



Επεξεργασία Εικόνας και Βίντεο

Φυλλάδιο Λυμένων Ασκήσεων 2 (Χρωματικοί Χώροι)



Άσκηση 1^η

Έστω μέρος μιας έγχρωμης εικόνας $I(x,y)$ στον χρωματικό χώρο RGB, η οποία λαμβάνει στα τρία κανάλια τις τιμές φωτεινότητας των παρακάτω πινάκων:

$$R = \begin{bmatrix} 40 & 52 & 80 \\ 54 & 33 & 85 \\ 32 & 60 & 70 \end{bmatrix}, \quad G = \begin{bmatrix} 180 & 166 & 177 \\ 184 & 182 & 163 \\ 180 & 175 & 170 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 250 & 250 & 250 \\ 250 & 250 & 250 \\ 250 & 250 & 250 \end{bmatrix}$$

A. Τι απόχρωση θα έχει αυτό το μέρος της εικόνας

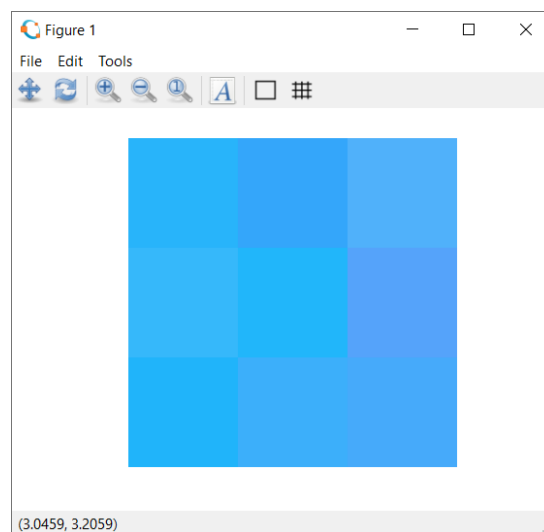
B. Χρησιμοποιείστε τον παρακάτω αλγόριθμο μετατροπής της παραπάνω εικόνας από έγχρωμης εικόνας σε εικόνα επιπέδων του γκρι (grayscale).

$$Y = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B$$

Σημείωση: Παραπάνω αλγόριθμος είναι ο ίδιος που υλοποιεί το MATLAB στην συνάρτηση `rgb2gray`, και βασίζεται στην μετατροπή στο χρωματικό χώρο YUV, και το υπολογισμό του καναλιού Y.

Λύση

A) Το μέρος της εικόνας θα έχει μπλε απόχρωση καθώς το πιο φωτεινό κανάλι είναι το B.



B) Για την μετατροπή θα πρέπει για κάθε ένα εικονοστοιχείο της εικόνας να πραγματοποιήσουμε τις πράξεις του αλγορίθμου.

$$Y(1,1) = 0.2989 * 40 + 0.5870 * 180 + 0.1140 * 250 = 11.956 + 105.66 + 28.5 = 146.072$$

$$Y(1,2) = 0.2989 * 52 + 0.5870 * 166 + 0.1140 * 250 = 15.543 + 97.442 + 28.5 = 141.485$$

$$Y(1,3) = 0.2989 * 80 + 0.5870 * 177 + 0.1140 * 250 = 23.912 + 103.90 + 28.5 = 156.312$$

$$Y(2,1) = 0.2989 * 54 + 0.5870 * 184 + 0.1140 * 250 = 16.141 + 108.01 + 28.5 = 152.651$$

$$Y(2,2) = 0.2989 * 33 + 0.5870 * 182 + 0.1140 * 250 = 9.8637 + 106.83 + 28.5 = 145.1937$$

$$Y(2,3) = 0.2989 * 85 + 0.5870 * 163 + 0.1140 * 250 = 25.407 + 95.681 + 28.5 = 149.588$$

$$Y(3,1) = 0.2989 * 32 + 0.5870 * 180 + 0.1140 * 250 = 9.5648 + 105.66 + 28.5 = 143.7248$$

$$Y(3,2) = 0.2989 * 60 + 0.5870 * 175 + 0.1140 * 250 = 17.934 + 102.72 + 28.5 = 149.154$$

$$Y(3,3) = 0.2989 * 70 + 0.5870 * 170 + 0.1140 * 250 = 20.923 + 99.790 + 28.5 = 149.213$$



Επομένως τελικά τη εικόνα επιπέδων του Γκρι θα είναι:

$$I_{gray} = \begin{bmatrix} 146 & 141 & 156 \\ 153 & 145 & 150 \\ 144 & 149 & 149 \end{bmatrix},$$

Οι τιμές έχουν στρογγυλοποιηθεί με σκοπό να έχουν ακέραιες τιμές.

