




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definice



### Co je to histogram?

= vektor absolutních četností výskytu každé barvy v obrázku

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

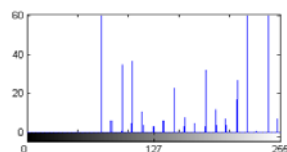
$$c \leq m.n$$

$c \dots$  počet barev

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

$m, n \dots$  velikost obrázku

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



M. Mudrová, 2004

2

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Základní vlastnosti histogramu

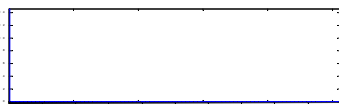


- je to statistická veličina popisující pravděpodobnost výskytu každé barvy v obraze
- neříká nic o umístění barev v obraze

Dva rozdílné obrázky:



Se stejným histogramem (bimodálním v tomto případě):



M. Mudrová, 2004

3

---

---

---

---

---

---

---

---

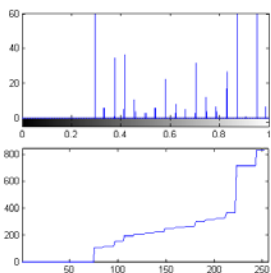
---

---

## Další způsoby vyjádření histogramu



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



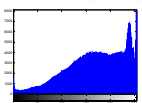
M. Mudrova, 2004

4

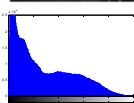
## Použití histogramu I



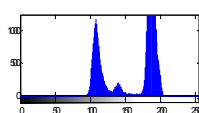
- histogram poskytuje základní informaci o úrovni jasu v obrázku
  - metody zpracování histogramu mohou vést ke zlepšení kvality obrázku
  - ! z pohledu subjektivního vjemu !



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



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



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

M. Mudrova, 2004

5

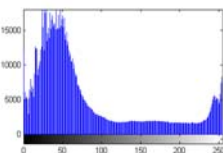
## Použití histogramu II



- 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)



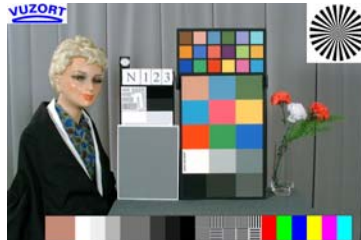
M. Mudrova, 2004

6

## Použití histogramu III



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



Příklad etalonu

M. Mudrova, 2004

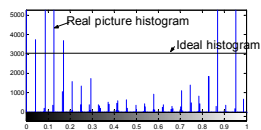
7

## 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

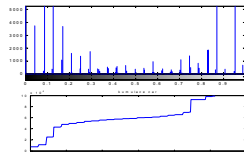
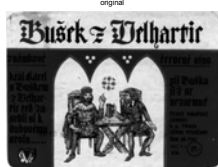
M. Mudrova, 2004

8

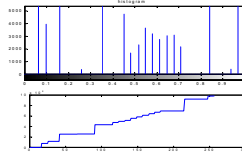
## Příklad ekvalizace histogramu



Originální obrázek



Obrázek po ekvalizaci



M. Mudrova, 2004

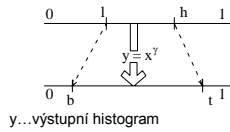
9

## Úpravy histogramu



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

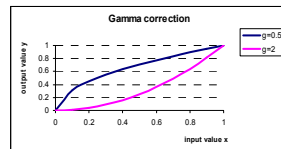
$x$ ...vstupní histogram



A. Lineární úpravy:  $g = 1$

1. Posun histogramu
2. Zúžení/rozšíření histogramu

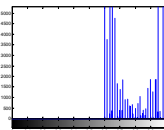
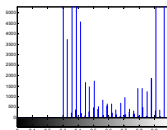
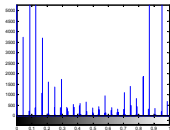
B. Nelineární úpravy:  $g \neq 1$



## Posun histogramu vpravo



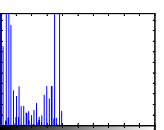
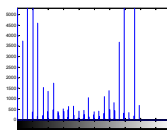
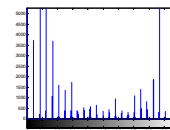
- Zvyšování jasové úrovně obrázku posouvá histogram doprava (k bílé).



