copyright: M. Dwornik
dwornik@agh.edu.pl

Wprowadzenie do Image Processing Toolbox

1 Operacje `I/O`

Do wczytywania obrazów w MatLABie służy polecenie `imread('nazwa_pliku')` np. `a=imread('cameraman.tif')` oraz `[mapa, legenda]=imread(obraz);`

Do zapisywania tablic do plików graficznych służy polecenie
`imwrite(zmienna, 'nazwa pliku', opcje)`. Opcje są zależne od wybranego formatu zapisu obrazu. Szczegółowe informacje o możliwych opcjach zawarte są w pomocy tej funkcji.

Do wyświetlania służy polecenie `imshow(zmienna, opcje)`, np.
`imshow(a, 'InitialMagnification', 'fit')` oraz:
`imagesc(x,y, obraz);` - dla obrazów poza skalą 0-1.

Dodatkowym poleceniem jest `imtool(obraz)`, które oprócz wyświetlania obrazu, udostępnia wiele narzędzi: pixel region, distance, image intensity, adjust contrast, choose colormap.

Dostępne formaty plików to bmp, cur, gif, hdf, ico, jpg, pbm, pcx, pgm, png, pnm, ppm, ras, tif, xwd.

2 Formaty przechowywania obrazu

W pakiecie MatLAB obrazy są przechowywane na kilka sposobów:

- obraz logiczny, przyjmujący wartości true / false;
- obraz monochromatyczny - tablica poziomów szarości. Wartości mogą być typu double (0-1), uint8 (0-255) lub uint16;
- obraz kolorowy RGB - potrójna tablica intensywności (3 tablice monochromatyczne);
- obraz kolorowy indeksowany - składa się z dwóch części: mapy i legendy, gdzie legenda jest tablicą o wymiarze Nx3 (gdzie N - ilość dostępnych kolorów), a mapa jest tablicą z numerami kolorów (numerami odpowiednich wersów w legendzie);
- obrazy sekwencyjne (ruchome) - tablica 4D, gdzie czwarty wymiar odpowiada za numer klatki (obrazu w sekwencji) lub wektor struktur (klatek);
- objętość danych, np. wyniki tomografii 3D.

3 Formaty kodowania koloru

Istnieje wiele sposobów kodowania koloru. Oprócz najpopularniejszego RGB, bazującego na ludzkim sposobie postrzegania barw czy używanym w drukarkach CMYK, istnieją również specyficzne formaty mające na ogół bardzo wąskie zastosowanie. Generalnie podzielić je można ze względu na ilość tablic (kanałów) służących do przechowywania pojedynczego koloru.

1. Pojedyncza tablica: Gray
2. Potrójna tablica: np. RGB (Red, Green, Blue), YCbCr, HSV (Hue, Saturation, Value), CMY, $L^*a^*b^*$ - (Luminance, a i b)
3. Poczwórna tablica: CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key (black))
4. n-kanałowe.

copyright: M. Dwornik
dwornik@agh.edu.pl

Tabela 1: Wartości przykładowych kolorów w wybranych kodowaniach koloru (UWAGA: kolory XYZ, CMY, CMYK zostały określone na podstawie RGB przy użyciu http://www.easyrgb.com/index.php?X=CALC, natomiast HSV, YUV i YIC na podstawie: http://web.forret.com/tools/color.asp)

format	czarny	biały	czerwony	zielony	niebieski
RGB	0, 0, 0	1, 1, 1	1, 0, 0	0, 1, 0	0, 0, 1
XYZ	0, 0, 0	95.05, 100, 108.9	41.24, 21.26, 1.93	35.76, 71.52, 11.92	18.05, 7.22, 95.05
CMY	1, 1, 1	0, 0, 0	0, 1, 1	1, 0, 1	1, 1, 0
CMYK	0, 0, 0, 1	0, 0, 0, 0	0, 100, 100, 0	100, 0, 100, 0	100, 100, 0, 0
HSV	0, 0, 0	0, 0, 100	0, 100, 100	120, 100, 100	240, 100, 100
HSL	0, 0, 0	0, 0, 100	0, 100, 50	120, 100, 50	240, 100, 50
YUV	0, 0, 0	100, 0, 0	29.9, -14.7, 61.5	58.7, -28.9, -51.5	11.4, 43.6, -10
YIC	0, 0, 0	100, 0, -62.2	29.0, 59.6, 21.1	58.7, -27.4, -52.3	11.4, -32.1, -31.1

Przykładowe wartości kolorów przedstawia tab.1.

Konwersji pomiędzy tymi formatami i typami używa się przy wykorzystaniu funkcji o nazwie typ2typ, np.: `rgb2gray()` czy `ycbcr2rgb()`.

