

Základy počítačovej grafiky a spracovanie obrazu

Ing. Viktor Kocur
viktor.kocur@fmph.uniba.sk

DAI FMFI UK

4.12.2017

Obsah

- 1 Rekapitulácia
- 2 Ostrenie obrazu
 - Unsharp masking
 - Unsharp masking
 - Ostrenie pomocou Laplaciánu
- 3 Fourierová transformácia
 - Matematické základy
 - Filtrácia v spektrálnej oblasti

Rekapitulácia z minula

Škálovanie obrázkov

- Nearest neighbor, bilineárna a bikubická transformácia.
- Funkcia imresize.

Rekapitulácia z minula

Škálovanie obrázkov

- Nearest neighbor, bilineárna a bikubická transformácia.
- Funkcia `imresize`.

Histogramy

- Význam histogramu, ekvalizácia.
- Funkcie `histogram` a `histeq`.

Rekapitulácia z minula

Škálovanie obrázkov

- Nearest neighbor, bilineárna a bikubická transformácia.
- Funkcia `imresize`.

Histogramy

- Význam histogramu, ekvalizácia.
- Funkcie `histogram` a `histeq`.

Šum a vyhladzovanie

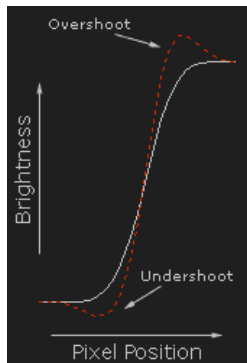
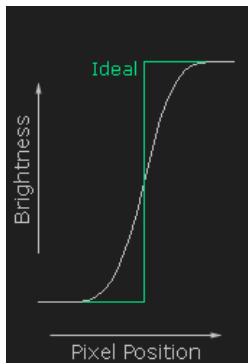
- Gaussovská aditívny šum - konvolučné vyhladzovanie
- Impulzný šum - mediánová filtrácia
- Funkcie - `rand`, `randn`, `fspecial`, `imfilter`, `imgaussfilt`, `medfilt2`

Obrázky na prácu

Obrázky a skripty

Stiahnite si zip z <http://sccg.sk/~kocur/>.

Ostrenie obrazu - Princíp



Unsharp masking

Ostrenie

Máme obrázok, ktorý je rozostrený. Chceme ho vyostriť. Táto úloha sa dá pochopiť aj ako zvýrazňovanie hrán.

Unsharp masking - princíp

$$I_{\text{ostrý}} = I_{\text{originál}} + p \cdot (I_{\text{originál}} - I_{\text{rozostrený}})$$

Úloha

Načítajte obrázok blurred.pgm a použite naň metódu unsharp maskingu. Skúste rôzne hodnoty $p > 1$ a σ ako parametre. Nezabudnite na dátové typy.

Laplacián

Laplacián - definícia

$$\Delta f = \nabla \cdot \nabla f = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2} \stackrel{2D}{=} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Laplacián

Laplacián - definícia

$$\Delta f = \nabla \cdot \nabla f = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2} \stackrel{2D}{=} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Konvolučné jadro v 2D

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ alebo } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Laplacián v matlabe

Generujeme ručne, alebo pomocou `fspecial('laplacian',alpha)`, kde `alpha` určuje ako veľmi berieme do úvahy diagonálnych susedov.

Ostrenie pomocou Laplaciánu

Postup

$$I_{\text{ostrý}} = I_{\text{originál}} - p(L_{\text{jadro}} * I_{\text{originál}})$$

Úloha

Načítajte obrázok blurred.pgm a použite naň metódu ostrenia pomocou Laplaciánu. Skúste rôzne hodnoty p . Nezabudnite na dátové typy.

Diskrétna Fourierová transformácia - 1D

Definícia

$$F_k = \mathcal{F}[\vec{f}]_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n \cdot e^{-\frac{2\pi ink}{N}}$$

Inverzne

$$f_n = \mathcal{F}^{-1}[\vec{F}]_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} F_k \cdot e^{\frac{2\pi ink}{N}}$$

2D FFT v matlabe

- `fft2(I)` - vráti Fourierovú transformáciu obrázku I
- `fftshift(fft2(I))` - upraví výstup transformácie tak aby nulové hodnoty boli v strede obrázka
- `ifft2(F)` - inverzná transformácia

Komplexné čísla

Komplexné čísla

FFT v matlabe vracia komplexné čísla! IFFT vracia komplexné čísla tiež. Musíme sa preto naučiť pracovať s komplexnými číslami.

