



KATEDRA
INFORMATIKY

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Obraz a jeho reprezentace

Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

Obraz

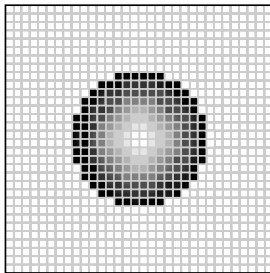
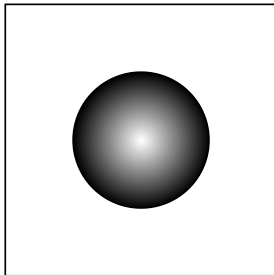
- **Matematický model:** $g = f(x, y)$ (obrazová funkce)
- **Prostorové souřadnice:** $x \in \langle x_{min}, x_{max} \rangle$ a $y \in \langle y_{min}, y_{max} \rangle$
- **Hodnoty funkce g :**
 - jedno číslo
 - trojice (čtveřice) čísel
 - celá kolekce dat
- **Rastr**

Digitalizace

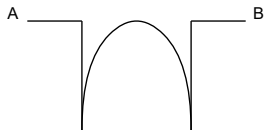
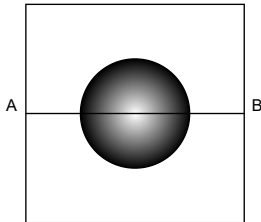
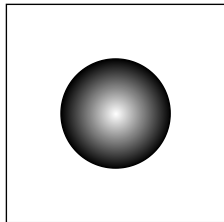
- Převod spojitého světa (spojité obrazové funkce) do rastru

- **Digitalizace:**

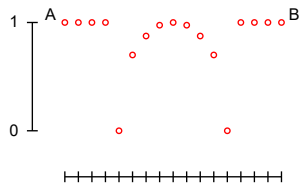
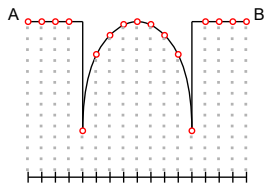
- vzorkování
- kvantování



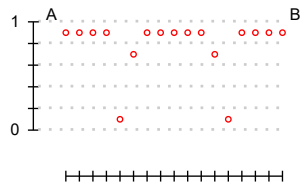
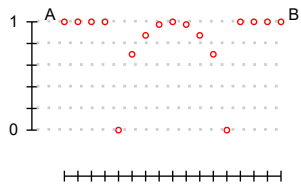
Reálný obraz



Vzorkování



Kvantování



Vzorkování

- **Bodové vzorkování**



- **Plošné vzorkování**

- **Vzdálenost mezi vzorky:** Δx

- **Vzorkovací frekvence:** $f_s = \frac{1}{\Delta x}$ Hz

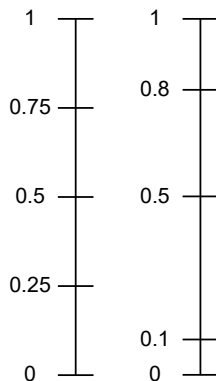
- **Alias:** chyba

Kvantování

- **Kvantování:**

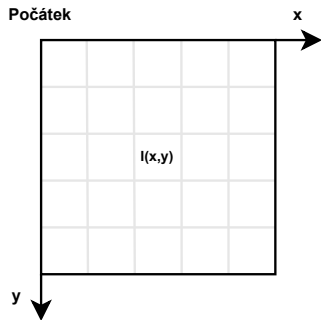
- uniformní
- neuniformní

- **Výběr zástupné hodnoty** → kvantizační chyba



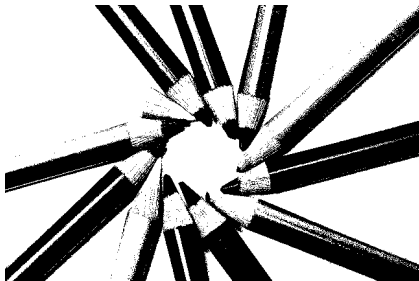
Rastrový obraz

- Rastrový obraz I
- Velikost obrazu: $M \times N$
- Pixel: $I(x,y)$
- Prostorové souřadnice: x a y
- Prostorová doména

