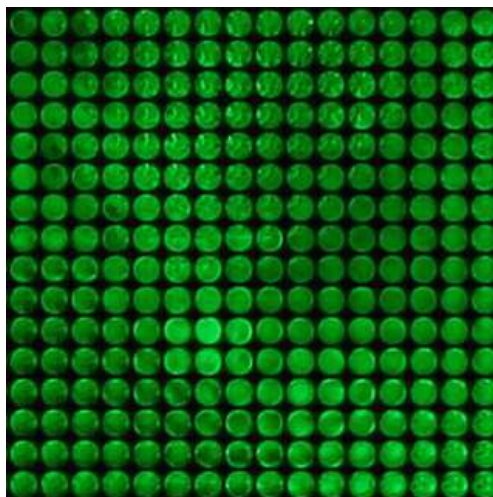


ΑΣΚΗΣΗ 6

Ανίχνευση Ακμών σε Έγχρωμες Εικόνες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μερικές εφαρμογές, οι εικόνες στις οποίες πρέπει να ανιχνεύσουμε τις ακμές είναι έγχρωμες αλλά το χρώμα των pixels είναι έντονα συσχετισμένα. Για παράδειγμα η πιο κάτω φωτογραφία έχει ληφθεί από ένα μικροσκόπιο φθορισμού. Στη φωτογραφία αυτή εκτός από το μαύρο διακρίνετε διάφορες αποχρώσεις του πράσινου.



Στη περίπτωση αυτή για να κατασκευάσουμε την grayscale εικόνα αντί να χρησιμοποιήσουμε τον μέσο όρο των χρωμάτων καλύτερα είναι να χρησιμοποιήσουμε μόνο τη πράσινη συνιστώσα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μία gray scale εικόνα με πολύ μεγαλύτερη διακύμανση (δηλαδή μεγαλύτερη αντίθεση) από αυτή του μέσου όρου. Μια ακόμη καλύτερη τεχνική είναι η εφαρμογή του Karhunen–Loève Μετασχηματισμού (KLT), γνωστού και ως Principal Component Analysis (PCA) στο RGB χώρο, η εξέταση των ιδιοτιμών που προκύπτουν και η χρήση ως gray scale εικόνας της εικόνας της μεγαλύτερης ιδιοτιμής ή το μέσο όρο των δύο εικόνων με τις μεγαλύτερες ιδιοτιμές, όταν αυτές δεν έχουν λόγο μεγαλύτερο από 10. Επαναλαμβάνουμε εδώ τη θεωρία του KLT, ώστε να τον χρησιμοποιήσουμε στην Άσκηση 6.

Δεχθείτε ότι η εικόνα μας έχει N pixels με χρώματα τα τρισδιάστατα διανύσματα στήλης $\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_N$. Η μήτρα συνδιασποράς του πληθυσμού αυτού ορίζεται ως

$$C_p = E[(\mathbf{p}_i - E(\mathbf{p}_i))(\mathbf{p}_i - E(\mathbf{p}_i))^T]$$

και υπολογίζεται κατά προσέγγιση με τον μέσο όρο:

$$C_p \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mathbf{p}_i - \bar{\mathbf{p}})(\mathbf{p}_i - \bar{\mathbf{p}})^T, \bar{\mathbf{p}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i$$

Αποδεικνύεται ότι η C_p είναι θετικά ορισμένη και συμμετρική οπότε οι τρεις ιδιοτιμές της είναι πραγματικές, και θετικές και τα αντίστοιχα ιδιοδιανύσματα είναι ορθοκανονικά, δηλαδή δημιουργούν ένα νέο τρισσορθογώνιο σύστημα αξόνων. Ας συμβολίσουμε με $\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$ και $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ τις τρεις ιδιοτιμές και τα αντίστοιχα (μοναδιαία) ιδιοδιανύσματα. Στο σύστημα συντεταγμένων των διανυσμάτων αυτών τα pixels αποκτούν νέες τιμές, τα διανύσματα τριών διαστάσεων $\mathbf{c}_i, i=1,2,\dots,N$ οι οποίες σχετίζονται με τις \mathbf{p}_i με τη σχέση:

