

Rastrové grafické formáty

Václav Krajíček
KSVI MFF UK, 2007

Grafické formáty

- Velké množství
 - Mnoho různých požadavků na uložená data
 - neobrazová data
 - Nativní formáty
 - Například: PSP (Photoshop), XFC (Gimp)
 - Splňují speciální požadavky programů
 - Standardizované formáty
 - JFIF (JPEG), PNG
 - Vhodné pro přenos dat mezi různými systémy, platformami, k archivaci

Typy formátů

- Rastrové
 - Zachycují diskretizovanou obrazovou funkci
 - Digitální obraz
- Vektorové
 - Zachycují grafická primitiva, ze kterých se obraz skládá
 - Čáry, křivky, plochy, text, barevné přechody, vzorky
 - Hlubší porozumění obrazu

Rastrové formáty

- Hlavička
 - meta-informace
- Data
 - bez komprese/komprimovaná
 - obrazová i jiná
- Způsob kodování
 - Endianovitost
- Způsob uložení
 - Prokládání, dlaždice, bitové roviny
 - Multiresolution

Barvy a palety

- Ukládání barvy v obrázku
 - Index do palety
 - Paleta součástí souboru
 - Typicky 2-256
 - Přímá hodnota barvy
 - Bitová šířka hodnoty – 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48
 - Formát hodnoty, např RGB 8-8-8, 5-6-5, 3-3-2, RGBA
 - Grayscale
 - HDR - float

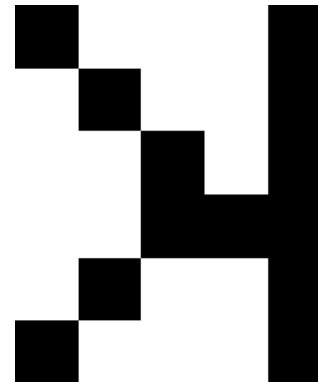
Komprese

- Důvody
 - 512 x 512 ještě ok
 - scanner s 300dpi vyrobí 20-30MB na jednu šedotónovou stránku A4
 - video, HD
- Bezeztrátová / ztrátová
- Symetrická / nesymetrická
- Kompresní poměr

PBM/PGM/PPM

- Portable BitMap/GrayMap/PixMap file format
- Textový/Binární
- Snadno parsovatelný
 - začíná P1/P2/P3 (textové), nebo P4/P5/P6 (binární)
 - komentáře, šířka/výška, data

```
P1
# Toto je PBM soubor
6 6
1 0 0 0 1 0
0 1 0 0 1 0
0 0 1 0 1 0
0 0 1 1 1 0
0 1 0 0 1 0
1 0 0 0 1 0
```



PCX

- nativní formát (PC Paintbrush)
- Paleta / True color
 - 2-256, v hlavičce/na konci souboru, RGB
- nekomprimované

