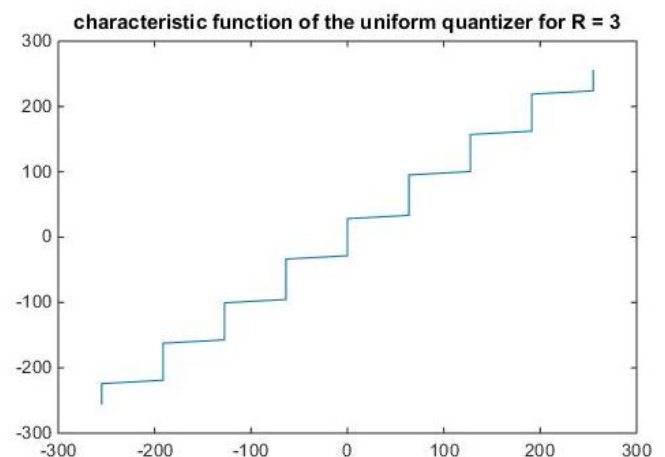
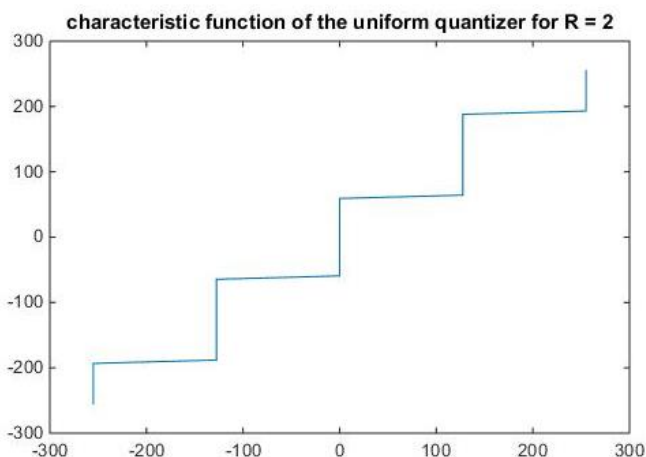
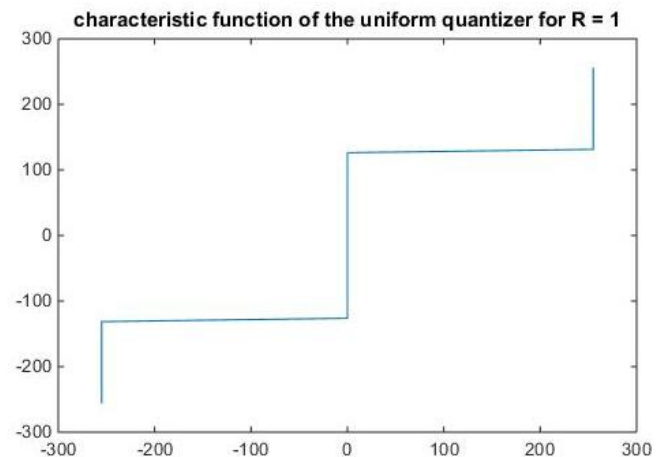
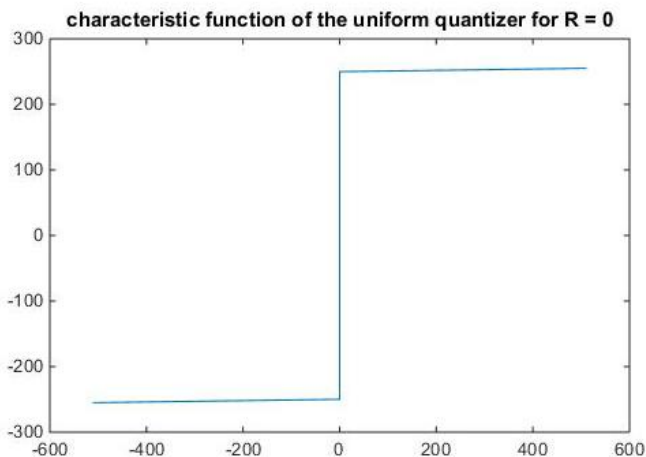


