



KATEDRA
INFORMATIKY
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

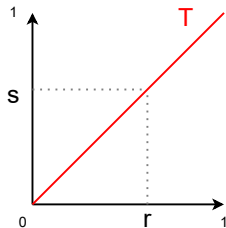
Jasové operace

Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

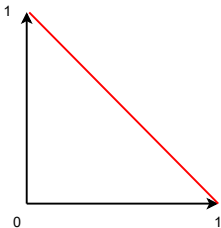
Obráz

- $f(x, y)$ – 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**

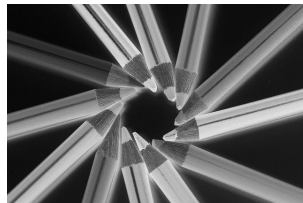


Negativ obrázku

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



Původní obraz.



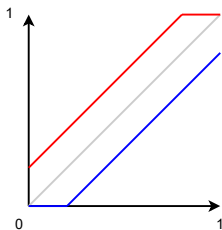
Negativ.

Změna jasu

Jas = celková světlost obrazu

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

c konstanta



Zvýšení jasu.

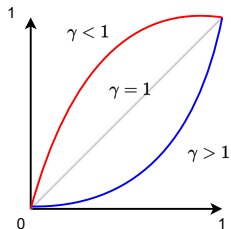


Snížení jasu.

Gamma transformace

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

c a γ kladné konstanty



$\gamma > 1$

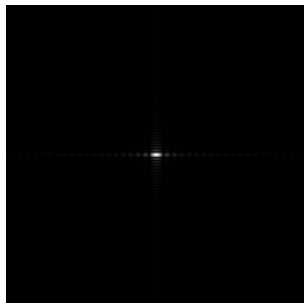


$\gamma < 1$

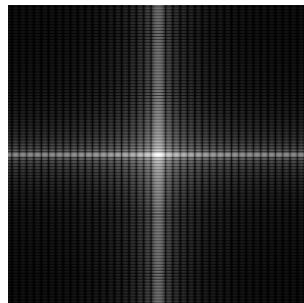
Logaritmická transformace

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

c konstanta a $r \geq 0$



Před aplikací.



Po aplikaci.

Změna kontrastu

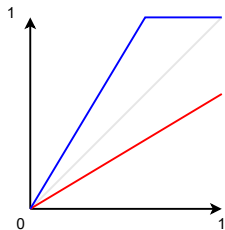
Kontrast = rozdíl mezi nejsvětlejší a nejtmavší částí obrazu

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

c kladná konstanta

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

c_1 a c_2 konstanty



Roztažení kontrastu

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

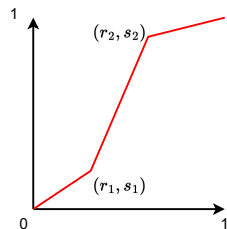


Příklad Jak by vypadala funkce roztažení kontrastu pro obrázek, kde nejnižší jasová hodnota je rovna 100 a nejvyšší 156?

Změna kontrastu

Kontrast = rozdíl mezi nejsvětlejší a nejtmavší částí
obrazu

r_1 , r_2 , s_1 a s_2 konstanty

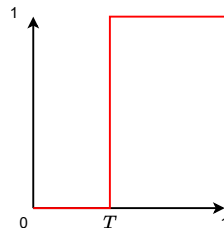


Prahování

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

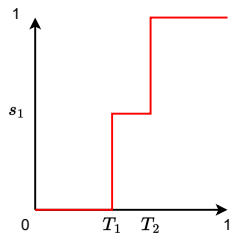
■ Volba prahu:

- experimentálně
- matematicky



Prahování – více prahů

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



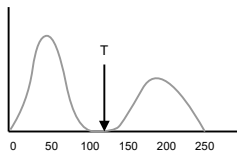
Původní obrázek.



