

Filtrace obrazu

© 2010-2019 Josef Pelikán
CGG MFF UK Praha

pepca@cgg.mff.cuni.cz
<https://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/>

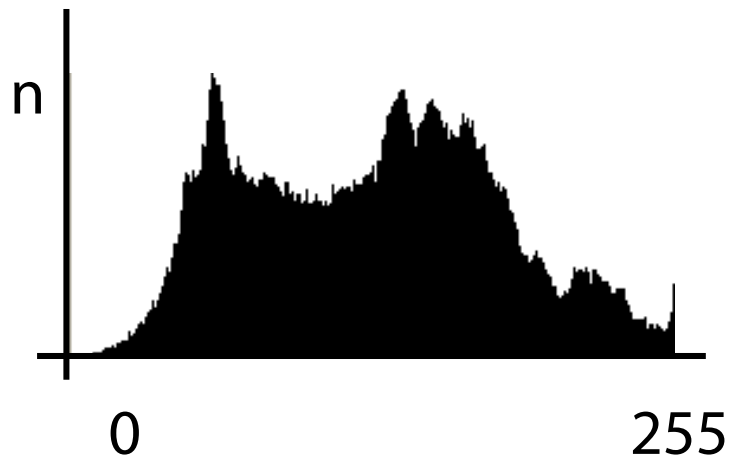
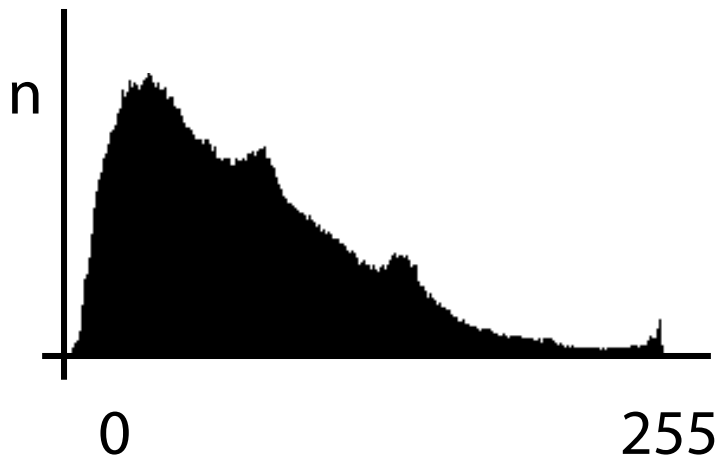


Histogram obrázku

Tabulka četností jednotlivých jasových (barevných) hodnot

– spojitý případ – hustota pravděpodobnosti

Přímé použití – fotografie





Jasové poměry obrázku

Histogram → první odhad **expozice** obrazu

Přeexponované nebo podexponované snímky

Nedostatečný nebo příliš velký **kontrast**

„Dobrý histogram“

- obraz má odstíny ve všech částech škály
- ~ detaily čitelné ve stínech i jasných partiích

Nedal by se špatný histogram „opravit“?



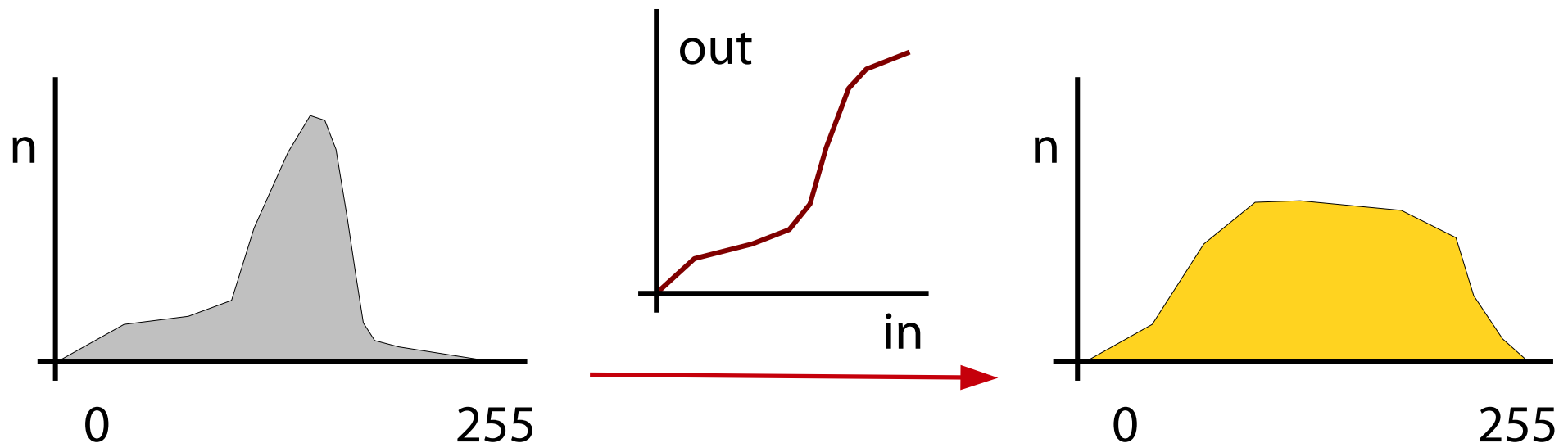
Jasová transformace

Převodní funkce („transfer function“) mezi jasy na vstupu a výstupu

– $t: R \rightarrow R$ (obvyčejně $[0, 1] \rightarrow [0, 1]$)