$$\mathbf{c}_i = A \mathbf{p}_i, i=1,2,\dots,N \text{ με } A = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3]^T = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1^T \\ -\frac{\mathbf{v}_1^T}{\lambda_1} \\ \mathbf{v}_2^T \\ -\frac{\mathbf{v}_2^T}{\lambda_2} \\ \mathbf{v}_3^T \\ -\frac{\mathbf{v}_3^T}{\lambda_3} \end{bmatrix}$$

Αποδεικνύεται ότι:

1. η συνδιασπορά των διανυσμάτων \mathbf{c}_i δύνεται από τη σχέση:

$$C_c = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix}$$

2. Η ακολουθία $\{c_{3i}\} i=1,2,\dots,N$ παρουσιάζει διακύμανση $\sigma_3^2 = \lambda_3$ και είναι η μεγαλύτερη που μπορεί να επιτευχθεί με προβολή των \mathbf{p}_i ως προς οποιαδήποτε διεύθυνση.

Η πιο πάνω διαδικασία αλλαγής των αξόνων στο χώρο ώστε να προκύψουν συντεταγμένες ασυσχέτιστες μεταξύ τους είναι γνωστή ως μετασχηματισμός KLT. Θα χρησιμοποιήσουμε την τεχνική αυτή για να βρούμε μια gray scale εικόνα από μια εικόνα με περιορισμένα χρώματα. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσετε την function “eig” για τον προσδιορισμό των ιδιοτιμών και των ιδιοδιανυσμάτων του πίνακα συνδιασποράς.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΣΚΗΣΗΣ

6A)

Χρησιμοποιείτε τη τεχνική ανίχνευσης ακμών με χωριστό υπολογισμό των ακμών σε κάθε χρώμα και σύντηξη των αποτελεσμάτων για την έγχρωμη εικόνα E1. Υπολογίστε τις ακμές χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Canny.

6B)

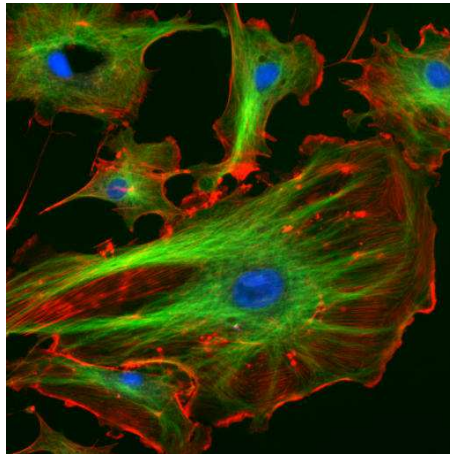
Από την εικόνα E2 υπολογίστε τον πίνακα συνδιασποράς των χρωμάτων της και της ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα του Πίνακα. Στη συνέχεια να υπολογίσετε τη προβολή των διανυσμάτων χρώματος ως προς το ιδιοδιάνυσμα με τη μεγαλύτερη ιδιοτιμή και από τις προβολές αυτές να υπολογίσετε εικόνα gray scale και στη συνέχεια τις ακμές της με τεχνική Canny.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 6

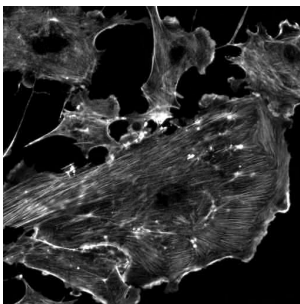
6Α)

Χρησιμοποιείτε τη τεχνική ανίχνευσης ακμών με χωριστό υπολογισμό των ακμών σε κάθε χρώμα και σύντηξη των αποτελεσμάτων για την έγχρωμη εικόνα Ε1. Υπολογίστε τις ακμές χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Canny.

