

# Principi digitalnog emitovanja

Digitalizacija analognog televizijskog signala

# Osnovni koraci u postupku digitalizacije

Proces konverzije analognog signala u digitalni realizije se kroz nekoliko etapa:

- Prefiltriranje filtrom propusnikom niskih učestanosti
- Odmeravanje( semplovanje)
- Kvantovanje
- Kodovanje

# Odmeravanje

- Prema definisanim standardima postoji nekoliko formata digitalizacije:
- 4:4:4 - 4 uzoraka Y signala, 4 uzoraka R-Y signala i 4 uzoraka B-Y signala
- 4:2:2 - 4 uzoraka Y signala, 2 uzoraka R-Y signala, 2 uzoraka B-Y signala
- 4:0:0 - 4 uzoraka Y signala i nema uzoraka kolor signala
- 4:1:1 - hrominentni signali odmeravaju 4 puta manjom učestanošću u odnosu na Y.
- Kompleksniji uređaji rade sa strukturom odmeravanja 4:4:4:4. Uređaji visoke definicije rade i sa strukturom odmeravanja 8:8:8:8. Karakterističan format za digitalnu televiziju je 4:2:2 koji podrazumeva da se Y signal odmerava frekvencijom 13,5 MHz, dok se signali razlike boja ( $C_r = 0,564(B-Y)$ ,  $C_b = 0,713(R-Y)$ ) odmeravaju sa 6,75MHz sa po 8 bita po uzorku.

# Kvantovanje

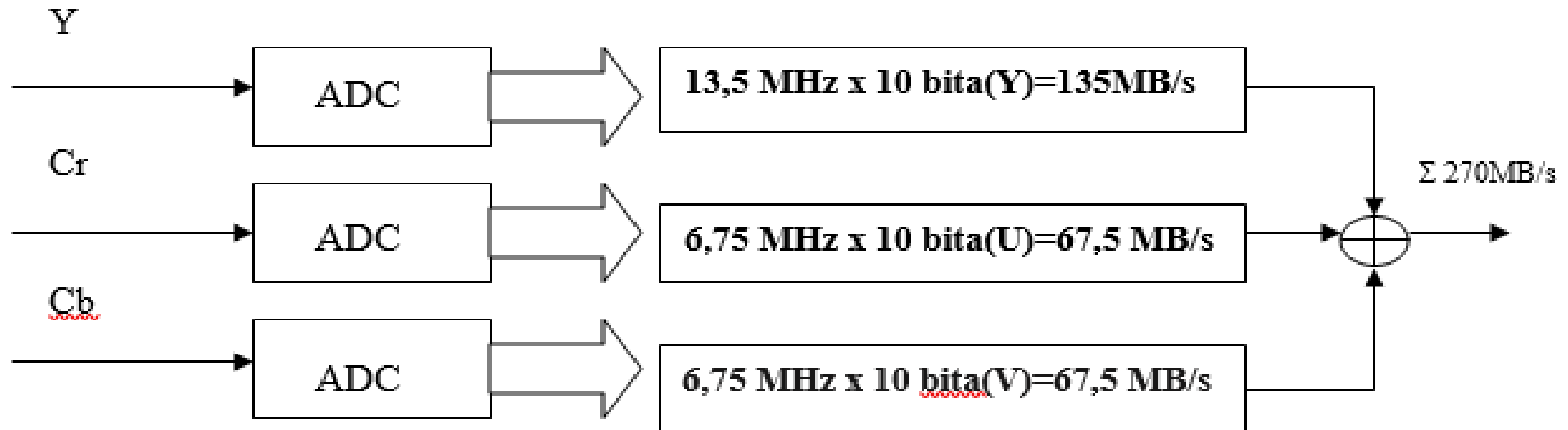
- Sledeći korak u procesu digitalizacije je kvantovanje gde se po definiciji određuju amplitude pojedinih odmeraka. U televiziji se koristi kvantovanje sa 8 ili 10 bita, a kod kvalitetnijih uređaja sa 12 i 14 bita.
- Ako se kvantovanje obavlja sa 10 bita, dobiće se ukupna bitska brzina od 270 MB/s. Za kvantovanje sa 8 bita, dobila bi se ukupna bitska brzina od 216 MB/s.



Erasmus+

**Disclaimer**  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.

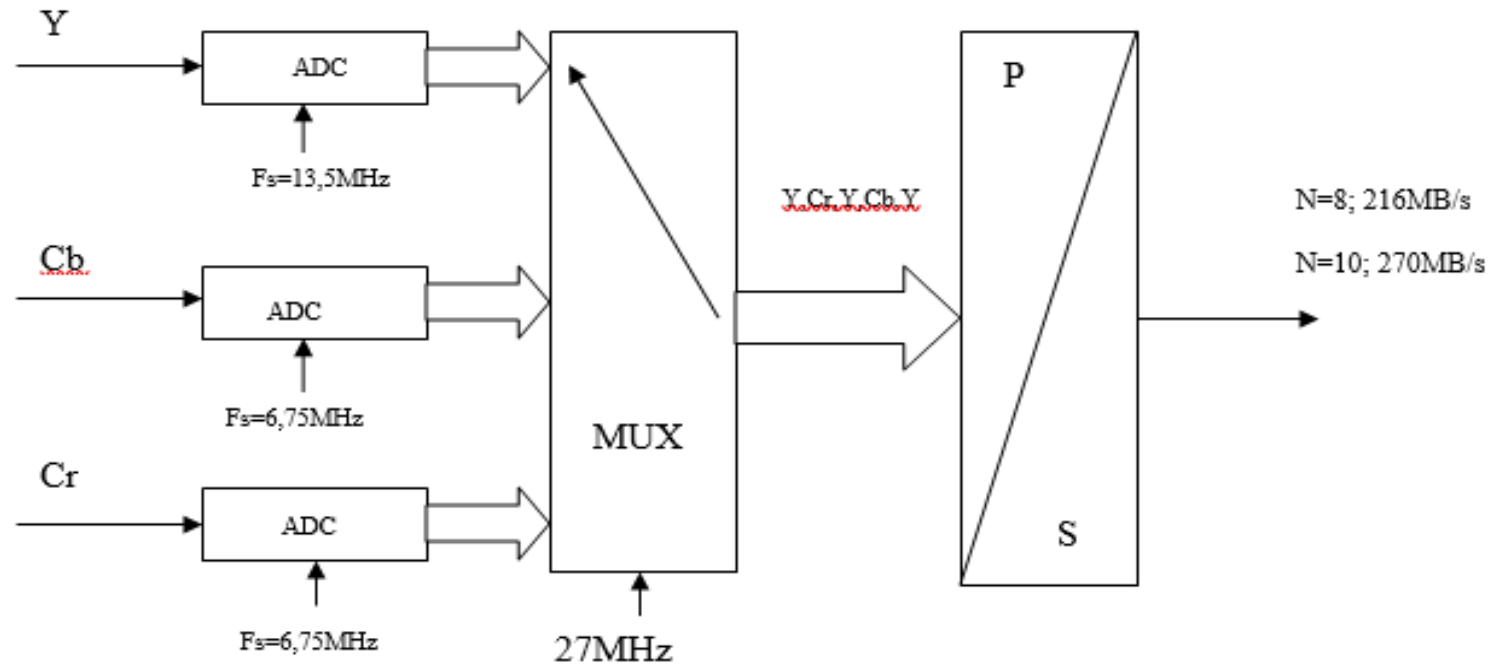




Erasmus+

Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.





Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# Kodovanje

- svaki kvant se pretvara u određeni binarni broj.
- Da bi se omogućio prenos postojećim TV kanalima treba izvršiti redukciju bitske brzine i primeniti optimalne metode modulacije. Redukcija bitske brzine realizuje se odstranjivanjem suvišnih informacija.
- To se drugacije naziva kodiranje izvora.

