

MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTÉMY

10)
Video, část 2

Petr Lobaz, 20.4.2005

2/45

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

3/45

VELIKOST SNÍMKU

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

4/45

VELIKOST SNÍMKU

ROZLIŠENÍ

- televize – počet řádků
 - SDTV 480, 576 řádků
 - HDTV 1080, 720 řádků
- grafické karty – počet sloupců a řádků
 - 640 x 480, 768 x 576, 800 x 600, 1024 x 768, 1152 x 864, 1280 x 1024, 1600 x 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

5/45

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 x TV
 - 1,85:1 – Academy Flat, Widescreen
 - 2,35:1 – Cinemascope (také 2,39:1, až 2,75:1)

6/45

POMĚR STRAN



7/45

VELIKOST SNÍMKU

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

8/45

POMĚR STRAN



9/45

POMĚR STRAN



10/45

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 [lm m^{-2} , lux]
- svítivost (luminous intensity)
 - světelný tok v jednotkovém úhlu [lm sr^{-1} , cd]

11/45

JASOVÝ ROZSAH

- jas Y (luminance)
 - svítivost jednotkové plochy [cd m^{-2}]
 - oko rozpoznává jas v rozmezí 0,001 – 10000 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 $Y/Y_n < 0,008856$
 - $L^* \in <0, 100>$, $L^* \approx Y^{0,4}$

12/45

JASOVÝ ROZSAH

- rozlišovací schopnost oka cca 1 % jasu (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

13/45

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

14/45

JASOVÝ ROZSAH

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

15/45

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
 - \Rightarrow jiná adaptace oka \Rightarrow obrázek méně kontrastní, méně barevný \Rightarrow kompenzace další mocninnou funkcí
 - exponent 1,125 (kancelář) – 1,5 (kino)

16/45

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“

17/45

BARVA

- lineární systém
- $Y = 0,2126 R + 0,7152 G + 0,0722 B$
- $a\beta \sim (G-Y, B-Y)$
- RGB ▶ Yαβ Yαβ ◀ RGB
- perceptuální systém
- RGB ▶ Yαβ ▷ L*αβ L*αβ ◀ Yαβ ◀ RGB
- perceptuální systém s CRT
- RGB ▶ Yab ▷ L*αβ L*αβ ◀ Yab ◀ RGB ▷ R'G'B' → CRT
- aproximace kolorimetrického systému
- RGB ▷ R'G'B' ▶ Y'C_BC_R Y'C_BC_R ◀ R'G'B' → CRT
- luma: $Y = 0,299R' + 0,587G' + 0,114B'$
- chroma: $C_b = B' - Y', C_r = R' - Y'$

18/45

BAREVNÉ PROSTORY

- Y'P_BR
- Y' je mezi 0 – 1, P_BR jsou mezi ±0,5
- Y'C_BC_R
- Y' je mezi 16 – 235, C_BC_R jsou mezi 16 – 240
- studiové RGB₂₁₉
- R'G'B' jsou mezi 16 – 235
- Y'UV, Y'IQ – pro PAL, NTSC

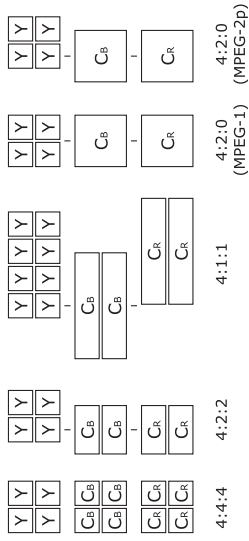
19/45

PODZORKOVÁNÍ BAREV

- Luma : Chroma horizontálně: Chroma vertikálně
- 4:4:4 – počítačová grafika, scan, RGB i Y'C_BC_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

20/45

PODVZORKOVÁNÍ BAREV



21/45

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

22/45

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

23/45

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
- mezířádkové blikání (twitter)
- Kellův jev – rozlišovací schopnost se zmenšuje oproti teoretické Nyquistově podmínce
- opak – progresivní obraz

24/45

STRUKTURA OBRAZU

PSF (PIXEL SPREAD FUNCTION)

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



25/45

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

26/45

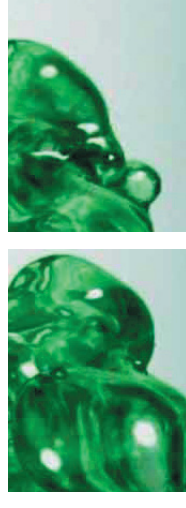
STRUKTURA OBRAZU

- 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 \rightarrow PAL 2:2 pulldown, zrychlené přehrání
 - film \rightarrow NTSC 2:3 pulldown (telecine)
 - 24 fps \rightarrow 30 fps \rightarrow (zpomalení) 29,97 fps
 - NTSC \rightarrow film inverse telecine
 - 29,97 fps \rightarrow 23,976 fps

27/45

STRUKTURA OBRAZU

PŘEVOD PROKLÁDÁNÍ (DEINTERLACING)



28/45

STRUKTURA OBRAZU

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



29/45

STRUKTURA OBRAZU

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



30/45

STRUKTURA OBRAZU

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



31/45

STRUKTURA OBRAZU

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



32/45

STRUKTURA OBRAZU

- motion compensation
 - analýza několika obrázků, dopočtení pohybu
 - nejlepší, drahé
- discard
 - zobrazování jen sudých (lichých) fields
 - bez artefaktů, poloviční rozlišení, trhany 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

33/45

TECHNOLOGIE

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

34/45

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

35/45

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

36/45

TECHNOLOGIE

SECAM

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

37/45

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

38/45

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)

39/45

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

40/45

DIGITÁLNÍ VIDEO

KOMPIMOVANÉ

- 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

41/45

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

42/45

DIGITÁLNÍ VIDEO

KOMPIMOVANÉ

- 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

41/45

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

43/45

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

44/45

STANDARDS

- 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
3/4 D1	528×576	TV vysílání, DVD 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