

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

**Ψηφιακή Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνας**

Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

**Εργαστηριακή Άσκηση - Μέρος Α**

**1.1 Φιλτράρισμα στο πεδίο συχνοτήτων**

1. Να γίνει γραμμική και λογαριθμική απεικόνιση του πλάτους του 2D μετασχηματισμού Fourier της εικόνας **aerial.tiff**.
3. Φιλτράρετε την εικόνα **aerial.tiff** στο πεδίο συχνοτήτων  $(u,v)$  με χρήση ενός κατωπερατού φίλτρου κι ενός ανωπερατού φίλτρου της επιλογής σας.
4. Να γίνει απεικόνιση της απόκρισης πλάτους και της κρουστικής απόκρισης των φίλτρων, καθώς και των φιλτραρισμένων εικόνων.
5. Καταγράψτε αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήσατε για το φιλτράρισμα της εικόνας στο πεδίο συχνοτήτων, καθώς και την απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

**1.2 Συμπίεση Εικόνας με χρήση μετασχηματισμού DCT**

Θεωρήστε την εικόνα **lenna.jpg** 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  $p$ . Η επιλογή για το υποσύνολο συντελεστών να γίνει με δύο μεθόδους :

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

Δώστε την καμπύλη του μέσου τετραγωνικού σφάλματος ανάμεσα στην αρχική και την ανακατασκευασμένη εικόνα για τις τιμές του  $p$  που ανήκουν στο σύνολο τιμών [5%, 50%].

**1.3 Βελτίωση εικόνας - Φιλτράρισμα Θορύβου**

1. Στην εικόνα **flower.png** 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 μεσαίου (median filter) για να αφαιρέσετε το θόρυβο από την εικόνα.
2. Στην εικόνα **flower.png** προσθέστε κρουστικό θόρυβο σε ποσοστό 25% και χρησιμοποιείτε τα ίδια φίλτρα για την αφαίρεση του θορύβου.

Πειραματιστείτε με διαστάσεις φίλτρων από  $3 \times 3$  έως  $11 \times 11$  και επιλέξτε το (οπτικά) καλύτερο αποτέλεσμα. Σε κάθε περίπτωση σχολιάστε τα αποτελέσματα ως προς τη καταλληλότητα των φίλτρων για κάθε είδος θορύβου.

**1.4 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.

### 1.5 Αποκατάσταση Εικόνας (Wiener deconvolution)

- Υποβαθμίστε την εικόνα **factory.jpg** χρησιμοποιώντας το γραμμικό μοντέλο υποβάθμισης, ως εξής:
  1. Φιλτράρετε την εικόνα με 2D πυρήνα εξομάλυνσης Gauss, με τυπική απόκλιση της επιλογής σας (προτείνεται μια τιμή στο διάστημα [1.5, 2.0]).
  2. Προσθέστε στη φιλτραρισμένη εικόνα λευκό θόρυβο Gauss με λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR) 10 dB.
- Απεικονίστε την κρουστική απόκριση και την απόκριση συχνότητας του φίλτρου υποβάθμισης, καθώς και την εικόνα στην αρχική και στη υποβαθμισμένη της μορφή.
- Χρησιμοποιώντας τη γνώση που έχουμε για το φίλτρο υποβάθμισης και την ισχύ του θορύβου, αποκαταστήστε την εικόνα με τις παρακάτω δυο μεθόδους:
  1. Εφαρμόζοντας πρώτα φίλτρο Wiener για την αποθορυβοποίηση της εικόνας και έπειτα εφαρμόζοντας αντίστροφο φίλτρο για την αναίρεση της συνελκτικής υποβάθμισης. Εμφανίστε τα αποτελέσματα της αποκατάστασης με και χωρίς την εφαρμογή κατωφλίου στο αντίστροφο φίλτρο.
  2. Εφαρμόζοντας Wiener deconvolution.
- Σχολιάστε και συγκρίνετε τα αποτελέσματά σας.
- Επαναλάβετε τη διαδικασία αποκατάστασης για την περίπτωση που η ισχύς του θορύβου θεωρείται άγνωστη και πρέπει να εκτιμηθεί από την ενθόρυβη εικόνα.

### 1.6 Ανίχνευση Ακμών

Θεωρήστε την **clock.jpg** και πραγματοποιήστε τα παρακάτω :

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.
3. Να υλοποιηθεί ο μετασχηματισμός Hough για ανίχνευση και διασύνδεση ακμών και τα αποτελέσματά του να παρουσιαστούν μαζί με την αρχική εικόνα.

### **Διαδικαστικά**

1. Η παράδοση της άσκησης θα γίνει ηλεκτρονικά στο eclass μέσω της ενότητας Εργασίες μέχρι την **31/5/2023**.
2. Συμπεριλάβετε τον κώδικα που γράψατε για την υλοποίηση των ερωτημάτων σε ένα παράρτημα στο τέλος της αναφοράς.
3. Για ερωτήσεις και διευκρινίσεις απευθυνθείτε μέσω email στο [pikoulis@ceid...](mailto:pikoulis@ceid...)