



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ

ΤΗΛ312: ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

Ακ. έτος 2016-2017

Εργαστήριο: Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος & Εικόνας (**Display Lab**)

Καθηγητής: Μιχάλης Ζερβάκης

1η Εργαστηριακή Άσκηση: Μοντέλα Χρωμάτων

1. RGB μοντέλο

Το πιο διαδεδομένο μοντέλο χρωμάτων σήμερα είναι το μοντέλο RGB. Χρησιμοποιείται κυρίως στις οθόνες των υπολογιστών και των τηλεοράσεων. Αναπαριστά το χρώμα με την βοήθεια τριών ανεξάρτητων συνιστωσών. Η πρώτη περιέχει την ποσότητα του κόκκινου χρώματος στην εικόνα, η δεύτερη το πράσινο χρώμα και η τρίτη την ποσότητα του μπλε χρώματος στην εικόνα. Στην πράξη αναπαριστά το χρώμα με την μορφή ενός κύβου.

2. Εικόνες σε Αποχρώσεις του γκρι

Οι εικόνες αυτές αποτελούνται μόνο από διαφορετικές αποχρώσεις του γκρι. Στο RGB μοντέλο οι αποχρώσεις του γκρι περιέχουν ίδια ποσότητα του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να μετατρέψει κανείς μια εικόνα σε εικόνα αποχρώσεων του γκρι. Ένας τρόπος είναι να θεωρήσεις ότι η απόχρωση του γκρι που αντιστοιχεί σε μια RGB τιμή είναι ο μέσος όρος των τιμών του R του G και του B. Αυτή η εκτίμηση, όμως, δεν δίνει καλό αποτέλεσμα. Ο λόγος είναι ότι το ανθρώπινο μάτι δεν έχει την ίδια ευαισθησία και στα τρία χρώματα. Η μετατροπή που θεωρείται σήμερα αρκετά ικανοποιητική είναι η εξής:

$$Y = (222*R+707*G+71*B)/1000 \quad (\text{ITU standard}),$$

όπου το Y είναι η τιμή της απόχρωσης του γκρι.

3. HSI μοντέλο

Ένα επίσης σημαντικό μοντέλο χρωμάτων είναι το HSI (hue-saturation-intensity). Το μοντέλο αυτό αναπαριστά την εικόνα με την **απόχρωση** που είναι μια περιγραφή ενός γνήσιου χρώματος, το **διαποτισμό** που περιγράφει το βαθμό που το χρώμα έχει αραιωθεί με το άσπρο και την **ένταση**. Το HSI μοντέλο είναι σημαντικό γιατί η συνιστώσα που περιγράφει την ένταση (το I) ανεξαρτητοποιείται από τις άλλες δύο συνιστώσες (H και S) που περιέχουν την πληροφορία για το χρώμα. Για να επεξεργαστούμε την εικόνα μας έτσι αρκεί να κάνουμε ότι επεξεργασία θέλουμε στην I συνιστώσα. Παρακάτω περιγράφουμε τους τύπους μετατροπής από το μοντέλο RGB στο HSI και αντίστροφα.

Έστω R, G, B είναι οι τιμές που προσδιορίζουν το χρώμα στο RGB μοντέλο και έστω ότι παίρνουν τιμές από το 0 μέχρι το 1. Ορίζουμε:

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$r = M - R / M - m, \quad g = M - G / M - m, \quad b = M - B / M - m$$

Οι τύποι για την μετατροπή στο HSI μοντέλο είναι:

Υπολογισμός του I:

$$I = M + m / 2$$

Υπολογισμός του S:

- Αν $I \leq 0.5$ τότε $S = M - m / M + m$
- Αν $I > 0.5$ τότε $S = M - m / 2 - M - m$

Υπολογισμός του H:

- $M = m \quad H = 0$
- $R = M \quad H = 60 (2 + b - g)$
- $G = M \quad H = 60 (4 + r - b)$
- $B = M \quad H = 60 (6 + g - r)$

Για την αντίστροφη διαδικασία ορίζουμε:

- 1) Αν $I \leq 0.5 \quad M = I (1 + S)$
 Αν $I > 0.5 \quad M = I + S - IS$
- 2) $m = 2I - M$

Οι τύποι για την μετατροπή από το HSI στο RGB είναι:

Υπολογισμός του R:

- $H < 60 \quad R = m + (M - m) (H / 60)$

- $H < 180$ $R = M$
- $H < 240$ $R = m + (M - m) \frac{240 - H}{60}$
- $H < 360$ $R = m$

Υπολογισμός του G:

- $H < 120$ $G = m$
- $H < 180$ $G = m + (M - m) \frac{H - 120}{60}$
- $H < 300$ $G = M$
- $H < 360$ $G = m + (M - m) \frac{360 - H}{60}$

Υπολογισμός του B:

- $H < 60$ $B = M$
- $H < 120$ $B = m + (M - m) \frac{120 - H}{60}$
- $H < 240$ $B = m$
- $H < 300$ $B = m + (M - m) \frac{H - 240}{60}$
- $H < 360$ $B = M$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ (σε Matlab)

1. Ζητείται να 'διαβάσετε' (**imread**) 2 RGB BMP εικόνες της επιλογής σας, των 8 bit ανά χρώμα η κάθε εικόνα, να εξάγετε την χρωματική τους παλέτα και να βάλετε τη χρωματική παλέτα της 1^{ης} εικόνας στην 2^η εικόνα και το αντίθετο (swap palettes) (**imwrite**).

