

Základy počítačovej grafiky a spracovania obrazu

Pokročilé metódy - motivácia

Mgr. Dana Škorvánková

22.11.2021

Motivácia – čo ďalej v PV?

- Filtrácia vo frekvenčnej doméne
 - Fourierova transformácia, výhody frekvenčného priestoru
- Segmentácia farebného obrazu
 - Graph Cut metóda - vstup od používateľa

Fourierova transformácia (diskrétny 1D prípad)

- Každý signál (1D, 2D..) sa dá vyjadriť ako **kombinácia sinusoid** (sin a cos)
- Prevedie obraz do **frekvenčnej** (spektrálnej) **domény**
- Hodnoty v pixeloch reprezentujú frekvenciu
 - Vysoká frekvencia – „rýchla“ zmena intenzít v obraze → hrany, detaily
 - Nízka frekvencia – homogénne oblasti
- Vo frekvenčnej doméne má každý signál **amplitúdu** a **fázu**.

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

Inverzná Fourierova transformácia

- Spätne prevedie obraz z frekvenčného spektra do priestorového/obrazového

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

Filtrovanie vo frekvenčnej doméne

- Obraz prevedieme Fourierovou transformáciou do frek. domény
- Odfiltrujeme určité frekvencie/interval frekvencií
 - napr. ponecháme len vysoké frekvencie (hrany)
- Obraz vrátime inverznou Fourierkou späť do priestorovej domény
 - Dostaneme zdetekované hrany

Filtrovanie vo frekvenčnej doméne

- `fft2 (I)` - vráti Fourierovu transformáciu šedotónového obrazu `I`
- `ifft2 (F)` - vráti inverznú Fourierovu transformáciu obrazu `F`
- `fftshift (fft2 (I))` - vráti Fourierovu transformáciu šedotónového obrazu `I`, tak že nulová frekvencia bude v strede obrazu
- **Poznámka:** Funkcia `fft2` a `ifft2` funguje iba na dátach, ktoré sú `double`, takže najprv treba aplikovať funkciu `im2double (I)`, ktorý zmení `integer` na `double`.

Filtrovanie vo frekvenčnej doméne

- `fft` v matlabe vracia komplexné čísla! `ifft` vracia komplexné čísla tiež.
- Musíme sa preto naučiť pracovať s komplexnými číslami.
- `real(c)` – reálna časť komplexného čísla c
- `imag(c)` – imaginárna časť komplexného čísla c
- `abs(c)` – absolútna hodnota komplexného čísla c
- `angle(c)` – uhol komplexného čísla c (=fáza)

Filtrovanie vo frekvenčnej doméne

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

Úloha: Skúste si zobrazit' Fourierovu transformáciu obrazu `stripes_vertical.jpg` a `stripes_diagonal.png`.

Úloha: Skúste zrekonštruovať obraz len z informácie o absolútnej hodnote alebo len z reálnej/imaginárnej časti frekvencií.

Filtrovanie vo frekvenčnej doméne

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

- V spektrálnej oblasti (po `fftshift` transformácii) sú nižšie frekvencie bližšie pri strede a vyššie frekvencie na okrajoch.
 - To nám zjednoduší filtráciu.

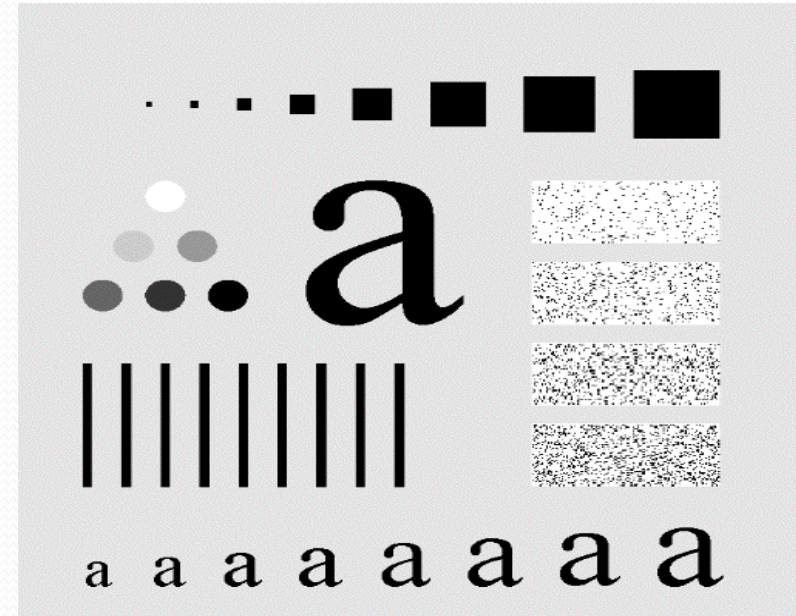
Úlohy na frekvenčné filtrovanie

Highpass (hornopriepustný) filter

- Transformujeme obrázok. Hodnoty pre nízke frekvencie (pod nejakým prahom) vynulujeme. Urobíme inverznú transformáciu.

Lowpass (dolnopriepustný) filter

- Rovnaký proces, ale vynulujeme vysoké frekvencie.



