

Morfológia s šedotónovým obrazom

Okrem čiernobieleho obrazu je morfológia veľmi užitočná aj pri spracovaní šedotónového obrazu. Používajú sa všetky 4 základné operácie erózia, dilatácia, otvorenie, zatvorenie. Pri voľbe štruktúrného elementu máme na výber, či chceme použiť plochý (z konštantnou hodnotou intenzity), alebo neplochý.

Nech $f(x, y)$ je obraz a $b(x, y)$ štruktúrný element. Potom **erózia** $f(x, y)$ pri použití $b(x, y)$ je definovaná ako

- pri plochom štruktúrnom elemente sú nové hodnoty obrazu **minimá** z okolia daného elementu

$$[f \ominus b](x, y) = \min_{(s,t) \in b} \{f(x+s, y+t)\}$$

- pri neplochom štruktúrnom elemente b_N je braná do úvahy aj hodnota elementu

$$[f \ominus b_N](x, y) = \min_{(s,t) \in b} \{f(x+s, y+t) - b_N(s, t)\}$$

Podobne **dilatácia** je definovaná ako

- pri plochom štruktúrnom elemente sú nové hodnoty obrazu **maximá** z okolia **otočeného** daného elementu

$$[f \oplus b](x, y) = \max_{(s,t) \in b} \{f(x-s, y-t)\}$$

- pri neplochom štruktúrnom elemente b_N je braná do úvahy aj hodnota elementu

$$[f \oplus b_N](x, y) = \max_{(s,t) \in b} \{f(x-s, y-t) - \widehat{b}_N(s, t)\}$$

Otvorenie a zatvorenie je definované pomocou dilatácie a erózie rovnako ako tomu je pri čiernobielym obraze. V prostredí MATLAB sa jedná o tie isté funkcie: **imdilate**, **iimerode**, **imopen**, **imclose**. Príklady všetkých uvedených operácií sú na Obr. 1.

Ďalšou operáciou je **morfologické vyhladzovanie**. Je to kombinácia otvorenia a následného zatvorenia. Príklad tejto operácie je uvedený na Obr. 2.

Zaujímavou operáciou je **morfologický gradient** (MG), pri ktorom sa od dilatovaného obrazu odčítava erodovaný (čo by malo zvýrazniť ohraničenie objektov):

$$I_{MG} = (A \oplus B) - (A \ominus B)$$

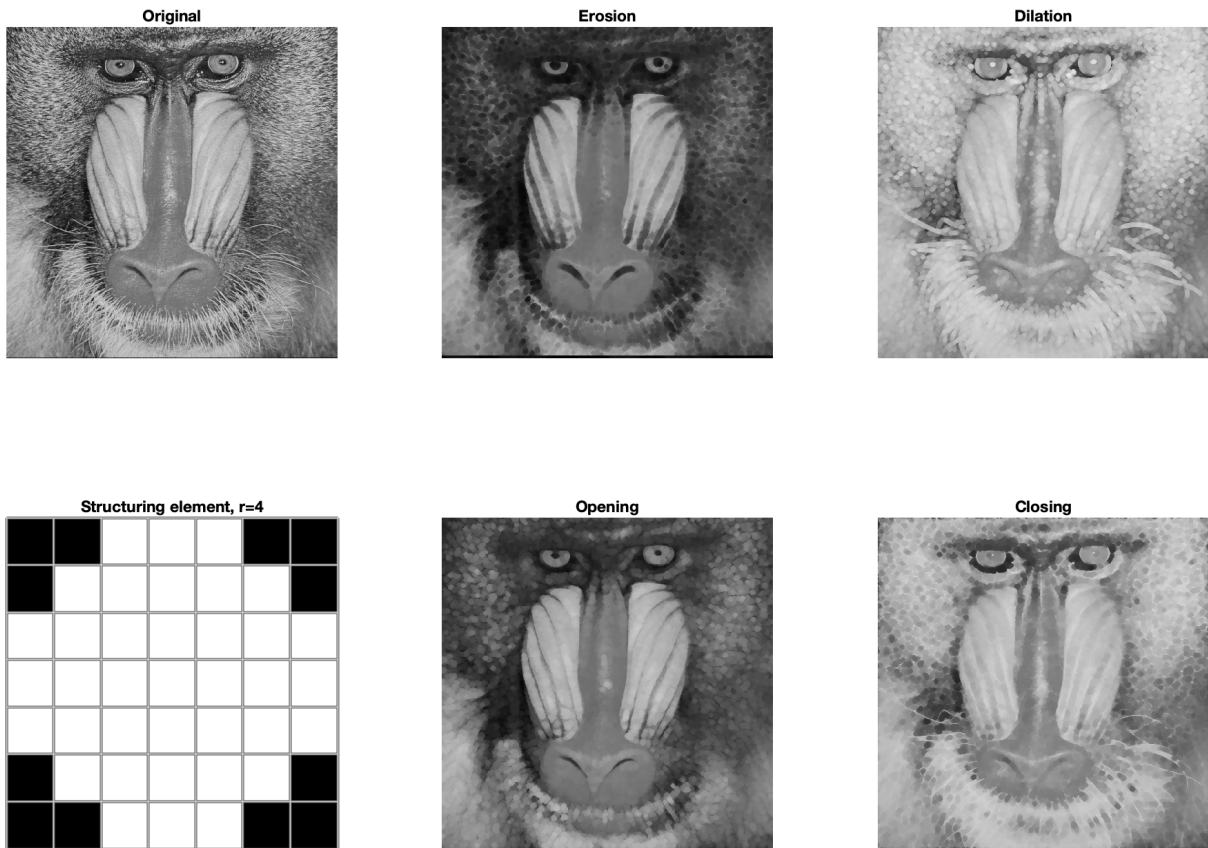
Príklad tejto operácie je uvedený na Obr. 3.

