

## Boja i zvuk u video kompresiji

Bit rate odnosno prijenos podataka je u rasponu od 270Mb/s za SDTV (Standard Definition Tv) i 1.5 Gb za HDTV i 3+ Gb za Ultra High Definition Tv. Takva količina podataka je prevelika za transmisiju pa podaci moraju biti sazeti koristeći **perceptualno kodiranje**; ono uzima u obzir ljudska osjetila (oci i usi) te se time ustanovljuju ograničenja naše percepcije i reduciraju se podaci koje ne možemo primijetiti. Operacije se izvode prilikom transmisije, a nekad prilikom samog snimanja (mobitelom, kamerom...). Zbog malog kapaciteta pohrane uređaji moraju automatski kompresirati (sazeti signal) dobivene podatke. Kod transmisije/"streamanja" mora se paziti na količinu poslanih podataka kako bi primatelj signala mogao bez ometanja i gubitaka pratiti sadržaj. Kada se podaci kodiraju prilikom snimanja nazivamo to "*source codeingom*" (kodiranje izvora) zbog sazimanja analognog signala koji dolazi na uređaje za snimanje za razliku od kompresiranja post procesiranja te se prilagođava određenom mediju. Nakon kodiranja izvora količina podataka se sažima na veličinu od 1-15Mb ovisno o algoritmu kompresije koju koristimo. Jčina kompresije ovisi o CODECu i o željenoj rezoluciji slike/zvuka.

Taj proces funkcionira pomoću reduciranja a) **suvisnih** (*redundantnih*); podaci koji se ponavljaju veći broj puta i b) **nevaznih** (*irrelevantnih*) podataka; oni koji su neprimjetni ljudskom oku, a mogu smanjiti količinu podataka i preko 100x. Prilikom dekodiranja redundantne podatke možemo jednostavnim matematičkim algoritmom izračunati iste bez gubitaka; umjesto da se signalizira deset 0 jedna po jedna šalje se signal 10x0 te time zauzima manje prostora; takvi podaci zamjenjuju se matematičkim kodovima koji ih opisuju -> *lossless kompresija*.

### Djelovanje kompresije na boju u video:

Naše oko ima puno manje receptora za informacije o boji nego što ima za svjetlinu. Stapici su receptori za svjetlo, a čunjići za boju te se oba receptora nalaze na mrežnici oka iza leće. Primarna uloga stapica je gledanje u uvjetima niskoga svjetla, ima ih puno više nego čunjića te nam pomazu da razaznajemo stvari u mraku. Zbog manjeg broja čunjića u mraku nam je teže raspoznati tonove/boje. Do takvog oblika raspoznavanja čovjek je došao evolucijom. Za percepciju tona boje čunjići imaju osjetljivost RGB (crveni, zeleni, plavi) dio spektra svjetla. Po osjetljivosti na boje čunjići najbolje raspoznaju zelenu, zatim crvenu i na kraju plavu što je također posljedica evolucije. Te biološke karakteristike imaju uporabu u kompresiji video signala; reducira se boja jer naše oko više obraća pažnju na svjetlinu nego na boje. Također naše oko ne može dobro vidjeti fine strukture u slici (male tanke linije, promjene kontrasta ili male oblike). Na ovom principu redukcije djeluju JPG i MPEG gdje se grublje strukture prenose sa puno većom preciznošću nego one finije strukture. Finije strukture svrstavamo u irelevantne podatke te se pri procesu kodiranja izostavljaju i nemoguće ih je vratiti matematičkim operacijama -> *lossy kompresija* (gubitcima).

Video kamere nam izlaze signale pomoću RGB, ti signali pretvaraju se u 2 komponente:

a) *luminanta* (svjetlina; oznaka **Y**) b) *krominanta* (ton; oznake **Cr** i **Cb**). Takav sustav boja označavamo s **YCbCr** ili **YUV**. Konverziju možemo odrediti jednostavnim matematičkim računom:

$$Y = (0.3 \cdot R) + (0.59 \cdot G) + (0.11 \cdot B)$$

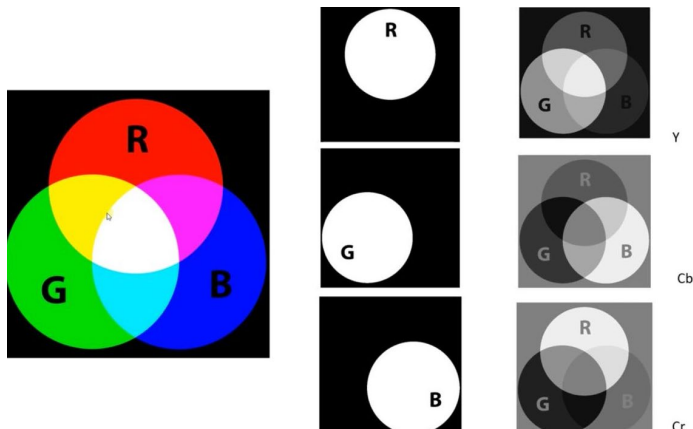
$$Cb = 0.56 \cdot (B - Y)$$

$$Cr = 0.71 \cdot (R - Y)$$

- Y signal dobiva se zbrajanjem signala primara R(30%)G(59%)B(11%); zelena nosi najveći postotak zbog najveće osjetljivosti oka na boju
- B – Y označava luminaciju, a R – Y krominaciju

Nakon razlučivanja boje na njene krominantne i luminantne komponente onda možemo reducirati ovisno o kvaliteti slike koju namjeravamo postići.

