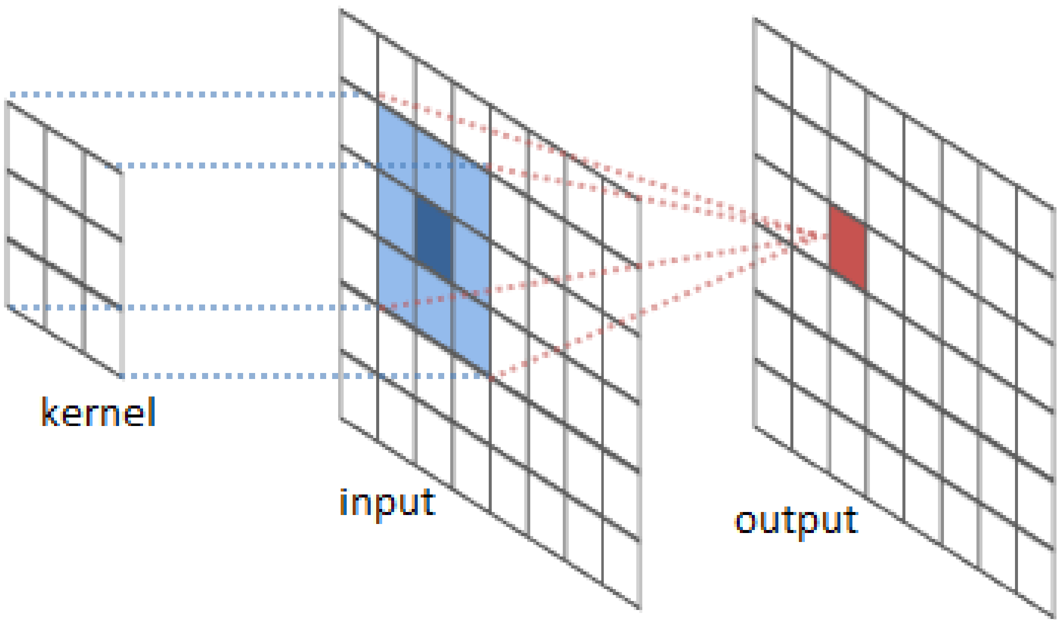
ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ #2



ΜΟΥΡΟΥΖΗ ΧΡΙΣΤΟΣ

ΑΕΜ: 7571

ΣΥΝΕΛΙΞΗ 2Δ-ΣΗΜΑΤΩΝ

Ζητούμενο 1^o :

Η συνέλιξη μεταξύ δύο διακριτών σημάτων xo(m, n) και yo(m, n) δύο διαστάσεων δίνεται από τον γενικό τύπο:

$$[x_o * y_o](m,n) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} x_o(i,j) y_o(m-i, n-j)$$

Έστω δύο πεπερασμένα σήματα x(m, n) και y(m, n), διαστάσεων Mx ×Nx και My × Ny αντίστοιχα. Η συνέλιξή τους είναι ένα δισδιάστατο πεπερασμένο σήμα z(m, n) με διαστάσεις [Mx + My − 1, Nx + Ny − 1], και ορίζεται από τη σχέση:

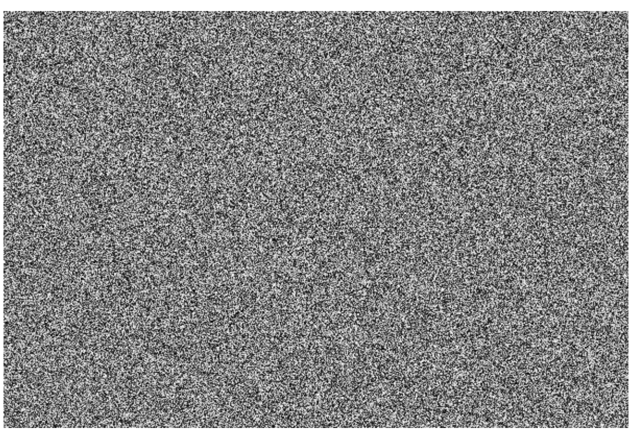
$$z(m,n) = [x * y](m,n) = \begin{cases} [\hat{x} * \hat{y}](m,n) & \text{αν } 0 \le m \le M_x + M_y - 1 \\ & \text{και } 0 \le n \le N_x + N_y - 1 \\ 0 & \text{σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

