

VIDEO

Video je tehnologija elektronskog snimanja, procesiranja, memorisanja, prenosa i rekonstrukcije sekvence mirnih slika koje predstavljaju scenu u pokretu. Video tehnologija je prvenstveno bila razvijena za televizijske sisteme, ali je kasnije razvijen niz formata koji čine da video bude dostupan širem krugu korisnika. Korijeni televizije sežu čak do 1923. godine kada su u SAD i Engleskoj ostvareni prvi prenosi crno-bijelih silueta. Prvi redovni program započeo je s emitovanjem 1936. godine. Značajnu prekretnicu predstavlja 1954. godina kada u SAD počinje emitovanje prvog programa kompatibilne televizije u boji. Kompatibilnost se ogledala u tome što su crno bijeli televizori mogli da koriste televizijski signal u boji iz kojeg su koristili samo jednu komponentu slike (luminansu) dok su informacije o boji sadržane u ostalim komponentama odbacivali.

Standardi na kojima se doskora zasnivala televizija postavljeni su prije skoro pola vijeka i promjene u ovoj oblasti su spore. Rezolucija televizijske slike, koja npr. u PAL standardu iznosi 768×576 piksela, je daleko ispod zahtijeva koji postavljaju današnji kompjuterski monitori. U novije vrijeme pojavljuju se brojni standardi koji se trude da prevaziđu postojeća ograničenja televizije i da doživljaj gledanja podignu na viši nivo. Svi oni se kreću u pravcu digitalnog procesiranja slike. Digitalna televizija predstavlja sasvim novu tehnologiju u proizvodnji i emitovanju televizijskog programa. U zavisnosti od rezolucije slike i tehnike skeniranja koja se koristi, postoji nekoliko standarda koji se upotrebljavaju u digitalnoj televiziji.

Karakteristike videa

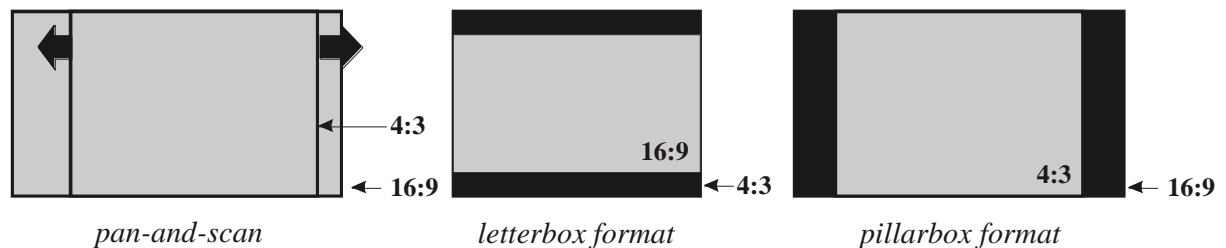
Format slike (aspect ratio)

Format slike (aspect ratio) predstavlja odnos širine i visine slike. To je neimenovan broj i piše se kao proporcija (na primjer 4:3), s tim da je uobičajeno da se proporcija skraćivanjem svede na prost razlomak. Standardni formati slike za film i video su dati na sljedećoj slici. Konvencionalna televizija (televizija standardne definicije ili **standard-definition television** (SDTV)) koristi format slike 4:3. Televizija sa širokim ekranom, kao i televizija visoke definicije ili **high definition television** (HDTV), koristi format slike 16:9. Bioskopski film koristi formate 1.85:1 i 2.39:1.

