



flusser@utia.cas.cz

Prof. Ing. Jan Flusser, DrSc.

Digitální zpracování obrazu Lecture 1

Image enhancement

Změny kontrastu a jasu

· Potlačení šumu

Detekce a zvýraznění hran

Detekce a zvýraznění hran

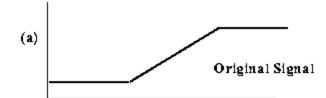
• Jednoduché metody zaostření obrazu

Detekce hran

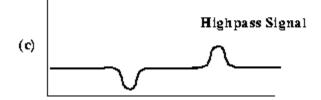
Jednoduché metody zaostření obrazu

Unsharp masking (neostré maskování)

• Odečtení Laplace: $f - \Delta f$



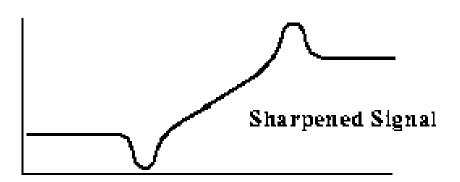




Unsharp masking

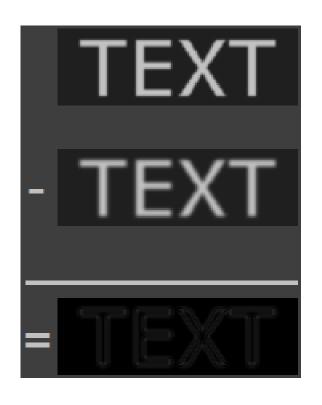
$$g(x,y) = f(x,y) - f_{smooth}(x,y)$$

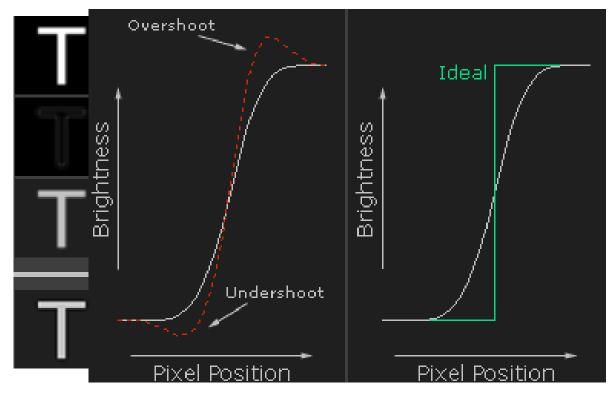
$$f_{sharp}(x,y) = f(x,y) + k * g(x,y)$$



Jednoduché metody zaostření obrazu

Unsharp masking (neostré maskování)





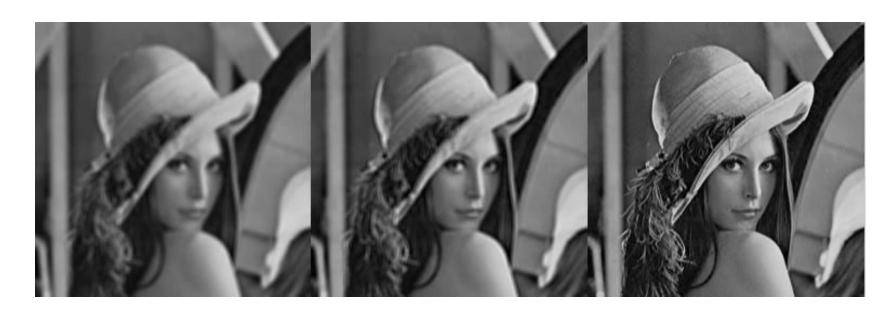
Neostré maskování - Laplace

$$A = 1/5 \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} - \left(\frac{\partial}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial y^2} \right)$$

$$B = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$B-A = 1/5 \begin{vmatrix} -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix}$$