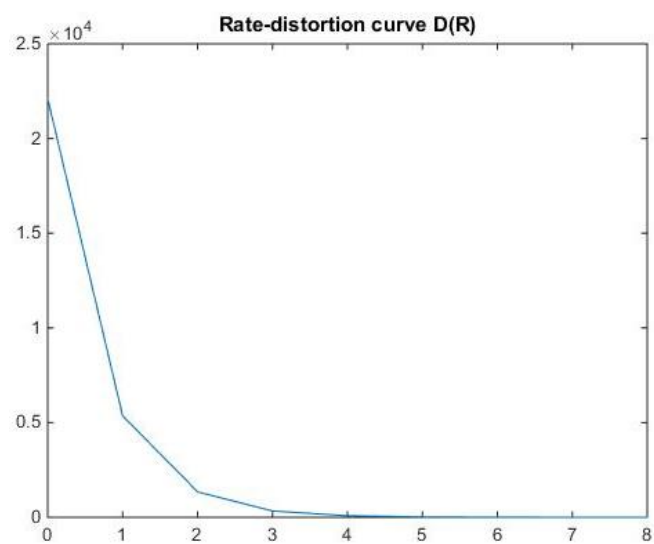
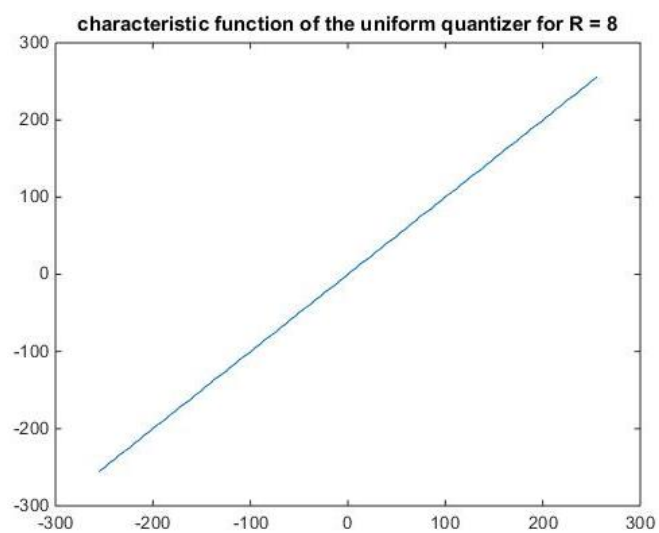
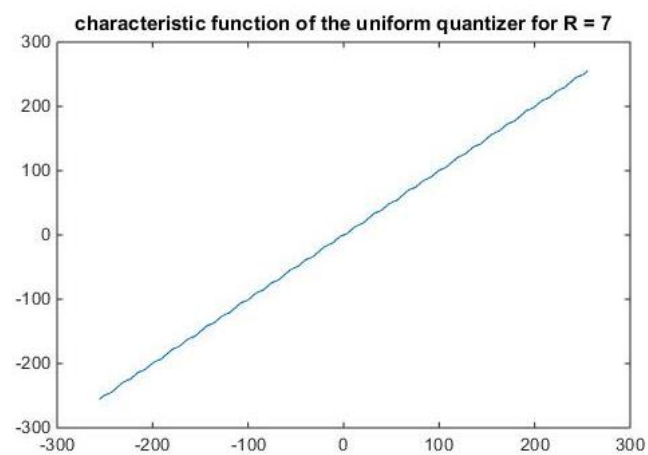
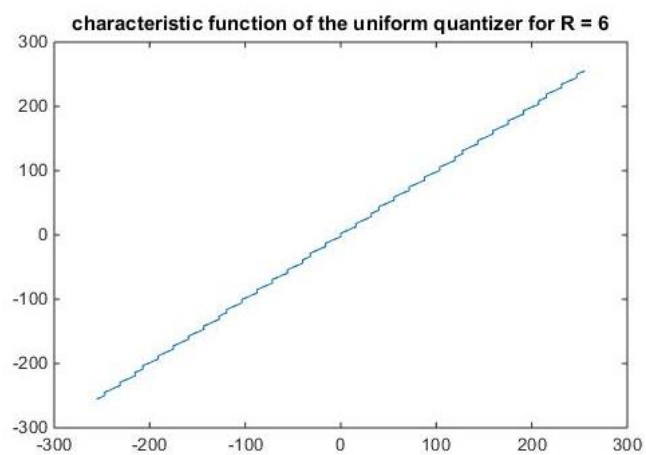
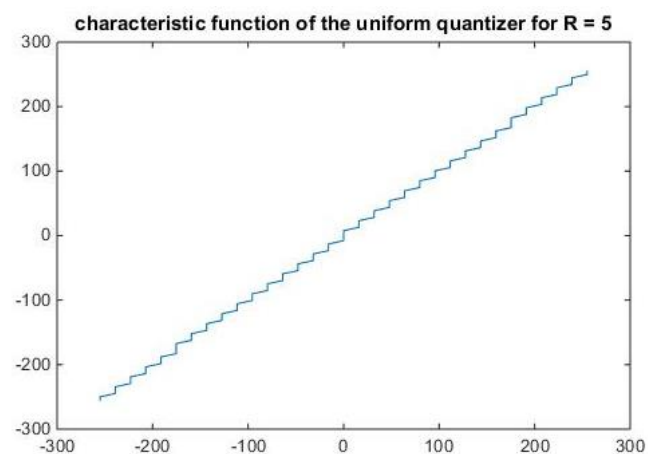
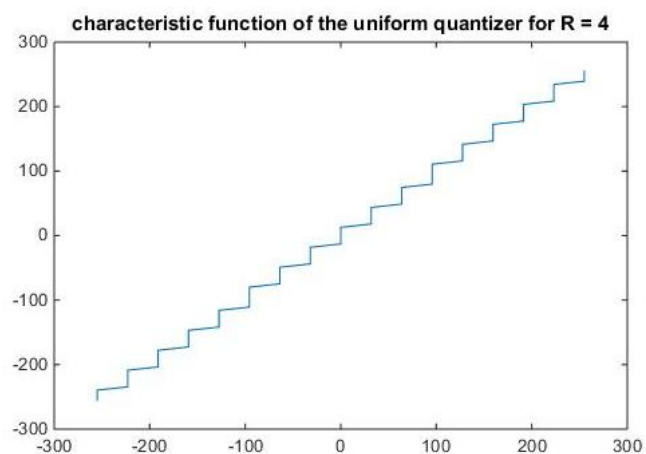
Σκοπός της άσκησης είναι η χρήση του uniform scalar quantizer για να μειώνονται οι τιμές που μπορεί να πάρει κάθε στοιχείο του εισαγόμενου σήματος, καθώς και η κατασκευή ενός συστήματος συμπίεσης με τη χρήση του μετασχηματισμού haar καθώς και του uniform scalar quantizer.

