

Jasové operace

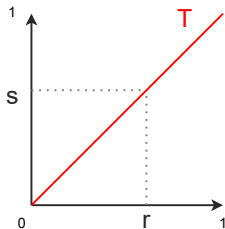
Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

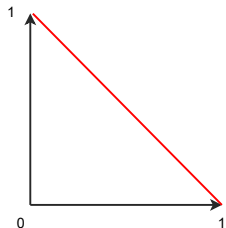


Palacký University, Olomouc

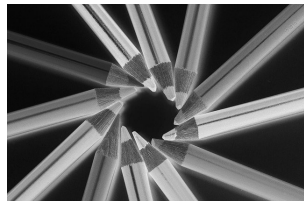
- $f(x, y)$ – jasová hodnota vstupního obrazu
- $g(x, y)$ – jasová hodnota výstupního obrazu
- **Transformační funkce T :**
 - $s = g(x, y)$ závisí na $r = f(x, y)$
 - $s = T(r)$
 - **lookup tabulka**



$$T(r) = 1 - r$$



Původní obraz.

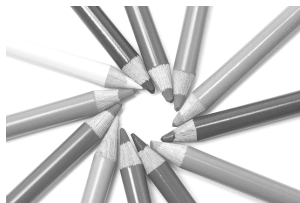
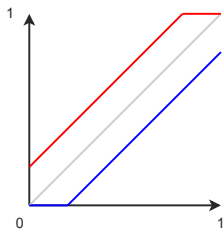


Negativ.

Jas = celková světlost obrazu

$$T(r) = r + c$$

c konstanta



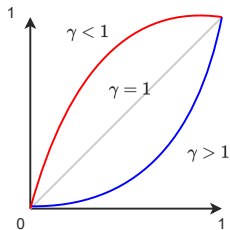
Zvýšení jasu.



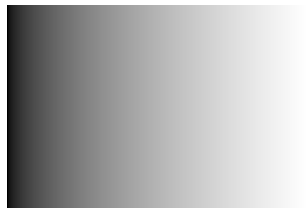
Snížení jasu.

$$T(r) = c \cdot r^\gamma$$

c a γ kladné konstanty



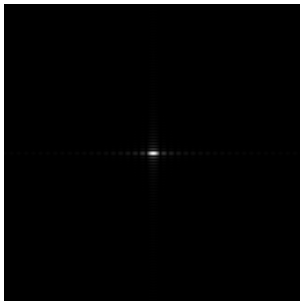
$\gamma > 1$



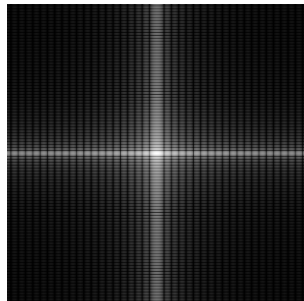
$\gamma < 1$

$$T(r) = c \cdot \log(1 + r)$$

c konstanta a $r \geq 0$



Před aplikací.



Po aplikaci.

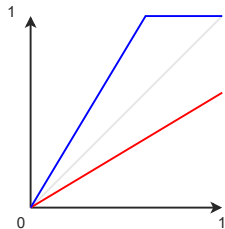
Kontrast = rozdíl mezi nejsvětlejší a nejtmaší částí obrazu

$$T(r) = c \cdot r$$

c kladná konstanta

$$T(r) = c \cdot (r + c_1) + c_2$$

c_1 a c_2 konstanty



Roztažení kontrastu = zvětšení rozsahu intenzit vstupního obrazu na celý možný rozsah intenzit

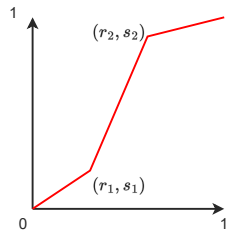


Example

Jak by vypadala funkce roztažení kontrastu pro obrázek, kde nejnižší jasová hodnota je rovna 100 a nejvyšší 156?