Komplexné čísla

Komplexné čísla

FFT v matlabe vracia komplexné čísla! IFFT vracia komplexné čísla tiež. Musíme sa preto naučiť pracovať s komplexnými číslami.

Fast fourier transform

- i , j - konštanty reprezentujúce komplexné číslo - nedá sa použiť ak máme definované premenné s rovnakým menom
- $\text{real}(c)$ - reálna časť komplexného čísla c
- $\text{imag}(c)$ - imaginárna časť komplexného čísla c
- $\text{abs}(c)$ - absolútna hodnota komplexného čísla c
- $\text{angle}(c)$ - uhol komplexného čísla c

Úloha

Úloha

Zobrazte si absolútne hodnoty fourierovej transformácie obrázkov pruhyhoriz.pgm, pruhyvert.pgm, pruhysikme.pgm, zatisie.pgm, lena.pgm, zavlnena.pgm. Pre niektoré obrázky zobrazte fázy fourierovej transformácie.

Úloha

Úloha

Zobrazte si absolútne hodnoty fourierovej transformácie obrázkov pruhyhoriz.pgm, pruhyvert.pgm, pruhysikme.pgm, zatisie.pgm, lena.pgm, zavlnena.pgm. Pre niektoré obrázky zobrazte fázy fourierovej transformácie.

Problémy!

Potreba pracovať v double, komplexné čísla, fftshift, hodnoty transformácie sú príliš veľké v (0,0)!

Úloha

Úloha

Zobrazte si absolútne hodnoty fourierovej transformácie obrázkov pruhyoriz.pgm, pruhyvert.pgm, pruhysikme.pgm, zatisie.pgm, lena.pgm, zavlnena.pgm. Pre niektoré obrázky zobrazte fázy fourierovej transformácie.

Problémy!

Potreba pracovať v double, komplexné čísla, fftshift, hodnoty transformácie sú príliš veľké v (0,0)!

Funkcia ako riešenie

```
function F = zobrfft(I)
    F = fftshift(fft2(im2double(I)));
    imagesc(log(abs(F+1)));
    colormap(gray);
end
```

Úloha

Úloha

Obrázok lena.pgm transformujte a potom použite inverznú transformáciu, ale využite len informáciu o fáze, alebo len informáciu o absolútnej hodnote.

Filtrácia v spektrálnej oblasti - princíp

Rozloženie frekvencií v matici po transformácii

V spektrálnej oblasti (po transformácii) sú nižšie frekvencie bližšie pri strede a vyššie na okrajoch.

Filtrácia v spektrálnej oblasti - princíp

Rozloženie frekvencií v matici po transformácii

V spektrálnej oblasti (po transformácii) sú nižšie frekvencie bližšie pri strede a vyššie na okrajoch.

Význam

Vysoké frekvencie predstavujú details. Ak zachováme v obrázku len vysokospektrálne príspevky, tak dostaneme najmä hrany. Ak zachováme len príspevky nízkych frekvencií dostaneme rozmazaný obrázok.

Ideálny highpass a lowpass

Highpass

Transformujeme obrázok. Hodnoty pre nízke frekvencie vynulujeme. Urobíme inverznú transformáciu.

Lowpass

Rovnaký proces ale vynulujeme vysoké frekvencie.

Ideálny highpass a lowpass

Highpass

Transformujeme obrázok. Hodnoty pre nízke frekvencie vynulujeme. Urobíme inverznú transformáciu.

Lowpass

Rovnaký proces ale vynulujeme vysoké frekvencie.

Cut-off frekvencia

Frekvencia od (do) ktorej nulujeme hodnoty sa nazýva frekvencia.

Ideálny highpass a lowpass

Funkcia na highpass filter

Otvorte si highpass.m zo zipu.

Úloha

Zobrazte si pomocou imagesc tento filter. Použite tento filter na nejaký obrázok v spektrálnej oblasti. Upravte funkciu aby sme ju mohli použiť na lowpass filter.

Butterworthov filter

Butterworthov filter

$$H = \frac{1}{1 + (\sqrt{2} - 1) \left(\frac{D}{D_0}\right)^{2n}}$$

D je funkcia euklidovskej vzdialenosti od stredu.

Funkcia na highpass Butterworthov filter

Otvorte si butterhigh.m zo zipu.

Úloha

Zobrazte si pomocou imagesc tento filter. Použite tento filter na nejaký obrázok v spektrálnej oblasti. Upravte funkciu aby sme ju mohli použiť na lowpass filter.