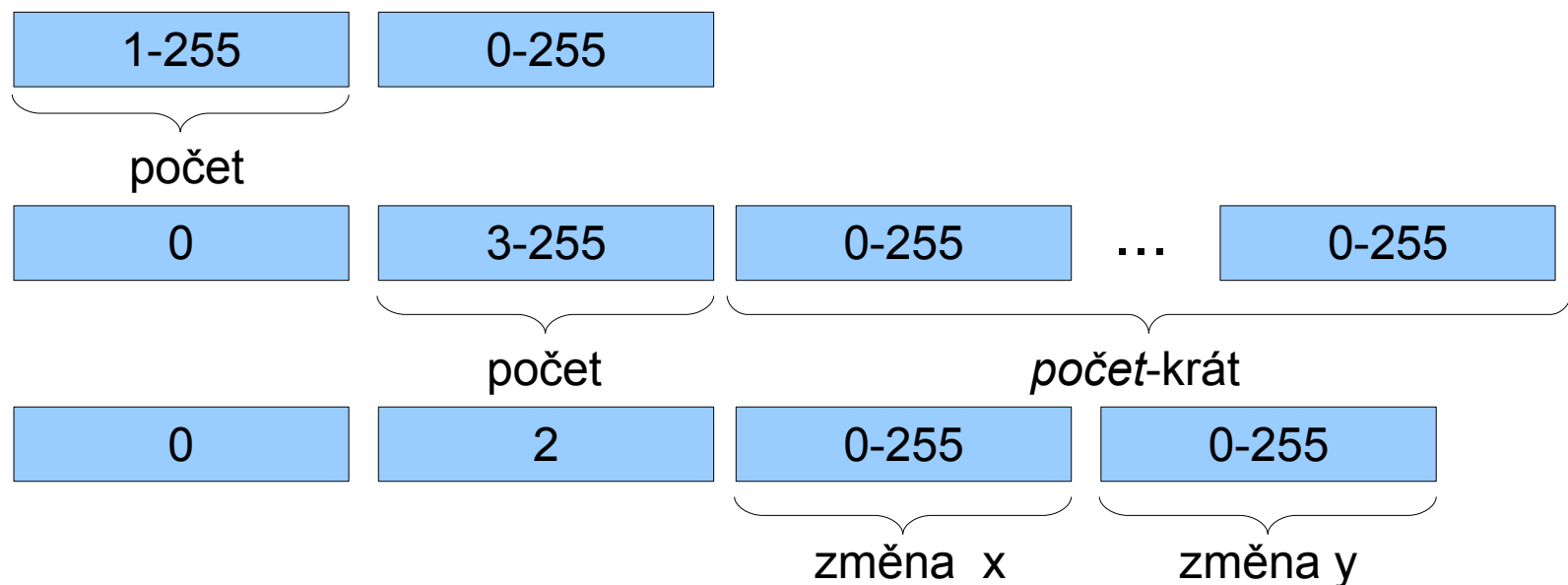
11	počet	0-255
----	-------	-------
- RLE komprese

0-191

 - run – length encoding, nevhodná
- hardwarově orientovaný
 - bitové roviny (EGA) / pixely

BMP

- Microsoft Windows Bitmap
- 2-256 barev s paletou, RGB
- bez komprese / RLE komprese
 - citovaný / kódovaný proud
 - escape sekvence (pohyb po obrázku, konec)



TGA

- Targa Image File
 - hardwarově orientovaný (adaptery Targa)
- barevné formáty
 - 32 bitů RGBA, 16, 24 RGB, (variabilní) paleta
 - per pixel atributy
- RLE komprese (jako BMP)
 - další možné komprese: Huffman, delta
- patička, metadata, rozšíření
- opacna orientace – „vzhůru nohama“

Huffmanovo kódování

- Spočítám výskyty všech k písmen
- Hledám $\min \sum_{i=0}^k l_i a_i$
- Hladový algoritmus
 - Huffmanův strom
 - Znaky/slova s nejmenším výskytem nejdál od kořene, proto připojují do stromu
- Komprese CCITT
 - přenos faxů, černobílých dokumentů

GIF

- Graphics Interchange Format, verze 87a a 89a
- Vlastnosti
 - pouze paleta (do 256), setřídění
 - LZW komprese
 - průsvitná barva
 - prokládání
 - více obrázků v jednom (animace)
 - neobrazové informace

1
4
3
4
2
4
3
4
1

Verze	Globální hlavička	Globální paleta
-------	-------------------	-----------------

Lokální hlavička	Lokální paleta	Data
------------------	----------------	------

} opakuje se

LZW komprese

- slovníková metoda
 - počáteční délka kódu p
 - implicitní slovník
 - $0-2^p-1$
 - 2^p – reset,
 - 2^{p+1} – end
 - maximální délka slovníku 4096, po dosažení reset
 - proměnná šířka kódu $p+1-12$

Algoritmus LZW

• Komprese

- přečtu znak Z
- je MZ ve slovníku:
 - pamatuji M=MZ
- není MZ ve slovníku:
 - přidám MZ do slovníku
 - kód M na **výstup**
 - pamatuji M=Z

