

MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTEMY

11)
Uložení, distribuce
a zobrazení videa

Petr Lobaz, 30. 4. 2013

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

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

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

SDTV – STANDARDNÍ TV

- prokládání snímků, podvzorkování barevné informace
- pevný poměr stran obrazu 4 : 3
- obraz 525/59,94 (480i29,97) a 625/50 (576i25)
- kódování barev NTSC, PAL, SECAM

HDTV – HIGH DEFINITION TV

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

DTV – DIGITAL TV

- interaktivní prostředí

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

- 525/60 – původní systém (USA)
 - 525 řádek prokládaně, 60 pulsů/s
 - 60 Hz – síťová frekvence \Rightarrow malá interference
 - $525 = 7 \cdot 5^2 \cdot 3$ – stabilní děliče frekvencí
 - $525 \cdot 60 / 2 = 15750$ Hz – řádková frekvence
- 625/50 – evropský systém
 - síťová frekvence 50 Hz
 - snaha použít řádkovou frekvenci cca 15750 Hz
 - $625 = 5^4$, $625 \cdot 50 / 2 = 15625$ Hz
- 525/59,94 – po zavedení barvonosného signálu (USA)
 - zavedeno kvůli interferenci obrazu a zvuku
 - přesně $60 \cdot 1000/1001$ fps; $1001 = 7 \cdot 11 \cdot 13$

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

NTSC

- National Television Systems Committee
- typicky 525/59,94, vzorkování obrazu 720×480
- Severní Amerika, Japonsko, Korea
- $R'G'B' \rightarrow Y'P_B P_R \rightarrow Y'UV$
- kódování $UV \rightarrow C = \pm (U \sin \omega t + V \cos \omega t)$
(fáze = odstín, amplituda = sytost)
- součet Y' a C do kompozitního signálu
- pro dekódování barvy musíme znát vlnu $\sin \omega t$
– na začátku každé řádky chroma burst signál
- signál náchylný k chybě fáze \Rightarrow chyba odstínu
- typicky podvzorkování 4 : 1 : 1

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

PAL

- Phase Alternation at Line Rate
- typicky 625/50, vzorkování obrazu 720×576
- Austrálie, Čína, většina Evropy, Jižní Amerika
- vylepšení NTSC
- střídání polarity V signálu v každé řádce
 - ⇒ chyba fáze mění mezi řádkami znaménko
 - ⇒ průměrná chyba odstínu malá
- typicky podvzorkování 4 : 2 : 0

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

SECAM

- Sequential Couleur avec Memoire
- typicky 25 fps, 625 řádků
- Francie, Střední východ, část Afriky
- U, V nejsou modulovány do C
 - na každé řádce přenos jedné komponenty

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

- 625/50 – řádková frekvence (PAL)
 $625 \cdot 25 = 5^4 \cdot 5^2 = 15625 \text{ Hz}$
- 525/59,94 – řádková frekvence (NTSC)
 $525 \cdot 30 \cdot 1000 / 1001 =$
 $(7 \cdot 3 \cdot 5^2) \cdot (5 \cdot 6) \cdot (5^3 \cdot 2^3) / (7 \cdot 11 \cdot 13)$
- poměr frekvencí (PAL) : (NTSC) = 143 : 144
⇒ nejnižší společná frekvence
 $15625 \cdot 144 = 2250000 \text{ Hz}$
⇒ násobek 2,25 MHz poskytuje celý počet vzorků na řádce pro PAL i NTSC
- kompromis – 13,5 MHz = 6 · 2,25 MHz
⇒ PAL 864 vzorků, NTSC 858 vzorků na řádek

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

- plný obraz (PAL) 864×625 , (NTSC) 858×525 pixelů při vzorkování signálu 13,5 MHz
- signál obsahuje horizontální zatemnění
⇒ nejmenší společný počet aktivních pixelů 720
- některé „řádky“ vyhrazeny pro vertikální zatemnění ap.
⇒ počet aktivních řádek (PAL) 576,
(NTSC) 480 nebo 483
- 1. nekomprimovaná digitální technologie – D1
 - vzorkování 13,5 MHz, plný počet (aktivních) pixelů
 - názvy rozlišení často D1, 3/4 D1, 1/2 D1 apod.