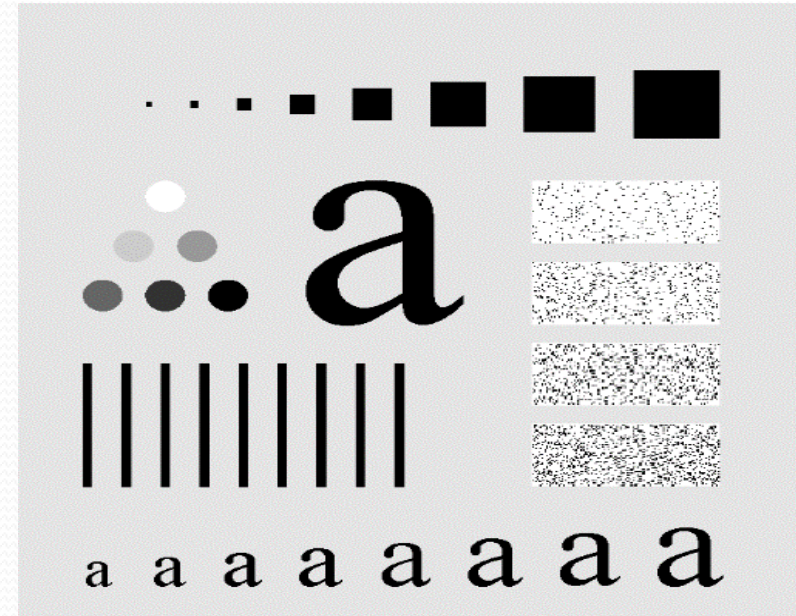
Úlohy na frekvenčné filtrovanie

Highpass (hornopriepustný) filter

- Transformujeme obrázok. Hodnoty pre nízke frekvencie (pod nejakým prahom) vynulujeme. Urobíme inverznú transformáciu.

$$\text{Ideal high pass: } H(u, v) = \begin{cases} 0 & D(u, v) \leq d \\ 1 & D(u, v) > d \end{cases}$$

- Vyskúšajte si Highpass a Lowpass filter v matlabe na obrázku `samples.png`.



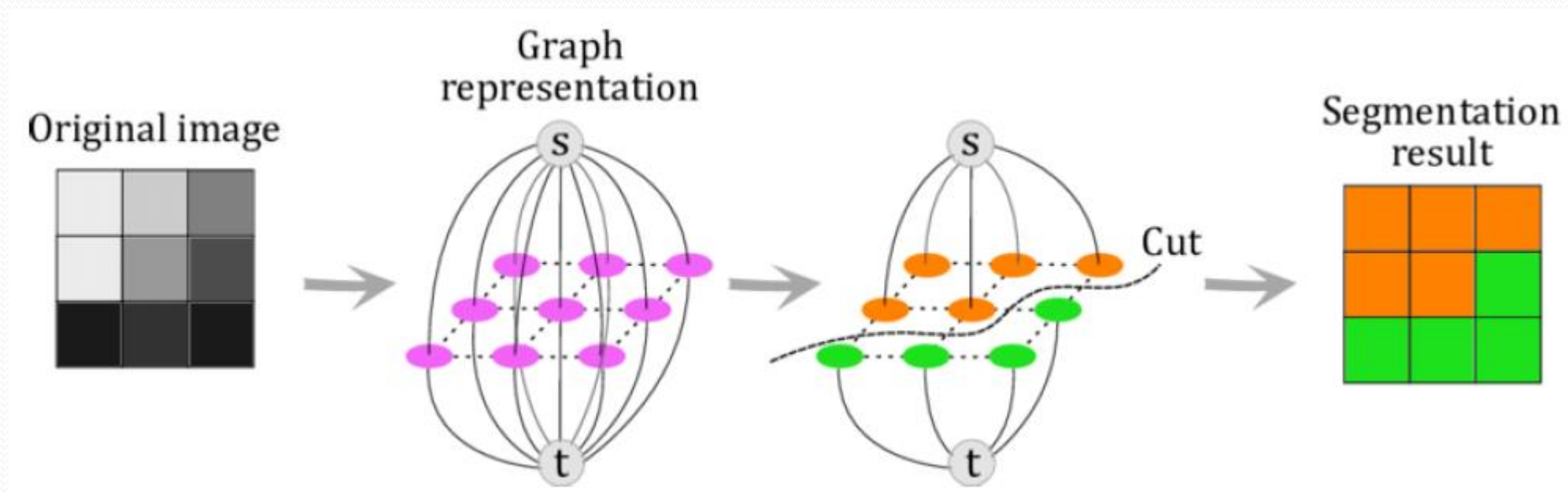
Segmentácia farebného obrazu

GraphCut metóda

- Využíva užívateľský vstup na segmentáciu popredia. Užívateľ označí nejaké pixely ako popredie a nejaké pixely ako pozadie.
- Algoritmus:
 - Zo všetkých pixelov sa zostrojí graf, každý pixel je spojený so susednými s váhou, ktorá zodpovedá podobnosti pixelov.
 - V grafe sú ešte dva vrcholy - jeden reprezentuje popredie a druhý pozadie. Tieto sú prepojené s pixelmi pomocou pravdepodobnosti, že sú z popredia resp. z pozadia. Túto pravdepodobnosť získame pomocou distribúcie farieb v užívateľom označenými pixelmi. Nakoniec použijeme algoritmus, ktorý urobí rez grafom tak, aby minimalizoval energiu, teda váhy hrán, ktoré vedú od vrchola popredia k vrcholu pozadia.

Segmentácia farebného obrazu

GraphCut metóda



- Graph Cut sa dá použiť aj v matlabe. V záložke apps si nájdite image segmenter.