Gamma-korekce

Zvětšování kontrastu





Ekvalizace histogramu

Umělá jasová transformace

- snaží se o vyrovnaný histogram

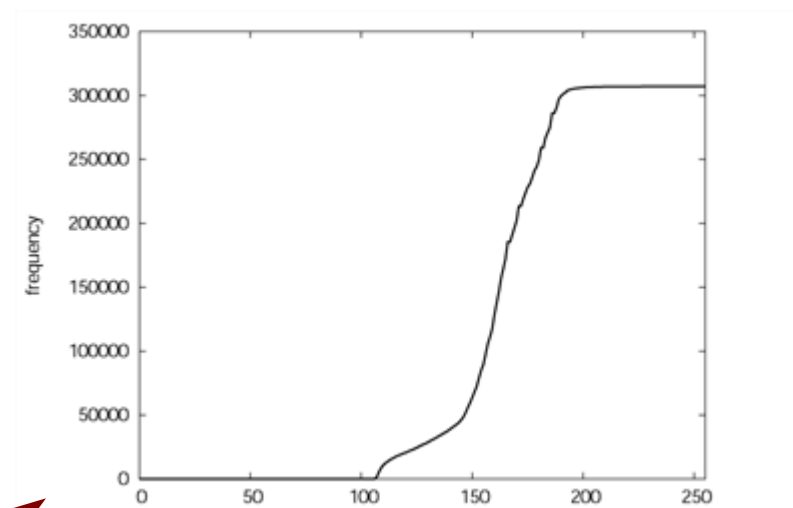
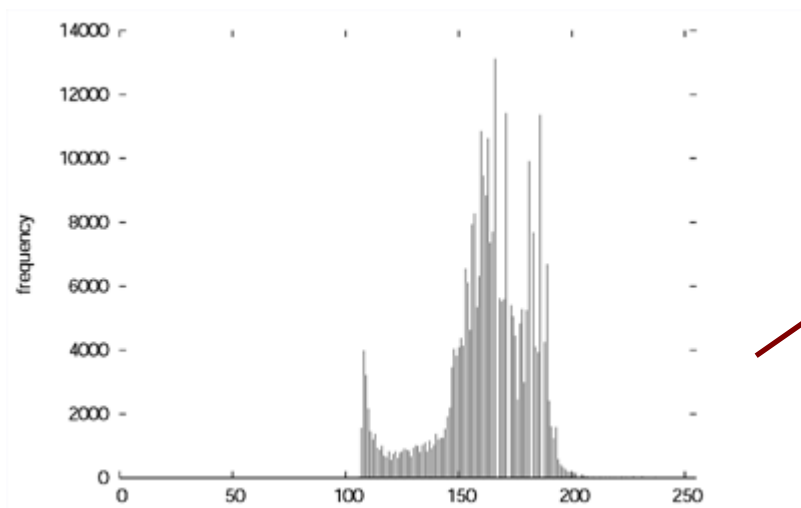
Manipuluje s celými jasovými „sloupečky“