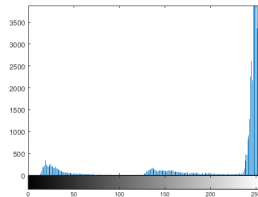
Naprahovaný obrázek.

Prahování – automatický výběr prahu

- histogram
- **bimodulární graf**



Původní obrázek.



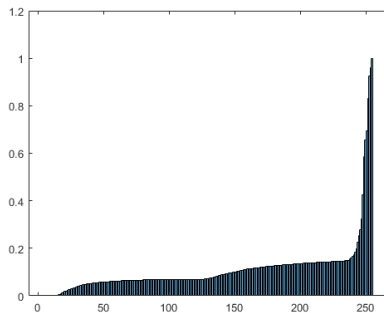
Histogram.

Prahování – automatický výběr prahu

- znalost velikosti plochy



Původní obrázek.



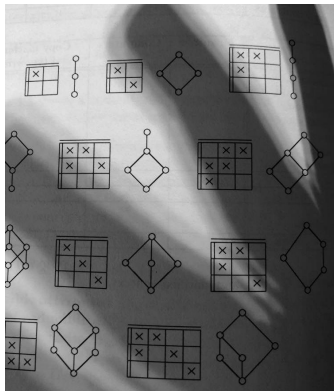
Kumulativní histogram.



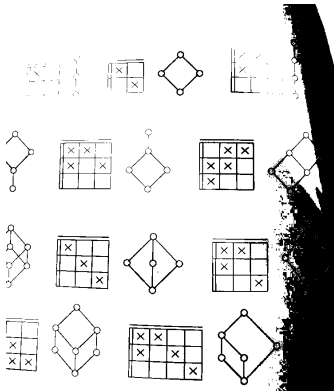
Naprahovaný obrázek.

Adaptivní prahování

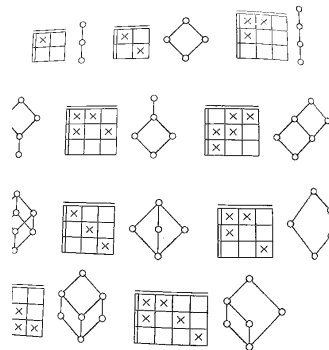
■ znalost velikosti plochy



Původní obrázek.

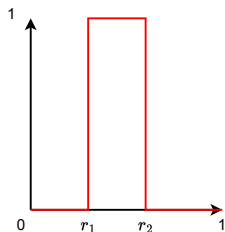
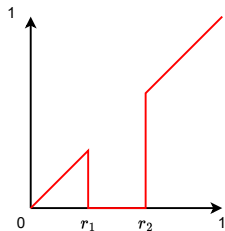


Globální prahování.



Adaptivní prahování.

Ořezávání hodnot intenzity



Původní obraz



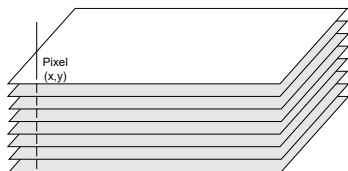
Výsledný obraz.

Ořezávání bitů

Bitové roviny

Bitová rovina 1 – nejméně významné bity

Bitová rovina 8 – nejvíce významné bity



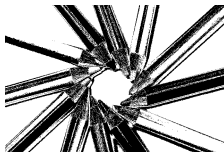
Ořezávání bitů



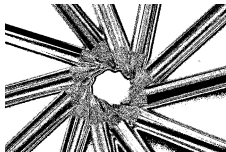
Původní obraz



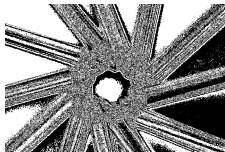
Bitová rovina 8.



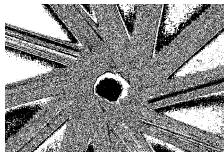
Bitová rovina 7.



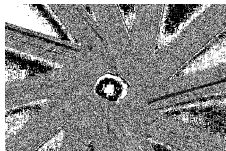
Bitová rovina 6.



