

Elektronski fakultet u Nišu

MULTIMEDIJALNE TEHNOLOGIJE

Mr Martin Jovanović

Priprema za samostalni projekat - digitalni video

Digitalni video

- ▶ Digitalni video je tehnologija elektronskog detektovanja, snimanja, obrade, pohranjivanja, prenosa i rekonstruisanja sekvence statičnih slika, prui čemu ta sekvenca reprezentuje scene pokreta.
- ▶ Postoje različiti slojevi video transmisije i pohranjivanja videa. Svaki nivo podrazumeva sopstvene formate.
- ▶ Pojam video formata odnosi se na tip i strukturu fajla koji nosi video zapis. Pojam formata usko je povezan sa pojmom kodeka.

Kompresovan ili ne?

- ▶ Multimedijalni fajlovi (slike, zvuci i video zapisi) se najopštije mogu podeliti na nekompresovane i kompresovane.
- ▶ Nekompresovani digitalni multimedijalni materijal je direktan rezultat snimanja (A/D) konverzije. CCD senzor digitalne kamere može dati ogroman data rate (količinu podataka u sekundi) što pravi jako glomazne fajlove i zahteva ogroman bandwidth za prenos kroz mreže.

Sirovi, ne.

- ▶ Gotovo ni jedan digitalni uređaj za video snimanje ne daje sirovi, nekompresovani format (npr. Sony Beta digitalni format, koji se često smatra nekompresovanim, zapravo koristi kompresiju 2:1 bez gubitaka; Sony MiniDisc format, takođe često smatran nekompresovanim, koristi visoko kvalitetan Sony ATRAC algoritam kompresije). Izuzetak su DSLR foto aparati sa mogućnošću snimanja u zaista nekompresovanom ("RAW") formatu. Pošto se radi o fotografijama, a ne o video zapisu, ovo je tehnički izvodljivo (prvenstveno sa aspekta prostora za skladiranje). Ipak, ne postoji jedan jedinstveni sirovi format za fotografije. Svaki uređaj ima senzor koji daje donekle drugačije informacije. Koliko uređaja - toliko različitih sirovih formata. Sirovi materijal iz digitalne kamere svodio bi se na sekvencu sirovih fotografija.

Optimizacija digitalnog videa

- ▶ Optimizacija je proces pripreme sirovog digitalnog materijala za reprodukciju na ciljnom sistemu i/ili transfer kroz računarsku mrežu. Primarni razlozi za optimizaciju su:
 - ▶ smanjenje veličine fajla zbog storage-a
 - ▶ smanjenje veličine/bitrate-a zbog transfera
- ▶ Ukoliko se video priprema za korišćenje na web-u, potrebno je razmotriti minimum tri aspekta:
 - ▶ brzinu konekcije ciljnih korisnika,
 - ▶ veličinu (i zahtevani bitrate) fajla i
 - ▶ softver na strani korisnika (pre svega kodeke).

Transkodiranje

- ▶ Optimizacija se najčešće sastoji iz dve procedure:
 - ▶ kodiranje (encoding), što može da podrazumeva kompresiju
 - ▶ kompresija (korišćenjem codec-a)
- ▶ Jedna varijanta optimizacije je transkodiranje. To je konverzija fajla iz jednog formata u drugi bez optimizacije (obično služi za konvertovanje iz zastarelog u noviji format, ili u specifičan format za reprodukciju na određenom uređaju). Najčešće podrazumeva gubitke u kvalitetu.

Kodek (Codec)

- ▶ **CoDec** je skraćenica za algoritam za **KO**diranje-**DEK**odiranje. Kodek može biti prisutan u okviru programa za rad sa MM fajlovima, ili može biti instaliran na sistemu i dostupan bilo kom registrovanom programu. Obično se koristi za zvuk i video, ali kompresovanje slika takođe spada u domen odgovarajućih kodeka. Jedan media player može u sebi imati i više kodeka. Osim softverski, kodek može biti realizovan i hardverski (ovako realizovan kodek ima veću brzinu).
 - ▶ Primeri kodeka za zvuk su MPeg3, Ogg Vorbis, FLAC, AAC.
 - ▶ Primeri kodeka za video su Mpeg2, H264, DivX.
 - ▶ Primer kodeka za sliku je JPeg.

