

Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

Branko Jeren i Predrag Pale

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu signala

Pokretne slike

Pregled predavanja

- vrste pokretnih slika
- ljudski vid
- video kamera
- TV video signali
- subsampling
- kompresije
- pregled MPEG-a

Pokretne slike

- ako se na istom mjestu na zaslonu
- jedna slika zamijeni drugom, pa trecom, pa ...
- više puta u sekundi
 - najčešće u jednakim vremenskim razmacima
- čovjek koji to promatra
- ima dojam pokretne slike
- svaka statična slička se zove "okvir" (frame)
- brzina izmjene okvira u **fps** (frames per second)
 - što je veća, pokret je "gladi"
 - moguć je i kvalitetan usporeni prikaz

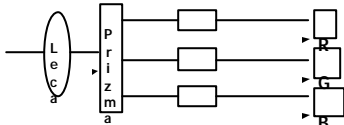
<10	Vidi se izmijenjena slika
10-16	"iskržani" pokreti
24 fps	Filmska traka
25	TV - PAL
30	TV - NTSC
60	HDTV

Vrste pokretnih slika

- pokretne bitmape** (moving bitmap images)
 - digitalizacija svakog okvira s filmske trake
 - digitalizacija signala analogne video kamere
 - generiranje svakog okvira računalom (synthesized images)
- pokretna grafika** (computer animaton)
 - opis sadržaja slike
 - u trenutku reprodukcije pretvara se u bitmap
 - vrlo zahtjevno na sklopovlje za prikaz
- hibridne**
 - kombinacija snimljenog i generiranog materijala
 - moguće su transformacije realne slike (npr. morphing)

Video kamera

- svjetlosni izvor emitira signal
 - koji je elektromagnetski val
 - monokromatski - ako je u njemu samo jedna frekvencija
 - polikromatski - ako ima više frekvencija
- svaki se signal može sastaviti od tri (osnovne) boje
 - npr.: crvena, zelena i plava (Red, Green, Blue)
- video kamera rastavlja ulaznu svjetlost na tri boje
 - na izlazu dobivamo tri različita kontinuirana signala, po jedan za svaku komponentu boje (RGB)



Ljudski vid

- RGB je (objektivno) svojstvo izvora svjetla
- ljudsko oko ne registrira sve tri komponente isto
 - dvije frekvencije istog intenziteta će izazvati različit osjet svjetline
 - osjetljivije je na žuto-zelenu nego na crveno-ljubicastu
- zato definiramo neke parametre (osjeta) vida
 - "luminance"
 - to je ukupna (doživljena, odziv oka) "energija" neke boje
 - "lightness"
 - koliko je nešto bijelo i crno, mjesto na svojoj skali
 - objekti koji reflektiraju manje od 30% svjetla, cine se crni
 - objekti koji reflektiraju više od 80% svjetla, cine se bijeli
 - "brightness"
 - koliko je nešto osvijetljeno
 - primjer: osvijetljena sredina potpuno sivog papira

Ljudski vid - boje

- boja nije svojstvo nekog objekta, već naš (subjektivni) doživljaj
- potpuno isti doživljaj (žute boje) izazivaju
 - monokromatski izvor koji šalje "žutu" frekvenciju
 - polikromatski izvor koji šalje dvije frkevencije "crvenu" i "zelenu" točno određenih intenziteta.
- postoje kombinacije dvaju ili više frekvencija koje nemaju monokromatski ekvivalent
- svojstva boja (osjeta)
 - svaku boju možemo proizvesti kombinacijom neke tri boje
 - ako su dvije boje iste, iste će biti i boje koje nastanu ako svakoj od njih dodamo trecu, istu boju

Primarne boje

- to su trojke boja
 - koje nisu međusobna kombinacija
- od kojih se može sastaviti bilo koja boja
- postoji neograničen broj trojki
 - RGB je naš odabir, a ne fizički zakon
- općenito vrijedi:
$$Z = aA + bB + cC$$
- što ako je $a, b,$ ili c negativan?
 - to znaci da traženu boju ne možemo dobiti od primarnih
 - već joj moramo dodati jednu primarnu da bismo dobili isti osjet koji daje kombinacija druge dvije primarne boje
$$Z + aA = bB + cC$$

RGB

- CIE standard
- frekvencije
 - Red = 700 nm
 - Green = 546 nm
 - Blue = 436 nm
- ne mogu proizvesti sve boje
 - problem je sa "zasićenim" bojama
 - ali se one rijetko pojavljuju
- TV standardi koriste drugacije trojke
 - fosfori za ekran ne mogu proizvesti RGB

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i acunalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