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

- 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

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

HDTV

- větší zorný úhel \Rightarrow požadavek na dvojnásobné rozlišení
- kompatibilita rozlišení mezi PAL a NTSC
- poměr stran $16:9 = 4:3 \times 4:3$
- $720 \cdot 2 \cdot 4 / 3 = 1920$
- počet řádek původně plynul z 525 vs. 625 standardů
 - kompromis 1035 by vedl na obdélníkové pixely
 - \Rightarrow dohoda na 1080 řádcích (1080p, 1080i)
- pro menší datové toky 1280×720 pixelů (720p)

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

- doporučení ATSC (Advanced Television Systems Committee) pro HDTV: A/53 (30/60), A/63 (25/50 fps)

rozlišení	poměr stran	fps				
1920×1080	16:9	24p	30p	30i	25p	25i
1280×720	16:9	24p	30p	60p	25p	50p
704×480	16:9 & 4:3	24p	30p	60p	30i	
720×576	16:9 & 4:3	25p	50p	25i		
544 & 480 & 352×576	16:9 & 4:3	25p	25i			
640×480	4:3	24p	30p	60p	30i	
352×288	16:9 & 4:3	25p				

- k 24, 30 a 50 fps se doplňují 23,976; 29,97; 59,94 fps

TELEVIZNÍ TECHNOLOGIE

DVB-T

- Digital Video Broadcasting – Terrestrial
- základem MPEG-2 TS (Transport Stream)
 - elementary stream (video + audio + audio + ...)
zabaleno do program stream (PS)
 - několik PS zabaleno do TS
 - několik dílčích TS zabaleno do jednoho TS
- před přenosem
 - randomizace pro rovnoměrné rozložení bitů
 - opatření samoopravným kódem
 - změna pořadí „bloků“ pro rozprostření chyby

TIMECODE

- pro digitální i analogové video
- hours:minutes:seconds:frames
 - plus uživatelská data
- film: 0:0:0:0; ... ; 0:0:0:23; 0:0:1:0; ...
- PAL: 0:0:0:0; ... ; 0:0:0:24; 0:0:1:0; ...
- pro NTSC problém s 29,97 fps
 - ⇒ dropframe timecode
 - (vynechat čísla frame 0, 1 v první vteřině každé minuty kromě minut 0, 10, ..., 50)
 - 0:0:0:0; ... ; 0:0:0:29; 0:0:1:0; 0:0:1:1; ...
 - 0:0:59:29; 0:1:0:2; 0:1:0:3; ...
 - 0:9:59:29; 0:10:0:0; 0:10:0:1; 0:10:0:2; ...

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, BetaCam SX, HDCAM, HDCAM SR, ...
– profesionální video, pokračování Betacam
- DV, DVCPRO, DVCPRO-50, ... – pro SDTV
- HDV – varianta DV pro HDTV, používá MPEG-2
- AVCHD – pro HDTV, využívá MPEG-4 AVC,
interní struktura souborová (podobná Blu-ray)
- ...

- původně většina standardů pro záznam na pásku
- alternativní média optický disk, harddisk,
paměťová karta ⇒ souborová organizace dat

VIDEODISKY

LASERDISC

- technologie 1972, prodej 1978
- záznam navzorkovaného analogového videa
- 30 – 60 minut/strana, širokoúhlý obraz, zvuk DD/DTS
- kapitoly, kontrola přehrávání, statický obraz

VideoCD

- původní specifikace 1993
- cca 80 minut, kvalita jako VHS, datový tok 1,5 Mbit/s
- video MPEG-1, 352 × 288 (PAL) nebo 352 × 240 (NTSC)
- audio MPEG-1 Layer 2, až 224 kbit/s, Dolby ProLogic
- menu, kontrola přehrávání, statický obraz

