



Histogram a jeho zpracování

3. přednáška předmětu
Zpracování obrazů

Martina Mudrová
2004

Definice



Co je to histogram?

= vektor absolutních četností výskytu každé barvy v obrázku

$[H(1), H(2), \dots, H(c)]$

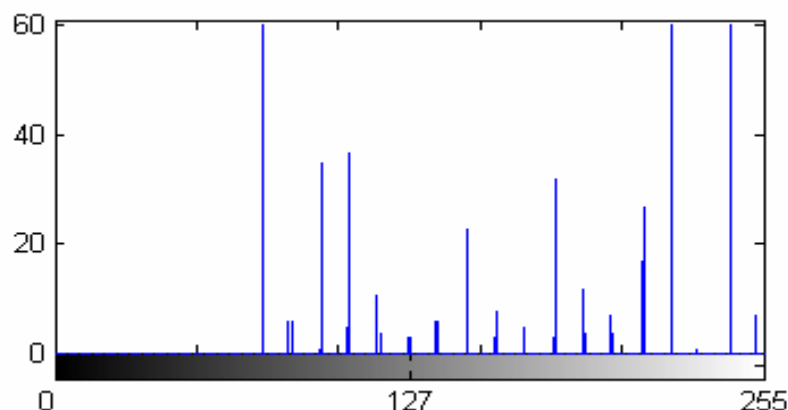
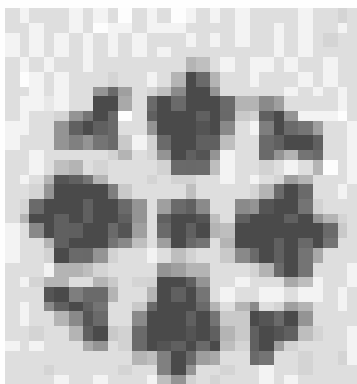
$$c \leq m.n$$

$$\sum_{i=1}^c H(i) = m.n$$

c ...počet barev

m, n ...velikost obrázku

- intenzitní obrázky: 1 vektor H
- barevné obrázky: 3 vektory H_1, H_2, H_3 (typicky pro R,G,B složky obrazu, každá ze složek je zpracována zvlášť - podle stejného schématu a se stejnými parametry)

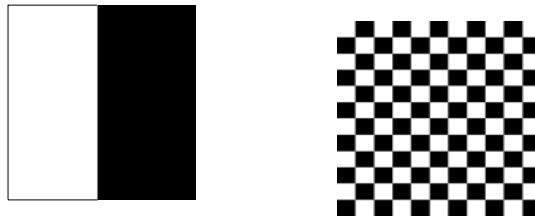


Základní vlastnosti histogramu

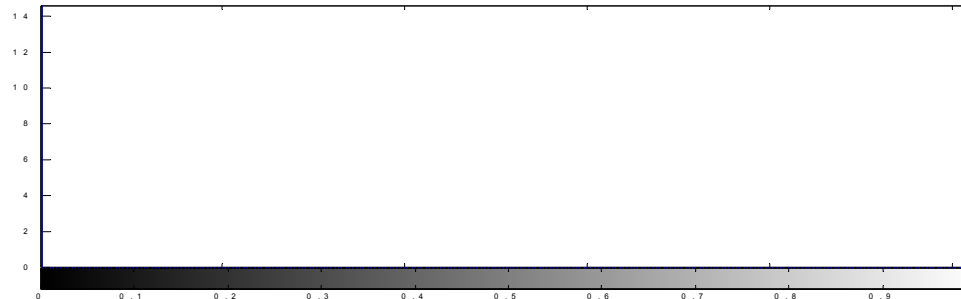


- je to statistická veličina popisující pravděpodobnost výskytu každé barvy v obraze
- neříká nic o umístění barev v obraze

Dva rozdílné obrázky:



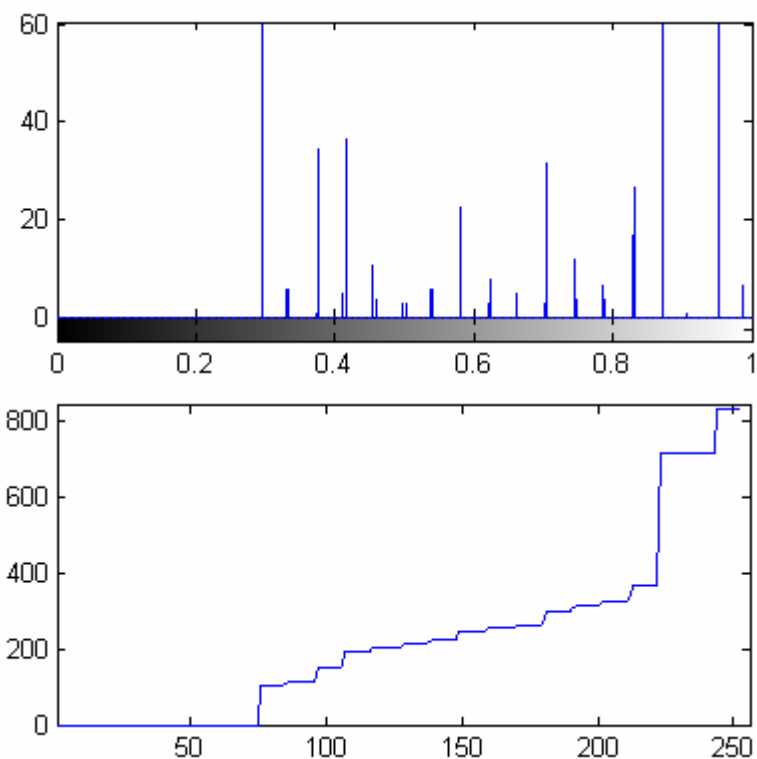
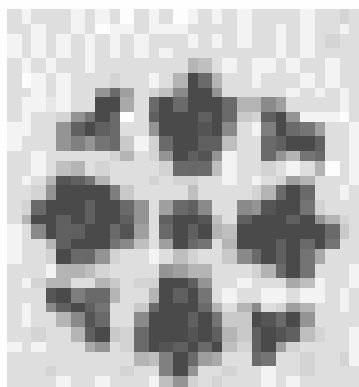
Se stejným histogramem (bimodálním v tomto případě):



Další způsoby vyjádření histogramu



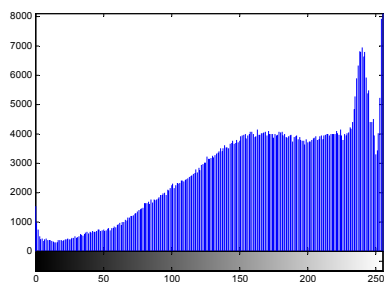
1. normalizace x-ové osy (barevného rozsahu) na interval $<0,1>$
2. zobrazení kumulativního histogramu



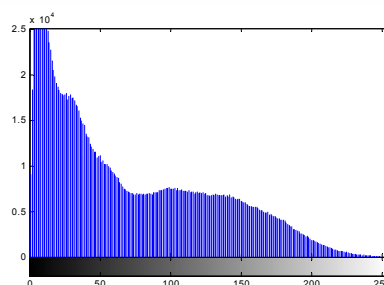
Použití histogramu I



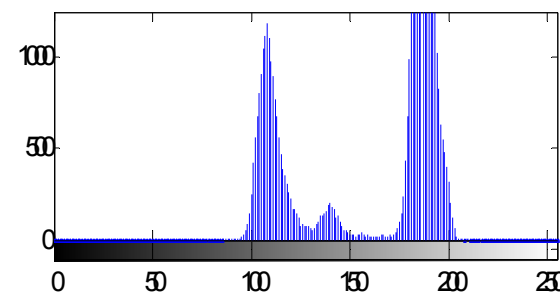
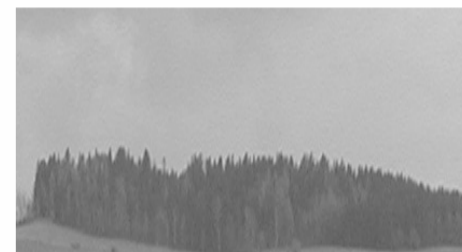
- histogram poskytuje základní informaci o úrovni jasu v obrázku
 - metody zpracování histogramu mohou vést ke zlepšení kvality obrázku
 - ! z pohledu subjektivního vjemu !



Obrázek je příliš světlý
(přeexponovaný)
-čáry histogramu jsou
převážně v pravé části



Obrázek je příliš tmavý
(podexponovaný)
-čáry histogramu jsou
převážně v levé části



Nízká úroveň kontrastu
v obrázku – čáry
histogramu jsou pouze
ve střední části

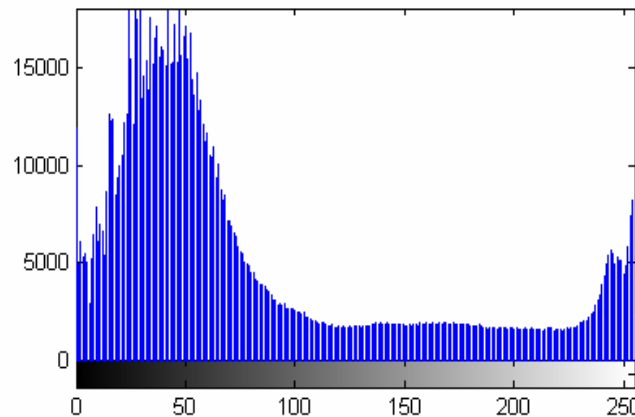
Použití histogramu II



- umožňuje vhodnou volbu prahu(ů) T při redukci barev
 - zvláště v případě bimodálního histogramu
 - použití při detekci objektů – granulometrie apod.

