



Επεξεργασία Εικόνας και Βίντεο

Φυλλάδιο Λυμένων Ασκήσεων 9 **(Μηχανική Μάθηση στην Επεξεργασία Εικόνας)**



Άσκηση 1^η

Έστω η έγχρωμη εικόνα I, για την οποία οι τιμές φωτεινότητας φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:

Red				Green				blue			
30	181	237	240	12	21	25	12	0	0	0	0
100	35	180	235	200	14	12	18	0	0	0	0
120	115	32	150	203	206	19	13	0	0	0	0
130	127	123	33	215	210	199	22	0	0	0	0

A) Δημιουργήστε ένα πίνακα χαρακτηριστικών για κάθε ένα εικονοστοιχείο της εικόνας, ο οποίος θα περιέχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- I. Την συντεταγμένη y του εικονοστοιχείου (η γραμμή του εικονοστοιχείου)
- II. Την συντεταγμένη x του εικονοστοιχείου (η στήλη του εικονοστοιχείου)
- III. Την φωτεινότητα του κόκκινου καναλιού
- IV. Την Φωτεινότητα του πράσινου καναλιού

B) Κάνοντας χρήση μόνο των χαρακτηριστικών φωτεινότητας, δημιουργήστε την γραφική παράσταση του 2-διάστατου χώρου χαρακτηριστικών (ο άξονας x να είναι οι φωτεινότητες του κόκκινου καναλιού, και ο άξονας y οι φωτεινότητες του πράσινου καναλιού). Τοποθετήστε τα δείγματα στην γραφική παράσταση. Πόσες ομάδες από εικονοστοιχεία φαίνεται να δημιουργούνται;

Γ) Έστω ότι εφαρμόζεται ο αλγόριθμος συσταδοποίησης K-μέσων (K-means), με σκοπό να ομαδοποιηθούν αυτόματα σε 3 ομάδες τα εικονοστοιχεία με βάση τις φωτεινότητες τους (κόκκινες και πράσινες). Αν κατά την επανάληψη i του αλγορίθμου τα κεντροειδή των ομάδων έχουν συντεταγμένες φωτεινότητων

$C1 = (100,50)$

$C2 = (150,150)$

$C3 = (100,250)$

Εξετάστε σε ποια ομάδα καταχωρείται το εικονοστοιχείο J που βρίσκεται στη θέση της εικόνας (3,4).

D) Εφαρμόστε στην MATLAB των αλγόριθμο K-μέσων, με τρεις ομάδες και χαρακτηριστικά τις κόκκινες και τις πράσινες φωτεινότητες, και εμφανίστε τα αποτελέσματα.

Λύση

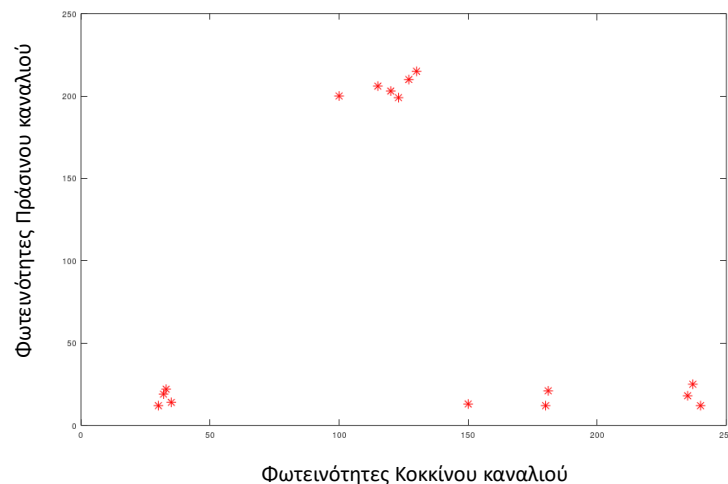
A) Απλώς πρέπει να δημιουργήσουμε ένα πίνακα με 16 γραμμές (μία για κάθε εικονοστοιχείο) και 4 στήλες με τα χαρακτηριστικά.