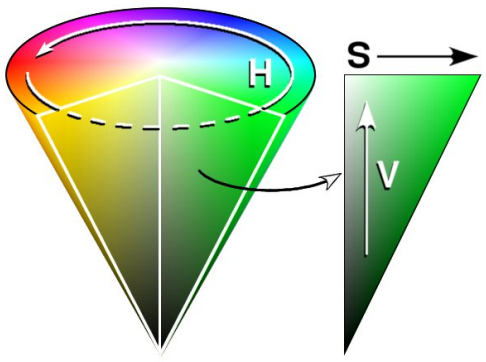
Dla przykładu, przekształcenie RGB->YIQ polega na macierzowym mnożeniu macierzy przekształcenia przez wektor RGB. Macierz przekształcenia przedstawiano jest poniżej. Format YIQ jest powszechnie wykorzystywany przy analizie barwionych szlifów mikroskopowych

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0.299} & \mathbf{0.587} & \mathbf{0.114} \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & -0.311 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Z kolei przekształcenie RGB->CMY i odwrotne, polega na odjęciu od największej dopuszczalnej wartości danej palety:
CMY = 255 - RGB (dla uint8) i RGB = 1 - CMY (dla double).

3.1 HSV

Przestrzeń barw HSV (Hue, saturation, value: odcień, nasycenie, wartość) oparta jest o stożek, gdzie wartość H oznacza kąt na podstawie wyznaczony względem środka barwy czerwonej (zerowy kąt) na kole równoległym do podstawy odległym o V od czubka stożka; S oznacza odległość od środka koła (fig.1).



Rysunek 1: Przestrzeń HSV. źródło: źródło: Wapcaplet - From en wiki, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=308191

copyright: M. Dwornik
dwornik@agh.edu.pl

Wartość **V** obliczana jest jako maksimum z wartości R,G,B (zdefiniowanych w zakresie $\langle 0, 1\rangle$). Następnie liczona jest zmienna pomocnicza $\mathbf{C} = \mathbf{V} - \mathbf{min}(\mathbf{R}, \mathbf{G}, \mathbf{B})$. Na jej podstawie wyliczane są wartości odcienia i nasycenia:

$$H = \begin{cases} 0 & gdy\ C == 0 \\ 60^o \cdot modulo\left(\frac{G-B}{C},\ 6\right) & gdy\ V == R \\ 60^o \cdot \left(\frac{B-R}{C} + 2\right) & gdy\ V == G \\ 60^o \cdot \left(\frac{R-G}{C} + 4\right) & gdy\ V == B \end{cases} \tag{1}$$

$$S = \begin{cases} 0 & gdy\ V == 0 \\ \frac{C}{V} & gdy\ V > 0 \end{cases} \tag{2}$$

4 Informacje o obrazie

Do wyświetlania informacji o pliku obrazu: `imfinfo('nazwa_pliku');`

Innych informacji o obrazie udziela funkcja `regionprops(obraz,'all')`. Udziela ona o powierzchni, położeniu środka ciężkości, etc.

Do wycinania konkretnego fragmentu służy funkcja `imcrop(obraz, rect)`, gdzie `rect` = [xmin, ymin, szerokość, wysokość]. Nie podanie opcji `rect` powoduje, wyznaczenie obszaru wycinku poprzez zaznaczenie urządzeniem wskazującym (np. kursorem myszki).

Do uzyskiwania informacji o kolorze pikseli znajdujących się pod linią (lub łamaną) służy polecenie `linia=improfile(obraz, [`$x_1\ x_2$`], [`$y_1\ y_2$`]);`. Do naniesienie owej linii na wyświetlany obraz służy polecenie `line([`$x_1\ x_2$`], [`$y_1\ y_2$`],'color', [R G B]);` RGB jest kodowane w wartościach typu double. Do uzyskiwania informacji o wartościach intensywności konkretnego piksela służy polecenie `piksel=impixel(obraz, x,y);` x - nr kolumny, y - nr wiersza. Dany piksel można zaznaczyć na wyświetlanym obrazie np. poleceniem `text(x,y, '*', 'color', [R G B])`. Należy pamiętać o zmianie kolejności numerowania. Polecenie `impixel(obraz, x, y)` jest tożsame z komendą `obraz(y, x)` w wierszu poleceń.

5 Rozdzielczość przestrzenna

Rozdzielczość przestrzenna definiowana jest na wiele sposobów. Jedna z najczęściej spotykanych definicji stanowi, że jest to rozmiar powierzchni jaką zajmuje dany piksel (wielkość terenu). W przypadku wydruków i obrazów często spotykaną miarą rozdzielczości przestrzennej jest DPI (dot per inch) czyli ilość punktów (pikseli) na 1 cal wydruku lub skanu.

Do zmiany rozmiaru (a co za tym idzie rozdzielczości) służy polecenie `imresize(obraz, [rozmiar], 'metoda');`. W MatLABie istnieją 3 metody interpolacji:

- 'nearest' - najbliższego sąsiada,
- 'bilinear' - interpolacja dwuliniowa,
- 'bicubic' - interpolacja kubiczna (dwukwadratowa).