ΑΣΚΗΣΗ 4

ΣΥΝΕΛΙΞΗ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ - ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΑΚΜΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

Σκοπός της άσκησης είναι η εφαρμογή των μασκών SOBEL, των μερικών παραγώγων 1ης τάξης της γκαουσιανής, καθώς και της λαπλασιανής της γκαουσιανής, για τον εντοπισμό ακμών ιατρικών εικόνων.

Σας δίνεται οριζόντια τομή αξονικού τομογράφου στο ύψος της καρδιάς `CT006.tif`. Διαβάστε τα δεδομένα της εικόνας (`imread`).

Θόλωση και όξυση της εικόνας

1. Κατασκευάστε ένα πίνακα M1 διάστασης nxn του οποίου κάθε στοιχείο έχει σταθερή τιμή και άθροισμα όλων των στοιχείων του πίνακα είναι ίσο με 1.

2. Κατασκευάστε τον πίνακα μίας γκαουσιανής με τυπική απόκλιση σ, σύμφωνα με τον τύπο: $g(x,y) = Ae^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$, $(x,y) \in [-3\sigma, 3\sigma] \times [-3\sigma, 3\sigma]$ όπου ο συντελεστής *A* τέτοιος ώστε $\sum_{(x,y)} g(x,y) = 1$. Θα χρειαστείτε την συνάρτηση `meshgrid`.

3. Υπολογίστε την συνέλιξη της εικόνας I με τη μάσκα M1 και τη μάσκα της γκαοθσιανής g. Θα χρειαστείτε την συνάρτηση που υλοποιεί την διδιάστατη συνέλιξη `conv2`, στην οποία προτείνεται να βάλετε την παράμετρο ‘`same`’ που παράγει αποτέλεσμα συνέλιξης με διαστάσεις ίσες με αυτές του πρώτου ορίσματος (της *I*).

4. Μεταβάλετε το n και το σ και εξηγείστε τι παρατηρείτε.

5. Υπολογίστε την διαφορά της αρχικής εικόνας από το αποτέλεσμα της συνέλιξης και εξηγείστε τι παρατηρείτε.

Ανεύρεση ακμών εικόνας με χρήση πινάκων Sobel

6. Κατασκευάστε τους πίνακες ανεύρεσης ακμών SOBEL μεγέθους 3x3: $SOBEL_x = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}, SOBEL_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε την συνάρτηση `fspecial`, είτε να ορίσετε απευθείας τους πίνακες.

7. Υπολογίστε τη συνέλιξη της εικόνας I με κάθε ένα από τους 2 πίνακες SOBELx, SOBELy, Σχ.1 (β), (γ). Θα χρειαστείτε την συνάρτηση που υλοποιεί την διδιάστατη συνέλιξη `conv2`, στην οποία προτείνεται να βάλετε την παράμετρο ‘`same`’ που παράγει αποτέλεσμα συνέλιξης με διαστάσεις ίσες με αυτές του πρώτου ορίσματος (της *I*).

8. Για κάθε pixel της I, υπολογίστε το διάνυσμα κλίσης της εικόνας **G**(*x*,*y*), το οποίο θα έχει ως συνιστώσες τα αποτελέσματα των 2 συνελίξεων $\mathbf{G}(x, y) = \left(I * SOBEL_x, I * SOBEL_y\right)$.

9. Υπολογίστε για κάθε pixel (*i,j*) της I, το μέτρο του διανύσματος κλίσης $G(i, j) = \left|\mathbf{G}(i, j)\right|$ σαν άθροισμα των απολύτων τιμών των συνιστωσών του και κατασκευάστε μία δυαδική εικόνα ακμών με μη μηδενικά pixel, τα pixel της I που έχουν μέτρο κλίσης μεγαλύτερο από ένα κατόφλι *T*. Υπολογίστε πειραματικά την τιμή του κατωφλίου, βλ. Σχ. 1 (δ), (ε).

10. **Λέπτυνση ακμών**: Για κάθε pixel (*i,j*) της I, του οποίου το μέτρο του διανύσματος κλίσης ικανοποιεί το παραπάνω κριτήριο, εφαρμόστε τον ακόλουθο αλγόριθμο: Αν το μέτρο $G(i, j)$ δεν αποτελεί τοπικό μέγιστο κατά γραμμή και κατά στήλη, τότε το pixel (*i,j*) δεν θεωρείται pixel ακμής (βλ. Σχ. 2). Σαν μήκος γραμμής και στήλης θεωρείστε 3 pixel με κέντρο το τρέχον pixel.

