

A close-up photograph of a rocky stream bed. The stones are covered in a thick layer of green moss. Scattered among the rocks are several fallen leaves in shades of brown and orange, and a few acorns. The scene is brightly lit, suggesting sunlight filtering through the trees.

Grafické formáty

poznámky k 5. přednášce

Zpracování obrazů

Martina Mudrová
2004

Grafické formáty



Proč je tolik formátů pro uložení obrázků?

Cíl: uložení obrazových dat ve formě souboru

- různý charakter obrazu (je-není možná ztráta,...)
- technická omezení (různé platformy, rozlišení, ...)
- historické důvody (technický rozvoj)
- vazba na program (specializace)

Formáty

- **rastrové** – popisují pravoúhlou maticí pixelů („bitmapu“)
BMP, GIF, TIFF, PNG, PCX, JPG, TGA,...
- **vektorové** – popisují objekty existující v obraze pomocí příkazů
CDR, DWG, PS, EPS ...
- **meta** – mohou obsahovat objekty i rastrová data



Komprese rastrového obrazu

Je možno zmenšit objem dat při maximálním zachování informace?

Komprese

- ztrátová (*lossy*) při uložení obrazových dat (ne)dochází ke ztrátě informace,
 - bezztrátová (*lossless*) která by však neměla ovlivnit vizuální vjem obrazu
-
- symetrická komprese a dekomprese je (není) stejně časově a
 - nesymetrická výpočetně náročná
-
- na fyzické úrovni komprese dat se děje na úrovni bitů
 - na logické úrovni (nebo již při získávání dat)

Přehled kompresních metod



Bezztrátové principy:

- metoda kvadrantového stromu
- RLE (*run length encoding*)
- LZW komprese (Lempel-Ziv, Welch)
- Huffmanovo kódování - VLR (*variable length encode*)

Ztrátové principy:

- DCT (diskrétní kosínová transformace)
- fraktálová komprese

Metoda kvadrantového stromu



Princip:

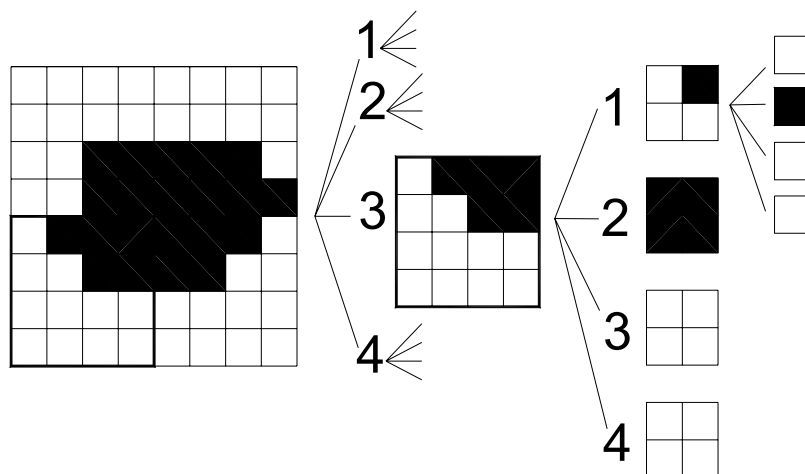
rekurzivní zpracování kvadrantů
pro nalezení oblastí se stejnou barvou (uzlů)

Pořadí kvadrantů

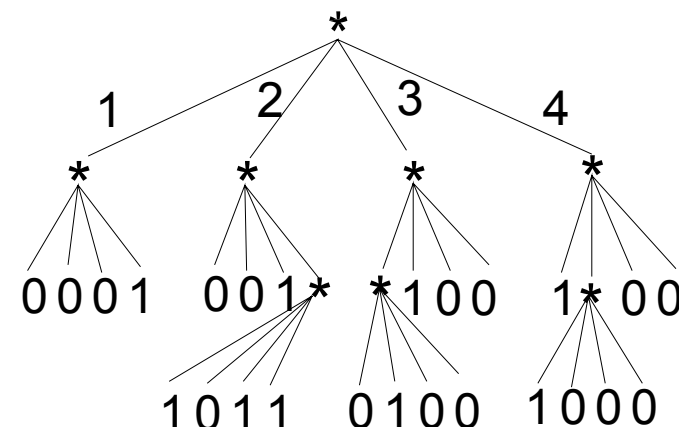
1	2
3	4

Příklad:

