

# MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTEMY

10)  
Video, část 2

Petr Lobaz, 20. 4. 2005

---

# IMPLEMENTACE

---

- bitmapové video
  - snímané kamerou
  - generované počítačem
- změna parametrů statického popisu
  - „vektorová“ animace ⇒ rasterizace
  - změna palety

---

# ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

---

- velikost snímku, poměr stran
- struktura obrazu, snímková frekvence
- jasový rozsah, barevnost
- technologie uložení/přenosu

---

# VELIKOST SNÍMKU

---

- pojmy rozlišení/pozorovací úhel
- rozlišovací schopnost oka cca 1"
  
- příklad:
  - PAL TV 576 řádek, poměr stran 4:3
  - ⇒ pozorovací úhel cca  $13^\circ$
  - ⇒ pozorovací vzdálenost cca  $3,5\times$  úhlopříčka

---

# VELIKOST SNÍMKU

---

## ROZLIŠENÍ

- televize – počet řádků
  - SDTV 480, 576 řádků
  - HDTV 1080, 720 řádků
- grafické karty – počet sloupců a řádků
  - 640 × 480, 768 × 576, 800 × 600, 1024 × 768, 1152 × 864, 1280 × 1024, 1600 × 1200
- film – šířka filmového pásu
  - 8 mm, 16 mm: amatérský, poloprofesionální film
  - 35 mm: standard profesionálního filmu
  - 70 mm: vysoká kvalita, IMAX
  - rozlišení cca 2000–4000 ppi

---

# VELIKOST SNÍMKU

---

## **POMĚR STRAN**

- šířka : výška
- poměr stran obrazu/pixelu
- SDTV: 4 : 3 (1,33 : 1), pixel typicky není čtvercový
- HDTV: 16 : 9 (1,78 : 1), pixel čtvercový
- film:
  - 1,33 : 1 – klasický formát (4:3)
  - 1,37 : 1 – Academy
  - 1,66 : 1 – oříznutí Academy, kompromis kinem × TV
  - 1,85 : 1 – Academy Flat, Widescreen
  - 2,35 : 1 – Cinemascope (také 2,39 : 1, až 2,75 : 1)

---

# POMĚR STRAN

---



---

# VELIKOST SNÍMKU

---

- převod poměru stran
  - letterbox/pillarbox
  - natažení
  - pan & scan
  - ‚soft cropping‘ při natáčení



---

# POMĚR STRAN

---



---

# POMĚR STRAN

---



---

# JASOVÝ ROZSAH

---

## **JAS**

- veličina subjektivní/objektivní, definováno CIE
- světlost (brightness)
  - dojem, zda se ploška jeví jako zářivější
- zářivý tok (radiant flux)
  - energie vyzářená světelným zdrojem [W]
- světelný tok (luminous flux)
  - zářivý tok váhovaný citlivostí oka na vlnové délky [lm]
- osvětlenost (illuminance)
  - s. tok dopadající na jednotkovou plochu [ $\text{lm m}^{-2}$ , lux]
- svítivost (luminous intensity)
  - světelný tok v jednotkovém úhlu [ $\text{lm sr}^{-1}$ , cd]

---

# JASOVÝ ROZSAH

---

- jas  $Y$  (luminance)
  - svítivost jednotkové plochy [ $\text{cd m}^{-2}$ ]
  - oko rozpoznává jas v rozmezí  $0,001 - 10000 \text{ cd m}^{-2}$
  - v tmavém prostředí rozsah  $10 : 1$  ( $D=1$ )
  - ve světlém prostředí rozsah  $1000 : 1$  ( $D=3$ )
  - CRT obrazovka rozsah  $100 : 1$  ( $D=2$ )
  - reakce na jas není lineární
- vnímaný jas  $L^*$  (lightness)
  - jas korigovaný vůči citlivosti oka
  - $L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$       pro  $Y/Y_n \geq 0,008856$
  - $L^* = 903,3 (Y/Y_n)$       pro  $Y/Y_n < 0,008856$
  - $L^* \in \langle 0, 100 \rangle, L^* \approx Y^{0,4}$

