



Új kódolási eljárás, a szabvány 2013. július óta elérhető

- A H.264/AVC szabvány végleges elfogadásakor máris elkezdtek vizsgálni a továbbfejlesztési lehetőségeket
- Az alapvető alkalmazási terület megegyezik a H.264/AVC-vel, de annak kódolási hatékonyságát javítani kellett elsősorban a HD és UHD (2K, 4K, akár 8K) alkalmazásokra
- Fő fejlesztési irányok:
 - Nagyobb felbontású (képméretű) formátumok hatékonyabb kódolása
 - Párhuzamos kódolási (és dekódolási) architektúrák támogatása (parallel processing)



Főbb változások a H.264/AVC-hoz képest I.

- Fa struktúrájú makroblokk-blokk felosztás:
 - CTU (Coding Tree Unit): Y CTB + Cr és Cb CTB (Coding Tree Blocks), lehetséges méretük: 64x64, 32x32, 16x16
 - CU (Coding Units): Y CB + Cr és Cb CB (Coding Block) - vagy megegyezik a CTB méretekkel, vagy fel van osztva további blokkokra. Legkisebb CB méret: 8x8
 - PB (Prediction Blocks): A CU-k a predikciós módtól függően feloszthatók PB blokkokra, az intra-inter predikció döntés a CU szinten meghatározott, tehát egy CU minden PB-je azonosan intra, vagy inter típusú. A PB blokkméretek 64x64-től 4x4-ig terjedhetnek, intra módban négyzetes (NxN-es), inter módban aszimmetrikus felosztások is lehetségesek
 - TB (Transform Block) az intra/inter predikció hibablokkjainak kódolási egysége: TB méretek: 32x32, 16x16, 8x8, 4x4 - Egy TB több PB-t is lefedhet (tehát a TB mérete lehet nagyobb, mint a PB- k mérete egy CU-n belül, de a TB csak négyzetes lehet)



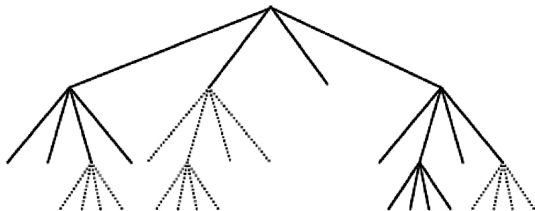
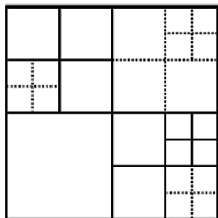
Főbb változások a H.264/AVC-hoz képest II.

- Transzformáció típusa: Integer DCT (mint a H.264-nél), de csak 32x32-es mátrixra definiálták, kisebb TB méret esetén 32x32-es mátrixot decimálják
- Alternatív 4x4 DST transzformáció: intra predikcióra optimálisabb
- Intra predikció: 33 lehetséges predikciós irány
- Sample Adaptive Offset (SAO): nemlineáris szűrés a kvantálás okozta sávosságok elkerülésére, valamint az élek-kontrasztátmenetek pontosabb rekonstruálása érdekében
- Mozgásvektorok hatékonyabb predikciója a szomszédos PB-k, valamint referencia kép mozgásvektorai alapján



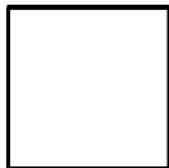
Főbb változások a H.264/AVC-hoz képest III.

- Parallel processing támogatás:
 - Tile: a szeletek (sliceok) mellett egy képben belül egy önmagában kódolt egység, melynek CTB-i önmagukban dekódolható (egy Tile-on belüli predikciók nem függenek más Tile-ok CTB-itől). Tipikusan négyzet alakú képterületek, melyek párhuzamosan kódolhatók, dekódolhatók.
 - Wavefront Processing: Egy szeleten belül egy újabb CTU sor párhuzamos kódolása/dekódolása megkezdhető, ha az a korábbi CTU sorban legalább kettővel több CTU kódolása/dekódolása már megtörtént
 - Vagy Tile, vagy WPP alapú párhuzamosítás, egyszerre a kettő nem lehetséges