Šedotónová morfológia môže byť použitá aj ako predspracovanie pred segmentáciou. Napr. operácia **top-hat** sa používa na zrovnomenie osvetlenia scény pred globálnou segmentáciou:

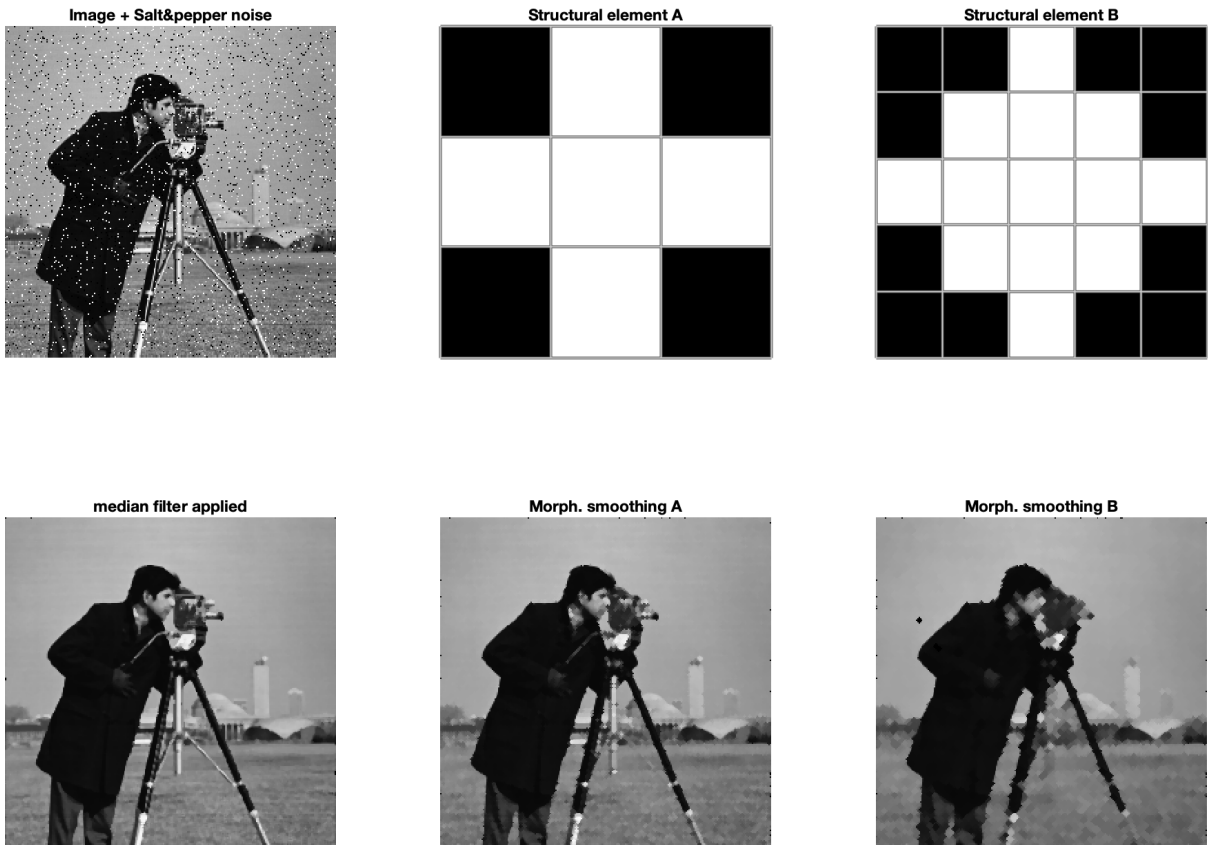
$$I_{TH} = I - (I \circ B)$$

Príklad tejto operácie je uvedený na Obr. 4.

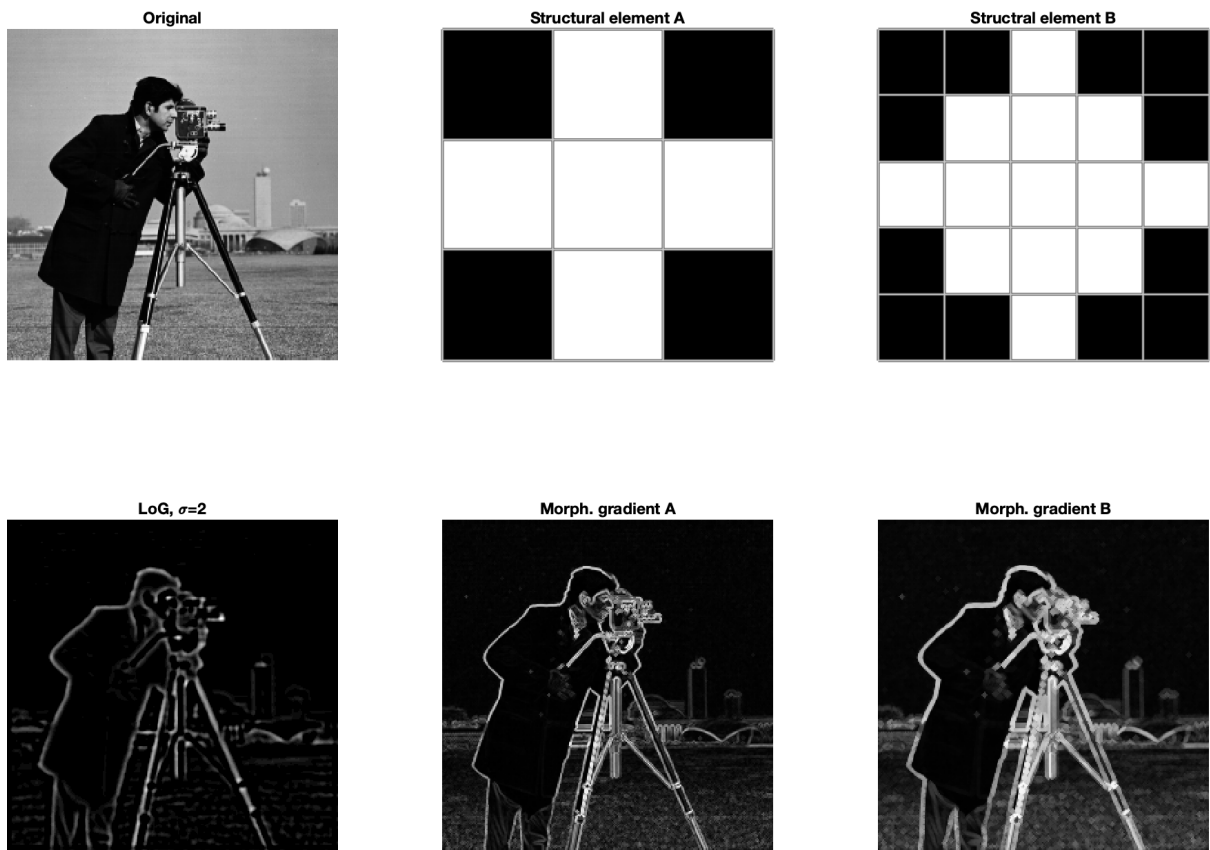
Top-hat operácia sa dá využiť aj na **detekciu blobov**. Využíva sa pri tom vlastnosť, že ak veľkosť blobu a štruktúrného elementu je podobná, tak bloby v obraze pri odčítaní otvorenia stmavnú. Vieme teda zostrojiť graf jasnosti obrazu po top-hat operácii v závislosti od veľkosti použitého štruktúrného elementu. Lepšie je zobrazit prvú deriváciu (gradient). Tam stačí hľadať maximálnu hodnotu a na základe toho určiť či v obraze sú bloby a akú majú veľkosť. Príklad takéhoto využitia top-hat je znázornený na Obr. 5. Ak pracujeme s nevyhladenou verziou obrázku (hore), potom maximum zmeny jasnosti je kvôli šumu prítomný pri malých hodnotách veľkosti štruktúrného elementu. Na vyhladenej verzii obrázku vidíme maximálne hodnoty gradientov zmien jasnosti otvorení pri veľkostiach štruktúrného elementu 19 a 27.