όπου:

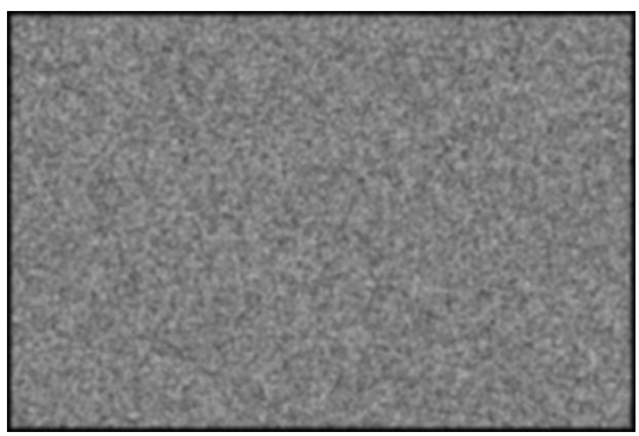
$$\hat{x}\,(m,n) = \begin{cases} x(m,n) & \text{αν } 0 \le m \le M_x - 1 \text{ και } 0 \le n \le N_x - 1 \\ 0 & \text{σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

$$\hat{y}\,(m,n) = \begin{cases} y(m,n) & \text{αν } 0 \le m \le M_y - 1 \text{ και } 0 \le n \le N_y - 1 \\ 0 & \text{σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

Στο 1^o ζητούμενο μας ζητήθηκε να υλοποιήσουμε τη πιο πάνω διαδικασία μέσω μιας συνάρτησης myconv2(x,y) στη Matlab. Παρακάτω παραθέτονται το αποτέλεσμα της συνέλιξης μεταξύ μιας τυχαίας εικόνας A=rand(400,600) και φίλτρου Gauss k=fspecial('gaussian',[9 9],2) και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα μεταξύ της myconv2και της έτοιμης συνάρτησης της Matlab conv2.



Σχήμα 1α: Αρχική Εικόνα



Σχήμα 1β: Αποτέλεσμα Συνέλιξης A*k

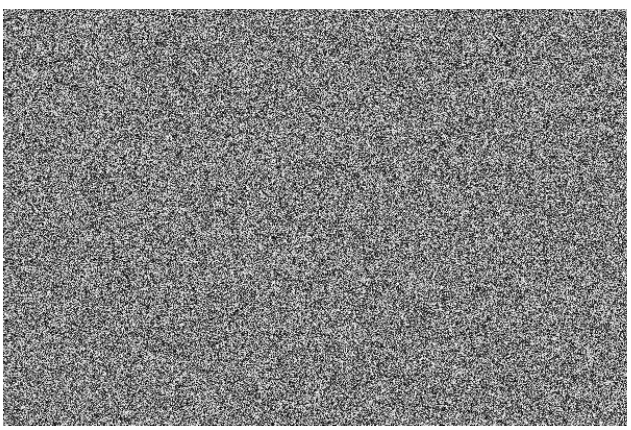
MSE (Mean Squared Error) = 2.5699e-032

Ζητούμενο 2ο :

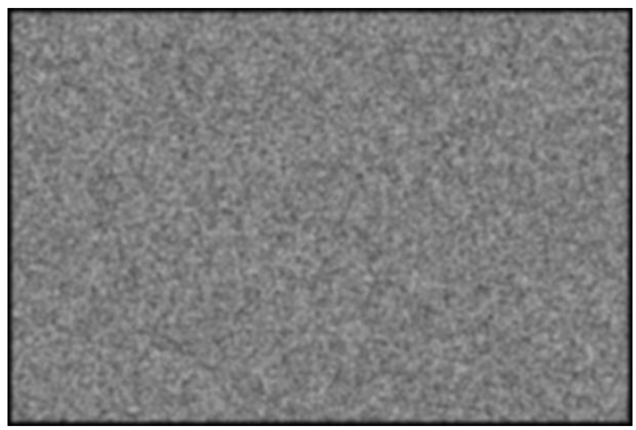
Η συνέλιξη στη συχνότητα γίνεται με τον πιο κάτω τρόπο:

