

Digitalizacija videa

UVOD

Digitalni video je tip snemalnega sistema, ki uporablja digitalni namesto analogni video signal. Začetki segajo v obdobje med 1970 in 1980. Prvi komercialni digitalni video je ponudil Sony, leta 1986.

POJMI

1. Multimedijaska kompresija in formati

	ISO/IEC	ITU-T
Video kompresija	MJPEG, Motion JPEG 2000, MPEG-1,2,4,H	H.120 H.261 H.262 H.263 H.264 H.265
Avdio kompresija	MPEG-1 Layer III (MP3) MPEG-1 Layer II (Multichannel) MPEG-1 Layer I AAC (HE-AAC AAC-LD) MPEG Surround MPEG-4 ALS MPEG-4 SLS MPEG-4 DST MPEG-4 HVXC MPEG-4 CELP MPEG-D USAC MPEG-H 3D Audio	G.711 G.718 G.719 G.722 G.722.1 G.722.2 G.723 G.723.1 G.726 G.728 G.729 G.729.1
Kompresija slik	CCITT Group 4 JPEG JPEG 2000 JPEG XR Lossless JPEG JBIG JBIG2	

	PNG	
	TIFF/EP	
	TIFF/IT	
	HEVC	
Datotečni format	MPEG-PS	H.222.0 T.802
	MPEG-TS	
	ISO base media file format	
	MPEG-4 Part 14 (MP4)	
	Motion JPEG 2000	
	MPEG-21 Part 9	
	MPEG media transport	

2. Kompresijske metode

Brez-izgubne Huffmanova, Shannonova, Lempel-Ziv (LZ77), LZW, RLE

Avdio

Slika

Video

3. Kompresijska programska oprema

Arhiv s kompresijo WinRAR, WinZip

Ne-arhivirani kompresorji Gtip, lzip, rzip

Avdio kompresija Nero AAC Codec, KAME, Windows Media Encoder

Video kompresija DivX, Nero Digital, Quick time, Windows Media Encoder

Splošna resolucija zaslonov

Format X in Y piksli

CHA/EGA 160X200

320X200

320X240

640X200

640X480

MDA (Microphone Display Adapter) 720x350

VGA 640x480

Super VGA 800x600 SVGA

1024x768

...

Mac VGA 720x480

720x576

1024x512

1856x1393

...

Digital cinema

Digital Cinema Formats	
2K	2048x1536 16mm
2K Academy projection	2048 x1107
2K TI DLP Resolution	2048x1080
4K	4096x3072 35mm 1.33 Aspect
4K Academy projection	4096x2214 35mm 1.66/1.85 Aspect
4K New Sony Projector	4096x2160
4K	4096x6144 35mm VistaVision
4K Academy Full Frame	4096x2988 35mm 1.37 Aspect

Digital Television formats 16:9

Digital Television formats 16:9	
720p	1280x720
HDV 720p	1280x720
1035i	1035 Lines Analog (MUSE)
1080i	1920x1080 pixels
HDV 1080i	1440X1080 pixels Where did they come up with this?
DV NTSC Wide-screen	720x480
D1 NTSC Wide-screen	720x486
D1/DV PAL Wide-screen	720x576

Analogno digitalna pretvorba video signala

HDTV

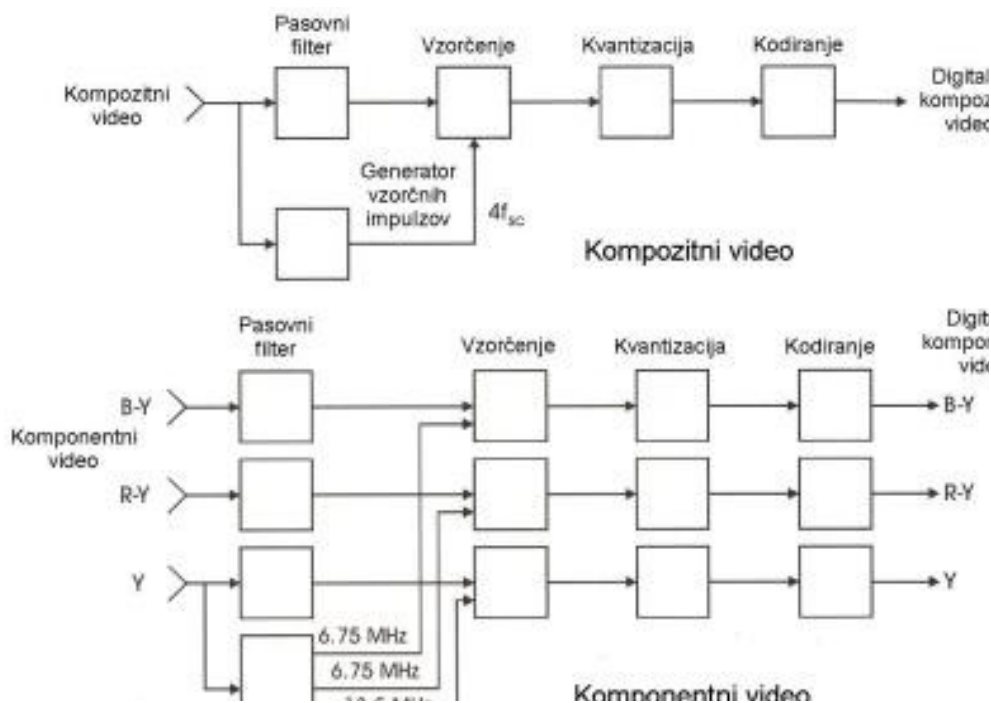
1050 aktivnih vrstic, 1920 točk na vrstico. Skupaj 2 milijona točk. video frame: 2 milijona točk *10 bitov = 20Mb