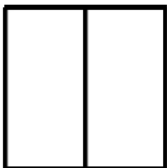




HEVC inter-PB felosztási lehetőségek



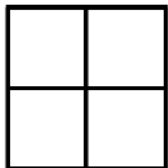
$M \times M$



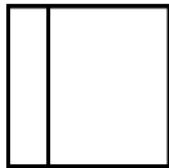
$M/2 \times M$



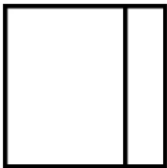
$M \times M/2$



$M/2 \times M/2$



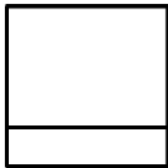
$M/4 \times M$ (L)



$M/4 \times M$ (R)



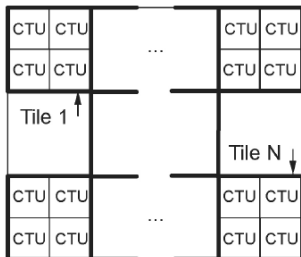
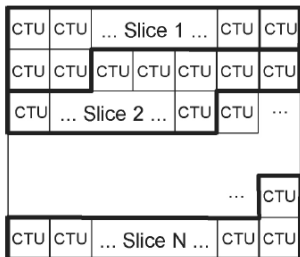
$M \times M/4$ (U)



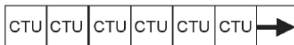
$M \times M/4$ (D)



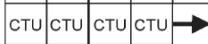
HEVC parallel processing lehetőségek



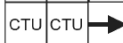
Thread 1



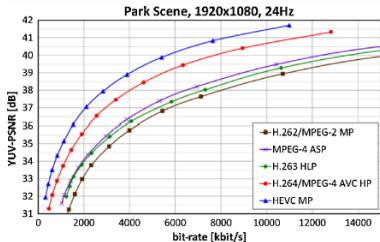
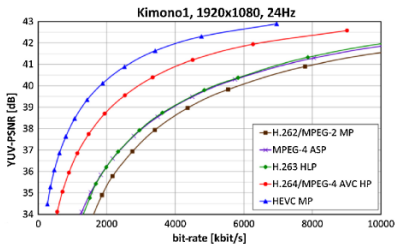
Thread 2



Thread 3



...



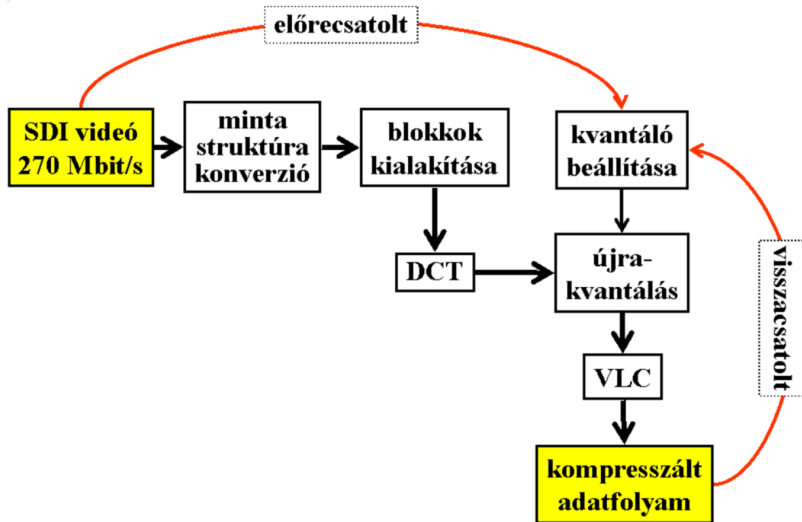
AVERAGE BIT-RATE SAVINGS FOR EQUAL PSNR FOR ENTERTAINMENT APPLICATIONS

Encoding	Bit-Rate Savings Relative to			
	H.264/MPEG-4 AVC HP	MPEG-4 ASP	H.263 HLP	MPEG-2/H.262 MP
HEVC MP	35.4%	63.7%	65.1%	70.8%
H.264/MPEG-4 AVC HP	–	44.5%	46.6%	55.4%
MPEG-4 ASP	–	–	3.9%	19.7%
H.263 HLP	–	–	–	16.2%



Tisztán DCT alapú tömörítés stúdió célokra

- MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 alapvetően aszimmetrikus kódolás: komplex kódoló, egyszerűbb dekóder felépítés
- Igény a szimmetrikus kódolási eljárásokra (a stúdióban "helyben" van a kódoló is dekódoló is)
- 8×8 -as blokk alapú DCT transzformáció
- Tömörítés csak térben (intra) - időben egyenletesebb képminőség (ne legyen blokkosodás pl. képváltás, gyors mozgás esetén), jobb editálhatóság
- PI: M-JPEG, DV, DVPRO, stb.