- případně rozděluje četnější odstíny stochasticky

Lokální ekvalizace histogramu

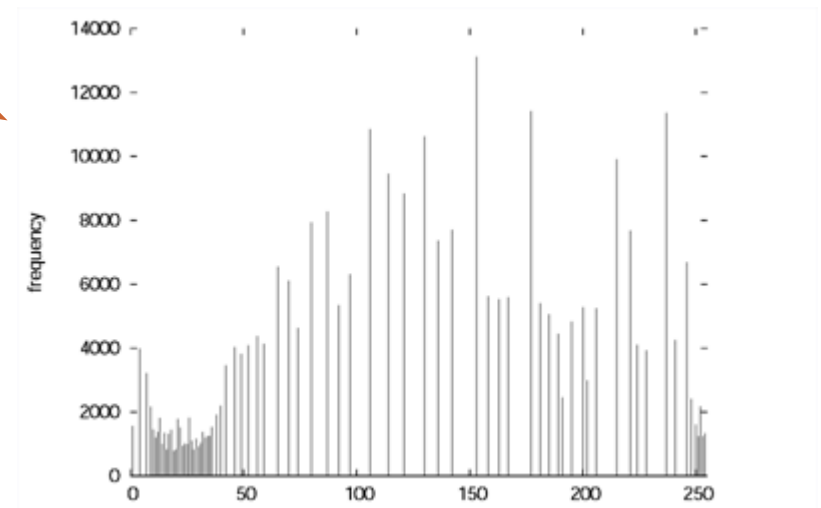
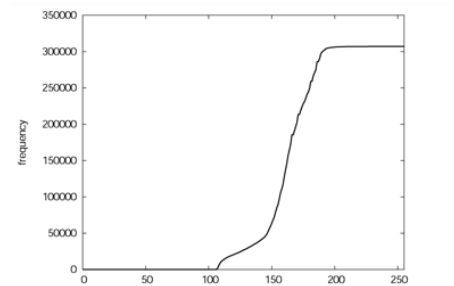
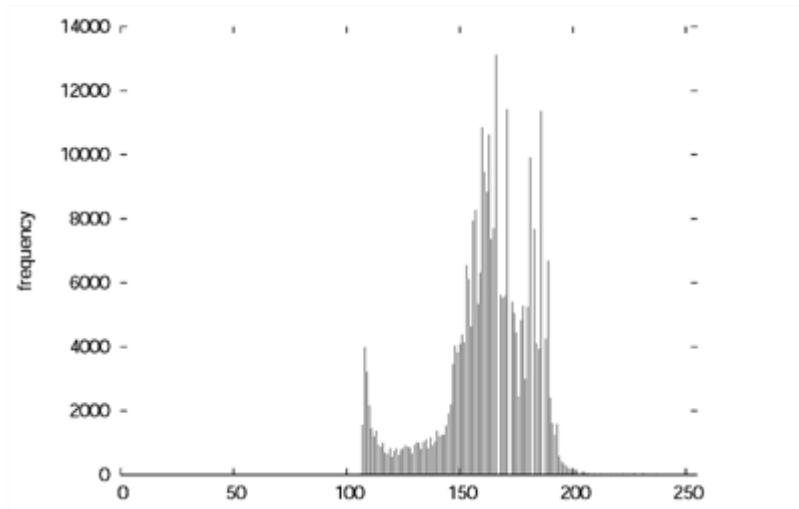
- analýzu dělá jen na (větším) okolí daného pixelu
- může zlepšit čitelnost na celé ploše obrázku
- nezachovává jednobarevné plochy!

Příklad globální ekvalizace

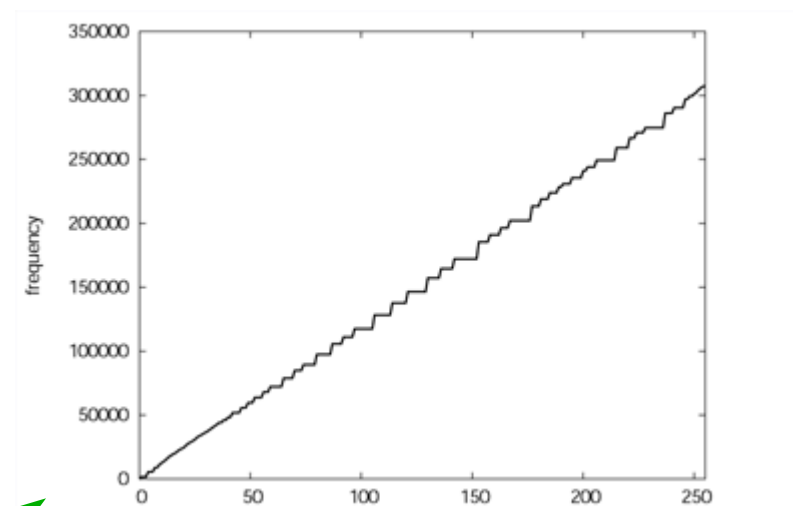
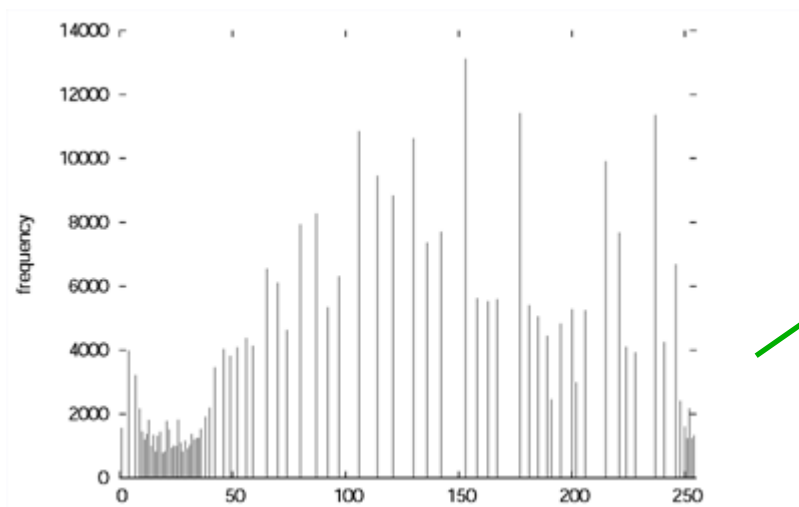