Zpracování:



Odpovídající kvadrantový strom:



Zápis – algoritmus DF: **0001*001*1011**0100100*1*1000000

použití znaku * při větvení daného uzlu



RLE kódování

= *run length encoding* = proudové kódování

Princip:

zpracování obrazu po řádcích (sloupcích nebo úhlopříčně) na úrovni bytů (bitů, pixelů)



65 65 65 65 66 65 65 65 => 04 65 01 66 03 65
=> 08 65

! možnost záporné komprese

“ztrátová” varianta
– pouze pro 1 pixel v proudu barvy
lišící se pouze o jeden barevný odstín

Použití: obrázky s velkými stejnobarevnými plochami

Příklad formátu: PCX

Huffmanovo kódování (CCITT)



původně pro přenos ČB dokumentů faxem
(*International Telegraph & Telephone Consultative Committee*)

Princip:

různě dlouhé bitové kódy pro symboly s různou frekvencí výskytu
(častější symboly ~ kratší kódy)

Varianta G31D:

- kódování řádku metodou RLE, ale opakovače nahrazeny Huffmanovými kódy
- zvl. kódy pro úseky bílých pixelů, kód EOL (konec řádku), FILL (vyplň do konce řádku)

Varianta G32D:

- zapisují se informace o pozici pixelů, kde nastává změna barvy
(nejen v aktuálním řádku, ale vzhledem k předchozímu)

Varianta G42D

Příklad formátu: TIFF

LZW komprese



A. Lempel, J. Ziv (1977), T. Welch (1984)

Princip:

průběžné vytváření tabulky mapující posloupnosti barev na kódy

posloupnost hodnot	kód
⋮	⋮

→ délka tabulky $2M$, $M > N$,
 M ...délka kódu v bitech
 N ...počet bitů pro
popis jednoho znaku (pixelu)

Jaký je postup při zaplnění tabulky?

- částečná nebo úplná inicializace nové tabulky (*Clear Code*)
- zvýšení počtu bitů tabulky (\Rightarrow dvojnásobná délka tabulky)

Příklad formátu: GIF, ZIP, ARJ

DCT - princip



Diskrétní kosínová transformace

Princip:

obraz = 1 až 3 diskrétní funkce f dvou proměnných i, j (souřadnic),
-transformace na funkci F do souřadnic u, v

$$\text{DCT pro obraz } 8 \times 8: F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) \cdot C(v) \cdot \left(\sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \cdot \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cdot \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16} \right)$$

$$\text{IDCT pro obraz } 8 \times 8: f(i, j) = \frac{1}{4} \cdot \left(\sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) \cdot C(v) F(u, v) \cdot \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cdot \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16} \right)$$

$$\text{kde } C(u), C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ pro } u, v \neq 0 \\ = 1 \text{ jinde}$$

Příklad formátu: JPG, MJPG

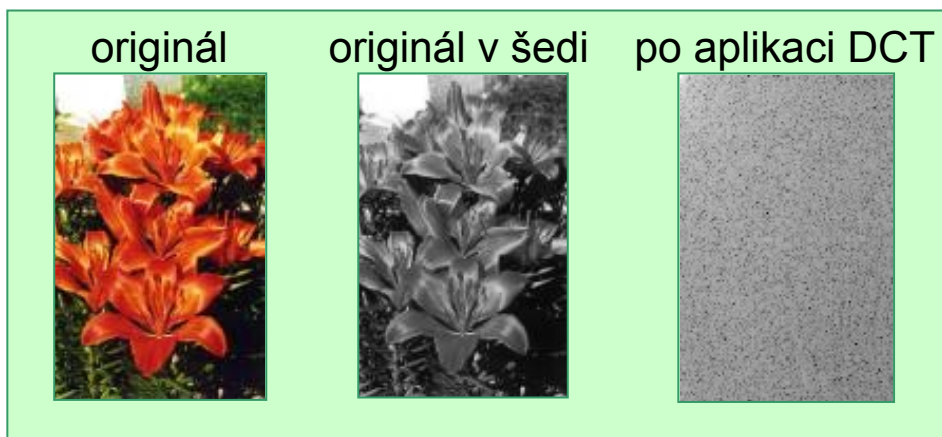
DCT - příklad



Proč použít DCT?