$$y = \begin{cases} L & \text{pro } x < T \\ H & \text{pro } x \geq T \end{cases}$$

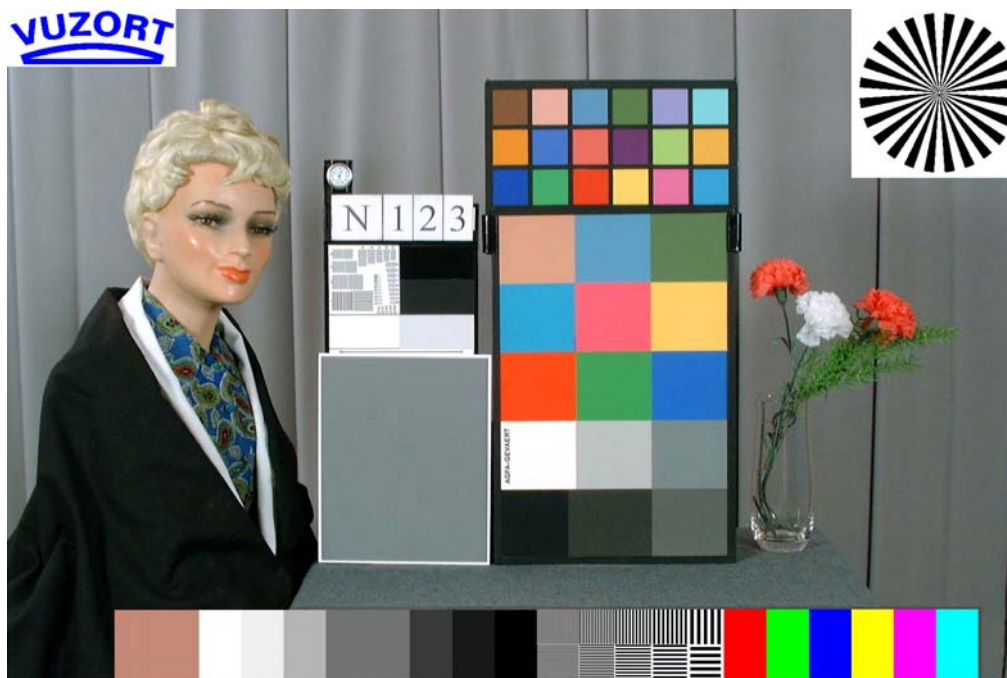
x ... vstupní hodnota intenzity
 y ... nová hodnota intenzity
 T ... hodnota prahu (*threshold level*)



Použití histogramu III



- kalibrace optických digitálních přístrojů (fotoaparáty, kamery, skenery,...)
1. snímání obrázku se známým histogramem (etalonu)
 2. porovnání histogramu získaného obrázku a daného histogramu slouží k nastavení parametrů přístroje



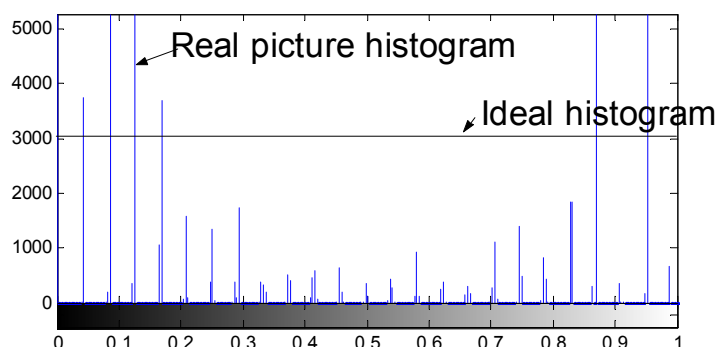
Příklad etalonu

Ekvalizace histogramu



Co to znamená?

