



Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας
-Εργασία 1-
Bayer, downsampling, quantization
& PPM representation

Αλέξανδρος Πετρίδης

Τελευταία ενημέρωση: 26 Απριλίου 2021

Περιεχόμενα

1	Φίλτρο <i>Bayer</i>	3
1.1	Παρατηρήσεις	4
2	Υποδειγματοληψία εικόνας	5
2.1	Μέθοδος nearest neighbor	5
2.2	Μέθοδος bilinear interpolation	5
2.3	Παρατηρήσεις	5
3	Κβαντισμός και αποκβαντισμός	6
3.1	Κβαντισμός Εικόνας	6
3.2	Απόκβαντισμός Εικόνας	6
3.3	Παρατηρήσεις	6
4	Πρότυπο <i>PPM</i>	7
4.1	Παρατηρήσεις	9
5	Σημειώσεις	9

1 Φίλτρο *Bayer*

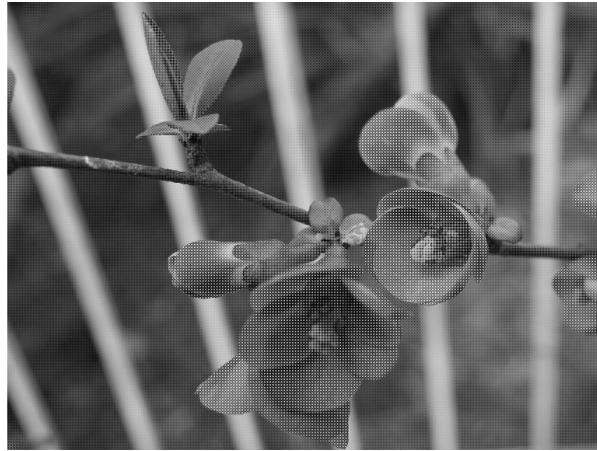
Σε αυτήν την ενότητα κατασκευάστηκε η συνάρτηση *bayer2rgb* η οποία δέχεται σαν είσοδο έναν πίνακα *xb* μεγέθους $M_0 \times N_0$ με τις τιμές των δειγμάτων μιας εικόνας σε θέσεις που περιγράφονται από το φίλτρο *Bayer* και επιστρέφει εικόνα διάστασης $M_0 \times N_0$ σε μορφή *RGB*. Στο εσωτερικό της, η συνάρτηση πραγματοποιεί συνελίξεις με τις παρακάτω μάσκες έτσι ώστε να υπολογίσει τις συνιστώσες των χρωμάτων οι οποίες δεν υπάρχουν από το φίλτρο *Bayer*. Ο υπολογισμός τους γίνεται με τον μέσο όρο των γειτονικών όπως αυτά προέρχονται από την αρχική, κατά *bayer* εικόνα.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί την μάσκα $Rr = \frac{1}{4} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ ώστε να υπολογίσει την κόκκινη συνιστώσα.

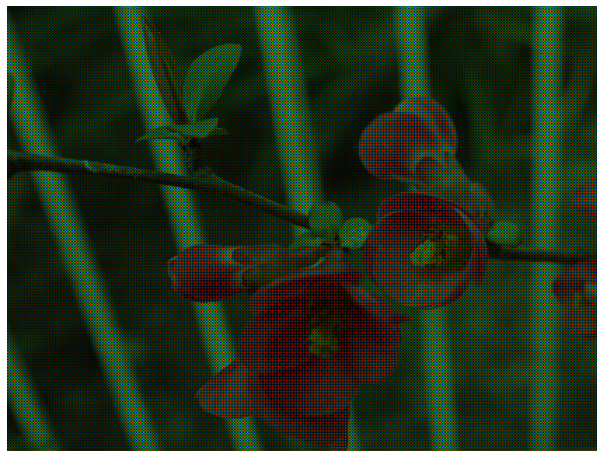
Την μάσκα $Rg = \frac{1}{4} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ώστε να υπολογίσει την πράσινη συνιστώσα.

