ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

-Εργασία 1-

Ονοματεπώνυμο : ΝΑΣΤΟΣ ΒΙΚΤΩΡ

ΑΕΜ : 9297

Email : viktorna@auth.gr

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΝΤΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ , ΜΆΙΟΣ 2020

Γενική περιγραφή εργασίας

Στην παρούσα εργασία καλούμαστε να επεξεργαστούμε μία εικόνα με στόχο να τροποποιήσουμε το ιστόγραμμά της. Στην πρώτη ενότητα θα υλοποιήσουμε έναν σημειακό μετασχηματισμό συγκεκριμένης μορφής, ενώ στη δεύτερη ενότητα θα μετασχηματίσουμε την εικόνα εισόδου με στόχο η εικόνα εξόδου να έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές στο ιστόγραμμά της.

1. Σημειακός Μετασχηματισμός

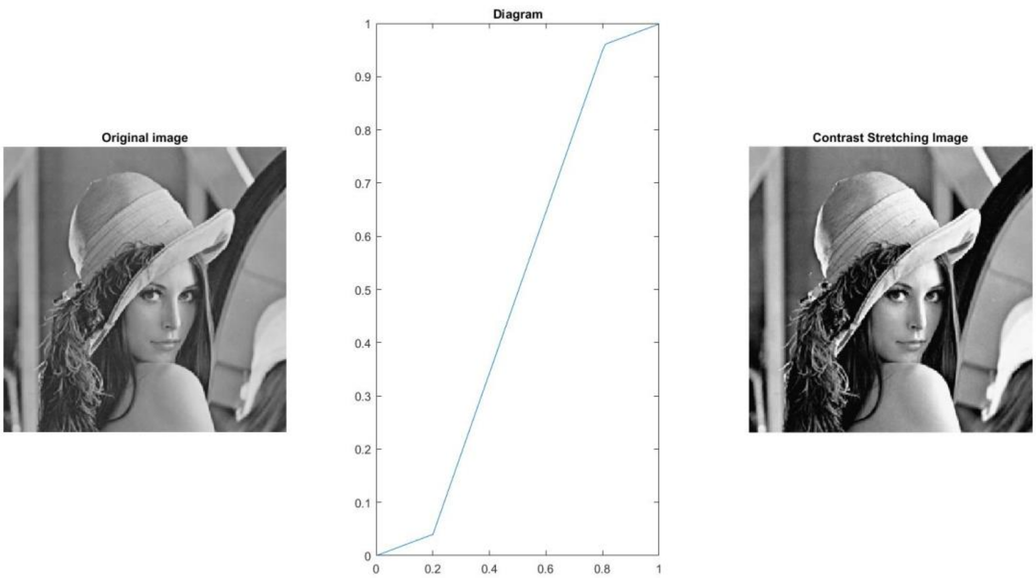
Στη συγκεκριμένη ενότητα, έγινε η χρήση της συνάρτησης

$$Y = pointtransform(X, x1, y1, x2, y2)$$

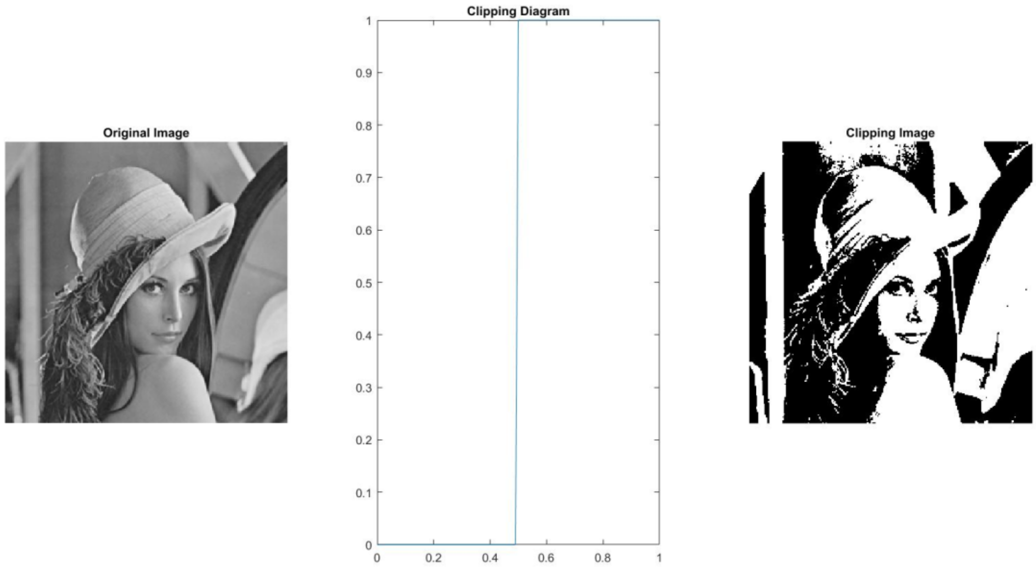
η οποία λαμβάνει ως είσοδο μια μονοχρωματική εικόνα X και τη μετασχηματίζει σημειακά στην εικόνα Y. Κληθήκαμε λοιπόν, να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα για δύο περιπτώσεις :

- $[x1, y1, x2, y2] = [0.1961, 0.0392, 0.8039, 0.9608]$
- $[x1, y1, x2, y2] = [0.5, 0, 0.5, 1]$

Στην πρώτη περίπτωση, γίνεται αντιληπτή η έντονη είσοδος του contrast, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η εικόνα εξόδου είναι ασπρόμαυρη, κατωφλιωμένη στην τιμή φωτεινότητας 0.5.