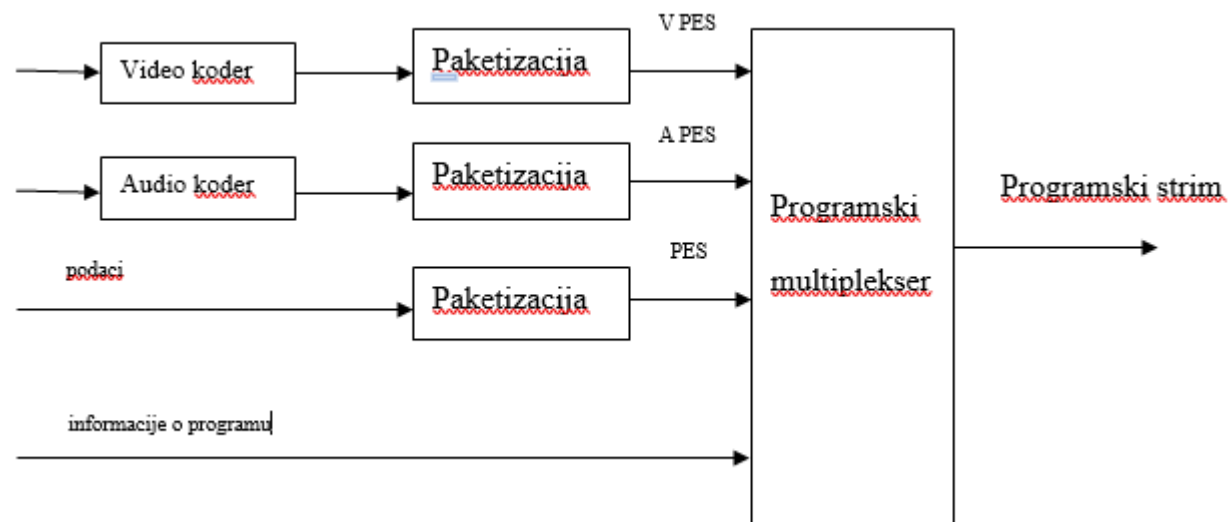
# Smanjenje bitske brzine

Smanjenje bitske brzine odstranjivanjem suvisnih podataka zasnovana je na:

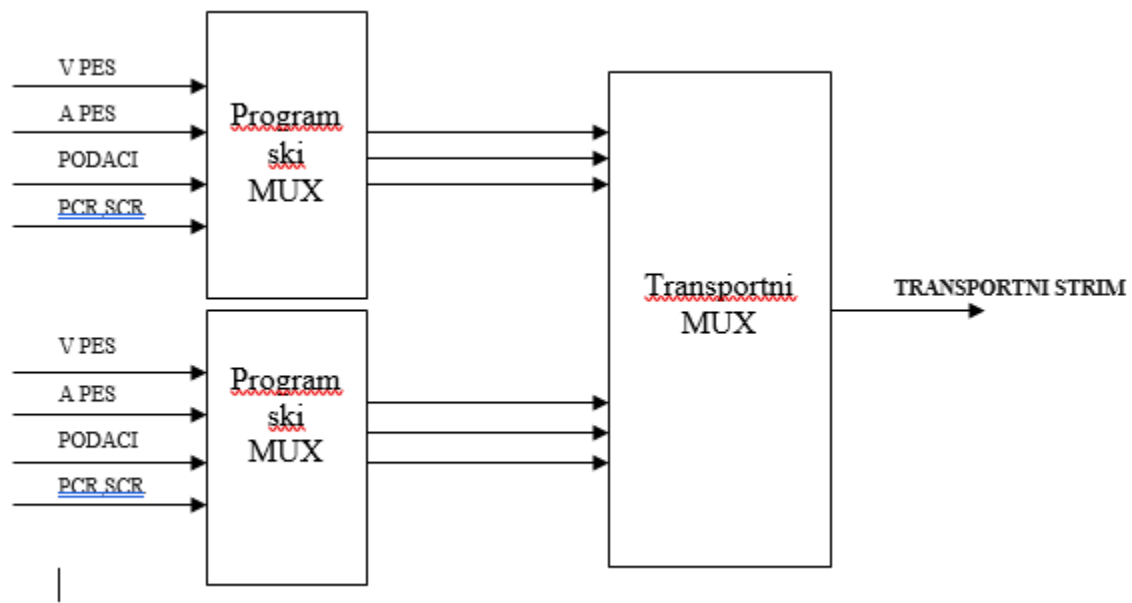
- Ne vršenju digitalizacije signala u povratnim intervalima,
- Postojanje snažne korelacije između susednih piksela i susednih linija
- Činjenici da između 25 slika koje se prenose u sekundi postoji veoma mala razlika, pa će se shodno tome prenositi samo informacije o razlici između slika.
- Analizi i kompresiji pokreta
- Ne prenose se podaci o bojama kada imamo brze pokrete



# Formiranje programskih strimova



# Formiranje transportnog strima





Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# Audio i video kompresija

- MPEG-2 standard za kompresiju slike
- MPEG-4 ( H.264/ AVC)
- HEVC- H.265

# MPEG-2

- Osnove MPEG-2 kompresije video podataka leže na činjenici da u slici ima dosta regiona sa identičnim vrednostima piksela, redundansa, što omogućava kompresiju slike i smanjenje ukupnog bitskog protoka.
- Redundansa koja postoji u okviru jedne slike naziva se ***prostorna redundansa***.
- Međutim, redundansa se može javiti i među susednim slikama (frejmovima) pa se ona naziva vremenska redundansa.
- Redundansa je suvišna informacija pa se ne prenosi.

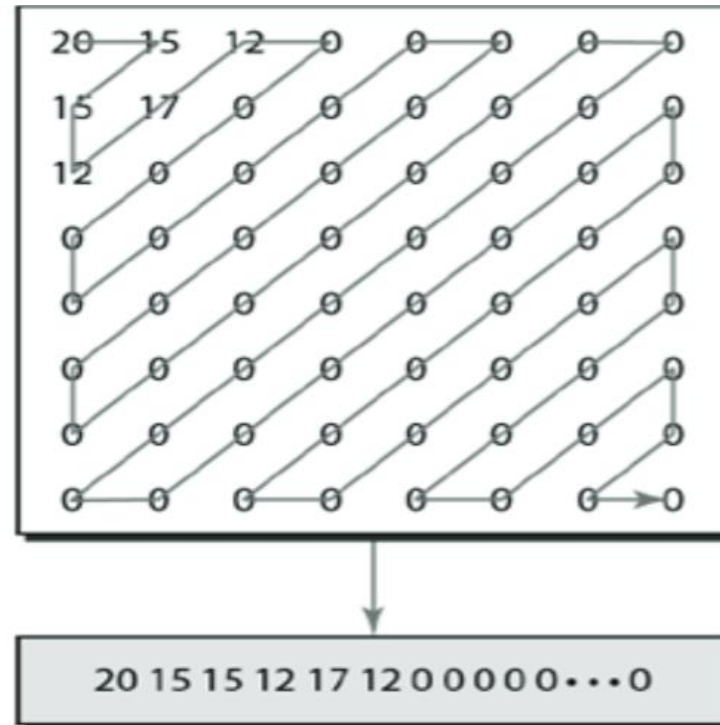
# MPEG-2

- Deljenje frejmova (slike) na blokove 8x8 piksela.
- Ukoliko se koristi odmeravanje u 4:2:2 formatu, onda ukupan broj Y blokova biće  $90 \times 72 = 6480$  bloka u okviru jedne standardne slike, dok je za hrominentne komponente ukupan broj blokova duplo manji od broja lumentnih blokova, odnosno iznosi 3240 ali za svaku komponentu tako da na kraju zbir blokova za Cr i Cb je jednak broju blokova Y.
- primena diskretne kosinusne transformacije (DCT) na tako dobije blokove. Kao rezultat se dobijaju nove matrice 8x8 sa koeficijentima kojima vrednost brzo opada. Prvi koeficijent u okviru ovakve matrice predstavlja srednju vrednost (DC), dok ostali koeficijenti predstavljaju naizmenične ili AC koeficijente.
- Sledeće je kvantizacija DCT koeficijenata. Ovde je iskorišćena osobina ljudskog oka da ono nije osetljivo na elemente koje nose visoke i niske frekvencije, pa se u okviru kvantizacije izbacuju takve frekvencije kao suviše.