Και τέλος την μάσκα $Rb = \frac{1}{4} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ ώστε να υπολογίσει την μπλέ συνιστώσα.

Παρακάτω μέσω των εικόνων φαίνονται τα στάδια της εικόνας.



Σχήμα 1: Εικόνα που προέρχεται από μη χρωματισμένους αισθητήρες



Σχήμα 2: Εικόνα που προέρχεται από χρωματισμένους αισθητήρες

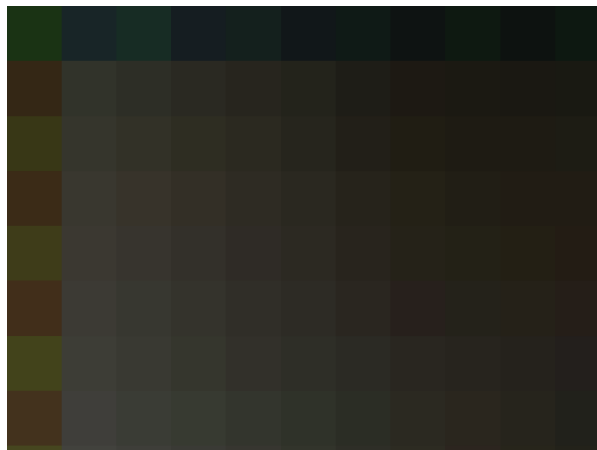


Σχήμα 3: Εικόνα που προέρχεται από τις συνελιξίσεις με σκοπό το γέμισμα των κενών *pixels* με τον μέσο όρο των γειτονικών τους

Στο αρχείο *demo1.m* εκτυπώνονται οι μάσκες που έχουμε αναφέρει και παραπάνω αλλά και οι εικόνες που αποτυπώνονται στα σχήματα 2 και 3.

1.1 Παρατηρήσεις

Αξίζει να σημειωθεί πως επειδή χρησιμοποιήθηκε η *conv2* με όρισμα *same* οι γωνίες της τελικής εικόνας έχουν την εξής μορφή.



Σχήμα 4: Γωνίες Τελικής απεικόνισης

2 Υποδειγματοληψία εικόνας

Σε αυτήν την ενότητα υλοποιήθηκε μια συνάρτηση υποδειγματοληψίας με την επιλογή μεθόδου υποδειγματοληψίας από τις: nearest neighbor και bilinear interpolation

2.1 Μέθοδος nearest neighbor

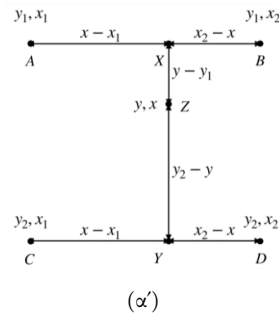
Αυτή η μέθοδος είναι μια από τις πιο απλές μεθόδους αλλαγής κλίμακας της εικόνας, η οποία αντικαθιστά κάθε *pixel* της νέας εικόνας με το χρώμα του *pixel* της αρχικής με το οποίο βρίσκεται πιο κοντά.



Σχήμα 5: Υποδειγματοληψία σε $240 \times 320 \text{ pixels}$ με την μέθοδο *nearest*

2.2 Μέθοδος bilinear interpolation

Αυτή η μέθοδος εφαρμόζει δύο γραμμικές παρεμβολές για το *pixel* της νέας εικόνας που βρίσκεται ανάμεσα στα *pixels* της αρχικής εικόνας πρώτα ως προς τα *pixels* του άξονα των τετμημένων και έπειτα ως προς τα *pixels* του άξονα των τεταγμένων.