Ena sekunda videa: 20 Mb * 30 frames = 600 Mb

Digitalno stiskanje (digital compression) – brez izgubno (lossless) in izgubno (lossy).

Kodek izvede kompresiranje in dekompresiranje.

Mednarodno telo za TV standarde International Telecommunications Union - Radiocommunications Branch, je definiralo standard za digitalizacijo ideo sliko, poznan pod imenom Recommendation CCIR-601. Za uporabo v različnih aplikacijah so definirane različne izpeljanke, ki so poznane pod imenom digitalizacijski formati.



Digitalizacijski formati za komponentni video

YUV 4:4:4	Typically 8 bits per Y, U, V plane No downsampling	24 bits/pixel 8 bits/sample
YUV 4:2:2	4Y pixels for every 2U and 2V 2:1 horizontal downsampling No vertical downsampling	16 bits/pixel 8 bits/luma sample 4 bits/chroma sample
YUV 4:2:0	2:1 horizontal downsampling 2:1 vertical downsampling	12 bits/pixel 8 bits/luma sample
YUV 4:1:1	4Y pixels for every 1U and 1V 4:1 horizontal downsampling No vertical downsampling	12 bits/pixel 8 bits/luma sample 2 bits/chroma sample

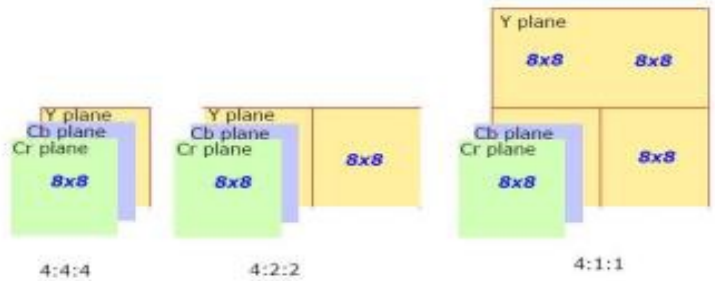
Vzorčenje – Vzorčne sheme

4:4:4 – popolni način vzorčenja. Za vsako slikovno točko vzorčimo tako vrednost signala Y in vrednosti barvnih kanalov informacije B-Y ($U = Cb$) in R-Y ($V = Cr$).

4:4:2 – način vzorčenja na račun zmanjšanja informacije o barvi. Ta se vzorči za vsako drugo slikovno točko, vendar pa zato v vsaki vrstici.

4:2:0 – količine barvne informacije reduciramo na četrtno z izračunom povprečja v navpični in vodoravni smeri. Vrednosti Cb in Cr vzorčimo za vsako drugo slikovno točko v eni vrstici, nato v drugi vzorčimo samo signal Y.

4:1:1 – količino informacije za barve reduciramo na četrtno v primerjavi z signalom za intenziteto Y (informacije o vrednosti Cb in Cr vzorčimo le na vsako četrto slikovno točko)



Vzorčenje slike

Kodiranje svetlosti (intenzitete) in krominance (dveh barvno-diferenčnih signalov Cb in Cr) v digitalno obliko. Sprejemljiva kvaliteta slike se doseže z vzorčenjem z manj barvne informacije (Lume).