<i>Video</i> 4:3 <i>1.33:1</i>	<i>Widescreen SDTV</i> HDTV 16:9 <i>1.78:1</i>	
<i>35mm still film</i> 3:2 <i>1.5:1</i>	<i>Cinema film</i> 1.85:1	<i>Cinema film</i> 2.39:1

Standardni formati slike

Često je u praksi potrebno promijeniti odnos širine i visine slike zbog prilagođenja veličini ekrana. Filmska slika se može transformisati u dimenzije 4:3 za video odsijecanjem dijela slike sa strane, to jest sa gubitkom tih dijelova slike (*pillarbox format*). Moguće je, takođe, umjesto fiksnog odsijecanja sa strana, ram pomijerati lijevo ili desno u zavisnosti od scene filma (*pan-and-scan* metod). Ovakav način omogućava da prikaz u novom formatu obuhvati značajne dijelove scene, dok one manje bitne odsijeca. Nedostatak ovog metoda je što se prilikom transformacije mora ručno podešavati pozicija od kadra do kadra. Pozicija rama u čitavoj slici se prenosi do krajnjeg korisnika tako da uređaj koji se koristi za prikaz slike ima informaciju koji dio slike treba da prikaže. Umjesto odsijecanja dijela slike, češće se koristi takozvani *letterbox format*, koji omogućava zadržavanje čitave slike. Ovakav način nema gubitka dijelova slike, koristi se čitava širina ekrana, s tim što se gornji i donji dio slike dopunjava crnim ili sivim, i ne koristi se za prikaz. Različiti metodi su prikazani na sljedećoj slici.



Prilagođenje slike različitim dimenzijama ekrana

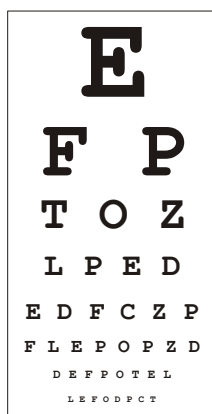
Pojavom tv prijemnika sa širokim ekranom postalo je uobičajeno vidjeti 4:3 materijal prikazan na ovakvoj vrsti prijemnika u *pillarbox* formatu (negdje poznat i kao *sidebar* format). Ovdje se koristi čitava visina ekrana, dok su lijeva i desna strana zatamnjene.

Tipična video kamera ili digitalni fotoaparati imaju jedan ili više CCD senzora slike, a svaki od njih se sastoji od stotina hiljada, ili čak nekoliko miliona foto-osjetljivih elemenata. Ukupan broj piksela koji sadrži slika je proizvod broja kolona slike (tehnički rečeno uzoraka po aktivnoj liniji, S_{AL}) i broja redova slike (aktivnih linija, L_A). Ukupan broj piksela se obično izražava u kilopikselima ili megapikselima.

Za sistem koji ima jednaku horizontalnu i vertikalnu gustinu odmjeraka kaže se da ima kvadratno odmjeravanje. Kod takvog sistema, broj odmjeraka po širini slike jednak je proizvodu formata slike i broja horizontalnih linija slike. Na primjer, za format slike 4:3 koja ima 480 horizontalnih linija, dobijamo $480 \cdot (4:3) = 640$ odmjeraka po širini slike.

Udaljenost i ugao gledanja

Kada oftamolog provjerava vaš vid, on najčešće koristi tzv. Snellov dijagram, predstavljen na sljedećoj slici. Rezultati ovog testa zavise od udaljenosti gledanja. Test je standardizovan za gledanje sa udaljenosti od 20 stopa (što je otprilike 6 metara). Sa te udaljenosti, visina najmanjih slova zahvata ugao od jedne šezdesetine stepena, odnosno ugo od jedne minute. Ovo je ugrubo i krajnja granica raspoznavanja kod normalnog vida.



Snelov dijagram

Ako prikazemo bijelu površinu na ekranu sa katodnom cijevi i sa tipičnom veličinom tačke, linijska struktura slike na ekranu će se primijetiti ukoliko se posmatrač nalazi na udaljenosti manjoj od one na kojoj susjedne linije slike zahvataju ugao od jedne minute.

Da bi se postiglo posmatranje pri kojem razmak između linija (d) zahvata manje od šezdesetine stepena, udaljenost gledanja bi trebala biti oko 3400 puta veća od tog razmaka, tako da se dobija:

$$udaljenost \approx 3400 \cdot d \approx \frac{3400}{ppi}; \quad 3400 \approx \frac{1}{\sin\left[\frac{1}{60^0}\right]}$$

gdje ppi označava gustinu linija (piksela po inču).