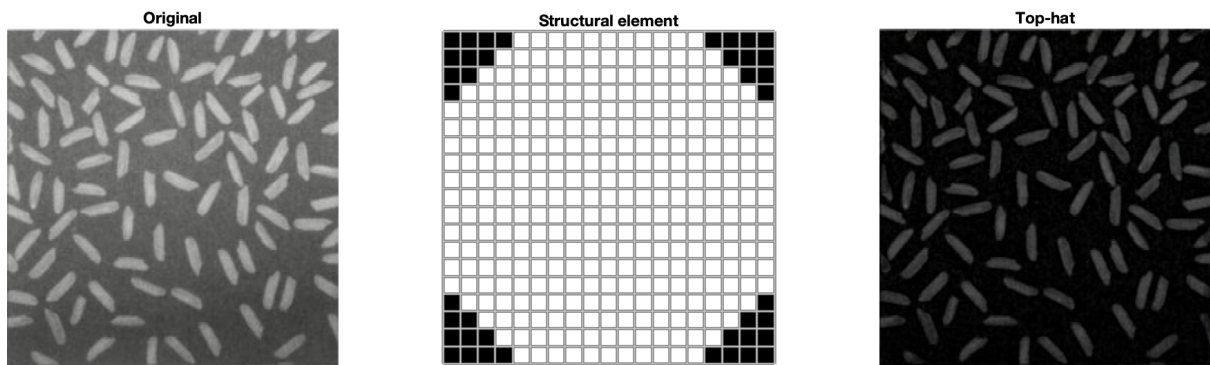
Obr. 1 Príklady základných morfológických operácií erózia, dilatácia, otvorenie, zatvorenie pre šedotónový obraz.



