

ΜΥΕ037 Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας
Χειμερινό εξάμηνο 2018-2019

Σειρά Ασκήσεων 1

Μπουρλή Στυλιανή, ΑΜ: 2774

ΑΣΚΗΣΗ 1

α)

Κώδικας

```
function ImageOut = AverageFilter(ImageIn, N)
%diavazw thn eikona
imageArray = imread(ImageIn);
%upologizw to mege8os ths eikonas
[m,n] = size(imageArray);
%kanw zero padding sthn eikona
newExtraSize = (N-1)/2;
paddingImageArray = zeros(m+(2*newExtraSize), n+(2*newExtraSize));
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        paddingImageArray(i+(newExtraSize),j+(newExtraSize)) = imageArray(i,j);
    end
end
%dhmiourgw to filtro
filter(1:N,1:N) = 1/N;
%dhmiourgw thn telikh eikona
ImageLast = zeros(m,n);
%efarmozw to filtro sthn eikona
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        block(1:N,1:N) = paddingImageArray(i:i+N-1,j:j+N-1);
        sum = 0;
        for k = 1:1:N
            for l = 1:1:N
                sum+= block(k,l)*filter(k,l);
            end
        end
        ImageLast(i,j) = round(sum);
    end
end
%epistrefw to apotelesma
ImageOut = ImageLast;
endfunction

*Ετρεχα το πρόγραμμα ως εξής, I = AverageFilter('BarbaraGaussianNoise.jpg',5);
colormap(gray); imagesc(I)
```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



Με χρήση φίλτρου 5*5



Με χρήση φίλτρου 7*7



Με χρήση φίλτρου 11*11



Παρατηρώ ότι η εικόνα που προέκυψε από το 5*5 φίλτρο είναι πιο θολή από την αρχική και επίσης έχει σχηματιστεί ένα ελαφρώς σκούρο πλαίσιο γύρω γύρω, λόγω των μηδενικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν στο zero padding. Επίσης, όσον αφορά την εικόνα που προέκυψε από το 7*7 φίλτρο είναι πιο θολή από την αρχική, περισσότερο θολή από αυτή που προέκυψε με το 5*5 φίλτρο και επίσης έχει σχηματιστεί και σ' αυτή ένα ελαφρώς σκούρο πλαίσιο γύρω γύρω, λόγω των μηδενικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν στο zero padding. Τέλος, για την εικόνα που προέκυψε από το 11*11 φίλτρο ισχύει ότι και για τις άλλες δύο, μόνο που είναι περισσότερο θολή.

β)

Κώδικας

```
function ImageOut = MedianFilter(ImageIn, N)
%diavazw thn eikona
imageArray = imread(ImageIn);
%upologizw to mege8os ths eikonas
[m,n] = size(imageArray);
%kanw zero padding sthn eikona
newExtraSize = (N-1)/2;
paddingImageArray = zeros(m+(2*newExtraSize), n+(2*newExtraSize));
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        paddingImageArray(i+(newExtraSize),j+(newExtraSize)) = imageArray(i,j);
    end
end
%dhmiourgw thn telikh eikona
ImageLast = zeros(m,n);
%efarmozw to filtro sthn eikona
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        block(1:N,1:N) = paddingImageArray(i:i+N-1,j:j+N-1);
        block2 = zeros(1,N*N);
        counter=1;
        for k = 1:1:N
            for l = 1:1:N
                block2(counter)=block(k,l);
                counter++;
            end
        end
        sortedBlock = sort(block2);
        ImageLast(i,j) = sortedBlock(round((N*N)/2));
    end
end
%epistrefw to apotelesma
ImageOut = ImageLast;
endfunction
```

*Ετρεχα το πρόγραμμα ως εξής,
I = MedianFilter('BarbaraSaltAndPepper30Noise.jpg',5);
colormap(gray); imagesc(I)