Lossy ili lossless?

- ▶ Kodek može biti lossy (sa gubicima) i lossless (bez gubitaka).
- ▶ Lossless kodek vrši optimizaciju smeštanja informacija sa mogućnošću kompletne restauracije originalnog fajla i ima manji nivo kompresije.
- ▶ Lossy kodek vrši daleko veću kompresiju po cenu umanjenja kvaliteta rezultujućeg fajla. Ovakva kompresija podrazumeva odbacivanje dela informacija iz originalnog fajla koje se smatraju "manje bitnim" za ljudsku percepciju multimedijalnog sadržaja.

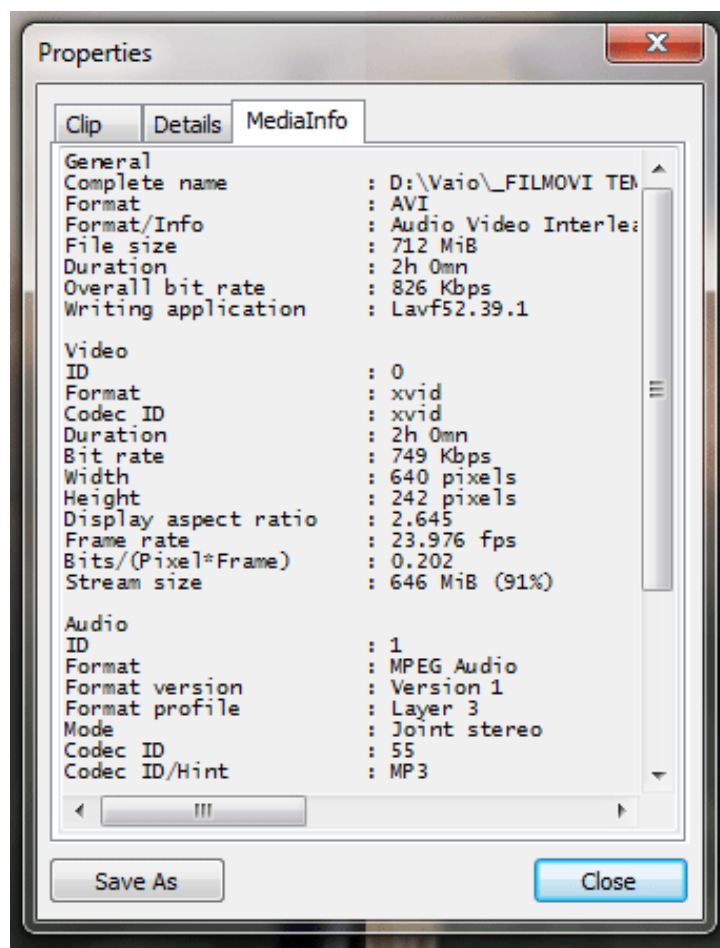
Kodek nije format

- ▶ Multimedijalni fajl može biti u jednom istom formatu, ali kodovan različitim kodecima. Format fajla definiše logičku strukturu fajla (zaglavlje, meta-podatke i sl), a kodek definiše algoritam - način/recept po kome su multimedijalni podaci kompresovani. Jedan isti format fajla može u sebi sadržati isto zaglavlje, istu strukturu metapodataka, čak i istu strukturu konkretnih kompresovanih podataka, ali se proces kompresije kojim se došlo do njih može razlikovati. U tom slučaju je reč o istom formatu fajla, a različitim primenjenim kodecima.

Ekstenzija nije format

- ▶ Format fajla obično je opisan njegovom ekstenzijom (.mp3, .avi i sl). Međutim, korisnik može promeniti ekstenziju fajla, tako da je ona samo informativna. Programi za rad sa multimedijalnim podacima najčešće imaju mogućnost da analiziraju unutrašnju strukturu fajla i na osnovu nje odrede koji je istinski format fajla i koji kodek je primenjen za kompresiju podataka u njemu.
- ▶ Svi programi za rad sa MM podacima daju mogućnost uvida u strukturu (format) fajla.

Podaci o formatu



SD ili HD?