- Upravit histogram tak, aby byl tak plochý jak je to jen možné



- Algoritmy ekvalizace jsou založeny na statistických metodách:

$$D = \frac{n.m}{MAX}$$

D ... optimální hodnota čar v histogramu

n, m ... velikost obrázku

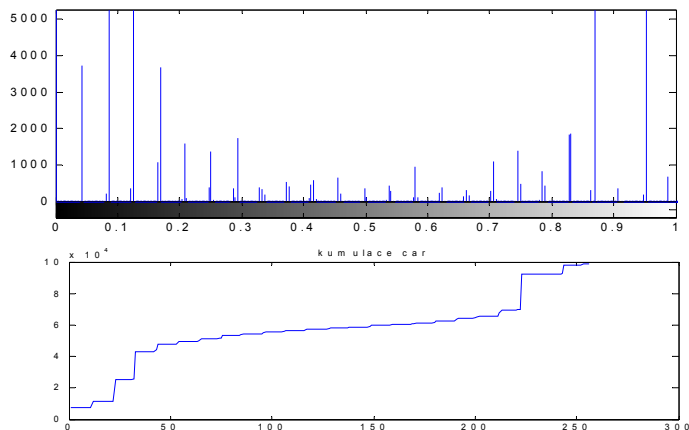
MAX ... hodnota maximální intenzity v obrázku

Příklad ekvalizace histogramu



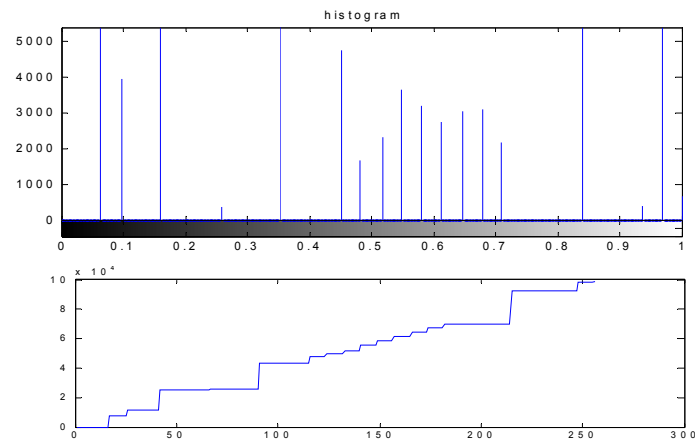
Originální obrázek

original



Obrázek po ekvalizaci

po ekvalizaci.

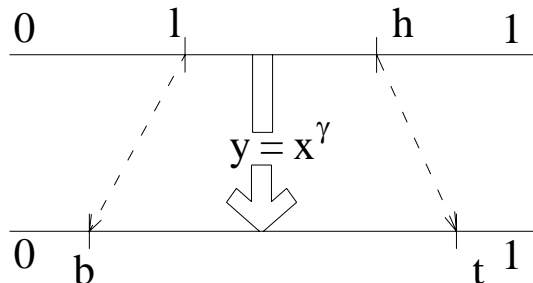


Úpravy histogramu



Co se stane, když změním pozici čar v histogramu z hodnot x na y ?