Neostré maskování



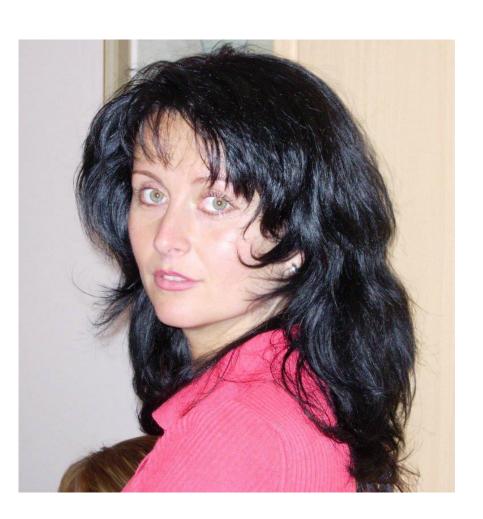
orig

Zaostření obrazu - Laplace



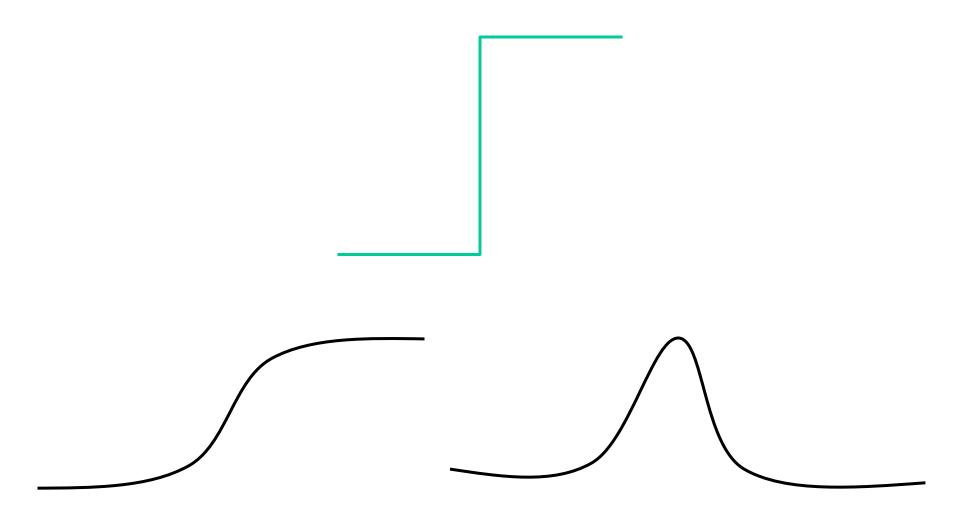
orig

Přehnané zaostření obrazu - Laplace

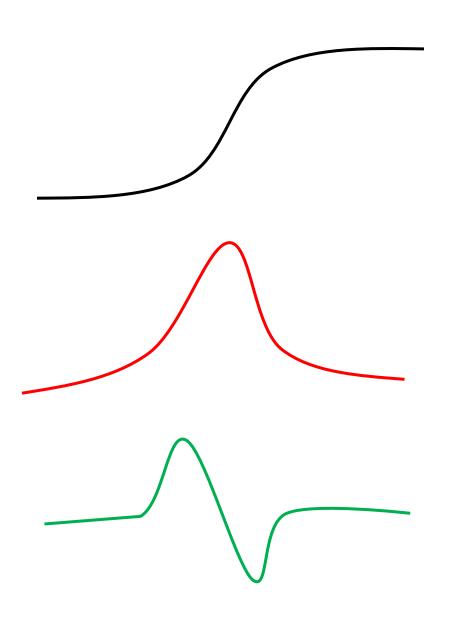




Detekce hran



Detekce hran



Detekce hran

• Detektory založené na 1. derivaci obrazu

Detektory založené na 2. derivaci obrazu

Detektory které nepracují s derivacemi

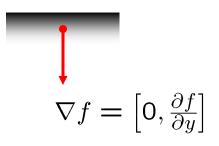
• Detekce hran ve Fourierově oblasti

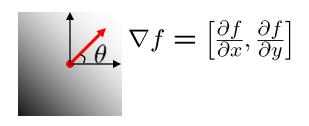
Gradient obrázku

$$\nabla f = \left[\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y} \right]$$