- „soustředění energie“ dále umožňuje řídit stupeň ztráty v obraze
(viz formát JPG)

Příklad:



Fraktálová komprese



Princip:

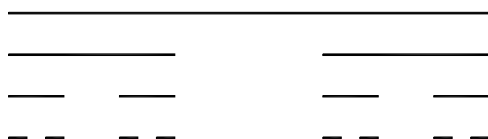
vyhledávání soběpodobných útvarů v obraze

- nesymetrická ztrátová komprese
- dlouhé kompresní časy
- řízení kvality po zadání požadovaného kompresního poměru časovým limitem

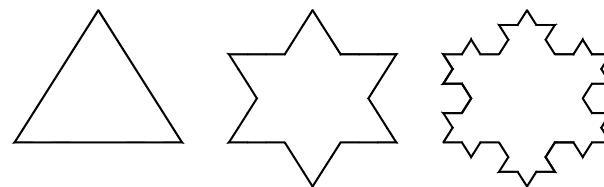
Fraktál = útvar s neceločíselnou Hausdorfovou dimenzí D

Příklady fraktálů:

Cantorovo diskontinuum



sněhová vločka Kochové



Algoritmické řešení: rekurze

Příklad formátu: FIF



Obecná struktura grafického souboru

s rastrovými daty

Hlavička souboru	Základní informace o souboru – identifikace, verze, typ komprese, rozměry obrázku, počet bar. ploch, odkaz na začátek obraz. dat, rezerva,....
Data (+Paleta)	<ul style="list-style-type: none"> • Hodnoty pixelů po řádcích shora (RGB) • Planární uspořádání hodnot pixelů • Pásy, Dlaždice,...
(Pata)	Doplňující informace

s vektorovými daty

Hlavička souboru	Všeobecné informace o souboru, identifikace, informace o barvách
Data	<p>Popis jednotlivých prvků (kružnice, úsečka, text. pole), bar. paleta, vyplnění,</p> <p>Rastrová data v nekomprimované podobě</p>
(Pata)	Doplňující informace



Přehled nejběžnějších rastrových gr. formátů

přípona	název	typ komprese	barvy
BMP	<i>Microsoft Windows Bitmap</i>	bez k., RLE	1, 4, 8, 24 bit/pixel
GIF	<i>Graphics Interchange format</i>	LZW	1-8 bit/pixel
PNG	<i>Portable Network Graphic Format</i>	varianta LZW	1-48 bit/pixel
JPG	<i>Joint Photographic Expert Group File Format</i>	DCT	max. 24bit/pixel
TIF	<i>Tag Image File Format</i>	bez k., RLE, LZW, CCITT, JPEG	1-24 bit/pixel
TGA	<i>Targa Image File</i>	bez k. RLE	8,16, 24, 32 bit/pixel
PCX	<i>PC Paintbrush File Format</i>	bez k., RLE	1,4,8,24bit/pixel
další formáty: RAW, ICO, PSD (Adobe Photoshop), DICOM ...			

Formát .BMP



- *Microsoft Windows Bitmap*
- DIB (*Device Independent Bitmap*) – nezávislost na zařízení (pouze bez palety)

Základní charakteristika:

- umožňuje 1,4,8, 24 bitů/pixel, obrázky s bitovou hloubkou 1,4 a 8 bitů/pixel jsou ukládány s paletou
- bez komprese, s kompresí RLE (zřídka), true-color obrázky vždy bez komprese
- dobře dokumentovaný

Použití:

- univerzální formát
- nevhodný pro obrázky s velkou bitovou hloubkou



Formát .GIF

- *Graphics Interchange Format*

Základní charakteristika:

- komprese LZW
- umožňuje max. 256 barev (8bitů/pixel)
- uložení palety
- možnost více obrázkům v 1 souboru (vč. animovaných sekvencí)
- možnost prokládání řádků
- verze GIF87, GIF98a (animace)
- právní problémy

Použití:

- obrázky s menším počtem barev
- www – využití prokládání řádků (rychlý náhled)

neprokládané	prokládané	
0	0	1
1	8	
2	4	2
3	12	
4	2	3
5	6	
6	10	
7	14	
8	1	4
9	3	
10	5	
11	7	
12	9	
13	11	
14	13	
15	15	

