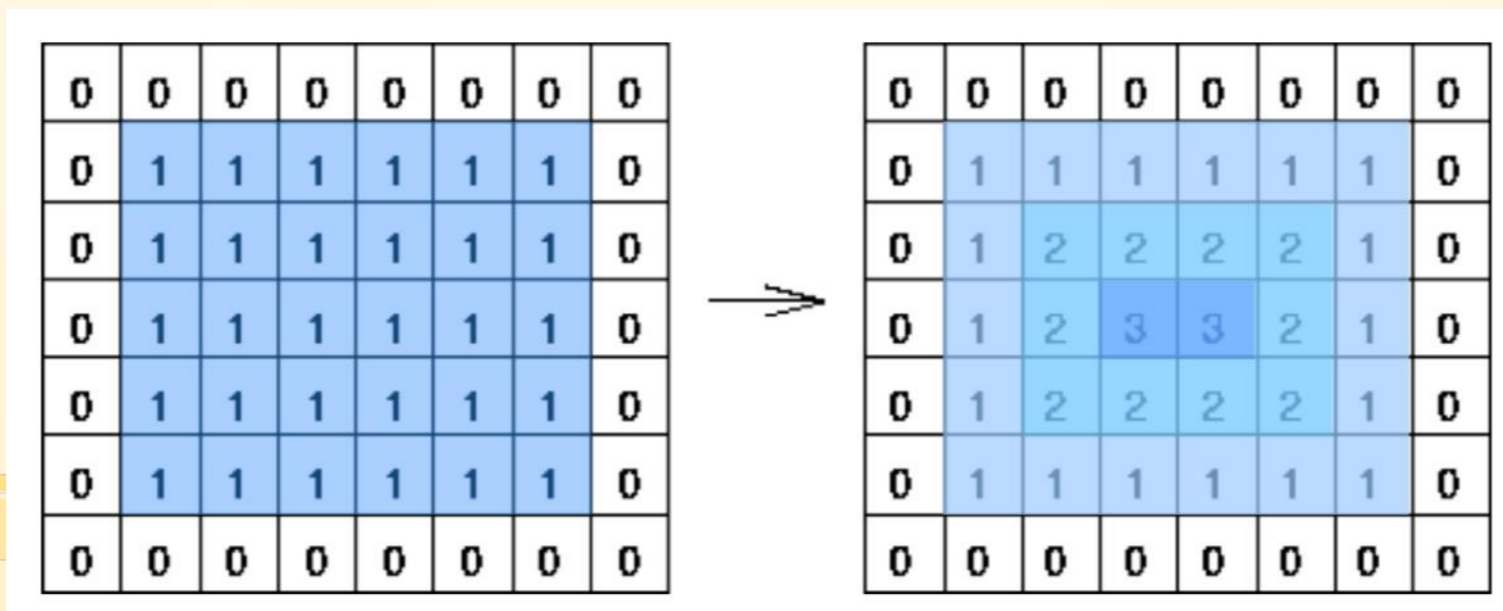


Pokročilé spracovanie obrazu

Šedotónová matematická morfológia
Cvičenia – 9.11.2016

Vzdialenostná transformácia (distance transform)

- operátor aplikovaný na binárne obrazy
- nahradí každý nenulový bod obrazu jeho vzdialenosťou k najbližšiemu pixelu pozadia.
- vzniknú úrovne šedej = vzdialenosti od najbližšieho okraja



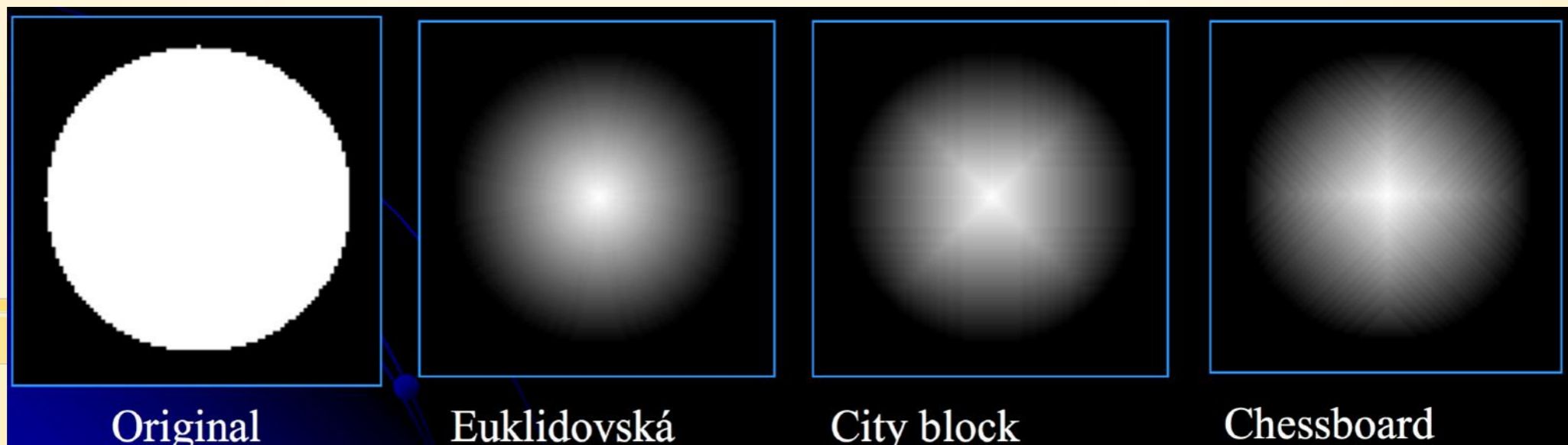
Vzdialenostná transformácia (distance transform)

▪ Používané metriky:

1. Euklidovská $D_e(p_1, p_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

2. City Block (Manhattan) $D_4(p_1, p_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$

3. Chessboard $D_8(p_1, p_2) = \max(|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|)$



MATLAB - Vzdialenostná transformácia (distance transform)

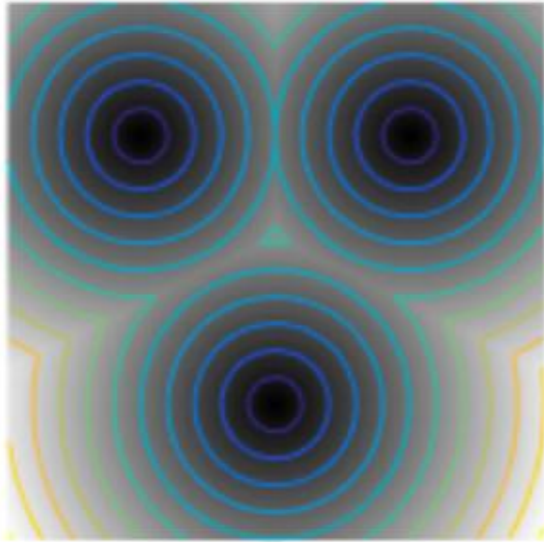
```
[D, L] = bwdist(BW, method)
```

- 'chessboard'
- 'cityblock'
- 'euclidean'
- 'quasi-euclidean'