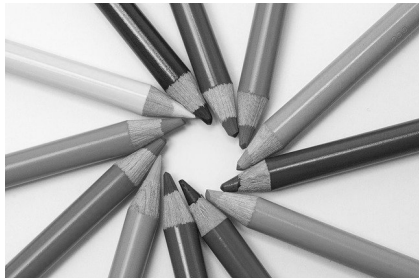


Typy obrazů

- **Binární obraz / Monochromatický obraz**
- hodnoty 0 nebo 1

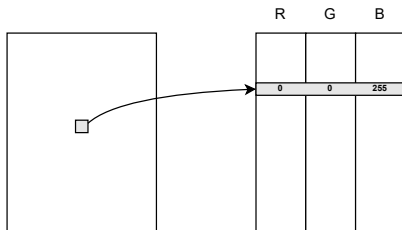


- **Šedotónový obraz** (gray scale)
- 1 hodnota – většinou 1 byte (0 do 255)

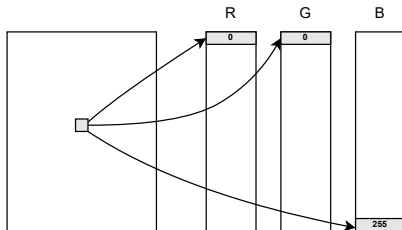


Typy obrazů

- **Indexový obraz**
- jeden index do palety
- pseudo color



- **Indexový obraz**
- 3 indexy
- direct color



Typy obrazů

- **Barevný obraz**
- pixel = trojice (nebo čtveřice) hodnot
- velikost:
 - low color (15 bit)
 - high color (16 bit)
 - true color (24 bit)
 - super true color (32 bit)
 - deep color (48 bit)



Rozlišení



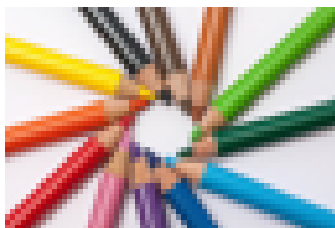
426×640



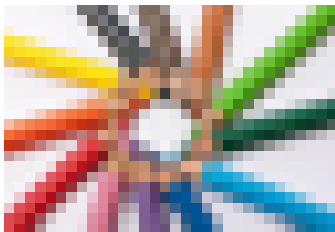
213×320



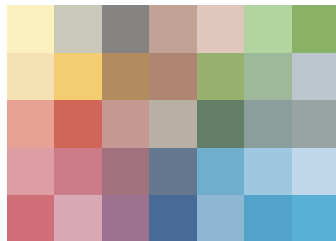
86×128



43×64



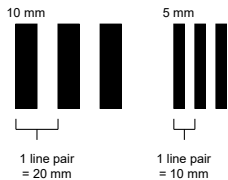
22×32



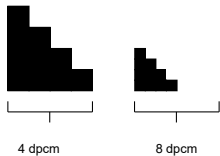
5×7

Rozlišení

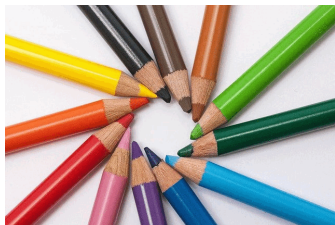
■ Line pairs per unit



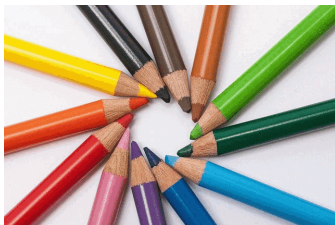
■ Dots per unit



Barevná hloubka



256



128



64



32



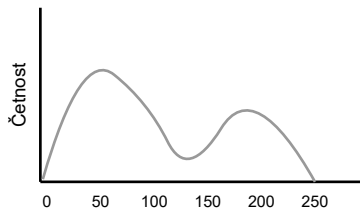
16



8

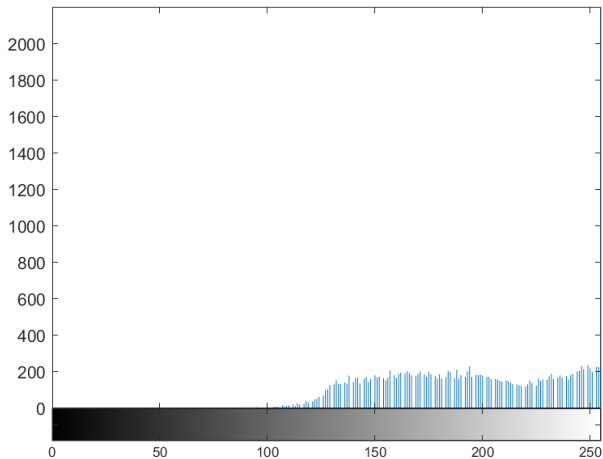
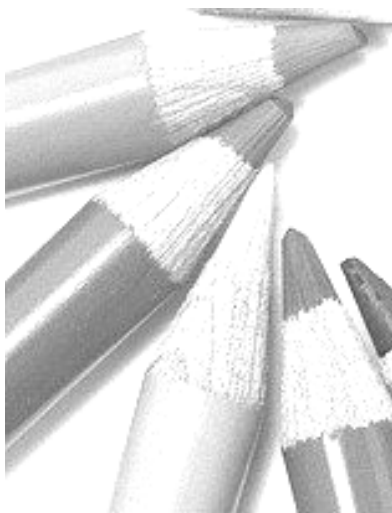
Histogram