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



Με χρήση φίλτρου 5*5



Με χρήση φίλτρου 7*7



Με χρήση φίλτρου 11*11



Παρατηρώ ότι η εικόνα που προέκυψε από τη χρήση φίλτρου 5*5 είναι αρκετά πιο βελτιωμένη σε σχέση με την αρχική. Είναι βέβαια αρκετά θολή. Το φίλτρο της διαμέσου, επειδή δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές και γενικά χρησιμοποιεί τις τιμές που ήδη υπάρχουν διατηρεί τις ακμές. Επίσης, δεν χρησιμοποιεί συνδυασμό των τιμών και σε αυτό οφείλεται το ότι δεν σχηματίζεται έντονο σκούρο πλαίσιο γύρω από την εικόνα. Για τις άλλες δύο εικόνες ισχύουν τα ίδια με τη διαφορά ότι η εικόνα που προέκυψε από το φίλτρο 7*7 είναι αρκετά πιο θολή από την εικόνα από το 5*5, και η εικόνα από το 11*11 φίλτρο, ακόμα πιο θολή από τις άλλες δύο.

ΑΣΚΗΣΗ 2

α)

Κώδικας

```
function ImageOut = ImageGradient(ImageIn)
%diavazw thn eikona
imageArray = imread(ImageIn);
imageArray = double(imageArray);
%upologizw to mege8os ths eikonas
[m,n] = size(imageArray);
%dhmiourgw thn telikh eikona
ImageLast = zeros(m,n);
%dhmiourgw thn eikona gia thn prwth paragwgo gia ton aksona x
ImageX = zeros(m,n);
%dhmiourgw thn eikona gia thn prwth paragwgo gia ton aksona y
ImageY = zeros(m,n);
for i = 1:1:m-1
    for j = 1:1:n-1
        %upologizw thn merikh paragwgo gia ton aksona x
        xgrad = imageArray(i+1,j) - imageArray(i,j);
        ImageX(i,j) = xgrad;
        %upologizw thn merikh paragwgo gia ton aksona y
        ygrad = imageArray(i,j+1) - imageArray(i,j);
        ImageY(i,j) = ygrad;
        %upologizw to metro tous
        ans = sqrt((xgrad^2)+(ygrad^2));
        %to apo8hkeuw sto antistoixo pixel ths telikhs eikonas
        ImageLast(i,j) = ans;
    end
end
%sumplhrwnw thn teleutaia grammh
for i = 1:1:n
    ImageLast(m,i) = imageArray(m,i);
    ImageX(m,i) = imageArray(m,i);
    ImageY(m,i) = imageArray(m,i);
end
%sumplhrwnw thn teleutaia sthlh
for i = 1:1:m
    ImageLast(i,n) = imageArray(i,n);
    ImageX(m,i) = imageArray(m,i);
    ImageY(m,i) = imageArray(m,i);
end
%epistrefw to apotelesma
ImageOut = ImageLast;
%emfanizw thn eikona me xrhsh paragwgou X kai Y
colormap(gray);imagesc(ImageX);
colormap(gray);imagesc(ImageY);
endfunction
```

```
*Έτρεχα το πρόγραμμα ως εξής,  
I = ImageGradient('lena.jpg');  
colormap(gray); imagesc(I)
```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



Με χρήση παραγώγου στον άξονα X



Με χρήση παραγώγου στον άξονα Y



Με χρήση του μέτρου της παραγώγου



Παρατηρώ ότι με τη χρήση παραγώγου στον άξονα X έγιναν πολύ έντονες οι οριζόντιες ακμές της εικόνας. Επίσης, με τη χρήση παραγώγου στον άξονα Y έγιναν πολύ έντονες οι κάθετες ακμές της εικόνας. Τέλος, με τη χρήση μέτρου παραγώγου έγιναν έντονες όλες οι ακμές της εικόνας και μάλιστα αυτές σχηματίζονται με λευκό χρώμα, ενώ όλη η υπόλοιπη εικόνα είναι σκουρόχρωμη.