Gradient ukazuje ve směru nejrychlejší změny intenzity

$$\nabla f = \left[\frac{\partial f}{\partial x}, 0\right]$$



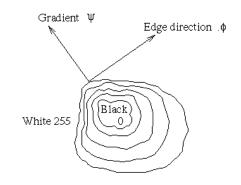


Směr gradientu je dán

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\partial f}{\partial y} / \frac{\partial f}{\partial x} \right)$$

Síla hrany je dána velikostí gradientu

$$\|\nabla f\| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

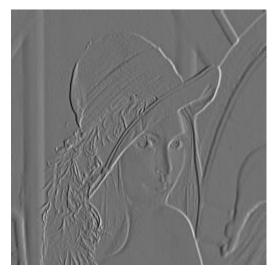


Jednoduché detektory založené na 1. derivaci

- · Roberts
- · Sobel
- · Prewitt
- ·Kirsch

Roberts













Prewitt

```
    1
    1
    0
    0
    0
```

vyhlazení

Sobel



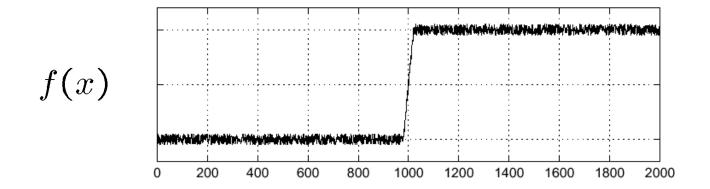


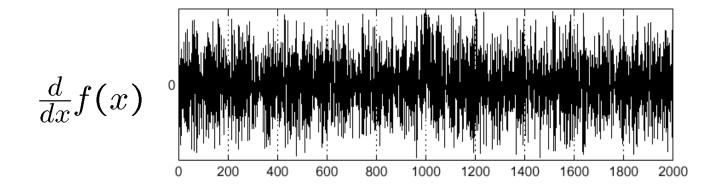


1
 0
 0
 -1
 -2
 -1



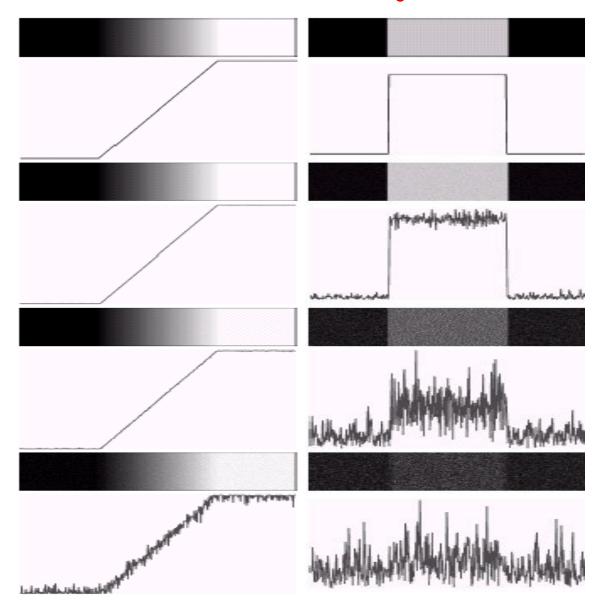






Kde je hrana?