TV video signali

- ne koristi se RGB za prijenos
 - radi sukladnosti s crno-bijelom TV
 - radi uštede
- signal se prevodi u oblik koji ima:
 - svjetlinu i dvije komponente boje
 - oko je manje osjetljivo na boju nego na svjetlinu
 - zove se "luminance and chrominance" oblik
- YUV signal (PAL)
 - dobija se linearnom transformacijom iz RGB
 - $Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B$
 - $U = 0,493(B - Y) = -0,15R - 0,29G + 0,44B$
 - $V = 0,877(R - Y) = 0,62R - 0,52G - 0,10B$
- YIQ za NTSC
- definirano standardima

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i acunalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

Digitalna televizija

- isto se koristi YUV signal
- s obzirom da su boje manje važne od svjetline
 - moguća je ušteda
 - manjom preciznošću za chrominance komponente
 - uzimati cemo manje uzoraka nego za luminance
 - omjeri moraju biti cijeli brojevi
- pod-uzorkovanje (subsampling)
 - odnos se označava kao Y : C1 : C2

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i acunalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

Subsampling za studijsku kvalitetu

- 4:2:2
- standard (preporuka) ITU-R 601
- Y se racuna kao u NTSC
Cr i Cb su razlike R-Y i B-Y.
- 720 uzoraka po liniji
- 486 (NTSC) odnosno 576 (PAL) linija
- ušteta 33%

Subsampling za videokonferencing

- 4:1:1
- standard ITU-TS H.261
- 352 uzorka po liniji i 288 linija po slici
- CIF (Common Intermediate Format)
- ušteta 50%
- traži propusnost između 100 i 300 Kbps
- QCIF (Quarter-CIF)
 - niža kvaliteta
 - 144 linije po slici i 176 uzoraka po liniji za svjetlinu
- Super-CIF
 - približno studijska kvaliteta.
 - 704 uzorka po liniji i 576 linija po slici

Subsampling za VCR kvalitetu

- MPEG-1
- Standard Interchange Format (SIF)
 - odgovara VCR kvaliteti
- 352 uzorka po liniji za svjetlinu
- 240 (NTSC) ili 288 (PAL) linija po slici
- MPEG-1 odgovara 4:1:1

Kompresija pokretnih slika

- svodi se na odbacivanje ponavljanja
- dvije metode
 - prostorna zalihost (redundancija)
 - odnosi se na svaki okvir pojedinačno
 - obično se koristi JPEG ili slično
 - vremenska zalihost
 - odnosi se na ponavljanje između okvira
 - obično se koristi DPCM

Praktične primjene kompresija

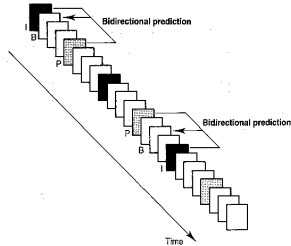
- primjene koje koriste samo prostorno ponavljanje
 - motion JPEG
 - neosjetljiv na gubitak okvira tijekom prijenosa
 - smanjeno kašnjenje (compression delay)
 - 8 - 10 Mbps
- primjene koje koriste i prostorno i vremensko ponavljanje
 - postižu se viši stupnjevi kompresije
 - nedostatak je značajno kašnjenje

Vrste okvira

- Intra-coded frame (I-frame)
 - ne nastaje iz bilo kojeg drugog okvira
- Reference frame (R-frame)
 - je okvir iz kojega se konstruiraju drugi okviri
- Predicted frame (P-frame)
 - je okvir koji nastaje samo iz (nekih od) prethodnih okvira
 - uvijek nastaje od I-frame
- Bidirectional frame (B-frame)
 - je okvir koji nastaje samo od (nekih od) prethodnih i od (nekih od) sljedećih okvira
 - tipično nastaje iz I-frame i P-frame
- Slijed kodiranja
 - nekoliko okvira treba staviti u spremnik (buffer)
 - prvo se kodira I-frame
 - zatim P-frame
 - i onda svi B-frame između I i P

Slijed izmjene okvira

- I-frame
 - najslabije komprimiran
 - služi za sinkronizaciju
 - mora se pojavljivati svakih 300 do 400 msec
 - za VCR svakih 150 P-frame ili I-frame
- B-frame
 - najbolje komprimiran
 - ali ovisi i unatrag i unaprijed
- Tipično:
 - IBBBPBBBI
- PAL:
 - IBBPBBPBBBI
- NTSC:
 - IBBPBBPBBPBBBI



B. Jeren i P. Pale: Podatakovni višemedijski prijenos i računalne mreže PVPRM, LS&S (c) 2001

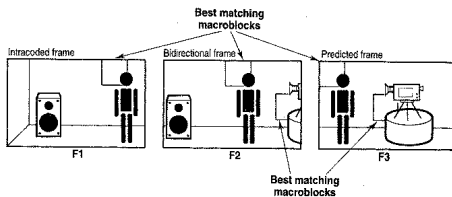
Makroblok i vektor pomaka

- ideja blokova
 - kao i kod JPEG
- makroblok sadrži
 - za luminance 16 x 16 pixela
 - za chrominance 8 x 8 (dva puta)
 - svede se na šest blokova po 8 x 8
- promatrajući dva uzastopna okvira
 - zbog pomaka objekta u sceni
 - očekujem od se neki makroblok
 - nepromijenjen pomakne u okviru
 - takvi se blokovi nazivaju "matching blocks"
- vektor pomaka
 - opisuje prostorni pomak makrobloka