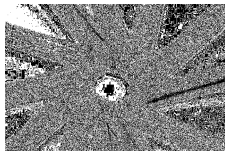
Bitová rovina 5.



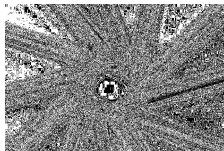
Bitová rovina 4.



Bitová rovina 3.

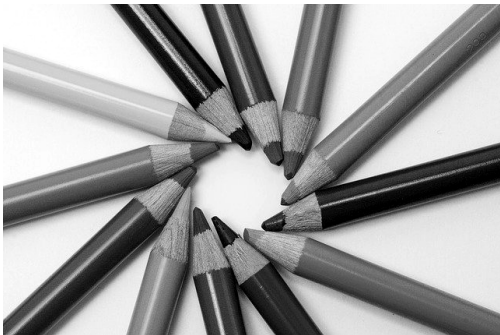


Bitová rovina 2.

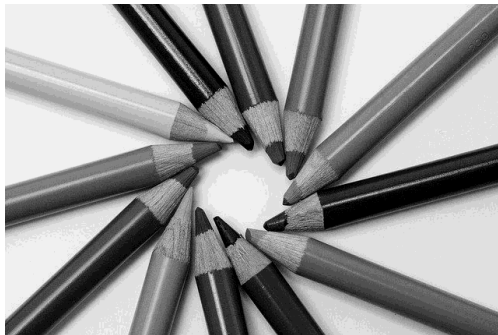


Bitová rovina 1.

Ořezávání bitů



Původní obraz

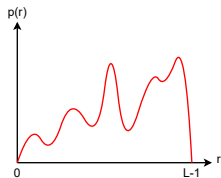


4 nejvíce významné bity

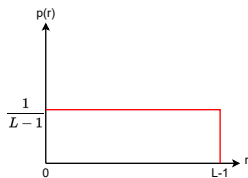
Ekvalizace histogramu

Spojité případ

- Pravděpodobnostní funkce $p_r(r)$



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



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

Ekvalizace histogramu

Diskrétní případ

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

Příklad – Ekvalizace histogramu

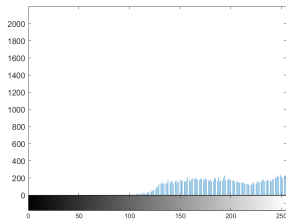
Předpokládejme, že máme obrázek velikosti 64×64 , který obsahuje 8 různých intenzit. Počty pixelů n_k pro jednotlivé intenzity jsou v tabulce níže. Dopočítejte zbylé hodnoty v tabulce.

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			

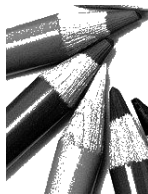
Ekvalizace histogramu



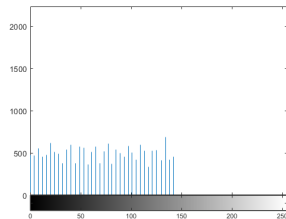
Vstupní obraz.



Histogram.



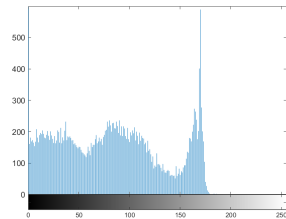
Výstupní obraz.



Histogram.



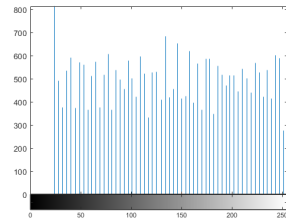
Vstupní obraz.



Histogram.



Výstupní obraz.

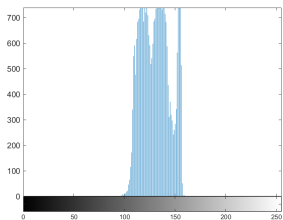


Histogram.

Ekvalizace histogramu



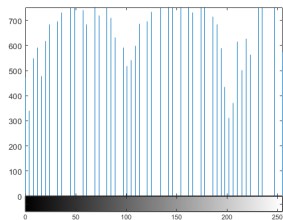
Vstupní obraz.