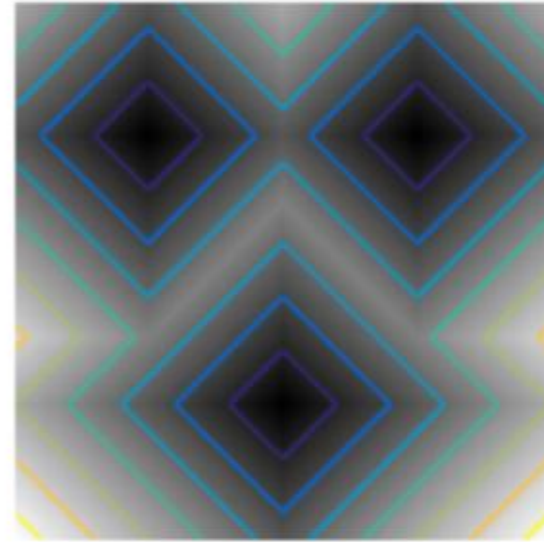
Aké štrukturálne elementy pre jednotlivé metriky?

```
bw = zeros(200,200);
bw(50,50) = 1; bw(50,150) = 1; bw(150,100) = 1;
D1 = bwdist(bw, 'euclidean');
D2 = bwdist(bw, 'cityblock');
D3 = bwdist(bw, 'chessboard');
D4 = bwdist(bw, 'quasi-euclidean');
RGB1 = repmat(mat2gray(D1), [1 1 3]);
RGB2 = repmat(mat2gray(D2), [1 1 3]);
RGB3 = repmat(mat2gray(D3), [1 1 3]);
RGB4 = repmat(mat2gray(D4), [1 1 3]);
figure
subplot(2,2,1), imshow(RGB1), title('Euclidean')
hold on, imcontour(D1)
subplot(2,2,2), imshow(RGB2), title('City block')
hold on, imcontour(D2)
subplot(2,2,3), imshow(RGB3), title('Chessboard')
hold on, imcontour(D3)
subplot(2,2,4), imshow(RGB4), title('Quasi-Euclidean')
hold on, imcontour(D4)
```

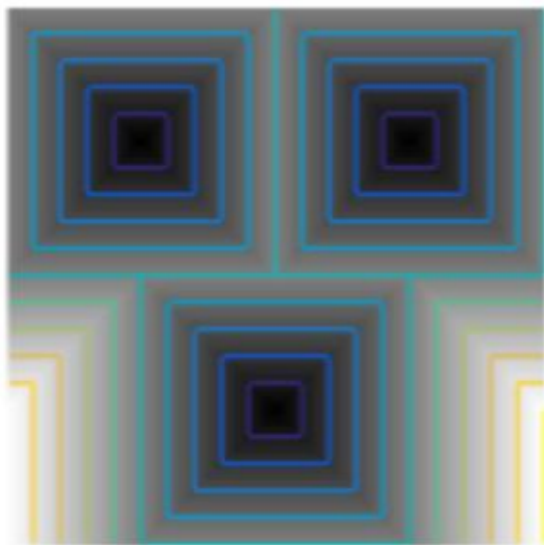
Euclidean



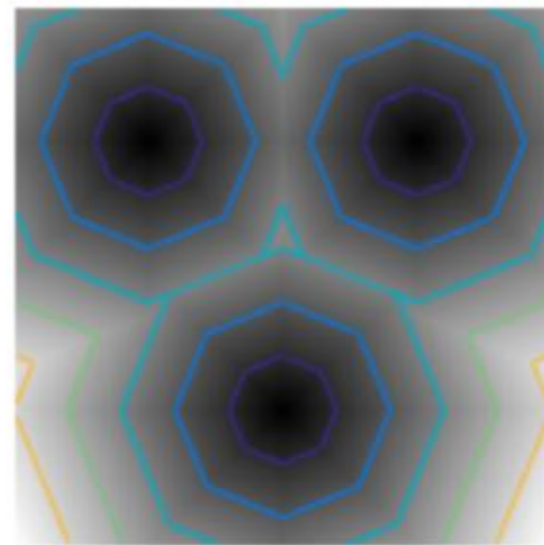
City block



Chessboard



Quasi-Euclidean



Kostra, hranica..

`BW2 = bwmorph(BW, operation, n)`

- Operation:
 - 'dilate'
 - 'majority'
 - 'erode'
 - 'remove'
 - 'close'
 - 'skel'
 - 'open' ...

Hranica

- použitie dilatácie a erózie

Algoritmy:

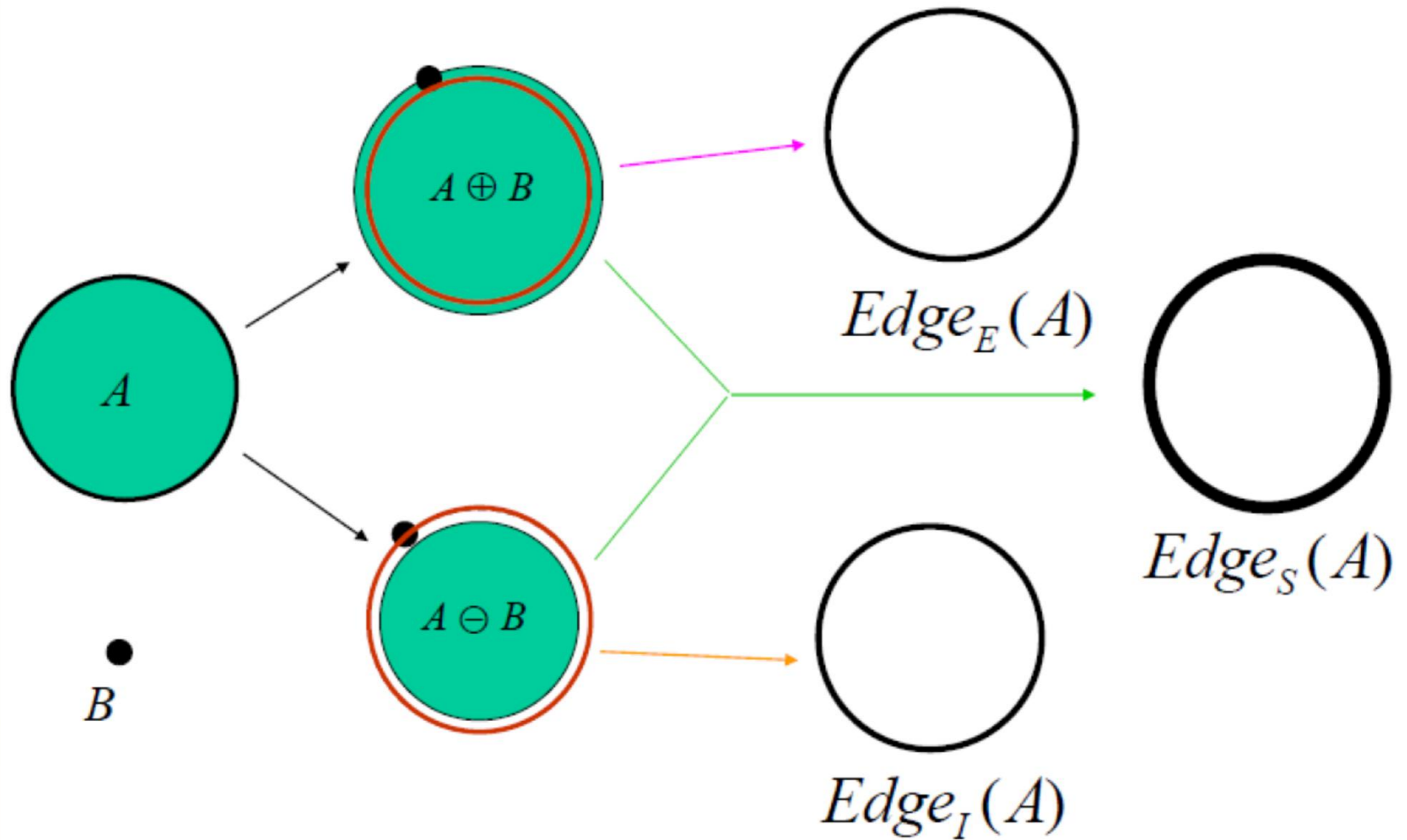
- Štandardné
- Externé
- Interné

$$Edge_s(A) = (A \oplus B) - (A \ominus B)$$

$$Edge_E(A) = (A \oplus B) - A$$

$$Edge_I(A) = A - (A \ominus B)$$

Hranica



Hranica

$$Edge_s(A) = (A \oplus B) - (A \ominus B)$$

$$Edge_E(A) = (A \oplus B) - A$$

