

Prednáška 11

Praktikum z MATLABu
Elena Šikudová

Obrazové transformácie

Bodové transformácie



$$g(x,y) = f(x,y) + 50$$

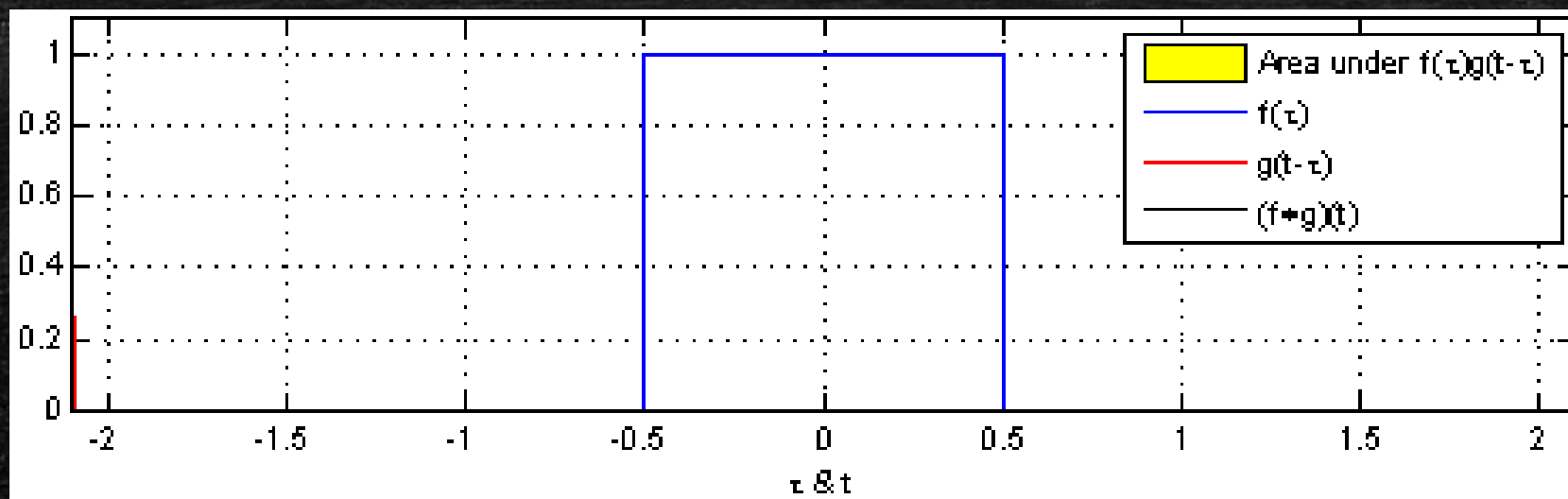


$$g(x,y) = f(-x,-y)$$