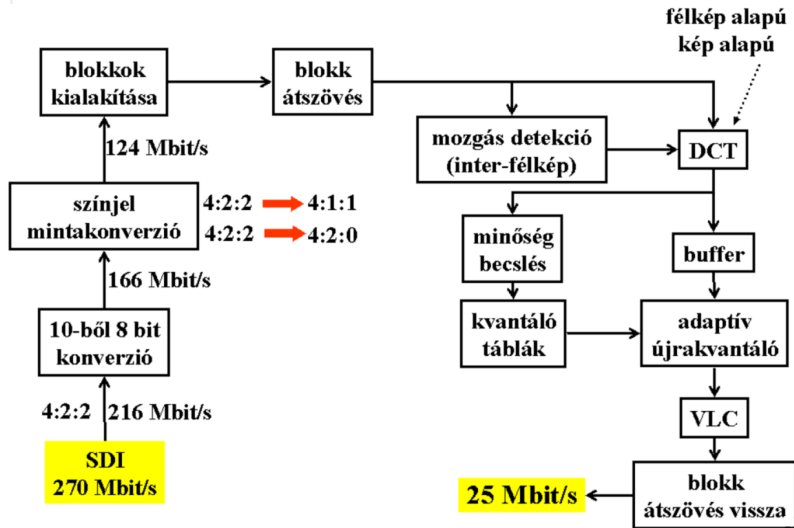
DV formátum I.

- 10 vállalatból álló konzorcium hozta létre (Panasonic, Sony, Philips, JVC, Sanyo, Hitachi, Sharp, Thomson, Mitsubishi, Toshiba) 1994-1995-ben
- SD videojel esetében az aktív mintaszám soronként 720, a színjelre 4:1:1 (USA), illetve 4:2:0 (EU) mintavételezési struktúrát alkalmaznak
- A kompressziós arány kb. 5:1
- Képen belüli helyi optimalizálásra is van lehetőség
- Váltott soros képek félképeinek külön történő kezelése (ha jelentős mozgásváltozás van a félképek sorai között)
- Tulajdonképpen egy szabványosított M-JPEG formátum



- Az álló és lassan mozgó képrészleteket pontosabban, míg a mozgó részleteket kisebb pontossággal ábrázolja a DV formátum (ez gyakran blokkosodást eredményez)
- A DV névlegesen 25 Mb/s, audio és egyéb kísérő adatokkal 36 Mbit/s
- Többféle DV formátum terjed el
- Előrecsatolt DCT alapú transzformációs kódolást alkalmaz
- A szalagos rögzítés miatt szükséges a konstans bitsebesség
- Olyan előrecsatoló hurokra van szükség, amely meg tudja becsülni az egyes képrészletekre jutó adatmennyiséget

DV kódoló vázlata





- 8x8-as blokk alapú DCT
- Alap esetben a 8x8-as blokk mindkét félkép sorait tartalmazza, ha a két félkép sorai közötti korreláció magas
- Ha két félkép sorai közötti korreláció alacsony (gyors mozgás, képváltás), az azonos félképek (páros ill páratlan) soraiból külön-külön képzett két 8x4-es blokkból képeznek DCT blokkot (nem részletezzük)



DV makroblokkok (példa)

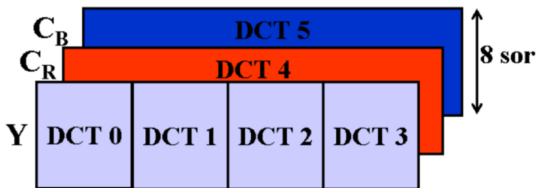
DV MB szám 4:1:1-es módban

Egy kép $720/8 \times 480/8 = 5400$ Y és ennek negyede C_B és negyede C_R DCT blokkból, összesen 8100 blokkból áll