- ▶ Osnovna podela video fajlova prema formatu je na:
 - ▶ SD (Standard Definition) - DVD, MiniDV kasete itd
 - ▶ HD (High Definition) - BluRay diskovi, digitalni TV
- ▶ Ovi formati odgovaraju standardima za televiziju standardne i visoke definicije, ali se podela jednako odnosi na sve vrste digitalnog videa.
- ▶ Jednostavno je pravilo: sve što ima manju rezoluciju od HD-a se vodi kao SD.

SD

- ▶ SD video podrazumeva proporcije ekrana 4:3 u Americi (što odgovara NTSC standardu) i 4:3 odnosno 16:9 u Evropi. Format 16:9 se naziva i 576i. Digitalni TV signal u standardnoj definiciji podrazumeva pravougaone piksele, dok računarski ekrani imaju kvadratne piksele. U nastavku je data tabela svih SD formata, zajedno sa odgovarajućim rezolucijama na računarskim monitorima. Najčešći video format u standardnoj definiciji je DV format, definisan za kamkordere.

HD

- ▶ HD video podrazumeva značajno veću rezoluciju od SD standarda. Prema veličini frejma dele se na podstandarde 720 i 1080 sa rezolucijama 1280x720 i 1920x1080. Slika može biti progressive i interlaced (oznake p i i) a frekvencija osvežavanja ide od 23.976 do 120 Hz.
- ▶ Ovaj standard obično koristi MPEG-2, MPEG-4 i H.264 algoritme kompresije.
- ▶ Audio obično koristi AAC, MP3 i AC3 algoritme kompresije, sa do 5+1 kanala.

Dva prilaza kompresiji

- ▶ Iako postoji mnoštvo open-source i komercijalnih algoritama za kompresiju digitalnog videa, osnovna podela je:
 - ▶ i-frame (Interframe): svaki frejm se tretira kao statična slika i kompresuje na način na koji se kompresuju slike.
 - ▶ Interframe: definiše se interval pojavljivanja key-frame-ova. Key frame je snimljen kompletno, a frejmovi nakon njega se porede sa njim. Snimaju se samo razlike između njih. Primer za ovu kompresiju je MPeg.

Algoritmi za kompresiju

- ▶ Kompresija podrazumeva da je ulazni tok podataka biva analiziran i informacije koje, po nekoj proceni, nisu neophodne - bivaju odbačene. Svakom događaju dodeljuje se određeni broj bitova (ovo se naziva kvantizacija). Događajima koji su češći dodeljuje se manji broj bitova, a retkim događajima veći (ovo se naziva kodiranje varijabilne dužine).
- ▶ Četiri najprisutnija metoda za kompresiju su:
 - ▶ diskretna kosinusna transformacija (DCT),
 - ▶ vektorska kvantizacija (VQ),
 - ▶ fraktalna kompresija i
 - ▶ diskretna talasasta transformacija (DWT).

D C T

- ▶ Diskretna konsinusna transformacija je algoritam za kompresiju sa gubicima koji sempluje sliku u određenim intervalima, analizira spektralne (frekvencijske) komponente u uzorku i odbacuje one koji nemaju efekta na subjektivno opažanje slike kod ljudi. Ovaj algoritam stoji u osnovi standarda JPEG, MPEG, H.261 i H.263.



V Q

- ▶ Vektorska kvantizacija je klasična tehnika kvantizacije koja omogućava modelovanje funkcije gustine verovatnoće putem distribucije prototipskih vektora. Ona funkcioniše tako što deli velike skupove tačaka (vektore) u grupe sa približno istim brojem najbližih tačaka. Svaku grupu reprezentuje njena centroidna tačka. Tipičan jednostavan trening-algoritam:
 - ▶ Izabrati slučajnu tačku kao uzorak.
 - ▶ Pomeriti najbliži kvantizacioni vektor-centroid prema tački-uzorku za mali deo rastojanja. Ponoviti prvi korak.
- ▶ Ovaj algoritam stoji u osnovi video kodeka Cinepak i njegovih prethodnika: Sorenson, Indeo i VQA. Primeri kodeka za kompresiju zvuka zasnovani na vektorskoj kvantizaciji su: Oqq Vorbis, TwinVQ, CELP, DTS.