- **Histogram:** $h(r_k) = n_k$

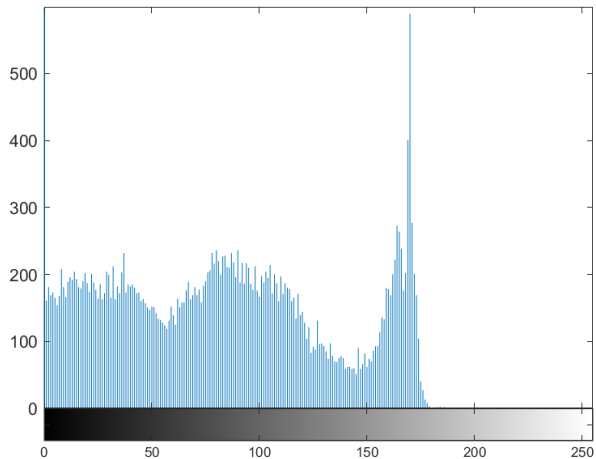


- **Normalizovaný histogram:** $p(r_k) = h(r_k)/M \cdot N$
- Mohou mít dva různé obrázky stejný histogram?

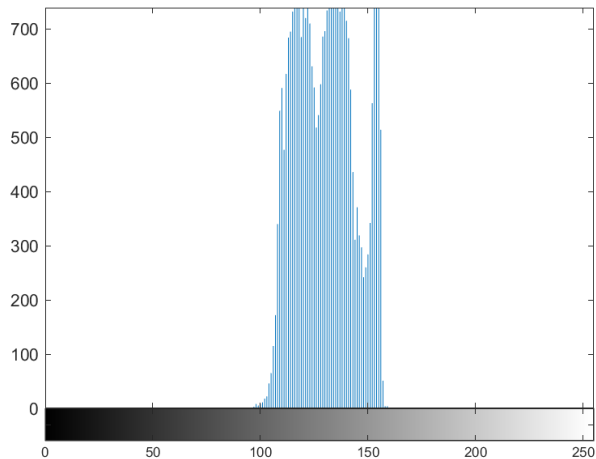
Histogram – velmi světlý obraz



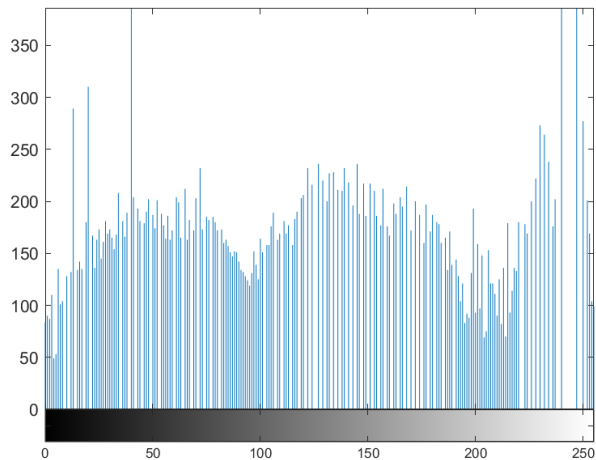
Histogram – příliš tmavý obraz



Histogram – obraz s nízkým kontrastem



Histogram – ideální obraz

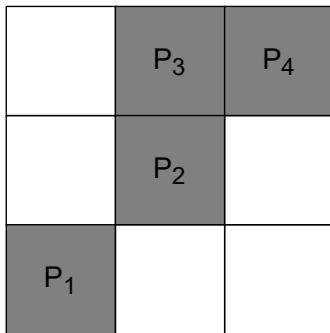


Vztahy mezi pixely

- pixel p ($[x, y]$)
 - **4-sousedé** ($N_4(p)$) – $[x-1, y]$, $[x+1, y]$, $[x, y-1]$ a $[x, y+1]$
 - **8-sousedé** ($N_8(p)$) – $N_4(p)$ a $[x-1, y-1]$, $[x-1, y+1]$, $[x+1, y-1]$ a $[x+1, y+1]$
 - **m-sousedé** ($N_m(p)$) – q , pro které platí $q \in N_4(p)$ nebo $q \in N_8(p)$, ale neexistuje r takové, že $r \in N_4(p) \wedge r \in N_4(q)$
-
- pixely p, q , definovaná množina intenzit
 - **4-sousední** – $q \in N_4(p)$
 - **8-sousední** – $q \in N_8(p)$
 - **m-sousedé** – $q \in N_m(p)$