# MPEG-2

- Skeniranje cik-cak metodom
- Skeniranjem formira se redosled podataka koji će se dalje obrađivati u vidu nove matrice  $1 \times 64$  koja se još i naziva vektor. Na tako dobijene koeficijente se primeni statističko kodovanje bez gubitaka RLC i VLC (*Run-length encoding, Huffman encoding*).
- Tako dobijeni frejm se zove *Intracoded frame* (I-frejms) koji će predstavljati osnovu za dalje postupke kompresije bazirane na vremenskoj redundantnosti.

# MPEG-2



# MPEG-2

- RLC kodiranje
- Ovo je jednostavna metoda koja koristi činjenicu da u mnogim datotekama su česti nizovi istih vrijednosti (npr. jako korelirane slike). Ovim algoritmom se provjeravaju datoteke i ubacuju specijalni znakovi (eng. 'token') svaki put kad naiđe na niz od dva od dva ili više jednakih znakova.
- Hofmanovo kodiranje
- temelji se na činjenici da se neki znakovi pojavljuju češće nego neki drugi. Algoritam izgrađuje težinsko binarno stablo (na osnovu frekvencije pojavljivanja pojedinih znakova). Svakom elementu tog stabla pridružuje se nova kodna riječ određena pozicijom znaka u stablu.



# MPEG-2

- Prema MPEG standardu definisane su četiri vrste slika: prva sa oznakom I (*Intraframe*), druga P (*Predicted frame*), treća sa oznakom B (*Bidirectional predicted frame*) i četvrta D slika koja se retko prenosi.
- P slika će se kodovati na osnovu prethodne I ili P slike primenom tehnike kompenzacije pokreta iz prethodnog frejma. Na taj način se dobija vektor pomeraja. Predikcija je postupak predviđanja sadržaja naredne slike na osnovu poznatog sadržaja predhodne slike. Detekcija pokreta realizuje se nalaženjem razlike lumentnih i hrominentnih vrednosti slika na istim lokacijama u susednim slikama.

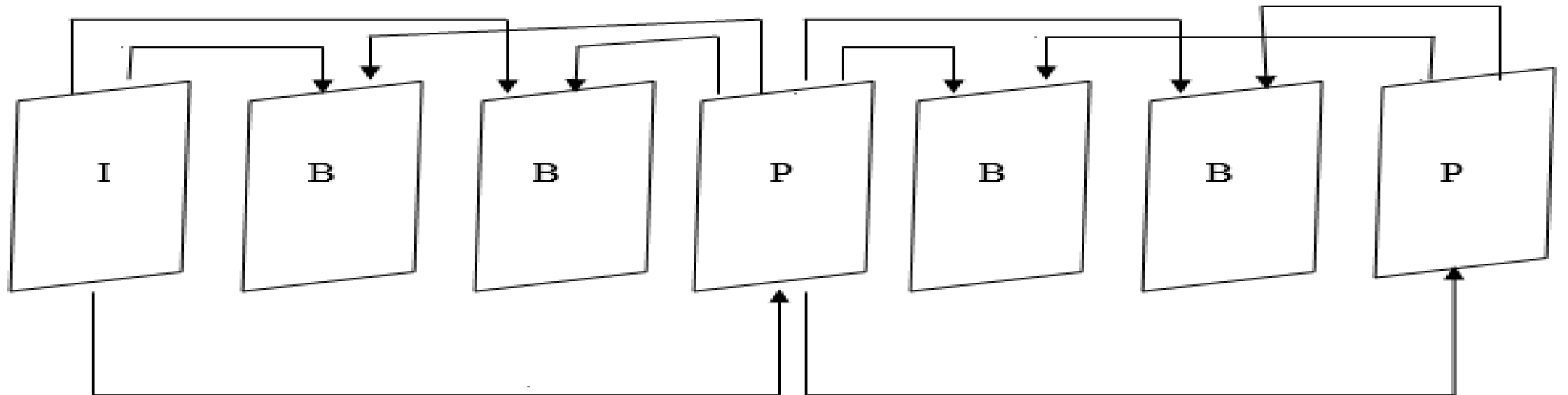
# MPEG-2

- Deljenje frejmova na makroblokove se primenjuje i kod kodiranja P i B slika, s tim da se sada frejmovi dele na makroblokove veličine 16x16 za lumentni signal, odnosno 8x8 za hrominentni signal. Zatim se svakom makrobloku traži najsljedniji makroblok u susednom I (za P frejm), odnosno I ili P (za B frejm) frejmu kako bi se odredio vektor pokreta i to kolika je razlika između najsljednijih makroblokova.

# MPEG-2

- B slika se koduje bidirekcionalno interpolacijom između I prethodne i P naredne slike (ili P prethodne i P naredne). Dobija se upoređivanjem trenutne slike I sa prethodnom P i budućom B.
- Prilikom kodiranja i dekodiranja slike B na raspolaganju mora da stoje I i P prethodne i I ili P naredne slike. Iz tog razloga se javlja potreba za preuređenjem sekvenca slika.

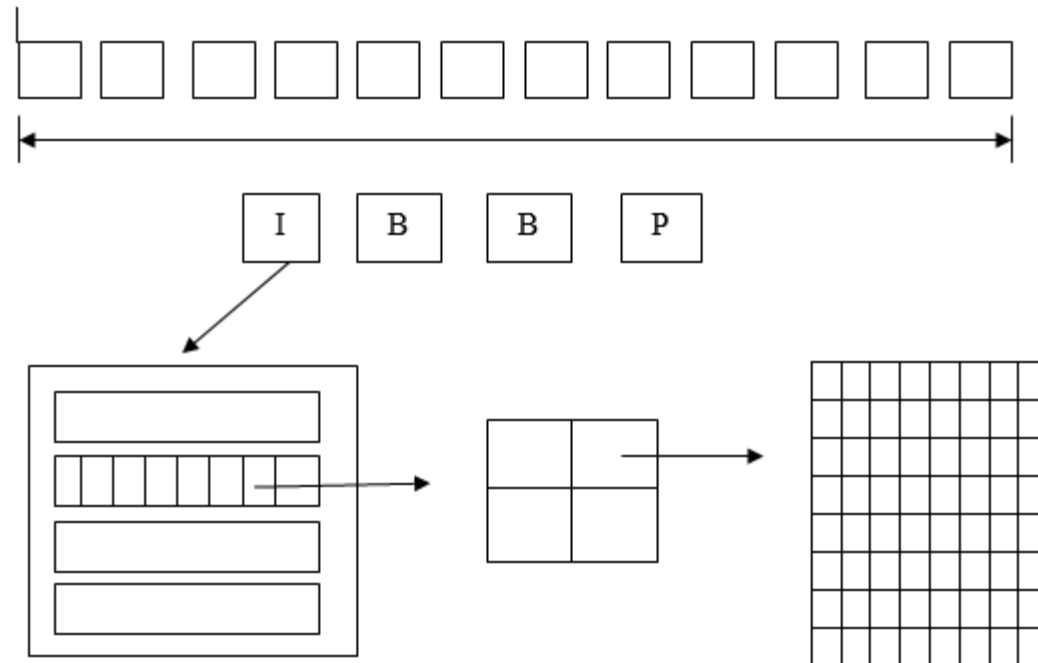
# MPEG-2



# MPEG-2

- U praktičnim realizacijama obično se formira grupa slika GOP koja se opisuje parametrima  $N$  i  $M$ . Kod PAL sistema koriste se  $M=3$  i  $N=10$ , a kod NTSC sistema koriste se  $N=12$  i  $M=3$ . Parametar  $N$  predstavlja međusobno rastojanje između dve uzastopne I slike i definisane grupe slika - GOP, a parametar  $M$  međusobno rastojanje između I i P slike.