(β')

Σχήμα 6: (α') Διπλή γραμμική παρεμβολή για ένα τυχαίο σημείο *Z*, (β') Υποδειγματοληψία σε $200 \times 300 \text{ pixels}$ με την μέθοδο *bilinear*

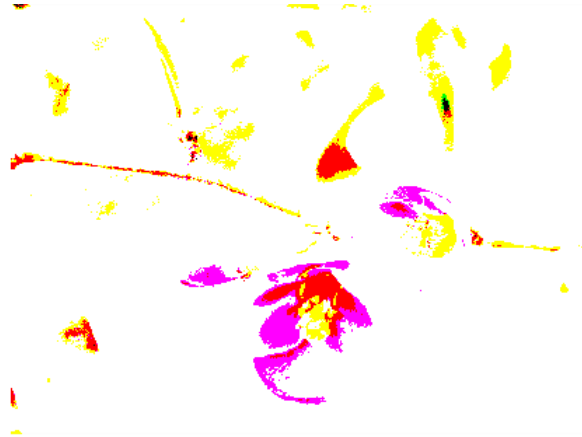
2.3 Παρατηρήσεις

Αξίζει να σημειωθεί πως δεν παρατηρείται διαφορά στις δύο μεθόδους στα μεγέθη των εικόνων που ζητούνται.

3 Κβαντισμός και αποκβαντισμός

Σε αυτήν την ενότητα υλοποιήθηκε ένα σύστημα κβαντιστή και αποκβαντιστή. Ένας απλός συμμετρικός ομοιόμορφος κβαντιστής με πλάτος ζώνης κβαντισμού w , κβαντίζει μία είσοδο x στις ομοιόμορφες ζώνες που ορίζονται από το w . Αυτό σημαίνει πως η περιοχή τιμών των δειγμάτων διαμερίζεται σε κβαντικές ζώνες και οποιαδήποτε τιμή στο εσωτερικό της ζώνης αντιστοιχίζεται στο ίδιο σύμβολο.

3.1 Κβαντισμός Εικόνων



Σχήμα 7: Κβαντισμός Εικόνων χρησιμοποιώντας $3\text{bits}/\text{χρώμα}$

3.2 Απόκβαντισμός Εικόνων



Σχήμα 8: Απόκβαντισμός Εικόνων χρησιμοποιώντας (α') $3 - \text{bits}/\text{χρώμα}$, (β') $8 - \text{bits}/\text{χρώμα}$

3.3 Παρατηρήσεις

Όταν χρησιμοποιούμε $n - \text{bits}$ ανα χρώμα τότε οι ζώνες κβαντισμού είναι 2^n . Παρατηρούμε ακόμα την μεγάλη διαφορά όταν χρησιμοποιούμε 3 και 8 bits ανα χρώμα καθώς οι ζώνες κβαντισμού στην πρώτη περίπτωση είναι $2^3 = 8$ και στην δεύτερη $2^8 = 256$.

4 Πρότυπο *PPM*

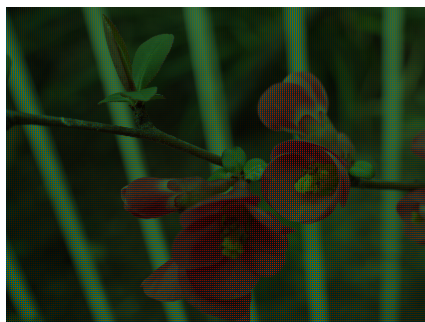
Στο τελευταίο μέρος της εργασίας υλοποιήθηκε ένας κωδικοποιητής ο οποίος λειτουργεί σύμφωνα με το πρότυπο *PPM*. Συγκεκριμένα στο πρότυπο κάθε εικόνα περιέχει τα ακόλουθα.