Dnes: Lokálne operácie – konvolúcia

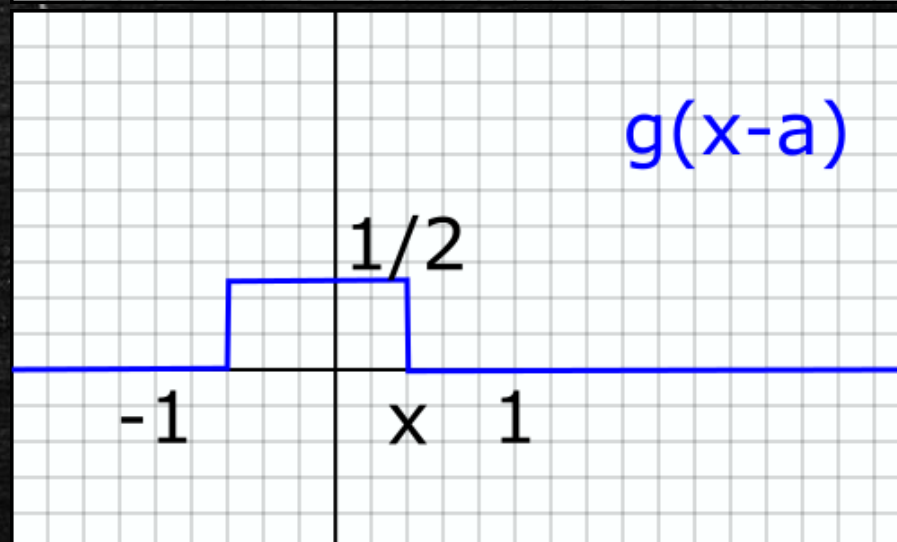
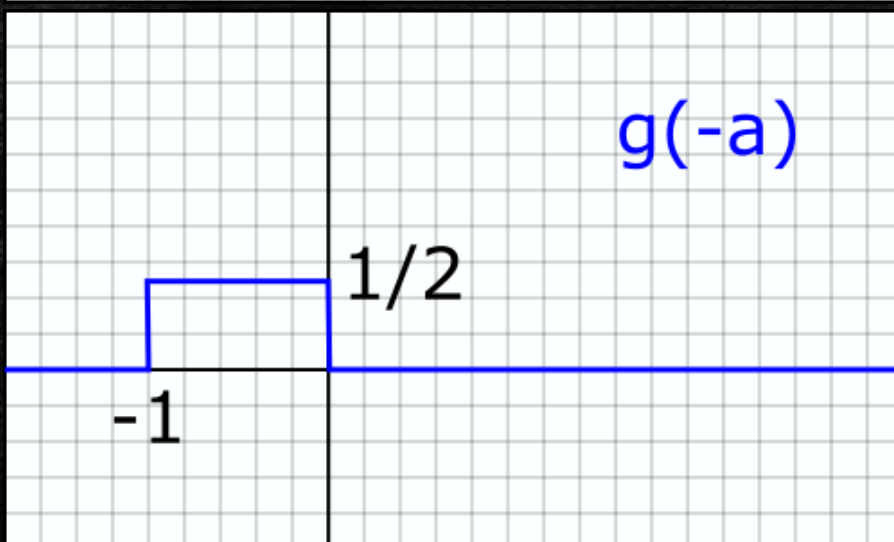
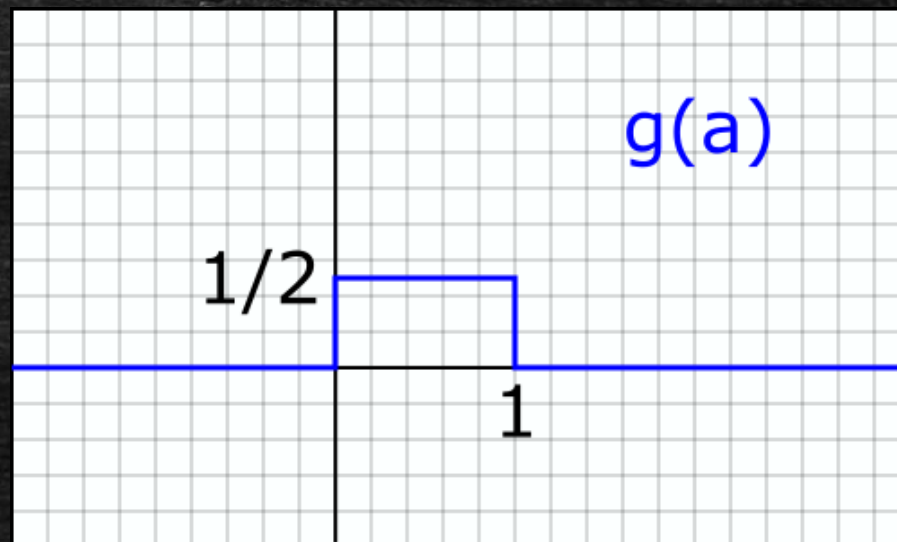
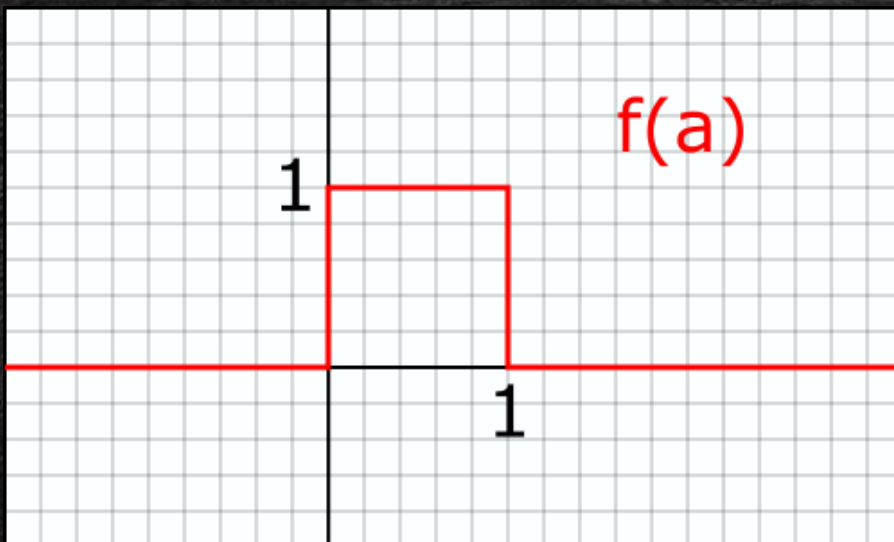
Konvolúcia 1D