Part A

Αρχικά υλοποιήσαμε μια συνάρτηση uni_scalar, η οποία λειτουργεί όπως ο ορισμός του uniform scalar quantizer: $Q(x) = \Delta * \text{sign}(x) * \text{floor}(\frac{|x|}{\Delta} + \frac{1}{2})$, όπου x είναι το εισαγόμενο σήμα και Δ το βήμα κβάντισης, όπως αναφέρονται και στην εκφώνηση.

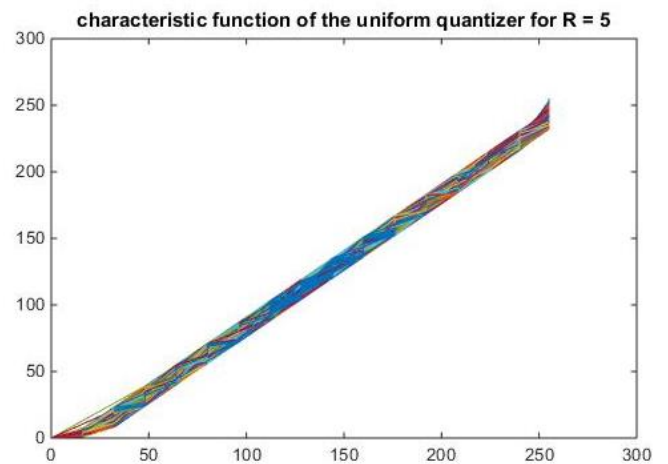
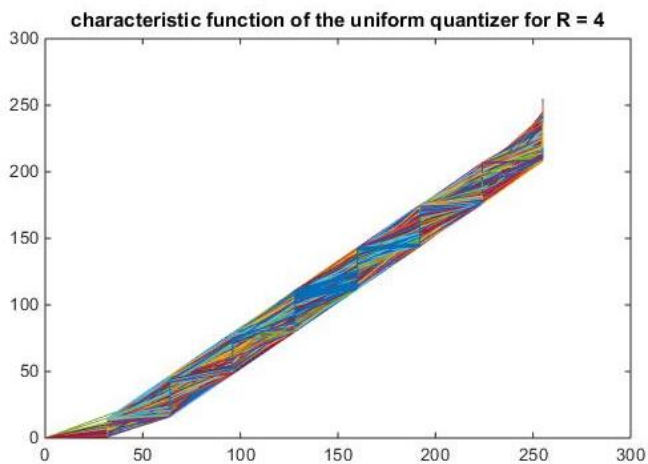
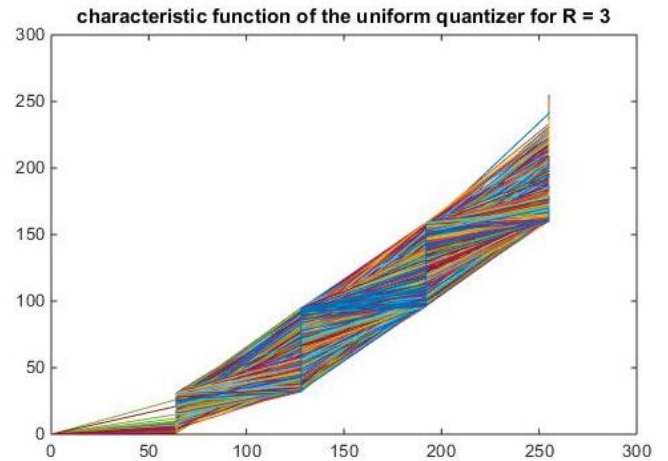
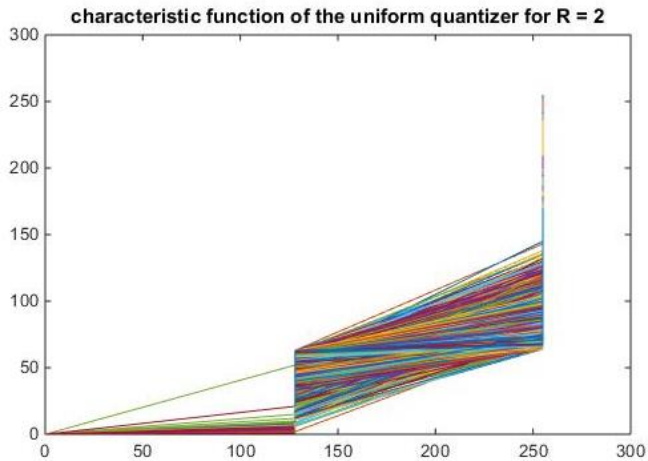
Αρχικά χρησιμοποιήθηκε ένα σήμα με εύρος $[-255, 255]$. Ύστερα με τη χρήση της συνάρτησης calc_R_char_func υπολογίστηκαν οι χαρακτηριστικές συναρτήσεις του uniform scalar quantizer για το σήμα αυτό με $R=[0,8]$, καθώς και η Rate-distortion curve ($D(R)$) (προκύπτει με το mse του σήματος με το κβαντισμένο σήμα):