Kontrast = rozdíl mezi nejsvětlejší a nejtmaší částí obrazu

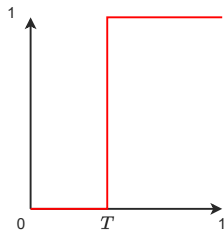
r_1 , r_2 , s_1 a s_2 konstanty



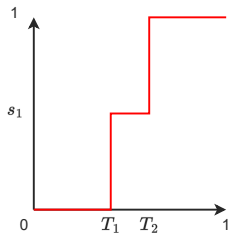
$$T(r) = \begin{cases} s_0 & \text{pro } r < \textit{prah} \\ s_1 & \text{pro } r \geq \textit{prah} \end{cases}$$

■ Volba prahu:

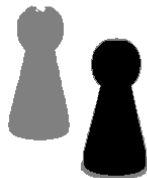
- experimentálně
- matematicky



$$T(r) = \begin{cases} s_0 & \text{pro } r < T_1 \\ s_1 & \text{pro } T_1 \leq r < T_2 \\ \dots & \\ s_n & \text{pro } T_n \geq r \end{cases}$$

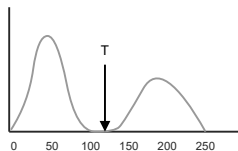


Původní obrázek.

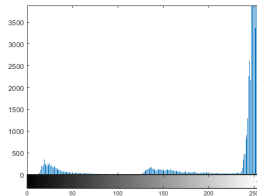


Naprahovaný obrázek.

- histogram
- **bimodální graf**



Původní obrázek.

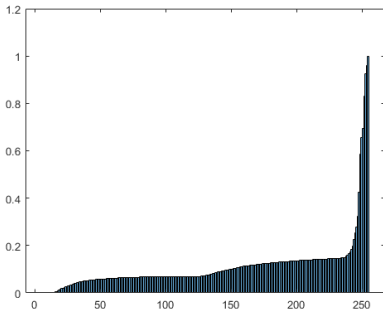


Histogram.

- znalost velikosti plochy



Původní obrázek.

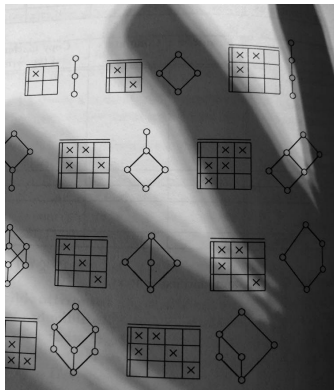


Kumulativní histogram.

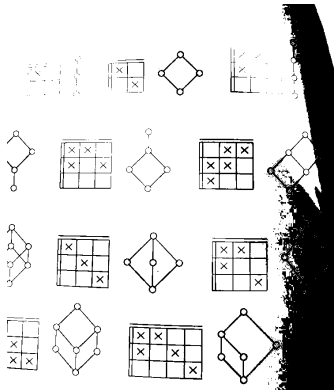


Naprahovaný obrázek.

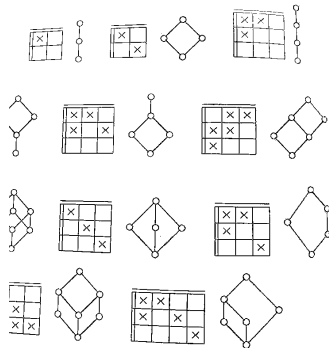
■ znalost velikosti plochy



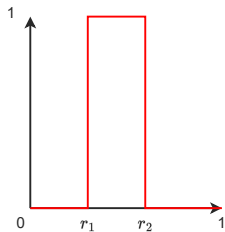
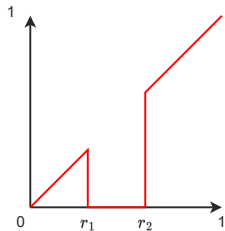
Původní obrázek.



Globální prahování.



Adaptivní prahování.



Původní obraz

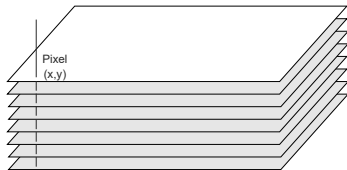


Výsledný obraz.