β)

Κώδικας

```
function ImageOut = ImageLaplacian(ImageIn)
%diavazw thn eikona
ImageArray = imread(ImageIn);
ImageArray = double(ImageArray);
%upologizw to mege8os ths eikonas
[m,n] = size(ImageArray);
%dhmiourgw th laplacian eikona
ImageLapl = zeros(m,n);
for i = 2:1:m-1
    for j = 2:1:n-1
        %upologizw th deuterh paragwgo gia ton aksona x
        xgrad2 = ImageArray(i+1,j) + ImageArray(i-1,j) - 2*ImageArray(i,j);
        %upologizw th deuterh paragwgo gia ton aksona y
        ygrad2 = ImageArray(i,j+1) + ImageArray(i,j-1) - 2*ImageArray(i,j);
        %upologizw to athroisma tous
        ans = xgrad2 + ygrad2;
        %to apo8hkeuw sto antistoixo pixel ths telikhs eikonas
        ImageLapl(i-1,j-1) = ans;
    end
end
%sumplhrwnw thn teleutaia grammh
for i = 1:1:n
    ImageLast(m,i) = ImageArray(m,i);
end
%sumplhrwnw thn teleutaia sthlh
for i = 1:1:m
    ImageLast(i,n) = ImageArray(i,n);
end
%emfanizw th laplacian eikona
colormap(gray);
imagesc(ImageLapl);
%afairw th laplacian eikona apo thn arxikh gia na prokupsei h telikh
ImageLast = ImageArray - ImageLapl;
%epistrefw to apotelesma
ImageOut = ImageLast;
endfunction
```

```
*Ετρεχα το πρόγραμμα ως εξής,
I = ImageLaplacian('lena.jpg');
colormap(gray); imagesc(I)
```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



Μετά τη χρήση του Laplacian φίλτρου



Με αφαίρεση της φιλτραρισμένης εικόνας από την αρχική



Παρατηρώ ότι μετά τη χρήση του Laplacian φίλτρου προκύπτει μία θολή εικόνα, η οποία έχει αρκετά έντονες ακμές. Στη συνέχεια, αφαιρώ αυτή την εικόνα από την αρχική και παίρνω μια βελτιωμένη εικόνα σε σχέση με την αρχική.

γ) i)

Κώδικας

```
%diavazw thn eikona
Image = imread('boat512.jpg');
%tholwnw thn eikona me to filtro mesou orou
I = AverageFilter('boat512.jpg',5);
%dhmiourgw thn eikona maska
ImageMask = Image - I;
%efarmozw thn eikona maska sthn arxikh eikona
Result = Image + 1*ImageMask;
%emfanizw thn eikona
Result = uint8(Result);
figure; imshow(Result);

%sunarthsh upologismou mesou orou
function ImageOut = AverageFilter(ImageIn, N)
    %diavazw thn eikona
    ImageArray = imread(ImageIn);
    ImageArray = double(ImageArray);
    %upologizw to mege8os ths eikonas
    [m,n] = size(ImageArray);
    %kanw zero padding sthn eikona
    newExtraSize = (N-1)/2;
    paddingImageArray = zeros(m+(2*newExtraSize), n+(2*newExtraSize));
    for i = 1:1:m
        for j = 1:1:n
            paddingImageArray(i+(newExtraSize),j+(newExtraSize)) = ImageArray(i,j);
        end
    end
    %dhmiourgw to filtro
    filter(1:N,1:N) = 1/N;
    %dhmiourgw thn telikh eikona
    ImageLast = zeros(m,n);
    %efarmozw to filtro sthn eikona
    for i = 1:1:m
        for j = 1:1:n
            block(1:N,1:N) = paddingImageArray(i:i+N-1,j:j+N-1);
            sum = 0;
            for k = 1:1:N
                for l = 1:1:N
                    sum+= block(k,l)*filter(k,l);
                end
            end
            ImageLast(i,j) = round(sum);
        end
    end
    %epistrefw to apotelesma
    ImageOut = ImageLast;
endfunction
```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



Μετά τη χρήση του unsharp masking ($k=1$)



Παρατηρώ ότι η εικόνα έχει ελάχιστα πιο έντονες ακμές σε σχέση με την αρχική, όμως η διαφορά δεν είναι μεγάλη.

