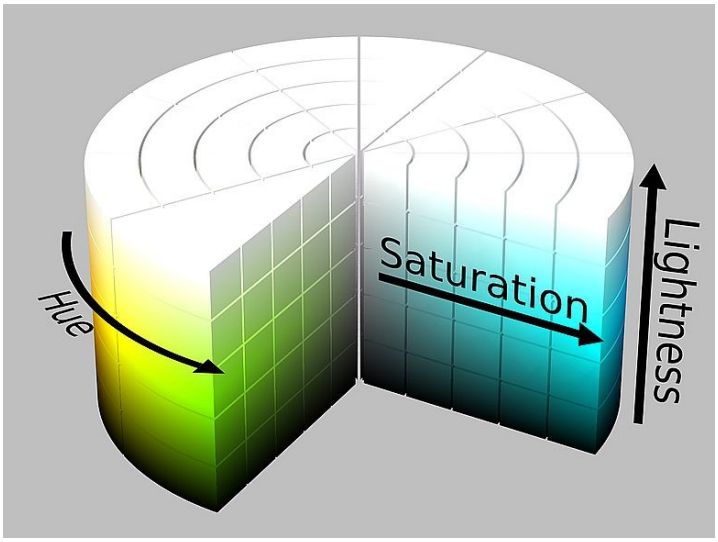
Proszę wykonać oddzielnie podane niżej zadania dla obrazka „rzeczka.jpg” lub „rzeczka_mniejsza.jpg”. Nie należy korzystać z gotowych funkcji dokonujących obróbki obrazka. Podane niżej przykłady zostały zrobione dla obrazka „rzeczka.jpg”, ale będą one bardzo podobne dla obróbki „rzeczka_mniejsza.jpg”, a obróbka mniejszej wersji powinna być znacznie szybsza.

Teoria dot. HSL

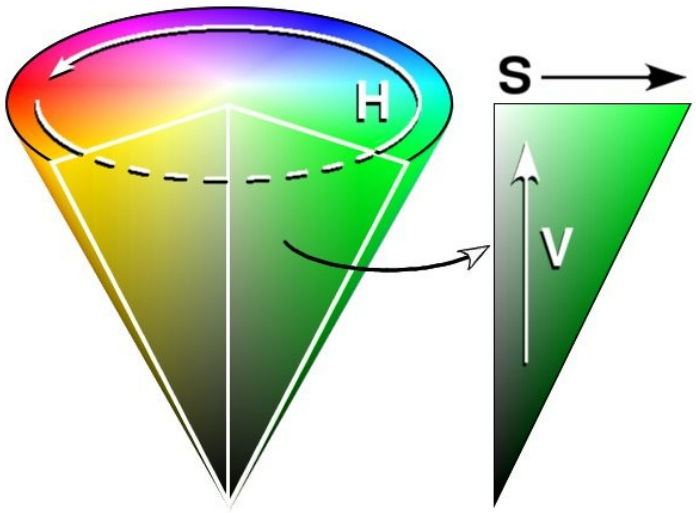
HSL to specjalna przestrzeń trójwymiarowa przeznaczona do prezentacji koloru danego piksela. Piksel opisywany jest przez 3 składowe:

- **Hue** (? barwa ?) – jest to miara opisująca jaki kolor mamy do czynienia, jej zakres to [0; 360] stopni. Miara ta ma charakter kołowy, dlatego piksele o Hue 359 i 1 mają bardzo zbliżony kolor (różnica tylko 2 stopni). Hue dla jasności (Lightness) maksymalnej i minimalnej jest bez znaczenia, ponieważ piksel jest idealnie biały albo czarny. Hue dla nasycenia (Saturation) równego zero jest również nie istotna, ponieważ oznacza piksel w odcieniach idealnej szarości. Warto zwrócić uwagę, że w wyniku zastosowanych filtrów Hue może przekroczyć zakres [0; 360], w takim przypadku należy dodać lub odjąć wielokrotność 360 stopni tak, aby po przetworzeniu Hue mieściło się w [0; 360] stopni, na przykład 730 -> 10; -20 -> 340.
- **Saturation** (nasycenie kolorów) – miara ta opisuje nasycenie kolorów, jej zakres to [0; 1]. Nasycenie dla jasności (Ligtness) maksymalnej i minimalnej jest bez znaczenia, ponieważ piksel jest idealnie biały albo czarny, pomimo tego dla tych przypadków nasycenie powinno wynosić 0.
- **Lightness** (jasność) – miara ta określa jasność i jej zakres to [0; 1].



Przestrzeń HSL, źródło: wikipedia

Istnieje również podobna przestrzeń barw do HSL nazwana HSV:



Przestrzeń HSV, źródło *wikipedia*

Również sposób przetwarzania z RGB na HSV i odwrotnie jest bardzo podobny do HSL.

1. Proszę przetworzyć obrazek z przestrzeni RBG na HSL zgodnie z podanym niżej kodem, który dotyczy <u>każdego pojedynczego piksela osobno</u>. Po dokonanym przetworzeniu proszę wyświetlić poszczególne składowe.
   - Niech składowe R, G, B opisują poszczególne składowe koloru pojedynczego piksela.
   - Przeskaluj wartości R, G, B do zakresu [0; 1].
   - Wylicz wartości $MaxRGB = max\{R, G, B\}$, $MinRGB = min\{R, G, B\}$.
   - Oblicz $Chroma = MaxRGB - MinRGB$.