Τι παρατηρείτε;

Βοήθεια: Χρησιμοποιήστε την εντολή imread με τη μορφή που εξάγει την εικόνα σε 2 πίνακες (τι αναπαριστούν αυτοί οι 2 πίνακες; Τι μέγεθος έχουν και γιατί;)

2. Να φτιάξετε ένα πρόγραμμα που να 'διαβάζει' 8-bit έγχρωμες εικόνες και να τις μετατρέπει σε εικόνες αποχρώσεων του γκρι. Το πρόγραμμα αυτό αρκεί να αντικαθιστά την παλέτα της εικόνας με μια άλλη αποχρώσεων του γκρι. Αποθηκεύστε την νέα εικόνα σε αρχείο.

Η παλέτα της εικόνας αποχρώσεων του γκρι τι μέγεθος έχει και γιατί;

3. Στο HSI μοντέλο χρωμάτων δημιουργήστε 256 χρώματα με τον εξής τρόπο:

Ορίστε k = μονοψήφιος αριθμός που προκύπτει από το άθροισμα των 3 τελευταίων ψηφίων του κωδικού της ομάδας σας όπως αυτή είναι δηλωμένη στον Ιστοχώρο.

Παράδειγμα: Έστω ότι ο κωδικός της ομάδας σας είναι: LAB31220294, τότε $k = 2+9+4 = 15 \rightarrow 1+5 = 6$.

Θέτουμε το $S=(1-k/10)$, το $I=0.5$ και παίρνουμε 256 διαφορετικές τιμές για το H ($0 \leq H \leq 360$).

Στη συνέχεια:

- μετατρέψτε τα χρώματα αυτά (του HSI μοντέλου) στο RGB μοντέλο χρησιμοποιώντας τους αναλυτικούς τύπους που δίνονται στην εκφώνηση και
- δείξτε την παλέτα που δημιουργήσατε ως μία νέα εικόνα.

Βοήθεια: Για να δείξετε τη νέα παλέτα ως εικόνα, αρκεί να δημιουργήσετε έναν πίνακα, έστω new_Image, που θα τον 'γεμίσετε' κατάλληλα με αριθμούς ώστε, όταν τον συνδυάσετε με

την παλέτα μέσω της `imwrite`, κάθε γραμμή `i` του πίνακα `new_Image` να δείχνει στο χρώμα `i` της παλέτας.

Τι συμβολίζουν οι συνιστώσες του HSI χρωματικού μοντέλου; Με ποιον τρόπο διαφοροποιούνται οπτικά; Περιγράψτε με ποιον τρόπο δημιουργήσατε τον πίνακα για το Hue και γιατί; Περιγράψτε τον κώδικά σας για την αποθήκευση της νέας παλέτας που δημιουργήσατε σε εικόνα.

4. Κάντε το ίδιο με την άσκηση 3, αλλά αυτή τη φορά προχωρήστε με κβάντιση των αποχρώσεων του Hue σε 8 χρώματα. Τι αλλάζει; Γιατί;
5. Σε 8-bit εικόνα της επιλογής σας προχωρήστε σε σταδιακό ξεθώριασμά της.
- Για να το κάνετε αυτό, μετατρέψτε την στο HSI μοντέλο, χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά την έτοιμη εντολή της Matlab (**`rgb2hsv`**), απομονώστε το κανάλι του saturation και πειραματιστείτε μεταβάλλοντας τις τιμές του κατά ένα συντελεστή που θα μειώνεται κατά 0.2 κάθε φορά (στο διάστημα 0-1). Στη συνέχεια, ξαναγράψτε την εικόνα σε rgb (**`hsv2rgb`**) κι εμφανίστε κάθε εικόνα που προκύπτει (**`imshow`**). Εξηγείστε το αποτέλεσμα.

Κατά την εξέταση της παρούσας εργαστηριακής άσκησης παραδίδετε κι αναφορά, η οποία να περιέχει:

- Σύντομη περιγραφή του αλγορίθμου που υλοποιήσατε σε κάθε ερώτημα, συμπεράσματα ή παρατηρήσεις όπου προκύπτουν.
- Screenshots των εικόνων που προέκυψαν από κάθε ερώτημα.
- Να MHN περιέχει κώδικες.
- Η αναφορά παραδίδεται σε ηλεκτρονική μορφή.

Με άλλα λόγια:

- Η αναφορά θα πρέπει να είναι επεξηγηματική και λεπτομερής ως προς τα συμπεράσματά σας, να περιέχει τα σχήματα που εμφανίσατε και όχι τους κώδικες, να εξηγείτε με συντομία τον τρόπο της

υλοποίησής σας, να είναι χωρίς ορθογραφικά λάθη, με τίτλους όπου χρειάζεται, max font size 12 και γενικώς να είναι επεξηγηματική, να αποτελεί παρουσίαση της εργασίας σας και να είναι ευπαρουσίαστη.

- Σε όλα τα σχήματά σας, εμφανίστε Τίτλο Σχήματος και Τίτλο σε κάθε διαφορετική εικόνα που να δηλώνει τί εμφανίζετε.
- Στην αναφορά σας και για κάθε ερώτημα θα πρέπει να αναφέρετε, πέραν της συνοπτικής εξήγησης της υλοποίησής σας, (τουλάχιστον) τις απαντήσεις των ερωτήσεων που καταγράφονται μέσα στα ερωτήματα και να κάνετε αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σας, δηλαδή σύνδεση των αποτελεσμάτων με την αντίστοιχη θεωρία και γιατί είναι αναμενόμενα ή όχι.