$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(a) \cdot g(x - a) da$$

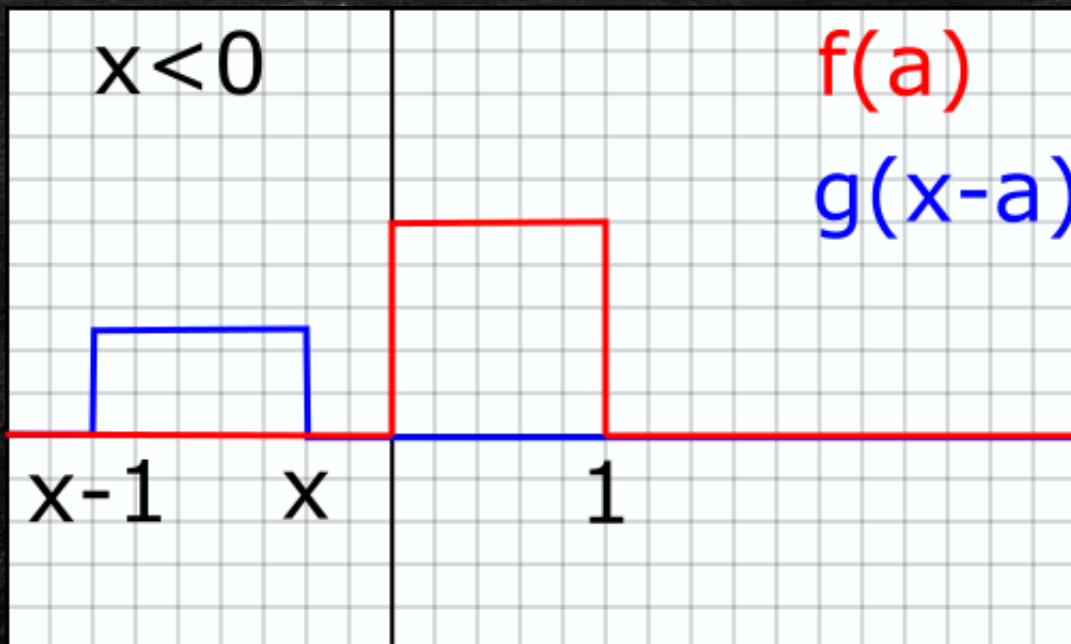


Konvolúcia 1D

$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(a) \cdot