DVD

- Digital Video Disc/Digital Versatile Disc
- disk 2× nosič 0,6 mm, slepené k sobě
každý nosič 1-2 vrstvy
DVD-5 – 4,7 GB DVD-10 – 9,4 GB
DVD-9 – 8,54 GB DVD-18 – 17,08 GB
hybridní disky (CD + DVD vrstva)
- oproti CD: hustší záznam, jiný laser, větší rychlost,
jiné základní kódování, lepší ochrana dat proti chybám,
jednotný filesystem – UDF
- DVD-Video, DVD-ROM, DVD-Audio,
DVD-RAM, DVD-RW, DVD-R
- DVD+RW, DVD+R, SACD

DVD-VIDEO

- předpoklad:
 - 133 minut na jednovrstvém DVD
 - 240 minut na dvouvrstevém DVD
- 26,16 Mbit/s čtení
 - 13,08 Mbit/s dekódování 16/8
 - 11,08 Mbit/s korekce chyb
 - 10,08 Mbit/s do systému
- až 9,8 Mbit/s pro audio, video, obrázky (titulky)

DVD-VIDEO

VIDEO

- komprese MPEG-2 nebo MPEG-1
- rozlišení
720 × 480, 704 × 480, 352 × 480, 352 × 240 (NTSC)
720 × 576, 704 × 576, 352 × 576, 352 × 288 (PAL)
- pro kvalitní video alespoň 4 Mbit/s, max. 9,8 Mbit/s
- anamorfní obraz, pan&scan, letterbox
- prokládané video
- podpora několika úhlů kamery
- seamless branching, rodičovský zámek
 - prezentace materiálu v různých podobách

DVD-VIDEO

ZVUK

- až 8 audio stop
- PCM, 48/96 kHz, 16/20/24 bitů, až 8 kanálů
max. 6,144 Mbit/s
- Dolby Digital, až 5.1 (volitelně více)
64 – 448 kbit/s, typicky 384 nebo 448 kbit/s

- MPEG-1, MPEG-2, Audio Layer 2, až 7.1
32 – 912 kbit/s, typicky 224, 384 kbit/s,
- DTS, 48 kHz, až 24 bit, až 5.1 (ES 6.1, EX 7.1)
64-1536 kbit/s, typicky 754 a 1509 kbit/s
- SDDS

DVD-VIDEO

TITULKY

- až 32 proudů
- obrázky, 2 bity/pixel, paleta
- 10 kbit/s
- používá se i pro menu