---

# JASOVÝ ROZSAH

---

- rozlišovací schopnost oka cca 1 % jasů (luminance)
- pro videoobraz potřebujeme rozsah jasů cca 1 : 100
- vnímaný kontrast
  - simultánní kontrast (v jednom okamžiku)
  - menší než poměr jasů

zobrazení	okolí	vnímaný kontrast
filmové plátno	tma	80 : 1
televizor	šero	20 : 1
monitor	světlo	5 : 1

---

# JASOVÝ ROZSAH

---

- lineární kódování jasu do rozmezí 0–n
  - poměr  $101 : 100 = 1,01 \Rightarrow$  hodnoty menší než 100 vykazují posterizaci
  - bez posterizace umíme vyjádřit jasy pro  $n > 100 \Rightarrow$  pro lineární kódování více než 8 bitů
- nelineární logaritmické kódování jasu  $L \sim 1,01^k$ 
  - $\Rightarrow$  pro rozsah  $100 : 1$  potřebujeme 463 hodnot
- v praxi se používá nelineární mocninné kódování
  - lepší aproximace
  - exponent typicky 0,4
  - pro praktické účely televize stačí 8 bitů

---

# JASOVÝ ROZSAH

---

## ZOBRAZOVACÍ ŘETĚZEC

- světlo → kamera → napětí úměrné jasu →  
aproximace vnímaného jasu → A/D  
D/A → vnímaný jas → rekonstrukce lineárního napětí →  
zobrazení → oko
- aproximace vnímaného jasu:  $U_L = U_Y^{0,4}$
- typická CRT obrazovka reaguje nelineárně:  $Y \sim U^{2,5}$   
⇒ obrazovka sama o sobě rekonstruuje lineární napětí
- exponent  $2,5 = \gamma$ , tj.  $Y \sim U^\gamma$ 
  - inverzní funkce – gama korekce
  - vnímání jasu je kompatibilní s chováním CRT!

---

# JASOVÝ ROZSAH

---

- zobrazování
  - brightness (black level), contrast (gain)
  - správnější vztah  $Y \sim c(U + \epsilon)^{\gamma}$

## **VLIV PROSTŘEDÍ**

- snímání při velkém jasovém rozsahu, v jasném prostředí, zobrazení v menším jasovém rozsahu, v tmavém prostředí
  - ⇒ jiná adaptace oka ⇒ obrázek méně kontrastní, méně barevný ⇒ kompenzace další mocninnou funkcí
- exponent 1,125 (kancelář) – 1,5 (kino)



---

# BARVA

---

- pro video aditivní systémy, technicky založené (tj. ne kolorimetricky)
- RGB – složky obsahují (lineární) jas  
R`G`B` – složky obsahují vnímaný jas
- pro přenos oddělený jas a barevnost
  - slučitelné s čb vysíláním
  - větší odolnost k šumu, menší šířka pásma
  - barevné signály nemění jas ⇒ „princip konstantního jasu“

---

# BARVA

---

- lineární systém

$$Y = 0,2126 R + 0,7152 G + 0,0722 B$$

$$a\beta \sim (G - Y, B - Y)$$

$$RGB \triangleright Y\alpha\beta \cdots Y\alpha\beta \triangleleft RGB$$

- perceptuální systém

$$RGB \triangleright Y\alpha\beta \triangleright L^*a\beta \cdots L^*a\beta \triangleleft Y\alpha\beta \triangleleft RGB$$

- perceptuální systém s CRT

$$RGB \triangleright Y\alpha\beta \triangleright L^*a\beta \cdots L^*a\beta \triangleleft Y\alpha\beta \triangleleft RGB \triangleright R'G'B' \rightarrow CRT$$

- aproximace kolorimetrického systému

$$RGB \triangleright R'G'B' \triangleright Y'C_B C_R \cdots Y'C_B C_R \triangleleft R'G'B' \rightarrow CRT$$

$$\text{luma: } Y' = 0,299R' + 0,587G' + 0,114B'$$

$$\text{chroma: } C_B = B' - Y', C_R = R' - Y'$$

---

# BAREVNÉ PROSTORY

---

- $Y'P_B P_R$   
 $Y'$  je mezi 0 – 1,  $P_B P_R$  jsou mezi  $\pm 0,5$
- $Y'C_B C_R$   
 $Y'$  je mezi 16 – 235,  $C_B C_R$  jsou mezi 16 – 240
- studiové  $RGB_{219}$   
 $R'G'B'$  jsou mezi 16 – 235
- $Y'UV$ ,  $Y'IQ$  – pro PAL, NTSC