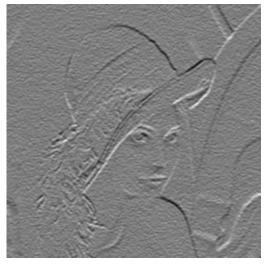
Hrany a šum

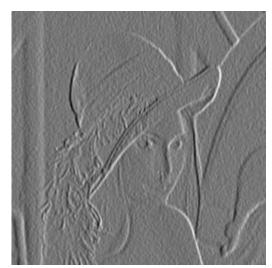


Sobel na obrázku se šumem

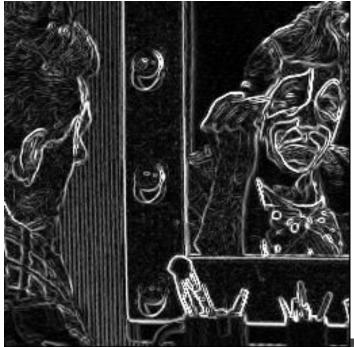












• Roberts



• Sobel

Canny

- vymyšleno pro skokové hrany
 - jedna hrana jedna odezva
 - přesná lokalizace hran

Postup:

- 1. obraz se vyhladí gausem f*G
- 2. spočítají se derivace (f*G)' Sobel
- 3. hledání maxim maximum = kandidát na hranu
- 4. Prahování prahy T1, T2

>T2 = hrana

<T2 & >T1 = hrana, jen soused hrany

Canny

- málo, dobře, jednou
- vyhlazení
- první derivace
- detekce hřbetů
- non-maximal suppression