**Kumulovaný histogram
(jasová transformace)**

Jasová transformace



Výsledek po ekvalizaci



Kumulovaný histogram



Barevné operace

1. převod **RGB** \rightarrow **HSV**
- 2a. manipulace se **sytostí S**
- 2b. manipulace s **odstínem H**
 - změna barvy objektu
 - selektivní přebarvování ...
3. převod zpět **H'S'V'** \rightarrow **R'G'B'**

HSV operace



HSV operace





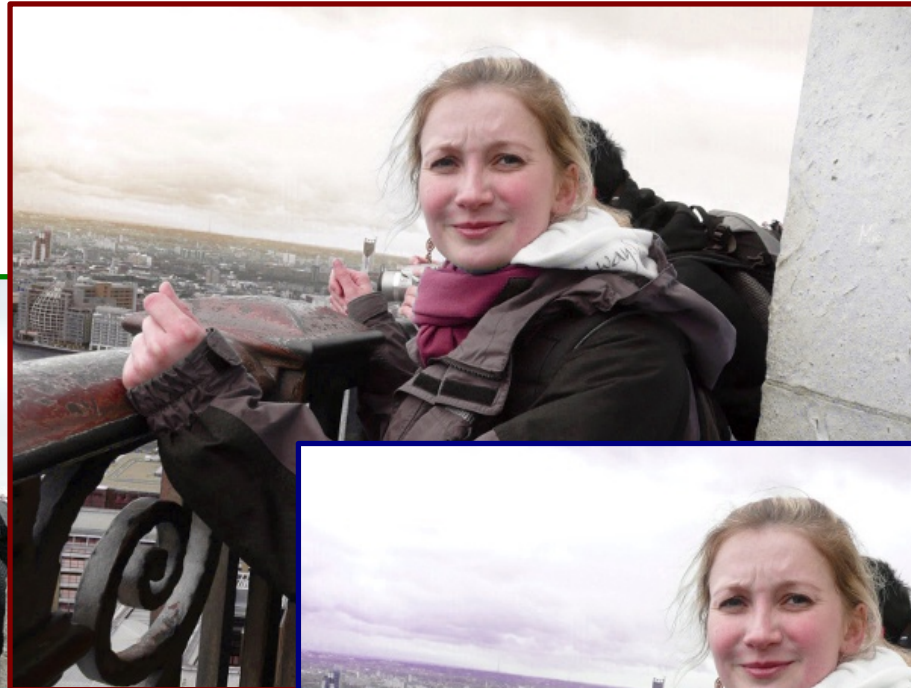
Příklady barevných operací



(algoritmus: Miroslav Hrivík)



Příklady barevných operací



(foto a algoritmus: David Marek)



Matematická definice obrazu

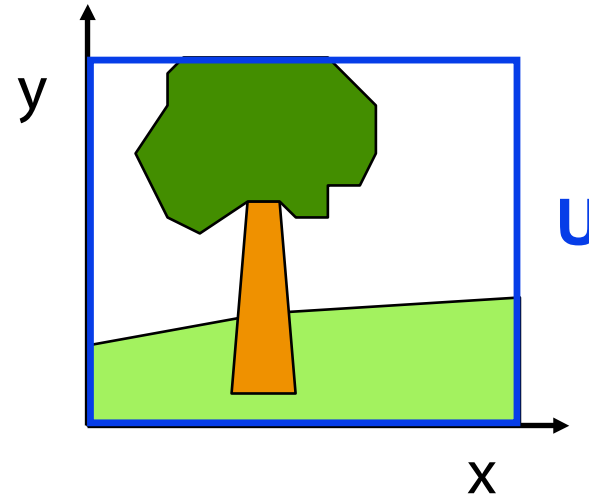
„Obrazová funkce“

$$f: U \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^n$$

$$f: [x, y] \rightarrow [a_1, a_2, \dots, a_n]$$

poloha bodu
v rovině

atributy obrazu
(barva, průhlednost)





Konvoluce

Spojitá varianta „váženého klouzavého průměru“

- váhová funkce (konvoluční jádro) **g**

Úzká souvislost s **Fourierovou transformací**

- spektrální prostor
- filtry typu „dolní propust“ apod.

$$(f * g)(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot g(x - t) dt$$

(1D varianta)



Diskrétní konvoluce

„Vážený klouzavý průměr“ na posloupnosti (tabulce)

– váhová posloupnost (tabulka) g

Souvislost s **diskrétní Fourierovou transformací**

$$(f * g)[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m] \cdot g[n-m]$$

(1D varianta)



Účinky konvoluce

Dolní propust (jen kladné hodnoty g)

- rozmazání obrazu
- potlačení šumu

Horní propust (kladné i záporné hodnoty, součet 0)

- detekce hran v obraze
- po modifikaci: ostření obrazu

Složitější spektrální filtry

Další efekty („emboss“ ...)