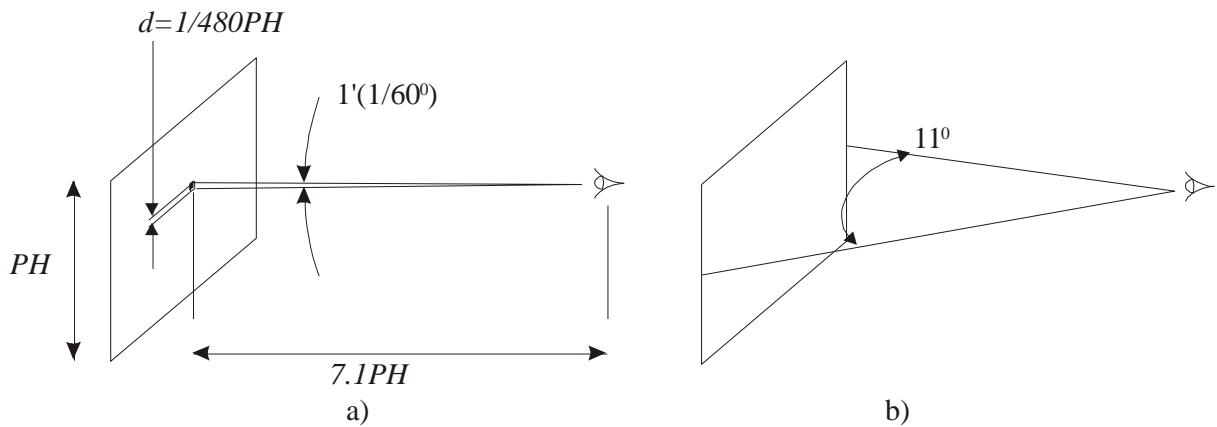
Udaljenost gledanja može se izraziti i kao:

$$udaljenost \approx \frac{3400}{L_A} \times PH$$

gdje je sa PH označena visina slike (*picture height*) a sa L_A broj redova piksela (linija) slike.

Televizija standardne definicije (Standard definition television - SDTV) ima oko 480 redova slike. Razmak između linija slike zahvata šezdesetinu stepena na udaljenosti od oko sedam puta većoj od visine slike, kao što je skicirano na sljedećoj slici.

Za format slike 4:3, i SDTV sa 480 linija slike dobijamo $480 \cdot (4:3) = 640$ piksela po širini slike. Ako jedna linija, odnosno piksel zahvata $1/60^0$ stepena vidnog polja posmatrača onda po širini slike dobijamo ugao gledanja od $640 \cdot (1/60^0) = 10.667^0 \approx 11^0$, dok po vertikali imamo $480 \cdot (1/60^0) = 8^0$.



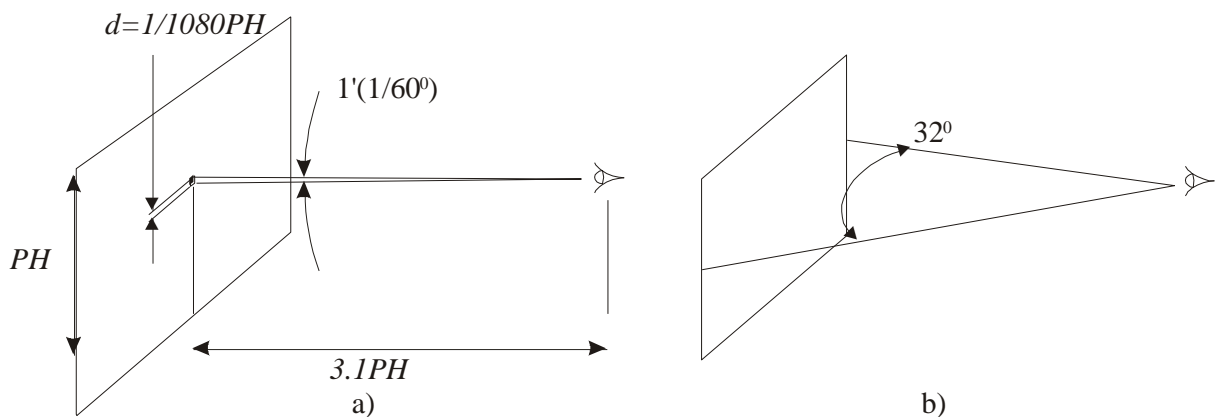
a) Udaljenost i b) ugao gledanja kod SDTV, 480 linija