B. Jeren i P. Pale: Podatakovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

Okviri, makroblokovi i vektor pomaka



B. Jeren i P. Pale: Podatakovni višemedijski prijenos i računalne mreže

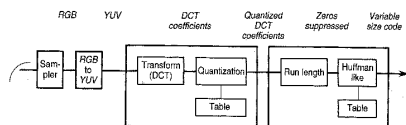
PVPRM, LS&S (c) 2001

Najslicniji makroblok

- ako se ne može naći jednaki makroblok
 - traži se najslabiji
 - računa se aritmetička razlika između stvarnog i najslabijeg makrobloka
- razlika se naziva error term
 - kao kod vektorske kvantizacije
- ako je razlika prevelika
 - makroblok se kodira poput onoga u I-frame

Kodiranje I-frameova

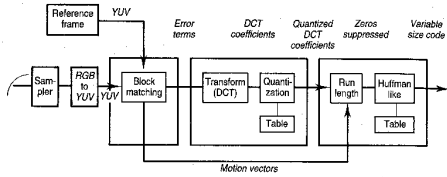
- slično lossy kodiranju JPEG-a
- i svjetlina i boje se dijele u blokove 8 x 8
- svaki blok se transformira DCT
- provođenje kvantizacije
- cik-cak run-length kodiranje
- Huffman-like kodiranje



Kodiranje P- i B-frameova

- za svaki makroblok traži se najslabiji u referentnom okviru
- računa se razlika (error term), kao i vektor pomaka
- error term koji je matrica se DCT
- provodi se
 - kvantizacija,
 - cik-cak run-length i
 - Huffmanovo kodiranje
- kvantizacijska tablica je različita
 - od one kod I-frame
- vektor pomaka
 - se kodira DPCM-om
 - i Huffman-like kodiranjem

Kodiranje P- i B-frameova



B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

Pregled MPEG standarda

- MPEG-1
 - ISO 11172
 - VCR kvaliteta i CD-ROM
 - SIF na 1.2 Mbps
- MPEG-2
 - ISO 13818
 - studio kvaliteta, više audio kanala, pogodan za HDTV
 - 4 do 6 Mbps
- MPEG-3
 - napušten

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

Pregled MPEG standarda

- MPEG-4
 - videokonferencije te prijenos preko Interneta
 - ne definira kodeke već samo "framework"
- MPEG-7
 - metapodatkovne strukture i opisi
 - nadgradnja nad MPEG-2 i MPEG-4
 - nosi opise sadržaja
- MPEG-21
 - Internet digital rights management (IDRM)
 - upravljanje i kontrola autorskim pravima te pravima reprodukcije

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

MPEG-1

- za pokretne slike i zvuk
- do 1.5 Mbps
 - audio kanal troši 200-250 Kbps
 - na sliku ostaje 1.15 ili 1.2 Mbps
- srednja kvaliteta
 - 352x240 za NTSC
 - 352x288 za PAL
- slike mogu biti velicine do 4095x4095 pixela
- 4:1:1
- stupanj kompresije do 26:1
- radi u non-interlaced scan modu
 - to se zove i "progressive scan"

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

MPEG-2

- za višu kvalitetu
- mogućnost više audio kanala
- stream do 10 Mbps
- progresivni ili interlaced scan mod
- zapravo "obitelj" kompresija
 - Low level
 - CIF (352 x 288) za VCR kvalitetu
 - Main level
 - ITU-R 601 (720 x 480) za studio kvalitetu
 - High-1440 level
 - prijelazni format (1440 x 1152) "consumer HDTV"
 - High level
 - HDTV (1920 x 1080)

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

MPEG-3

- bio je namjenjen za HDTV
- ali je rad na MPEG-2 brzo napredovao
- pa je MPEG-2 uključio i namjenu za HDTV
- stoga je MPEG-3 napušten

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

MPEG-4

- drastično smanjenje bit ratea
- ciljani za prijenos preko Interneta
- videokonferencije i streaming
- ne definira kodeke već samo pravila koja kodeci moraju zadovoljavati
- npr. MS MPEG-4, Apple QuickTime, DivX sadržavaju elemente MPEG-4
- track & atom based - svaki element (video, audio, slika, tekst) se tumači kao zasebni tok podataka)

Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

pvprm.zesoi.fer.hr

PVPRM@zesoi.fer.hr