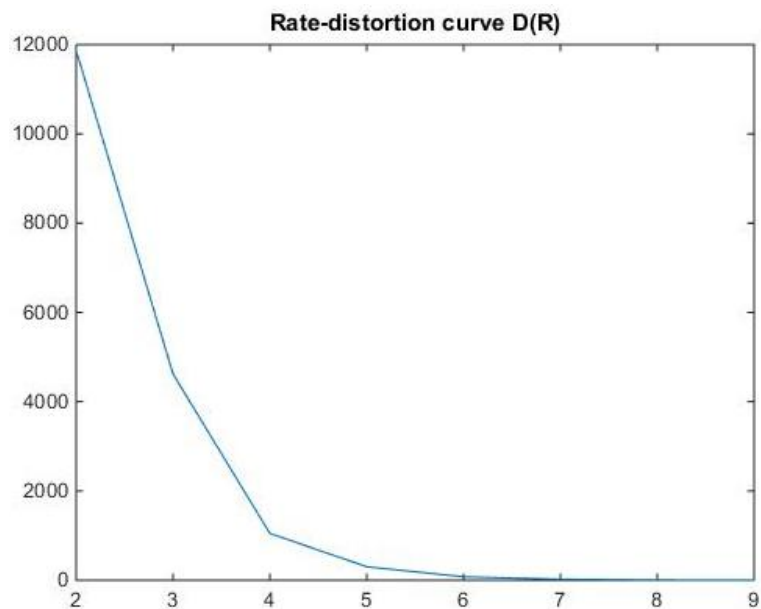
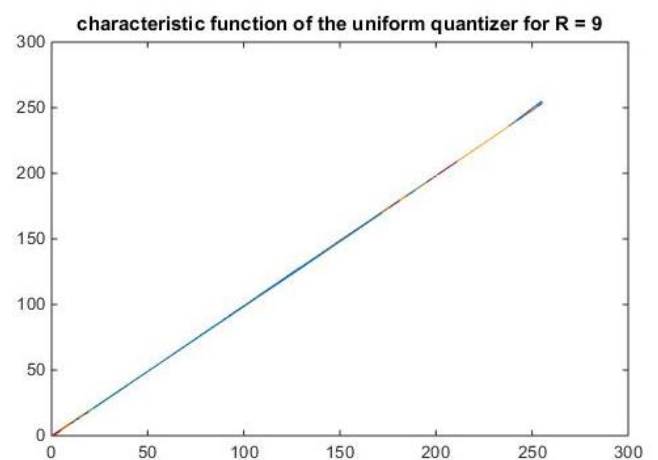
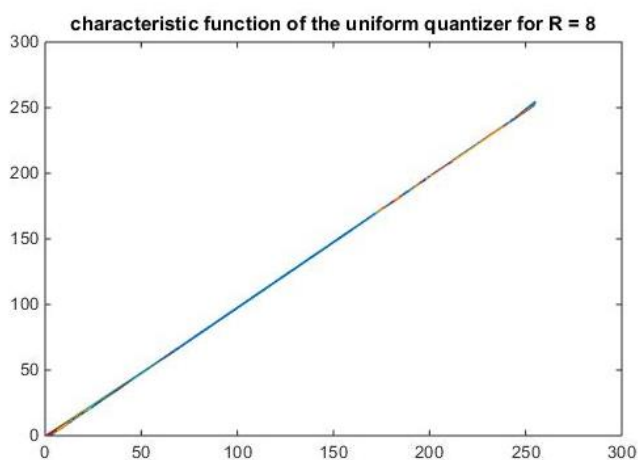
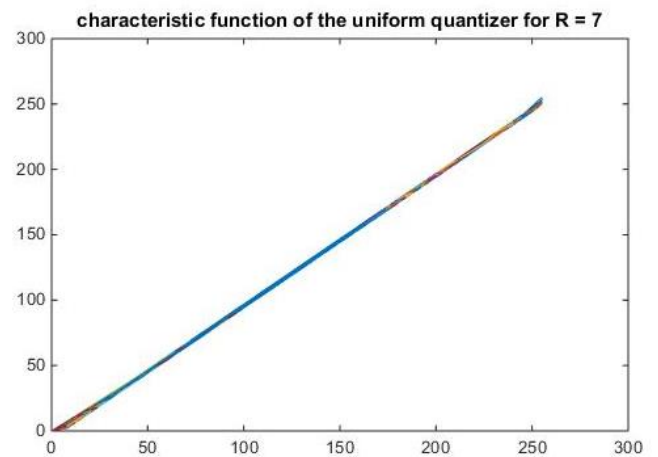
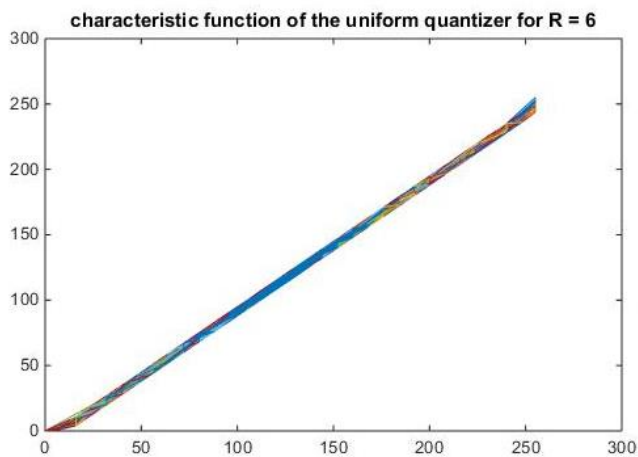




Από τη γραφική παράσταση $D(R)$ παρατηρείται ότι οι τιμές του distortion κυμαίνονται από $2.2 \cdot 10^4$ σε μια τιμή κοντά στο 0 για $R=0$ έως $R=8$ αντίστοιχα, λόγω του όγκου της πληροφορίας που λαμβάνεται, κάτι το οποίο αυξάνει την ανάλυση.