# MPEG-2



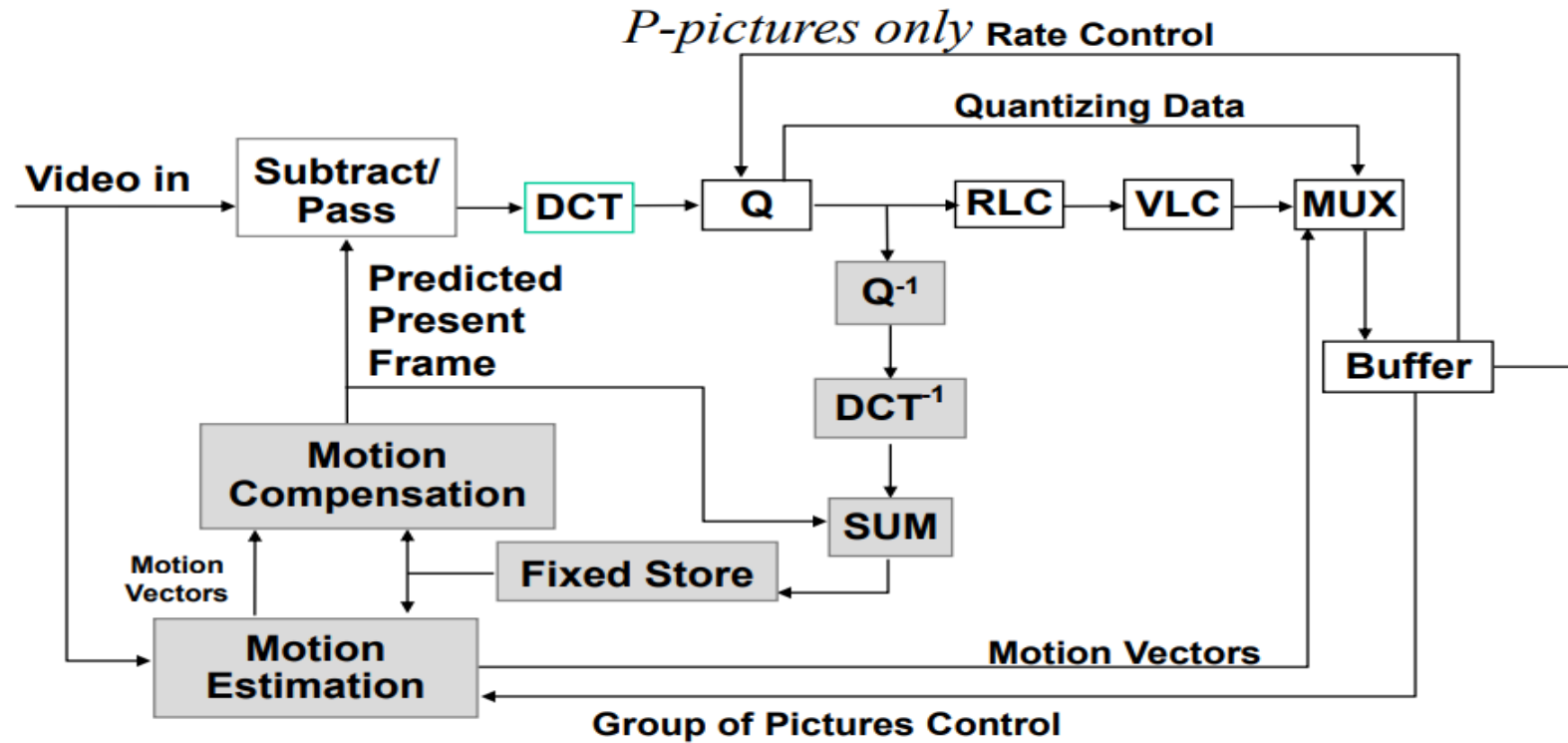
# MPEG-2 koder

Na osnovu izlozenog do sada mozemo predstaviti blok semu MPEG-2 video kodera.

Kao sto smo vec razmatrali u koderu se odvijaju dva rezima kodiranja:

- Unutar kadrovsko kodiranje i
- Medjukadrovsko kodiranje sa predikcijom i kompenzacijom pokreta

# MPEG-2 koder





# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

## Prednosti u odnosu na prethodni standard

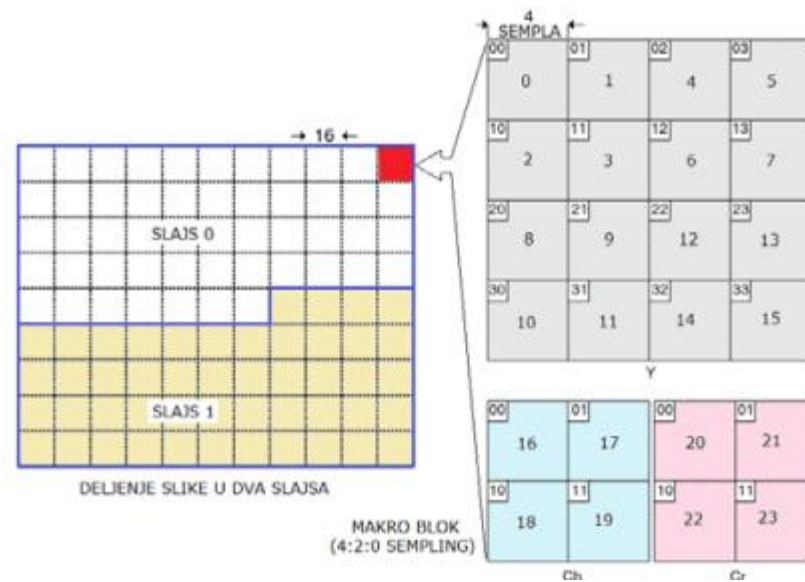
Neke od osnovnih prednosti H.264 standarda su:

- unapređena estimacija pokreta sa tačnošću od  $\frac{1}{4}$  piksela,
- 4x4 celobrojna transformacija umjesto 8x8 DCT,
- unapređeno entropijsko kodovanje,
- bolji predikcioni modeli za intra i inter kodovane frejmove (veličina bloka za vektore pomjeraja može se smanjivati do 4x4 piksela, za estimaciju pomeraja je moguće koristiti više prethodnih, a ne samo frejm koji neposredno prethodi tekućem frejmu,... ), itd.
- Posebno poboljšanje predstavlja deblocking filter. Ako je apsolutna razlika intenziteta susednih piksela velika, pretpostavlja se da je to posledica blokovskog efekta i uključuje se filtriranje (smoothing – glačanje). Ukoliko je apsolutna razlika takva da je malo verovatno nastala usled grube kvantizacije, filtriranje nije potrebno. Granica na kojoj se uključuje filtriranje zavisi od kvantizacionih parametara i veća je ako se koristi grublja kvantizacija.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- deljenje slike na jedan ili više isečaka (slajsova, *slice*)
- svaki takav isečak se deli na makroblokove veličine 16x16 luminantnih odbiraka s odgovarajućim hrominentnim odbircima.
- Svaki makroblok se sastoji od particija koje mogu imati jednu od sedam različitih vrednosti piksela: 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)



# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- AVC/H.264 standard uvodi da iseći budu raspoređeni u tzv. *grupe isečaka (slice groups)*. Ovakav način raspoređivanja zove se prilagodljivo ređanje makroblokova (*Flexible Macroblock Ordering – FMO*). FMO opcija omogućava da se video slika može podeliti na sedam različitih načina.
- AVC/H.264 vrši kodiranje predviđanjem iz prethodnih slika, što predstavlja prostorno usmerenu predikciju. Podržane su različite veličine makroblokova u okviru kojih će se formirati sopstveni vektor pomaka.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- Kada je u pitanju samo kodovanje videa da bi se iskoristila redundansa u vremenskom i prostornom domenu AVC/H.264 koder je baziran na istim principima kao kod prethodnih standarda, odnosno na intra i inter kodovanje.