Fraktalna kompresija

- ▶ Fraktalna kompresija je modifikovana forma VQ algoritma. Ovaj algoritam je najbolje prilagođen slikama prirode i teksturama jer se zasniva na tome da jedan deo slike liči na drugi deo slike. Fraktalni algoritmi konvertuju ove delove u tzv. fraktalne kodove - matematičke modele koji se potom koriste se reprodukuje kodirana slika. Pri ovoj kompresiji se ne snimaju pikseli (kao što je slučaj kod JPEG, GIF i MPEG kompresije). Prednost ovog algoritma je što se fraktalni kodovi mogu konvertovati nazad u sliku bilo koje veličine bez gubitka oštine (kao što je slučaj sa vektorskim slikama).

D W T

- ▶ Diskretna talasasta transformacija razlaže sliku na njene spektralne komponente, ali, za razliku od DCT algoritma, ovo radi sa celom slikom. Rezultat je hijerarhijska predstava slike, gde svaki sloj predstavlja jedan opseg frekvencija.



Standardizacija kompresije

- ▶ MPEG grupa je ISO/IEC radna grupa osnovana 1988. za razvoj standarda za digitalne audio i video formate. Postoji 5 MPEG standarda u eksploataciji ili u razvoju. Svaki je razvijen za određenu primenu i određeni bitrate, iako MPEG kompresija lepo funkcioniše i kada se bitrate povećava. Ostale organizacije su:
 - ▶ **ITU-T** je Telecommunication Standardization Sector - koordinaciono telo za standardizaciju u telekomunikacijama ispred International Telecommunication Union (ITU). Nalazi se u Ženevi, Švajcarska.
 - ▶ **ISO/IEC** informacioni centar funkcioniše pod okriljem ISO (International Organization for Standards) i IEC (International Electrotechnical Commission) sa ciljem da obezbedi informacije vezane za standardizaciju, standarde i srodne oblasti.

Standardi video kompresije

- ▶ MPEG-1
- ▶ MPEG-2
- ▶ MPEG-4
- ▶ DV
- ▶ H.261
- ▶ H.263
- ▶ H.264



MPEG-1

- ▶ Za bitrate do 1.5 MBps. Prilagođen video zapisima na CD-u. Na ovom standardu je zasnovan VideoCD standard, najrašireniji format videa u Aziji. Takođe, u pitanju je još uvek najpopularniji video format na Internetu. Ekstenzija fajla je .mpg. Inače treći nivo MPEG-1 standarda je prilagođen kompresovanju zvuka. U pitanju je najpopularniji format za kompresovani zvuk, poznat kao MP3.



MPEG-2

- ▶ Za bitrate od 1.5 do 15 Mbps. Na ovom standardu zasnivaju se digitalna televizija i DVD. Zasnovan je na MPEG-1 standardu ali prilagođen transmisiji digitalnog materijala kroz televiziju. Najveća razlika u odnosu na MPEG-1 je sposobnost da efikasno kompresuje prepleteni (interlaced) video signal. Ovaj standard se dobro ponaša i kod HDTV-a, što čini nepotrebnim postojanje MPEG-3 standarda specijalno za ove primene.

MPEG-4

- ▶ Prilagođen za kompresiju multimedijalnih sadržaja na Web-u. Ovaj standard zasniva se na kompresiji baziranoj na objektima. Unutar scene se prate individualni objekti i kompresuju odvojeno. Rezultat je vrlo efikasna i skalabilna kompresija (delotvorna u širokom dijapazonu bitare vrednosti). Takođe dopušta nezavisnu kontrolu nad objektima u sceni, što pruža mogućnost za interaktivnost.

DV

- ▶ U pitanju je video format visoke rezolucije koji su popularizovali digitalni kamkorderi. Ovaj standard koristi DCT algoritam za lossy kompresiju podataka o pikselima.