INTERAKTIVITA

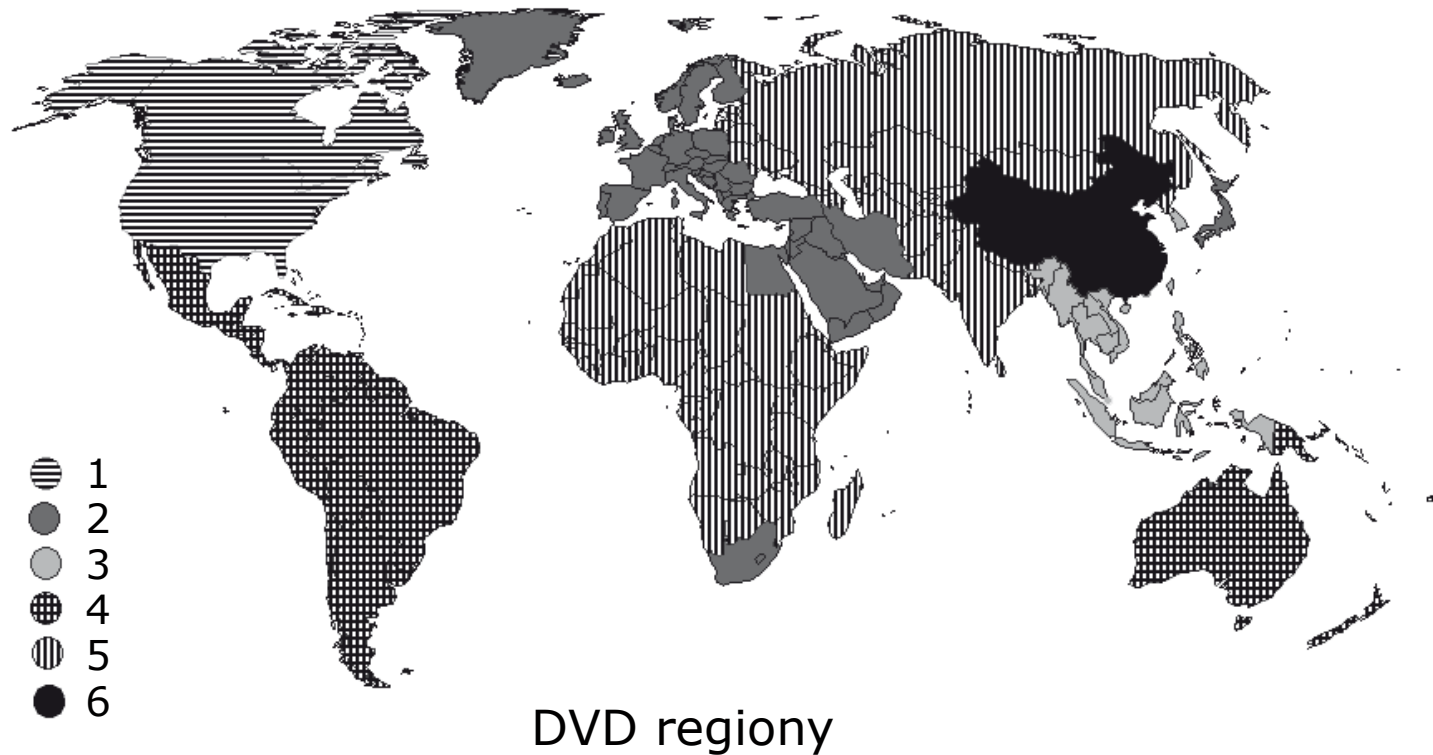
- menu – video MPEG-2, tlačítka technologií titulků
- jednoduchý programovací jazyk
(práce s omezeným množstvím proměnných, přiřazení, aritmetický výraz, podmíněný příkaz, skok na dané místo DVD)

DVD-VIDEO

OCHRANA DAT

- regiony
 - příznak na disku, v kterých regionech lze užívat
 - příznak v přehrávači, v kterém regionu se nachází
- analogová ochrana videa Macrovision
 - zapíná se bity na disku, nemusí být v celém videu
 - Colorstripe – vysokofrekvenční signál v barevné informaci ⇒ zmatení dekodéru barevného tónu; pro NTSC
 - AGC – pulsy během vertikálního zatmění ⇒ zmatení zesilovače v nahrávacím zařízení

DVD-VIDEO



DVD-VIDEO

DIGITÁLNÍ OCHRANA OBSAHU

- CGMS (Copy Generation Management System)
 - příznak – kopírování bez omezení, jen jednou, zakázáno
- CSS (Content Scrambling System)
 - některé sektory DVD zašifrovány (až 50 %)
 - dešifrovací klíče také zašifrovány
 - klíče 40 bitů (bezpečnostní politika USA)
nedokonalý algoritmus ⇒ klíč 25 bitů
⇒ k prolomení stačí výpočetní výkon

DVD-VIDEO

DEKÓDOVÁNÍ CSS

- 1. fáze – handshaking – přehrávač P a DVD mechanika M si pošlou zašifrovaná náhodná čísla – umí-li je dešifrovat, přechod do fáze 2
- 2. fáze – P a M si na základě 1. fáze vygenerují společný klíč pro přenos dalších klíčů; ten se nepřenáší
- 3. fáze – P (výrobce N) si vyžádá „disc key“ zašifrovaný pomocí „player key“ N (P ho zná, M ne)
 - DK zašifrovaný všemi PK v nepřístupné oblasti DVD
 - DK zašifrovaný PK N nemusí na DVD být
- 4. fáze – P dešifruje pomocí „disc key“ tzv. „title key“ ze záhlaví každého zašifrovaného titulu