Formát .PNG



- *Portable Graphics Network*

Základní charakteristika:

- zaměřen na přenos obrazu po síti (vznik po pr. problémech s GIF formátem)
- bezztrátové předzpracování každého pixelu
- LZW kódování předzpracovaných pixelů
- dvourozměrné prokládání
- uložení pouze 1 obrazu
- i true-color bit hl., bezztrátové uložení
- možnost uložení v RGBA modelu

Použití:

- sítě
- bezztrátové uložení i true-color obrazů

Typ		Způsob úpravy
0	None	bez úpravy
1	Sub	rozdíl od pixelu vlevo
2	Up	rozdíl od pixelu nahoře
3	Average	průměr pixelu a souseda vlevo a nahoře
4	Paeth	Paethův alg. pro výpočet hodnoty pixelu z jeho hodnoty a pixelu vlevo, nahoře a vlevo nahoře

Formát .TIF



-TIFF (*Tag Image File Format*)

Základní charakteristika:

- velmi univerzální, založen na „visačkách“ (*tags*) – až 70 typů
- komprese CCITT – pro ČB a šedotónové obrazy
- komprese RLE – pro RGB obrazy
- komprese LZW – pro obrazy s paletou
- ukládání obrazu v pružích, dlaždicích
- více obrázků do 1 souboru

Použití:

- profesionální tisky true-color obrázků
- přenos na jiné platformy (Unix, Macintosh)

„každý umí zapsat svůj TIFF, ale téměř nikdo neumí číst jiný, než právě ten svůj“

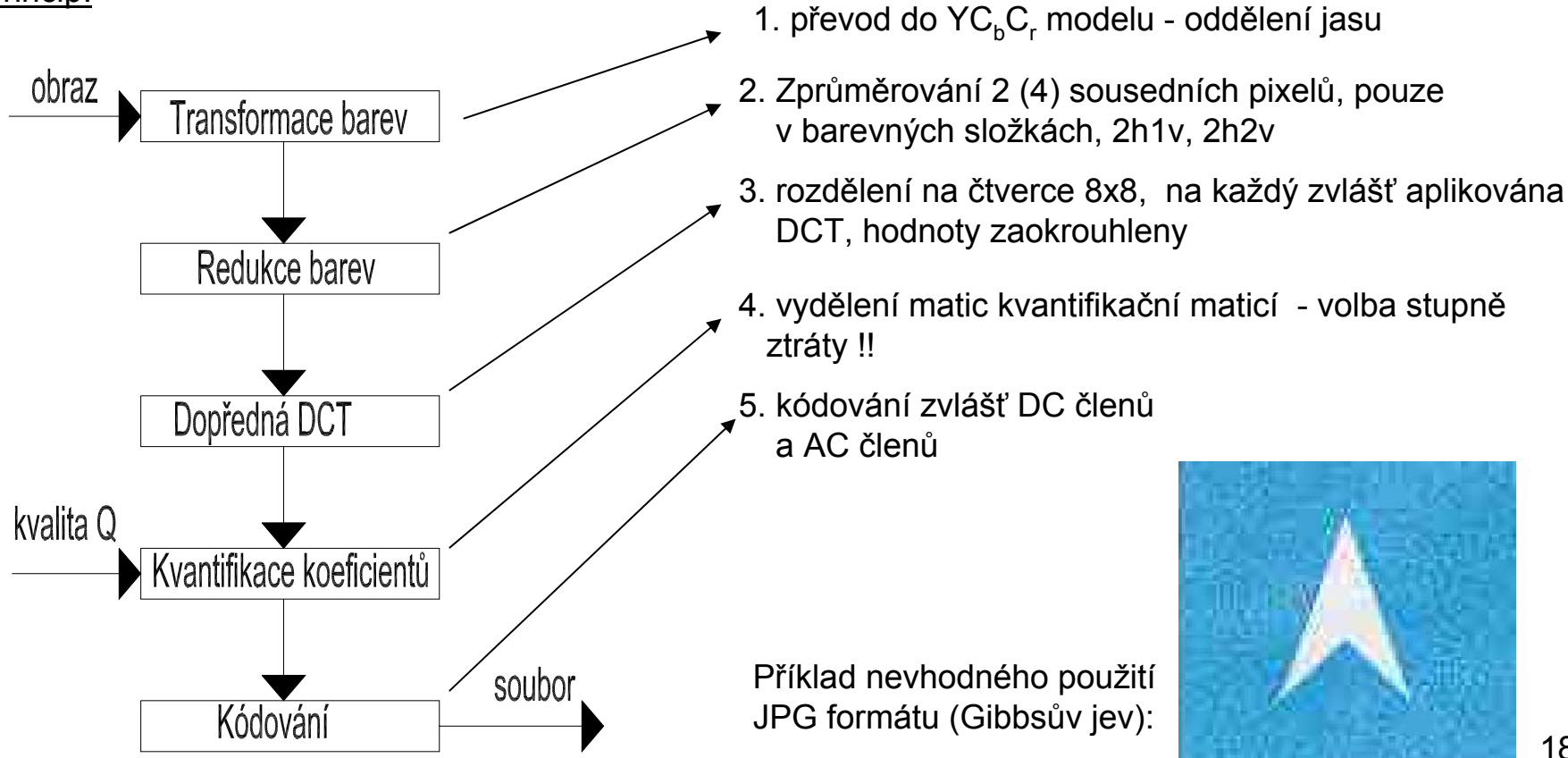
Formát .JPG (1)