γ) ii)

Κώδικας

```
%diavazw thn eikona
Image = imread('boat512.jpg');
%tholwnw thn eikona me to filtro mesou orou
I = AverageFilter('boat512.jpg',5);
%dhmiourgw thn eikona maska
ImageMask = Image - I;
%efarmozw thn eikona maska sthn arxikh eikona me suntelesth k
k = 4;
Result = Image + k*ImageMask;
%emfanizw thn eikona
Result = uint8(Result);
figure; imshow(Result);

%sunarthsh upologismou mesou orou
function ImageOut = AverageFilter(ImageIn, N)
%diavazw thn eikona
ImageArray = imread(ImageIn);
ImageArray = double(ImageArray);
%upologizw to mege8os ths eikonas
[m,n] = size(ImageArray);
%kanw zero padding sthn eikona
newExtraSize = (N-1)/2;
paddingImageArray = zeros(m+(2*newExtraSize), n+(2*newExtraSize));
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        paddingImageArray(i+(newExtraSize),j+(newExtraSize)) = ImageArray(i,j);
    end
end
%dhmiourgw to filtro
filter(1:N,1:N) = 1/N;
%dhmiourgw thn telikh eikona
ImageLast = zeros(m,n);
%efarmozw to filtro sthn eikona
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        block(1:N,1:N) = paddingImageArray(i:i+N-1,j:j+N-1);
        sum = 0;
        for k = 1:1:N
            for l = 1:1:N
                sum+= block(k,l)*filter(k,l);
            end
        end
        ImageLast(i,j) = round(sum);
    end
end
%epistrefw to apotelesma
ImageOut = ImageLast;
endfunction
```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



Μετά τη χρήση του high-boost filtering ($k=4$)



Παρατηρώ ότι η εικόνα έχει πιο έντονες ακμές σε σχέση με την αρχική και φαίνονται καλύτερα οι λεπτομέρειες.

ΑΣΚΗΣΗ 3

Κώδικας

```
pkg load image signal
%diavazw thn eikona
Image = imread('Barbara_2dwn.png');
%dhmiourgw thn kainouria eikona
ImageNew = zeros(256,256);
%pros8etw ta katallhla stoixeia sth nea eikona
k=1;
l=1;
for i = 1:1:256
    for j = 1:1:256
        ImageNew(i,j) = Image(k,l);
        l += 2;
    end
    l = 1;
    k += 2;
end
%tupwnw thn eikona kai thn apo8hkeuw
colormap(gray);
imagesc(ImageNew);
imwrite (ImageNew,gray(256),'Barbara_1_2dwn.png');
%dhmiourgw thn eikona pou tha einai anakataskeuh ths prohgoumenhs
ImageNew2 = zeros(512,512);
%pros8etw osa stoixeia uparxoun stis katallhles 8eseis
k=1;
l=1;
for i = 1:2:512
    for j = 1:2:512
        if mod(i,2) == 1
            if mod(j,2) == 1
                ImageNew2(i,j) = ImageNew(k,l);
                l += 1;
            end
        end
    end
    l=1;
    k += 1;
end
%pros8etw sta stoixeia pou leipoun to geitoniko tous
for i = 1:1:512
    for j = 1:1:512
        if mod(i,2) == 1
            if mod(j,2) == 0
                ImageNew2(i,j) = ImageNew2(i,j-1);
            end
        elseif mod(i,2) == 0
            if mod(j,2) == 1
                ImageNew2(i,j) = ImageNew2(i-1,j);
            elseif mod(j,2) == 0
```

```

    ImageNew2(i,j) = ImageNew2(i-1,j-1);
end
end
end
end
%tupwnw thn anakataskeuasmenh eikona kai thn apo8hkeuw
colormap(gray);
imagesc(ImageNew2);
imwrite (ImageNew2,gray(256),'Barbara_1_2dwn_up2.png');
%upologizw to mse
squaredErrorImage = (double(Image)-double(ImageNew2)).^ 2;
mse = sum(sum(squaredErrorImage)) / (512 * 512);
mse