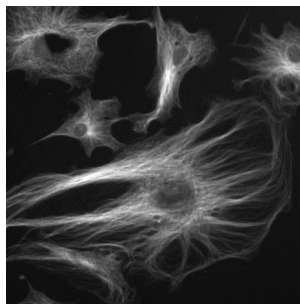
Βήμα 1: Ανάλυση της έγχρωμης Εικόνας στα τρία βασικά χρώματα.



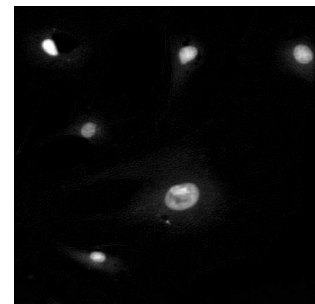
Η αρχική έγχρωμη εικόνα



Η ερυθρά συνιστώσα

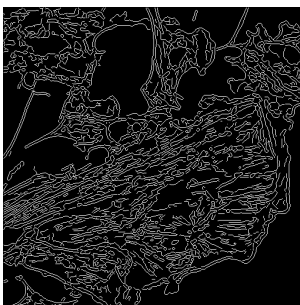


Η πράσινη συνιστώσα

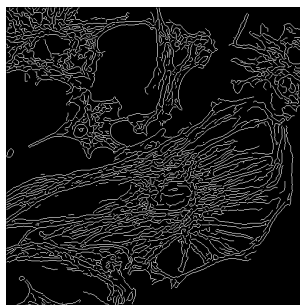


Η μπλε συνιστώσα

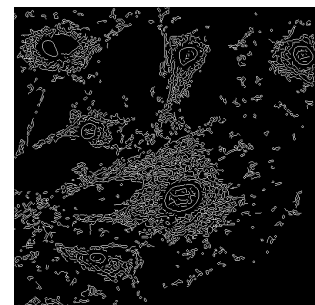
Βήμα 2: Ανίχνευση Ακμών Χωριστά για κάθε Συνιστώσα της Έγχρωμης Εικόνας.



Ακμές της Ερυθράς
Συνιστώσας

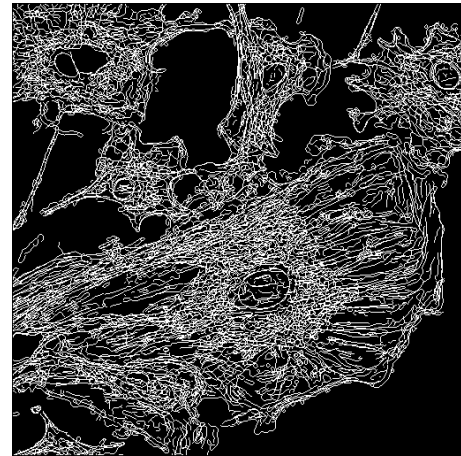
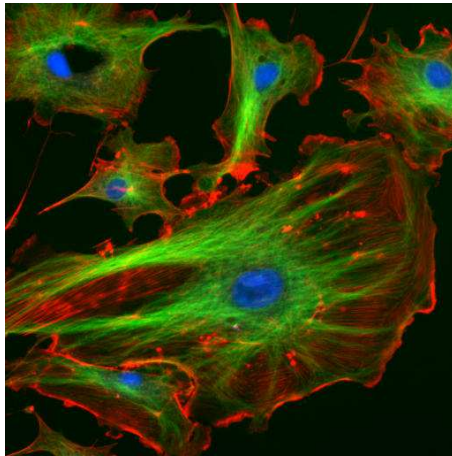


Ακμές της Πράσινης
Συνιστώσας



Ακμές της Μπλε
Συνιστώσας

Βήμα 3: Σύντηξη των τριων BW Εικόνων-Ακμών σε μία μέσω λογικού OR.