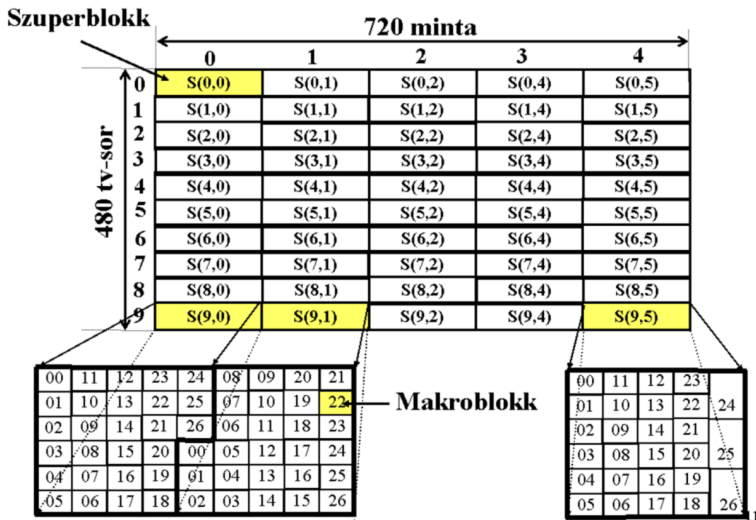
Négy Y és egy - egy C_R C_B blokkból egy makroblokkokat (MB) hoznak létre (1350 darab/kép)

A MB az a legkisebb térbeli egység, ahol a világosság és színekülönbségi jelek azonos képfelületet fednek le

Makroblokk képzés



27 MB-ból 1 szuperblokk (SB) és egy kép 50 SB





Térbeli átszövés I.

- Cél: a tömörítés eredményeként képenként azonos adatmennyiség
- A képeken belül a térbeli részletgazdagság változó - nem megengedhető, hogy a kép minden MB-jét azonos bittel írjuk le, mert akkor a képminőség szélsőségesen változó lenne a képen belül
- A kép közepén lévő részletgazdag területek jelentős veszteséges tömörítése szubjektíve még zavaróbb lehet

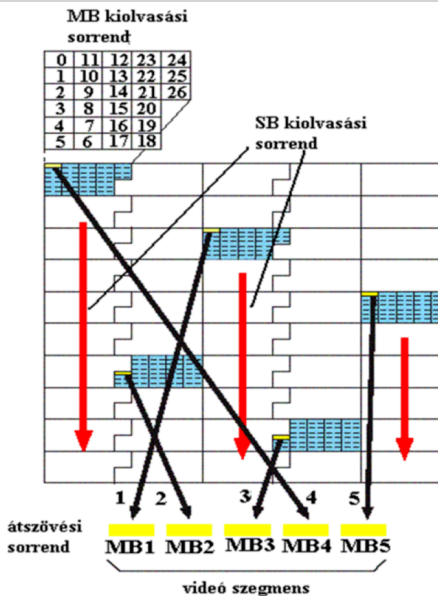


Térbeli átszövés II.

- Ha bármely MB-n belül egy blokk AC koefficiensei nem "férnek" bele az adatsebesség által a MB-ban számára fenntartott bitszámba, akkor az adott blokk adatai "átfolyhatnak" az adott MB-n belül más blokkok számára fenntartott helyre, ha ott még van szabad kapacitás
- Továbbá, minden SB oszlopból álvéletlen választással kiválasztott egy-egy SB (összesen tehát 5 SB) szintén álvéletlen módon választott egy-egy MB-je (összesen tehát 5 MB) lesz a *video szegmens*, a kódolás egysége. Az saját MB-on belül blokkok közti "átfolytatással" sem eltárolható bitek így eloszthatók további SB-k MB-jei között
- A video szegmensek adatmennyisége azonos kell hogy legyen, így rendelkezésre álló bitek száma véletlenszerűen oszlik el részletgazdag, és kevésbé részletgazdag MB-k között



DV video szegmens kialakítás (példa)





Kvantálás I.