g(x - a) da$$

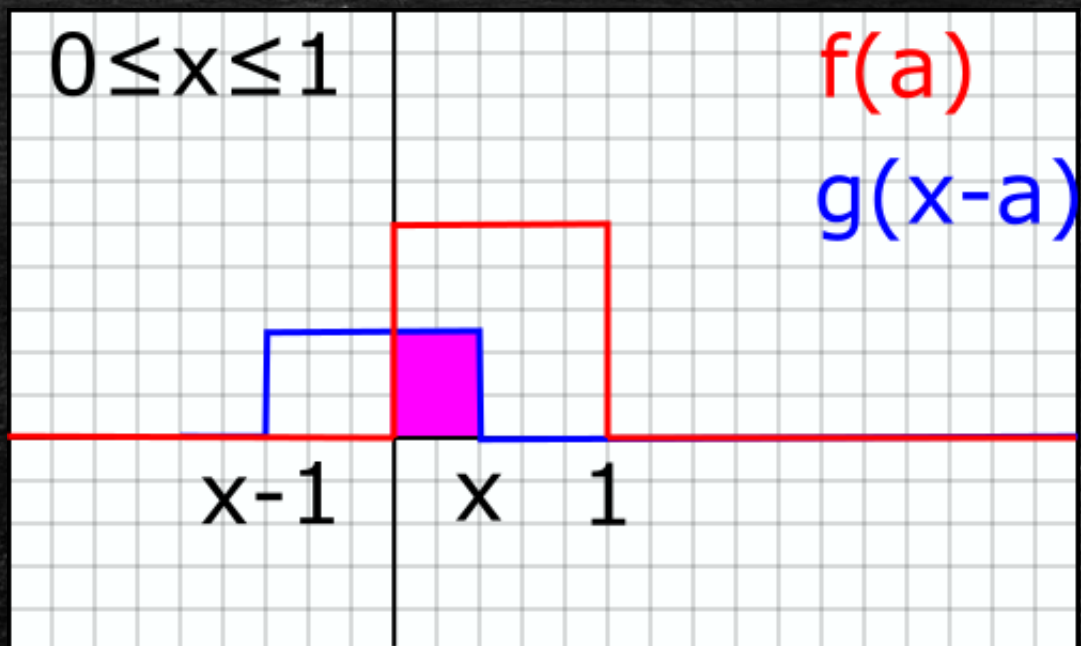


Konvolúcia 1D



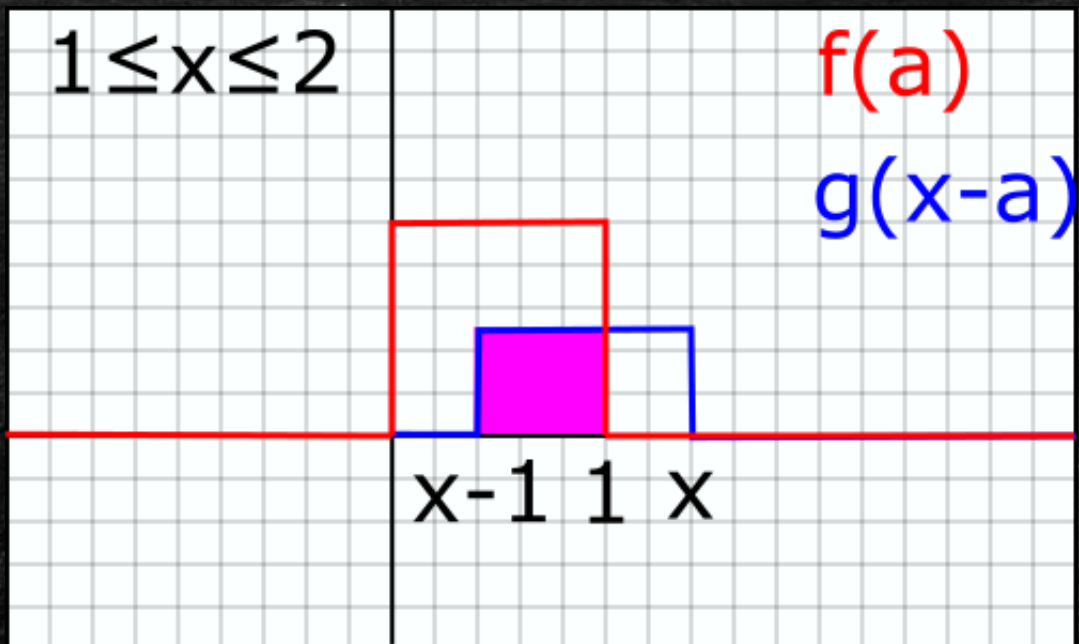
$$\int_{-\infty}^0 0 \frac{1}{2} da = 0$$

