε τα αποτελέσματα καθώς και την απόδοση της τεχνικής που εφαρμόσατε.
3. Εφαρμόστε τοπική εξίσωση ιστογράμματος στις αρχικές εικόνες και απεικονίστε τις τροποποιημένες εικόνες με το νέο ιστόγραμμά τους. Επιλέξτε και αναφέρετε το μέγεθος του παραθύρου που δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα, επιτυγχάνοντας υψηλότερη αντίθεση και αποφεύγοντας ταυτόχρονα την δημιουργία θορυβωδών περιοχών.

## 5. Αποκατάσταση Εικόνας – Αποσυνέλιξη

Θεωρήστε την **new\_york.png** και πραγματοποιήστε τα παρακάτω:

### Μέρος Α

Αρχικά υποβαθμίστε τη δοθείσα εικόνα με λευκό θόρυβο Gauss ώστε να έχει λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR) ίσο με  $10dB$ . Χρησιμοποιώντας το φίλτρο Wiener απομακρύνετε το θόρυβο με τους δύο παρακάτω διαφορετικούς τρόπους :

1. Αξιοποιώντας τη γνώση που έχετε σχετικά με την ισχύ του θορύβου.
2. Υποθέτοντας ότι δεν γνωρίζετε την ισχύ του θορύβου.

Σε κάθε περίπτωση σχολιάστε και συγκρίνετε τα αποτελέσματα.

### Μέρος Β

Εφαρμόστε το μετασχηματισμό που υλοποιείται στο αρχείο **psf.p**, το οποίο υλοποιεί την point spread function (PSF) ενός άγνωστου συστήματος καταγραφής εικόνων. Ο μετασχηματισμός εφαρμόζεται με την εντολή  $Y = psf(X)$ , όπου  $X$  η εικόνα εισόδου και  $Y$  η εικόνα εξόδου. Στη συνέχεια πραγματοποιήστε την ακόλουθη επεξεργασία:

- Χρησιμοποιώντας κατάλληλη τεχνική υπολογίστε την κρουστική απόκριση του αγνώστου συστήματος και απεικονίστε την απόκριση συχνότητας αυτής.
- Εφαρμόστε την τεχνική του αντίστροφου φίλτρου στο πεδίο της συχνότητας με χρήση κατωφλιού, ώστε να αντιμετωπίσετε το θόλωμα που προκύπτει. Απεικονίστε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (Mean Squared Error, MSE) μεταξύ της αρχικής εικόνας (χωρίς θόρυβο) και του αποτελέσματος για διάφορες τιμές κατωφλιού.
- Σχολιάστε τι συμβαίνει όταν δεν γίνεται χρήση κατωφλιού.

## 6. Ανίχνευση Ακμών

Θεωρήστε την **hallway.png** και πραγματοποιήστε τα παρακάτω

### **Ζητούμενα:**

1. Χρησιμοποιήστε τις μάσκες ανίχνευσης ακμών Sobel και παρουσιάστε το αποτέλεσμα της ανίχνευσης..
2. Πραγματοποιήστε ολική κατωφλίωση στα παραπάνω αποτελέσματα δικαιολογώντας την τιμή του κατωφλίου που επιλέξατε σε κάθε περίπτωση.

Bonus (Να εφαρμοστεί ο μετασχηματισμός Hough για την ανίχνευση των ευθύγραμμων τμημάτων στην εικόνα. Αποτυπώστε τα ευθύγραμμα τμήματα που ανιχνεύσατε στην αρχική εικόνα (χρησιμοποιώντας κάποιο χρώμα της επιλογής σας).

### **Βιβλιογραφία**

- [1] “Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνas”, R. Gonzalez and R. Woods, Εκδόσεις TZIOΛΑΣ, 2018.
- [2] ”Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνas”, Ν. Παπαμάρκος, Εκδόσεις ΑΦΟΙ ΠΑΠΑΜΑΡΚΟΥ Ο.Ε , Έτος Έκδοσης: 2013.
- [3] “Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνas”, Ιωάννης Πήτας, Θεσσαλονίκη 2010.
- [4] “Digital Image Processing”, Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall, Inc. (Editions 2nd, 3rd or 4th).
- [5] “Mathematics of Digital Images”, S.G. Hoggar, Cambridge, 2006.