$$Edge_I(A) = A - (A \ominus B)$$

```
aa=zeros(100);
```

```
aa(20:80,30:70)=1;
```

```
ES = bwmorph(aa,'dilate') - bwmorph(aa,'erode');
```

```
EE = bwmorph(aa,'dilate') - aa;
```

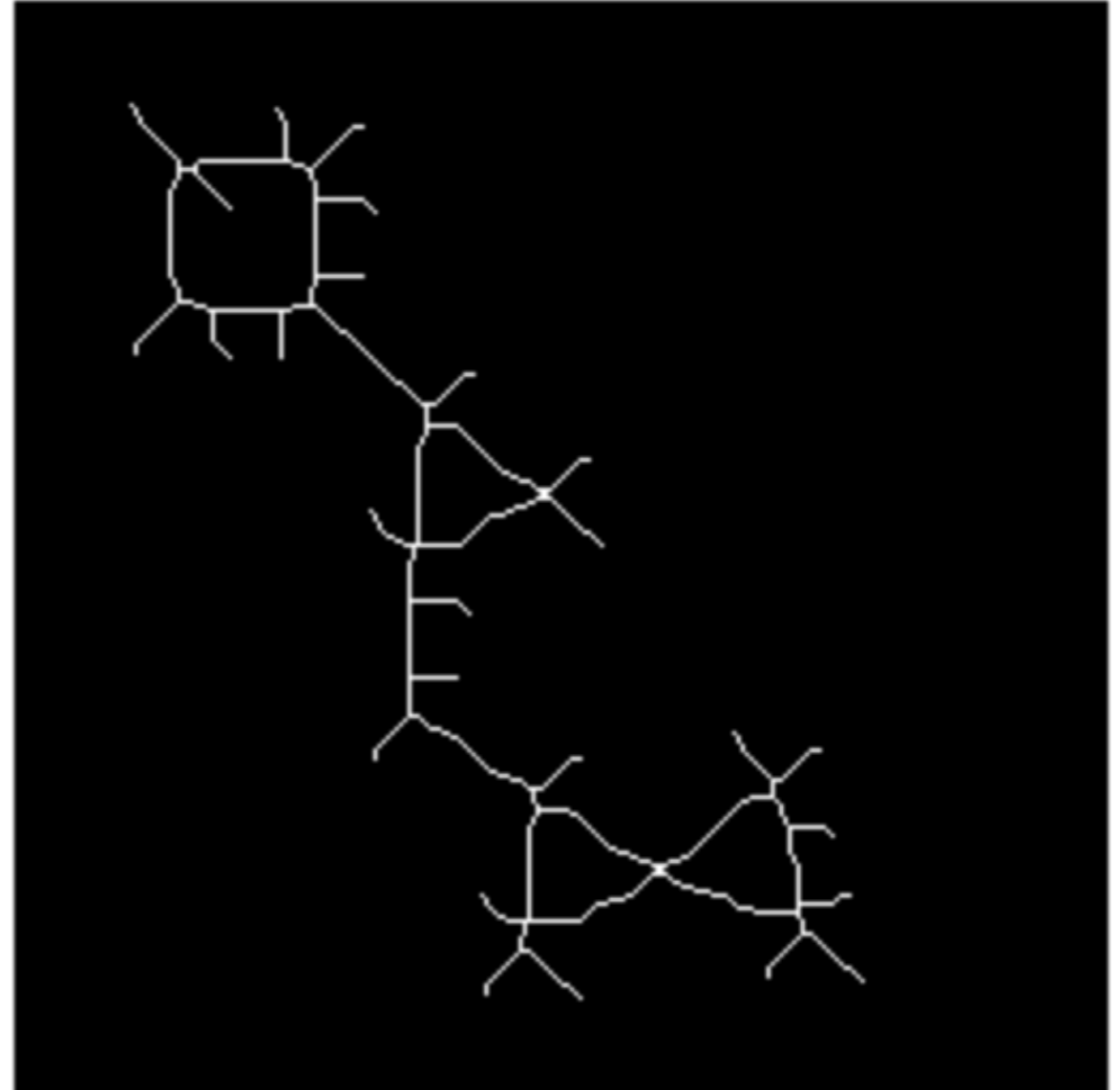
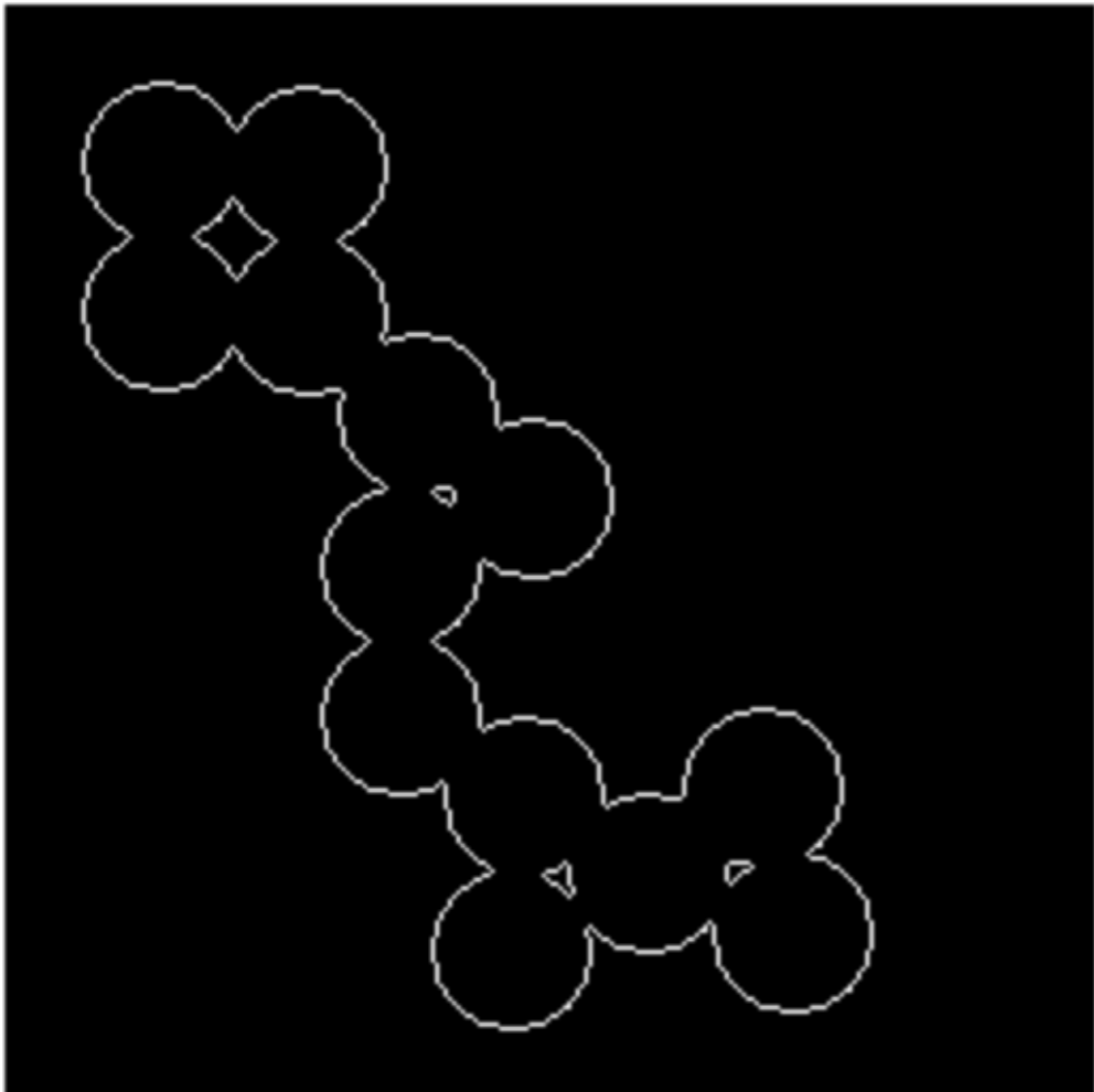
```
EI = aa - bwmorph(aa,'erode');
```

