

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

1^η Εργαστηριακή Αναφορά

Εργαστηριακή Ομάδα 76

Γιουμερτάκης Απόστολος, 2017030142

Κατσούπης Ευάγγελος, 2017030077

Για τη εκπόνηση της εργασίας επιλέχθηκε ως εικόνα αναφοράς η retriever.tiff:

Original Image



Για την υλοποίηση της εργασίας έγινε εκτενής χρήση της συνάρτησης `imresize(image,scale)` η οποία επιστρέφει έναν νέο πίνακα δύο διαστάσεων, με συγκεκριμένη κλίμακα, ανάλογα με το δεύτερο όρισμα. Η παραπάνω διαδικασία γίνεται για κάθε διαφορετική μέθοδο παρεμβολής (Nearest-neighbour, Bilinear, Cubic Interpolation) και με χρήση αντιπαραποιητικού φίλτρου (antialiasing) ή όχι, κατά την συρρίκνωση της εικόνας.

- Nearest-neighbour

Αρχικά έγινε η υποδειγματοληψία (downsampling) της εικόνας για κάθε περίπτωση:

Downsampling by $1/2 \times 1/4$



Downsampling by $1/2 \times 1/4$ (no aliasing)



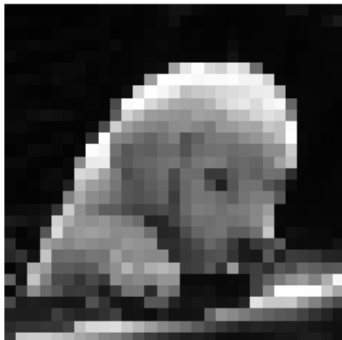
Downsampling by $1/4 \times 1/2$



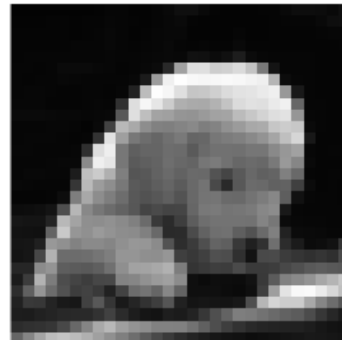
Downsampling by $1/4 \times 1/2$ (no aliasing)



Downsampling by $1/8 \times 1/8$



Downsampling by $1/8 \times 1/8$ (no aliasing)



Παρατηρείται ότι, ενώ και στις δύο περιπτώσεις έχει χαθεί πληροφορία, με την χρήση φίλτρου anti-aliasing οι μεταβάσεις απο pixel σε pixel είναι πιο ομαλές καθώς έχουν εξομαλυνθεί οι απότομες αλλαγές. Στην περίπτωση μη χρήσης του, είναι εμφανής η επίδραση της μεθόδου Nearest-neighbour μιας και οι εικόνες περιέχουν “σκαλοπάτια” (απότομες αλλαγές στις τιμές των pixel), σε κάθε περίπτωση τόσο στο πρόσωπο του σκύλου όσο και στις λεπτομέρειες πίσω και κάτω από αυτόν.

Κατά το upsampling:

Upsampled to original size



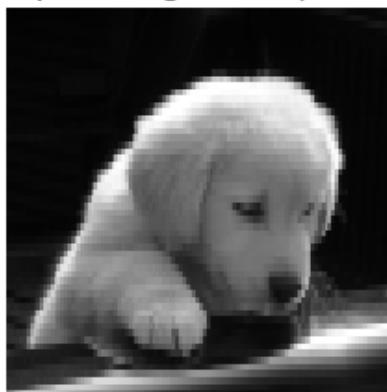
Upsampled to original size (no aliasing)



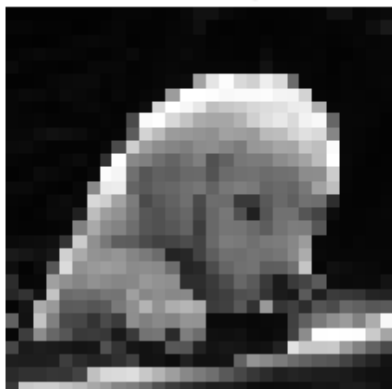
Upsampled to original size



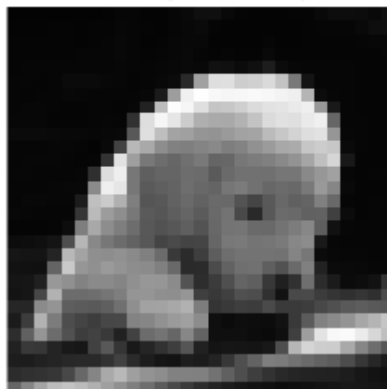
Upsampled to original size (no aliasing)



Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Παρατηρείται μία καλή προσέγγιση της αρχικής εικόνας με τα επιπλέον pixel, να παίρνουν τιμές φωτεινότητας όμοιες με αυτές των γειτόνων τους. Όμοια με το downsampling, όταν γίνεται χρήση του φίλτρου anti-aliasing οι διαφορές των τιμών εξομαλύνονται.