Για την επαλήθευση των ανωτέρω αποτελεσμάτων μπορεί να υλοποιηθεί ο παρακάτω κώδικας σε Octave

```
clc, clear, close all

pkg load image % Φορτώνει το πακέτο "image" που περιέχει την συνάρτηση rgb2gray

R = [40 52 80;
     54 33 85;
     32 60 70];

G = [180 166 177;
     184 182 163;
     180 175 170];

B = [250 250 250;
     250 250 250;
     250 250 250];

I = uint8(zeros(3,3,3)) % Αρχικοποιώ ένα τρισδιάστο πίνακα 3x3x3(8-bit) με
μηδενικά
I(:,:,1) = R;
I(:,:,2) = G;
I(:,:,3) = B;

figure, imshow(uint8(I)) % Εμφανίζει την εικόνα
I_gray = rgb2gray(I) % μετατρέπει σε εικόνα επιπέδων του γκρι
```

Άσκηση 2^η

Από την έγχρωμη εικόνα $I(x,y)$ να μετατραπεί το κεντρικό εικονοστοιχείο $I(2,2)$ στο χρωματικό χώρο HSV.

Δίνονται οι μαθηματικοί τύποι για την μετατροπή

$$R' = \frac{R}{255}$$

$$G' = \frac{G}{255}$$

$$B' = \frac{B}{255}$$



$$C_{\max} = \max(R', G', B')$$

$$C_{\min} = \min(R', G', B')$$

$$\Delta = C_{\max} - C_{\min}$$

Hue calculation:

$$H = \begin{cases} 0^\circ & \Delta = 0 \\ 60^\circ \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} \bmod 6 \right) & C_{\max} = R' \\ 60^\circ \times \left(\frac{B' - R'}{\Delta} + 2 \right) & C_{\max} = G' \\ 60^\circ \times \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4 \right) & C_{\max} = B' \end{cases}$$

Saturation calculation:

$$S = \begin{cases} 0 & C_{\max} = 0 \\ \frac{\Delta}{C_{\max}} & C_{\max} \neq 0 \end{cases}$$

Value calculation:

$$V = C_{\max}$$

Λύση

Πρώτα θα πρέπει να υπολογιστούν οι κανονικοποιημένες τιμές φωτεινότητας R' , G' , B' του εικονοστοιχείου.

$$R' = \frac{33}{255} = 0.1294$$

$$G' = \frac{182}{255} = 0.7137$$

$$B' = \frac{250}{255} = 0.9804$$

Επομένως

$$C_{\max} = 0.9804$$

$$C_{\min} = 0.1294$$

$$\Delta = 0.9804 - 0.1294 = 0.851$$

Για τον υπολογισμό του H παρατηρούμε ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τον 4^ο τύπο της κλαδικής συνάρτησης, αφού το $C_{\max}$ προέρχεται από το κανάλι B'

$$H = \frac{60}{360} \cdot \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4 \right) = \frac{60}{360} \cdot \left(\frac{0.1294 - 0.7137}{0.851} + 4 \right) = \frac{60}{360} \cdot \left(\frac{-0.5843}{0.851} + 4 \right) = 1.667 \cdot (-0.6866 + 4) = 0.1667 \cdot 3.3134 = 0.5523$$

Για τον υπολογισμό του S

$$S = \frac{\Delta}{C_{\max}} = \frac{0.851}{0.9804} = 0.868$$

Και τέλος για V :

$$V = C_{\max} = 0.9804$$

Για επαλήθευση μπορεί να προστεθεί παρακάτω γραμμή κώδικα:

```
I_hsv = rgb2hsv(I) % μετατρέπει στο χώρο HSV
```

Το αποτέλεσμα που θα εμφανιστεί στον command window φαίνεται παρακάτω:



```
I_hsv =
```

```
ans(:, :, 1) =
```

0.5556	0.5707	0.5716
0.5561	0.5522	0.5879
0.5535	0.5658	0.5741

```
ans(:, :, 2) =
```

0.8400	0.7920	0.6800
0.7840	0.8680	0.6600
0.8720	0.7600	0.7200

```
ans(:, :, 3) =
```

0.9804	0.9804	0.9804
0.9804	0.9804	0.9804
0.9804	0.9804	0.9804