Σχήμα 1 : Contrast Strecthing



Σχήμα 2 : Clipping

➢ 2. Μετασχηματισμοί Ιστογράμματος

Στην ενότητα αυτή, θα υλοποιήσουμε κάποιους μετασχηματισμούς στην εικόνα εισόδου, έτσι ώστε η εικόνα εξόδου να έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές στο ιστόγραμμα της.

➢ 2.1 Μετασχηματισμός με βάση το Ιστόγραμμα

Με τη βοήθεια της συνάρτησης

$$Y = histtransform(X, h, v)$$

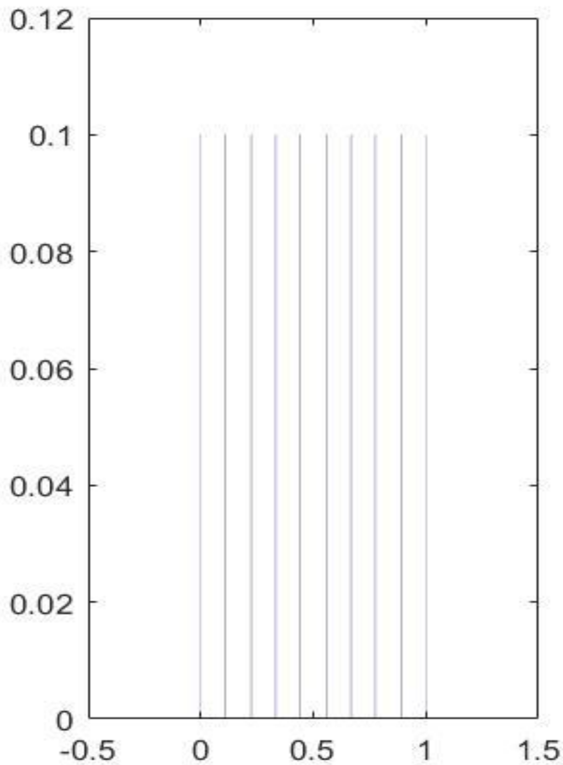
μετασχηματίζουμε την εικόνα εισόδου Χ στην εικόνα εξόδου Y, έτσι ώστε το ιστόγραμμα της Y να προσεγγίζει όσο καλύτερα γίνεται το ιστόγραμμα που περιγράφεται από τα h και v. Το διάνυσμα v περιέχει (σε αύξουσα σειρά) τις τιμές φωτεινότητας τις οποίες θα περιέχει η Y. Το διάνυσμα h περιέχει κατά αντιστοιχία με τις τιμές του v τις τιμές του ιστογράμματος, δηλαδή το h(i) είναι το ποσοστό των pixels της Y τα οποία θα πρέπει να έχουν φωτεινότητα v(i).

Σε αυτή τη φάση κληθήκαμε να υλοποιήσουμε έναν άπληστο αλγόριθμο (greedy algorithm), ο οποίος ξεκινάει από τα pixel με τη χαμηλότερη φωτεινότητα (δηλαδή 0) και τα μετασχηματίζει ώστε να έχουν φωτεινότητα ίση με v(1), μέχρι ο αριθμός των pixels που έχουν ανατεθεί στην τιμή v(1) προς τον συνολικό αριθμό pixels της εικόνας να είναι μικρότερο του h(1).