1. Ξεκινάει από τον "μαγικό αριθμό", ο οποίος αποτελείται από 2 χαρακτήρες *P6*.
2. Ακολουθεί κενό.
3. Ακολουθεί το πλάτος της εικόνας μορφοποιημένο ως χαρακτήρας *ASCII* σε δεκαδική μορφή.
4. Έπειτα ξανά το κενό.
5. Στη συνέχεια το ύψος της εικόνας μορφοποιημένο ως χαρακτήρας *ASCII* σε δεκαδική μορφή .
6. Άλλο ένα κενό.
7. Στη συνέχεια ο αριθμός στάθμεων κβαντισμού, ξανά σε *ASCII*, ο οποίος πρέπει να είναι μικρότερος του 65,537 και μεγαλύτερος του 0.
8. Ακόμα ο χαρακτήρας νέας γραμμής.
9. Και τέλος το υπόλοιπο αρχείο περιλαμβάνει τα σύμβολα κβαντισμού των τιμών φωτινότητας κάθε *pixel*. Οι τιμές αυτές βρίσκονται διαδοχικά για κάθε *pixel* με την σειρά κόκκινο, πράσινο και μπλέ σε κάθε επόμενη σειρά.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής εικόνας από τη στιγμή που έχουμε τα δεδομένα τα οποία έχουν συλληφθεί από τους αισθητήρες της κάμερας μέχρι το αρχείο το οποίο αποθηκεύει την ψηφιακή εικόνα.



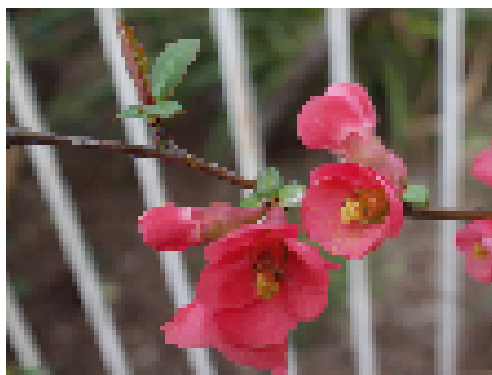
Σχήμα 9: Αρχική Εικόνα που προέρχεται από μη χρωματισμένους αισθητήρες



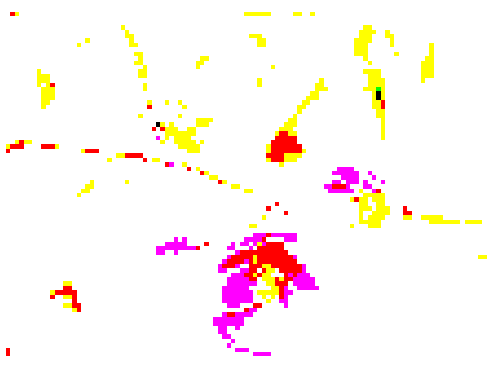
Σχήμα 10: Εικόνα που προέρχεται από χρωματισμένους αισθητήρες



Σχήμα 11: Εικόνα *RGB*



Σχήμα 12: Υποδειγματοληπτημένη εικόνα σε διαστάσεις 150×200



Σχήμα 13: Κβαντισμένη εικόνα



Σχήμα 14: Τελική εικόνα στο αρχείο `dip_is_fun.ppm`

4.1 Παρατηρήσεις

Παρατηρούμε πως χαλάει η ανάλυση της εικόνας για να μπορέσουμε να την αναπαραστήσουμε ψηφιακά, κάτι το οποίο το περιμέναμε. Ακόμα παρατηρούμε πως ο αποκβαντισμός της εικόνας γίνεται με μεγαλύτερη ευκρίνεια από την συνάρτηση που υλοποιήθηκε στο κεφάλαιο 3.

5 Σημειώσεις

Όλες οι εικόνες που υπάρχουν στο αρχείο `report.pdf` έχουν υποστεί επεξεργασία όσον αφορά το μέγεθός τους για να μπορεί να γίνει καλή αναπαράστασή τους μέσα στο αρχείο. Οι εικόνες εμφανίζονται στο κανονικό τους μέγεθος εκτελώντας τα *demos* της εργασίας.