---

# PODVZORKOVÁNÍ BAREV

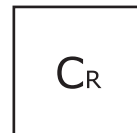
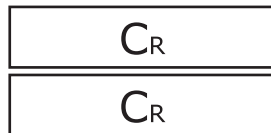
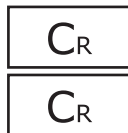
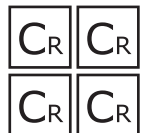
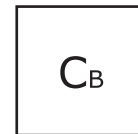
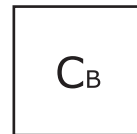
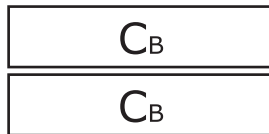
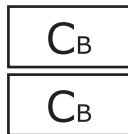
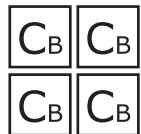
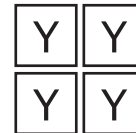
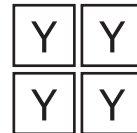
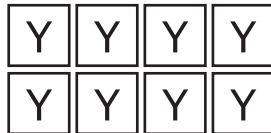
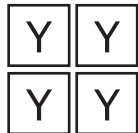
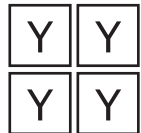
---

- Luma : Chroma horizontálně: Chroma vertikálně
- 4:4:4 – počítačová grafika, scan, RGB i  $Y^C_B C_R$
- 4:2:2 – studiové video podle CCIR 601, DV50
- 4:1:1 – uživatelské video, NTSC, profi DV25/PAL
- 4:2:0 – uživatelské video, JPEG, MPEG-1, MPEG-2, amatérské DV25/PAL
- 3:1:1, 3:1:0

---

# PODVZORKOVÁNÍ BAREV

---



4:4:4

4:2:2

4:1:1

4:2:0  
(MPEG-1)

4:2:0  
(MPEG-2p)

---

# SNÍMKOVÁ FREKVENCE

---

- iluze pohybu
  - při velmi dobrém vzorkování času 18 fps dostačující
  - pro dobré vzorkování času 24 fps
  - pomalé pohyby 10 fps nebo méně
  - pro ostré snímky více než 50 fps
- klidný obraz bez blikání
  - frekvence závisí na jasové adaptaci oka, velikosti obrazu

zobrazení	obraz	prostředí	frekvence
promítací plátno	velký	tma	48, 72 fps
televizor	malý	šero	50, 60 fps
monitor	malý	světlo	> 60 fps

---

# SNÍMKOVÁ FREKVENCE

---

- rozpoznatelnost záblesku
  - různá při tma–světlo–tma a světlo–tma–světlo
  - záblesk až 1/400 s (identifikace obrazu 1/200 s)
  - zatemnění 1/100 s
- problém s pohybem očí

---

# STRUKTURA OBRAZU

---

## **PROKLÁDANÝ OBRAZ**

- rozložení snímku na dva půlsnímky
- zobrazování/snímání lichých/sudých řádek
- redukce blikání, zvýšení ostrosti obrazu (zmenšení PSF)
- redukce šířky pásma, výkonu vysílače
- meziřádkové blikání (twitter)
- Kellův jev – rozlišovací schopnost se zmenšuje oproti teoretické Nyquistově podmínce
- opak – progresivní obraz



---

# STRUKTURA OBRAZU

---

## **PSF (PIXEL SPREAD FUNCTION)**

- rozložení jasu v rámci jednoho pixelu
- LCD obdélníkové rozložení
- CRT gaussovské rozložení



---

# STRUKTURA OBRAZU

---

## **PARAMETRY VZORKOVÁNÍ**

- signál nepřerušovaný  $\Rightarrow$  musí zahrnovat časy pro horizontální/vertikální zatemnění  $\Rightarrow$  celkový počet řádků/sloupců  $\times$  počet aktivních řádků/sloupců
- okraje obsahují artefakty  $\Rightarrow$  plocha obrazu menší
  - NTSC 525 řádků, aktivních 480
  - PAL 625 řádků, aktivních 576

---

# STRUKTURA OBRAZU

---

- typické snímkové frekvence

film 24 fps

(625/50) PAL 25 fps

(525/60) NTSC 29,97 fps ( $\sim 30 \cdot 1000 / 1001$ )