```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

α)

Αρχική εικόνα (512 * 512)



Εικόνα που προέκυψε (256*256)



Παρατηρώ ότι η εικόνα που προέκυψε δεν είναι τόσο ομαλή σε σχέση με την αρχική, όμως είναι ευδιάκριτο τι απεικονίζεται.

β)

Αρχική εικόνα (512 * 512)



Ανακατασκευασμένη εικόνα (512*512)



Παρατηρώ ότι η ανακατασκευασμένη εικόνα δεν είναι τόσο ομαλή σε σχέση με την αρχική. Υπάρχουν σφάλματα ψευδισμού, όπως ότι στις ακμές δημιουργούνται 'σκαλοπατάκια' (για παράδειγμα στο χέρι της κοπέλας) και ότι τα μοτίβα δεν είναι ξεκάθαρα (για παράδειγμα στο παντελόνι της κοπέλας).

γ)

Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mse) μεταξύ της αρχικής εικόνας και της τελικής είναι 390.19.

```
mse = 390.19
```

ΑΣΚΗΣΗ 4

Για την εικόνα “DarkLena.jpg”

Κώδικας

```
pkg load image
%diavazw thn eikona
I = imread('DarkLena.jpg');

%upologizw to mege8os ths eikonas
[m,n] = size(I);

%emfanizw to istogramma ths eikonas
%imhist(I);

%efarmozw isostathmish istogrammatos
J = histeq(I);

%emfanizw to neo istogramma
%imhist(J)

%efarmozw grammiko metasxhmatismo
ImageNewD = zeros(m,n);
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        ImageNewD(i,j) = I(i,j)*4+5;
    end
end

ImageNewD = uint8(ImageNewD);

%isostathmizw kai emfanizw to neo istogramma
imhist(histeq(ImageNewD));

%emfanizw th nea eikona
figure; imshow(ImageNewD);
```


Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



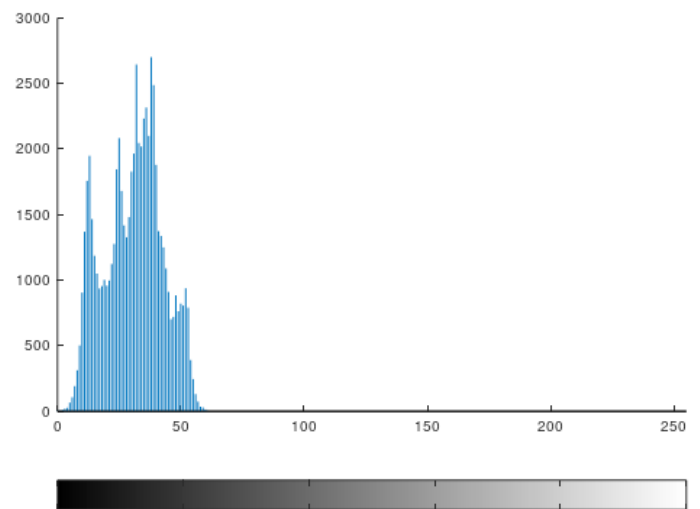
Με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*2+5$