DVD-VIDEO

FYZICKÁ STRUKTURA

- základem MPEG stream
- několik GOP – VOB (video object unit)
 - aplikace Macrovision ochrany
- několik VOB – cell
 - nejmenší adresovatelná jednotka DVD
 - základ logické struktury DVD
- několik cell – VOB
 - základní jednotka pro větvení/úhly kamery (seamless branching, camera angles)
- několik VOB – VOBS (VOB set)
 - základ pro členění disku

DVD-VIDEO

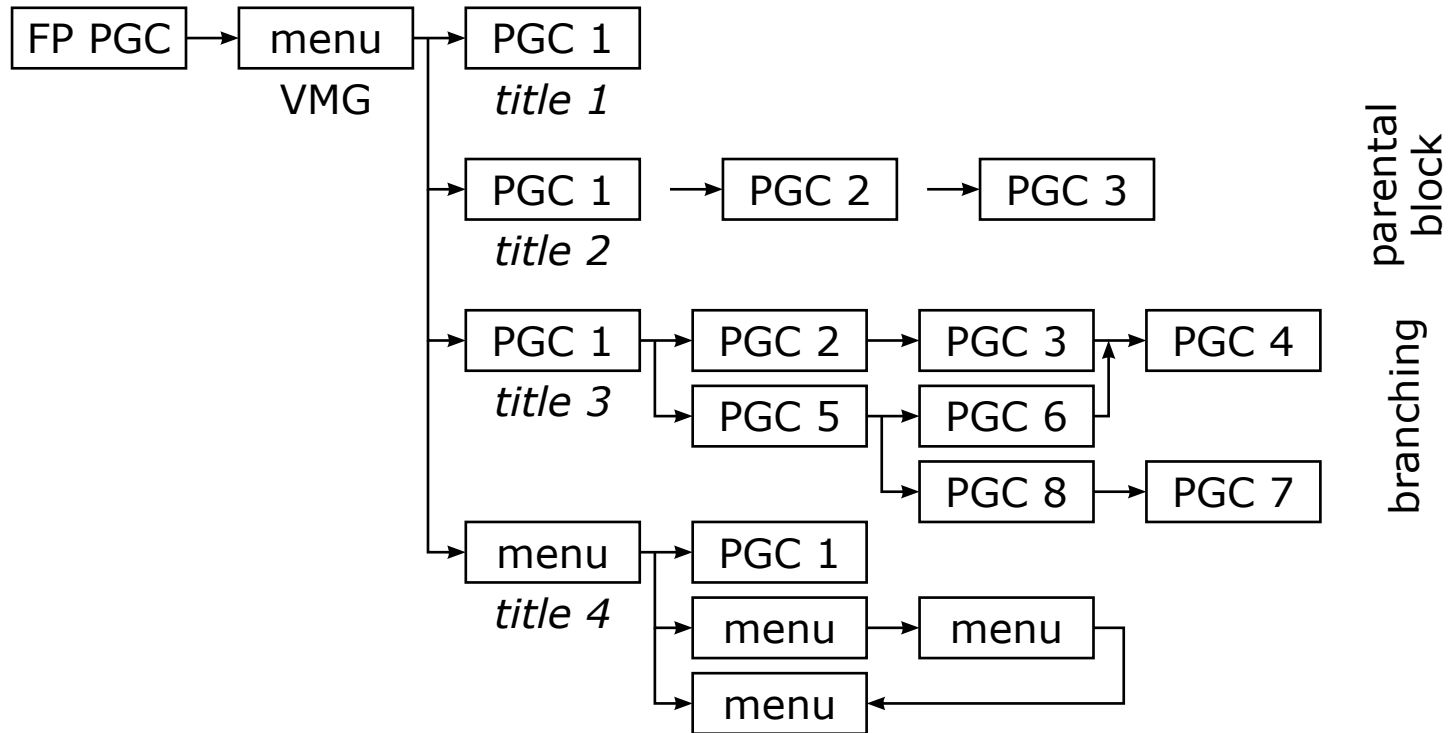
- VTS (video title set) – titul
 - obsahuje atributy VTS (poměr stran obrazu, jazyky zvuku, jazyky titulků, ...),
VOBS pro menu,
VOBS pro samotný titul
 - na DVD až 99 titulů
- VMG (video manager) – speciální VTS
 - hlavní menu disku
 - neobsahuje „titul“
 - je-li přítomen, přehrávač začne s přehráváním VMG