30 fps (původní)

- konverze

film → PAL 2:2 pulldown, zrychlené přehrání

film → NTSC 2:3 pulldown (telecine)

24 fps → 30 fps → (zpomalení) 29,97 fps

NTSC → film inverse telecine

29,97 fps → 23,976 fps

---

# STRUKTURA OBRAZU

---

## **PŘEVOD PROKLÁDÁNÍ (DEINTERLACING)**



---

# STRUKTURA OBRAZU

---

- blend
  - zvětšení field na frame, prolnutí
  - statická scéna přijatelná, pohyb špatný



---

# STRUKTURA OBRAZU

---

- weave
  - zobrazení obou fields najednou
  - statická scéna plné rozlišení, pohyb špatný

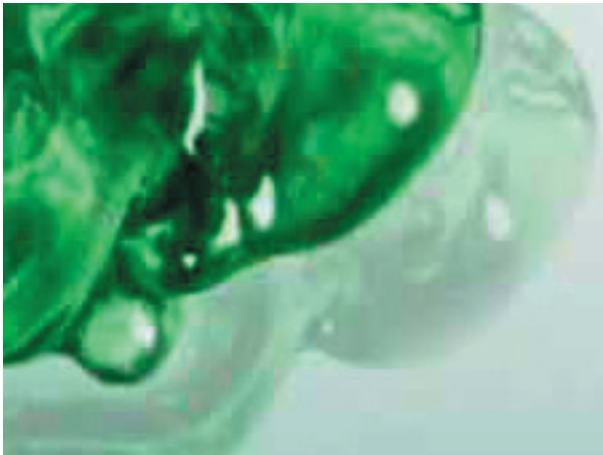


---

# STRUKTURA OBRAZU

---

- selektivní blend (area based)
  - ve statických místech weave, v pohyblivých blend
  - kompromis mezi weave a blend

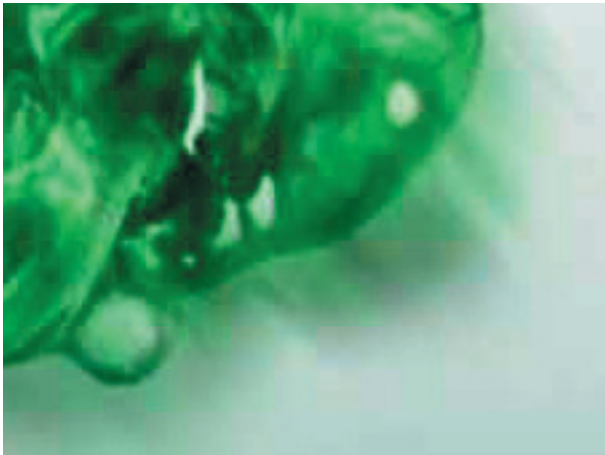


---

# STRUKTURA OBRAZU

---

- motion blur
  - ve statických místech weave, v pohybu motion blur
  - teoretická možnost, kvalitní, výpočetně náročné





---

# STRUKTURA OBRAZU

---

- motion compensation
  - analýza několika obrázků, dopočtení pohybu
  - nejlepší, drahé
- discard
  - zobrazování jen sudých (lichých) fields
  - bez artefaktů, poloviční rozlišení, trhaný pohyb
- bob
  - zobrazení obou fields v plném rozlišení
  - obraz bez artefaktů, horší rozlišení, dvojnásobné fps
- bob+weave
  - bob+ve statických místech weave
  - dobré rozlišení, téměř bez artefaktů, dvojnásobné fps

---

# TECHNOLOGIE

---

- kompozitní × komponentní
- analogové × digitální
- RGB × yuv
- komprimované × nekomprimované

---

# TECHNOLOGIE

---

## **STANDARDNÍ TV**

- prokládání snímků, podvzorkování barevné informace
- pevný poměr stran obrazu 4:3
- formáty NTSC, PAL, SECAM

## **HDTV**

- High Definition TV
- progresivní i prokládaný obraz
- vyšší rozlišení, 16:9, surround zvuk

## **DTV**

- Digital TV
- interaktivní prostředí

---

# TECHNOLOGIE

---

## **NTSC**

- National Television Systems Committee
- 29,97 fps, 525 řádků
- Severní Amerika, Japonsko, Korea