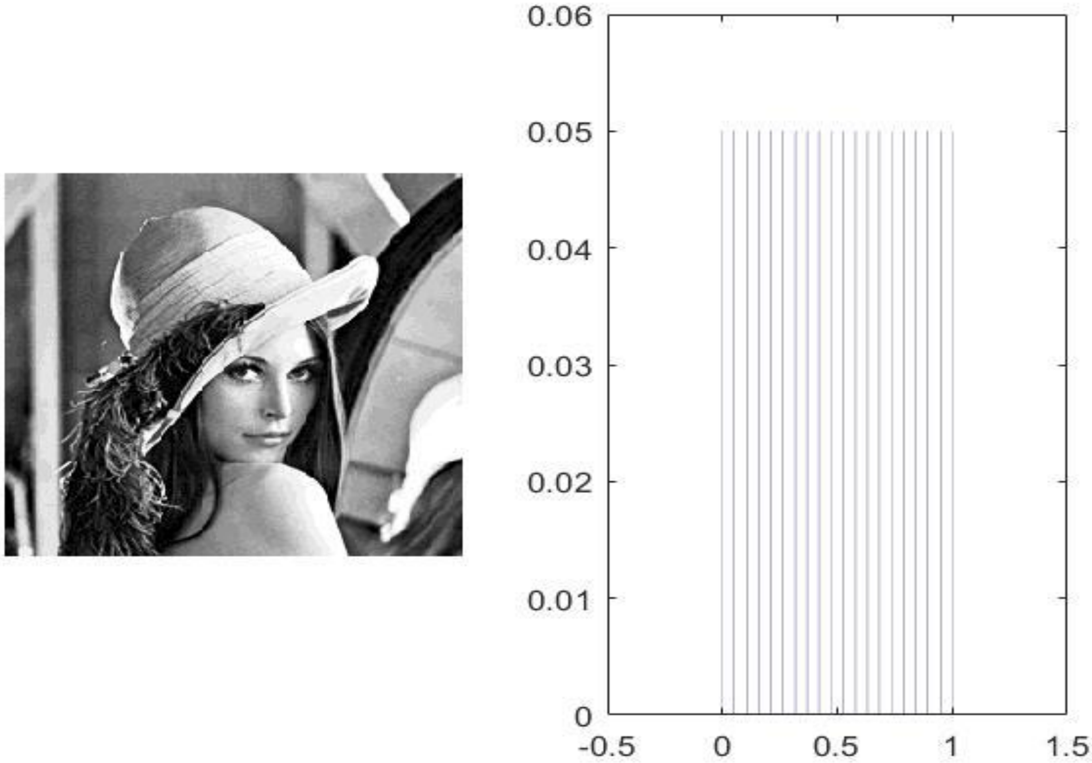
Ο αλγόριθμος λοιπόν που ακολουθήθηκε είναι ο εξής :

Αρχικά μετατρέπω τον δισδιάστατο πίνακα nxn pixels σε έναν μονοδιάστατο πίνακα 1x(nxn). Στη συνέχεια ταξινομώ τον μονοδιάστατο αυτόν πίνακα σε αύξουσα σειρά, κάνω τον ζητούμενο έλεγχο και κάθε pixel που ικανοποιεί τη συνθήκη, παίρνει την τιμή της αντίστοιχης στάθμης στην οποία βρίσκεται. Η στάθμη αλλάζει , εάν ο παραπάνω λόγος είναι μεγαλύτερος του αντίστοιχου h.

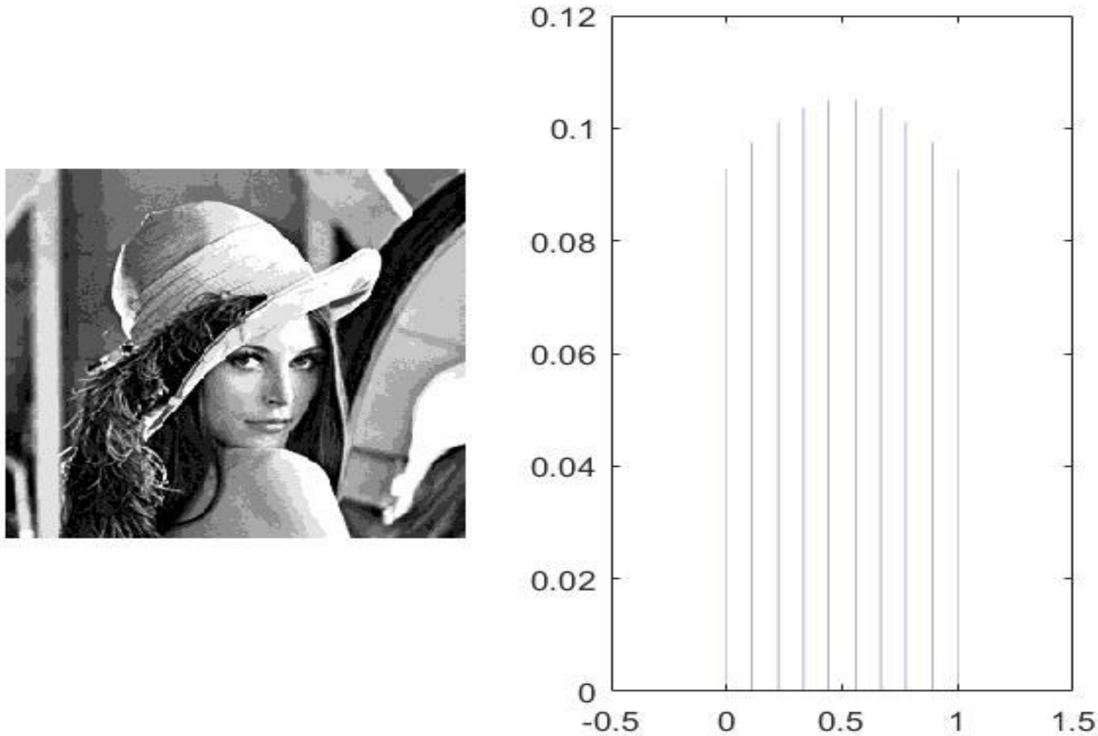
Τα αποτελέσματα των τριών περιπτώσεων που δόθηκαν προς διερεύνηση φαίνονται παρακάτω :