Hranica

```
aa=3*aa;
ESrgb=label2rgb(ES+aa);
EIrgb=label2rgb(EI+aa);
EErgb=label2rgb(EE+aa);
figure
subplot(1,3,3), subimage(EIrgb),
title('EI') subplot(1,3,2),
subimage(EErgb), title('EE')
subplot(1,3,1), subimage(ESrgb),
title('ES') aa -
bwmorph(aa, 'erode');
```

Kostra, hranica..

```
BW = imread('circles.png');  
imshow(BW);  
BW2 = bwmorph(BW, 'remove');  
figure  
imshow(BW2)  
BW3 = bwmorph(BW, 'skel', Inf);  
figure  
imshow(BW3)
```



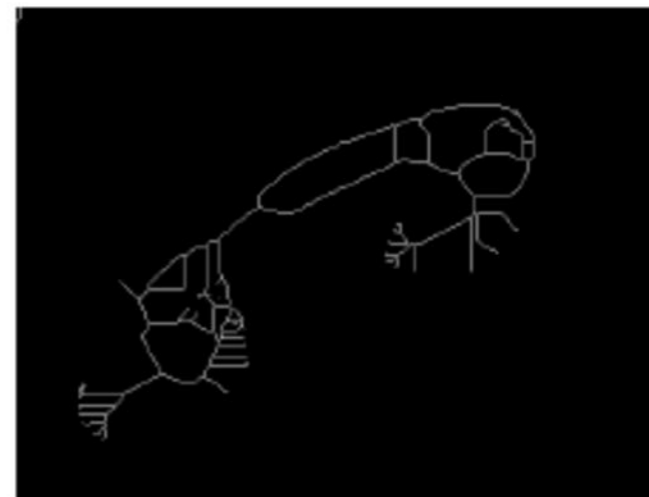
Príklad využitia:



prahovanie



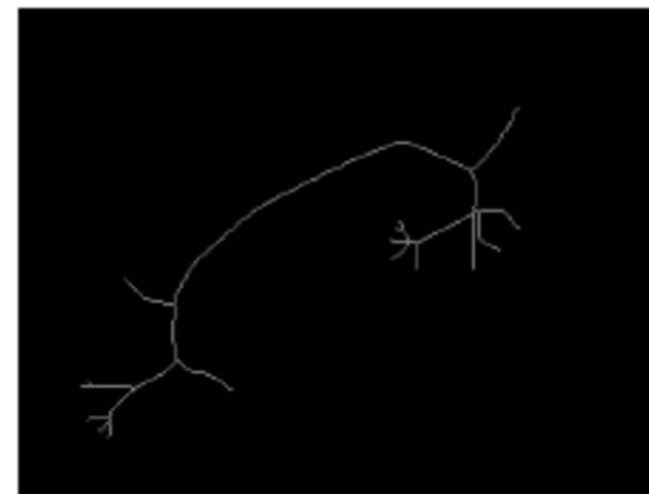
kostra



prahovanie

+ uzavretie

kostra



Príklad využitia

```
aa=imread('telefon.gif');  
aa=double(aa)/255;  
imhist(aa)  
BW=double(aa>0.15&aa<0.3);
```

Kostra?

Uzavretie a kostra?

Príklad využitia

```
aa=zeros(100);
```

```
aa(20:80,30:70)=1;
```

Kostra?

```
bb=aa;
```

```
bb(50,70:72)=1;
```

Kostra?

Šedotónová morfológia

- využíva nerovný štruktúrálny element
- môžeme ho nájsť aj ako 3D štruktúrálny element pre 2D obrazy
- hodnoty môžu byť z oboru celých alebo reálnych čísel
- v praxi je bežne používaný rovný štruktúrálny element (obsahuje hodnoty 0 a 1)

