

MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTÉMY

7)
Statický bitmapový obraz
(podruhé)

Petr Lobaz, 30.3.2005

2/26

DIGITÁLNÍ OBRAZ

PIXEL

- vzorkování
 - rozlišení (dpi, ppi, lpi)
 - aliasing
- kvantizace
 - lineární x nelineární
 - bitová hloubka 1, 8, 16 bitů (int), 32 bitů (float)
- speciální formáty – Cineon, OpenEXR (HDR)
- reprezentace barvy
 - přímá (truecolor, hi-color)
 - paleta
 - gradační křivka (duplex)

KOMPRESCE OBRAZU

- symetrická x nesymetrická
- ztrátová x neztrátová
- neadaptivní x semiadaptivní x adaptivní

3/26

KOMPRESCE OBRAZU

BEZTRÁTOVÁ KOMPRESCE

- run length encoding (RLE)
- Huffmanovo kódování
- LZ77, LZW
- aritmetické kódování

ZTRÁTOVÁ KOMPRESCE

- Fourierova transformace
- waveletová transformace
- fraktálová komprese

4/26

BEZTRÁTOVÁ KOMPRESSE

RLE

- Run Length Encoding
- redukce opakujících se prvků
- př.: AAAB \Rightarrow 3A1B
- bitová, bytová nebo pixelová úroveň
- po řádcích, blocích nebo zig-zag
- varianty pro lepší kompresní poměr, pro speciální použití

5/26

BEZTRÁTOVÁ KOMPRESSE

HUFFMANOVO KÓDOVÁNÍ

- prefixový kód
- pravděpodobnost znaku $p \Rightarrow$ znak kódován $-\lceil \log_2 p \rceil$ bity
- semiadaptivní – preprocessing
- neadaptivní
 - CCITT Group 3, CCITT Group 4 – pro 1bitové obrázky

LZW

- nahrazení známé sekvence znaků kódem
- adaptivní
- patentovaná technologie

6/26

BEZTRÁTOVÁ KOMPRESSE

ARITMETICKÉ KÓDOVÁNÍ

- přiřazuje kód skupině znaků
- patentovaná technologie
- příklad
 - $p(A) = 0,11_2$ $p(B) = 0,001_2$ $p(B) = 0,001_2$
 - AAAB \Rightarrow 0011
 - ... \in 0 - 1
 - A... \in 0 - 0,11
 - AA... \in 0 - 0,1001
 - AAA... \in 0 - 0,011011
 - AAAB... \in 0,001010001 - 0,010111101

7/26

ZTRÁTOVÉ KOMPRESSE

TRANSFORMACE

- náhrada signálu $f[i]$ součtem bázevých funkcí
- volba bázevých funkcí závisí na charakteru signálu
 - periodické x neperiodické
 - spojité x nespojitě
 - s omezeným x neomezeným spektrem
 - nenulové na omezeném x neomezeném intervalu
 - ...
- bázevých funkcí tvoří ortogonální (ortonormální) bázi daného funkčního prostoru

8/26

FOURIEROVA TRANSFORMACE

- spojitá x diskrétní
- bázové funkce $\cos(2\pi f t)$, $\sin(2\pi f t)$
- pro N vzorků $2 \times (N/2+1)$ koeficientů
 - první a poslední koeficient sin členů 0 \Rightarrow pro N vzorků N koeficientů
- DCT (diskrétní kosinová transformace)
 - vzorky se opakují v obráceném pořadí, tj. $f[0], f[1], \dots, f[N-2], f[N-1], f[N-2], \dots, f[2], f[1]$
 - $2N-2$ vzorků $\Rightarrow N$ cos členů, $N-2$ sin členů
 - zkonstruovaný signál symetrický \Rightarrow sin členy nulové \Rightarrow pro N vzorků N koeficientů