Konvolúcia 1D



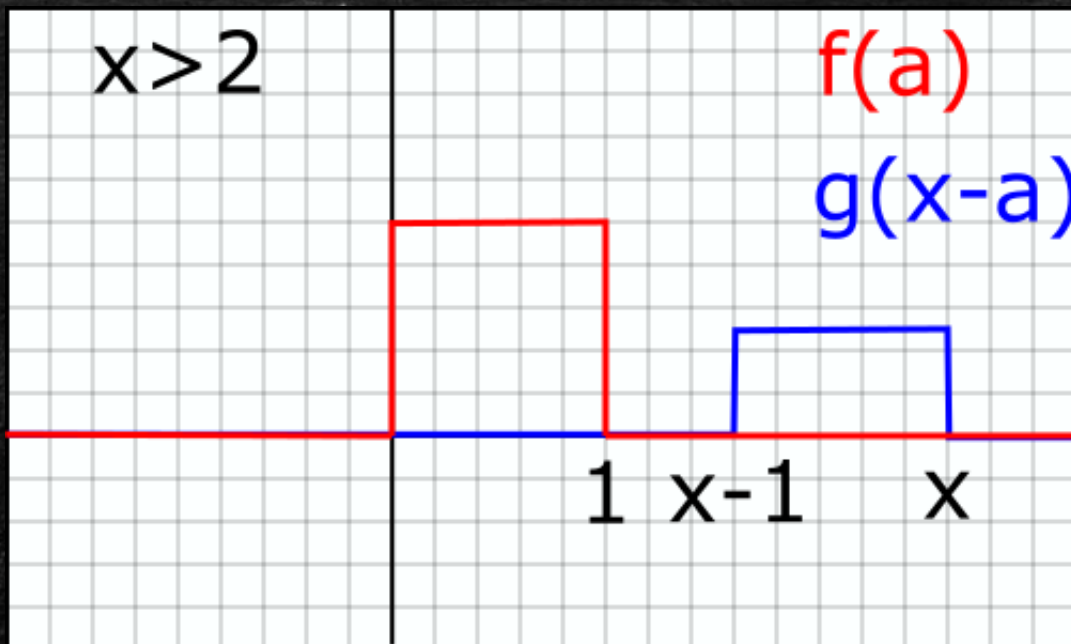
$$\int_0^x 1 \frac{1}{2} da = \frac{x}{2}$$

Konvolúcia 1D



$$\int_{x-1}^1 1 \frac{1}{2} da = 1 - \frac{x}{2}$$

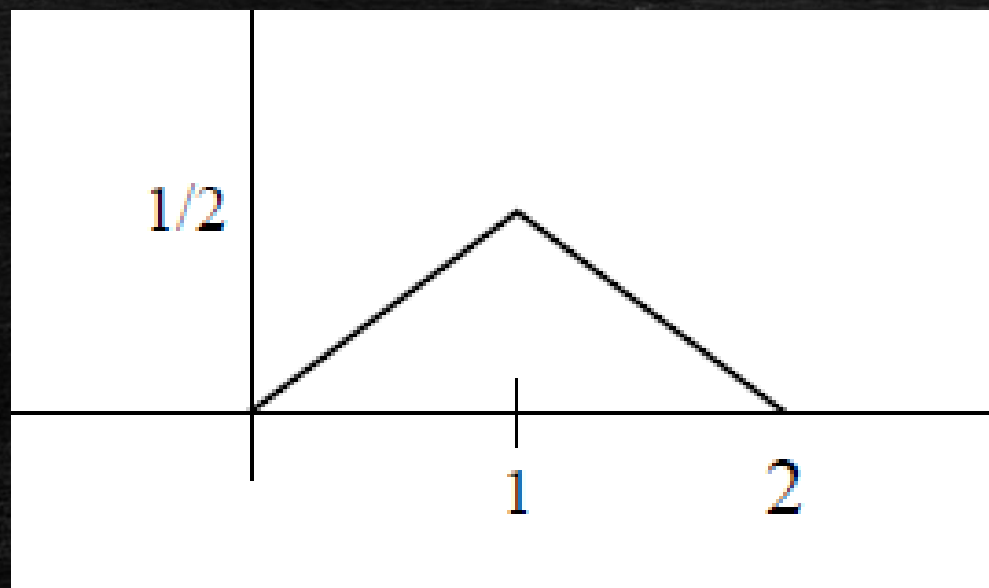
Konvolúcia 1D



$$\int_2^{\infty} 0 \frac{1}{2} da = 0$$

Konvolúcia 1D

$$h(x) = (f * g)(x) = \begin{cases} \frac{x}{2} & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 - \frac{x}{2} & 1 \leq x \leq 2 \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases}$$



Konvolúcia 1D

diskrétny 1D signál

$$h(k) = (f * g)(k) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(n)g(k-n)$$

$$h(k) = (f * g)(k) = \sum_{n=-N}^N f(n)g(k-n)$$

Konvolúcia 2D

diskrétny 2D signál

$$h(k, l) = (I * w)(k, l) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} I(n, m) w(k - n, l - m)$$

$$h(k, l) = (I * w)(k, l) = \sum_{n=-N}^N \sum_{m=-M}^M I(n, m) w(k - n, l - m)$$

