

WAVELETY

Dana Černá

<http://www.fp.tul.cz/kmd/>

Katedra matematiky a didaktiky matematiky

Technická Univerzita v Liberci

TYPY OBRAZU

Obraz je reprezentován pomocí matice nebo pole.

1. Binární

Prvky matice mají hodnotu 0 (černá) nebo 1 (bílá).



2. Černobílé

Prvky matice jsou typu uint8, uint16,

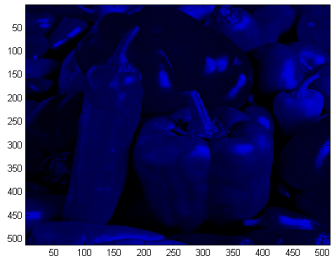
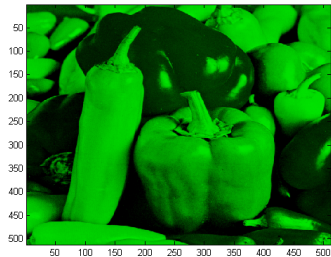
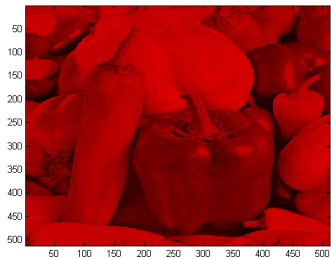
V případě typu uint8 mají hodnotu 0 (černá) až 255 (bílá).



3. Barevné (RGB obrázky)

Jsou reprezentovány pomocí pole o rozměrech $m \times n \times 3$ typu uint8, uint16, ... Prvky pole charakterizují intenzitu červené, zelené nebo modré barvy.





4. Indexované obrázky

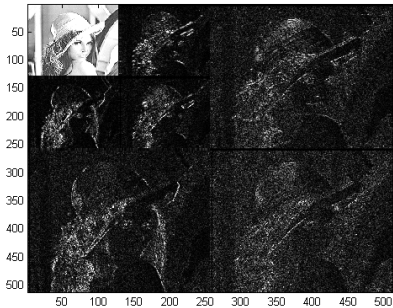
Tyto typy obrázků jsou reprezentovány pomocí pole o rozměrech $m \times n$ a paletou. Prvek pole je číslo, které udává na jakém řádku palety je barva pro daný pixel. Paleta je reprezentována maticí $p \times 3$, kde jednotlivé sloupce reprezentují zelenou, červenou a modrou barvu. Prvky této matice jsou čísla mezi nulou a jedničkou.

Komprese obrazu

Původní obrázek



Waveletový rozklad



Waveletová komprese:

- Preprocessing, např. transformace barev, posun
- DWT - diskrétní waveletová transformace obrázku
- Prahování, kvantizace
- Kódování, např. aritmetické kódování, SPIHT

Dekomprese:

- Dekódování
- IDWT - inverzní diskrétní waveletová transformace
- Postprocessing - např. transformace barev, posun

Letecký snímek a jeho rekonstrukce ze 6% waveletových koeficientů

original image



reconstructed image



Wavelet Toolbox

Waveletovou analýzu obrazu můžeme provádět pomocí okna Wavelet Toolbox Menu nebo pomocí příkazů zadávaných v pracovním prostředí nebo v programech.

Wavelet Toolbox Menu otevřeme zadáním příkazu

» wavemenu

nebo volbou

Start → Toolboxes → Wavelet → Wavelet Toolbox Main Menu

One-Dimensional

Wavelet 1-D

Wavelet Packet 1-D

Continuous Wavelet 1-D

Complex Continuous Wavelet 1-D

Continuous Wavelet 1-D (Using FFT)

Two-Dimensional

Wavelet 2-D

Wavelet Packet 2-D

Three-Dimensional

Wavelet 3-D

Multiple 1-D

Multisignal Analysis 1-D

Multivariate Denoising

Multiscale Princ. Comp. Analysis

Wavelet Design

New Wavelet for CWT

Specialized Tools 1-D

SWT Denoising 1-D

Density Estimation 1-D

Regression Estimation 1-D

Wavelet Coefficients Selection 1-D

Fractional Brownian Generation 1-D

Specialized Tools 2-D

True Compression 2-D

SWT Denoising 2-D

Wavelet Coefficients Selection 2-D

Image Fusion

Display

Wavelet Display

Wavelet Packet Display

Extension

Signal Extension

Image Extension

Close

Wavelet 2-D

Nejprve je třeba načíst obrázek. Zvolíme

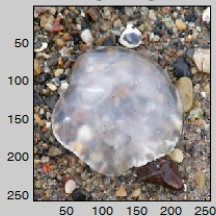
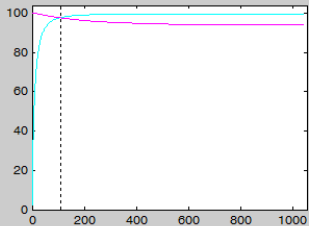
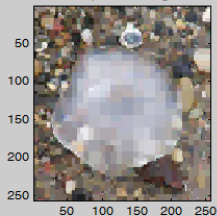
File → Example Analysis → Truecolor Images
→ At level 4, with Haar, Jelly Fish

Je zvolena úroveň rozkladu 4 a Haarův wavelet. Klikněme na Compress. Volby jsou stejné jako u komprese signálu. Necháme zvoleny hodnoty prahu a dáme znovu Compress. Dosáhli jsme komprese s 97,7 procenty nulových koeficientů a 97,7 procenty zachované energie. Přestože je zachované procento energie vysoké, obrázek nevypadá dobře. Zvolme proto nižší práh.

