Filtrování

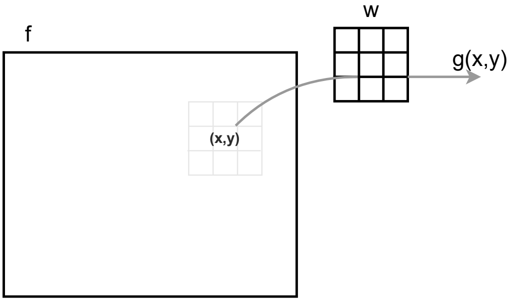
Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

Palacký University, Olomouc

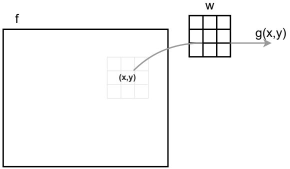
Filtrování

- **Operace s okolím**, neighbourhood operations
- **Vstupní obraz** f
- **Výstupní obraz** g
- **Filtr** (maska) w
  - Lineární filtry
  - Nelineární filtry



Lineární filtry

- w **velikosti** 3×3
- $g(x,y) = w(-1,-1)f(x-1,y-1) + w(-1,0)f(x-1,y) + \cdots + w(1,1)f(x+1,y+1)$
- **Obecně** filtr velikosti $m \times n$ ($m = 2a+1$ a $n = 2b+1$)
- $g(x,y) = \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} w(s,t)f(x+s,y+t)$
- **zero padding**: zvětšení o a na obou koncích ve směru x a o b ve směru y



Korelace a konvoluce

- **Korelace** = postup posunu masky po obraze a součet prvků pod maskou vynásobených koeficienty v masce
- $w(x,y) \star f(x,y) = \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} w(s,t) f(x+s, y+t)$
- **Konvoluce** = korelace s maskou otočenou o 180°
- $w(x,y) \bigstar f(x,y) = \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} w(s,t) f(x-s, y-t)$

Příklad

f(x)				
0	0	1	0	0

w		
1	2	3

Korelace a konvoluce

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w	1	2	3				
g(x)		0					

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w		1	2	3			
g(x)		0	3				

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w			1	2	3		
g(x)		0	3	2			

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w				1	2	3	
g(x)		0	3	2	1		

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w					1	2	3
g(x)		0	3	2	1	0	

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w	3	2	1				
g(x)		0					

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w		3	2	1			
g(x)		0	1				

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w			3	2	1		
g(x)		0	1	2			

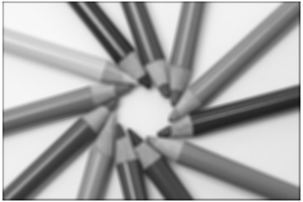
f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w				3	2	1	
g(x)		0	1	2	3		

f(x)	0	0	0	1	0	0	0
w					3	2	1
g(x)		0	1	2	3	0	

Vyhlazovací filtry – Průměrování

- prvky matice rovny $1/(m \cdot n)$
- maska 3×3
$$\begin{bmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{bmatrix}$$
- **Vážené průměrování** – prvky blíže mají vyšší váhu
- maska 3×3
$$\begin{bmatrix} 1/16 & 2/16 & 1/16 \\ 2/16 & 4/16 & 2/16 \\ 1/16 & 2/16 & 1/16 \end{bmatrix}$$

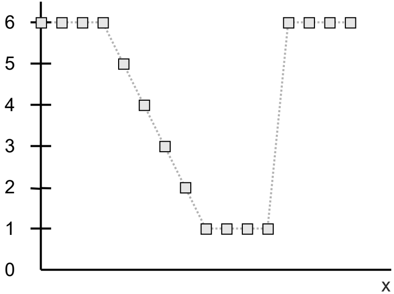
Maska velikosti 3×3.



Maska velikosti 10×10.