Bitové roviny

Bitová rovina 1 – nejméně významné bity

Bitová rovina 8 – nejvíce významné bity

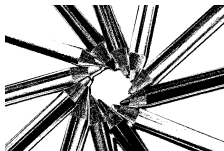




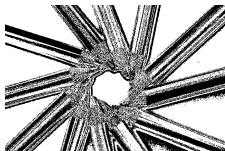
Původní obraz



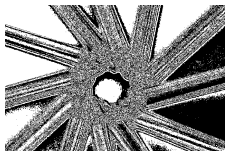
Bitová rovina 8.



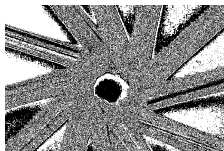
Bitová rovina 7.



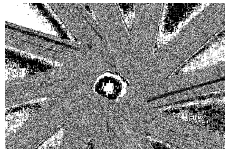
Bitová rovina 6.



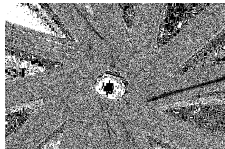
Bitová rovina 5.



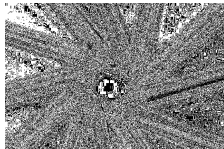
Bitová rovina 4.



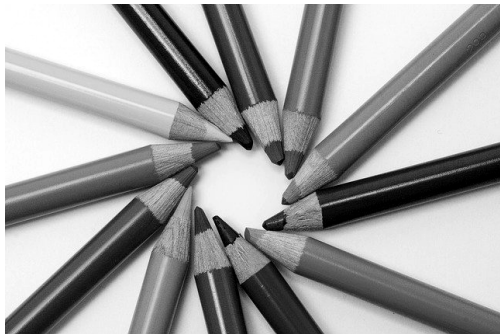
Bitová rovina 3.



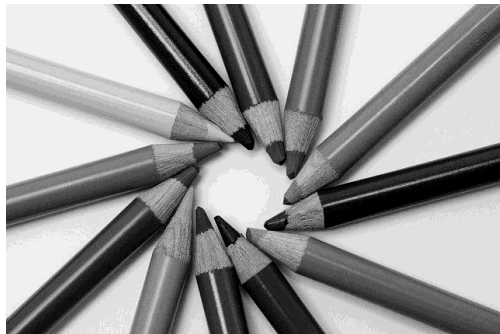
Bitová rovina 2.



Bitová rovina 1.



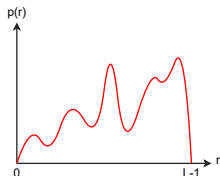
Původní obraz



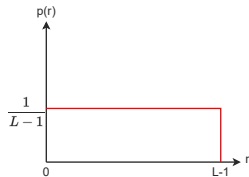
4 nejvíce významné bity

Spojité případ

- Pravděpodobnostní funkce $p_r(r)$



- Hledáme transformační funkci T , výsledná funkce $p_s(r)$



- $T(r) = (L - 1) \int_0^r p_r(w) dw$



Diskrétní případ

- Normalizovaný histogram $p_r(r_k) = n_k/MN$
- Hledáme transformační funkci T
- $s_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j)$

Example

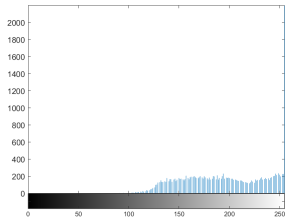
Předpokládejme, že máme obrázek velikosti 64×64 , který obsahuje 8 různých intenzit. Počty pixelů n_k pro jednotlivé intenzity jsou v tabulce níže. Dopočítejte zbylé hodnoty v tabulce.

r_k	n_k	$p_r(r_k) = n_k/MN$	s_k	zaokrouhlené s_k
r_0	790			
r_1	1023			
r_2	850			
r_3	656			
r_4	329			
r_5	245			
r_6	122			
r_7	81			

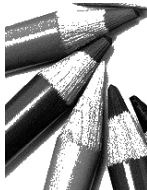
Ekvalizace histogramu



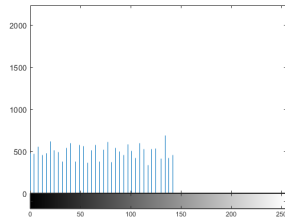
Vstupní obraz.