DVD-VIDEO

LOGICKÁ STRUKTURA

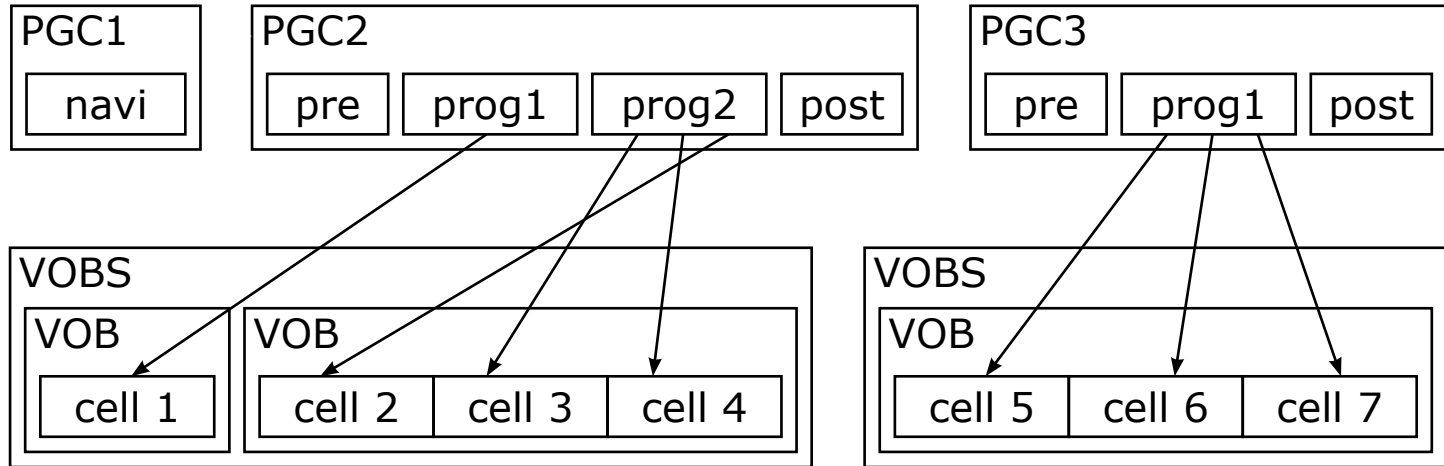
- na vrcholu titul (VTS, VMG)
 - obsahuje až 999 PGC (program chain)
 - jeden z nich je „first play“
- PGC obsahuje
 - seznam programů (samotný obsah)
 - příkazy, které se provedou před programy/po nich
 - příznak, jak se mají programy přehrát (sekvenčně, náhodně bez opakování, náhodně s opakováním)
- program – seznam ukazatelů na cells
 - de facto „kapitola“ filmu
 - definuje chování tlačítek „Previous“, „Next“

DVD-VIDEO



Ukázka struktury DVD

DVD-VIDEO



Návaznost logické struktury na fyzickou strukturu

DVD-VIDEO

STRUKTURA DISKU

- adresář VIDEO_TS
- Video Manager
 - informace o DVD, titulech, první PGC
 - VIDEO_TS.IFO, VIDEO_TS.BUP, VIDEO_TS.VOB
- tituly – VTS (Video Title Set)
 - VTSI – kontrola, odkazy – VTS_xx_0.IFO a .BUP
 - menu – VTS_xx_0.VOB
 - vlastní obsah – VTS_xx_n.VOB, max. 1 GB
- VOB – Video Object
 - video, audio, titulky, navigace