• Dekomprese

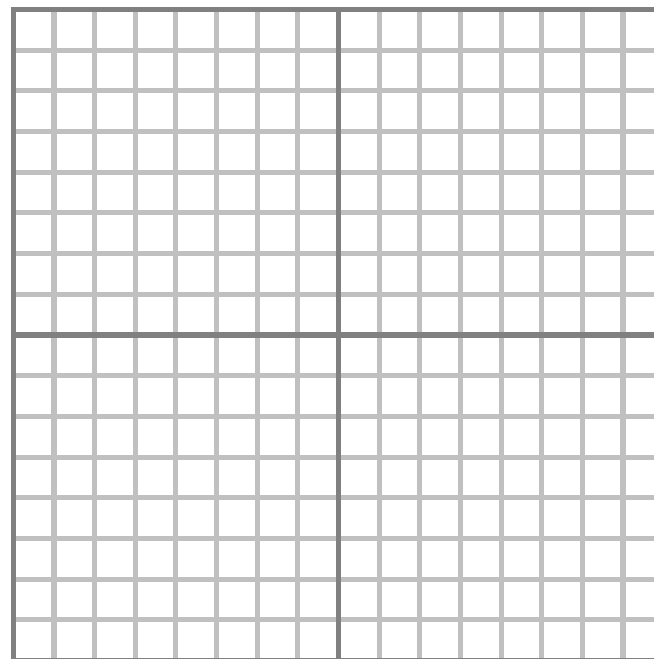
- přečtu kód C
- je C ve slovníku:
 - slovo ze slovníku pro C
- není C ve slovníku:
 - slovo je M a M[0]
- na **výstup** pošli slovo
- M a slovo[0] do slovníku
- v M si pamatuj slovo

PNG

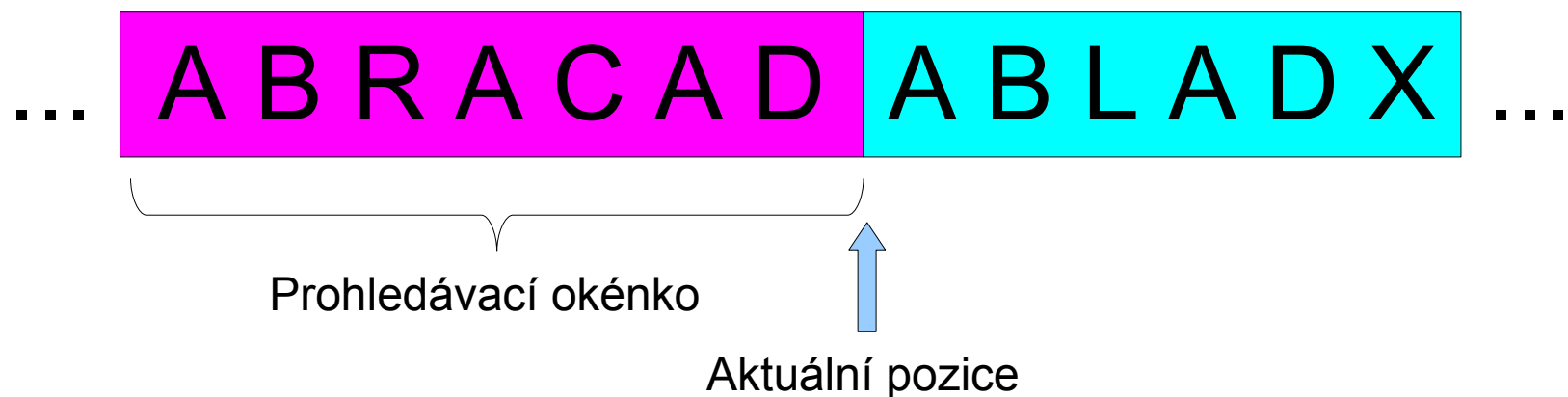
- Portable Network Graphics [ping]
- „internetový formát“, W3C
- Paleta, true-color (24-48), grayscale (8-16)
- Průhlednost - alfa kanál
- Bezeztrátová komprese
 - DEFLATE (LZ77+HK), volitelná predikce
- Skládá se s 'chunků'
 - různé typy dat – paleta, text, korekce
 - rozdělení obrázku, dobré pro přenos
- Nepodporuje animace – MNG, APNG