4:2:2

Prva cifra pomeni, da je frekvenca vzorčenja signala Y, 4 kratnik signala barvnega podnosilca. Vrednosti se zajemajo na signalu intenzitete (Y) in predstavljajo svojo enoto vzorčenja.

Druga cifra pomeni, da se v trajanju iste vzorčne periode zajameta le vsak drug vzorec obeh barvnih diferenčnih signalov.

Tretja cifra pa opisuje vzorčenje v vertikalni smeri, vendar vključuje dodatno izračunavanje za zmanjševanje količine zajete informacije.

Format 4:2:2 je originalni format definiran v Recommendation CCIR-601 in se uporablja v studiih. Tri komponente analognega video signala imajo pasovno širino 6MHz za lumenčni signal in manj kot polovico signala barvne razlike Cr in Cb. Za digitalizacijo signalov so potrebni pasovni filtri 6MHz in 3MHz in minimalne frekvence vzorčenja 12MHz in tudi 6 MHz. Po standardu so frekvence vzorčenja 13.5. MHz za lumenčni in 6.75 za oba barvna signala. Vsak vzorec zajema 8 bitov za vse 3 signale.

Uporaba 4:2:2

Večina visokokakovostnih digitalnih video formatov in vmesnikov uporablja to shemo:

- AVC-Intra 100
- Digital Betacam
- DVCPRO50 and DVCPRO HD
- Digital-S
- CCIR 601 / Serial Digital Interface / D1
- ProRes (HQ, 422, LT, and Proxy)
- XDCAM HD422
- Canon MXF HD422

Digitalizacijski format 4:2:0 - Izpeljan je iz formata 4:2:2 in se uporablja za prenos digitalnega videa.

Digitalizacijski format SIF (4:1:1) - Format SIF (source intermediate format) zagotavlja slikovno kakovost, ki je primerljiva s kasetnim videorekorderjem (VCR).

MPEG (MOVING PICTURE EXPERT GROUP)

Motion Pictures Expert Group je osnoval ISO/IEC za pripravo nabora standardov v multimedijskih aplikacijah, ki se nanašajo na uporabo videa z zvokom.

Standardi se nanašajo na resolucijo slike in način stiskanja podatkov.

Stiskanje videa odstani odvečne (redundančne) informacije in ga lahko prikažemo kot 2 procesa:

- kodiranje med okvirji – odstrani informacije, ki so skupne večjemu okvirju,
- kodiranje znotraj okvirja – odstrani informacije, ki so skupne znotraj slikovnega okvirja.

MPEG-1: ISO/IEC 11172 standard. Združeval je kodiranje videa in zvočnega zapisa pri pretočnosti 1,5 Mbit/s. Omejen na velikost okvirja 352x240, uporabljal se je v tehnologijah kot so Video CD, Super Video CD, video za splet.

Ima osnovo na SIF digitalizacijskem formatu, resolucija je 352x288. Namenjen je shranjevanju zvoka in videa (VHS kakovosti na CD-ROM). Podpira mono, dvojni mono in stereo zvok. Sestavljen je iz 5 delov: sistem, video, avdio, testiranje prilagajanja in programska stimulacija.

Biti so grupirani v pakete, ki jim je dodana glava, zato je predvidena bitna hitrost za video 1,2 Mbps. S tem ko je maksimalna bitna hitrost 1,5 Mbps ostane še 300 kbps za stisnjen avdio.

Struktura MPEG je podana na sliki

- Sekvenca združuje večje število GOP in je opremljena z glavo, ki vsebuje startno kodo skvence, video parametre, parametre za strujanje in kvantizacijske parametre.
- Glava GOP vsebuje startno kodo, časovno kodo in GOP parametre.
- Glava okvirja vsebuje slikovno startno kodo, tip in dekodirne parametre.

MPEG-2: pojavil se je pod imenom Generic coding of Moving Pictures and Associated Audio. Namenjen je snemanju in prenosu studijske kakovosti zvoka in slike. Standard pokriva 4 nivoje resolucije:

- Nizek: temelji na SIF digitalizacijskem formatu (resolucija 352x288). Je združljiv z MPEG-1 standardom in zagotavlja VHS kakovost videa. Zvok je CD kakovosti. Bitna hitrost je do 4Mbps.
- Glavni: temelji na 4:2:0 digitalizacijskem formatu (resolucija 720x576 točk). Zagotavlja studijsko kakovost digitalnega videa in večkanalni zvok CD kakovosti. Bitna hitrost je do 15Mbps ali 20Mbps za format 4:2:2.