Στη συνέχεια για την εικόνα που μας δόθηκε, ακολουθείται η ίδια διαδικασία απλά με $R=[2,9]$, αφού για $R=\{1,2\}$ δεν παίρνουμε αποδεκτό αποτέλεσμα. Επειδή η εικόνα περιέχει 8 bits/pixel, πρέπει να κβαντιστεί με 8 στοιχεία, γιαυτό προστίθεται η τιμή 9 στο R .



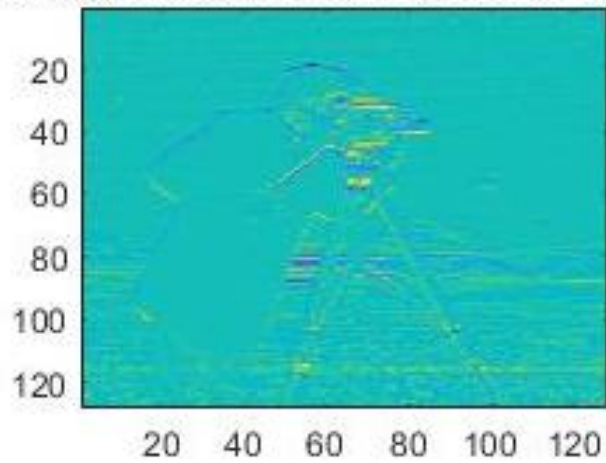
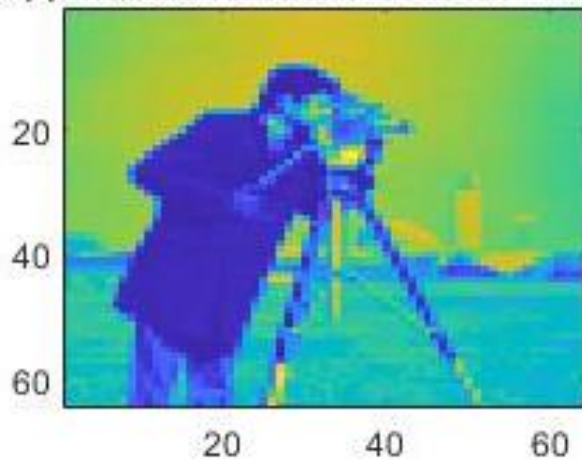


Σε αυτήν την περίπτωση από τη γραφική παράσταση $D(R)$ παρατηρείται ότι οι τιμές του distortion κυμαίνονται από κάτι μικρότερο του $1.2 \cdot 10^4$ σε μια τιμή πιο μακριά από το 0 για $R=2$ έως $R=9$ αντίστοιχα, αφού αυξήθηκε το βήμα κβάντισης, άρα και ο αριθμός των bits, κάτι που μειώνει την αλλοίωση.

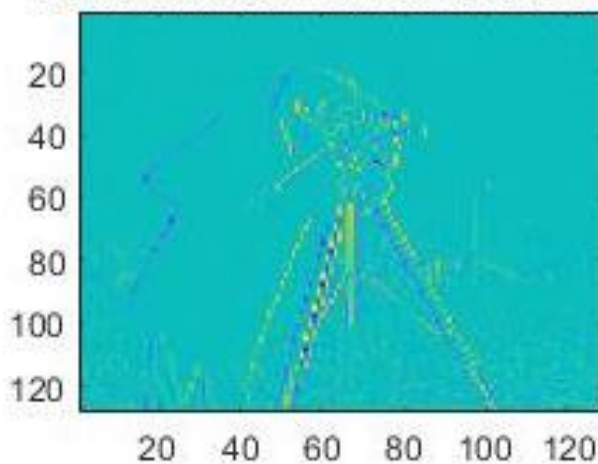
Part B

Εφαρμόστηκε μετασχηματισμός haar για 2 decomposition levels με τη χρήση της συνάρτησης haart2 και προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