- Αρχικά γίνεται ο μετασχηματισμός Fourier της αρχικής εικόνας A(n1,n2).
- Έπειτα γίνεται ο μετασχηματισμός Fourier της μάσκας συνέλιξης k με το κατάλληλο zero-padding.
- Το αποτέλεσμα της συνέλιξης στη συχνότητα είναι G=A.*K, δηλαδή ο πολλαπλασιασμός στοιχείο προς στοιχείο των μετασχηματισμένων πινάκων A και K.
- Μετά γίνεται ο αντίστροφος μετασχηματισμός Fourier στην εικόνα G το οποίο είναι και το τελικό αποτέλεσμα της συνέλιξης στο χρόνο.

Παρακάτω παραθέτονται το αποτέλεσμα της συνέλιξης μεταξύ μιας τυχαίας εικόνας A=rand(400,600) και φίλτρου Gauss k=fspecial('gaussian',[9 9],2) χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση myconv2freq(x,y) και επίσης το μέσο τετραγωνικό σφάλμα μεταξύ της myconv2freq και της έτοιμης συνάρτησης της Matlab conv2.



Σχήμα 1α: Αρχική Εικόνα



Σχήμα 1β: Αποτέλεσμα Συνέλιξης A*k

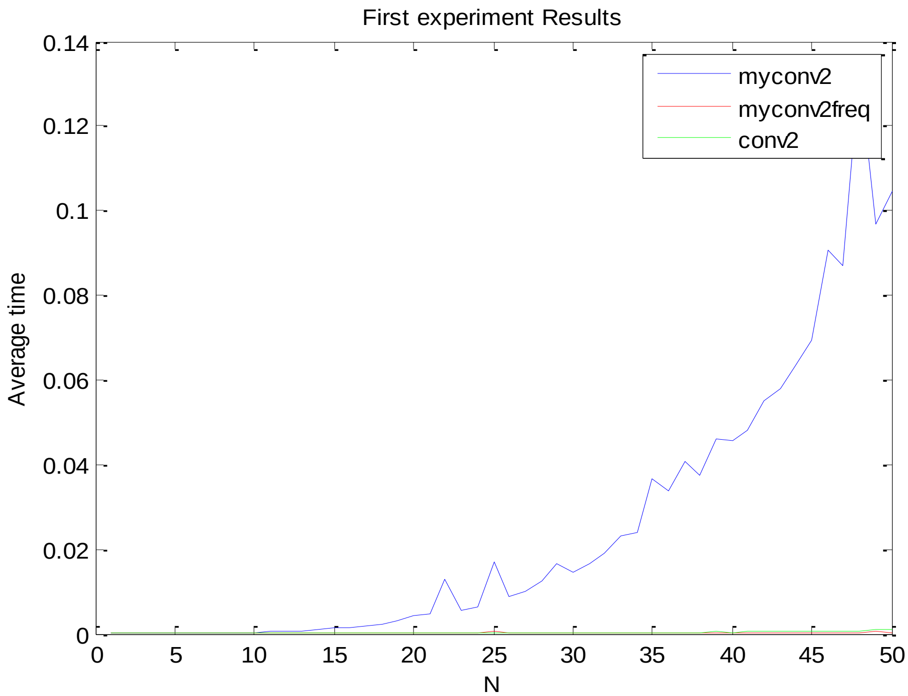
MSE (Mean Squared Error) = 3.5774e-032

Ζητούμενο 3ο :