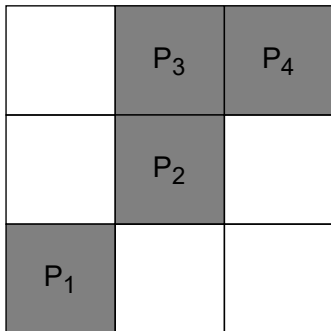
Vztahy mezi pixely – příklad

Určete vzájemnou sousednost pixelů P_1 , P_2 , P_3 a P_4 (v množině šedých pixelů) na následujícím obrázku.



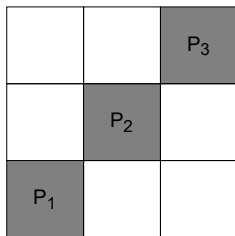
Vztahy mezi pixely – řešení

- P_1 je 8-sousední pixelu P_2 , se kterým je i m-sousední. S ostatními pixely nesousedí.
- P_2 je 8-sousední s pixely P_1 , P_3 i P_4 , 4-sousední je s pixelem P_3 a m-sousední s pixelem P_1 .
- P_3 je 4-sousední a tedy i 8-sousední s pixely P_2 a P_4 .
- P_4 je 8-sousední s pixely P_2 a P_3 . S P_3 je dokonce 4-sousední.



Vztahy mezi pixely

- **Digitální cesta** z pixelu p ($[x,y]$) do q ($[s,t]$) – sekvence sousedních pixelů
- **4-cesta, 8-cesta, m-cesta**

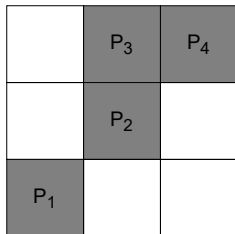


- **Spojité** pixely p ($[x,y]$), q ($[s,t]$) – existuje cesta
- **4-spojité, 8-spojité, m-spojité**
- **Komponenta** – množina spojitých pixelů
- **4-komponenta, 8-komponenta, m-komponenta**

Vztahy mezi pixely

- **Komponenta** – množina spojitých pixelů
- **4-komponenta**, **8-komponenta**, **m-komponenta**

Kolik je v následujícím obraze komponent?



Vztahy mezi pixely

- **Oblast** (region) – množinu pixelů, která je tvořena jednou komponentou
- **Sousední oblasti** – sjednocení těchto oblastí je oblast
- **Disjunktní oblasti**
- **Okraj** (kontura)

Vzdálenosti v obraze

- p ($[x, y]$), q ($[s, t]$) a r ($[v, w]$)
- **Metrika:**
 - 1 $D(p, q) \geq 0$, $D(p, q) = 0 \iff p = q$
 - 2 $D(p, q) = D(q, p)$
 - 3 $D(p, q) \leq D(p, r) + D(r, q)$

Vzdálenosti v obraze

- city block distance (D_4):

$$D_4(p, q) = |x - s| + |y - t|$$

- D_8 vzdálenost:

$$D_8(p, q) = \max(|x - s|, |y - t|)$$

- Euklidovská vzdálenost (D_e):

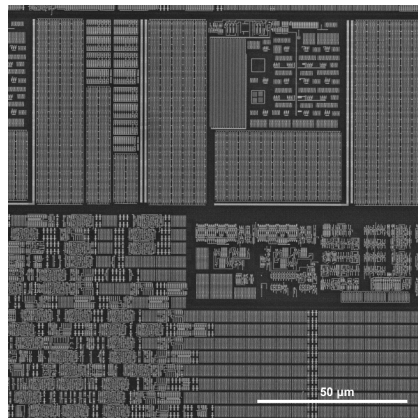
$$D_e = [(x - s)^2 + (y - t)^2]^{\frac{1}{2}}$$

4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
2	1	0	1	2
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

Vzdálenosti v obraze

- reálná velikost \neq vzdálenost v obraze
- Kalibrační značka



Vzdálenosti v obraze – příklad

Na následujícím obrázku je označena vzdálenost mezi číslem 0 a 10 na pravítku (tento počet pixelů představuje 10 cm) a také velikost fixy v pixelech. Jaká je skutečná velikost fixy?