V rekonstruovaném obrázku se stále vyskytují nežádoucí jevy (čtverečky). Je to způsobeno tím, že byl ke kompresi použit Haarův wavelet, který je nespojitý.

jellyfish256 (256 x 256) analyzed at level 4 with haar

Original image

Retained energy 97.72 % -- Zeros 97.72 %
Compressed image

--- Global threshold
 --- Retained energy in %
 --- Number of zeros in %

Data (Size) jellyfish256 (256x256)

Wavelet haar

Level 4

Global thresholding

Select thresholding

Balance sparsity-nor...

Select Global Threshold

108.1

Retained energy 97.72 %

Number of zeros 97.72 %

Compress

Residuals

Colormap pink

Nb. Colors 64

Brightness

X+ Y+ XY+
X- Y- XY-

Center On X Y

Info X =
Y =History <- ->
<< >>

View Axes

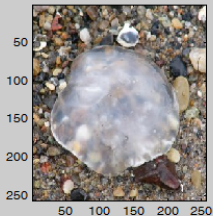
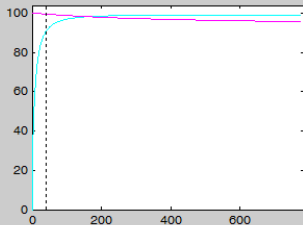
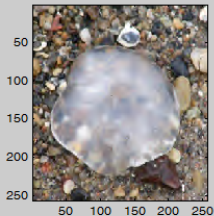
Close

Wavelet 2-D

Úloha: Zvolte wavelet a práh tak, aby počet nulových koeficientů byl nejméně 90 procent a přitom rekonstruovaný obrázek dobře aproximoval původní obrázek.

jellyfish256 (256 x 256) analyzed at level 4 with bior4.4

Original image

Retained energy 99.63 % -- Zeros 90.38 %
Compressed image

--- Global threshold
 --- Norm coeffs recovery in %
 --- Number of zeros in %

Data (Size) jellyfish256 (256x256)

Wavelet bior 4.4

Level 4

Global threshold

Select thresholding

Balance sparsity-nor...

Select Global Threshold

39.48

Norm cfs recovery 99.63 %

Number of zeros 90.38 %

Compress

Residuals

Colormap pink

Nb. Colors 64

Brightnes - +

X+ Y+ XY+
 X- Y- XY-

Center
On

X Y

Info

X =

Y =

History

< >

<< >>

View Axes

Close

Wavelet 1-D

Další volby:

Statistics - zobrazení statistik (průměr, medián, směrodatná odchylka ...) pro původní obrázek, rekonstruovaný obrázek, aproximace a detaily

Histogram - zobrazení histogramu

De-noise - odšumění obrázku

Image Extension

Stejně jako v případě signálu, je obrázek nutné rozšířit, aby mohly být škálové a waveletové filtry aplikovány také na okrajích. Jako výchozí rozšíření je nastaveno symetrické rozšíření.

Zvolte Image Extension a prohlédněte si různé možnosti rozšíření obrazu.

Wavelet Toolbox - funkce pro 2D waveletovou analýzu

- `dwtmode` - nastavení způsobu rozšíření na okrajích
- `dwt2` - diskrétní waveletová transformace
- `idwt2` - inverzní diskrétní waveletová transformace
- `wavedec2` - waveletová dekompozice
- `waverec2` - waveletová rekonstrukce

Funkce Image Toolboxu

- imfinfo - informace o obrázku
- imread - načtení obrázku
- imwrite - uložení obrázku
- image - zobrazení obrázku

Další funkce

- double - převod na typ double
- uint8 - převod na 8-bitový unsigned integer

```
>> A = imread('peppers.bmp','bmp');
>> imfinfo('peppers.bmp')
>> size(A)
>> image(A);
>> A=double(A);
>> A1=A(:,:,1);
>> size(A1);
>> B=zeros(512,512,3);
>> B(:,:,1)=A1;
>> B=uint8(B);
>> image(B);
>> imwrite(B,'peppers-red.bmp','bmp');
```

```
>> dwtmode('zpd');
>> [C,L]=wavedec2(A1,5,'bior4.4');
>> size(C)
>> L
>> D=C(1,24*24+1:278895);
>> D=wthresh(D,'h',30);
>> C=[C(1,1:24*24),D];
>> F=waverec2(C,L,'bior4.4');
>> G=zeros(512,512,3);
>> G(:,:,1)=F;
>> G=uint8(G);
>> figure(2);
>> image(G);
>> chyba=max(max(abs(F-A1)))
```