Σχήμα 3 : Case 1



Σχήμα 4 : Case 2



Σχήμα 5 : Case 3

➢ 2.2 Εκτίμηση Ιστογράμματος από κατανομή

Σε αυτό το ερώτημα υλοποιώ τη συνάρτηση

$$h = pdf2hist(d, f)$$

η οποία υπολογίζει τις τιμές του ιστογράμματος h στα διαστήματα που ορίζει το d. Το d είναι ένα διάνυσμα μήκους n + 1 το οποίο ορίζει n διαδοχικά διαστήματα με τον ακόλουθο τρόπο

$$[d(1), d(2)], [d(2), d(3)], \dots, [d(end - 1), d(end)]$$

ενώ το f είναι function pointer.

Χρησιμοποιώντας μια μέθοδο αριθμητικής ολοκλήρωσης υπολογίστηκε η πιθανότητα, ώστε η φωτεινότητα να έχει τιμή στο συγκεκριμένο διάστημα. Αυτό επετεύχθη μέσω υπολογισμού του **αριστερού αθροίσματος Riemann,** το οποίο ισούται με την ολοκλήρωση μιας συνάρτησης f στο διάστημα [a,b], δηλαδή στην περίπτωση μας στο διάστημα [0,1].

➢ 2.3 Μετασχηματισμός με βάση την πυκνότητα πιθανότητας

Χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις που κατασκευάσαμε στα προηγούμενα ζητούμενα, μετασχηματίζουμε την εικόνα, ώστε το ιστόγραμμα της μετασχηματισμένης εικόνας να προσεγγίζει ιστόγραμμα που αντιστοιχεί σε :

1. Ομοιόμορφη κατανομή στο [0, 1]
2. Ομοιόμορφη κατανομή στο [0, 2]
3. Κανονική κατανομή με μέση τιμή 0.5 και τυπική απόκλιση 0.1.

Αρχικά μέσω της εντολής

$$d = linspace(0, 1, n);$$

του Matlab, χωρίζω το διάστημα d σε n ίσα τμήματα. Λόγω της εκφώνησης, παίρνω την παραδοχή ότι κάθε διάστημα που ορίζει το d αντιστοιχίζεται σε φωτεινότητα (v) ίση με το μέσον του διαστήματος.

Στη συνέχεια καλώ τη συνάρτηση

$$h = pdf2hist(d, f)$$

Το αποτέλεσμα της κλήσης αυτής της συνάρτησης, δηλαδή το h, το χρησιμοποιώ σαν όρισμα στη συνάρτηση του 2.1 ερωτήματος, δηλαδή την

$$Y = histtransform(X, h, v)$$

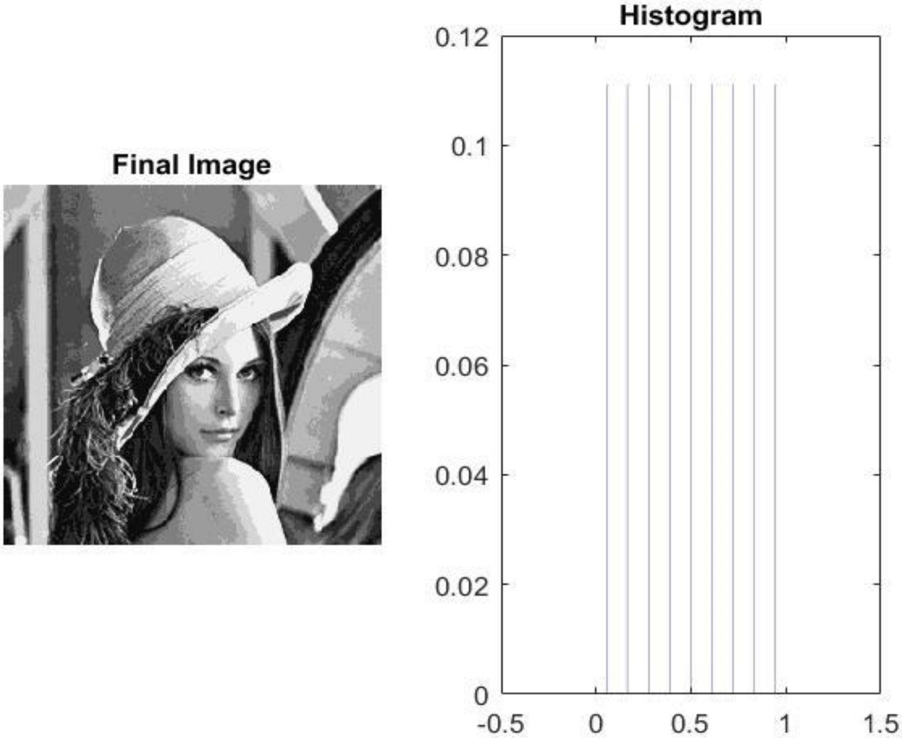
Παίρνοντας τα αποτελέσματα της παραπάνω συνάρτησης, παρατηρώ ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός υποδιαστημάτων n, λόγω του greedy algorithm, τόσο πιο πολύ αποκλίνει η εκάστοτε κατανομή. Για τον μικρότερο αριθμό n (n=10), αντιλήφθηκα πως υπήρχε καλύτερη προσέγγιση στην κατανομή σε σύγκριση με τον μεγαλύτερο αριθμό n (n=300).