Prokládání PNG

1 6 4 6 2 6 4 6
7 7 7 7 7 7 7 7
5 6 5 6 5 6 5 6
7 7 7 7 7 7 7 7
3 6 4 6 3 6 4 6
7 7 7 7 7 7 7 7
5 6 5 6 5 6 5 6
7 7 7 7 7 7 7 7



Kompresa LZ77



Kód: (kroků zpět, délka, další znak)

(7, 2, L)

(5, 2, X)

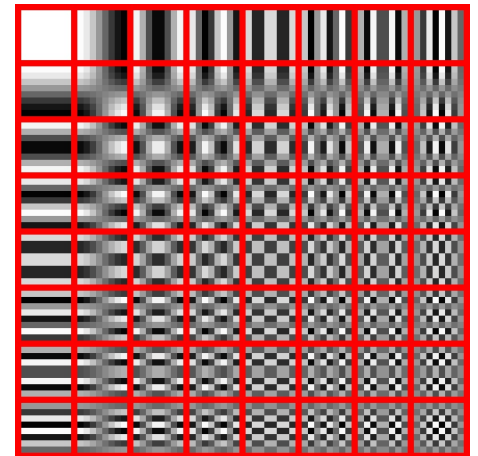
JFIF

- JPEG File Interchange Format
 - JPEG je kompresní metoda/JFIF formát souboru
- Vhodný na fotografie
- Nevhodný na velké homogenní plochy a písmo
 - Screenshots z GUI
- Barevný systém YC_bC_r

B	B	B	B	B	B	B
	R		R		R	
B	B	G	B	B	B	G
B	B	B	B	B	B	B
	R		R		R	
B	B	B	B	B	B	B

JPEG komprese

- Slavná ztrátová komprese
 - Kosinová transformace na blocích 8x8
 - VLI a Huffmanovo kódování koeficientů
- Progresivní režim
- Hierarchické kódování
- Bezeztrátová komprese
 - Predikce
- JPEG2000
 - Ještě lepší, založen na waveletech



Srovnání kvality JPEG komprese

splitting

subsampling, each channel
is split into 8x8 blocks with some frequency components
by the edge pixels
representing the edges
better strategy



128x128 PNG

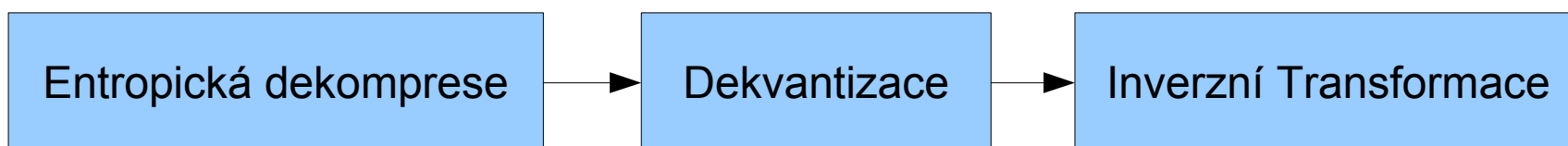
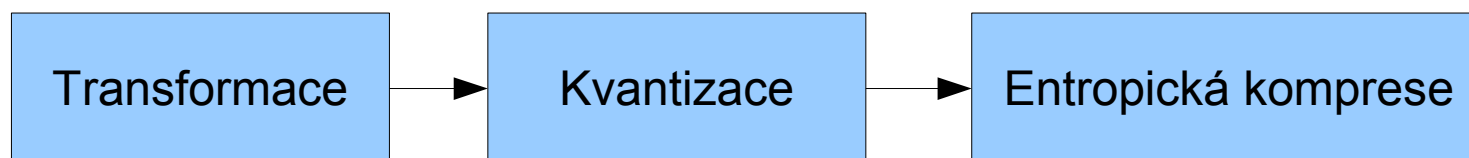
splitting

subsampling, each channel
is split into 8x8 blocks with some frequency components
by the edge pixels
representing the edges
better strategy