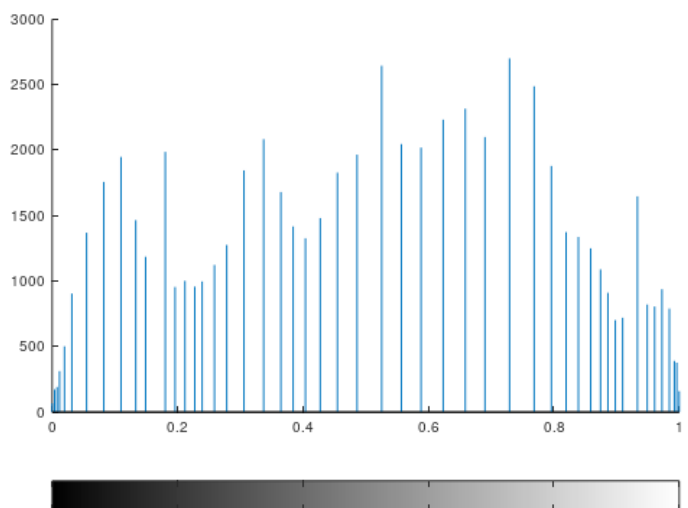
Με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*4+5$



Ιστόγραμμα αρχικής εικόνας



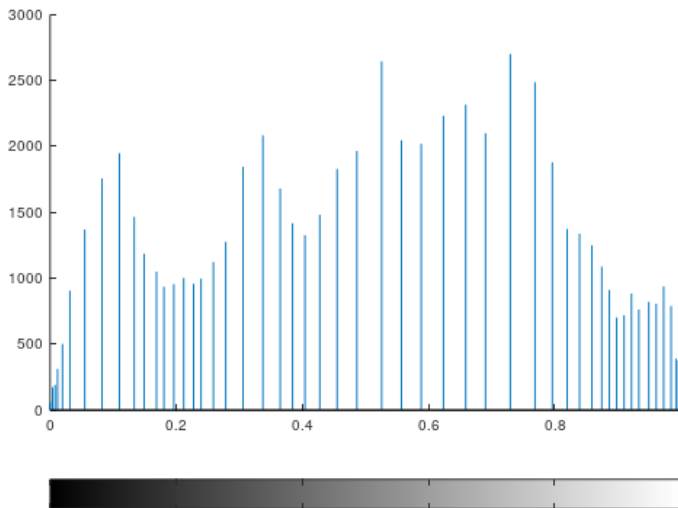
Ισοσταθμισμένο ιστόγραμμα αρχικής εικόνας



Με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*6+5$



Ισοσταθμισμένο ιστόγραμμα εικόνας μετά το μετασχηματισμό $X=I*4+5$



Χρησιμοποίησα διάφορους γραμμικούς μετασχηματισμούς για να μεταβάλλω τη φωτεινότητα στην αρχική εικόνα. Δοκίμασα διάφορες τιμές με τις οποίες πολλαπλασίαζα την αρχική εικόνα. Όσο πιο μεγάλη ήταν η τιμή από το 1, τόσο πιο φωτεινή γινόταν η εικόνα. Τελικά, κατέληξα ότι η καλύτερη επιλογή είναι η τιμή 4.

Για την εικόνα “BrightLena.jpg”

Κώδικας

```
pkg load image
%diavazw thn eikona
I = imread('BrightLena.jpg');

%upologizw to megeθos ths eikonas
[m,n] = size(I);

%emfanizw to istogramma ths eikonas
%imhist(I);

%efarmozw isostathmish istogrammatos
J = histeq(I);
%emfanizw to neo istogramma
%imhist(J)

%efarmozw grammiko metasxhmatismo
ImageNewB = zeros(m,n);
for i = 1:1:m
    for j = 1:1:n
        ImageNewB(i,j) = I(i,j)*0.4+5;
    end
end
```

```
ImageNewB = uint8(ImageNewB);
```

```
%ισοσταθμίζω και εμφανίζω το νέο ιστόγραμμα  
imhist(histeq(ImageNewB));
```