Ωστόσο οι παρατηρήσεις δεν περιορίστηκαν μόνο στο αποτέλεσμα των κατανομών, αλλά και στις ίδιες τις εικόνες, καθώς είναι φανερή η βελτίωση κάθε εικόνας με την αύξηση του αριθμού n.

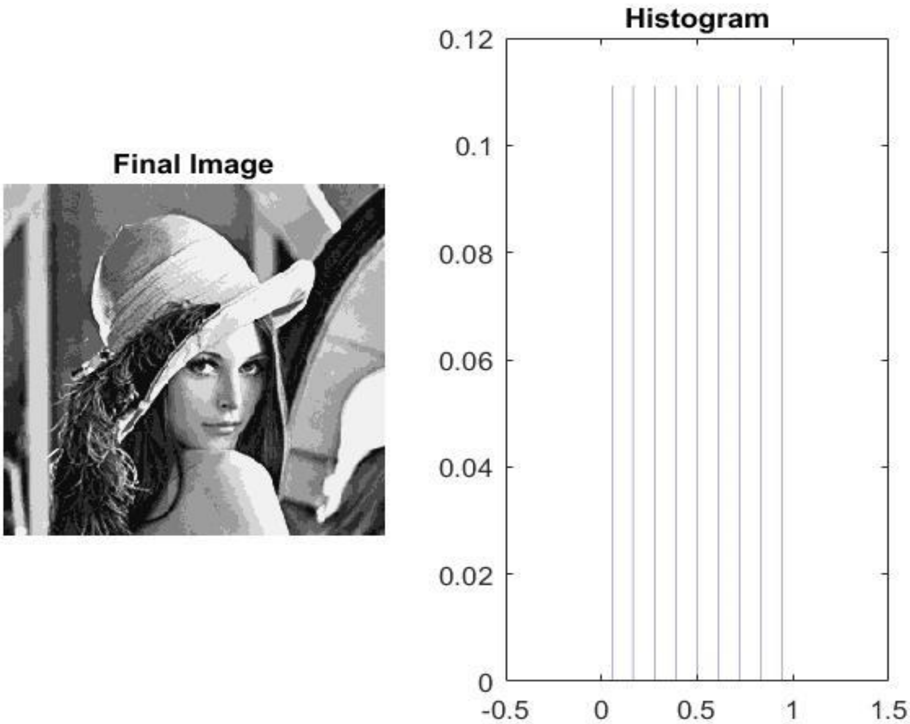
Τέλος, να αναφερθεί ότι στην περίπτωση της ομοιόμορφης κατανομής στο διάστημα [0,2], έγινε κανονικοποίηση στην κλίμακα [0,1].

Τα αποτελέσματα των κατανομών φαίνονται στις παρακάτω εικόνες, για n = 10, n = 150 & n = 300 αντίστοιχα.

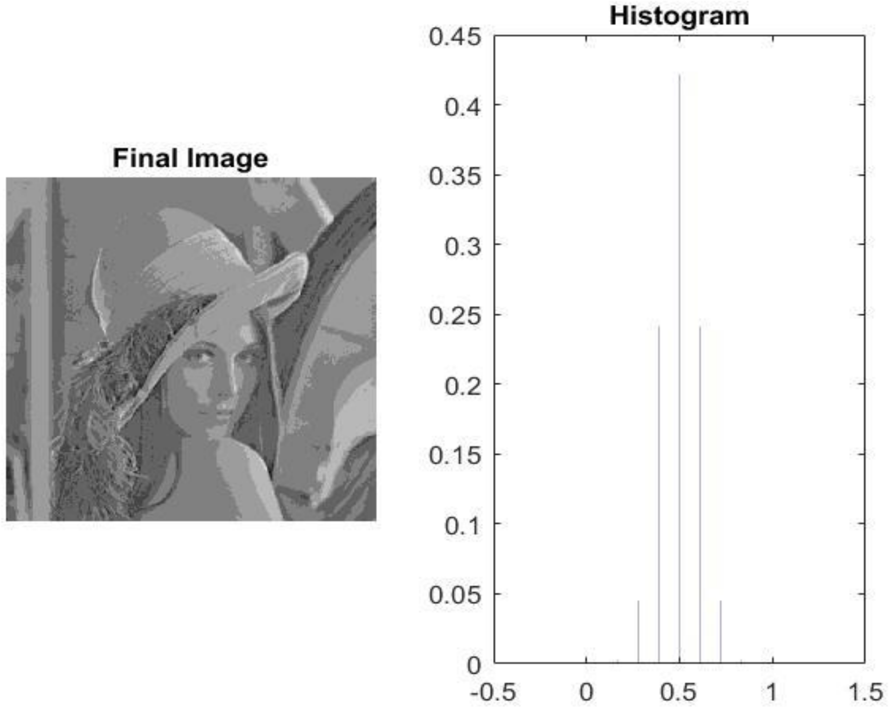
Αποτελέσματα για $d = linspace(0, 1, 10);$