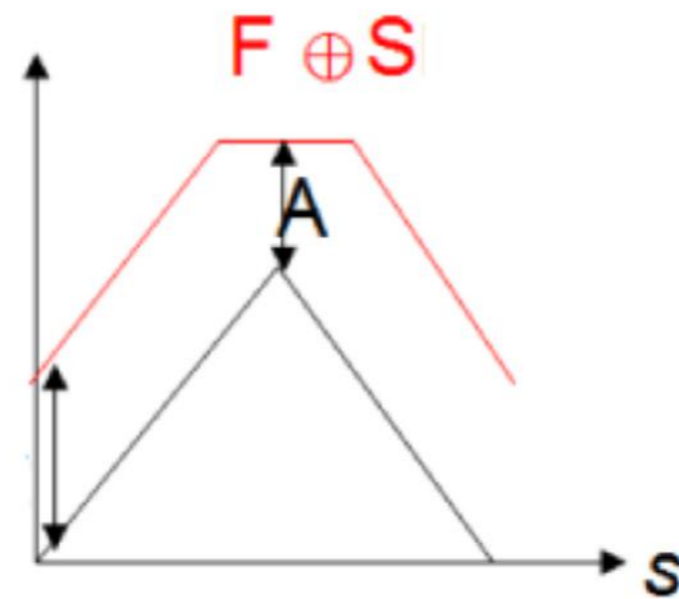
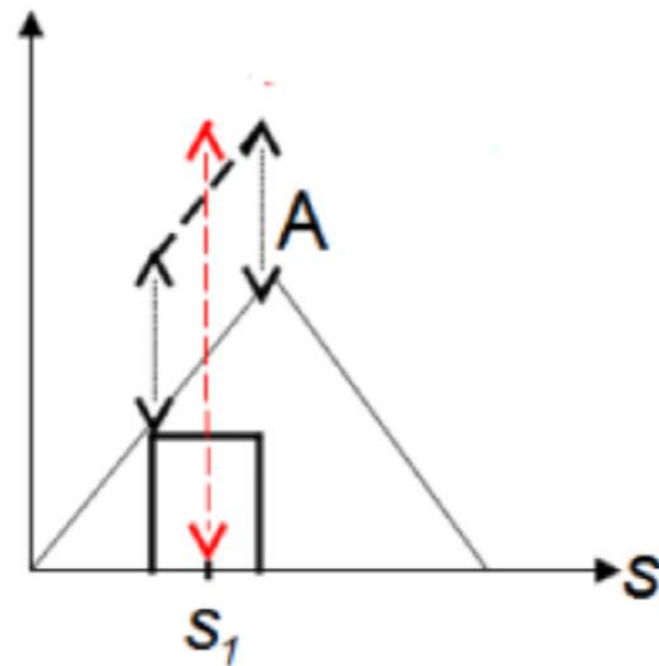
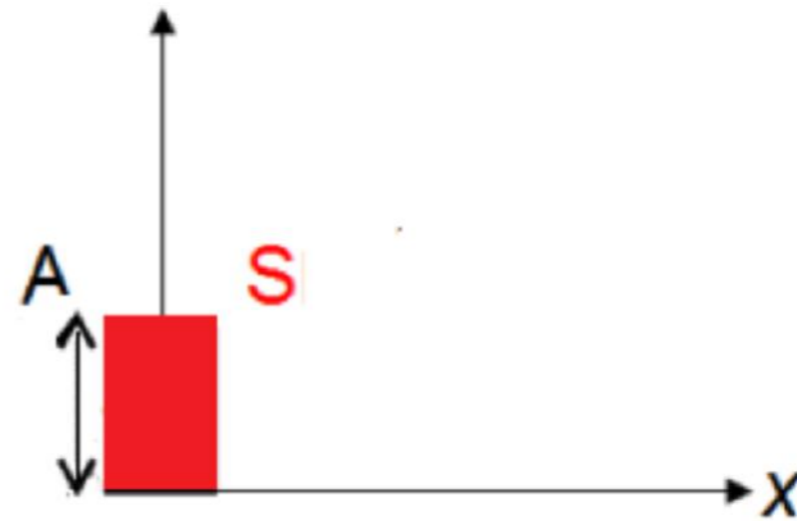
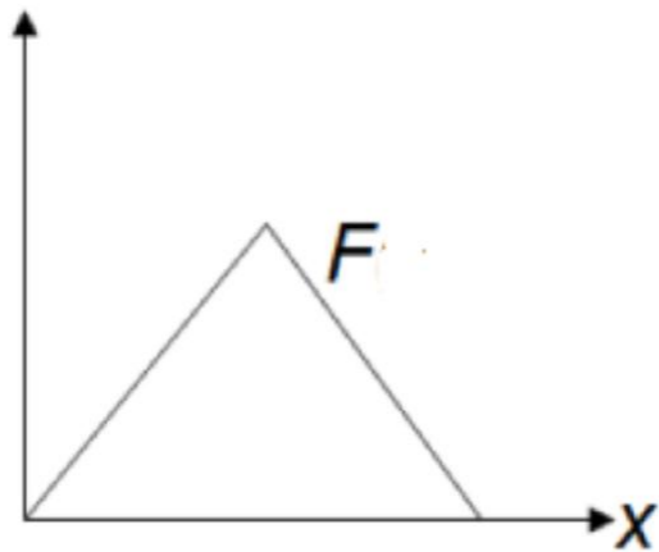
Šedotónová dilatácia

- s nerovným štrukturálnym elementom je definovaná ako:

$$\mathbf{F} \oplus \mathbf{S} = \max_{\mathbf{s} \in \mathbf{S}} \{\mathbf{F}(\mathbf{f} - \mathbf{s}) + \mathbf{S}\},$$

- K okoliu bodu \mathbf{f} je najskôr štrukturálny element pripočítaný a potom je výsledná hodnota daná maximálnou hodnotou týchto súčtov

Šedotónová dilatácia



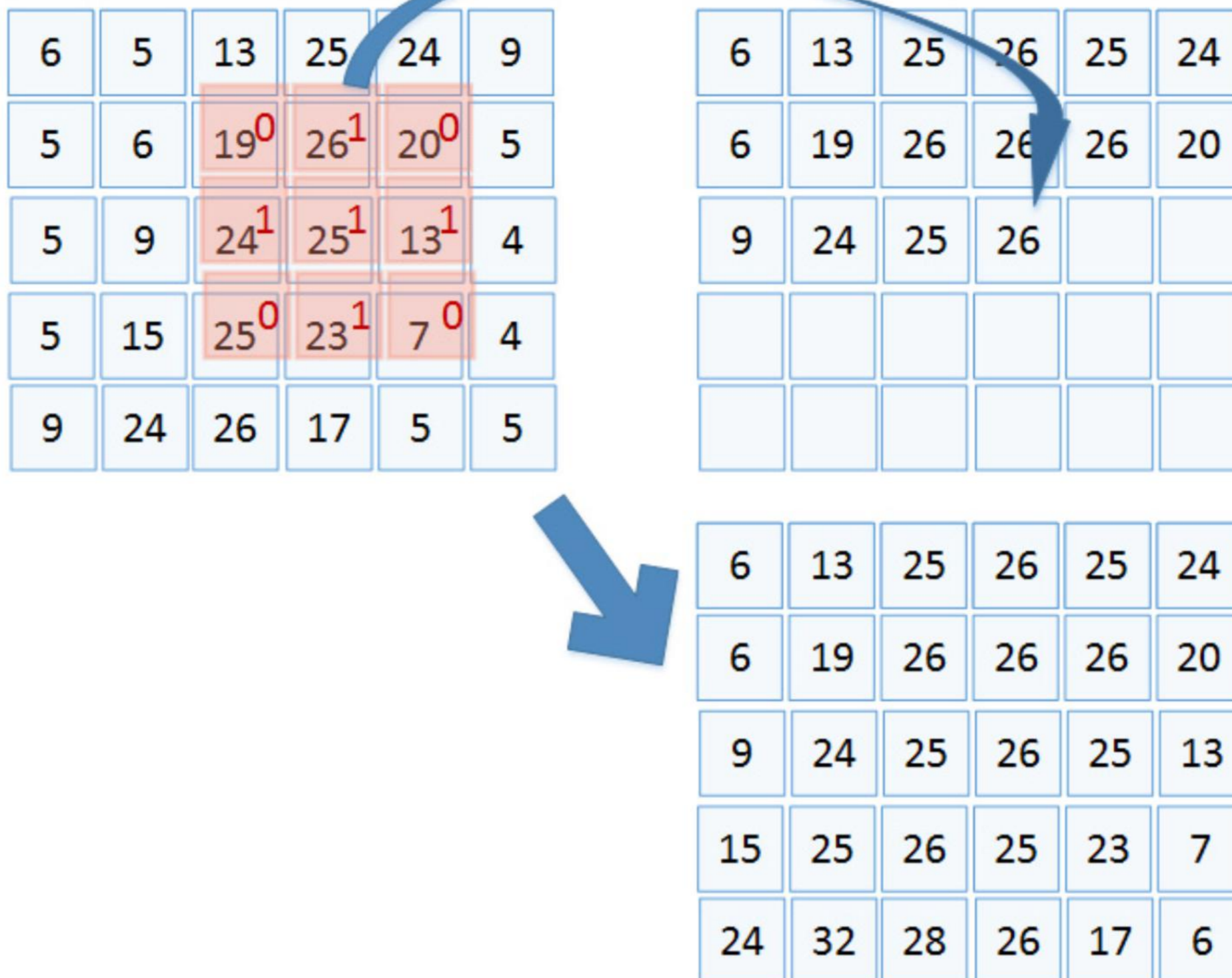
Šedotónová dilatácia

- s rovným štruktúrnym elementom je definovaná ako:

$$\mathbf{F} \oplus \mathbf{S} = \max_{\mathbf{s} \in \mathbf{S}} \{\mathbf{F}(\mathbf{f} - \mathbf{s})\},$$

- Hodnota výsledného pixela po dilatovaní sa rovná maximálnej hodnote zo všetkých pixelov obrazu, ktoré sú selektované korešpondujúcimi jednotkovými hodnotami v štruktúrnom elemente.