9/26

WAVELETOVÁ TRANSFORMACE

- vnořené podprostory funkcí: $V_0 \subset V_1 \subset V_2 \subset \dots \subset V_N$
- scaling function $[s_i]$ – ortogonální báze V_i
 - signál $\in V_N$
- W_i ortogonální doplněk V_i ve V_{i+1}
 - wavelet function $[w_k^i]$ – ortogonální báze W_i
- příklad (Haarova báze):

$$\begin{aligned} f[i] &= c_0^i \cdot s_0^i + c_1^i \cdot s_1^i + c_2^i \cdot s_2^i + c_3^i \cdot s_3^i = \\ &= c_0^i \cdot s_0^i + c_1^i \cdot s_1^i + d_0^i \cdot w_0^i + d_1^i \cdot w_1^i = \\ &= c_0^i \cdot c_0^0 + d_0^0 \cdot w_0^0 + d_0^i \cdot w_0^i + d_1^i \cdot w_1^i = \end{aligned}$$

$$[7 \ 5 \ 1 \ 3] \Rightarrow [6 \ 2 \ 1 \ -1] \Rightarrow [4 \ 2 \ 1 \ -1]$$

10/26

FOURIEROVA TRANSFORMACE

- spojitá x diskrétní
- bázové funkce $\cos(2\pi f t)$, $\sin(2\pi f t)$
- pro N vzorků $2 \times (N/2+1)$ koeficientů
 - první a poslední koeficient sin členů 0 \Rightarrow pro N vzorků N koeficientů
- DCT (diskrétní kosinová transformace)
 - vzorky se opakují v obráceném pořadí, tj. $f[0], f[1], \dots, f[N-2], f[N-1], f[N-2], \dots, f[2], f[1]$
 - $2N-2$ vzorků $\Rightarrow N$ cos členů, $N-2$ sin členů
 - zkonstruovaný signál symetrický \Rightarrow sin členy nulové \Rightarrow pro N vzorků N koeficientů

9/26

FRAKTÁLOVÁ KOMPRESI

IFS

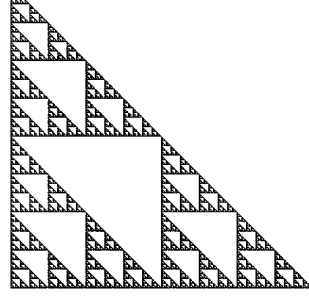
- Iterated Functions System
- pro kontraktivní zobrazení $[w_k] \exists!$ atraktor F:
 $F = w_1(F) \cup w_2(F) \cup \dots \cup w_N(F)$
- kolážová věta (collage theorem)
 - pro každou množinu E existují kontraktivní $[w_k]$ takové, že jejich atraktor F aproximuje E

KOMPRESI OBRAZU

- nalezení $[w_k]$
- PIFS (Partial IFS) – pro části obrázku různá $[w_k]$
- asymetrická komprese

11/26

FRAKTÁLOVÁ KOMPRESI



12/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

BMP

- Windows, OS/2
- paletované (1, 4, 8 bitů), 24 bitů truecolor
- grayscale, rgb
- bez komprese, RLE
- velká podpora, snadná implementace

PICT

- MacOS
- paletované (1, 8 bitů), 24 bitů truecolor
- grayscale, rgb
- RLE, JPEG

1.3/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

TGA

- Targa Image File
- zejména PC
- paletované (8 bitů), 16, 24, 32 bitů truecolor
- grayscale, rgb
- bez komprese, RLE
- podpora uživatelských dat
- zpracování videa

1.4/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

TIFF

- Tagged Image File Format
- paletované (1 – 8 bitů), 24 bitů truecolor
- standardně grayscale, rgb, cmyk, lab
- bez komprese, RLE, LZW, CCITT G3/G4, JPEG (verze 6)
- stripes, tiles
- extrémně rozšiřitelný (tags)
- komplikovaný
- DTP, vědecká data

1.5/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

PSD

- Adobe Photoshop Document
- paletovaný (1, 8 bitů), 8/16 bitů na kanál truecolor
- grayscale, rgb, cmyk, lab, multichannel
- bez komprese, RLE
- podpora vrstev, vektorových dat, ...
- DTP, grafika
- pokud možno používat jen jako pracovní formát
- interní formát Adobe ⇒ není dobrý standard

1.6/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

EPS, PDF

- Encapsulated PostScript, Portable Document Format
- obecné formáty s podporou bitmap
- DTP