- Visok 1440: temelji na formatu 4:2:0 z resolucijo 1440×1152 točk. Namenjen je HDTV za bitne hitrosti do 60Mbps ali 80Mbps za 4:2:2.
- Visok: temelji na formatu 4:2:0 z resolucijo 1920×1080 točk. Namenjen je velikoslikovnemu HDTV pri bitnih hitrostih 80Mbps ali 100Mbps za 4:2:2

Strujanje – v splošnem se strujanje za prenos kreira iz več izvorov s pomočjo časovno porazdeljenega multipleksiranja. Prvotno je bil namenjen za prenos MPEG-2 podatkov med sistemi, sedaj pa je vsesplošni standard.

MPEG-3 : namenjen je bil za televizijo visoke ločljivosti (HDTV) s prenosom med 20-40Mbit/s. Pozneje so ugotovili, da lahko to pokrijejo v okviru MPEG-2 in so ga opustili. Nadomestil ga je MPEG-4.

MPEG-4: zajema kodiranje avdio-vizualnih objektov. Zagotovil je uspešen razvoj na treh področjih: digitalni TV, interaktivnih grafičnih aplikacijah in interaktivni multimediji. Najpomembnejši del je Advanced Video coding (AVC).

Poimenovan je ISO/IEC 14496. Sestavljen iz 21 delov. Podpira naslednje formate in bitne hitrosti:

- Bitna hitrost (Bit rates): 5kbit/s – 10 Mbit/s
- Formati zajemanja (Scan formats): i in p
- Ločljivost slike (Resolution) – QCIF do HDTV

Uporablja se za objektno kodiranje – obrisa, teksture in gibanja.

MPEG – kodiranje med okvirji

Postopek kodiranja med okvirji se prične z generiranjem I,P in B okvirjev. I okvir je nespremenjen originalni okvir (intra frame). P okvir (predictive frame) je razlika med trenutnim okvirjem OK2 in prehodnim okvirjem OK1. $P2 = OK2 - OK1$

B okvir (Bidirectionally predicted frame) je dobljen po formuli: $B\ll = OK\ll - (OK1 + OK3) / 2$

kodiranje je proces izračunavanja P ali B okvirjev – odvisno kateri je učinkovitejši za stiskanje. Čim manj različnih informacij vsebuje izračunani okvir P ali B, tem uspešnejše je kodiranje. Nove informacije povzročajo premikajoči elementi in obračajoče kamere.

Za učinkovitejše kodiranje gibanja se uporablja ocena gibanja.

Proces ocene gibanja poteka v naslednjih korakih:

- okvir je razdeljen na makrobloke velikosti 16x16, ki se uporabijo za izračun ujemanja s predhodnih okvirjem. Rezultat je vektor gibanja, ki je na polovico točke izračunana informacija o pomiku okvirja glede na predhodni.
- Določitev predvidenega okvirja na osnovi pomika blokov iz predhodnega okvirja na osnovi vektorja gibanja
- predviden okvir se odšteje od trenutnega okvirja in razlika se kodira za prenos kot P okvir.

I, P in B okvirju se lahko izmenjujejo v različnih kombinacijah in dobimo različne strukture GOP (Group Of Pictures). Več P in B okvirjev imam, boljša je reprodukcija podatkov. Moramo pa upoštevati, da je editiranje brez dekodiranja možno samo neposredno pred I okvirjem. Običajno se v sistemih, kjer se slika izmenjuje 25 krat, uporablja 12-okvirni GOP, pri 30-kratni izmenjavi pa 15-okvirni GOP.

Dejansko se redukcija podatkov izvede s stiskanjem znotraj slikovnega okvirja; proces kodiranja med okvirji samo preoblikuje okvirje, tako da je stiskanje znotraj okvirja učinkovitejše.

Stiskanje znotraj slikovnega okvirja pa temelji na konceptih za stiskanje mirujočih slik, ki jih je razvila delovna skupina z imenom Joint Photographic Expert Group (JPEG).

Dekodiranje

Pri dekodiranju se iz prejetih P in B okvirjev izračunavajo originalni okvirji. Pri dekodiranju se okvirji ne izračunavajo v zaporednem vrstnem redu.

H.264 AVC (Advanced Video Coding)

Industrijski standard za video kompresijo. Na osnovi MPEG-2 in 4. Boljša kompresijska učinkovitost, prilagodljivost pri kompresiji, prenosu in shranjevanju videa.

H.264

Uporablja Discrete Cosine Transform (DCT). Je računsko zahteven.

H.264 HEVC (High Efficiency Video Coding)

Je naslednjik H.264. Glede na H.164 ima podvojeno kompresijo. Podpira tudi 8K UHD video. Prva verzija je izšla leta 2013.