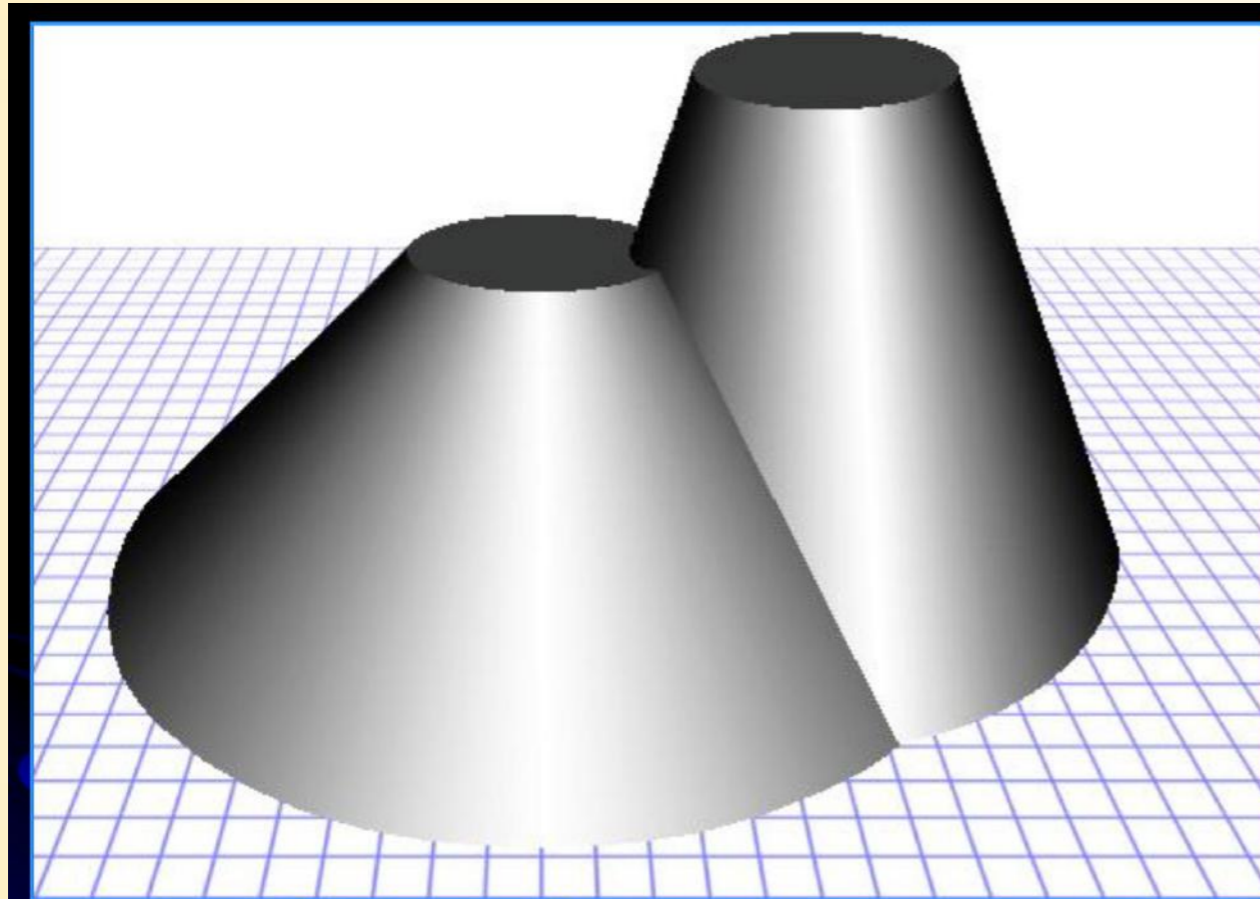
Šedotónová dilatácia



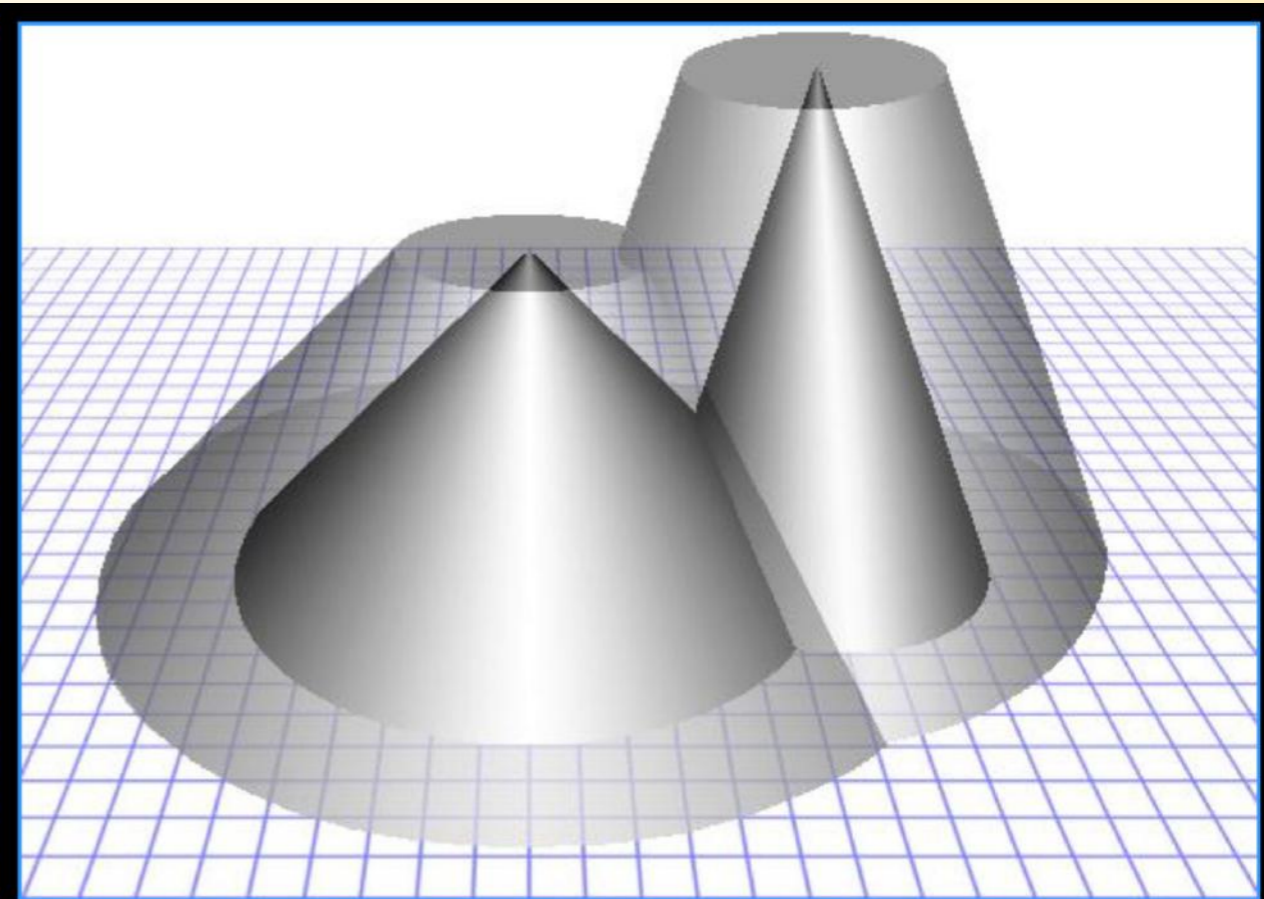
Šedotónová dilatácia



Šedotónová dilatácia v 3D



Dilatácia



Dilatácia vs. originál

Použitie

- odstránenie lokálnych miním menších ako štrukturálny element
- zväčšiť svetlé oblasti v obraze
- je potrebné dôkladne zvážiť veľkosť a tvar štrukturálneho elementu


```
originalI = imread('cameraman.tif');  
se = offsetstrel('ball',5,5);  
dilatedI = imdilate(originalI,se);  
figure  
imshow(originalI)  
figure  
imshow(dilatedI)
```

Šedotónová erózia

- s nerovným štruktúrnym elementom definovaná ako:

$$\mathbf{F} \ominus \mathbf{S} = \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{S}} \{\mathbf{F}(\mathbf{f} + \mathbf{s}) - \mathbf{S}\},$$

- definícia podobná dilatácií, len sčítanie je nahradené odčítaním a vyhladávame lokálne minimá

Šedotónová erózia

- s rovným štruktúrnym elementom definovaná ako:

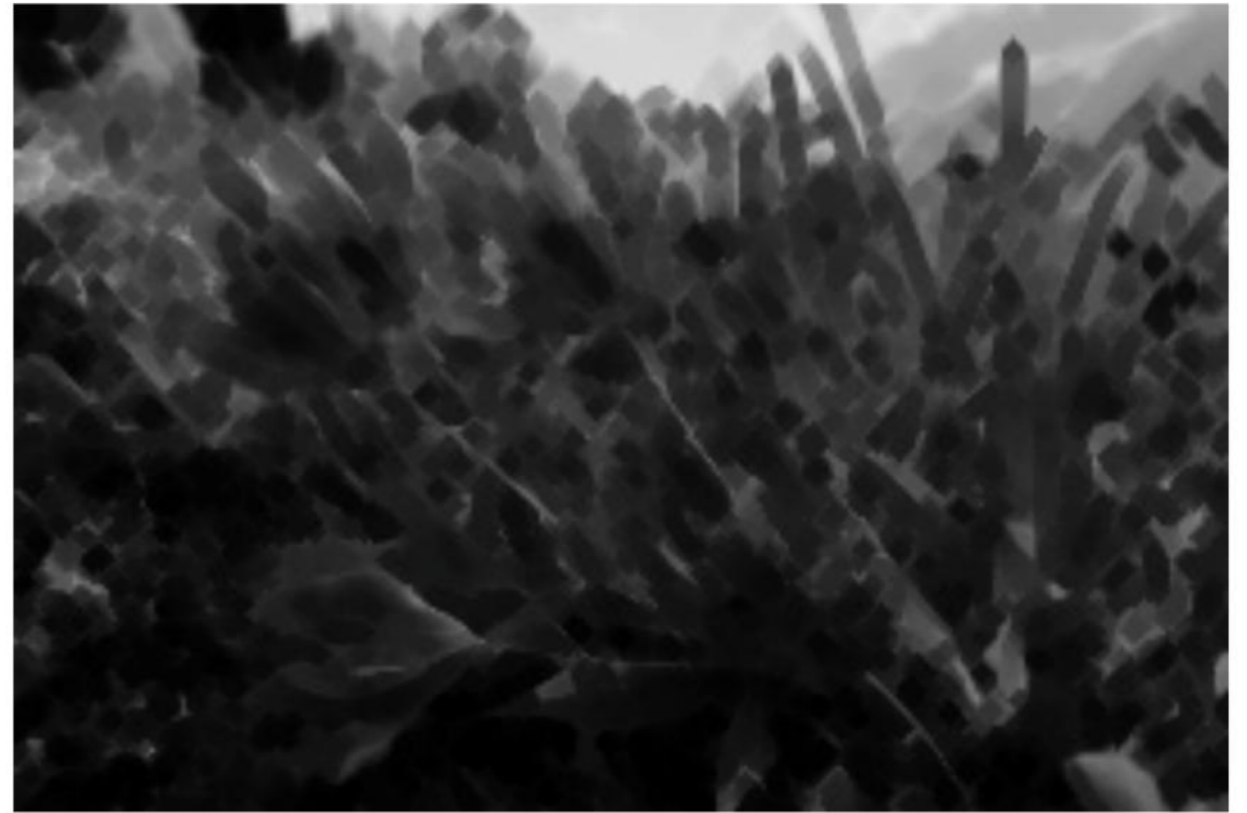
$$\mathbf{F} \ominus \mathbf{S} = \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{S}} \{\mathbf{F}(\mathbf{f} + \mathbf{s})\},$$