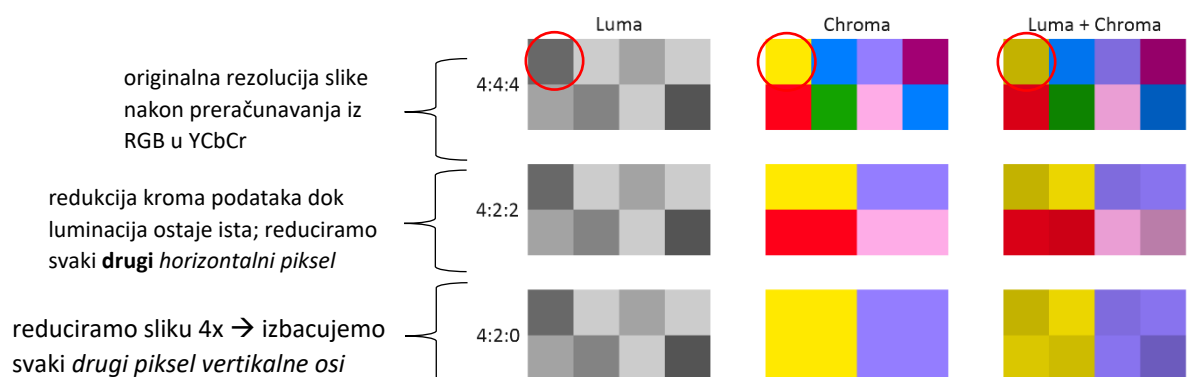
### Rastavljanje RGB slike:



### Rastavljanje RGB na primjeru:



U videoriječniku često se spominju omjeri brojeva → oni predstavljaju odnos frekvencija uzorkovanja za luminantnu i dvije krominantne komponente videosignala. Taj proces zovemo *uzorkovanje boje* odnosno **chroma subsampling**. Prva brojka se odnosi na veličinu uzorka (u ovom slučaju 4 piksela), a druga dva broja se odnose na kromakomponente i relativni su prema prvom broju te definiraju *horizontalno i vertikalno uzorkovanje*.

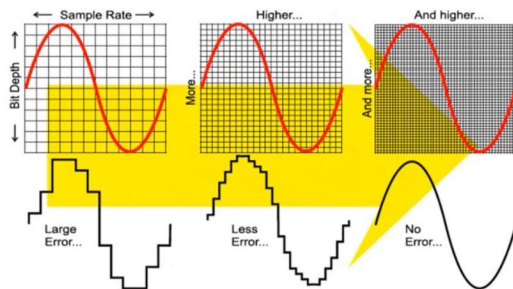
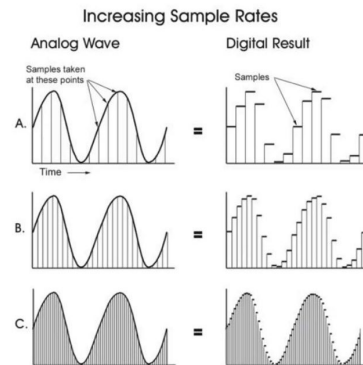


## Digitalni audio signal:

Opisani principi mogu se primijeniti i na audio zapise. Ljudsko uho ima dinamički raspon od 140dB sa rasponom frekvencija od 20 do 20 000Hz. Ultrazvukom se nazivaju frekvencije koje iznose više od 20kHz (njih čuju šišmiši), infrazvuk su frekvencije ispod 20Hz (slonovi). Audio signal koji želimo transmitirati digitalnim putem zahtjeva prilagođavanje rasponu čujnosti ljudskog uha. Pužnica je organ koji je zaslužen za prevođenje zvučne energije u zvuk; u njoj postoje osjetne stanice za niske, srednje i visoke frekvencije koje prevode signal u električni impuls. Osjetljivost uha najviše ovisi o frekvenciji zvuka pa se tako najveća osjetljivost uha nalazi u rasponu od 3-4kHz.

### *Termini prilikom definiranja audio signala:*

Sample rate; analogni signal snima se različitim uređajima te se pomoću filtera limitira raspon prije digitalizacije → **sampliranje/uzorkovanje**. Signal nije mjerljiv te je naš cilj putem filtera učiniti mjerljivim, cilj nam je dobiti *diskretni broj uzoraka*. Sampling rate mjeri se kao *sample per second*, broj snimljenih uzoraka po sekundi. Slično tome je *frame rate* koji broji broj slika po sekundi kod videa. Najmanji sampling rate je 8kHz, svaka manja frekvencija isprekida zvuk i nedostaje kontinuitet.



Sample depth; mjera koja određuje koliko mogućih razina amplitude može postići zvučni signal. Najčešće se koristi 16bit zvuk, za kvalitetniji prijenos 24 ili 32bit-ni.

$\text{Bit rate (bit/sek)} = \text{Sample rate (uzorak/sek)} * \text{Sample depth (bit/uzorak)}$ ; isto kao i kod video zapisa audio se također mora komprimirati jer u suprotnom imaju jako velik kapacitet → redundantni i irelevantni podaci. Sve metode redukcije koriste mane ljudskog uha.