x ...vstupní histogram

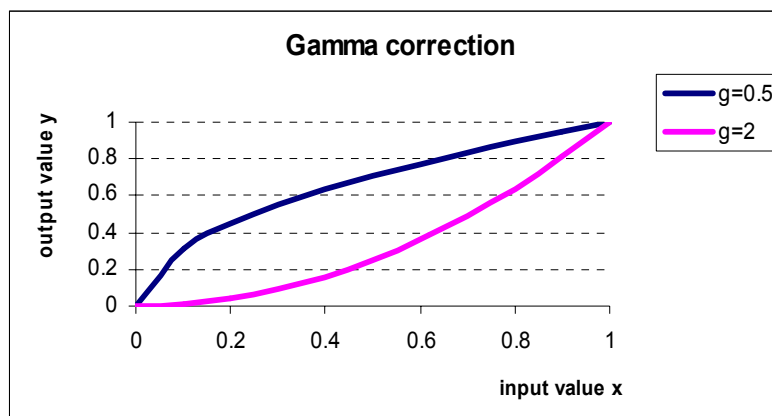


y ...výstupní histogram

A. Lineární úpravy: $g = 1$

1. Posun histogramu
2. Zúžení/rozšíření histogramu

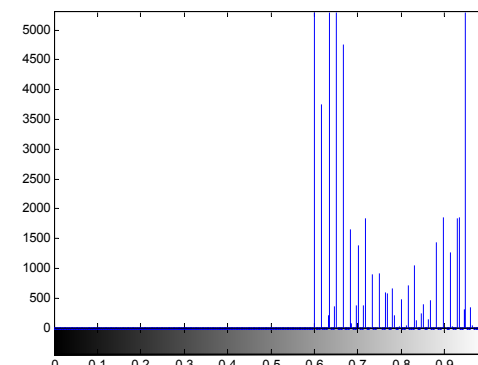
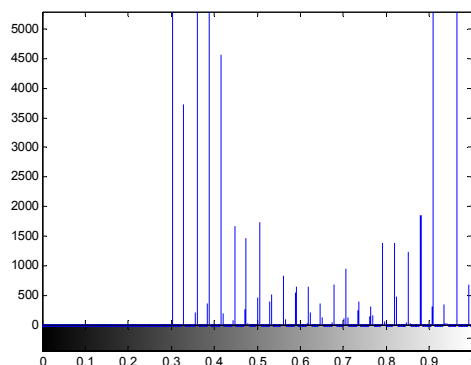
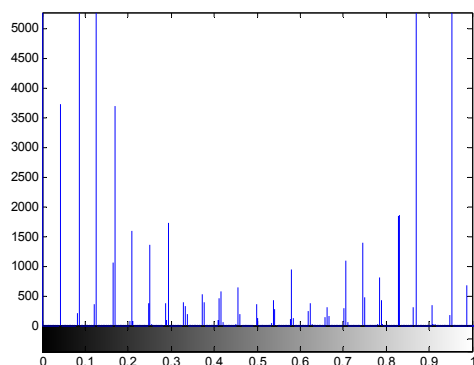
B. Nelineární úpravy: $g \neq 1$



Posun histogramu vpravo



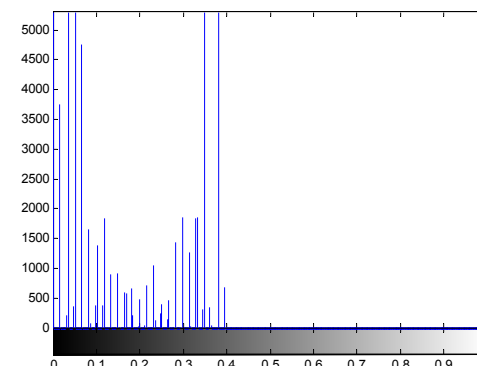
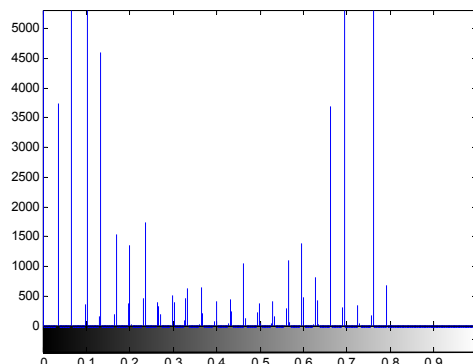
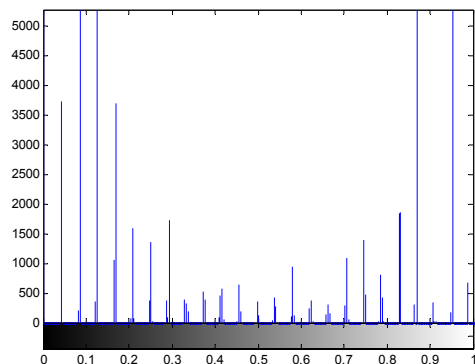
- Zvyšování jasové úrovně obrázku posouvá histogram doprava (k bílé).



Posun histogramu vlevo



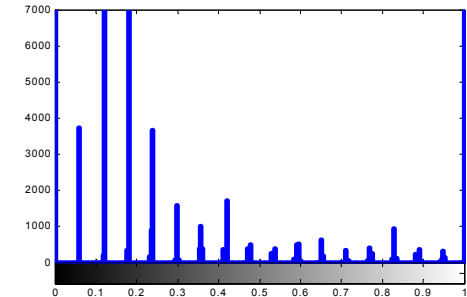
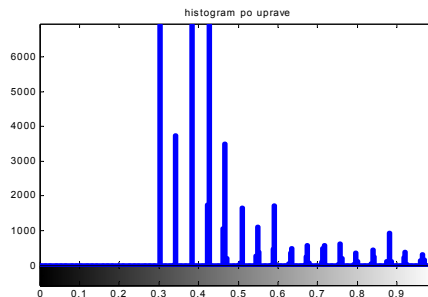
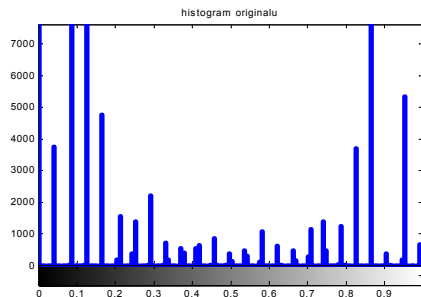
- Snižování jasové úrovně obrázku posouvá histogram doleva (k černé).



Další možnosti úpravy jasu?