XAVC

Sony (2012), XAVC S (2013). Podpira 4K resolucijo na do 60 fps. Barvna globina je 8, 10 in 12-bitna. Chroma subsampling je lahko 4:2:0, 4:2:2, ali 4:4:4

HDTV

Diskusija o HDTV se je pojavila že v 80 letih, z željo po izboljšavi SDTV. Ker so predlogi temeljili na analogni tehnologiji je TV kanal zahteval večjo BW, kar je povzročilo probleme pri dodelitvi frekvenčnega spektra. Razvoj z uporabo digitalne tehnologije je pokazal, da je možno HDTV signal distribuirati v istem 6MHz kanalu kot SDTV.

Resolucija . 1280x720 ali 1920x1080 točk. Število slik je 25 ali 30 slik na sekundo. skeniranje – progresivno ali z vrstičnim preskokom (interlaced scanning)

4K resolucija

4K je pojem za zaslone z resolucijo več kot 4000 pikslov. V filmski industriji se uporablja Digital Cinema Initiatives. V TV pa UHDTV (Ultra high definition TV).

Notacija

- 720p60; 1280x720 točk, 60 slik na sekundo
- 1080p25; 1920x1080 točk, 25 slik na sekundo

- 1080i50; 1920x1080 točk, 50 polslik na sekundo
- 1080p50; 1920x1080 točk, 50 slik na sekundo

DIGITALNI VIDEO SISTEMI (DVB)

tehnologija SDTV je kljub uspešnosti zastarela. Večina pomembnih izboljšav se je nanašala na povečanje resolucije. Izboljšave so temeljile na analogni tehnologiji, zato je bila posledica povečanje pasovne širine za TV kanal. Novejši razvoj digitalne tehnologije je pokazal, da je HDTV možno distribuirati v istem špasu kot SDTV (6MHz). V ZDA je ATSC že leta 1996 sprejel standard za HDTV. V Evropi se je istočasno razvijal sistem DVB – 1995. DVB je v uporabi za satelitske komunikacije in v mnogih državah za brezžični prenos signala.

Izhodišča za DVB

- Razvoj specifikacij za vse načine distribucije digitalnega televizijskega programa
- Digitalen prenos izkorišča obstoječe telekomunikacijske kanale in vezja.
- Primarna zahteva po koriščenju kompresijskih možnosti digitalne TV za ohranjanje SDTV kanalov, namesto velikega izboljšanja kakovosti (kot HDTV).
- Izboljšanje kakovosti ni zapostavljeno, temveč specifikacije podpirajo maksimalno možno resolucijo, ki jo določa standard z razmerjem ar=16:9 in večkanalni visoko kakovostni zvok.
- Uporabljena je tudi možnost korekcije napak, ki jo omogoča prenašanje digitalnega signala.

DVB podpira SDTV in HDTV formate

- SDTV: 720x576; ar – 4:3 352x288; ar – 4:3
- HDTV: 1280x720; ar – 16:9 1920x1080; ar – 16:9

Glede na način distribucije signala imamo:

- digitalno satelitsko televizijo: DVB-S – Prva uporaba je bil direkten prenos signala od satelita do doma. Prenos se izvaja z enim nosilcem, modulacijska tehnika je 4-PSK, satelitski kanal lahko hkrati prenaša do 18 SDTV programov.
- digitalno kabelsko televizijo: DVB-C – kabelski sistem, prenos z enim nosilcem, modulacijska tehnika 4, 16, 32, 64, 128 sli 256-QAM. Bitne hitrosti do 38,5 Mbit/s.
- digitalno zemeljsko televizijo: DVB-T – 4-PSK, 16, 64-QAM z več nosilci. Signal se razširja z SFN (Single frequency network).
- digitalno mobilno televizijo: DVB-H.

IPTV (Internet Protocol TV)

Je sistem za TV storitve z uporabo internetnega protokola po omrežju Internet. Za IPTV potrebujemo digitalne sprejemnike, ki so priključeni na internet, s HDMI kablom pa priključimo TV zaslon.

OTT (Over-the-top)

Je v broadcasting tehnologiji pojem za prenos multimedijjskih vsebin po omrežju Internet, brez ponudnika kabelskih storitev. Namesto digitalnih sprejemnikov se uporabljajo predvajalniki (streamer) na različnih napravah oziroma platformah. TV deluje v tem primeru samo kot zaslon za aplikacije. Primer: Netflix, Youtube...