Histogram.



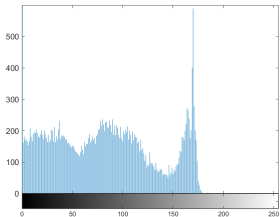
Výstupní obraz.



Histogram.



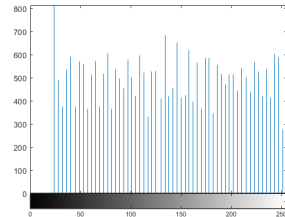
Vstupní obraz.



Histogram.



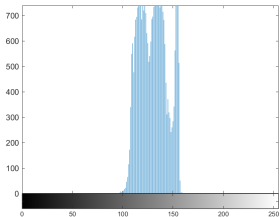
Výstupní obraz.



Histogram.



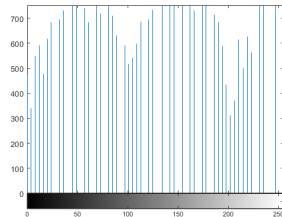
Vstupní obraz.



Histogram.



Výstupní obraz.



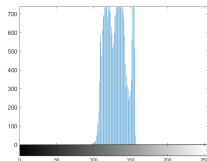
Histogram.



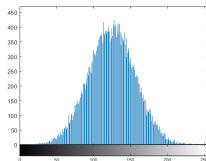
- Normalizovaný histogram obrázku $p_r(r)$
- Specifikovaný histogram $p_z(z)$
- Transformační funkce
- $s_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j)$
- $G(z_j) = (L - 1) \sum_{i=0}^j p_z(z_i)$
- Pro každé s_k spočítáme z_j tak, aby $G(z_j) = s_k$



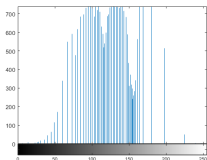
Vstupní obraz.



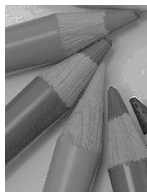
Histogram.



Specifikovaný histogram.



Histogram výsledného obrazu.



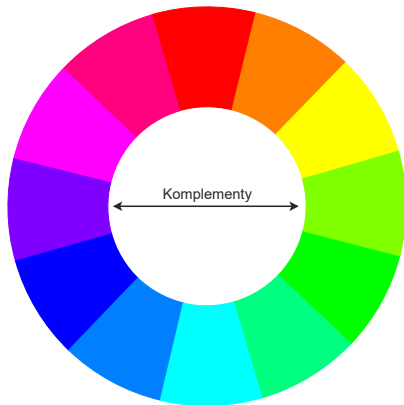
Výsledný obraz.

Example

Předpokládejme, že máme obrázek velikosti 64×64 z předchozího příkladu. Specifikovaný histogram p_z a příslušná transformační funkce $G(z_k)$ jsou dány následující tabulkou.

z_j	$p_z(z_j)$	$G(z_j)$
z_0	0.00	0.00
z_1	0.00	0.00
z_2	0.00	0.00
z_3	0.15	1.05
z_4	0.20	2.45
z_5	0.30	4.55
z_6	0.20	5.95
z_7	0.15	7.00

Z předchozího příkladu víme, že pro r_0 dostaneme $s_0 = 1$. Nejmenší z_j , pro které je $G(z_j) = 1$ je z_3 . Transformace specifikace histogramu tedy mapuje hodnotu r_0 na z_3 . Dopočítejte mapování i pro zbytek hodnot.