Nešlo by jednoduše přičíst nějakou konstantu k hodnotě každého pixelu?

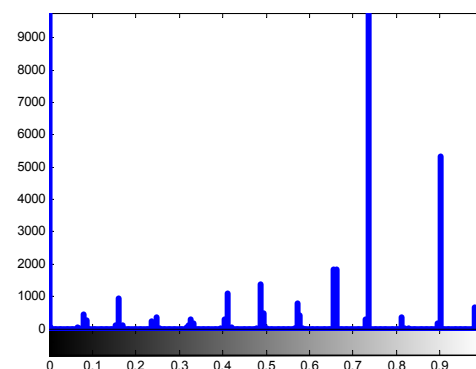
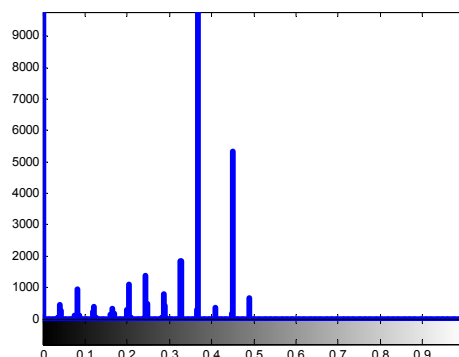
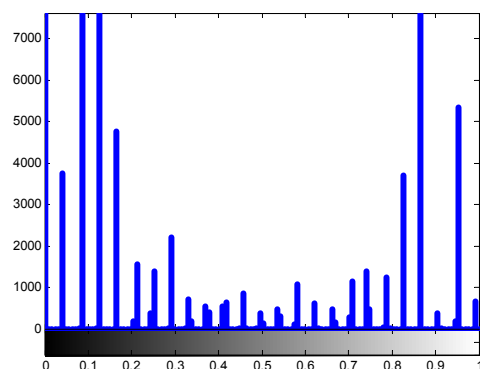
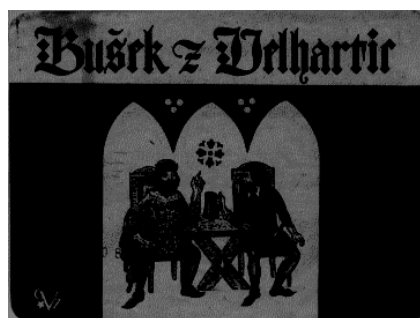


! Tento způsob může vést ke ztrátě detailní informace v oblasti „jasných“ barev bez možnosti jejího zpětného obnovení

Ztráta tmavých odstínů

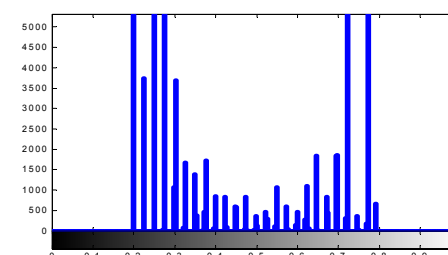
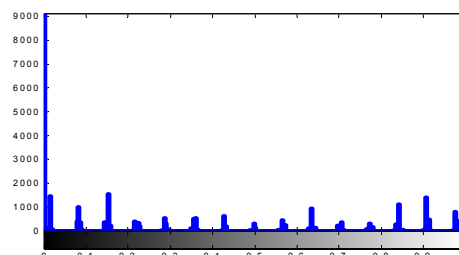
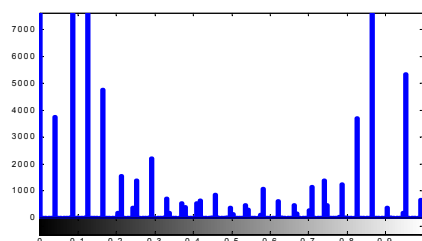


...Nebo odečíst konstantu od hodnoty každého pixelu?



! Tento způsob může vést ke ztrátě detailní informace v oblasti „tmavých“ barev bez možnosti jejího zpětného obnovení

Kontrast: Dilatace a zúžení histogramu



Dilatace
histogramu
způsobuje
zvýšení kontrastu

Zúžení
histogramu vede
ke snížení
kontrastu

! Pozor na ztrátu detailní informace ve velmi jasných a tmavých úrovních barev v průběhu operací s histogramem – dilatace následovaná odpovídajícím zúžením nemusí vést k původnímu obrazu