Rozmazání obrazu



Originál



Gauss

1	2	1
2	4	2
1	2	1

/ 16



Detekce hran („high-pass filter“)



Originál



Sobel (2 směry)

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

Ostření obrazu



Laplacián

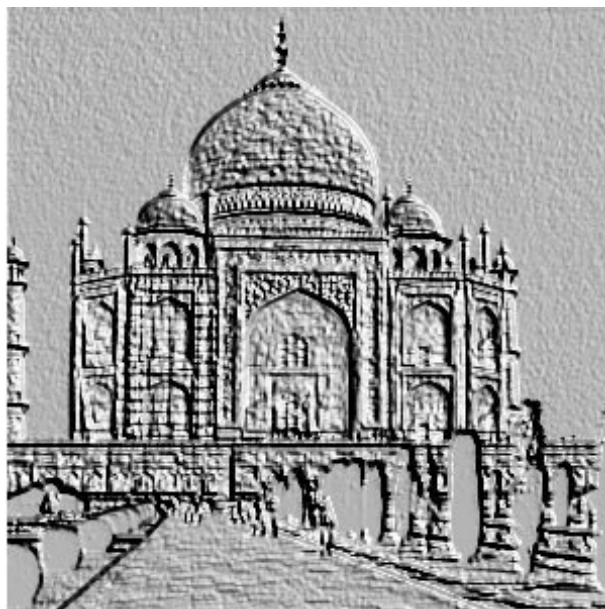
0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0



Zaostření

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

„Emboss“ efekt



Emboss

<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

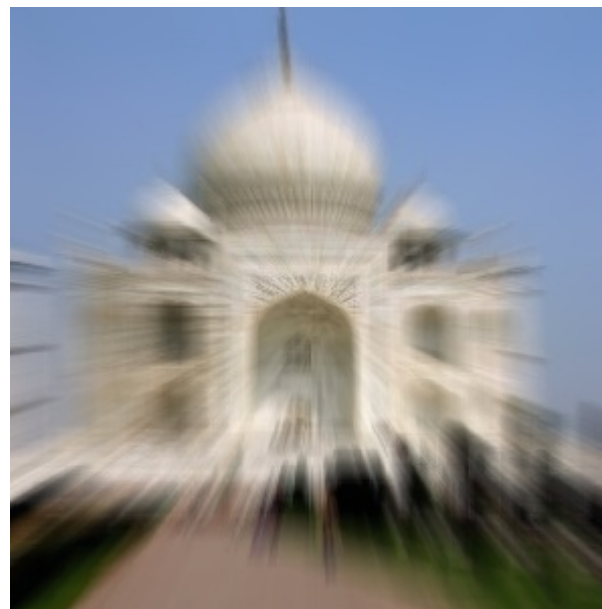


Originál

Neuniformní rozmazání



Originál



Radiální rozmazání
(1D rozmazání)



Nelineární filtry („rank filtry“)

Okénková filtrace (podobně jako u konvoluce)

V okénku se hodnoty pixelů **seřadí podle velikosti**

- **medián:** potlačení šumu, umělecké efekty ...
- **minimum:** „eroze“
- **maximum:** „dilatace“

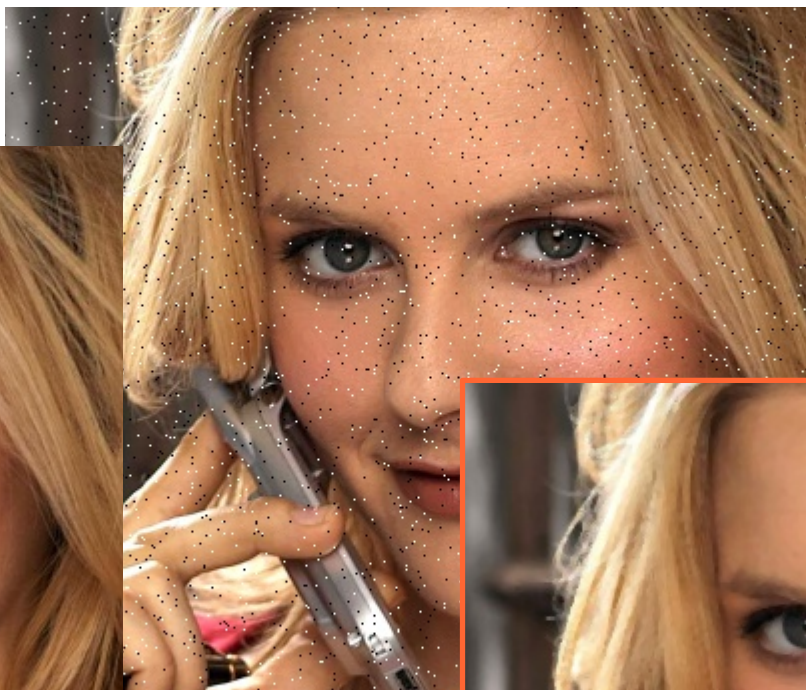
Různé tvary okna

- čtverec
- kruh
- křížek (zachová ostré rohy)