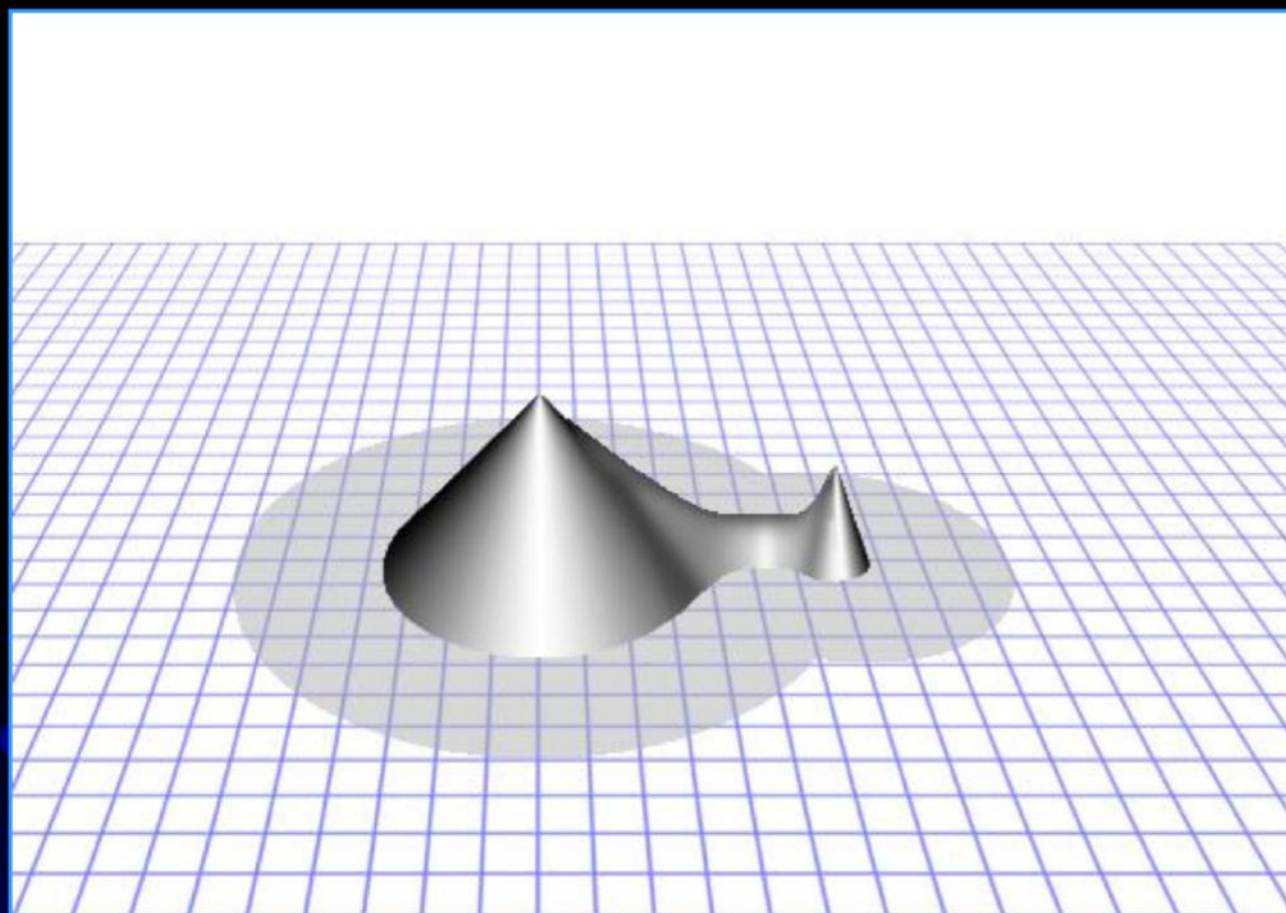
6	5	13	25	24	9
5	6	19 ⁰	26 ¹	20 ⁰	5
5	9	24 ¹	25 ¹	13 ¹	4
5	15	25 ⁰	23 ¹	7 ⁰	4
9	24	26	17	5	5

5	5	5	13	9	5
5	5	6	19	5	4
5	5	9	13		

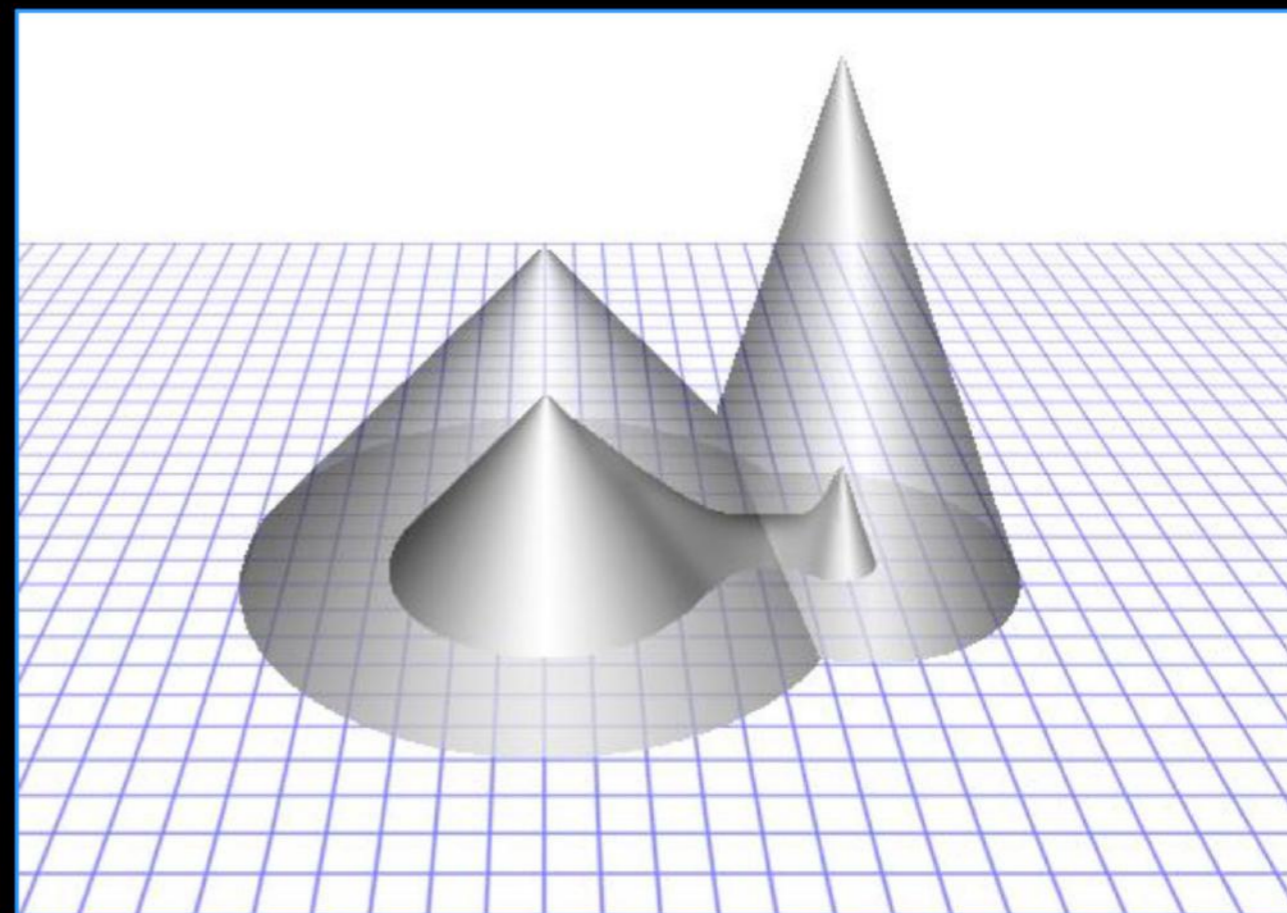


5	5	5	13	9	5
5	5	6	19	5	4
5	5	9	13	4	4
5	5	15	7	4	4
9	18	11	5	5	5





Erózia



Erózia vs. originál

Použitie

- odstránenie svetlých oblastí v obraze
- veľkosť použitého štruktúrného elementu musí byť väčšia

```
originalI = imread('cameraman.tif');  
se = offsetstrel('ball',5,5);  
dilatedI = imerode(originalI,se);  
figure  
imshow(originalI)  
figure  
imshow(dilatedI)
```


Morfologický gradient

- určenie hrán v obraze
 1. odčítanie pôvodného obrazu od dilatovaného alebo erodovaného obrazu
 2. rozdiel medzi erodovaným a dilatovaným vstupného obrazu



Top-hat

- morfológická operácia vrchná časť klobúka
- odčítanie otvorenia od pôvodného obrazu

$$\mathbf{F} - ((\mathbf{F} \ominus \mathbf{S}) \oplus \mathbf{S}).$$

Bottom - hat

- morfológická operácia spodná časť klobúka
- odčítanie pôvodného obrazu od uzavretia

$$((\mathbf{F} \oplus \mathbf{S}) \ominus \mathbf{S}) - \mathbf{F}.$$

Úloha na záver

- stiahnite si obrázok kvet
- aplikujte
 - Top-hat
 - Bottom-hat

bez použitia funkciei otvorenia a zatvorenia v
MATLAB-e