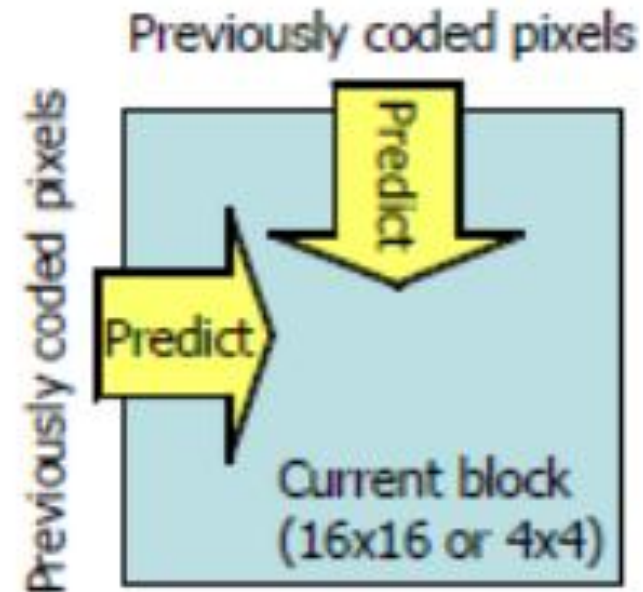
## Intra predikcija

- Prvi korak u postupku kodiranja makrobloka je određivanje predikcije tog makrobloka na osnovu susednih makroblokova. Razlika između stvarnog makrobloka i njegove predikcije (formirane na osnovu susednih makroblokova) se kodira što dovodi do toga da je potrebno manje podataka za reprezentaciju makrobloka.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- Intra predikcija koristi prostornu korelaciju između blokova u okviru slike za redukciju prostorne redundanse. Svaka slika je podeljena u makroblokove veličine 16x16 piksela i svaki makroblok se sastoji od lumentne i hrominentne komponente. Makroblok veličine 16x16 piksela za lumentne komponente može se izdeliti u šesnaest blokova veličine 4x4. Hrominentne komponente su prediktovane pomoću 8x8 bloka sa sličnom tehnikom za predikciju, kao kod 16x16 lumentnih blokova. Postoji 9 modova predikcije za lumentni blok veličine 4x4 i 4 moda predikcije za lumentni 16x16 blok. Postoji 4 moda predikcije za hrominentne komponente, koji su primenjeni na dva 8x8 hrominentna bloka (U i V)

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)



# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

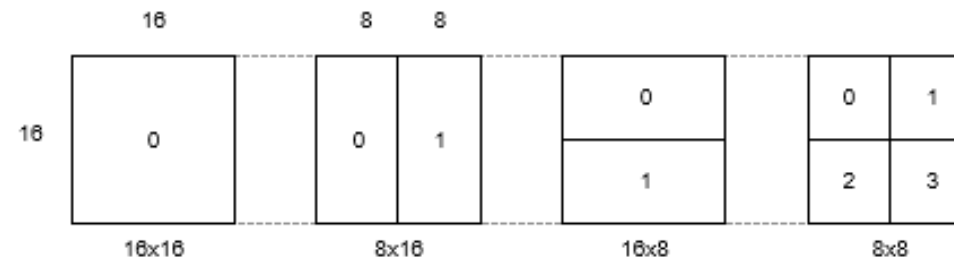
## • Inter predikcija

- Kod ovog nacina predikcije sustina je da se vrsi blok-bazirana kompenzacija pokreta.
- Cinjenica da postoji velika korelacija izmedju sukcesivnih slika iskoriscena je za rezim inter kodiranja slika upotrebom kompenzacije i estimacije pomaka. Za kodiranje P slika, prilikom kompenzacije i estimacije pomaka koristi se prethodno kodovana slika kao referentna. Kada su za referente slike izabrane prethodna kodirana i buduća slika, tada se slika koju trenutno kodujemo naziva B slika.



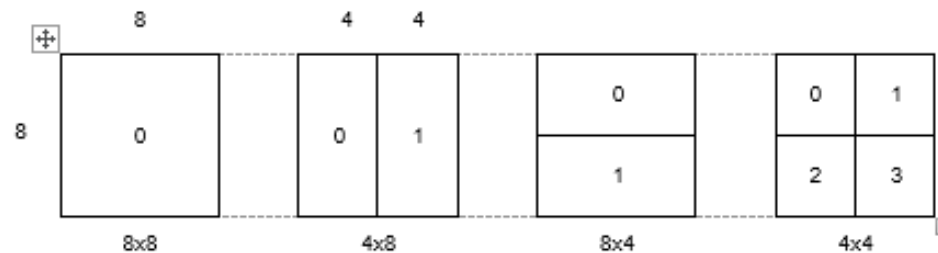
# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Prilagodljiva veličina bloka**
- Kao što smo napomenuli za estimaciju pokreta luma komponente koder može da koristi jednu od veličina bloka, koja najviše odgovara za dato područje slike.



# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- Svaki 8x8 blok nadalje moze biti podeljen na manje blokove 8x8, 4x8, 8x4 i 4x4



# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Estimacije pomaka**
- H.264 standard koristi interpolacijske tehnike za estimaciju pomaka s točnošću od  $1/4$  za luminantne uzorke i  $1/8$  za krominantne uzorke. Sam postupak interpolacije se sprovodi u dva koraka.
- Najpre se određuje vrednost uzorka na polovini udaljenosti dva celobrojna uzorka u horizontalnom i vertikalno smeru. Interpolacija se sprovodi upotrebom digitalnog filtra koji daje težinsku sumu šest susednih uzoraka koji se nalaze na celobrojnim udaljenostima slike. U drugom interpolacijskom koraku određuju se vrednosti uzorka na četvrtini udaljenosti između celobrojnih udaljenosti. Vrednosti se određuju linearnom interpolacijom pomoću uzoraka dobivenih nakon prvog koraka interpolacije.

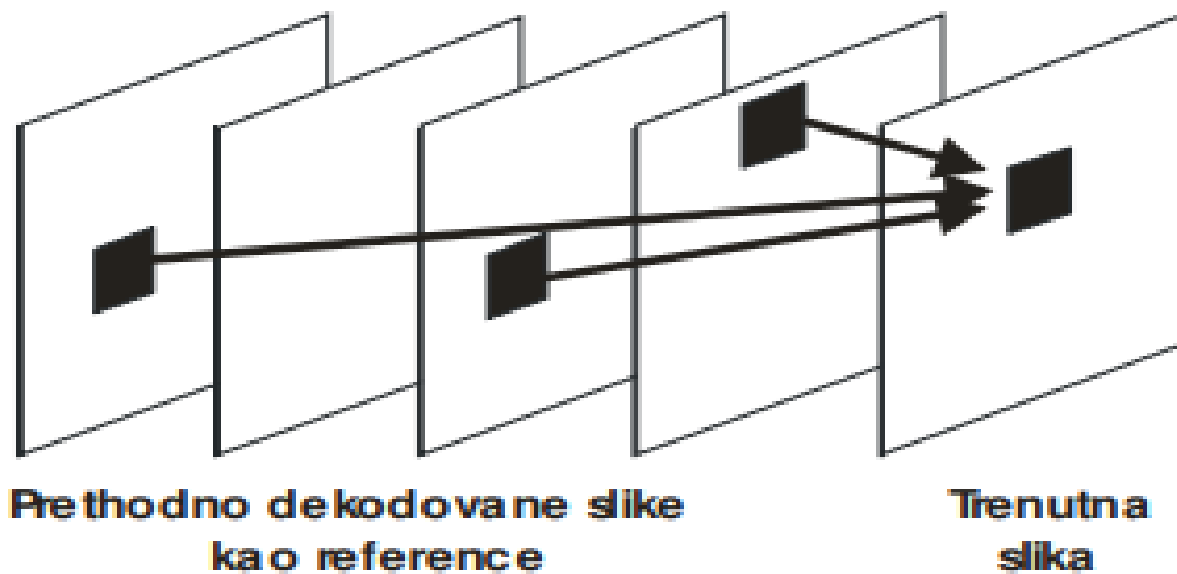
# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Predviđanje vektora pomaka**
- Vec smo rekli da postoji jaka korelacija izmedju susednih slika, pa tako mozemo predvideti vektore pomaka na osnovu prethodno kodiranih vektora pomaka. Predviđeni vektor pomaka formira se iz prethodno kodiranih vektora pomaka i to na način da on predstavlja srednju vrednost njihovih pomaka. Tako dobiveni vektor pomaka oduzima se od trenutnog vektora pomaka i njihova razlika se kodira i prenosi.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Referentne slike**
- svaki proizvoljan par referentnih slika se može iskoristiti za predikciju svakog regiona.
- Ovde se u posebnoj međumemoriji čuvaju dve grupe slika ( Lista0 i Lista 1) koje će se koristiti za predikciju. P iseći za predikciju koriste tzv. Listu 0, dok B iseći koriste dve liste za predikciju –Listu 0 i Listu 1.
- Slike koje su prethodno kodovane, AVC/H.264 koder i dekodeer drže u referentnoj međumemoriji (*Decoded Picture Buffer – DPB*). Međumemorija može da sadrži najviše 16 referentnih slika.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)



# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- Kod ***dvosmerne predikcije*** potrebna su dva vektora pomaka. Koristi se superpozicija signala predikcije liste 0 i liste 1
- U ***direktnoj predikciji*** dekodirer sam izračunava vektore Liste 0 i Liste 1 na osnovu već dekodovanih vektora, i koristi ih za dvosmernu predikciju dekodovane greške predikcije. Postoje dva načina direktne predikcije – prostorna i vremenska.
- ***Težinska predikcija*** predstavlja skaliranje odbiraka koji se koriste za predikciju podataka u P i B blokovima. Svaki odbirak predikcije u bloku iz Liste 0 i Liste 1 se skalira pre predikcije sa kompenzacijom pokreta.



Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Transformacija i kvantizacija**
- Prethodni standardi su dozvoljavali DCT, a u H.264 standardu koristi se celobrojna ( integer) transformacija. Kod celobrojnih transformacija nema gubitka tačnosti, a postupak dekodiranja je u potpunosti tačan.



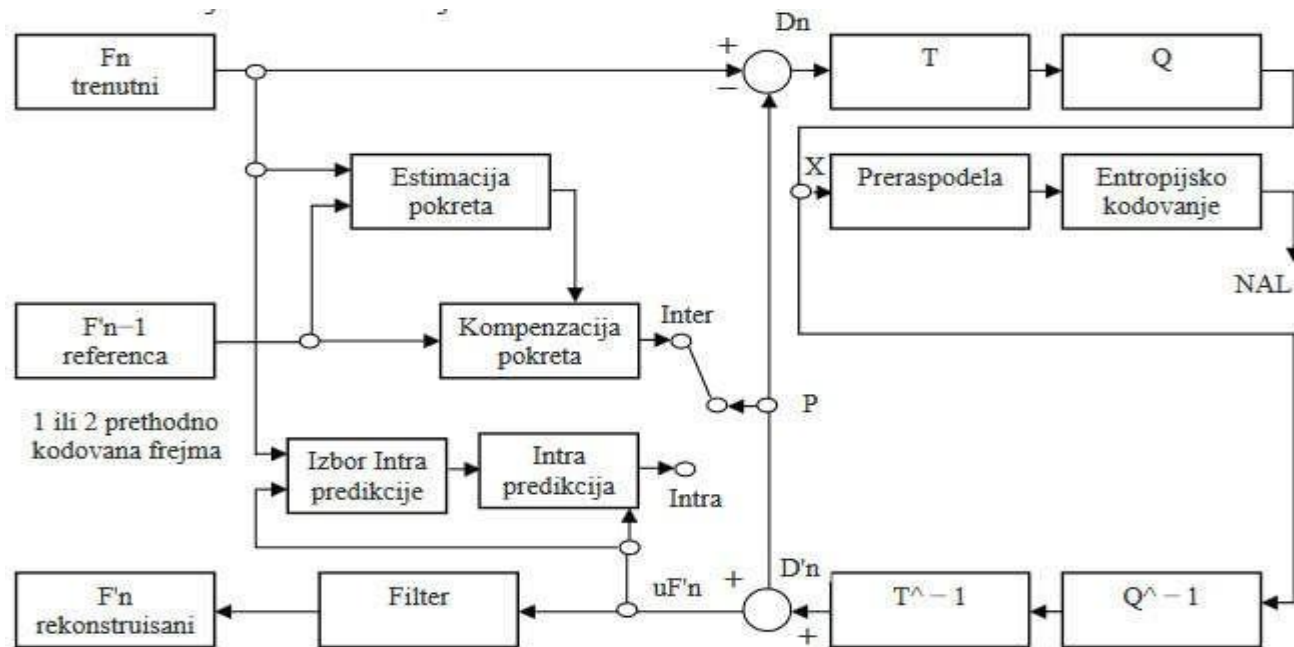
# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Entropijsko kodiranje**
- Kod MPEG-2 standarda entropijsko kodiranje se vršilo pomoću RLC kodovanja i VLC kodovanja upotrebom Hofmanovog algoritma. H.264 norma koristi efikasnije algoritme entropijskog kodiranja.
- Za kodiranje kvantiziranih transformacijskih koeficijenata koristi se CAVLC (Context Adaptive Variable Length Coding) metodom, u kojoj dužina kodnih reči zavisi od prethodno kodiranih koeficijenata.
- Drugi metoda je CABAC (Context Adaptive Binary Arithmetic Coding) koja predstavlja kompleksnu tehniku binarnog aritmetičkog kodiranja niza zavisno od konteksta. CABAC je efikasnija metoda kodiranja jer ima veću redukciju podataka, ali je kompleksnija i zahteva više vremena za kodiranje. Prednosti CABAC metode kodiranja mogu se videti tek pri višim brzinama prenosa.

# MPEG-4 ( H.264/ AVC)

- **Filter protiv blokovskih ostataka**
- Blokovskiostaci se najviše uočavaju kod 4x4 transformacije. Da bi se smanjio uticaj ove vrste šuma, AVC/H.264 standard uvodi filter protiv blokovskih ostataka (*In-Loop Deblocking Filter*) koji je sastavni deo koda. Filter ima zadatak da se prelazi na ivicama blokova ublaže. Ovako filtrirani makroblokovski se koriste kao referenca u kompenzaciji pokreta za sledeće slike, zbog toga što daju manji ostatak koje se na kraju koduje.

# H.264 AVC koder



# HEVC- H.265

Kod HEVC blokovi se dele na različite oblike u zavisnosti od regiona CTU( Coding tree unit).

CTU se sastoji od:

- luma CTB( Coding tree block) i – 16x16, 32x32 ili 64x64
- odgovarajućeg hroma CTB i
- sintakse elemenata koja specifikira podatke za kodovanje i dalju podelu strukture



Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# HEVC- H.265

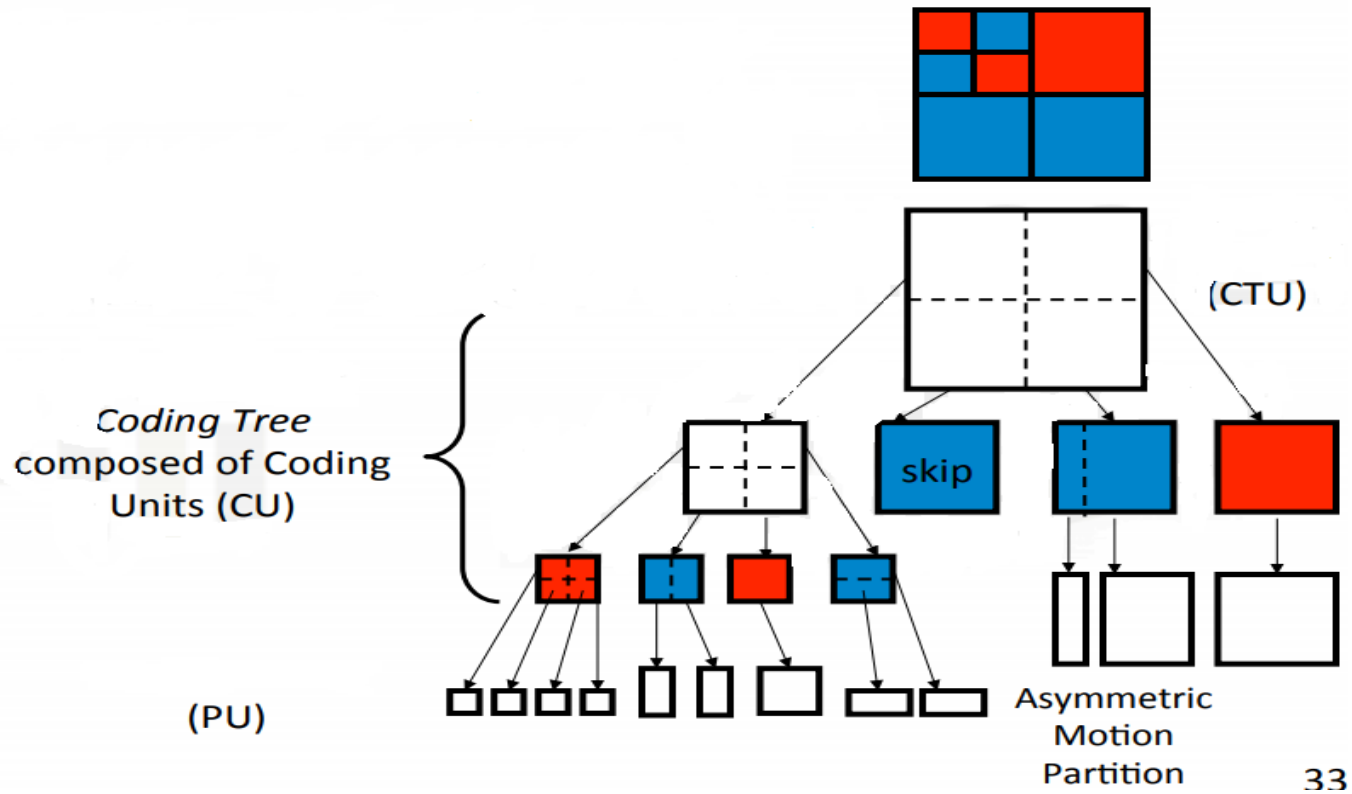
HEVC potom podrzava particionisanje CTB-ova na manje blokove koristeci tzv. strkturu drveta.

Jedna luma CB I dve hroma CBs zajedno sa pridruzenom sintaksom cine jedinicu za kodiranje CU( Coding Unit).

Odluka o tome da li ce se kodirati oblast slike pomocu intra ili inter rezima donosi se na nivou CU.

Luma i hroma CBs se dalje mogu podeliti na razlicite velicine predikcionih luma i hroma blokova (PBs).Od 4x4 do 64x64.

# HEVC- H.265





**Disclaimer**  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.  
Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



H.264



HEVC



# HEVC- H.265

- Predviđanje unutar slike podržava 33 moda ( za razliku od H.264 gde je bilo podržano 8 takvih modova)
- Kada je u pitanju kompenzacija pomaka i ovaj standard koristi interpolacijske tehnike za estimaciju pomaka kao i kod H.264, sa tačnošću od  $\frac{1}{4}$  za MV-ove i filtra koji daje težinsku sumu sedam ili osam susednih uzoraka koji se nalaze na celobrojnim udaljenostima slike, za razliku od H.264 gde je bilo šest susednih uzoraka, koriscenjem linearne interpolacije.
- Koristi se napredna tehnika predviđanja vektora pomaka (AMVP-Advanced motion vector prediction), uključujući tehniku predviđanja na osnovu podataka iz susednih PBs-a i referentne slike

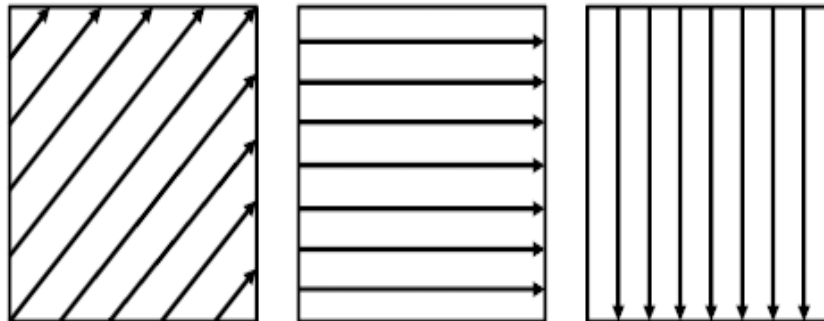


# HEVC- H.265

- Koristi se CABAC (*Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding*) kodiranje ali je koeficijent kodovanja poboljšan što dovodi do veće efikasnosti za veće veličine transformacije i mnogo veći protok nego ranije. S obzirom da se primenjuje samo jedan metod za kodiranje morao je biti veoma efikasan, a potvrđeno je da CABAC nudi značajno veću komprciju u odnosu na CAVLC.

# HEVC- H.265

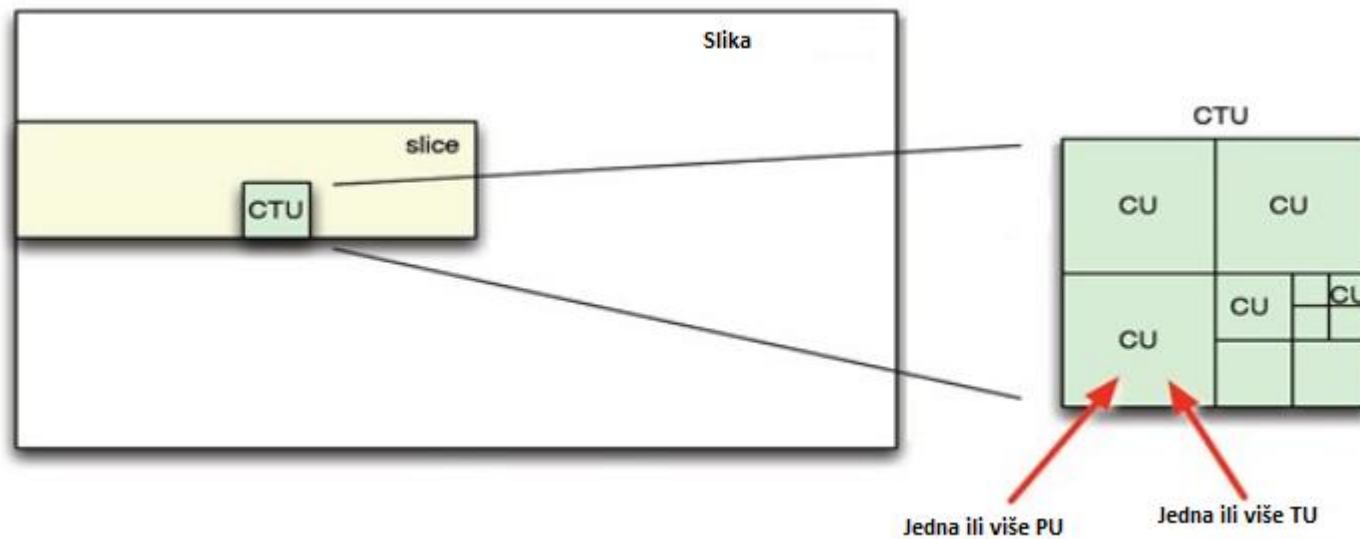
- Skeniranje koeficijenata transformacije kod H.264 je bilo u direktnoj vezi sa tipom ulaznog video signala, tj. da li je progresivni ili isprepleteni. I u prvom slučaju se koristilo cikcak skeniranje, a u drugom nešto izmijenjen cik-cak. Kod HEVC se koristi adaptivno skeniranje koeficijenata u odnosu na vrstu predikcije koja je korištena.



