

Θέμα 1 (1.5 μονάδες)

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με αρνητική βαθμολόγηση (+1 σωστή απάντηση, -1 λανθασμένη απάντηση, 0 αν δεν δοθεί απάντηση)

1.1 Στο πρότυπο JPEG το στάδιο στο οποίο κατά κύριο λόγο οφείλεται η απώλεια πληροφορίας είναι:

- α. Μετασχηματισμός DCT
- β. Κβαντισμός
- γ. Zig-zag scanning
- δ. Κανένα από τα παραπάνω

Κβαντισμός: οι τιμές του DCT στρογγυλοποιούνται και διατηρούνται οι χαμηλές συχνότητες

1.2 Σε ένα βίντεο, ένα frame στο οποίο συμβαίνει αλλαγή σκηνής είναι πιθανότερο να προτιμηθεί να κωδικοποιηθεί ως:

- α. I-frame
- β. P-frame
- γ. B-frame

αλλαγή σκηνής $\Rightarrow$ καμία συσχέτιση με προηγούμενα $\Rightarrow$ πλήρης ανεξ. κωδικοποίηση (I-frame)

1.3 Μετά την εκπαίδευση, ένα diffusion model μπορεί να δημιουργήσει νέες εικόνες. Πώς λειτουργεί η δειγματοληψία;

- α. Απαιτεί τον προσδιορισμό του επιθυμητού επιπέδου θορύβου και την τροφοδότησή του στο μοντέλο για τη δημιουργία ενός αντίστοιχου δείγματος δεδομένων.
- β. Το μοντέλο απαιτεί πραγματικά παραδείγματα εικόνας ως σημείο εκκίνησης για τη δημιουργία.
- γ. Το μοντέλο παράγει απευθείας δείγματα από την κατανομή δεδομένων που έμαθε.
- δ. Το μοντέλο ξεκινά με μια θορυβώδη εικόνα και αφαιρεί προοδευτικά το θόρυβο με μικρά βήματα.

Το diffusion model κάνει reverse denoising: ξεκινά από θόρυβο και πηγαίνει την εικόνα βήμα-βήμα

1.4 Ποιος είναι ο ρόλος του συνελκτικού στρώματος (convolutional layer) σε ένα συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (CNN);

- α. Ανιχνεύει μοτίβα και χαρακτηριστικά
- β. Κανονικοποιεί τα δεδομένα
- γ. Υπολογίζει τη συνάρτηση κόστους
- δ. Βελτιώνει την ακρίβεια του μοντέλου

1.5 Το pooling layer σε ένα CNN για ταξινόμηση εικόνων μπορεί να είναι τύπου:

- α. MAX
- β. MIN
- γ. AVERAGE
- δ. Οποδήποτε από τα παραπάνω

Θέμα 2 (1 μονάδα)

2.1 Να εξηγήσετε μαθηματικά πώς από τον τελεστή της Λαπλασιανής προκύπτει η δοθείσα μάσκα της Λαπλασιανής:

τελεστής Laplacian: $\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \sim$ μετράει καμπυλότητα και εντονίζει περιοχές με απότομη αλλαγή έντασης (ακραίες τιμές)

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} &= f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y) \\ \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} &= f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y) \end{aligned} \right\} \nabla^2 f = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

που αντιστοιχεί στην παραπάνω convolutional mask

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

2.2 Περιγράψτε τι αποτελέσματα επιφέρει η εφαρμογή του Λαπλασιανού τελεστή σε μια εικόνα.

Η λαπλασιανή είναι ανιχνευτής ακμών (edge detector). Επειδή είναι δεύτερη παράγωγος, εντοπίζει σημεία όπου η ένταση αλλάζει απότομα. Ωστόσο, είναι ευαίσθητος σε θόρυβο, και συχνά εντοπίζει και ψευδείς ακμές.

2.3 Τι επιπλέον ή διαφορετικό κάνει ο τελεστής LoG;

$$\text{LoG}(f) = \nabla^2 (G(x,y) * f(x,y))$$

Ο LoG πρώτα εφαρμόζει Gaussian blur στην εικόνα (για εξομάλυνση και μείωση θορύβου), και έπειτα υπολογίζει τη λαπλασιανή. Αυτό οδηγεί σε πιο καθαρή ανίχνευση ακμών, με λιγότερες ψευδείς αποκρίσεις.

