

Assignment 2

ΟΝΟΜΑ: Μαυρογιώργης Δημήτρης

ΑΜ: 2016030016

ΤΗΛ411 - Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

April 19, 2021

Introduction

Ο σκοπός της 2ης εργαστηριακής άσκησης είναι να υλοποιήσουμε τη συνέλιξη μιας εικόνας με ένα Gaussian φίλτρο. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να υλοποιήσουμε την πράξη της συνέλιξης με τρεις διαφορετικούς τρόπους: 1) Κατασκευή μιας δικής μας συνάρτησης (convolution2D), η οποία να υλοποιεί τη συνέλιξη μια εικόνας με το φίλτρο, 2) χρήση της συνάρτησης conv2 της matlab και 3) χρήση της συνάρτησης imfilter της matlab.

Exercise 1 - Convolution with for loop

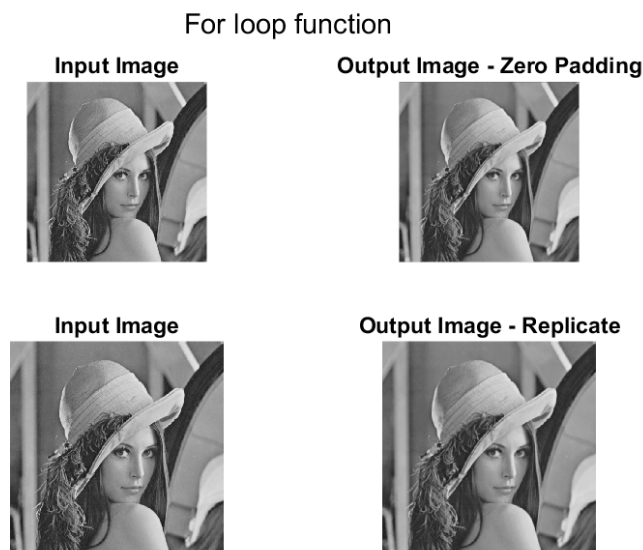


Figure 1: Results from my function convolution2D

Για την υλοποίηση της συνάρτησης convolution2D, έπρεπε να φροντίσουμε έτσι, ώστε το κεντρικό pixel του φίλτρου να ξεκινάει στο pixel (x0,y0) της εικόνας και καθώς τη διατρέχουμε

να καταλήγει στο τελευταίο pixel. Γι' αυτό το λόγο, πρέπει να μεγαλώσουμε την εικόνα, ώστε το φίλτρο να μπορεί να εφαρμοστεί και στα άκρα. Για την διαδικασία αυτή, μας ζητήθηκε να προσθέσουμε μηδενικά στις γραμμές και τις στήλες ανάλογα με το μέγεθος του φίλτρου (zero padding), καθώς και να αντιγράψουμε τις γραμμές/στήλες των άκρων (replicate). Για την συμπλήρωση των pixel χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση padarray, για να συμπληρώσουμε γύρω από την εικόνα μια επιπλέον σειρά από pixel.

Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων φαίνονται στο παραπάνω figure (1). Όπως προκύπτει και από το δείκτη MSE, βλέπουμε ότι η μέθοδος replicate, βελτιώνει σε αρκετά καλό βαθμό την εικόνα. Στην περίπτωση που εφαρμόζουμε zero padding ο δείκτης MSE είναι περίπου 26.1, ενώ στην εφαρμογή της μεθόδου replicate το MSE ελαττώνεται στο 18.25.

Όσον αφορά το PSNR, παρατηρούμε ότι στη περίπτωση του zero padding η τιμή του είναι 33.97, ενώ στην περίπτωση του replicate η τιμή του αυξάνεται στο 35.52. Συνεπώς, βλέπουμε ότι το πηλίκο signal-to-noise ratio αυξάνεται όταν χρησιμοποιούμε τη δεύτερη μέθοδο.

Exercise 2 - Convolution with conv2 function

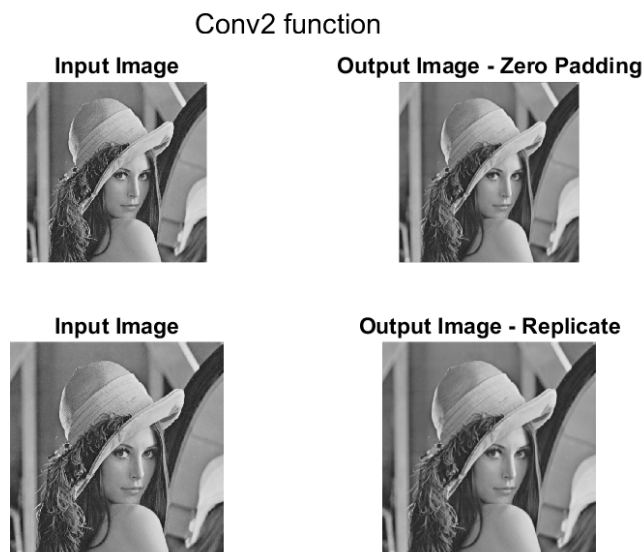


Figure 2: Results from matlab conv2 function

Σε αυτό το μέρος της άσκησης, για τη συνέλιξη της εικόνας με το φίλτρο χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση conv2. Για την περίπτωση του zero padding, τα ορίσματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι η αρχική εικόνα, το φίλτρο και η παράμετρος 'same' που χρησιμοποιείται έτσι ώστε η τελική εικόνα να έχει τον ίδιο αριθμό pixel με την αρχική. Από την άλλη, στην περίπτωση του replicate, πριν εισάγουμε την εικόνα στην conv2, χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση padarray για να γίνει συμπλήρωση μιας επιπλέον γραμμής/στήλης γύρω από την εικόνα. Εκτός από την αρχική εικόνα και το φίλτρο, χρησιμοποιήθηκε και η παράμετρος 'valid' έτσι, ώστε να επιστρέψουμε την εικόνα στο αρχικό της μέγεθος.

