

Ο τρόπος και ημερομηνία παράδοσης των ασκήσεων θα ανακοινωθεί έγκαιρα. Υπολογίζεται ότι το σετ θα είναι παραδοτέο περί τις **13-06-2014**. Επισημαίνεται ότι οι εργασίες είναι **ατομικές** και ότι συνεισφέρουν **10%** του τελικού βαθμού.

**Άσκηση 1:** Τα παρακάτω είναι ανεξάρτητα ερωτήματα:

- (a) Δίνεται η ακόλουθη εικόνα με αρχή των αξόνων (0,0) το εικονο-στοιχείο pixel της κάτω αριστερής της γωνίας, οριζόντιο άξονα των  $x$  και κατακόρυφο άξονα των  $y$ :

$$\mathbf{I}_1 = \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ E & E & E & E & E \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} .$$

Εφαρμόστε τον μετασχηματισμό του Hough για ανίχνευση ευθειών στην εικόνα αυτή, θεωρώντας ότι οι μόνες πιθανές ευθείες είναι της μορφής  $y = b$  ή  $y = \pm x + b$ . Εξηγήστε αναλυτικά.

- (b) Δίνεται η ακόλουθη εικόνα με  $5 \times 5$  εικονο-στοιχεία (pixels), με αρχή των αξόνων (0,0) το εικονο-στοιχείο στο κέντρο της, άξονα των  $x$  τον οριζόντιο άξονα (λαμβάνοντας θετικές τιμές προς τα δεξιά), και άξονα των  $y$  τον κατακόρυφο άξονα (λαμβάνοντας θετικές τιμές προς τα πάνω):

$$\mathbf{I}_2 = \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & E & E & E & 0 \\ 0 & E & 0 & E & 0 \\ 0 & E & E & E & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} .$$

Εφαρμόστε τη μεθοδολογία του μετασχηματισμού του Hough για να ανιχνεύσετε το τετράγωνο σχήμα μεταξύ ενός συνόλου πιθανών τετραγώνων της εικόνας τα οποία έχουν τους εξής περιορισμούς: Το κέντρο τους βρίσκεται σε εικονο-στοιχείο της εικόνας πάνω στον άξονα των  $x$  (δηλ.  $c_y = 0$  και το  $c_x$  είναι κατάλληλος ακέραιος), οι ακμές τους είναι πάντα παράλληλες στους άξονες των  $x$  και  $y$ , και όλα τα σημεία του τετραγώνου βρίσκονται σε εικονο-στοιχεία (δηλ. οι συντεταγμένες τους είναι ακέραιες εντός της εικόνας). Εξηγήστε αναλυτικά.

**Άσκηση 2:**

Έστω δύο κάμερες με παράλληλους οπτικούς άξονες, κάθετους στην ευθεία που συνδέει τα οπτικά τους κέντρα. Η αριστερή κάμερα έχει focal length ίσο με  $f$  και η δεξιά κάμερα έχει focal length ίσο με  $2f$ . Τα οπτικά τους κέντρα επίσης απέχουν απόσταση (baseline) ίση με  $d$ . Για σημεία  $(X, 0, Z)$  του επιπέδου που ορίζεται από τους δύο παράλληλους οπτικούς άξονες, βρείτε την απόστασή τους,  $Z$ , από την ευθεία που περνά από τα οπτικά κέντρα, σε σχέση με τις αντίστοιχες συντεταγμένες  $x_L$  και  $x_R$  απεικόνισής τους στις δύο κάμερες, όπως επίσης και την απόστασή τους,  $X$ , από τον αριστερό οπτικό άξονα.

**Άσκηση 3:** Τα παρακάτω είναι ανεξάρτητα ερωτήματα:

(a) Δίνονται τα ακόλουθα σημεία στον 2-D χώρο:

$$\mathbf{x}_1 = [-1, 0]^T, \quad \mathbf{x}_2 = [0, 0]^T, \quad \text{και} \quad \mathbf{x}_3 = [1, 1]^T.$$

Βρείτε την ευθεία που περιγράφει καλύτερα τα δεδομένα αυτά με βάση τον αλγόριθμο RANSAC (RANDOM Sample Consensus), χρησιμοποιώντας σφάλμα ελάχιστων τετραγώνων για την αξιολόγηση των διαφόρων λύσεων. Εξηγήστε αναλυτικά. Υπενθυμίζουμε ότι ο αλγόριθμος αυτός εξετάζει για διάφορους συνδυασμούς σημείων το πόσο καλά περιγράφει τα δεδομένα του προβλήματος το μοντέλο που προκύπτει, και επιλέγει ανάμεσά τους το καλύτερο μοντέλο.

(b) Έστω έξι παραδείγματα εκπαίδευσης μίας κλάσης εικόνων που περιγράφονται από τα 2-D χαρακτηριστικά:

$$\mathbf{x}_1 = [0, 1]^T, \quad \mathbf{x}_2 = [1, 2]^T, \quad \mathbf{x}_3 = [-1, 2]^T, \quad \mathbf{x}_4 = [0, -1]^T, \quad \mathbf{x}_5 = [1, -2]^T, \quad \text{και} \quad \mathbf{x}_6 = [-1, -2]^T.$$

Έστω επίσης δύο εικόνες δοκιμής που περιγράφονται από τα 2-D χαρακτηριστικά:

$$\mathbf{x}_{ts1} = [2, 4]^T \quad \text{και} \quad \mathbf{x}_{ts2} = [3, 2]^T.$$

Βρείτε ποια από τις δύο εικόνες δοκιμής βρίσκονται πιο κοντά στην κλάση των εικόνων εκπαίδευσης με βάση το DFFS (distance from feature space). Εξηγήστε αναλυτικά. Υπενθυμίζουμε ότι το DFFS ορίζεται ως η απόσταση σημείου από την προβολή του σε χώρο μικρότερης διάστασης, με βάση τον μετασχηματισμό PCA των σημείων του συνόλου εκπαίδευσης.

**Άσκηση 4:** Τα παρακάτω είναι ανεξάρτητα ερωτήματα:

(a) Έστω οι δύο εικόνες με αρχή των αξόνων (0,0) στα εικονο-στοιχεία (pixels) των κέντρου των εικόνων, οριζόντιο άξονα των  $x$  προς τα δεξιά και κατακόρυφο άξονα των  $y$  προς τα πάνω:

$$\mathbf{I}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \text{και} \quad \mathbf{I}_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A & B & B & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Δώστε τον πίνακα ενός 2-D γεωμετρικού μετασχηματισμού που όταν εφαρμοστεί στην εικόνα  $\mathbf{I}_1$  προκύπτει η εικόνα  $\mathbf{I}_2$ . Υπόδειξη: Χρησιμοποιείστε μετασχηματισμό ομοιότητας (similarity) της μορφής

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} a & -b & t_x \\ b & a & t_y \end{bmatrix}.$$

(b) Δίνονται οι εικόνες:

$$\mathbf{I}_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{I}_4 = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}.$$

Εφαρμόστε οποιοδήποτε φίλτρο ανιχνευτή ακμών (edge detector) στις εικόνες  $\mathbf{I}_3$  και  $\mathbf{I}_4$ .