Konvolúcia 2D

i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}	i_{15}	i_{16}
i_{21}	i_{22}	i_{23}	i_{24}	i_{25}	i_{26}
i_{31}	i_{32}	i_{33}	i_{34}	i_{35}	i_{36}
i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}
i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

w_1	w_2	w_3	i_{14}	i_{15}	i_{16}
w_4	w_5	w_6	i_{24}	i_{25}	i_{26}
w_7	w_8	w_9	i_{34}	i_{35}	i_{36}
i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}
i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

i_{11}	w_1	w_2	w_3	i_{15}	i_{16}
i_{21}	w_4	w_5	w_6	i_{25}	i_{26}
i_{31}	w_7	w_8	w_9	i_{35}	i_{36}
i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}
i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

i_{11}	i_{12}	w_1	w_2	w_3	i_{16}
i_{21}	i_{22}	w_4	w_5	w_6	i_{26}
i_{31}	i_{32}	w_7	w_8	w_9	i_{36}
i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}
i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

i_{11}	i_{12}	i_{13}	w_1	w_2	w_3
i_{21}	i_{22}	i_{23}	w_4	w_5	w_6
i_{31}	i_{32}	i_{33}	w_7	w_8	w_9
i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}
i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}	i_{15}	i_{16}
w_1	w_2	w_3	i_{24}	i_{25}	i_{26}
w_4	w_5	w_6	i_{34}	i_{35}	i_{36}
w_7	w_8	w_9	i_{44}	i_{45}	i_{46}
i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

$h(o,o) = ?$

$$h(k,l) = (I * w)(k,l) = \sum_{n=-N}^N \sum_{m=-M}^M I(n,m)w(k-n,l-m)$$

w_1	w_2	w_3				
w_4	w_5	w_6	i_{13}	i_{14}	i_{15}	i_{16}
w_7	w_8	w_9	i_{23}	i_{24}	i_{25}	i_{26}
	i_{31}	i_{32}	i_{33}	i_{34}	i_{35}	i_{36}
	i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}
	i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}
	i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}

Konvolúcia 2D

Doplnenie okrajov

w_1	w_2	w_3	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}	i_{61}
w_4	w_5	w_6	i_{13}	i_{14}	i_{15}	i_{16}	i_{11}
w_7	w_8	w_9	i_{23}	i_{24}	i_{25}	i_{26}	i_{21}
i_{36}	i_{31}	i_{32}	i_{33}	i_{34}	i_{35}	i_{36}	i_{31}
i_{46}	i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}	i_{41}
i_{56}	i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}	i_{51}
i_{66}	i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}	i_{61}
i_{16}	i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}	i_{15}	i_{16}	i_{11}

w_1	w_2	w_3	0	0	0	0	0
w_4	w_5	w_6	i_{13}	i_{14}	i_{15}	i_{16}	0
w_7	w_8	w_9	i_{23}	i_{24}	i_{25}	i_{26}	0
0	i_{31}	i_{32}	i_{33}	i_{34}	i_{35}	i_{36}	0
0	i_{41}	i_{42}	i_{43}	i_{44}	i_{45}	i_{46}	0
0	i_{51}	i_{52}	i_{53}	i_{54}	i_{55}	i_{56}	0
0	i_{61}	i_{62}	i_{63}	i_{64}	i_{65}	i_{66}	0
0	0	0	0	0	0	0	0

MATLAB

```
C = conv2(A,B,'shape')
```

```
A = magic(5)
```

```
B = randi(2,3)
```

```
C = conv2(A,B) % rovnako C = conv2(A,B, 'full')
```

```
Cs = conv2(A,B,'same')
```

```
Cv = conv2(A,B,'valid')
```

Doplnenie?