Το Σύνολο των Ακμών της
Έγχρωμης Εικόνας

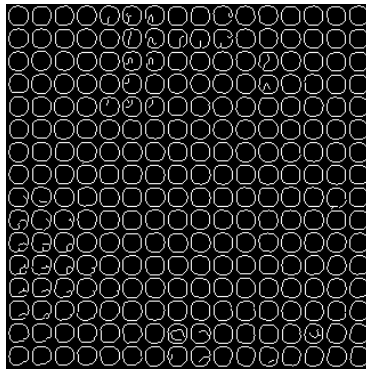
6B)

Από την εικόνα E2 υπολογίστε τον πίνακα συνδιασποράς των χρωμάτων της και της ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα του Πίνακα. Στη συνέχεια να υπολογίσετε τη προβολή των διανυσμάτων χρώματος ως προς το ιδιοδιάνυσμα με τη μεγαλύτερη ιδιοτιμή και από τις προβολές αυτές να υπολογίσετε εικόνα gray scale κα στη συνέχεια τις ακμές της με τεχνική Canny.

Απάντηση

Τα Κύρια Βήματα του Αλγορίθμου

1. Διαχώρισε τις τρεις Χρωματικές Συνιστώσες και μετάρεψέ τις σε διανύσματα με μέση τιμή μηδέν.
2. Δημιούργησε τον πίνακα συνδιασποράς C_p .
3. Υπολόγισε ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα του C_p , Εντόπισε το ιδιοδιάνυσμα v_{max} με τη μεγαλύτερη ιδιοτιμή.
4. Υπολόγισε την προβολή κάθε χρωματικού διανύσματος πάνω στο v_{max}
5. Μετάρεψε το αποτέλεσμα σε εικόνα.
6. Εφάρμοσε Canny.



Αποτέλεσμα της Επεξεργασίας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

6A)

```
clear *;close all;clc;
%Step One
ii=imread('E1.jpg');
figure;imshow(ii);%Display Color Image
figure;imshow(ii(:,:,1));%Display Red Component
figure;imshow(ii(:,:,2));%Display Green Component
figure;imshow(ii(:,:,3));%Display Blue Component
%Step Two
BWRed = edge(ii(:,:,1),'canny');figure;imshow(BWRed);
BWGreen = edge(ii(:,:,2),'canny');figure;imshow(BWGreen);
BWBlue = edge(ii(:,:,3),'canny');figure;imshow(BWBlue);
%Step Three
total_edges =BWRed|BWGreen|BWBlue;%Logical Or of the three edge components
figure;imshow(total_edges);
```

6B)

```
clear *;close all;clc;
eikona = imread('E2.bmp');%read image
[lines columns colors]=size(eikona);
eikona=double(eikona);
%take the three color components and transvers to 1D vectors with zero mean
%value
red=eikona(:,:,1);green=eikona(:,:,2);blue=eikona(:,:,3);
red=red(:);green=green(:);blue=blue(:);
red=red-mean(red);blue=blue-mean(blue);green=green-mean(green);
%Constaract Covariance matrix of the tree colos
color=[red,green,blue];
Covar=color'*color/length(color);

[vectors,values]=eig(Covar);%Evaluate Eigenvalues and eigenvectors
%Detect maximum eigenvalue
scratch(1)=values(1,1);scratch(2)=values(2,2);scratch(3)=values(3,3);
[val,index]=sort(scratch,'descend');
%compute the projection of the color vectors into the eigenvector wih the
```

```
%greatest eigenvalue
gray=color*vectors(:,index(1));
%reshape the resulted vector into image
gray=reshape(gray,lines,columns);
gray=gray-min(gray(:));
gray=gray/max(gray(:))*255;
grayi=uint8(round(gray));

bw=edge(grayi,'canny');%Canny Edge detector
imshow (bw)
```