



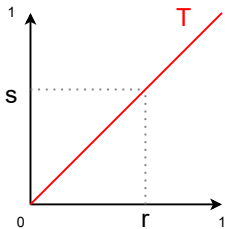
Jasové operace

Úvod do analýzy obrazu

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

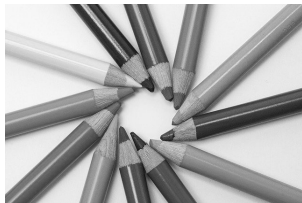
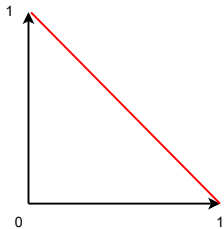
Obraz

- $f(x, y)$ – 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**

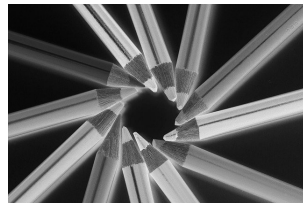


Negativ obrázku

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



Původní obraz.



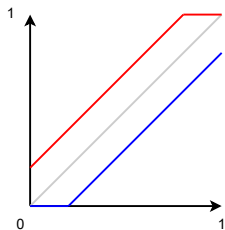
Negativ.

Změna jasu

Jas = celková světlost obrazu

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

c konstanta



Zvýšení jasu.

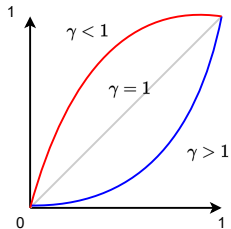


Snížení jasu.

Gamma transformace

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

c a γ kladné konstanty



$\gamma > 1$

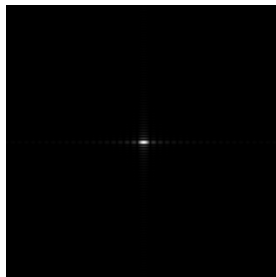


$\gamma < 1$

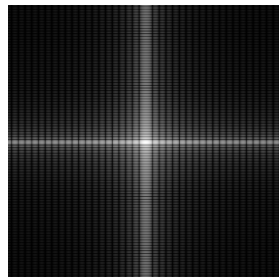
Logaritmická transformace

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

c konstanta a $r \geq 0$



Před aplikací.



Po aplikaci.

Změna kontrastu

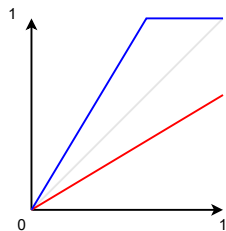
Kontrast = rozdíl mezi nejsvětlejší a nejtmavší částí obrazu

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

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



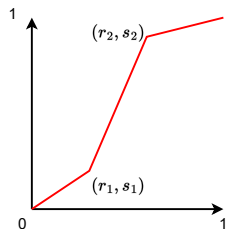
Příklad

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



Jasové operace

Příklad

Příklad

Jakým způsobem ovlivní následující transformace vzhled histogramu obrázku?

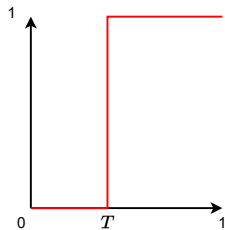
- 1 Změna jasu.
- 2 Změna kontrastu.
- 3 Negativ obrázku.
- 4 Gamma transformace s hodnotou < 1 .
- 5 Gamma transformace s hodnotou > 1 .

Prahování

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

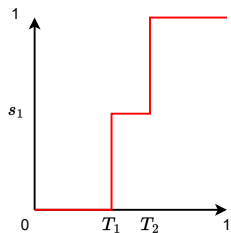
■ Volba prahu:

- experimentálně
- matematicky



Prahování – více prahů

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



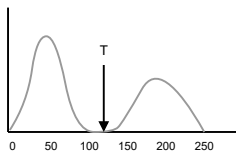
Původní obrázek.



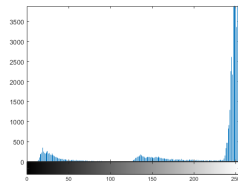
Naprahovaný obrázek.

Prahování – automatický výběr prahu

- histogram
- **bimodulární graf**



Původní obrázek.



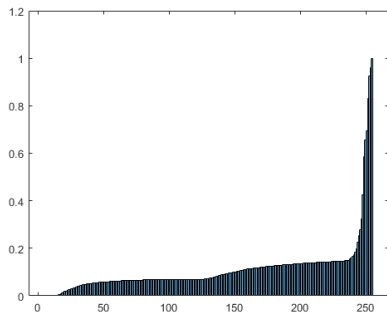
Histogram.

Prahování – automatický výběr prahu

- znalost velikosti plochy



Původní obrázek.



Kumulativní histogram.