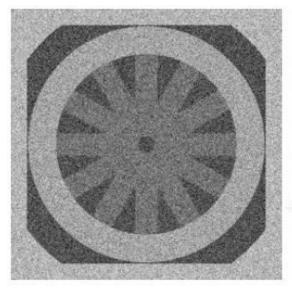


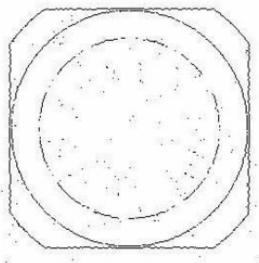
Canny



Porovnání

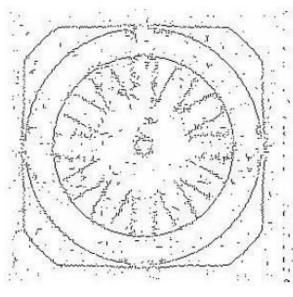
obr a šum

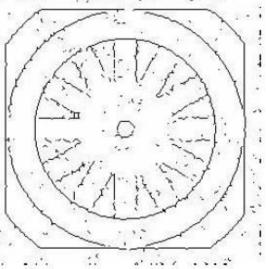




Sobel

Canny

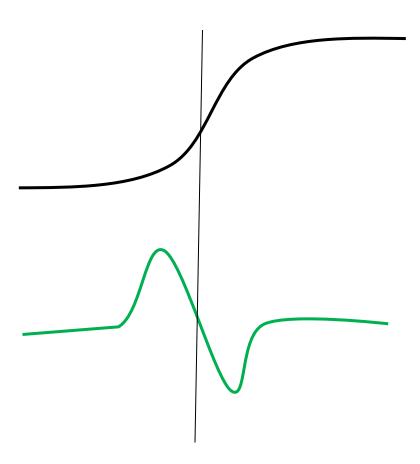




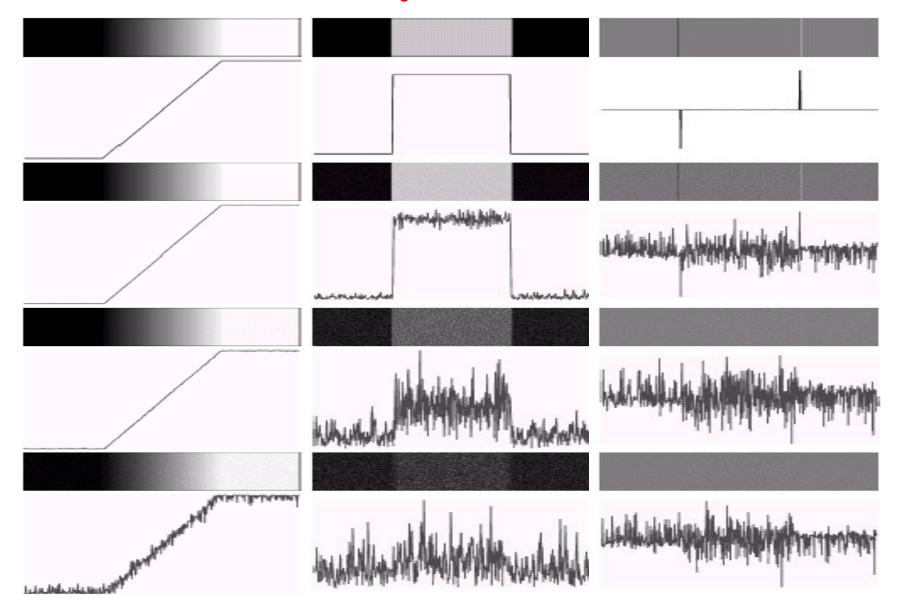
wavelety

Detektory založené na 2. derivaci

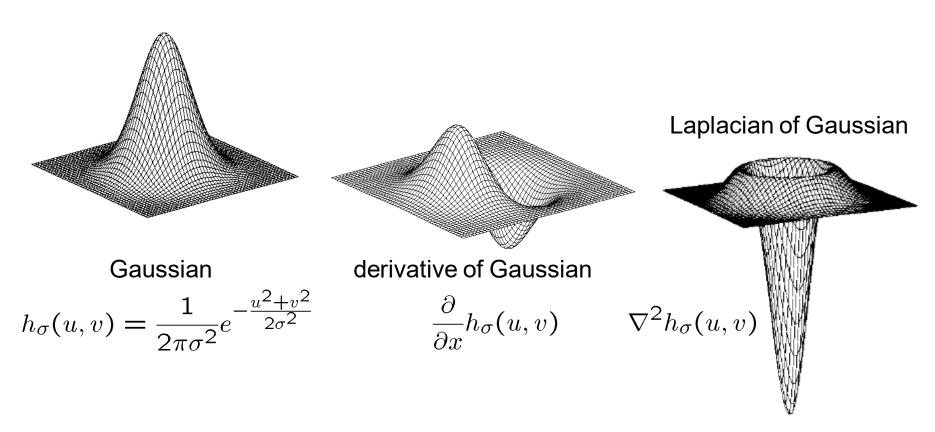
D. Marr, E. Hildreth (1980) -- LoG



Hrany a šum



Laplacian of Gaussian

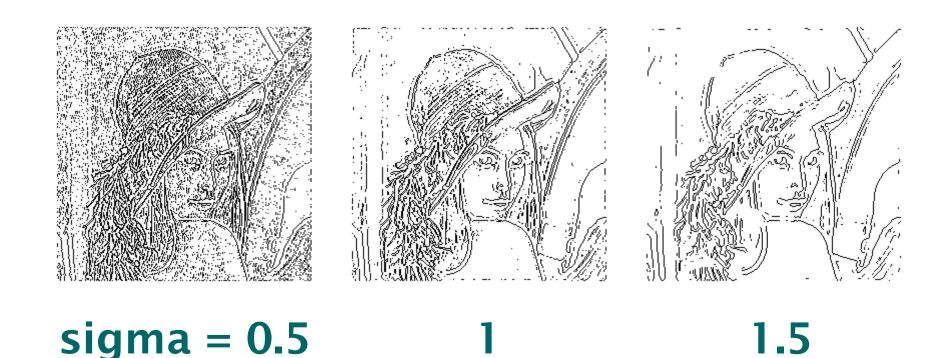


• ∇^2 is the **Laplacian** operator:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Detektory založené na 2. derivaci

D. Marr, E. Hildreth (1980) -- LoG



Zero crossing množiny △G*f



$$sigma = 2$$

Porovnání Canny a Marr

originál Canny Marr

Whitening

original image

"whitened" image





Díky, pro dnešek končíme s detektory hran!

Nějaké otázky?