Gama korekce



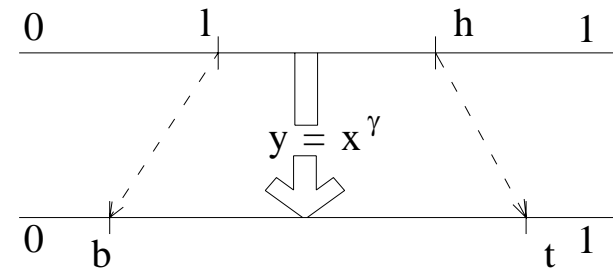
$$y = x^\gamma$$

$0 < \gamma < 1$...obrázek bude světlejší

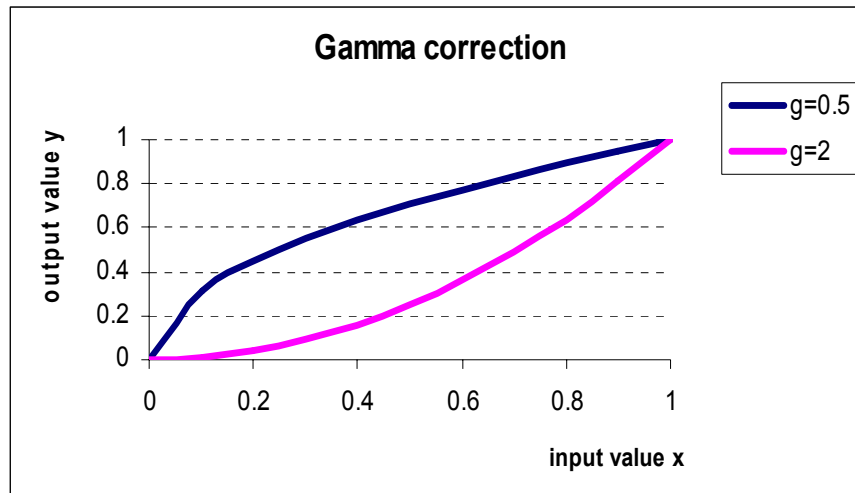
$\gamma > 1$... obrázek bude tmavší

$\gamma = 1$...lineární úprava

x...vstupní histogram



y...výstupní histogram



! Některá digitální zařízení definují hodnotu gama převráceně:

$$y = x^{1/\gamma}$$

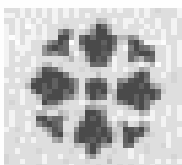
Použití gama korekce



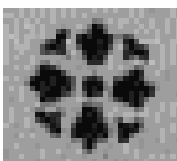
Parametry úpravy histogramu

původní obrázek

Obrázek



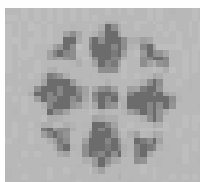
posun čar histogramu
z $\langle 0.25, 1 \rangle$ do $\langle 0, 0.75 \rangle$, $\gamma = 1$



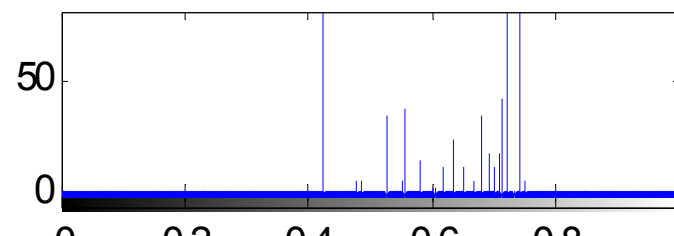
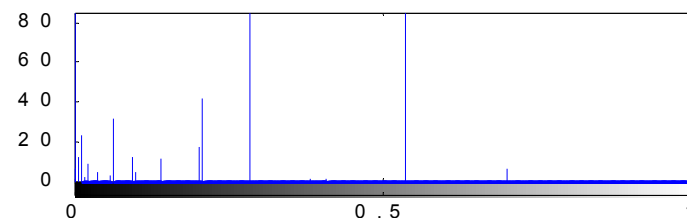
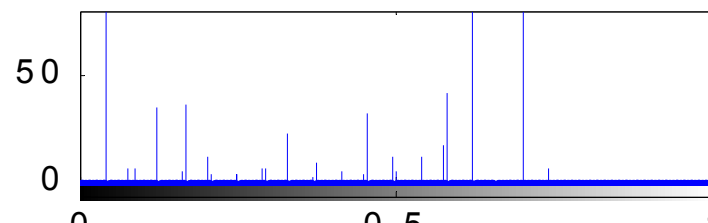
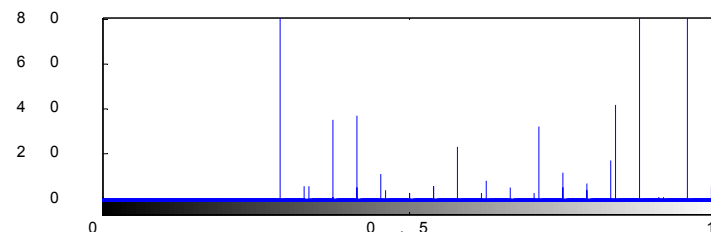
posun čar histogramu
z $\langle 0.25, 1 \rangle$ do $\langle 0, 0.75 \rangle$, $\gamma = 5$



posun čar histogramu
z $\langle 0.25, 1 \rangle$ do $\langle 0, 0.75 \rangle$, $\gamma = 0.2$