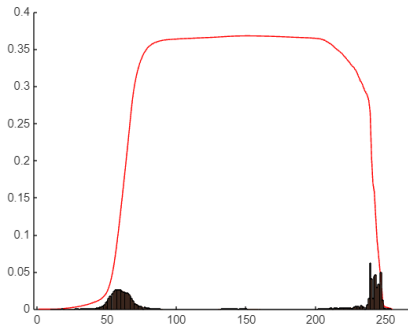


Naprahovaný obrázek.

Prahování – automatický výběr prahu

Otsuova metoda

- Obecně je prahování rozdělení pixelů v obraze do dvou (a více) tříd tak, aby byly tyto dve skupiny pixelů, co nejvíce rozdílné
- Otsu metoda je asi nejznámější z nich – maximalizuje variance mezi těmito třídami pixelů
-



Prahování – automatický výběr prahu

Otsuova metoda

- Máme normalizovaný histogram p_i obrazu s L intenzitami:

- Zvolíme práh T , který rozdělí obraz na dvě třídy

$$C_0 = \{0, 1, \dots, T\} \text{ a } C_1 = \{T + 1, \dots, L - 1\}$$

- Spočítáme váhy tříd

$$\omega_0(T) = \sum_{i=0}^T p_i, \text{ a } \omega_1(T) = \sum_{i=T+1}^{L-1} p_i$$

- Spočítáme střední hodnoty tříd

$$\mu_0(T) = \frac{1}{\omega_0(T)} \sum_{i=0}^T i p_i, \text{ a } \mu_1(T) = \frac{1}{\omega_1(T)} \sum_{i=T+1}^{L-1} i p_i$$

- Celkový průměr:

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} i p_i$$

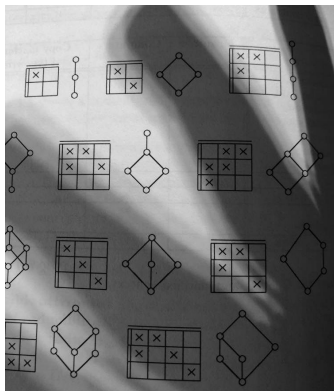
- Otsu maximalizuje **mezitřídní rozptyl**:

$$\sigma_b^2(T) = \omega_0(T) \omega_1(T) (\mu_0(T) - \mu_1(T))^2$$

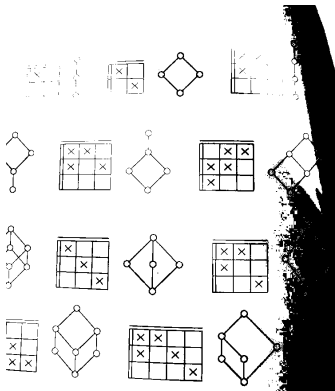
- Optimální práh T^* je taková hodnota, pro kterou platí:

$$T^* = \arg \max_T \sigma_b^2(T).$$

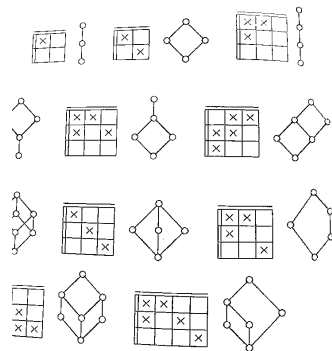
Adaptivní prahování



Původní obrázek.

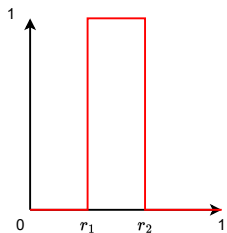
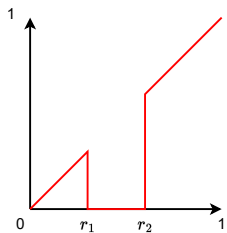


Globální prahování.



Adaptivní prahování.

Ořezávání hodnot intenzity



Původní obraz



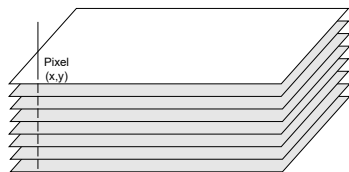
Výsledný obraz.

Ořezávání bitů

Bitové roviny

Bitová rovina 1 – nejméně významné bity

Bitová rovina 8 – nejvíce významné bity



Ořezávání bitů



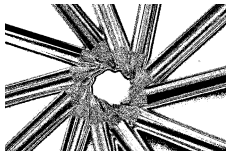
Původní obraz



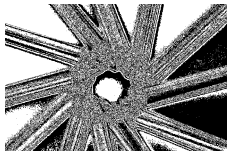
Bitová rovina 8.



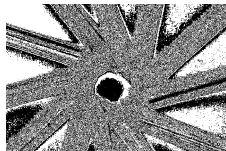
Bitová rovina 7.



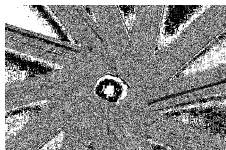
Bitová rovina 6.



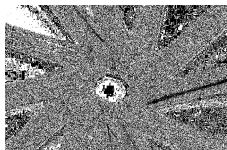
Bitová rovina 5.