Konvolúcia – veľkosť výsledku

$$\begin{pmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 0 & 5 & 0 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

'full' — plná konvolúcia, všetky nenulové hodnoty

'same' — veľkosť rovnaká ako pôvodný obraz

'valid' — len body, kde jadro je vnútri obrazu

full	same					valid	
	17	75	90	35	40	53	15
	23	159	165	45	105	137	16
	38	198	120	165	205	197	52
	56	95	160	200	245	184	35
	19	117	190	255	235	106	53
	20	89	160	210	75	90	6
	22	47	90	65	70	13	18

Filtrácia

Lokálne okolie bodu ovplyvňuje výsledný bod

10	5	3
4	5	1
1	1	7

Lokálne okolie bodu

Funkcia



	1	

Nová hodnota bodu

Použitie

Extrakcia informácie z obrazu (hrany,...)

Úprava obrazu (odstránenie šumu, ostrenie hrán,...)

Lineárna filtrácia

Jenoduchá lineárna kombinácia bodov okolia (vážená suma):
konvolúcia

Váhy bodov: jadro ("kernel", "maska", "filter")



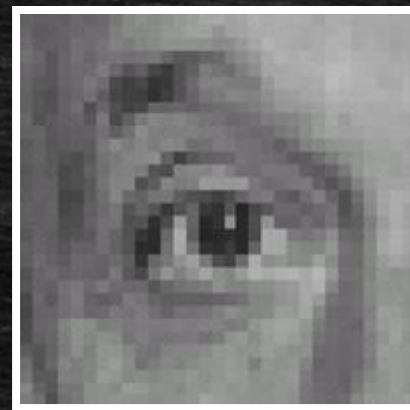
Lineárna filtrácia: príklady



Originál

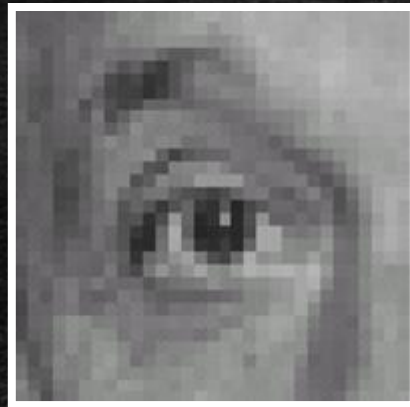


0	0	0
0	1	0
0	0	0



Identický obraz

Lineárna filtrácia: príklady



Originál



0	0	0
1	0	0
0	0	0



Posun doľava o bod

Lineárna filtrácia: príklady

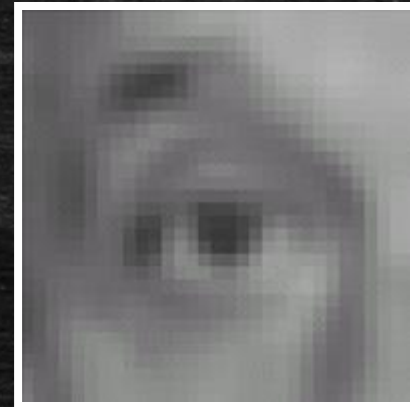


Originál



$\frac{1}{9}$

1	1	1
1	1	1
1	1	1



Rozmazanie
(priemerovací filter)

Lineárna filtrácia: príklady



Originál

$$* \left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 2 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array} - \frac{1}{9} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} \right) =$$



Zaostrenie
(zvýraznenie hrán)

MATLAB

B = `imfilter`(A,h, options)

X = 0

'symmetric'

'replicate'

'circular'

'same'

'full'

'corr'

'conv'

MATLAB

```
A=im2double(imread('pout.tif'));
```

```
h1=magic(3);
```

```
h2=magic(3)/45;
```

```
h3=magic(3)/100;
```

```
B = imfilter(A,h)
```

```
sum(h(:)) ?
```


MATLAB

```
h = fspecial(type)
```

```
h = fspecial('average',hsize)
```

```
h = fspecial('gaussian',hsize,sigma)
```

```
h = fspecial('motion',len,theta)
```

```
h = fspecial('sobel')
```


MATLAB

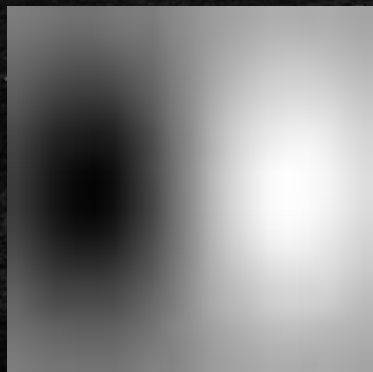
Aký filter?



Sobelov operátor

Aproximácia derivácie Gaussovhovho jadra

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1



1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