Για περαιτέρω εξήγηση παρατείθετε το παράδειγμα:

$$\begin{aligned} \text{Έστω } [1, 3, 9, 10, 20] &\xrightarrow{\text{upsample}} [1, 0, 3, 0, 9, 0, 10, 0, 20, 0] \xrightarrow{\text{Nearest-neighbour}} \\ &[1, 1, 3, 3, 9, 9, 10, 10, 20, 20] \xrightarrow{\text{anti-aliasing}} [1, 2, 3, 5, 9, 9.5, 10, 14, 18, 20] \end{aligned}$$

Για την σύγκριση των παραπάνω μεθόδων έγινε έλεγχος των:

ι) Mean square error που ορίζεται ως

$$MSE(I, \tilde{I}) = \frac{1}{MN} \sum_i^N \sum_j^M (I(i, j) - \tilde{I}(i, j))^2$$

ιι) Peak Signal-to-Noise Ratio που ορίζεται ως

$$PSNR(I, \tilde{I}) = 10 \log_{10} \left(\frac{\max_I^2}{MSE(I, \tilde{I})} \right)$$

για κάθε περίπτωση. Οι τιμές με δείκτη f δηλώνουν την μελέτη μεθόδου με επίδραση φίλτρου anti-aliasing.

scale	($1/2, 1/4$)	($1/4, 1/2$)	($1/8, 1/8$)
MSE	212.759	254.939	695.492
MSE_f	137.243	164.749	513.255
$PSNR$	24.852	24.066	19.708
$PSNR_f$	26.756	25.963	21.027

Παρατηρείται πως με την επίδραση του anti-aliasing (για Nearest-neighbour) η εικόνα έχει μικρότερο σφάλμα και άρα μικρότερο Noise σε όλες τις περιπτώσεις. Αξίζει να σημειωθεί πως ένα μεγάλο ποσοστό του σφάλματος οφείλετε στις γραμμές πίσω από το σκύλο, οι οποίες παραμορφώνονται κατά την υποδειγματοληψία και δεν διωρθώνονται κατά την υπερδειγματοληψία.

- Bilinear Interpolation

Στην 2η περίπτωση , έχουμε υποδειγματοληψία χρησιμοποιώντας την μέθοδο παρεμβολής Bilinear Interpolation.

Downsampling by 1/2 x 1/4



Downsampling by 1/2 x 1/4 (no aliasing)



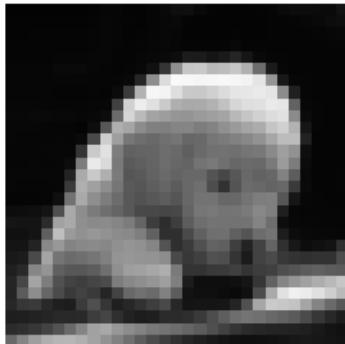
Downsampling by 1/4 x 1/2



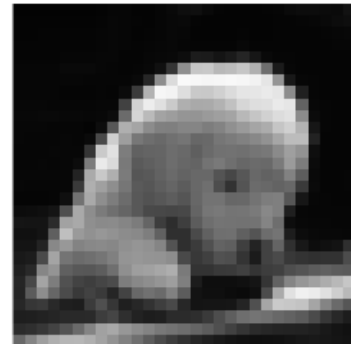
Downsampling by 1/4 x 1/2 (no aliasing)



Downsampling by 1/8 x 1/8



Downsampling by 1/8 x 1/8 (no aliasing)



Παρατηρείται πως σε σχέση με την μέθοδο Nearest-Neighbour, στις παραπάνω εικόνες , οι μεταβάσεις από pixel σε pixel είναι πιο ομαλές και μειώνεται η επίδραση του “σκαλοπατιού”. Εφαρμόζοντας στην εικόνα anti-aliasing φίλτρο, δεν παρατηρούμε κάποια σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την εικόνα χωρίς το φίλτρο , καθώς η μέθοδος Bilinear έχει διορθώσει σημαντικά τις παραμορφώσεις.