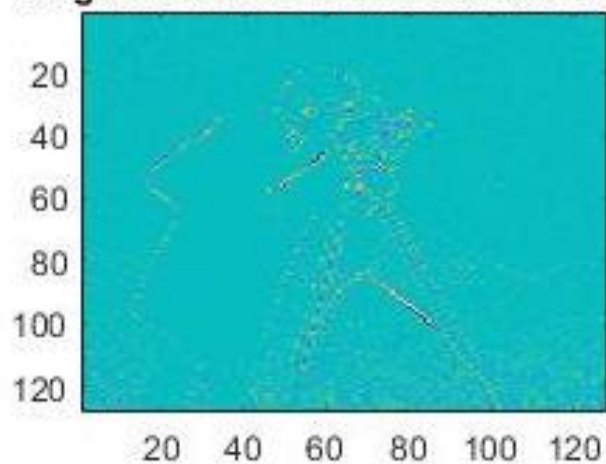
Approximation coefficients of Level 1 Horizontal detail coefficients of Level 1



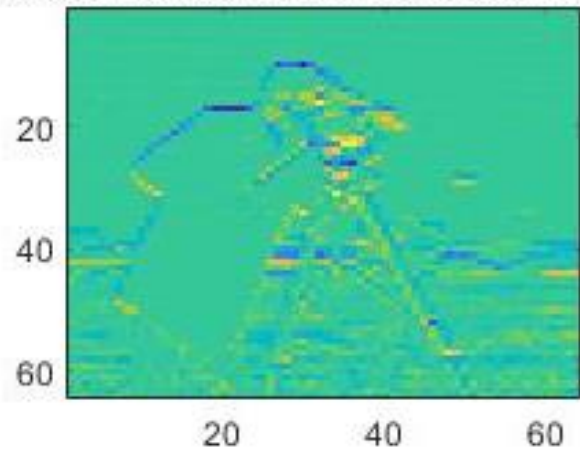
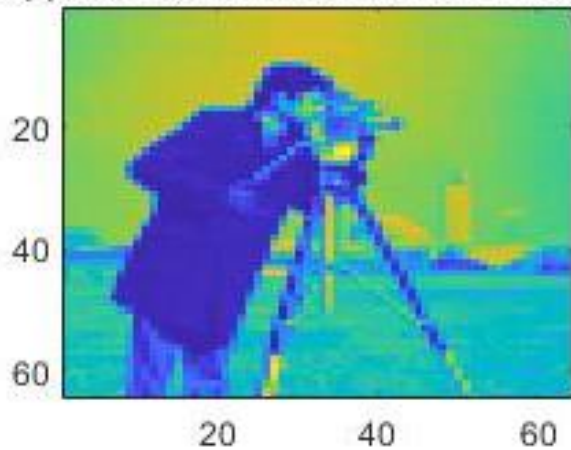
Vertical detail coefficients of Level 1



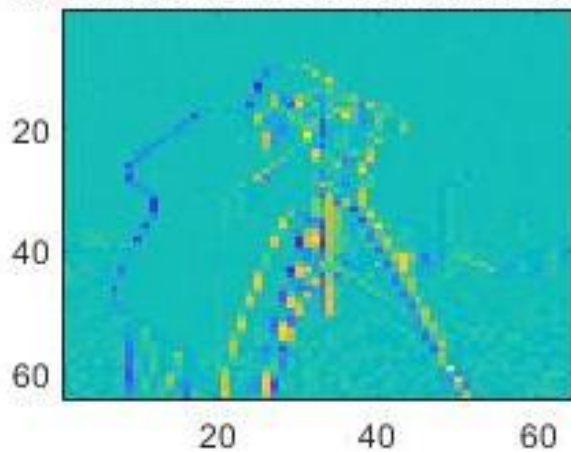
Diagonal detail coefficients of Level 1



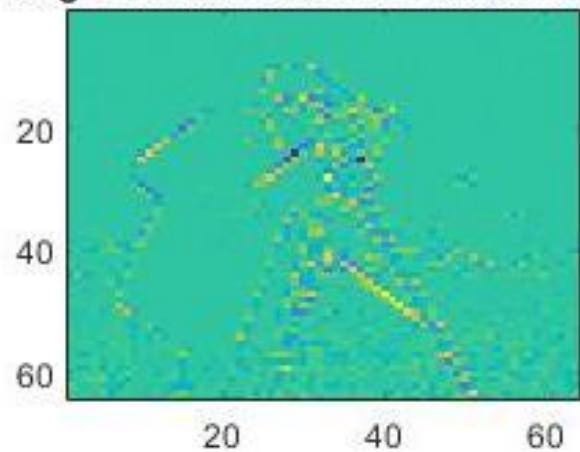
Approximation coefficients of Level 2 Horizontal detail coefficients of Level 2