DVD-VIDEO

ZDROJ DAT

- digitální videokamera – obrazový formát většinou kompatibilní s DVD, obraz většinou prokádaný
- analogová videokamera – nutná digitalizace, obraz prokládaný
- film
 - nejkvalitnější, problém s poměrem stran a 24 fps
 - scan z negativu – nejkvalitnější, problém se zdrojem scan z pozitivní kopie
 - adjustáž, čištění, barevné a tonální korekce



scan z pozitivu



scan z negativu

*zdroj: Marketa Lazarová (F. Vlášil, 1967),
www.nostalghia.cz*

DIVX

- Divx, Digital Video Express
- varianta DVD, platba za přehrávání
- pouze USA/Kanada
- lepší ochrana než DVD
(watermarking videa, ochrana zvuku, DES)
- není na trhu

BLU-RAY DISC

- Sony, zaměření na domácí elektroniku
- laser 405 nm (CD 780, DVD 650 nm),
nosič 0,1 mm (CD 1,2 mm, DVD 0,6 mm)
- 1 vrstva 25 GB, až 8 vrstev, datový tok 54 Mbit/s
(z toho audio+video 48 Mbit/s)
- video MPEG-2 HL, H.264, VC-1
- audio LPCM, Dolby Digital, Dolby Digital Plus, DTS,
DTS-HD, Dolby TrueHD
- dva režimy tvorby
 - HDMV – podobný authoring jako DVD
 - BD-J – funkcionalita řízena Javou

BLU-RAY DISC

HDMV

- podpora out-of-mux audio proudu (hudba na pozadí fotogalerie)
- během dekódování v preload bufferu vždy k dispozici
 - textové titulky,
 - prezentační grafika (pozadí menu),
 - interaktivní grafika (tlačítka menu),
 - zvukové efekty
- navigace a míchání proudů – jednoduchý programovací jazyk, k dispozici 4096 32bitových registrů

BLU-RAY DISC

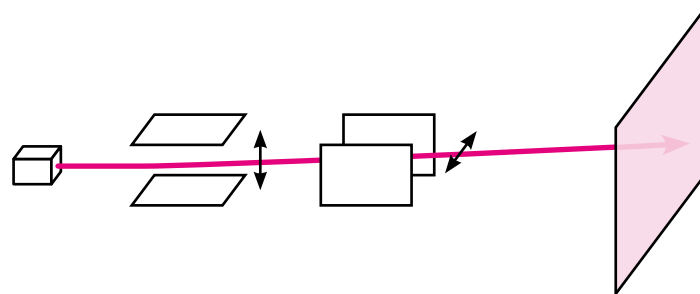
BD-J

- základem Java Xlet (applet + pause & resume)
- Xlet spouští AV obsah nebo jiné Xlety
- skládání pozadí, video + prezentační grafiky, BD-J grafiky na obrazovce
- mapování obsahu na zdroje na BD-disku, lokálním harddisku přehrávače, internetu

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

CRT

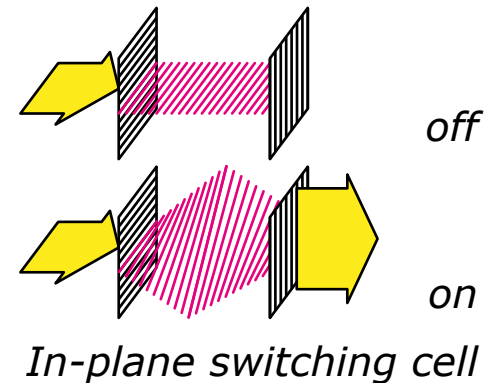
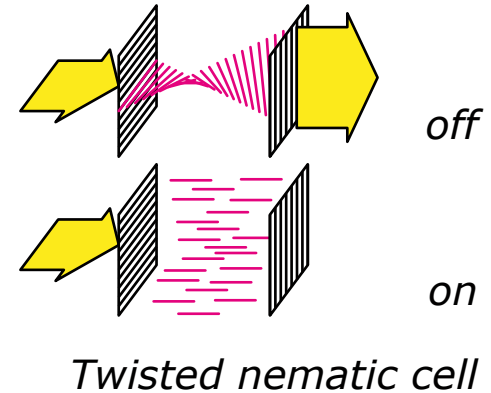
- cathode ray tube
- zvládnutá technologie
- vychylovaný elektronový paprsek → luminofor → světlo
- kvalitní obraz
- problém s plochou obrazu (max. úhlopříčka 100 cm)
- velké, těžké



ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

LCD

- liquid crystal display
- podsvícení → polarizační filtr → modulace polarizace pomocí LC → polarizační filtr
- různé technologie modulace polarizace:
twisted nematic (TN),
in-plane switching (IPS),
patterned vertical alignment (PVA),
...



ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

LCD

- přívod signálu na buňku
 - tenkovrstvý tranzistor (TFT)
 - plasma v řádkových kanálcích
- kapalné krystaly se objevují i v jiných technologiích
- lehké, tenké, plochá velká obrazovka
- problém s pozorovacím úhlem

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

PDP

- plasma display panel
- výboj v buňce obrazovky → plasma → luminofor → světlo
- dobrý kontrast, velký jas, tenký plochý displej
- drahé, velký příkon

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

OLED

- organic light-emitting diode
- každá buňka miniaturní LED
- oproti LCD nevyžduje podsvícení, nízká spotřeba
- tenký displej (svinovací), levná výroba
- nižší životnost než LCD/PDP

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

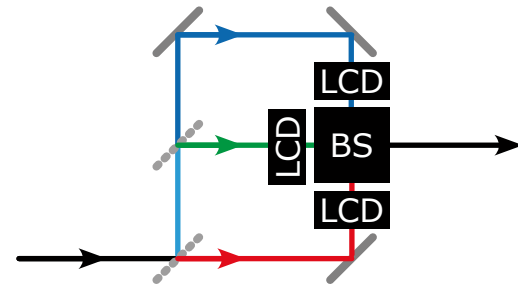
SED/FED

- surface-conduction electron-emitter display/
field emission display
- obrazovka s luminofory jako u CRT
- pro každý pixel miniaturní elektronový zářič
 - elektrody s mezerou několik nm, pro elektrovný tok stačí napětí 10 V
 - mezi elektrodami a stínítkem 10 kV – elektrony dopadají na luminofory stínítka → emise světla
- lehké, tenké, ploché
- obrazové vlastnosti podobné CRT

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

LCD PROJEKCE

- základem malé LCD modulátory světla (SLM – spatial light modulator)
- 1čipové
světlo → RGB LCD → objektiv
- 3čipové
světlo →
rozdělení na R, G, B
(dichroická zrcadla) →
3× LCD →
sloučení světla →
objektiv



ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

DLP PROJEKCE

- digital light processing
- základem DMD čip (deformable micromirror device)
 - miniaturní zrcátka (cca $10 \times 10 \mu\text{m}$)
 - natáčení v úhlu cca $\pm 12^\circ$, typicky binární ovládání
 - simulace různých jasů – délka pulsu světla
- 1čipové: světlo → DMD →
rotující barevné kolečko → objektiv
- 3čipové: světlo → rozdělení na R, G, B → 3× DMD →
sloučení světel → objektiv
- větší kontrast než LCD
- dříve horší barevnost, „duhový efekt“

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

LASEROVÁ PROJEKCE

- nevýhodou LCD i DLP je malá hloubka ostrosti
- laser (R, G, B) → modulace jasu pomocí akusticko-optického modulátoru (AOM) → optické vlákno → horizontální rozmítací zrcátko → objektiv → vertikální rozmítací zrcátko
- paprsek úzký ⇒ možná projekce na křivé plochy
- vynikající gamut

ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

MOZAIKOVÉ ZOBRAZOVACÍ PLOCHY

- pro velkoplošné exteriérové zobrazování
- úhlopříčka > 10 m, jas > 4000 cd/m²
- složeno z jednotek, každá několik RGB triád
 - zjednodušená konstrukce CRT (Sony Jumbotron)
 - výkonné LED (Sony JTron)