	Γραμμή Εικονοστοιχείου	Στήλη Εικονοστοιχείου	Φωτεινότητα κόκκινου καναλιού	Φωτεινότητα πράσινου καναλιού
I(1,1)	1	1	30	12
I(1,2)	1	2	181	21
I(1,3)	1	3	237	25
I(1,4)	1	4	240	12
I(2,1)	2	1	100	200



I(2,2)	2	2	35	14
I(2,3)	2	3	180	12
I(2,4)	2	4	235	18
I(3,1)	3	1	120	203
I(3,2)	3	2	115	206
I(3,3)	3	3	32	19
I(3,4)	3	4	150	13
I(3,1)	4	1	130	215
I(3,2)	4	2	127	210
I(3,3)	4	3	123	199
I(3,4)	4	4	33	22

Β) Η αποτύπωση των δειγμάτων στον χώρο των χαρακτηριστικών θα είναι όπως στο παρακάτω σχήμα:



Παρατηρούμε ότι τα εικονοστοιχεία είναι ομαδοποιημένα σε μεγάλο βαθμό στον χώρο των χαρακτηριστικών. Φαίνεται ότι στην εικόνα υπάρχουν α) μια ομάδα εικονοστοιχείων που έχει χαμηλές φωτεινότητες και στα δύο κανάλια, β) μια ομάδα εικονοστοιχείων που έχουν υψηλή φωτεινότητα πράσινου καναλιού, και μέση φωτεινότητα κόκκινου καναλιού, ενώ τέλος γ) υπάρχει μια ομάδα εικονοστοιχείων που έχουν χαμηλή φωτεινότητα πράσινου καναλιού και μέση έως μέγιστη φωτεινότητα κόκκινου καναλιού. Την τελευταία ομάδα κάποιος θα μπορούσε να την χωρίσει και σε δύο διαφορετικές ομάδες, και άρα να υπάρχουν συνολικά 4 ομάδες.

Με βάση τα παραπάνω φαίνεται ότι ο ιδανικός αριθμός ομάδων είναι ίσος με 3.

Γ) Για να αποφανθούμε σε ποια ομάδα θα καταχωρηθεί το κάθε εικονοστοιχείο θα πρέπει να υπολογίσουμε την ευκλείδεια απόσταση από όλα τα κεντροειδή και να το καταχωρήσουμε στο πιο κοντινό κεντροειδές:

Ι. Το εικονοστοιχείο J που βρίσκεται στην θέση (3,4) έχει τιμές χαρακτηριστικών (150,13). Η ευκλείδεια απόσταση από τα τρία κεντροειδή είναι κατά σειρά:

$$E_{j,C1} = \sqrt{(I_R(3,4) - I_{R,C1})^2 + (I_G(3,4) - I_{G,C1})^2} = \sqrt{(150 - 100)^2 + (13 - 50)^2} = \sqrt{50^2 + (-37)^2} = \sqrt{2500 + 1369} = \sqrt{3869} = 62.20$$

$$E_{j,C2} = \sqrt{(I_R(3,4) - I_{R,C2})^2 + (I_G(3,4) - I_{G,C2})^2} = \sqrt{(150 - 150)^2 + (13 - 150)^2} = \sqrt{0^2 + (-137)^2} = 137$$



$$E_{j,C3} = \sqrt{(I_R(3,4) - I_{R,C3})^2 + (I_G(3,4) - I_{G,C3})^2} = \sqrt{(150 - 100)^2 + (13 - 250)^2} = \sqrt{50^2 + (237)^2} = \sqrt{2500 + 56169} = \sqrt{58669} = 242.22$$

Επομένως το εικονοστοιχείο κατατάσσεται στο C1 από το οποίο απέχει την μικρότερη ευκλείδεια απόσταση. Παρατηρήστε ότι κατά την τρέχουσα επανάληψη και με βάση τα τρέχοντα κεντροειδή, το εικονοστοιχείο κατατάσσεται στην ομάδα των εικονοστοιχείο με χαμηλή φωτεινότητα και στο κόκκινο και στο πράσινο κανάλι. Προφανώς το γεγονός αυτό με την πάροδο των επαναλήψεων και την ανανέωση των θέσεων των κεντροειδών θα μετατραπεί.