Medián na potlačení šumu



originál



pepř & sůl



medián 3×3

Dilatace a eroze



dilatace



eroze



Potlačování šumu

Pokročilejší metody se snaží o **zachování hran** obrazu

- nelze použít obyčejnou redukci vysokých frekvencí

Varianty **mediánového filtru**

Neizotropické filtrování

- rozmazávání se děje ve směru „vrstevnic“ obrazu (kolmo na gradient obrazové funkce)

Filtrace **rotující maskou**

- několik uvažovaných okolí daného pixelu
- průměruje („mediánuje“) se v okénku s minimálním rozptylem



Umělecké efekty

Napodobení malířských/kreslířských technik

Simulované tahy štětcem/perem/pastelem

Efekty typu „mozaika“, vitráž, ...

NPR (nefotorealistické) efekty

- zvýrazňování hran
- vyplňování vnitřních oblastí objektů
- narůstání oblastí (aplikace segmentačních metod)
- ...



Příklad – umělecký efekt

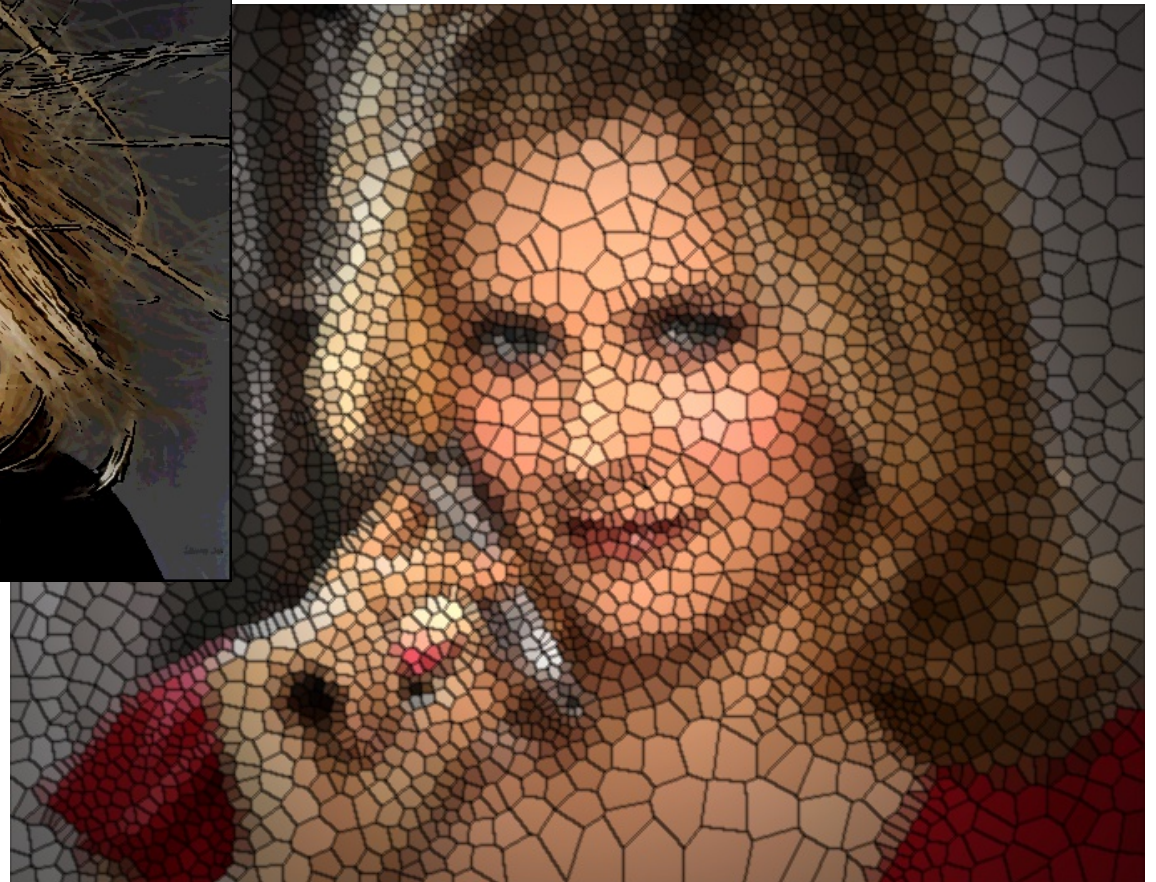


originál

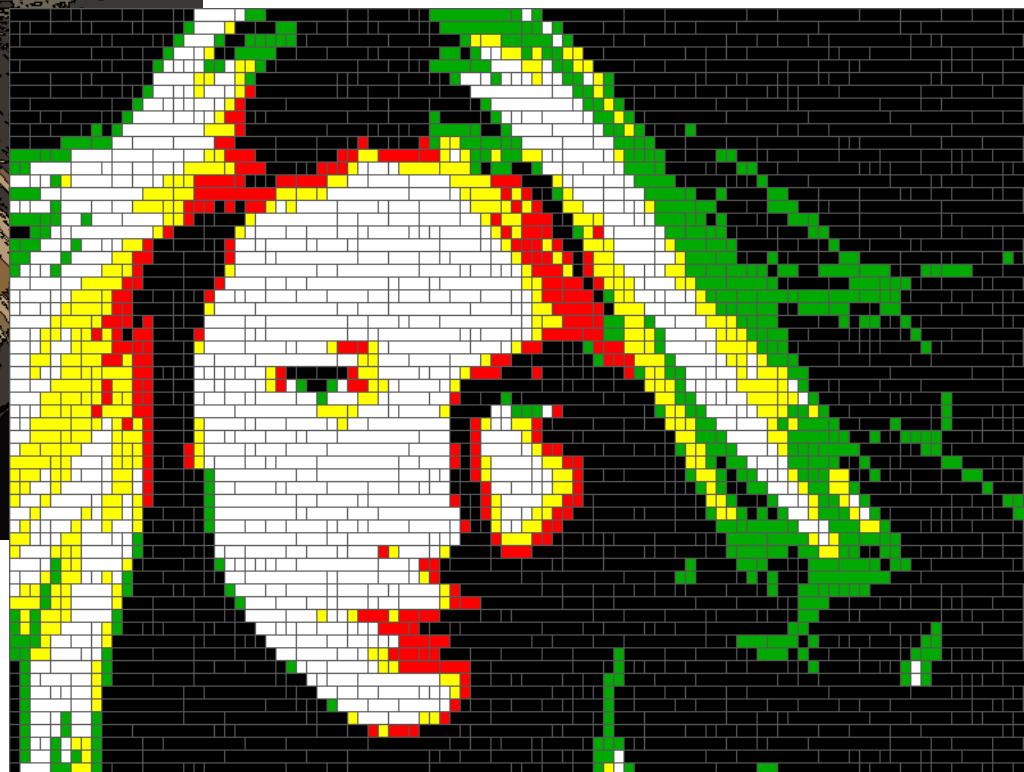
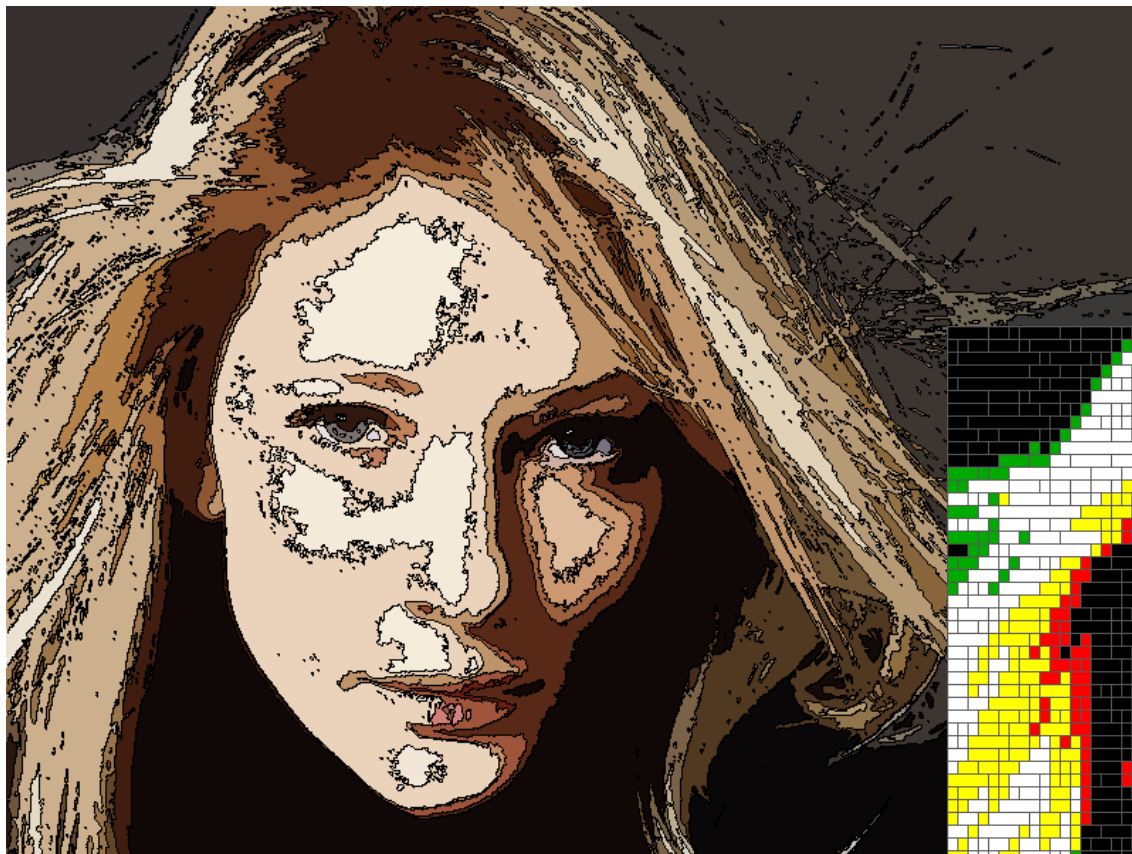