Σχήμα 6 : Uniform at (0,1)

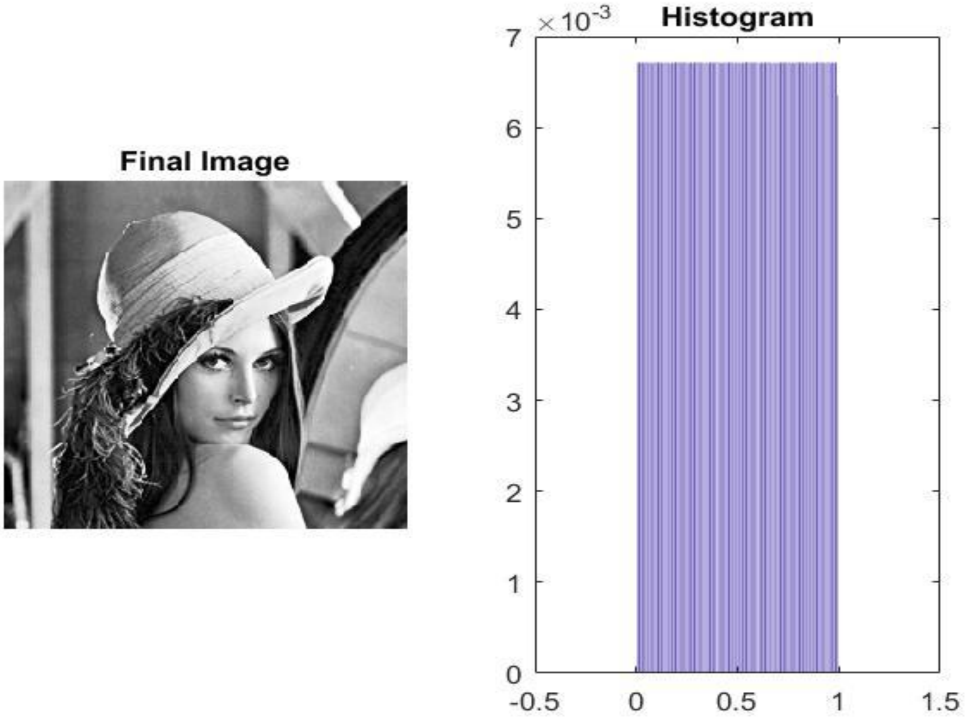


Σχήμα 7 : Uniform at (0,2)