Δ) Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας:

```
clc, clear, close all

pkg load statistics

I = zeros(4,4,3);

I(:, :, 1) = [ 30 181 237 240;
              100 35 180 235;
              120 115 32 150;
              130 127 123 33];

I(:, :, 2) = [ 12 21 25 12;
              200 14 12 18;
              203 206 19 13;
              215 210 199 22];

I(:, :, 3) = [0 0 0 0;
              0 0 0 0;
              0 0 0 0;
              0 0 0 0];

figure, imshow(uint8(I))

features = zeros(size(I,1)*size(I,2),4);

count = 1;
for i = 1:size(I,1)
    for j = 1:size(I,2)
        features(count,1) = i;
        features(count,2) = j;
        features(count,3) = I(i,j,1); % Φωτεινότητα στο κόκκινο κανάλι
        features(count,4) = I(i,j,2); % Φωτεινότητα στο πράσινο κανάλι
        count = count + 1;
    end
end
```

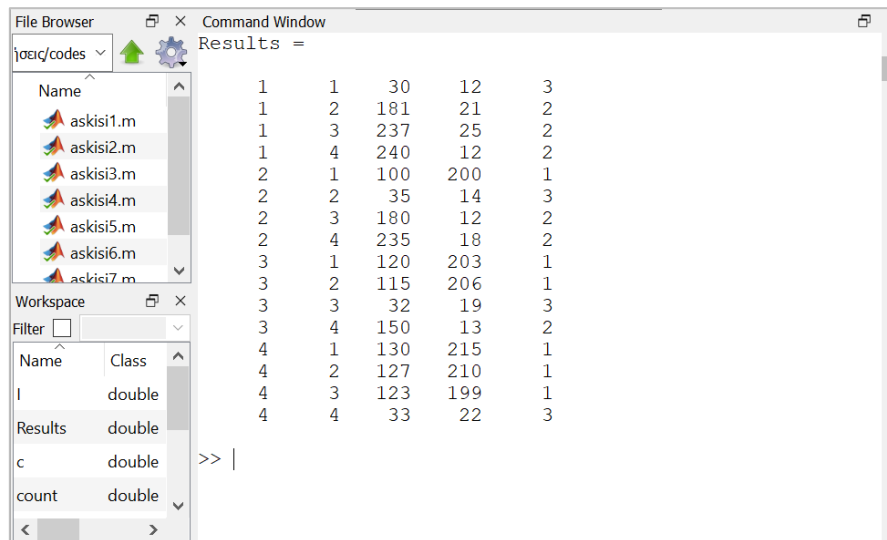


```
figure, plot(features(:,3),features(:,4),'r*')
```

```
[idx,c] = kmeans(features(:,2:4),3);
```

```
Results = [features idx]
```

Και τα αποτελέσματα στο command window της Octave



Παρατηρείστε:

- τα εικονοστοιχεία της ομάδας 3, τα οποία είναι τα εικονοστοιχεία που έχουν χαμηλή φωτεινότητα και στα 2 κανάλια (είναι το cluster δειγμάτων που φαίνεται κάτω αριστερά στον χώρο των χαρακτηριστικών).
- τα εικονοστοιχεία της ομάδας 1, τα οποία έχουν όλα πολύ υψηλή φωτεινότητα πράσινου καναλιού (είναι το cluster που φαίνεται ψηλά στον χώρο των χαρακτηριστικών).
- τα εικονοστοιχεία του cluster 2, στο οποίο έχουν καταχωρηθεί όλα τα υπόλοιπα εικονοστοιχεία παρότι οι φωτεινότητες του κόκκινου καναλιού έχουν μεγάλη διασπορά (από 150 έως 240).