- Wylicz H (Hue, barwa) zgodnie ze wzorem

$$H_{temp}=\begin{cases} 0 & jeśli\ Chroma\le 0{,}001, \\ modulo\left(\frac{G-B}{Chroma},6\right) & jeśli\ R=MaxRGB\wedge Chroma>0{,}001 \\ \left(\frac{B-R}{Chroma}\right)+2 & jeśli\ G=MaxRGB\wedge Chroma>0{,}001 \\ \left(\frac{R-G}{Chroma}\right)+4 & jeśli\ B=MaxRGB\wedge Chroma>0{,}001 \end{cases}.$$

$$H=H_{temp}*60$$

- Ustal L (jasność) zgodnie ze wzorem $L=\frac{MaxRGB+MinRGB}{2}$.
- Oblicz S (nasycenie kolorów) $S=\begin{cases} 0 & jeśli\ L\le 0{,}001\vee L\ge 0{,}999, \\ \frac{Chroma}{1-|2*L-1|} & w\ pozostałym\ przypadku \end{cases}$.

RGB

Hue / 360stopni

Saturation

Lightness

Warto napisać kod przetwarzania bez użycia pętli w celu optymalizacji.

2. Proszę przetworzyć obrazek z przestrzeni RBG, na HSL, później znowu na RGB i porównać jakie zostały otrzymane błędy/niezgodności. Proces konwersji z HSL do RGB jest widoczny na poniższym kodzie, dotyczy on każdego piksela osobno.

- Trzeba wyliczyć $Chroma=(1-|2*L-1|)*S$.
- Następnie zmienną tymczasową $X=Chroma*\left(1-\left|modulo\left(\frac{H}{60},2\right)-1\right|\right)$.

- Później wyliczyć $MinRGB = L - \frac{Chroma}{2}$.
- Kolejno wyliczyć R, G, B

$$R' = \begin{cases} Chroma & jeśli\ 0 \le H \le 60 \\ X & jeśli\ 60 < H \le 120 \\ 0 & jeśli\ 120 < H \le 180 \\ 0 & jeśli\ 180 < H \le 240 \\ X & jeśli\ 240 < H \le 300 \\ Chroma & jeśli\ 300 < H \le 360 \end{cases}, \quad G' = \begin{cases} X & jeśli\ 0 \le H \le 60 \\ Chroma & jeśli\ 60 < H \le 120 \\ Chroma & jeśli\ 120 < H \le 180 \\ X & jeśli\ 180 < H \le 240 \\ 0 & jeśli\ 240 < H \le 300 \\ 0 & jeśli\ 300 < H \le 360 \end{cases},$$

$$B' = \begin{cases} 0 & jeśli\ 0 \le H \le 60 \\ 0 & jeśli\ 60 < H \le 120 \\ X & jeśli\ 120 < H \le 180 \\ Chroma & jeśli\ 180 < H \le 240 \\ Chroma & jeśli\ 240 < H \le 300 \\ X & jeśli\ 300 < H \le 360 \end{cases},$$

$R = R' + MinRGB; G = G' + MinRGB; B = B' + MinRGB$.

- Przeskalować R, G, B z zakresu [0; 1] na [0; 255]
- Oto wynik działania porównania z obrazka przetworzonego w obie strony z originałem:

porownanie v.PS * 1000000

porownanie v.2 * 10000000

- maksymalna różnica między oryginałem a obrazkiem przetworzonym na HSL i z powrotem powinien być około 5e-14

3. Proszę przetworzyć obrazek z RGB na HSL, następnie odjąć od składnika Hue (barwa) 50 i przetworzyć z powrotem na RGB. Ponieważ składnik Hue określa kąt i powinien się on mieścić w przedziale [0; 360), dlatego wartości mniejsze niż 0 powinny być powiększone o 360.

org

HUE - 50

4. Proszę przetworzyć obrazek z RGB na HSL, następnie powiększyć wartość nasycenia kolorów (składnik Saturation) filtrem gamma 1.5 i przetworzyć z powrotem na RGB.

org

Saturation gamma 1.5

5. Proszę przetworzyć obrazek z RGB na HSL, następnie zmniejszyć jasność (składnik Lightness) filtrem gamma 0,7 i przetworzyć z powrotem na RGB.

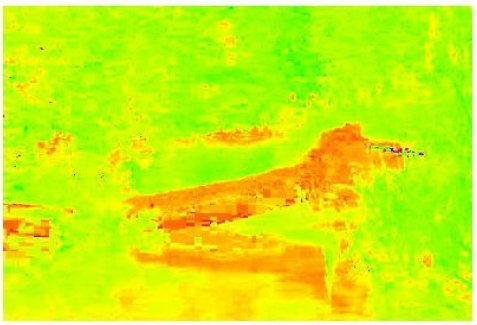
org

Lightness gamma 0.7

6. Proszę przetworzyć obrazek z RGB na HSL, następnie dla wszystkich pikseli o nasyceniu kolorów > 0 ustawić jasność (składnik Lightness) na 0,5 i nasycenie (składnik Saturation) na 1, po tym przetworzyć z powrotem na RGB.

org

Jesli Sat.>0, Lightness=0.5 i Saturation=1



7. Dla ambitnych. Proszę przetworzyć obrazek z RGB na HSL, następnie w płynny sposób zmniejszyć nasycenie kolorów i jasność (przez zwykłe pomnożenie przez wartości płynnie zmieniające się w przedziale [0; 1]) tak, aby uzyskać efekt widoczny poniżej, po tym należy przetworzyć z powrotem na RGB.

S,L gradienty * (0->1)