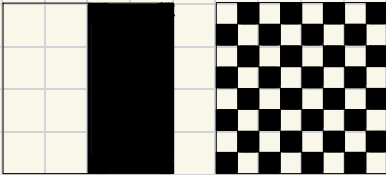
Θέμα 3 (2.5 μονάδες)

Οι παρακάτω εικόνες A και B έχουν μέγεθος 8x8 pixels και αποτελούνται από μαύρα (τιμή 0) και άσπρα (τιμή 1) pixels.

Σημειώσεις:

- Οι γραμμές γύρω από τις εικόνες υποδηλώνουν ότι η εικόνα επεκτείνεται περιμετρικά (padding) πριν το φιλτράρισμα.
- Για το φιλτράρισμα, υποθέστε ότι οι φιλτραρισμένες εικόνες έχουν επίσης διαστάσεις 8x8 (δηλαδή μετά από zero-padding ή άλλο padding που διατηρεί το μέγεθος).

3.1 Να σχεδιάσετε το ιστόγραμμα των εικόνων A και B. Τι παρατηρείτε;



και για τις δύο εικόνες:
 # black = 32 pixel
 # white = 32 pixel

1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0

1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1



~ ίδιο χρώμα, αλλά
 διαφορετική κατανομή
 στον χώρο

3.2 Υποθέστε ότι οι δύο εικόνες φιλτράρονται με φίλτρο μέσης τιμής (average filter) διαστάσεων 3x3. Υπολογίστε και σχεδιάστε τα ιστογράμματα των εικόνων μετά το φιλτράρισμα.

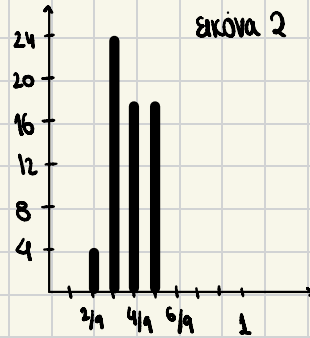
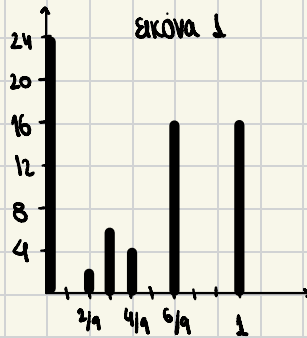
εικόνα 1:

- γωνίες άσπρου: (0,0), (3,0), (0,7), (3,7): $(4 \cdot 1 + 5 \cdot 0) / 9 = 4/9 = 0.44 \sim 4 \text{ pixel}$
- περιγραμματα άσπρου: (1,2), (3,1-6), (1,3-7), (0,1-2): $(6 \cdot 1 + 3 \cdot 0) / 9 = 6/9 = 0.67 \sim 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 = 16 \text{ pixel}$
- εσωτερικό άσπρου: (1-2,1-6): $(9 \cdot 1 + 0 \cdot 0) / 9 = 1 \sim 2 \cdot 6 = 12 \text{ pixel}$
- εσωτ μαυρη γωνία: (4,0), (4,7): $(2 \cdot 1 + 7 \cdot 0) / 9 = 0.22 \sim 2 \text{ pixel}$
- εσωτ μαύρο περιγραμματα: (4,1-6): $(3 \cdot 1 + 6 \cdot 0) / 9 = 0.33 \sim 6 \text{ pixel}$
- υπολοιπα μαύρα: (5-7,0-7): $(0 \cdot 1 + 9 \cdot 0) / 9 = 0 \sim 3 \cdot 8 = 24 \text{ pixel}$

εικόνα 2:

- γωνίες (0,0), (0,7), (7,0), (7,7): $(2 \cdot 1 + 7 \cdot 0) / 9 = 0.22 \sim 4 \text{ pixel}$
- περιγραμματα (1-6,0), (0,1-6), (1-6,7), (7,1-6): $(3 \cdot 1 + 6 \cdot 0) / 9 = 0.33 \sim 4 \cdot 6 = 24 \text{ pixel}$
- εσωτερικό με άσπρο κέντρο: $(1 \cdot 1 + 0 \cdot 4) / 9 = 0.55 \sim 18 \text{ pixel}$
- εσωτερικό με μαύρο κέντρο: $(1 \cdot 4 + 0 \cdot 5) / 9 = 0.44 \sim 18 \text{ pixel}$

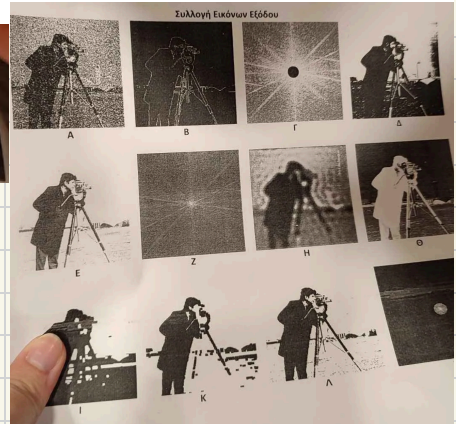
τιμή	#pixel1	#pixel2
0	24	0
0.22	2	4
0.33	6	24
0.44	4	18
0.55	0	18
0.67	16	0
1	12	0
Σ	64	64



Θέμα 5 (3 μονάδες)

Έστω E_0 η αρχική (διπλανή) εικόνα. Η εικόνα E_0 υφίσταται 10 διαφορετικές διαδικασίες επεξεργασίας (μία κάθε φορά), όπως περιγράφεται παρακάτω, δημιουργώντας εικόνες $E_1, E_2, \dots, E_{10}$. Για κάθε μία από τις εικόνες A–M (θα σας δοθούν), επιλέξτε ποια από τις E_1 – E_{10} την έχει δημιουργήσει, αιτιολογώντας ποια επεξεργασία ταιριάζει καλύτερα στην εικόνα. Εάν κάποια από τις εικόνες A–M δεν ταιριάζει με καμία από τις E_1 – E_{10} , γράψτε "ΚΑΜΙΑ".

- Οι 10 επεξεργασίες εικόνας είναι:
- E1: Κατωφλίωση με τιμή κατωφλίου 150
 - E2: Προσθήκη θορύβου τύπου salt & pepper (20%)
 - E3: Εφαρμογή μετασχηματισμού Fourier
 - E4: Κατωφλίωση με τιμή κατωφλίου 90
 - E5: Φιλτράρισμα με ιδεατό βαθυπερατό φίλτρο και απεικόνιση στο πεδίο της συχνότητας
 - E6: Αύξηση της φωτεινότητας κατά 100
 - E7: Εφαρμογή μορφολογικής λειτουργίας άνοιγμα (opening)
 - E8: Εφαρμογή του τελεστή Roberts
 - E9: Εφαρμογή συμπληρώματος
 - E10: Εφαρμογή αντίστροφου μετασχηματισμού Fourier στην E5



- E1: μόνο ασπρο-μαύρο, όχι αλθίσωση περίγυρ $\rightarrow$ Δ
- E2: θόρυβος από ασπρομαύρες κουκίδες $\rightarrow$ Α
- E3: DFT magnitude $\rightarrow$ Ζ
- E4: ομοιο με E1, αλλά πιο φωτεινό $\rightarrow$ Λ
- E5: low-pass filter  $\rightarrow$ Μ
- E6: όλα πιο φωτεινά και τα ήδη φωτεινά λευκά $\rightarrow$ Ε
- E7: opening, φεύγουν θόρυβοι, μένει βασικό αντικείμενο $\rightarrow$ Κ
- E8: ανίχνευση ακμών $\rightarrow$ Β
- E9: συμπλήρωμα: ασπρο γίνεται μαύρο και αντιστρόφως $\rightarrow$ Θ
- E10: ανακατασκευασμένη, πιο θωπή εικόνα $\rightarrow$ Η