Histogram



Pokročilé metody úpravy histogramu



- Operace s vyhledávací tabulkou - LUT (Look-up table)
 - 1 nová barva je přiřazena 1,2 nebo více původním barvám
 - nevratná operace
 - použití pro zajímavé efekty
(vytváření tzv. vodových kreseb z realistických fotografií)
a pro zvýraznění struktur v obraze
- Daný histogram s daným tvarem může být obrázku vnucen
- ...

Příkazy Matlabu pro operace s histogramem



`imhist`

`histeq`

`imadjust`

`(brighten)`

`(contrast)`

`stretchlim`

Příklad

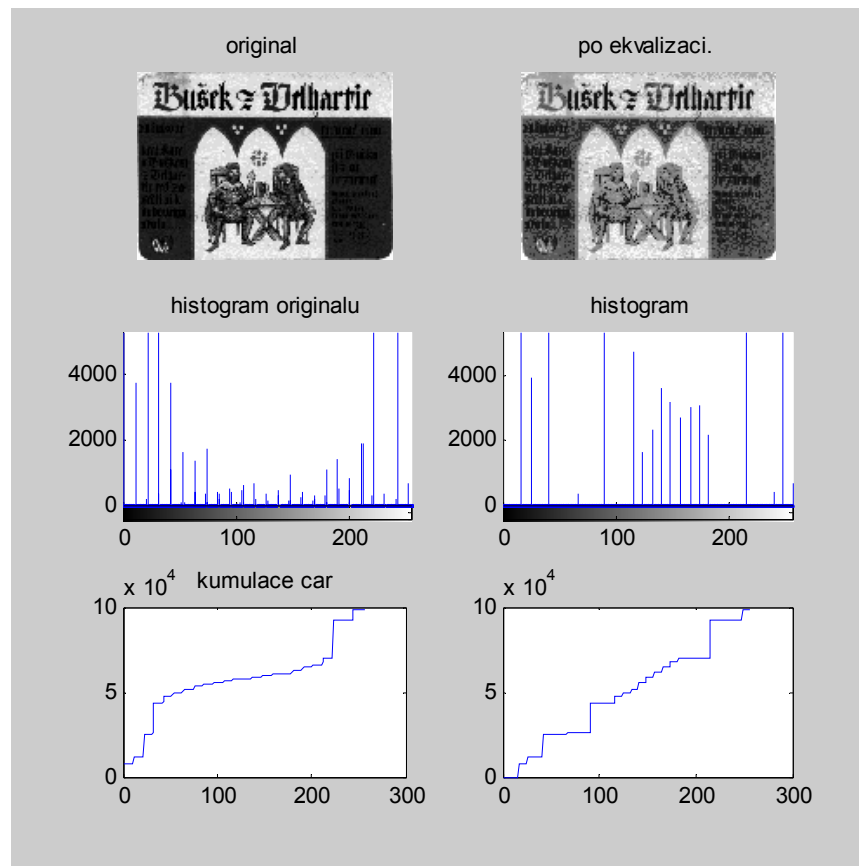


Ekvalizace histogramu

```
% Histogram a jeho upravy (1)
% Ekvalizace histogramu

clear
delete(get(0,'children'));

[x,map]=imread('busek.bmp');
i=ind2gray(x,map);
subplot(321), imshow(i)
title('original')
subplot(323), imhist(i)
title('histogram originalu'),
j=histeq(i,32);
subplot(322), subimage(j)
axis off,title('po ekvalizaci.')
subplot(324), imhist(j)
title('histogram '),
subplot(325), plot(cumsum(imhist(i)))
title('kumulace car'),
subplot(326), plot(cumsum(imhist(j)))
```



Příklad



Lineární úprava histogramu

```
% Upravy histogramu(2)

clear
delete(get(0,'children'))

figure(1)
[x,map]=imread(' ../busek.bmp');
i=ind2gray(x,map);
j=imadjust(i,[0 1],[0 0.8],1);
subplot(221),imshow(i)
title('original')
subplot(222),imhist(i,128)
title('histogram originalu')
subplot(223),imshow(j)
title(' po uprave')
subplot(224),imhist(j)
title('histogram po uprave')
```