H.261

- ▶ Ovo je ITU standard prilagođen dvosmernoj komunikaciji kroz ISDN telefonske linije (za video conferencing) i omogućava protoke koji su umnošci od 64 kbps. Algoritam kompresije zasnovan je na DCT-u i može biti implementiran kao hardver ili softver. Koristi i interframe i intraframe kompresiju. Ovaj standard podržava CIF i QCIF rezolucije. CIF (Common Interchange Format) je skup standarda za video formate u videoconferencing-u. CIF podrazumeva sledeće rezolucije:
 - ▶ SQCIF (Sub quarter CIF): 128×96
 - ▶ QCIF (Quarter CIF): 176 x 144
 - ▶ FCIF (Full CIF): 352 x 288
 - ▶ 4CIF (4 x CIF): 704 x 576
 - ▶ 16CIF (16 x CIF): 1408 x 1152

H.263

- ▶ Zasniva se na H.261 sa poboljšanjima kvaliteta videa prenesenog modemima. Ovaj standard podržava sve CIF rezolucije i najčešće se sreće kod sistema za video-conferencing. Ovakav sistem može se videti u prostorijama Univerziteta u Nišu (Banovina). Uređaj se koristi za zajednička predavanja i konferencije sa inostranim univerzitetima.

H.264

- ▶ Puno ime standarda je H.264/MPEG-4 Part 10 ili H.264/MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding). Trenutno je ovo najrasprostranjeniji format za snimanje, kompresiju i distribuciju video materijala u HD kvalitetu. U pitanju je algoritam kompresije zasnovan na kompenzaciji pokreta, orijentisan ka blokovima. Razvile su ga zajedno ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) i ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG). Obe ove grupe imaju standard pod svojim imenom (ITU-T H.264 odnosno ISO/IEC MPEG-4 AVC) ali pod obavezom da obe specifikacije u svakom trenutku budu identične. H.264 je najpoznatiji po tome što je izabran za zvanični standard za Blu-ray diskove. Takođe je široko prihvaćen od strane proizvođača (Apple - iTunes Store, YouTube, Adobe Flash, Microsoft Silverlight itd).

divX video kodek 1

- ▶ divX je danas komercijalni proizvod firme DivX Inc koji uključuje video kodek koji je stekao popularnost zbog relativno velikog stepena kompresije uz relativno mali gubitak video kvaliteta. Postoji 2 tipa DivX kodeka: regularni MPEG-4 Part 2 DivX kodek i H.264/MPEG-4 AVC DivX Plus HD kodek. Ovaj kodek je nastao od prvobitnog kodeka zvanog "DivX ;-)". Ovaj rani DivX kodek nastao je 1998. kao poduhvat francuskog hakera Jerome Rota. Hacker je bio razočaran što se njegov portfolio i résumé ne vide na novijoj verziji Windows Media Playera.

divX video kodek 2

- ▶ Umesto da transkodira te video fajlove, Jerome je odlučio da ohakuje Microsoftovu varijantu MPEG-4 Version 3 kodeka (u okviru Windows Media Tools 4). Pomoć mu je pružio nemački haker Max Morice, a reverse engineering je trajao oko nedelju dana. Firma DivX Networks osnovana je 2000. godine, a 2005. je promenila ime u DivX Inc. Verzija 2 kodeka je napisana od početka, sa ciljem da bude po MPEG-4 standardu kompresije, ali kompatibilna unazad sa Microsoft MPEG-4 Version 3. Aktuelna verzija kodeka je 5.

Xvid video kodek

- ▶ Xvid kodek je nastao u toku razvoja divX-a, tako što je jedan od developera preuzeo jezgro aktuelnog kodeka i nastavio da ga razvija po svom nahođenju. Ovaj kodek takođe prati MPEG-4 standard, konkretno MPEG-4 Part 2 Advanced Simple Profile. Ovaj kodek nije u privatnom vlasništvu (kao DivX) već je slobodan i pod GNU General Public Licence. Ovaj kodek je otvorenog koda i može se kompajlirati na bilo kojoj platformi. Legalnost ovog kodeka je pod znakom pitanja.

Video kontejneri

- ▶ Fajlovi koji sadrže kompresovani video zapis, audio zapis, metapodatke, titlove, pa čak i potreban algoritam za dekodiranje i sl nazivaju se kontejnerima. Cilj kontejnera je da se sve potrebne informacije za reprodukciju isporuče u okviru jednog fajla. Postoje kontejner-fajlovi opšte namene (kao Microsoft DLL), ali većina ih je prilagođena nekoj konkretnoj primeni. Među prve kontejnere spada Interchange File Format (IFF).