Histogram.



Výstupní obraz.



Histogram.

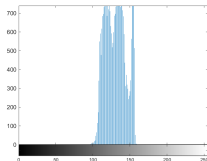
Specifikace histogramu

- 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 $G(z_j) = s_k$

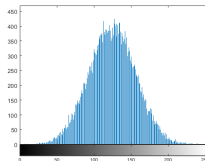
Specifikace histogramu



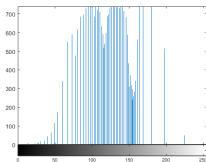
Vstupní obraz.



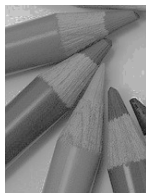
Histogram.



Specifikovaný histogram.



Histogram výsledného obrazu.



Výsledný obraz.

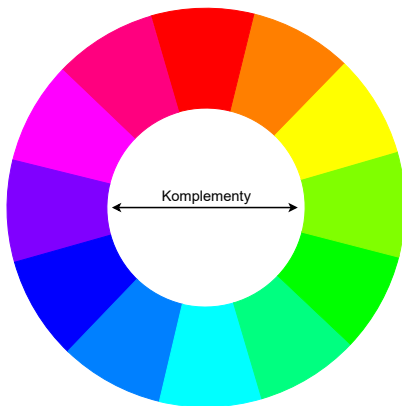
Příklad – Specifikace histogramu

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.

Teorie barev



Úprava každé složky zvlášť

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

Změna jasu

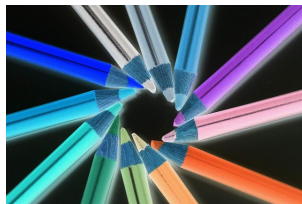
- V **RGB** všechny složky
- $s_j = r_j + k$
- V **HSI** pouze jasová složka I
- $s_i = r_i + k, s_j = r_j$, pro $j \in \{h, s\}$

Barevný komplement

- 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.

Tónování

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



Původní obrázek.



Tónování s $\gamma = 1.5$.



Původní obrázek.



Tónování s $\gamma = 0.5$.

Barevná korekce

- 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, $\gamma = 0.5$.

Vyvážení bílé

- 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.

Vyrovnnání histogramu

- 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.

Práce přímo s barevnými pixely

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

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

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

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

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

Příklady

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)

Příklady

Šedotónový obraz

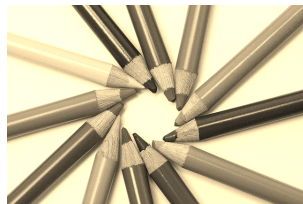
$$\begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 & 0 & 0 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 & 0 & 0 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sépia efekt

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



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.

Polaroid

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



Původní obrázek.



BGR.

Ořezání barev

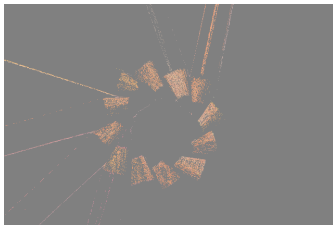
$$s_i = \begin{cases} 0.5 & \text{pokud } |r_j - a_j| > \frac{W}{2} \text{ pro libovolné } j \in 1, \dots, n \\ r_i & \text{jinak} \end{cases}$$

Případně

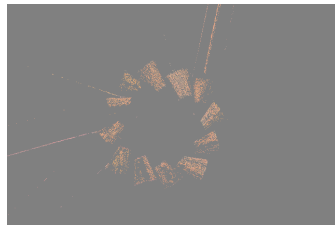
$$s_i = \begin{cases} 0.5 & \text{pokud } \sum_{j=1}^n (r_j - a_j)^2 > R^2 \\ r_i & \text{jinak} \end{cases}$$



Původní obrázek.



Výsledný obraz.



Výsledný obraz.