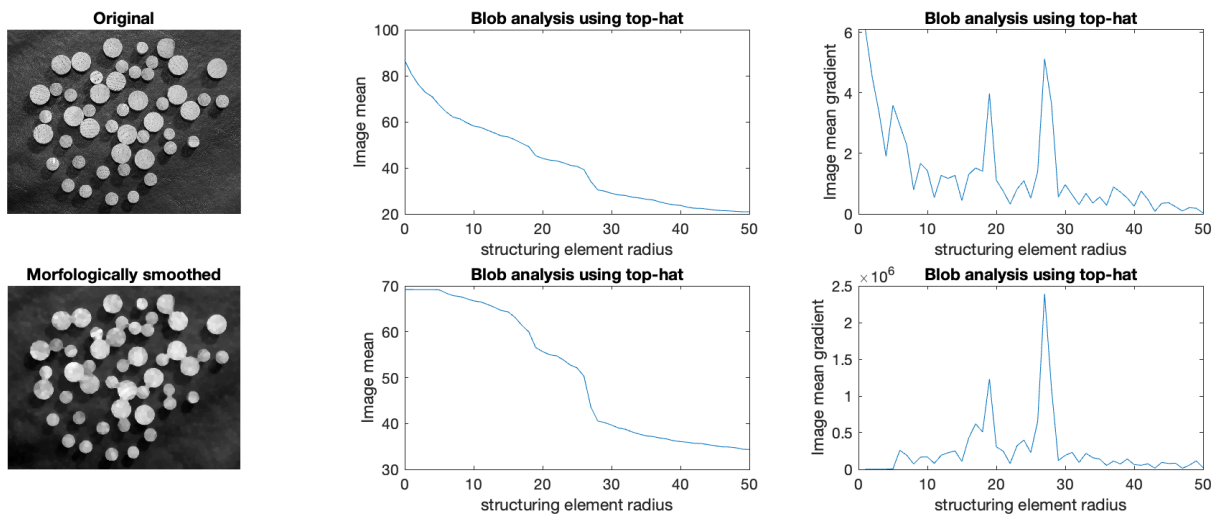
Obr. 2 Príklady morfológického vyhladzovania a porovnanie s mediánovým filtrom.



Obr. 3 Príklady morfológieho gradientu a porovnanie s LoG filtrom.



Obr. 4 Príklad použitia top-hat operácie na zrovnomenenie osvetlenia scény



Obr. 5 Príklad použitia opakovanej top-hat operácie na detekciu blobov.

Viac informácií o morfológických operáciách na šedotónovom obaze je možné nájsť v [1][2] [3].

Referencie

- [1] Mathworks, Morphological Operations, online: <https://www.mathworks.com/help/images/morphological-filters.html>
- [2] Gonzalez, R., C., Woods, E., W., Digital Image Processing, Global Edition, 4th edition, Pearson 2018, ISBN 10: 1-292-22304-9
- [3] Gonzalez, R., C., Woods, E., W., Eddings, S., L., Digital Image Processing using MATLAB, Gatesmark Publishing, ISBN-10: 0-9820854-1-9

Prílohy

Zdrojový kód programu, ktorý vytvoril Obr. 1

```
clear all; close all; clc;
fig=figure;
A=im2gray(imread('baboon.png'));
subplot(2,3,1)
showCol(A, 'Original');

subplot(2,3,4)
B=strel('disk',4);
showCol(B.Neighborhood, 'Structuring element, r=4')
pixelgrid;

subplot(2,3,2)
C=imerode(A,B);
showCol(C, 'Erosion')

subplot(2,3,3)
C=imdilate(A,B);
showCol(C, 'Dilation')

subplot(2,3,5)
C=imopen(A,B);
showCol(C, 'Opening')

subplot(2,3,6)
C=imclose(A,B);
showCol(C, 'Closing')

fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 0 15 10];
print(fig, 'morphGrayBasicOps.png', '-dpng');

function showCol(myImg, myTitle)
    imshow(myImg);
    title(myTitle)
end
```

Zdrojový kód programu, ktorý vytvoril Obr. 2

```
clear all; close all; clc;
fig=figure;
ORIG= imread('cameraman.tif');
SP = imnoise(ORIG, 'salt & pepper');
subplot(2,3,1);
imshowTit(SP, "Image + Salt&pepper noise")
subplot(2,3,4);
MF=medfilt2(SP);
```

```

imshowTit(MF, "median filter applied")
subplot(2,3,2);
SE = strel("disk",1);
imshowTit(double(SE.Neighborhood), "Structural element A")
pixelgrid;
subplot(2,3,5);
OP=imopen(SP,SE);
CL=imclose(OP,SE);
imshowTit(CL, "Morph. smoothing A")
subplot(2,3,3);
SE = strel("disk",2);
imshowTit(double(SE.Neighborhood), "Structural element B")
pixelgrid;
subplot(2,3,6);
OP=imopen(SP,SE);
CL=imclose(OP,SE);
imshowTit(CL, "Morph. smoothing B")

fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 0 15 10];
print(fig, 'morphGrayBasicSmooth.png', '-dpng');

function imshowTit(myImg, myTitle)
    imshow(myImg);
    title(myTitle)
end