- JPEG (*Joint Photographic Expert Group*)

- ztrátový
- vhodný pro fotorealistické obrázky s velkým počtem barev a barevných přechodů
- nevhodný pro obrázky s velkými stejnobarevnými plochami a ostrými hranami (viz příklad dole)

Princip:



Formát .JPG (2)



JPEG 2000

- nový typ
- komprese založena na Wavelet (vlnkové) transformaci
- 1. část zveřejněna v r.2000 – zdarma
- 2. část (pokročilejší) v r. 2001 – patentová ochrana

Hlavní praktické rozdíly od klasického JPEGu:

- vhodný i pro obrázky s ostrými přechody (popř. s textem)
- rychlejší a kvalitnější komprese
- jednotná dekompresní architektura
- zpracování i velkých obrázků

Formát .RAW



někdy jako RAW-TIFF

Základní charakteristika:

- formát digitálních fotoaparátů
- bezztrátové uložení informace
- bez komprese
- oddělené uložení jasové složky a barevných složek
- ukládání dat přímo z CCD snímače -> různé varianty RAW formátu pro jednotlivé typy fotoaparátů

Použití:

- při pořizování digitálních fotografií, kde velmi záleží na kvalitě,
které jsou určeny k pozdějšímu zpracování
- pro archivaci v maximální kvalitě

Standard DICOM



Digital Imaging and Communications in Medicine

Cíl:

umožnit vzájemnou spolupráci různých

- zobrazovacích zařízení
 - systémů pro obrazovou archivaci a komunikaci
 - zobrazovacích jednotek pracovních stanic
- prostřednictvím jednotného veřejného komunikačního standardu.

- různé třídy služeb např.: Třída ukládání - přenos libovolného souboru obrazů
Třída ukládání na média – bezpečné uchování obrazů
...

Přehled nejčastějších vektorových a meta formátů



- v principu vektorové, ale většina umí začlenit i rastrový obrázek
- vlastní jazyk popisující vlastnosti výkresu a entit

EPS, PS (*Encapsulated Post Script*)

- kódování v jazyku PDL (*Page Description Language*)
- textový soubor obsahující operátory (EPS – používá pouze některé PS operátory)
- hlavička souboru (%...kromě hlavičky komentář)
- pokud jsou přítomna rastrová data – v hexadecimálním kódu
- soubor může na konci obsahovat zmenšený náhled ve zvoleném formátu (např. TGA) pro zařízení, která neumějí přeložit PS (%%BeginPreview)

DXF (*Drawing Exchange Format*), **DWG**

- formáty CAD aplikací firmy Autodesk
- hlavička, tabulka vekt. dat (LineType,...), tabulka bloků (definice entit), tabulka entit

WMF (*Windows MetaFile*)

HPG, PLT (*Hewlett Packard Graphics Language*)

...

Multimediální formáty



-možnost uložení animovaných sekvencí, videosekvencí,
zvuku, virtuálních světů

nejběžnější multimediální formáty:

GIF - animace

FLI - animace

DVM - animace

MPG, MJPG - video

AVI - animace, video

MP3 - zvuk

VRML – virtuální realita