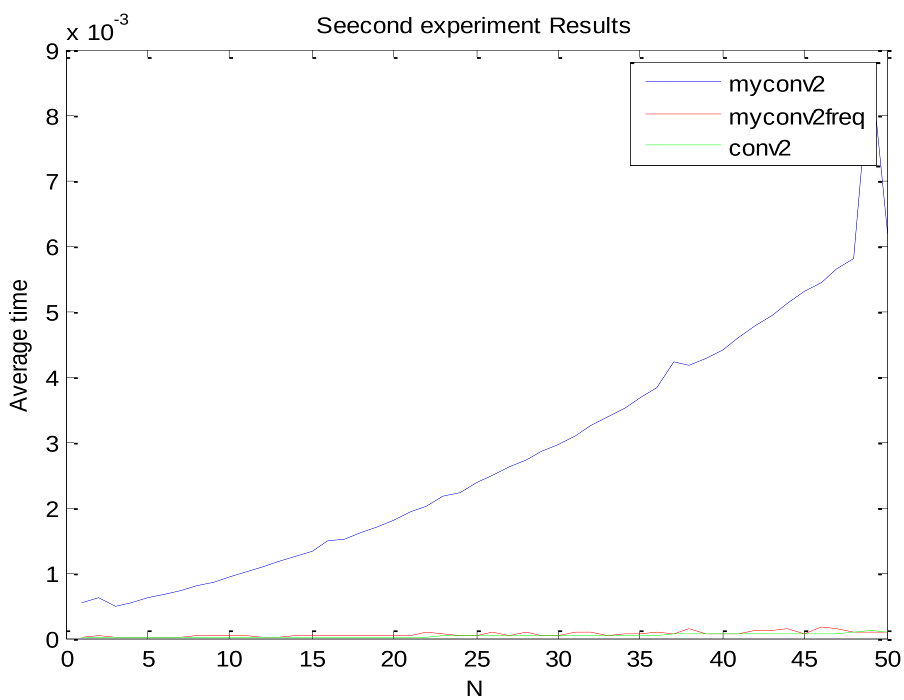
Σε αυτό το ζητούμενο έπρεπε να διερευνήσουμε την υπολογιστική πολυπλοκότητα των υλοποιήσεων μας και να συγκρίνουμε τους μέσους χρόνους εκτέλεσης των συναρτήσεων α) myconv2, β) myconv2freq και γ) conv2. Στο πρώτο πείραμα έπρεπε να συγκριθούν 100 συνεχόμενες συνελίξεις μεταξύ εικόνων μεγέθους NxN όπου N=1….1000 και στο δεύτερο πείραμα 100 συνεχόμενες συνελίξεις μεταξύ εικόνων μεγέθους NxN όπου N=1….1000 με μάσκες σταθερού μεγέθους 16x16.

Σημείωση: Λόγω του τεράστιου χρόνου περάτωσης του ζητούμενου όπως αρχικά ορίστηκε, τελικά τα πειράματα έγιναν με N=1..50 και με αριθμό συνελίξεων=10 θεωρώντας τα αποτελέσματα πλήρως ικανοποιητικά που δείχνουν ξεκάθαρα τη διαφορά χρόνου εκτέλεσης μεταξύ των τριών αλγορίθμων.

Πείραμα A: 10 συνελίξεις εικόνων μεγέθους NxN όπου N=1….50



Πείραμα B: 10 συνελίξεις εικόνων μεγέθους NxN όπου N=1….50 με μάσκα μεγέθους 16x16



Συμπέρασμα: Βλέποντας τα πιο πάνω διαγράμματα φαίνεται ξεκάθαρα ότι η πιο αργή υλοποίηση είναι της συνάρτησης myconv2, με την conv2 να είναι ελάχιστα πιο γρήγορη από την myconv2freq. Επίσης οι χρόνοι εκτέλεσης και των τριών συναρτήσεων του δεύτερου πειράματος είναι πιο γρήγοροι σε σχέση με αυτούς του πρώτου λόγω της ύπαρξης σταθερής μάσκας μικρού σχετικού μεγεθους=16x16.