# HEVC- H.265

- Isečak (*slice*) predstavlja sekvencu CTU jedinica koje se procesiraju, a jedna slika može biti podeljena na jedan ili više isecka.
- Broj CTU jedinica u okviru isečka nije konstantan već se menja u zavisnosti od dinamičnosti video scene.
- Postoje tri tipa isecka: I slajs gde se sve njegove kodne jedinice kodiraju koriscenjem intra predikcije, P slajs gde neke kodne jedinice mogu biti kodovane koriscenjem inter predikcije ali samo u jednom smeru pomocu jedne referentne slike I B slajs koji takodje koristi inter predikciju pri cemu se koriste dve referentne slike.

# HEVC- H.265



# HEVC- H.265

- HEVC koristi filter za uklanjanje ovakvih pojava u slici kao i H.264 ali se filtriranje vrši nad blokovima 8x8 što pojednostavljuje process filtriranja. HEVC uvodi i Sample Adaptive Offset (SAO) koji opciono obradjuje sliku. SAO je process koji modifikuje dekodirane uzorke uslovnim dodavanjem offset vrednosti svakom uzorku nakon *deblocking* filtera.



Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



# HEVC- H.265

- HEVC uvodi i tzv. pločice (*tiles*) koje su kvadratnog oblika i one su nezavisno dekodabilne. Pružaju veću efikasnost kompresije u poređenju sa isečcima pošto su jednostavnije. Uvodi se i tehnika WPP (*wavefront parallel processing*) gde se isečci ili slika dele na redove CTU-a. Kodiranje ili dekodiranje[42] svakog reda može da započne nakon što podaci koji su potrebni za predviđanje postaju dostupni iz prethodnog reda.

# Audio kompresija i kodiranje

- **MP3**
- MP3 se, u stvari, odnosi na MPEG sloja 3 za audio kompresiju, a usvojen je kao ISO/IEC standard 1992. godine.
- Slojevi se razlikuju po složenosti kodiranja, koeficijentima kompresije i rezultujućem kvalitetu zvuka.
- Sloj 3 (MP3) daje koeficijent kompresije od oko 12:1 i prikladan je za bitske brzine od oko 64 Kbps po kanalu.
- Najveći deo onoga što je dizajnirano u MP3 zasniva se na psihoakustičnom
- modelu.
- U opštem slučaju čujemo zvuke iz opsega od 20 Hz do 20 kHz. Medjutim postavlja se pitanje koliko dobro možemo da razlikujemo različite zvukove iz tog opsega.

# Audio kompresija I kodiranje

- Sledeći problem je čujno maskiranje (**auditory masking**). Ako je jedan zvuk na određenoj frekvenciji bio izuzetno jak, a drugi slične frekvencije je bio slab, možda nećemo moći da čujemo slabiji zvuk.
- **Osnovna ideja na kojoj se MP3 zasniva je da se uldanja sve što ne može da se čuje.**
- Prvi korak u MP3 kompresiji je kodiranje po podopsezima (*subband coding*), odnosno, da se audio zapis uvodi u psihoakustični model i **banku filtera**. Banka filtera je kolekcija filtera koji kreiraju nizove koji predstavljaju komponente signala u okviru specifičnog frekventnog opsega. Postoji po jedan filter za razne frekventne opsege; zajedno, oni rastavljaju originalni signal na podopsege, sa različitim, nepreklapajućim frekventnim opsezima.



# Audio kompresija i kodiranje



# Audio kompresija i kodiranje

- Glavna ideja je da se formira niz bitova za svaki opseg signala. Dobijeni podopsezi neće biti isto kodirani zbog čujnog maskiranja, već će tamo gde ima slabijih signala kodirati sa manji broj bitova.
- Ako određene frekvencije nisu u čujnom opsegu, nema potrebe da se taj deo signala rekonstruiše, tako da je moguće koristiti manje bitova.

# Audio kompresija i kodiranje

- MPEG-2 standard definisao je dva audio standard: MPEG-2 BC (*Backward Compatible*) i MPEG-2 AAC (*Advanced Audio Coding*).
- U okviru MPEG-4 standarda audio signal se može podeliti na prirodni audio signal i generisani odnosno sintetički audio signala.
- U prirodne audio signale spadaju i govor pa se za kodiranje ovakvih signala koriste CELP i HVXC algoritmi.
- Prirodni audio signali mogu biti i složeni audio signali koji će zahtevati bitni protok i do nekoliko stotina Kb/s. Ovakvi audio signali se kodiraju General Audio (GA) koderom.

# Audio kompresija i kodiranje

- Za bitske protoke iznad 16 kb/s koristi se AAC kodiranje, dok za protoke niže od 16kb/s koristi se Twin VQ koder.
- Kodiranje složenog audio signala definiše 8 glavnih tzv. audio objekata: AAC Main, AAC LC, AAC LTP, AAC SSR, AAC Scalable, Twin VQ, BSAC, AAC LD
- U DVB sistemima mora se primenjivati kodiranje koje će omogućiti visok kvalitet signala pa je utvrđeno da je pogodno iskoristiti AAC LC (*Low Complexity*) verziju sa određenim nadogradnjama koja će dati bitski protok od 16 kb/s/ch do preko 64 kb/s/ch. U okviru AAC kompresije uključeni su modifikovana diskretna kosinusna transformacija (MDCT transformacija), odnosno razni moduli za uobličavanje spektra (TNS, PNS, MS, IS), AAC kvantizacija i Huffmanovo kodiranje.

- Kod MPEG 4 varijante, princip kodovanja je isti kao i kod varijante koja se koristila u MPEG-2 standardu samo je dodat alat za kodiranje nazvan *Perceptual Noise Substitution* (PNS), odnosno alat koji koristi neosetljivost ljudskog sluha na strukturu šum signala.
- AAC daje najbolje rezultate na brzinama od 128 Kbps međutim ukoliko se smanji ovaj bitski protok, doćiće do degradacije audio signala. Ovaj nedostatak se može maksimalno nadoknaditi upotrebom tehnika SBR (*Spectral Band Replication*) i PS (*Parametric Stereo*). Integrisanjem ovih tehnika obrade audio signala dobio se savremeniji standard za kodiranje audio signala visoko efikasnog AAC kodiranja (HE-AACv2). Ovaj standard je prihvaćen i u DVB standardima kao kompresioni alat zvuka.

- SBR je generička metoda koja značajno povećava efikasnost audio kodeka MP3 i MPEG-4 AAC. Ne radi zasebno kao celina već radi zajedno sa korenim AAC algoritmom tako da će zajedno smanjiti potrebnu bitsku brzinu na pola, a zadržati isti kvalitet signala.
- Znamo da je za veće frekvencije potreban veći *bitrate* da bi bile kodovane bolje. Došlo se na ideju da se umesto kodiranja visokih frekvencija samo prenose neke informacije o tim frekvencijama i da se koduju sa SBR-om jer on uzima mnogo malo bitova, ali posle na dekodovanju, SBR traži odgovarajuće frekvencije i prema prenetim informacijama o visokim frekvencijama pokušava da ih rekonstruiše na osnovu niskih frekvencija.
- PS je tehnologija gde se audio informacija psihoakustički kodira kao mono, a malim tokom podataka se opisuje stereo informacija. Time se postiže još veća efikasnost kodiranja i veći kalitet zvuka za isti bitrate. PS informacija se takođe dodaje kao ekstra dodatak[40] na glavni tok podataka.



Disclaimer  
The creation of these resources has been (partially) funded by the ERASMUS+ grant program of the European Union under grant no. 2015-1-DE01-KA203-002174.

Neither the European Commission nor the project's national funding agency DAAD are responsible for the content or liable for any losses or damage resulting of the use of these resources.



- Pre upotrebe HE-AAC standard, razvijen je jos jedan standard koji se i danas upotrebljava a nosi oznaku AC-3 koji specificira Dolby Digital audio kompresiju. Ovaj koder podržava 5.1 raspored kanala. Zvuk je uzorkovan sa 48 kHz, a rezolucija je 24 bita. Komprimovani audio strim sadrži 384 kbit/s inafomacija za 5.1 kanalno kodiranje.