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων φαίνονται στο παραπάνω figure (2). Όπως προκύπτει και από το δείκτη MSE, βλέπουμε ότι η μέθοδος replicate, βελτιώνει την εικόνα. Στην περίπτωση που εφαρμόζουμε zero padding το MSE είναι περίπου 25.2549, ενώ στην περίπτωση του replicate το MSE ελαττώνεται στο 17.2448.

Όσον αφορά το PSNR, παρατηρούμε ότι στη περίπτωση του zero padding η τιμή του είναι 34.1073, ενώ στην περίπτωση του replicate η τιμή του αυξάνεται στο 35.7642. Συνεπώς, βλέπουμε ότι το signal-to-noise ratio αυξάνεται, όταν χρησιμοποιούμε τη δεύτερη μέθοδο.

Exercise 3 - Convolution with imfilter function

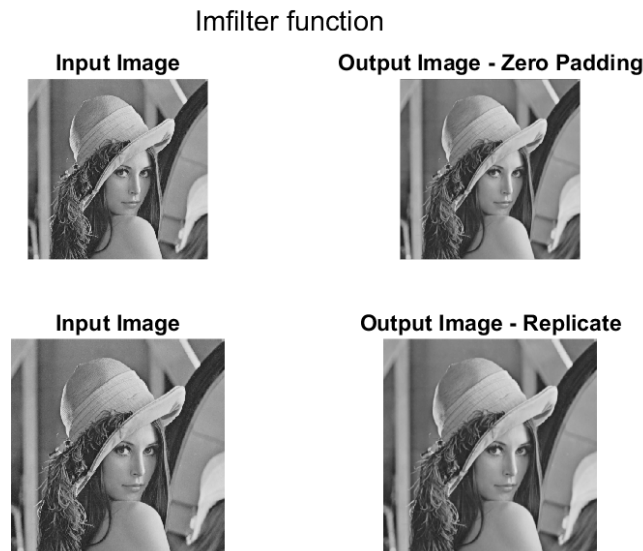


Figure 3: Results from matlab imfilter function

Στο τελευταίο μέρος της άσκησης, για τη συνέλιξη έγινε χρήση της συνάρτησης imfilter. Για την περίπτωση του zero padding, οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η αρχική εικόνα, το φίλτρο και η παράμετρος 'same', για να έχουμε ίδιο μέγεθος αρχικής και τελικής εικόνας. Αντίθετα, στην περίπτωση του replicate, χρησιμοποιήθηκε μία επιπλέον παράμετρος η 'replicate'.

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων φαίνονται στο παραπάνω figure (3). Όπως προκύπτει από το δείκτη MSE, βλέπουμε ότι η μέθοδος replicate, βελτιώνει και σε αυτή την περίπτωση την εικόνα. Στην περίπτωση που εφαρμόζουμε zero padding το MSE είναι περίπου 25.7202, ενώ στην περίπτωση του replicate το MSE ελαττώνεται στο 17.2446.

Όσον αφορά το PSNR, βλέπουμε ότι στη περίπτωση του zero padding η τιμή του είναι 34.1047, ενώ στην περίπτωση του replicate η τιμή του αυξάνεται στο 35.7643. Συνεπώς, βλέπουμε ότι το signal-to-noise ratio αυξάνεται, όταν χρησιμοποιούμε τη δεύτερη μέθοδο.

MSE - PSNR Results

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι και με τους τρεις τρόπους για συνέλιξη οι τελικές εικόνες, καθώς και οι τιμές των MSE και PSNR είναι παρόμοιες. Πιο συγκεκριμένα, για τους δείκτες MSE και PSNR βλέπουμε ότι υπάρχουν αμελητέες διαφορές μεταξύ της περίπτωσης χρήσης της conv2 και της imfilter. Επιπλέον, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του πρώτου μέρους με αυτά του 2ου και 3ου, οι διαφορές στις τιμές είναι μικρές, της τάξης μιας μονάδας περίπου για το MSE και περίπου 0.2 για το PSNR. Τέλος, παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των τιμών για MSE και PSNR για όλες τις περιπτώσεις που περιγράφηκαν παραπάνω.

-----MSE Results-----		-----PSNR Results-----	
Method: Zero	Replicate	Method: Zero	Replicate
For Loop: 26.092	18.2462	For Loop: 33.9657	35.5191
Conv2: 25.2549	17.2448	Conv2: 34.1073	35.7642
Imfilter: 25.2702	17.2446	Imfilter: 34.1047	35.7643

Figure 4: MSE and PSNR results