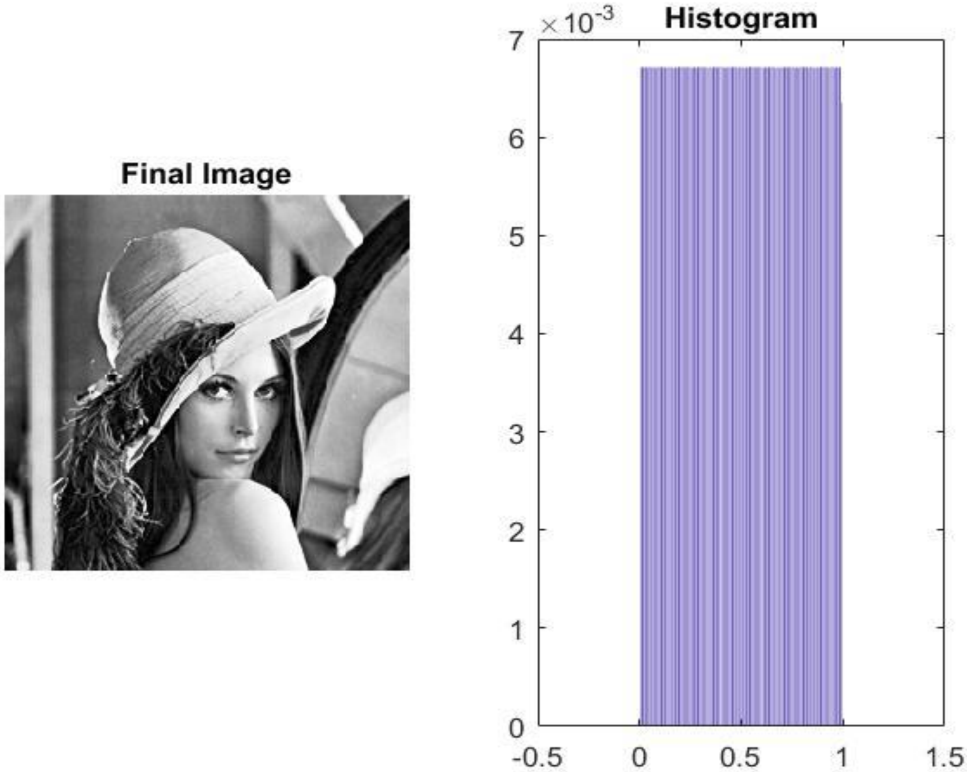


Σχήμα 8 : Normal

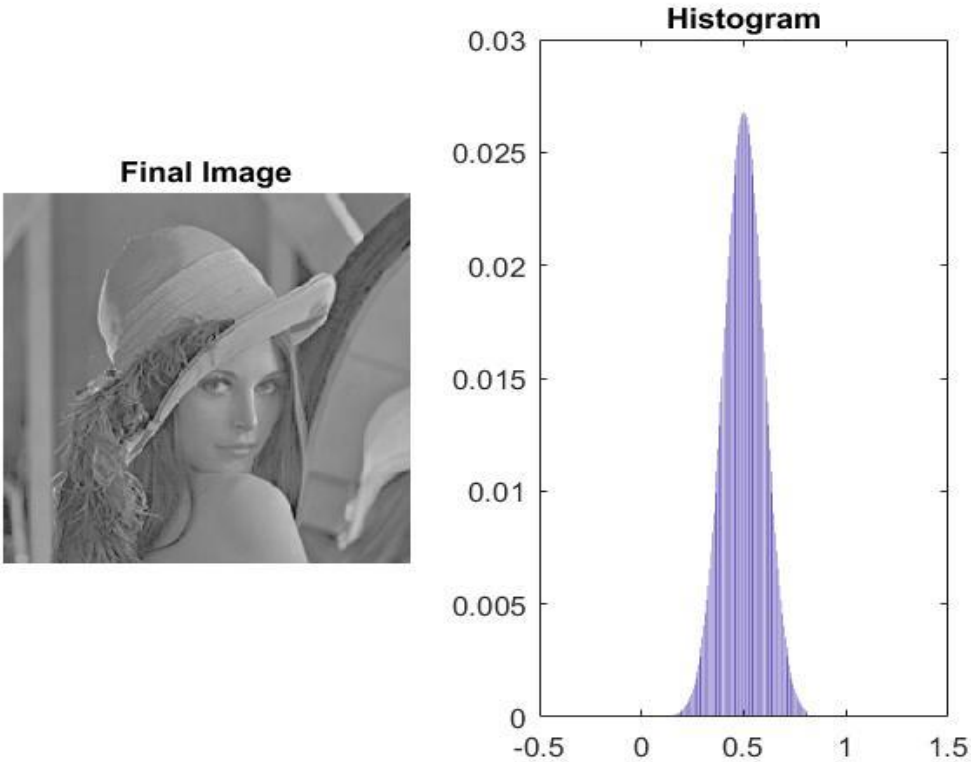
Αποτελέσματα για $d = linspace(0,1,150);$



Σχήμα 9 : Uniform at (0,1)

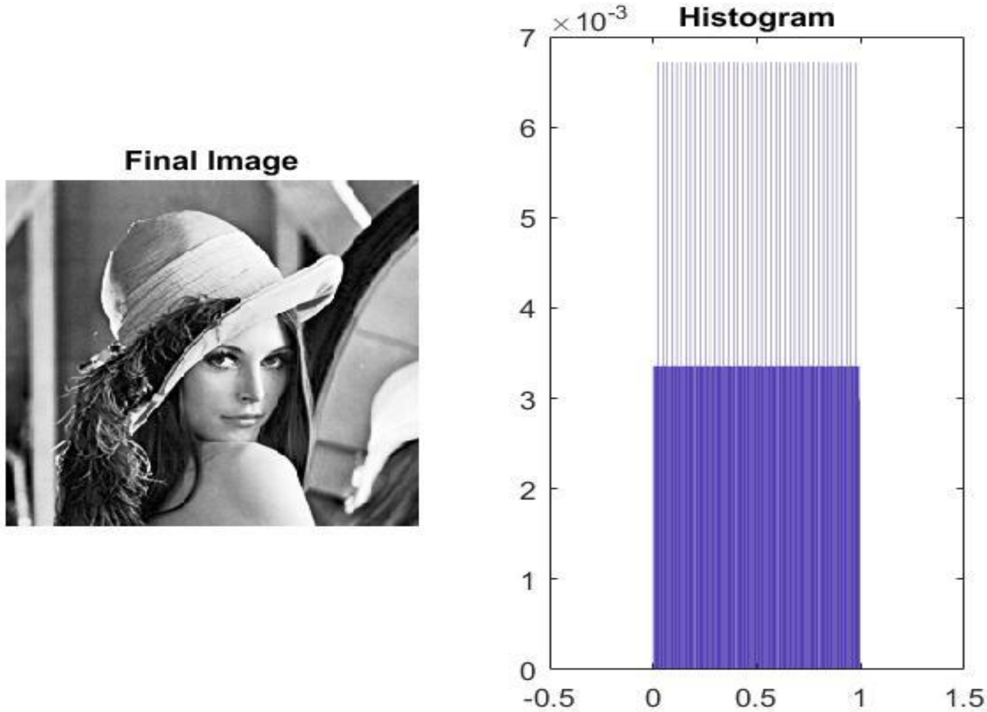


Σχήμα 10 : Uniform at (0,2)