128x128 JPG

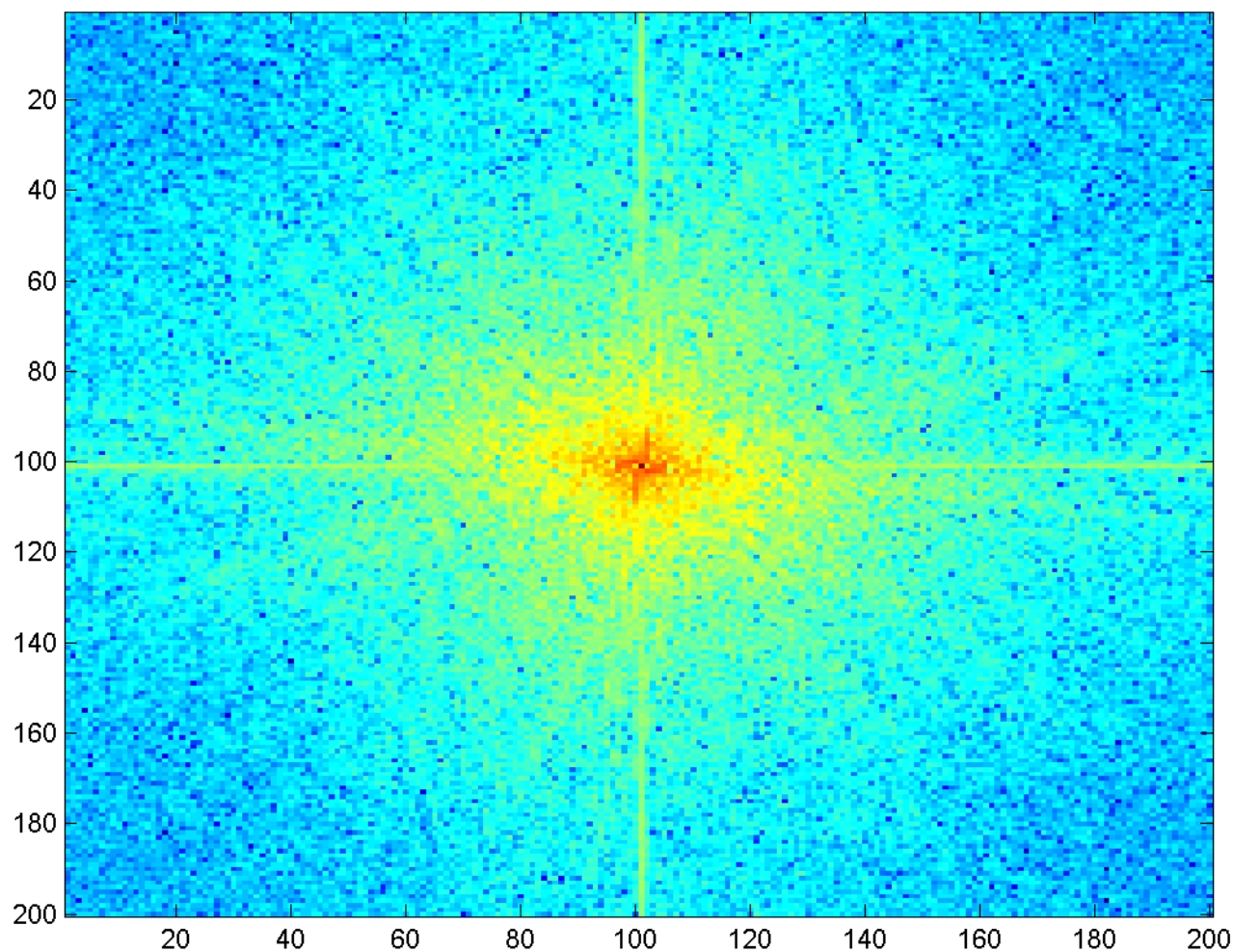
Princip komprese/dekomprese



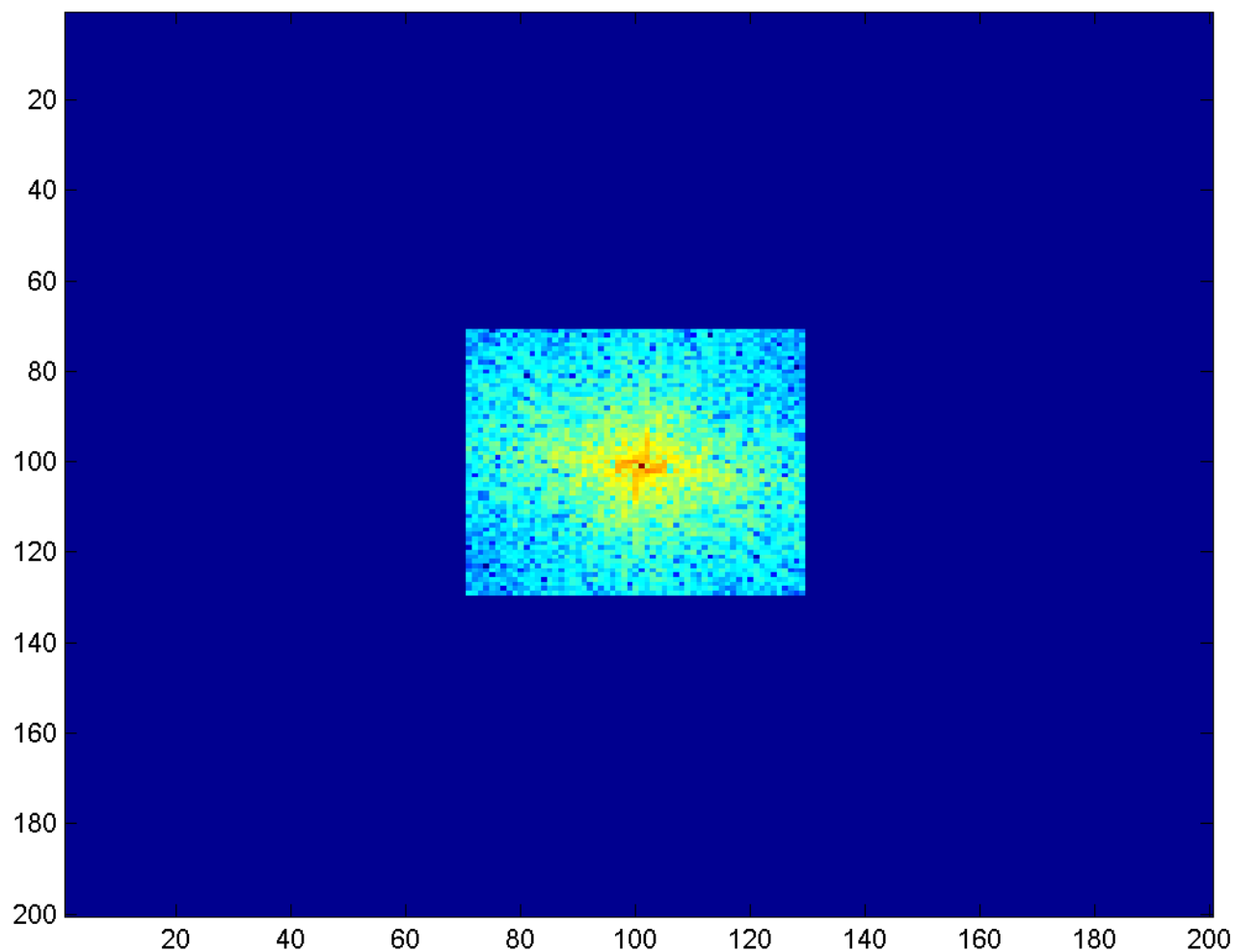
Ukázka transformace (1/4)



Ukázka transformace (2/4)



Ukázka transformace (3/4)



Ukázka transformace (4/4)



TIFF

- Tag Image File Format
- Univerzální, standard pro DTP
- Složitý
- Obálka
 - Může obsahovat obrazy s různou kompresí
 - JPEG, LZW, RLE, CCITT
 - Více obrázků v jednom, dlaždice, pruhy
 - Složen z tagů – mnoho typů
 - Specifikace, Verze 6.0