## **PAL**

- Phase Alternation Line Rate
- 25 fps, 625 řádků
- Austrálie, Čína, většina Evropy, Jižní Amerika

---

# TECHNOLOGIE

---

## **SECAM**

- Sequential Couleur avec Memoire
- 25 fps, 625 řádků
- Francie, Střední východ, část Afriky

---

# ANALOGOVÉ VIDEO

---

## **VHS**

- kompozitní, luma poloviční rozlišení CCIR 601
- čtvrtinové chroma rozlišení

## **S-VHS**

- kompozitní, ale Y a C oddělené, lepší než VHS

## **HI-8**

- kompozitní, kvalita srovnatelná s S-VHS
- amatérské kamery

---

# ANALOGOVÉ VIDEO

---

## **BETACAM, BETACAM SP**

- Sony
- komponentové video, standard pro TV snímání
- rozdíl v typu pásky

## **MII**

- Panasonic, reakce na BetaCam SP
- komponentové, kvalita srovnatelná s BetaCam SP

## **EBU B, EBU C**

- komponentové, profesionální použití, nízká chybovost (dropouts)

---

# DIGITÁLNÍ VIDEO

---

## **NEKOMPRIMOVANÉ**

- D-1 1986, komponentové 4:2:2, drahé, referenční, překonané
- D-2 kompozitní, dočasné záznamy (zprávy)
- D-3 kompozitní, menší pásky než D1/D2
- D-5 komponentové, stejná páska jako D-3, umožňuje HDTV
- D-6 HDTV, D1 páska, špičková kvalita



---

# DIGITÁLNÍ VIDEO

---

## KOMPRIMOVANÉ

- Digital BetaCam
  - zprávy, podobné pásky jako BetaCam
- Ampex DCT (Digital Component Technology)
  - filmová postprodukce, překonané Ampex DST
- DV – amatérské, kvalita BetaCam, 4:1:1 nebo 4:2:0
  - DVCPRO – jako DV, větší rychlost pásku
  - DVCPRO-50 – větší šířka pásma než DV, 4:2:2
  - DVCAM – mezi DV a DVCPRO
  - Digital8 – jako DV, páska jako Hi8
  - propojení DV s počítačem – IEEE 1394 (FireWire)
- BetaCam SX – profesionální, 4:2:2, MPEG

---

# TIMECODE

---

- pro digitální i analogové video
- hours:minutes:seconds:frames
  - plus uživatelská data
- pro NTSC problém s 29,97 fps
  - ⇒ dropframe timecode  
(vynechat čísla frame 0, 1 v první vteřině každé minuty kromě minut 0, 10, ..., 50)
- pro analogové video
  - (SMPTE) LTC – další stopa, kvůli omezení hlavy nelze číst při zastavené pásce
  - VITC – timecode uložen v řádcích vertikálního zatmění

---

# STANDARDY

---

- doporučení CCIR 601 (dnes ITU-R)

	CCIR 601 525/60	CCIR 601 625/50	CIF	QCIF
luma	720×485	720×576	352×240	176×120
chroma	360×485	360×576	176×120	88×60
chroma sub.	4:2:2	4:2:2		
Fields/s	60	50	30	30
prokládané	ano	ano	ne	ne

---

# STANDARDY

---

- doporučení ATSC (Advanced Television Systems Committee) pro HDTV, 1995

rozlišení	poměr stran	fps
1920×1080	16:9	60I 30P 24P
1280×720	16:9	60P 30P 24P
704×480	16:9 & 4:3	60I 60P 30P 24P
640×480	4:3	60I 60P 30P 24P

---

# STANDARDY

---

- další názvy a rozlišení

název	rozlišení	poznámka
square DV	768×576	rendering, ×480 pro NTSC
D1	720×576	plné CCIR 601 rozlišení, ×480 pro NTSC
cropped D1	704×576	případně 702×576, ×480 pro NTSC TV vysílání, DVD
3/4 D1	528×576	LaserDisc, ×480 pro NTSC
2/3 D1	480×576	SVCD, ×480 pro NTSC
1/2 D1, D2	352×576	DVD, ×480 pro NTSC
CIF 601, D4	352×288	VCD, ×240 pro NTSC