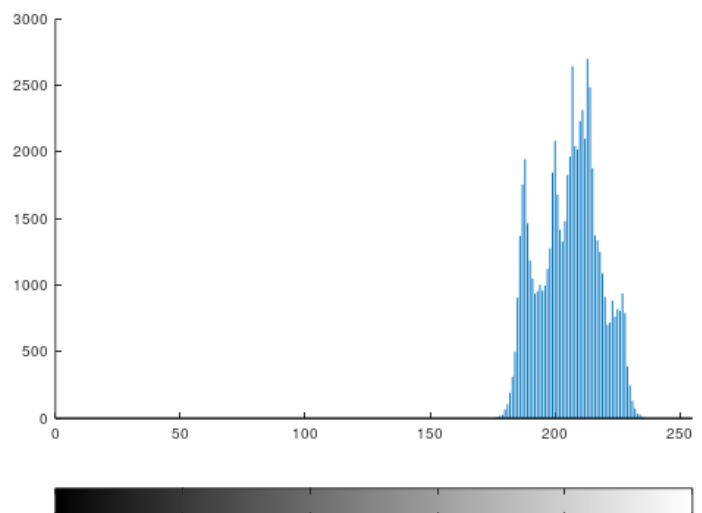
```
%εμφανίζω τη νέα εικόνα  
figure; imshow(ImageNewB);
```

Αποτελέσματα – Παρατηρήσεις

Αρχική εικόνα



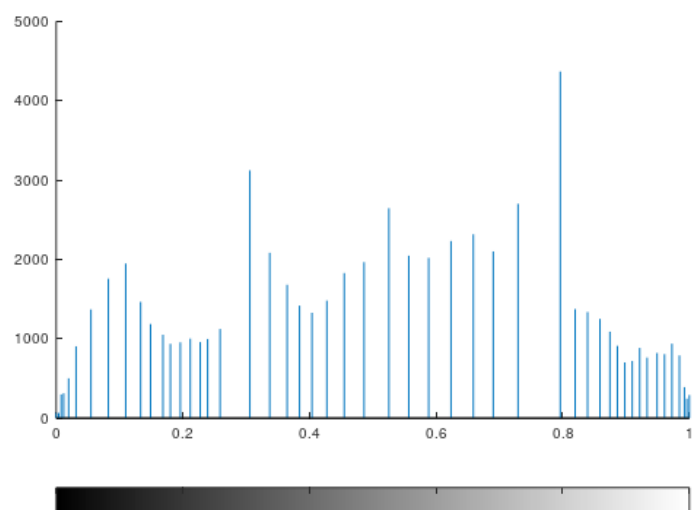
Ιστόγραμμα αρχικής εικόνας



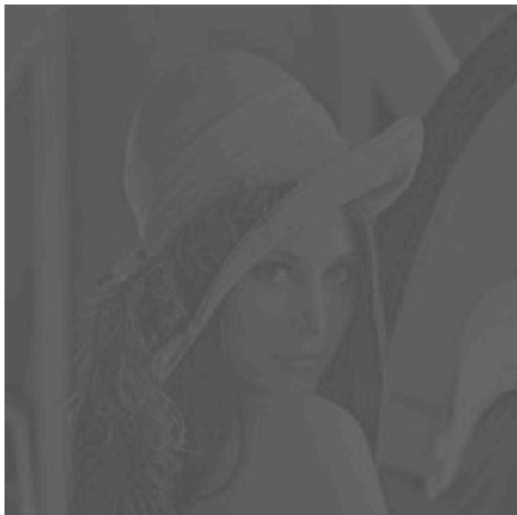
Με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*0,2+5$