- $s_j = T_j(r_j)$,
- $j = 1, 2, \dots, n$ (n počet složek)

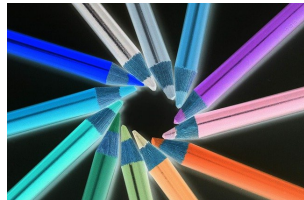


- V **RGB** všechny složky
- $s_j = r_j + k$
- V **HSI** pouze jasová složka I
- $s_i = r_i + k, s_j = r_j$, pro $j \in \{h, s\}$

- V **RGB** všechny složky
- $s_r = 1 - r_r, s_g = 1 - r_g, s_b = 1 - r_b$
- V **HSI** není přímočaré



Původní obrázek.



Komplement.

- V **RGB** všechny složky
- gamma korekce se stejným gamma



Původní obrázek.



Tónování s $\gamma = 1.5$.



Původní obrázek.



Tónování s $\gamma = 0.5$.

- V **RGB** jedna složka
- gamma korekce



Původní obrázek.



R, $\gamma = 1.5$.



R, $\gamma = 0.5$.



Původní obrázek.



G, $\gamma = 1.5$.



G, $\gamma = 0.5$.



Původní obrázek.



B, $\gamma = 1.5$.



B, $\gamma = 0.5$.

- V **RGB** všechny složky
- $s_j = r_j \cdot \frac{avg}{avg_j}$
- $j \in \{r, g, b\}$, *avg* průměrná jasová hodnota obrázku



Původní obrázek.



Vyvážení bílé.

- V **RGB** všechny složky
- V obraze se objevují i barvy, které v původním nebyly
- V **HSI** složka I



Původní obrázek.



V RGB.



Původní obrázek.



V HSI.

$$g_r = a_{11}f_r + a_{12}f_g + a_{13}f_b$$

$$g_g = a_{21}f_r + a_{22}f_g + a_{23}f_b$$

$$g_b = a_{31}f_r + a_{32}f_g + a_{33}f_b$$

Maticově

$$T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

S průhledností a offsetem

$$T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{bmatrix}$$

Změna jasu

$$T_1 = \begin{bmatrix} c & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ k & k & k & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Zvýraznění barev

$$T_2 = \begin{bmatrix} s_r + s & s_r & s_r & 0 & 0 \\ s_g & s_g + s & s_g & 0 & 0 \\ s_b & s_b & s_b + s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Matice můžeme skládat (násobení matic)

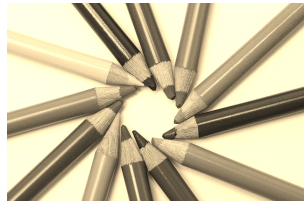
Šedotónový obraz

$$\begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 & 0 & 0 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 & 0 & 0 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.393 & 0.349 & 0.272 & 0 & 0 \\ 0.769 & 0.686 & 0.534 & 0 & 0 \\ 0.189 & 0.168 & 0.131 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Původní obrázek.



Sépia.

Výměna barevných složek (RGB do BGR)



$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Původní obrázek.



BGR.

$$\begin{bmatrix} 1.438 & -0.062 & -0.062 & 0 & 0 \\ -0.122 & 1.378 & -0.122 & 0 & 0 \\ -0.016 & -0.016 & 1.483 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -0.03 & 0.05 & -0.02 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Původní obrázek.



BGR.

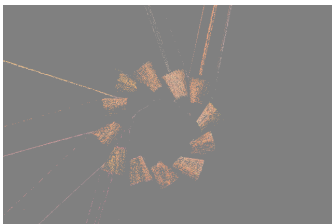
$$s_i = \begin{cases} 0.5 & \text{pokud } |r_j - a_j| > \frac{W}{2} \text{ pro libovolné } j \in 1, \dots, n \\ r_i & \text{jinak} \end{cases}$$

Případně

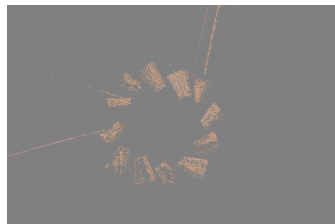
$$s_i = \begin{cases} 0.5 & \text{pokud } \sum_{j=1}^n (r_j - a_j)^2 > R^2 \\ r_i & \text{jinak} \end{cases}$$



Původní obrázek.



Výsledný obraz.



Výsledný obraz.