## Posun histogramu vlevo



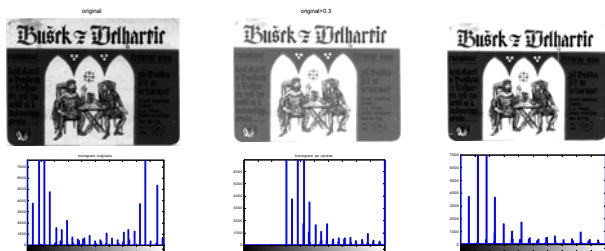
- Snižování jasové úrovně obrázku posouvá histogram doleva (k černé).



## 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

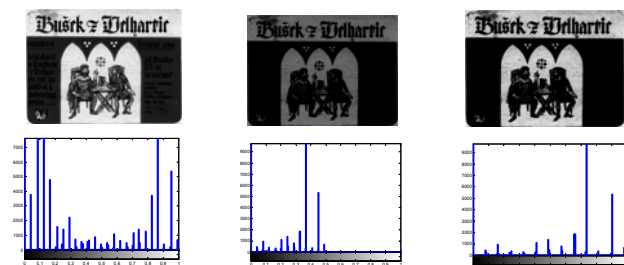
M. Mudrová, 2004

13

## Ztráta tmavých odstínů



*...Nebo odečíst konstantu od hodnoty každého pixelu?*

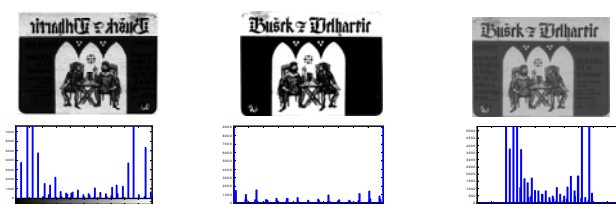


! Tento způsob může vést ke ztrátě detailní informace v oblasti „tmavých“ barev bez možnosti jejího zpětného obnovení

M. Mudrová, 2004

14

## 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

M. Mudrová, 2004

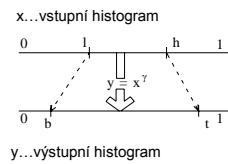
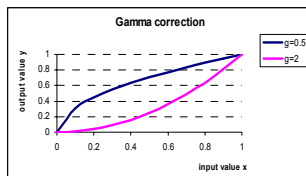
15

## Gama korekce



$$y = x^\gamma$$

$0 < \gamma < 1$ ...obrázek bude světlejší  
 $\gamma > 1$ ... obrázek bude tmavší  
 $\gamma = 1$ ...lineární úprava



! Někteří digitální zařízení definují hodnotu gama převráceně:

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

M. Mudrova, 2004

16

## Použití gama korekce



### Parametry úpravy histogramu

původní obrázek



posun čar histogramu  
 $z < 0.25, 1 >$  do  $< 0, 0.75 >$ ,  $\gamma = 1$



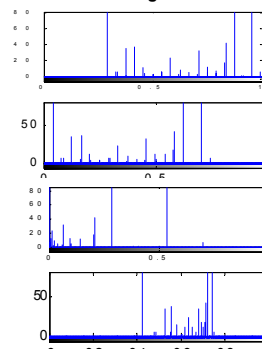
posun čar histogramu  
 $z < 0.25, 1 >$  do  $< 0, 0.75 >$ ,  $\gamma = 5$



posun čar histogramu  
 $z < 0.25, 1 >$  do  $< 0, 0.75 >$ ,  $\gamma = 0.2$



### Histogram



M. Mudrova, 2004

17

## 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
- ...

M. Mudrova, 2004

18

## Příklady Matlabu pro operace s histogramem



```
imhist  
histeq  
imadjust  
(brighten)  
(contrast)  
stretchlim
```

19

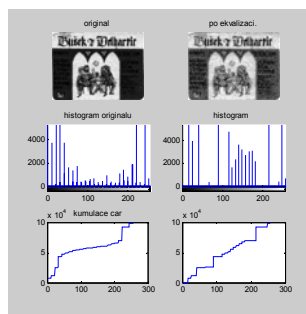
M. Mudrova, 2004

## Příklad



### Ekvalizace histogramu

```
% Histogram a jeho úpravy (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)))
```



20

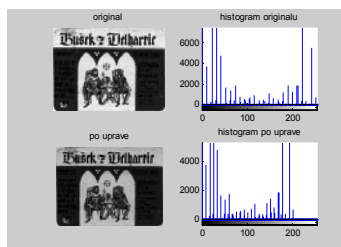
M. Mudrova, 2004

## Příklad



### Lineární úprava histogramu

```
% Úpravy 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 úpravě')  
subplot(224), imhist(j)  
title('histogram po úpravě')
```



21

M. Mudrova, 2004