Vertical detail coefficients of Level 2



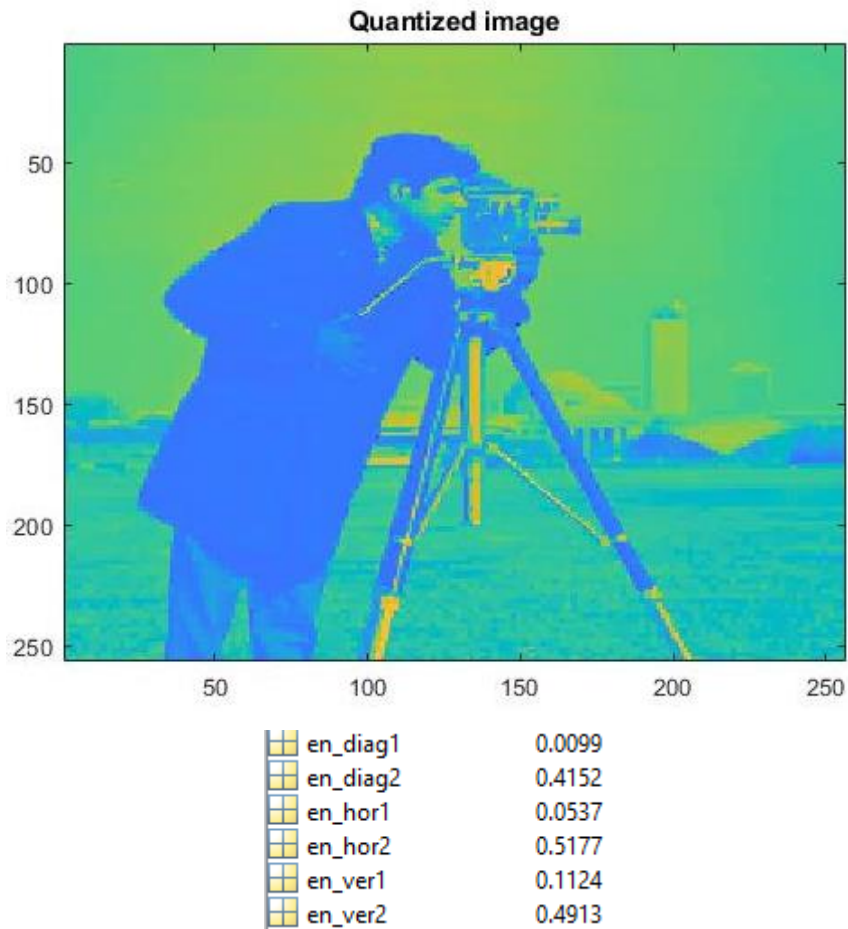
Diagonal detail coefficients of Level 2



Υστερα κβαντίζονται τα subbands των 2 αυτών επιπέδων, όπως στο part A, με $R=2$ για το πρώτο επίπεδο και με $R=4$ για το δεύτερο. Μετά υπολογίζεται η εντροπία του κάθε subband, καθώς και η συνολική εντροπία. Τέλος ανακατασκευάζεται η εικόνα με τη χρήση της συνάρτησης `ihaart2`, ενώ υπολογίζεται και το PSNR μεταξύ της αρχικής και της ανακατασκευασμένης εικόνας.

Συνολική εντροπία: 1.6

PSNR: 28.07



Παρατηρείται ότι οι τιμές των εντροπιών αυξάνονται όσο αυξάνεται το R, αφού η εντροπία δείχνει την αβεβαιότητα, που αυξάνεται ανάλογα με το πόσες τιμές έχουν μικρό R.

Το Compression Ratio από την εντροπία Shannon στην εικόνα είναι περίπου 8, ενώ η συνολική εντροπία είναι 1.6. Άρα ο ρυθμός συμπίεσης υπολογίζεται ως εξής:

$$C_{R=\{2,4\}} = \frac{\#bits}{total\ entropy} = \frac{8}{1.6} = 5$$

Ενώ η περιττή πληροφορία είναι: $R_{R=\{2,4\}} = 1 - \frac{1}{C_{R=\{2,4\}}} = \frac{0.6}{1.6} * 100\% = 37.5\%$