1.7/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

GIF

- Graphics Interchange Format
- paletovaný (1 – 8 bitů), rgb
- LZW ⇒ není zdarma
- progresivní, prokládaný (4 průřehy, po řádcích)
- verze 87a – původní
- verze 89a
 - podpora více obrázků v souboru (animace)
 - jednoduchá podpora průhlednosti
 - uživatelská data
- web

1.8/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

EPS, PDF

- Encapsulated PostScript, Portable Document Format
- obecné formáty s podporou bitmap
- DTP

1.7/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

GIF

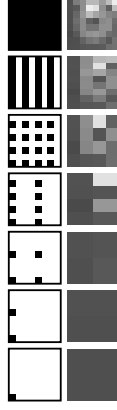
- Graphics Interchange Format
- paletovaný (1 – 8 bitů), rgb
- LZW ⇒ není zdarma
- progresivní, prokládaný (4 průřehy, po řádcích)
- verze 87a – původní
- verze 89a
 - podpora více obrázků v souboru (animace)
 - jednoduchá podpora průhlednosti
 - uživatelská data
- web

1.8/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

PNG

- Portable Network Graphics, náhrada formátu GIF
- paletovaný (1 – 8 bitů), 8/16 bitů truecolor
- rgb, rgba
- modifikace LZ77 (zip deflate), filtrace
- progresivní, prokládaný (Adam7)
- uživatelská data, web



1.9/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

JPEG / JFIF

- Joint Photographic Experts Group
- JPEG File Interchange Format
- 8 bitů na kanál truecolor
- grayscale, rgb, cmyk, YCbCr
- JPEG kompresní schéma
- pro obrázky se spojitými tóny
- progresivní, prokládaný
- DTP, web, obecné použití

2.0/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

KOMPRESI JPEG

- převod do vhodného barevného prostoru ($YCbCr$)
- (volitelně) podvzorkování $2h1v$ nebo $2h2v$
- rozdělení na bloky 8×8 pixelů, 2D DCT
- $b_{xy}[x,y] = \cos [(2x+1)u\pi/16] \cdot \cos [(2y+1)v\pi/16]$
- váhování koeficientů DCT – kvalita komprese kvantizace
- zig-zag převod do 1D signálu
- Huffmanovo nebo aritmetické kódování
- typická chyba – ztráta detailů, bloky

2.1/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

BEZTRÁTOVÝ JPEG

- jako JPEG
- místo DCT a kvantizace predikční schéma

JBIG

- schéma pro 1bitové obrázky
- aritmetické kódování

2.2/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

JPEG 2000

- 1–16 bitů na kanál truecolor
- ztrátové i beztrátové kompresní schéma
- DWT – diskrétní waveletová transformace
- progresivní, přírůstkový
- region of interest
- náhodný přístup do souboru
- odolnost vůči chybám
- watermarking

2.3/26

OBRAZOVÉ FORMÁTY

KOMPRESI JPEG 2000

- (volitelně) převod do vhodného barevného prostoru
- (volitelně) podvzorkování – nedoporučuje se
- rozdělení na bloky
- korekce DC posuvu
- 2D DWT \Rightarrow koeficienty pro subpásmo
- kvantizace subpásem, uspořádání do code-blocks
- převod code-blocks po bitových rovinách do 1D proudu (speciální kódování), aplikace ROI
- aritmetické kódování
- ořezávání proudu dat (hlavní zdroj ztráty)

2.4/26

OCHRANA OBRAZOVÝCH DAT

- ověření pravosti, copyright
- křehké
robustní – otisk (fingerprint)
vodoznak (watermark) – viditelný
– neviditelný
– duální
- práce v pixelech nebo ve frekvenční oblasti

2 5 / 26

ÚTOKY NA VODOZNAK

- A/D, D/A převod, tisk&scan
- převzorkování
- změna kvantizace, redukce barev
- dithering, zanesení šumu
- komprese
- konvoluční filtry, nelineární filtry
- DC posuv
- lokální změna pixelů
- přidání nového vodoznaku
- collusion – ochrana proti odstranění průměrováním
obrazu s různými vodoznaky
- padělání

2 6 / 26