Ισοσταθμισμένο ιστόγραμμα αρχικής εικόνας



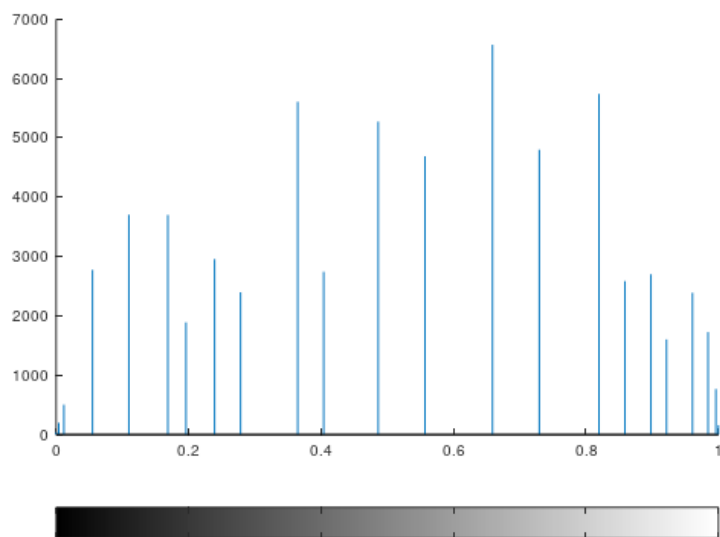
Με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*0,4+5$



Με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*0,8+5$



Ισοσταθμισμένο ιστόγραμμα εικόνας με γραμμικό μετασχηματισμό $X=I*0,8+5$



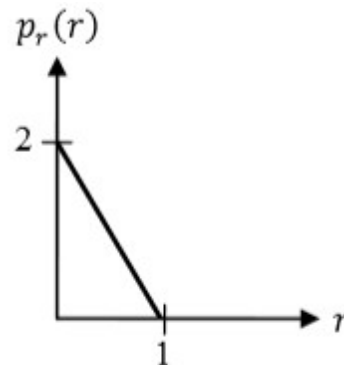
Χρησιμοποίησα διάφορους γραμμικούς μετασχηματισμούς για να μεταβάλλω τη φωτεινότητα στην αρχική εικόνα. Δοκίμασα διάφορες τιμές με τις οποίες πολλαπλασίαζα την αρχική εικόνα. Όσο πιο κοντά ήταν η τιμή στο 0, τόσο πιο σκοτεινή γινόταν η εικόνα. Τελικά, κατέληξα ότι η καλύτερη επιλογή είναι η τιμή 0,8.

ΑΣΚΗΣΗ 5 (Bonus)

Η εξίσωση μιας ευθείας όταν δίνονται δύο σημεία είναι $y - y_1 = (y_2 - y_1 / x_2 - x_1)(x - x_1)$.

$$\text{Άρα, } y - 2 = (0 - 2 / 1 - 0)(x - 0) \Leftrightarrow y = -2x + 2$$

$$\text{Οπότε, } p_r(r) = -2r + 2$$



Και σ' αυτή την περίπτωση για $x \in [0, 0.5]$:

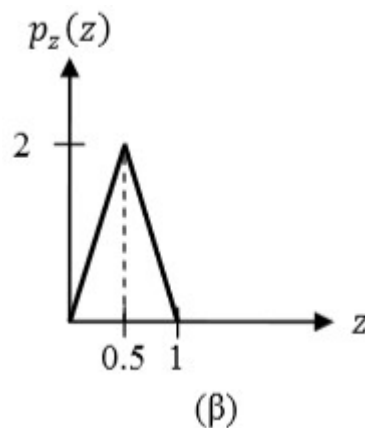
$$y - 0 = (2 - 0 / 0.5 - 0)(x - 0) \Leftrightarrow y = 4x$$

Και για $x \in (0.5, 1]$:

$$y - 0 = (2 - 0 / 0.5 - 1)(x - 1) \Leftrightarrow y = -4x + 4$$

Οπότε,

$$\begin{aligned} p_z(z) &= 4z & , \text{ για } z \text{ στο } [0, 0.5] \\ p_z(z) &= -4z + 4 & , \text{ για } z \text{ στο } (0.5, 1] \end{aligned}$$



Για να μετασχηματίσουμε τη συνάρτηση $p_r(r)$ στη συνάρτηση $p_z(z)$ θα πρέπει:

$$\begin{aligned} \text{Από } 0 \text{ έως } 0.5, & \quad p_z(z) = -2p_r(z) + 4 \quad \text{και} \\ \text{Από } 0.5 \text{ έως } 1, & \quad p_z(z) = 2p_r(z) \end{aligned}$$