Κατά την υπερδειγματοληψία, τα νέα δείγματα που δημιουργούνται είναι ο μέσος όρος που προκύπτει από δύο γειτονικά pixels, με αποτέλεσμα η εικόνα να έχει λιγότερες ασυνέχειες και να τείνει πιο κοντά στην αρχική.

Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Με υπερδειγματοληψία στις εικόνες που έχει εφαρμοστεί anti-aliasing φίλτρο, δεν παρατηρείται κάποια εμφανής διαφορά σε σύγκριση με αυτές χωρίς φίλτρο. Αυτό φαίνεται παρακάτω και στις τιμές του μέσου τετραγωνικού σφάλματος:

scale	($1/2, 1/4$)	($1/4, 1/2$)	($1/8, 1/8$)
MSE	108.663	126.394	439.066
MSE_f	108.663	126.394	439.066
$PSNR$	27.770	27.114	21.706
$PSNR_f$	27.770	27.114	21.706

- Cubic Interpolation

Στην 3^η περίπτωση , έχουμε υποδειγματοληψία χρησιμοποιώντας την μέθοδο παρεμβολής Cubic Interpolation. Οι μεταβολές στις εικόνες είναι ακόμα πιο ομαλές σε σχέση με τις προηγούμενες μεθόδους. Εφαρμόζοντας στην εικόνα anti-aliasing φίλτρου , δεν παρατηρούμε κάποια σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την εικόνα χωρίς το φίλτρο , καθώς η μέθοδος Cubic, όπως και η Bilinear, έχει διορθώσει σημαντικά τις παραμορφώσεις (ομαλές μεταβολές μεταξύ των γειτονικών τιμών).

Οι υποδειγματοληπτημένες εικόνες ανά περίπτωση.

Downsampling by $1/2 \times 1/4$



Downsampling by $1/2 \times 1/4$ (no aliasing)



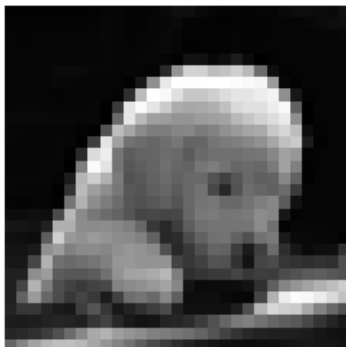
Downsampling by $1/4 \times 1/2$



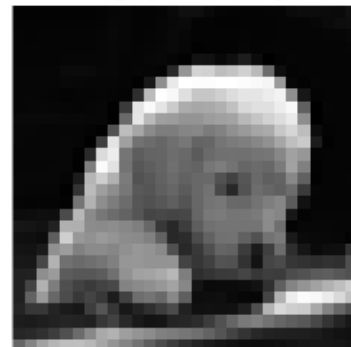
Downsampling by $1/4 \times 1/2$ (no aliasing)



Downsampling by $1/8 \times 1/8$



Downsampling by $1/8 \times 1/8$ (no aliasing)



Κατα την υπερδειγματοληψία, τα νέα δείγματα που δημιουργούνται, είναι απόρροια μιας πολυωνμικής συνάρτησης μεταξύ γειτονικών pixels, με αποτέλεσμα η εικόνα να έχει λιγότερες ασυνέχειες και να τείνει ακόμα πιο κοντά στην αρχική.

Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Upsampled to original size



Upsampled to original size (no aliasing)



Με υπερδειγματοληψία στις εικόνες που έχει εφαρμοστεί anti-aliasing φίλτρο, δεν παρατηρείται κάποια εμφανής διαφορά σε σύγκριση με αυτές χωρίς φίλτρο. Αυτό φαίνεται παρακάτω και στις τιμές του μέσου τετραγωνικού σφάλματος

scale	($1/2, 1/4$)	($1/4, 1/2$)	($1/8, 1/8$)
MSE	68.997	86.586	301.458
MSE_f	68.997	86.586	301.458
$PSNR$	29.743	28.756	23.339
$PSNR_f$	29.743	28.756	23.339

Συνοψίζοντας, μπορούμε να ισχυριστούμε πως η μέθοδος Cubic Interpolation είναι η βέλτιστη μεταξύ των υπόλοιπων μεθόδων, καθώς έχει το μικρότερο σφάλμα και τον μεγαλύτερο σηματοθορυβικό λόγο (Peak SNR). Το ίδιο πόρισμα θα έβγαине και χωρίς τις μετρήσεις, μιας και οι παραγόμενες εικόνες φαίνεται να έχουν καλύτερη ευκρίνεια και παραπάνω πληροφορία.