Ανεύρεση ακμών εικόνας με χρήση παραγώγων γκαουσιανής 1ης τάξης

11. Κατασκευάστε τον πίνακα μίας γκαουσιανής με τυπική απόκλιση σ, σύμφωνα με τον τύπο: $g(x,y) = Ae^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$, $(x,y) \in [-3\sigma, 3\sigma] \times [-3\sigma, 3\sigma]$ όπου ο συντελεστής *A* τέτοιος ώστε $\sum_{(x,y)} g(x,y) = 1$. Θα χρειαστείτε την συνάρτηση `meshgrid`.
12. Κατασκευάστε τους πίνακες των 2 μερικών παραγώγους της g(x,y): $g_x = \frac{\partial}{\partial x} g(x,y) = -\frac{x}{\sigma^2} g(x,y)$
$g_y = \frac{\partial}{\partial y} g(x,y) = -\frac{y}{\sigma^2} g(x,y)$
13. Υπολογίστε τη συνέλιξη της εικόνας I με κάθε ένα από τους 2 πίνακες g_x, g_y. Για κάθε pixel της I, υπολογίστε το διάνυσμα κλίσης της εικόνας **G**(*x*,*y*), το οποίο θα έχει ως συνιστώσες τα αποτελέσματα των 2 συνελίξεων $\mathbf{G}(x,y) = (I * g_x, I * g_x)$. Θα χρειαστείτε την συνάρτηση που υλοποιεί την διδιάστατη συνέλιξη `conv2`, στην οποία προτείνεται να βάλετε την παράμετρο ‘`same`’ που παράγει αποτέλεσμα συνέλιξης με διαστάσεις ίσες με αυτές του πρώτου ορίσματος (της εικόνας I).
14. Επαναλάβετε τα βήματα Α3 – Α5
15. Επαναλάβετε τα προηγούμενα για μία εικόνα σπινθηρογραφήματος με υψηλό βαθμό θορύβου (`nm-spine.bmp`, Σχ. 3).
16. Προσπαθείστε να εξηγήσετε τα αποτελέσματα των παραπάνω βημάτων.

Ανεύρεση ακμών της εικόνας με χρήση παραγώγου γκαουσιανής 2ης τάξης (Λαπλασιανή της Γκαουσιανής – Laplacian of Gaussian LoG)

17. Κατασκευάστε τον πίνακα της Λαπλασιανής με χρήση της συνάρτησης `fspecial('log',HSIZE,SIGMA)` καθορίζοντας το μέγεθος και σ. Το μέγεθος θα πρέπει να είναι περίπου [7σ,7σ].
18. Υπολογίστε τη συνέλιξη $I_{Lap} = I * Lap$ της εικόνας I με τον πίνακα της Λαπλασιανής.
19. Για κάθε pixel (x, y) της I_{Lap}, για το οποίο $I_{Lap}(x, y) < 0$,
    a. υπολόγισε την ελάχιστη τιμή *v* των 4 γειτονικών Pixel του (x, y)
    b. Αν *v*>κατόφλι>=0 τότε το (x, y) είναι pixel ακμής (δηλ. BW(x, y)=1, όπου BW δυαδική εικόνα ακμών.
20. Επαναλάβετε το βήμα 14 μεταβάλλοντας την τιμή του σ και του κατοφλίου και παρατηρείστε την εικόνα ακμών που δημιουργείται -βλ. Σχ.4 (α), (β).
21. Εφαρμόστε την ανεύρεση ακμών με την LoG για μία εικόνα σπινθηρογραφήματος με υψηλό βαθμό θορύβου (`nm-spine.bmp`, Σχ. 4 (α)), Σχ. 4 (β), (γ).

Ανεύρεση ακμών εινόνας με βάση τον αλγόριθμο Canny.

22. Ο αλγόριθμος αυτός είναι ένας από τους πιο ισχυρούς και διαδεδομένους για ανεύρεση ακμών. Χρησιμοπιείστε την έτοιμη υλοποίηση του Matlab (συνάρτηση edge, παράμετρος “canny”). Ο αλγόριθμος χρειάζεται την τιμή για 2 κατώφλια, καθώς και την τυπική απόκλιση σ, οι τιμές των οποίων προσδιορίζονται βάσει δοκιμών. Εφαρμόστε τον αλγόριθμο στις προηγούμενες εικόνες και συγκρίνετε τις εικόνες ακμών που παράγονται.