- A DCT után tömörítés két lépésben: újra-quantálással (veszteséges) és VLC kódolással (veszteségmentes) valósul meg
- A DC DCToefficiensek nincsenek újra kvantálva (10 bit/minta)
- Az AC DCToefficiensek újrakvantálása az MPEG/JPEG-el azonos módon, kvantáló mátrixszal történik
- A DV esetében 64-féle kvantáló mátrix használható, az MB részletgazdagságától függően



Kvantálás II.

- A 64-féle kvantáló mátrix hozzárendelése, az MB részletgazdagságától függően :
 - Egy szegmensen belül minden blokk egy-egy osztályba sorolódik 0 (finom) és 3 (durva) között, mely osztály leírja a blokk térbeli komplexitását (pl. az AC komponensek nagysága alapján)
 - Ezután egy 0 és 15 közötti kvantálási szám kerül hozzárendelésre, mely az adott osztály-kvantálási szám páros alapján kijelöl egy kvantálási mátrixot az előre definiált 64 közül.
 - A 0-15 közötti kvantálási szám hozzárendelés a 16 féle kvantáló mátrixszal történő újrakvantálás majd cikk-cakk és VLC kódolási lépés tényleges végrehajtásával történik, majd a szegmens kapacitását nem túllépő legnagyobb bitszámot (legjobb minőség) eredményező kvantálási szám kerül kiválasztásra



DV változatok

- Konzumer változatok: SDL/LP/SD/HD
- DVC/ DV 25 (alap változat), 25 Mb/s
- DVCPRO / DVCAM (4:1:1) (stúdió változat), 25 Mb/s (D-7)
- DV50/ DVCPRO50 (4:2:2) 50 Mb/s (D-9)
- DVC100 / DVCPRO HD (4:2:2, 720p, 1080i, 1080p, horizontális alul-mintavételezés, pl 1920-ról 1440-re !) 100 Mb/s (D-11)



Áttekintés

- D-5 HD (szalag) (átlapolt blokkos DCT intra) (Sony) kb. 300 Mbit/s
- HDCAM (szalag) (1920x1080-ról 1440x1080), átlapolt blokkos 8 bit DCT intra, 3:1:1 144 Mbit/s (Sony)
- HDCAM (szalag) SR 10 bit, 4:2:2 / 4:4:4 (RGB) 440 Mbit/s, MPEG-4 Part 2 Studio Profile (Sony) (SMPTE 409M)
- HDV (szalag, memória - inkább komzumer) 8 bit 4:2:0 MPEG-2 MP/HL 720p, 1080i és 1080p (1440x1920!), 18-25 Mbit/sec (Sony, JVC, Canon, Sharp)
- XDCAM SD (RAM, SSD, disc, stb) (DVCAM), DV, 8 bit 4:1:1 / 4:2:0 25 Mbit/sec (Sony)
- XDCAM EX (RAM, SSD, disc, stb) 8 bit 4:2:2 MPEG-2 422P/ML 30-50 Mbit/s (Sony)
- XDCAM HD (RAM, SSD, disc, stb) 8 bit 4:2:0 MPEG-2 MP/HL 20-30 Mbit/s (Sony)
- XDCAM HD 422 (RAM, SSD, disc, stb) 8 bit 4:2:2 MPEG-2 422P/HL 50 Mbit/s (Sony)
- AVCHD SD/HD (DVD, RAM, SSD, stb. - komzumer) 8 bit, 4:2:0 MPEG-4 H.264/AVC (Sony, Panasonic) max. 28 Mbit/sec
- AVC-Intra 50/100 (P2 card, SSD, stb) MPEG-4 H.264/AVC High 10 Intra profile 10 bit 4:2:2 (50: 1440x1080, 100: 1920x1080) (Panasonic) 50/100 Mbit, sec
- AVC-Ultra (P2 card, SSD, stb) MPEG-4 H.264/AVC Intra Predictive profile 10/12 bit 4:2:2 (50: 1440x1080, 100: 1920x1080) (Panasonic) 50/100 Mbit, sec
- XAVC (RAM,SSD,stb) 8/10/12 bit 4:2:0/4:2:2/4:4:4 MPEG-4 H.264/AVC (intra, vagy long GOP) max 4K felbontás, 300-600 Mbit/sec (Sony)



Két legjellemzőbb formátum

- Apple ProRes (DCT intra)
- Avid DNXHD (DCT intra)