```

Zdrojový kód programu, ktorý vytvoril Obr. 3

```

clear all; close all; clc;
fig=figure;
SP= imread('cameraman.tif');
subplot(2,3,1);
imshowTit(SP, 'Original')
subplot(2,3,4);
myFilt = fspecial('log',10,2);
myLog=imfilter(SP,myFilt);
imshowTit(myLog, 'LoG, \sigma=2')
subplot(2,3,2);
SE = strel('disk',1);
imshowTit(double(SE.Neighborhood), 'Structural element A')
pixelgrid;
subplot(2,3,5);
CL=imdilate(SP,SE)-imerode(SP,SE);
imshowTit(CL, 'Morph. gradient A')
subplot(2,3,3);
SE = strel('disk',2);
imshowTit(double(SE.Neighborhood), 'Structural element B')
pixelgrid;
subplot(2,3,6);
CL=imdilate(SP,SE)-imerode(SP,SE);
imshowTit(CL, 'Morph. gradient B')

fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 0 15 10];
print(fig, 'morphGrayBasicGrad.png', '-dpng');

function imshowTit(myImg, myTitle)
    imshow(myImg, []);
    title(myTitle)
end

```

Zdrojový kód programu, ktorý vytvoril Obr. 4

```

clear all; close all; clc;
fig=figure;

```

```

SP= imread('rice.png');
subplot(1,3,1);
imshow(SP, 'Original')
subplot(1,3,2);
SE=strel("disk",10);
imshow(double(SE.Neighborhood), "Structural element")
pixelgrid;
subplot(1,3,3);
CL=imtophat(SP,SE);
imshow(CL, 'Top-hat')

fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 0 15 5];
print(fig, 'morphGrayBasicTopHat.png', '-dpng');

function imshowTit(myImg, myTitle)
    imshow(myImg, []);
    title(myTitle)
end

```

Zdrojový kód programu, ktorý vytvoril Obr. 5

```

clear all; close all; clc;
fig=figure;
f = im2gray(imread("dowels2.tif"));
subplot(2,3,1)
imshowTit(f, 'Original')
subplot(2,3,4)
%vyhladenie
se = strel('disk',5);
fo = imopen(f,se);
fx = imclose(fo,se);
imshowTit(fx, 'Morphologically smoothed');

subplot(2,3,2)
N=50
sumpixels = zeros(1,N+1);
for k = 0:N
    se = strel("disk",k);
    fy = imopen(f,se);
    sumpixels(k + 1) = sum(fy(:));
end
plot(0:N, sumpixels/(size(f,1)*size(f,2))), xlabel("structuring element radius"), ...
    ylabel("Image mean")
title("Blob analysis using top-hat")

subplot(2,3,3)
plot(-diff(sumpixels/(size(f,1)*size(f,2))))
xlabel("structuring element radius")
ylabel("Image mean gradient")
title("Blob analysis using top-hat")

subplot(2,3,5)
N=50
sumpixels = zeros(1,N+1);
for k = 0:N
    se = strel("disk",k);
    fy = imopen(fx,se);
    sumpixels(k + 1) = sum(fy(:));
end
plot(0:N, sumpixels/(size(f,1)*size(f,2))), xlabel("structuring element radius"), ...
    ylabel("Image mean")
title("Blob analysis using top-hat")

subplot(2,3,6)
plot(-diff(sumpixels))
xlabel("structuring element radius")
ylabel("Image mean gradient")
title("Blob analysis using top-hat")

```

```
fig.PaperUnits = 'inches';
fig.PaperPosition = [0 0 15 5];
print(fig, 'morphGrayBasicBlob.png', '-dpng');

function imShowTit(myImg, myTitle)
    imshow(myImg, []);
    title(myTitle)
end
```