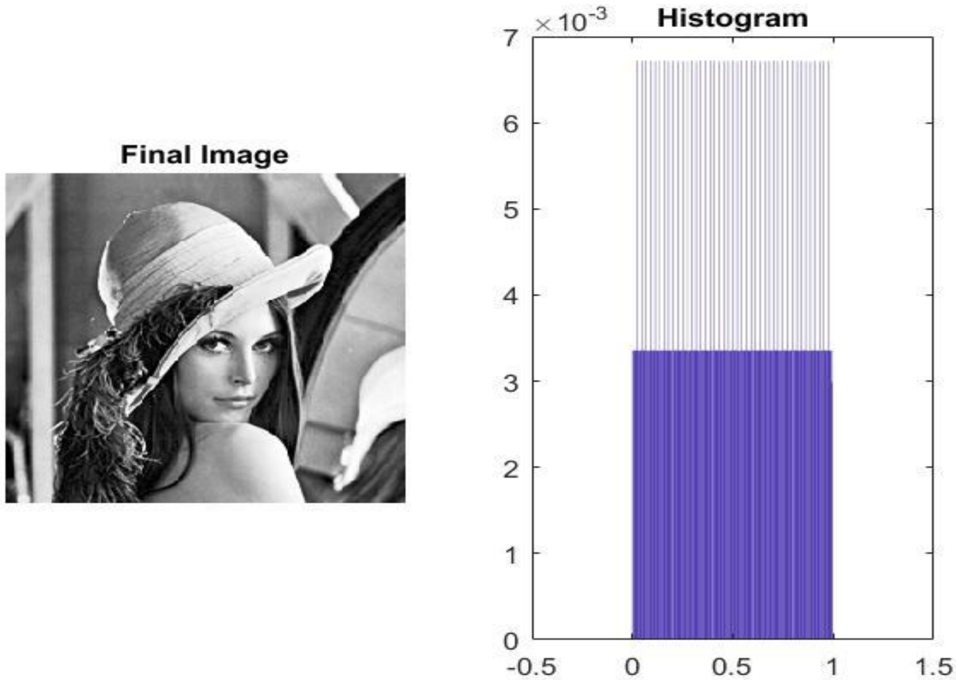


Σχήμα 11 : Normal

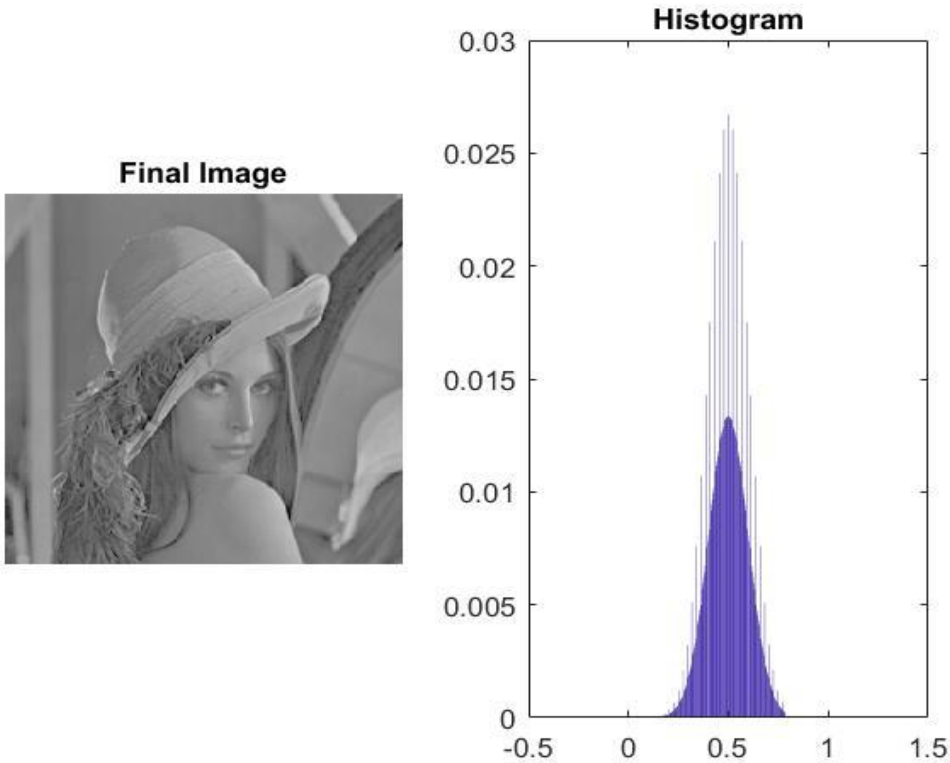
Αποτελέσματα για $d = linspace(0,1,300);$



Σχήμα 12 : Uniform at (0,1)



Σχήμα 13 : Uniform at (0,2)



Σχήμα 14 : Normal