kresba

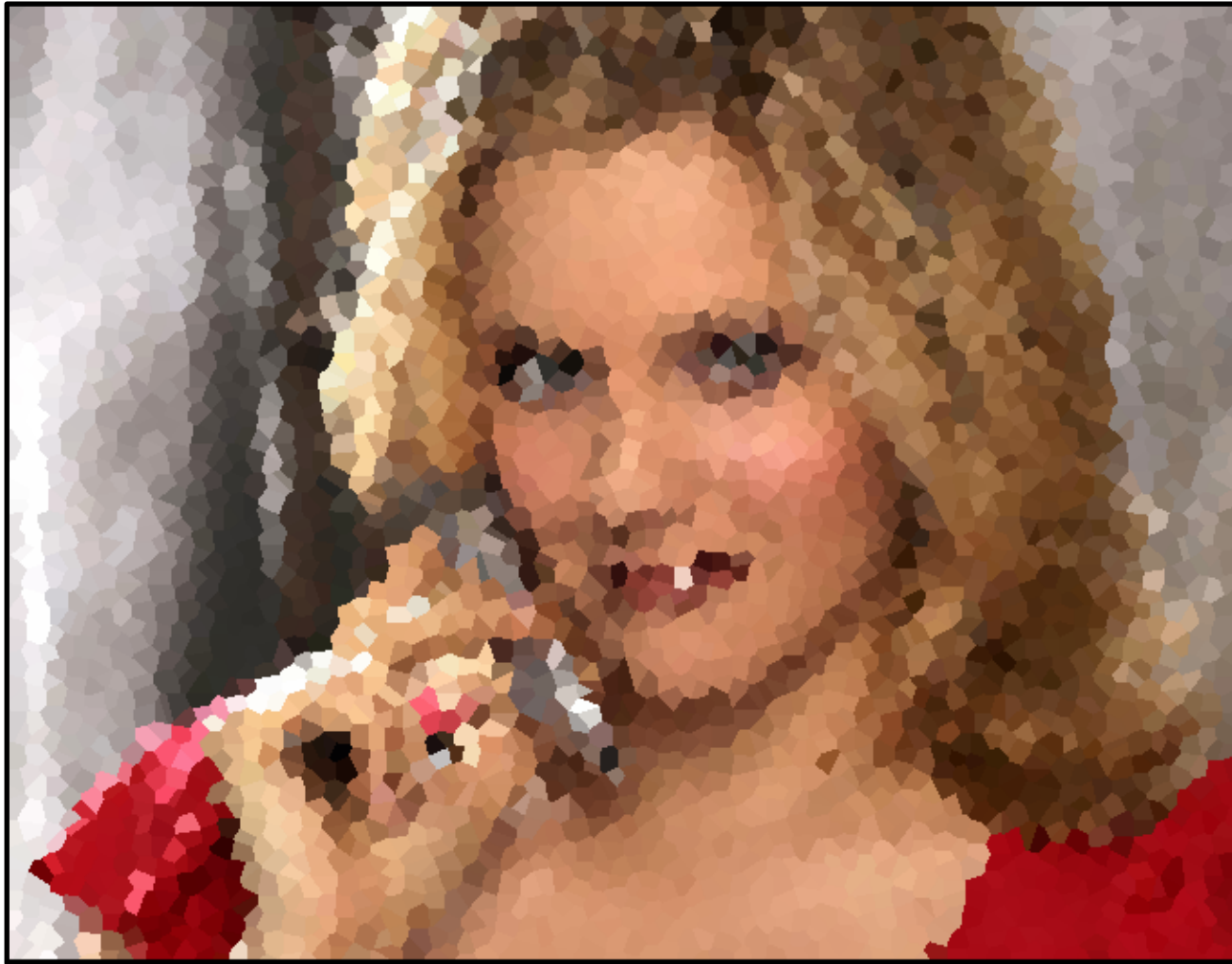
Příklad – NPR filtry



Příklad – NPR filtry



Příklad – mozaika





Pratt W. K.: *Digital Image Processing: PLKS Inside*, 3rd Edition, Wiley-Interscience, 2001

Gonzales R. C, Woods R. E.: *Digital Image Processing*, 3rd Edition, Prentice Hall, 2007