HDR (RGBE Radiance)

- Obraz o velkém dynamickém rozsahu
 - Obsahuje stíny i ostré světlo a přitom zachovává dobrý kontrast.
- Pixel je
 - kódován RGB, jednotlivé složky floaty
 - normalizován mezi 0,5 a 1
 - uloženy jako 3 mantisy a jeden společný exponent
 - 3*8 bitů + 8bitů

$$\begin{array}{ccccccc} [0.3 \ 0.02 \ 0.1] & = & [0.6 \ 0.04 \ 0.2] & \cdot 2^{-1} & \longrightarrow & [153 \ 10 \ 51 \ 127] \\ & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} & \underbrace{\hspace{0.5cm}} & & \underbrace{\hspace{2.5cm}} \\ & & 3xMantisa & Exponent & & 4 \text{ byty} \end{array}$$

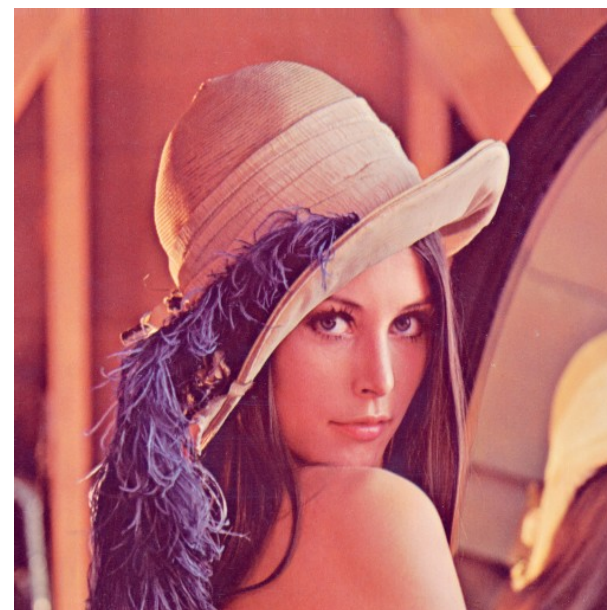
DICOM

- Digital Imaging and Communications in Medicine
- Standard pro výměnu lékařských dat
- Komplikovaný
 - Specifikace přes 1000 stran
 - Nejen o uložení obrazu
- Hodně meta-informací
 - Informace o pacientovi, metodě snímání, modalitě, nastavení přístroje, čas, diagnóza, ...
 - Anonymizace
- Podporuje kompresi, ale většinou se nepoužívá

Srovnání

- Obrázek Lenna 512x512 24bit
- GIMP

Formát	Velikost	Poměr
Original	769KB	1
JFIF(20%)	13KB	59,2
JFIF(80%)	43KB	17,9
JFIF(100%)	210KB	3,7
PNG	466KB	1,7
PCX	882KB	0,9
BMP RLE	769KB	1
GIF	227KB	3,4
TGA RLE	769KB	1
TIFF deflate	535KB	1,4
PPM text	2784KB	0,3
PPM binary	769KB	1
DICOM	769KB	1



Použití grafických formátů

- Knihovny
 - C/C++, Java
 - Vhodná licence
 - Většina formátů
 - libtiff, libjpeg, libpng, dcmtk, libtga
- Praktické rady
 - 'Wrappery'
 - Při načítání 'bufferovat'
 - Hlídat zarovnání datových struktur

Zneužití grafických formátů

- Patenty
 - Patent na GIF
- Nedokumentované formáty
- Šíření virů
 - Přetečení zásobníku
 - libtiff
 - JPEG Windows
 - Microsoft WMF

Reference

- <http://en.wikipedia.org/>
- <http://www.ee.cityu.edu.hk/~Impo/lenna/Lenna97.html>
- Greg Ward: Real Pixels, Graphics Gems 2, 1993
- <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/hdr/>
- <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/lectures/pdf/rasterformats.pdf>
- <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~kmoch/downloads/formats.pdf>
- Encyklopedie Grafických Formátů, James D. Murray, W. vanRyper, 1995