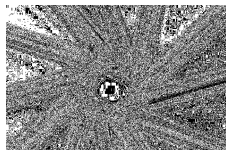
Bitová rovina 4.



Bitová rovina 3.

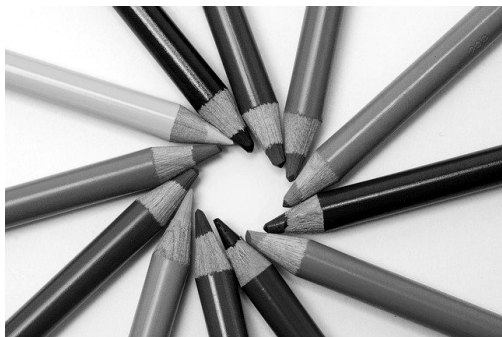


Bitová rovina 2.

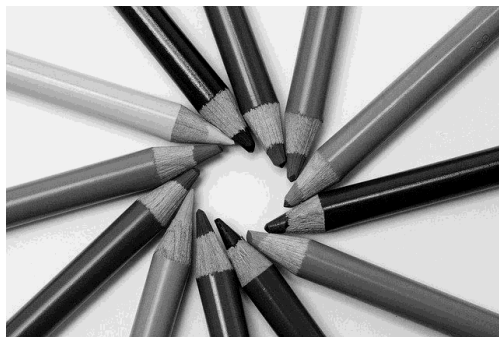


Bitová rovina 1.

Ořezávání bitů



Původní obraz



4 nejvíce významné bity

Jasové operace

Příklad

Příklad

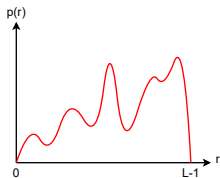
Jakým způsobem ovlivní následující transformace vzhled histogramu obrázku?

- 1 Prahování
- 2 Nastavení nejméně významného bitu u všech pixelů na 0.
- 3 Nastavení nejvíce významného bitu u všech pixelů na 0.

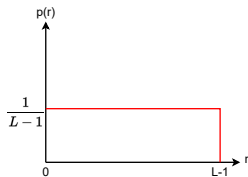
Ekvalizace histogramu

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

Příklad

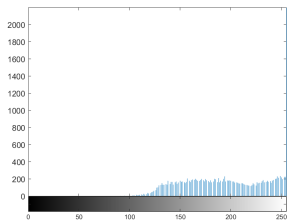
Předpokládejme, že máme obrázek velikosti 64×64 , který obsahuje 8 různých intenzit. Počty pixelů n_k pro jednotlivé intenzity jsou v tabulce níže. Dopočítejte zbylé hodnoty v tabulce.

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			

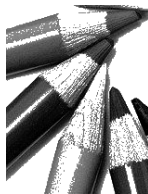
Ekvalizace histogramu



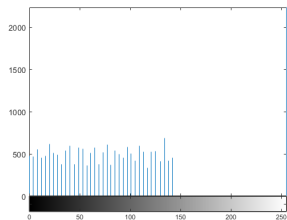
Vstupní obraz.



Histogram.



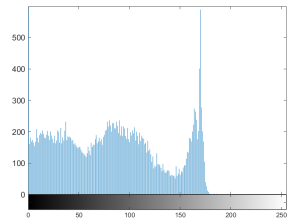
Výstupní obraz.



Histogram.



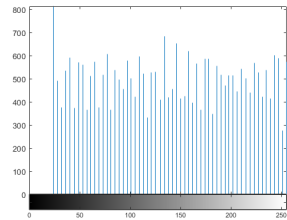
Vstupní obraz.



Histogram.



Výstupní obraz.

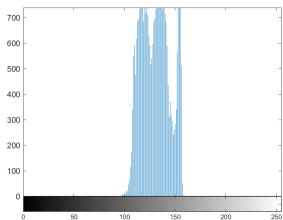


Histogram.

Ekvalizace histogramu



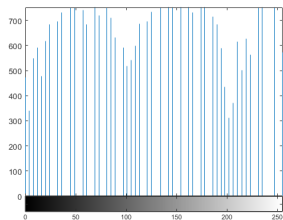
Vstupní obraz.



Histogram.



Výstupní obraz.



Histogram.

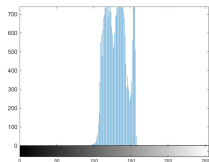
Specifikace histogramu

- 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 $G(z_j) = s_k$

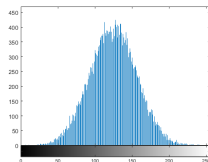
Specifikace histogramu



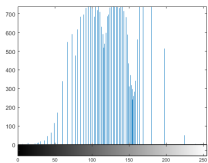
Vstupní obraz.



Histogram.



Specifikovaný histogram.



Histogram výsledného obrazu.



Výsledný obraz.

Příklad – Specifikace histogramu

Příklad

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.