Poznati kontejneri

- ▶ Neki od poznatijih kontejnera su 3GP (za mobilne telefone), AVI (Microsoft), Flash Video (FLV, F4V), Matroska (MKV), Quick Time File Format (Apple), MPEG Program Stream (DVD video diskovi), MPEG-2 Transport Stream (Blu-Ray), MP4 (standard za MPEG-4), Ogg, RM (Real Media), VOB (DVD video) itd.
- ▶ Ne treba mešati tip kontejnera sa tipom standarda video kompresije. Tip kontejnera (ekstenzija video fajla na hard disku) najčešće ne govore ništa o tome koji algoritam kompresije je primenjen na video sadržaj.

Parametri kontejnera

- ▶ Najvažniji parametri o kojima treba voditi računa prilikom izbora kontejnera za kompresovani video materijal su:
 - ▶ popularnost (rasprostranjenost)
 - ▶ dodatna veličina (kontejner povećava veličinu fajla)
 - ▶ podrška novim funkcionalnostima kodeka, kao što su varijabilni bitrate, varijabilni framerate, B-frejmovi (npr. AVI nema podršku za to)
 - ▶ podrška naprednim sadržajima (poglavlja, titlovi itd)
 - ▶ podrška za streaming.

Digitalni video i Web

- ▶ Pri optimizaciji video materijala za web treba razmotriti sledeće faktore:
 - ▶ koje softver za reprodukciju imaju korisnici
 - ▶ koji optički uređaji imaju korisnici
 - ▶ kolika je brzina Internet veze korisnika
 - ▶ koje kodeke uobičajeni programi za reprodukciju koriste
 - ▶ koji kodeci daju najbolji kvalitet i veličinu fajlova
- ▶ Izbor programa za optimizaciju video materijala: Sony Vegas/Adobe Premiere, Adobe Flash encoder, Apple QuickTime Pro, DrDivX...

Parametri kompresije

- ▶ izbor video kodeka
- ▶ izbor bitratea (i da li je fiksni ili varijabilni)
- ▶ prostorni kvalitet
- ▶ frekvencija keyframe-ova
 - ▶ za visoki bitrate 1 u sekundi (svakih 15 frejmova)
 - ▶ za nizak bitrate 1 na 5 sekundi
- ▶ izbor audio kodeka
 - ▶ bitrate za zvuk (fiksni ili varijabilni)
 - ▶ rezolucija smplovanja
 - ▶ frekvencija smplovanja
 - ▶ stereo ili mono
- ▶ veličina frejma (rezolucija), proporcije (4:3, 16:9 i sl)
- ▶ framerate (broj sličica u sekundi)

Preporučene forme

- ▶ YouTube (kompatibilan sa svim kompjuterima i telefonima)
- ▶ FlashVideo (kompatibilan sa većinom kompjutera)
- ▶ kombinacija WMV i QuickTime verzija (Windows i Mac).
- ▶ HTML video tagovi.



Optimizacija Flash videa

- ▶ Enkodovati sirovi video pomoću Flash video enkodera i eksportovati kao Flash objekat, kome se mogu pridodati kontrole pomoću Action Script-a.
- ▶ Importovati sirovi video u Flash video enkoder, optimizovati ga i embedovati dobijeni video fajl na web stranicu.
- ▶ Za Flash video se preporučuju sledeći kodeci:
 - ▶ Sorenson Spark (za verzije 7 do 9)
 - ▶ One2 VP6 (za verzije 7 do 9)
 - ▶ H.264 (za verziju 9 update 3 i novije).



Embedovanje Flash videa

```
<object width="480" height="385"><param name="movie"
  value="http://www.youtube.com/v/1TNUqVz_VFg?fs=1&hl=en_US">
</param><param name="allowFullScreen"
  value="true"></param><param name="allowscriptaccess"
  value="always"></param><embed
  src="http://www.youtube.com/v/1TNUqVz_VFg?fs=1&hl=en_US"
  type="application/x-shockwave-flash" allowscriptaccess="always"
  allowfullscreen="true" width="480"
  height="385"></embed></object>
```



HTML 5 <video> tag

```
<video controls>
```

```
  <source src="video.m4v"  
type="video/mp4" />    <!-- MPEG4 for  
Safari -->
```

```
  <source src="video.ogg"  
type="video/ogg" />    <!-- Ogg Theora  
for Firefox 3.1b2 -->
```

```
</video>
```