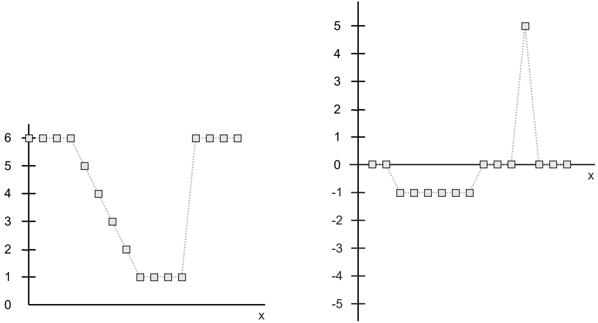
Ostřící filtry

- založené na derivaci – 1. a 2. derivace
- **konstantní**, **přechod**, **skok**



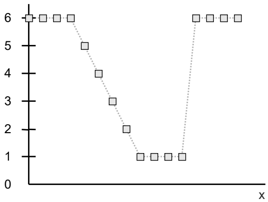
1. derivace

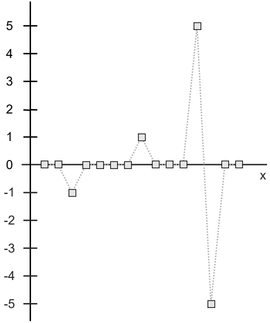
- je rovna 0 v oblastech s konstantní intenzitou
- nenulová na počátku na přechodech a skocích
- nenulová podél přechodu
- **Příklad**:
  $$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1) - f(x)$$



2. derivace

- je rovna 0 v oblastech s konstantní intenzitou
- nenulová na počátku a na konci přechodů a skoků
- nulová podél přechodu
- **Příklad**:
  $$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1) + f(x-1) - 2f(x)$$





Laplaceův filtr

- **Vertikální**: $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1,y) + f(x-1,y) - 2f(x,y)$
- **Horizontální**: $\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x,y+1) + f(x,y-1) - 2f(x,y)$
- **Dohromady**: $\nabla^2 = f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1) - 4f(x,y)$
- **Filtr**:

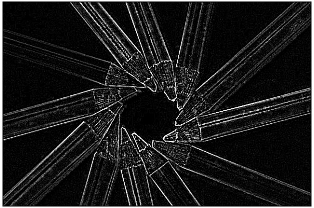
$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- **Diagonální**: $f(x+1,y-1) + f(x-1,y+1) - 2f(x,y)$ a $f(x-1,y-1) + f(x+1,y+1) - 2f(x,y)$
- **Filtr**:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Laplaceův filtr

Původní obraz.



Hrany v obraze.

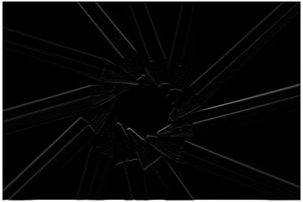
Zvýrazněné hrany.

Robertsův filtr

- diagonální hrany
- $\nabla f(x,y) = (f(x,y) - f(x-1,y)) + (f(x,y+1) - f(x+1,y))$
- **Filtr**:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Původní obraz.



Hrany v obraze.

Sobelův filtr

- **Vodorovné hrany**:
- $\frac{\partial f}{\partial x} =$ $(f(x+1,y-1)+2f(x+1,y)+f(x+1,y+1))-(f(x-1,y-1)+2f(x-1,y)+f(x-1,y+1))$
- **Filtr**:

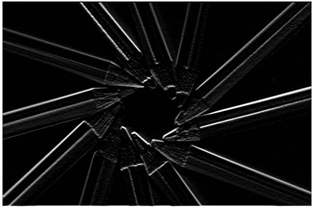
$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- **Svislé hrany**:
- $\frac{\partial f}{\partial y} =$ $(f(x-1,y+1)+2f(x,y+1)+f(x+1,y+1))-(f(x-1,y-1)+2f(x,y-1)+f(x+1,y-1))$
- **Filtr**:

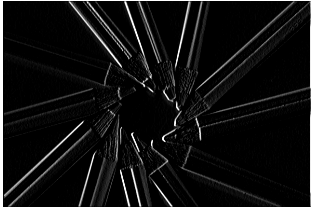
$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sobelův filtr

Původní obraz.



Vodorovné hrany v obraze.



Svislé hrany v obraze.

Prewittové filtr

- **Vodorovné hrany**:
- $\frac{\partial f}{\partial x} =$ $(f(x+1,y-1)+2f(x+1,y)+f(x+1,y+1))-(f(x-1,y-1)+2f(x-1,y)+f(x-1,y+1))$
- **Filtr**:

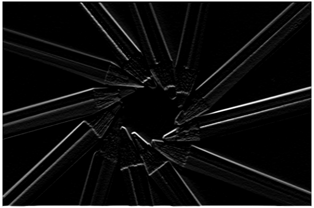
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- **Svislé hrany**:
- $\frac{\partial f}{\partial y} =$ $(f(x-1,y+1)+2f(x,y+1)+f(x+1,y+1))-(f(x-1,y-1)+2f(x,y-1)+f(x+1,y-1))$
- **Filtr**:

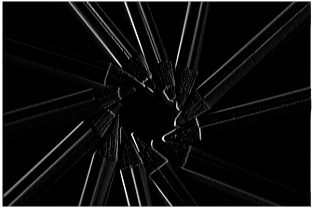
$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Prewittové filtr

Původní obraz.



Vodorovné hrany v obraze.



Svislé hrany v obraze.

Nelineární filtry

- nelze je zadat maskou
- volí se velikost okolí, na pixely v okolí je aplikována nelineární operace
- $g(x, y)$ a okolí 3×3, vezmeme hodnoty v okolí $f(x, y)$ – $f(x-1, y-1)$, $f(x-1, y)$, $\ldots$, $f(x+1, y+1)$

Percentilové filtry (statistické)

- $0.$ percentil – nejmenší hodnota v okolí (*min filtr*)
- $50.$ percentil – střední hodnota v okolí (*median filtr*)
- $100.$ percentil – největší hodnota v okolí (*max filtr*)

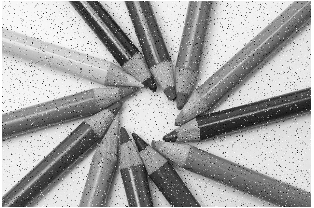
Percentilové filtry

Původní obraz.

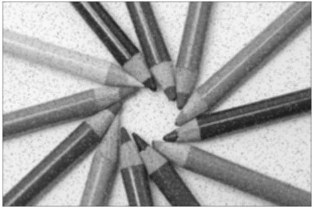
Min filtr.

Max filtr.

Mediánový filtr



Původní obraz.



Filtrování průměrováním.

Mediánová filtrace.

Filtrování barevných obrázků

- nepracujeme s intenzitami, každý pixel = vektor hodnot

Filtrování barevných obrázků – Průměrování

RGB

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} \frac{1}{(2a+1)\cdot(2b+1)} \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} f_r(x+s,y+t) \\ \frac{1}{(2a+1)\cdot(2b+1)} \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} f_g(x+s,y+t) \\ \frac{1}{(2a+1)\cdot(2b+1)} \sum_{s=-a}^{a} \sum_{t=-b}^{b} f_b(x+s,y+t) \end{bmatrix}$$

HSI

pouze jasová složka I

Filtrování barevných obrázků – Průměrování

Původní obraz.

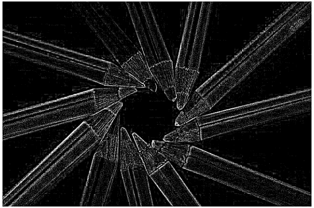
Filtrace v RGB.

Filtrace v HSI.

Filtrování barevných obrázků – Průměrování

Filtrace v RGB.

Filtrace v HSI.



Rozdíl.

Filtrování barevných obrázků – Ostření

RGB

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} \nabla^2 = f_r(x+1,y) + f_r(x-1,y) + f_r(x,y+1) + f_r(x,y-1) - 4f_r(x,y) \\ \nabla^2 = f_g(x+1,y) + f_g(x-1,y) + f_g(x,y+1) + f_g(x,y-1) - 4f_g(x,y) \\ \nabla^2 = f_b(x+1,y) + f_b(x-1,y) + f_b(x,y+1) + f_b(x,y-1) - 4f_b(x,y) \end{bmatrix}$$

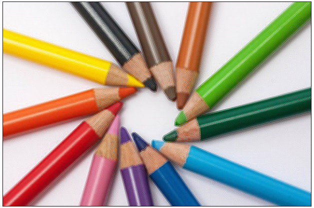
HSI

pouze jasová složka I

Filtrování barevných obrázků – Ostření

Původní obraz.

Filtrace v RGB.



Filtrace v HSI.