Optimalna udaljenost gledanja se često izražava prema dijagonali ekrana televizora. Uzmimo format slike 4:3 na primjer. Dijagonala, visina i širina slike čine pravougli trougao. Prema Pitagorinoj teoremi, za pravougli trougao čije su katete proporcionalne sa odnosom 4:3, proporcionalnost hipotenuze i kateta je respektivno 5:3 i 5:4. Prema tome, visina ekrana iznosi tri petine dijagonale ekrana, pa prethodna relacija dobija oblik:

$$udaljenost \approx \frac{3400}{L_A} \times PH = \frac{3400}{L_A} \times \frac{3}{5} D = \frac{2040}{L_A} \times D$$

gdje je D dijagonala ekrana. Za 480 linija slike dobijamo da je minimalna udaljenost posmatrača od ekrana 4.25 puta veća od dijagonale ekrana.

Sličnu analizu možemo izvršiti i za televiziju visoke definicije (High definition television - HDTV) za standard sa 1080 linija slike. U ovom slučaju format slike 16:9, broj piksela po širini je $1080 \cdot (16:9) = 1920$.



a) udaljenost i b) ugao gledanja kod HDTV, 1920x1080

Kako vidimo na prethodnoj slici, horizontalni ugao koji slika zahvata u vidnom polju posmatrača je $1920 \cdot (1/60^0) = 32^0$, što je praktično skoro tri puta više nego kod SDTV sa 480 linija. Vertikalni ugao koji slika zahvata je $1080 \cdot (1/60^0) = 18^0$, pa je i on povećan u odnosu na SDTV. Iz tog razloga, glavni efekat povećanja broja piksela slike kod HDTV treba tumačiti kao povećanje ugla koji slika zauzima u vidnom polju posmatrača.

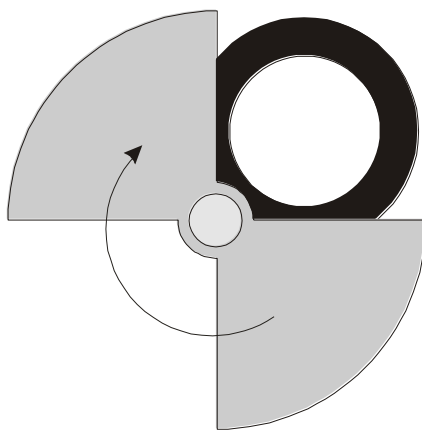
Skeniranje

Pod **skeniranjem** (*raster scanning*) se u oblasti videa podrazumijeva proces u kome se ispisuje slika (piksel po piksel, linija po linija) preko čitavog ekrana televizora ili računarskog monitora. Niz mirnih slika prikazanih dovoljno velikom brzinom mogu da stvore iluziju pokreta u slici. Jedna mirna slika u tom nizu čini **frame**.

Mnogi ekrani koji prikazuju pokretne slike emituju svjetlost samo dio vremena predviđenog za prikaz jedne slike (*frame time*). Preostali dio vremena ekran je zatamnjen. Brzina ispisivanja, odnosno učestanost kojom se ispisuju slike između zatamnjenja ekrana naziva se frekvencija osvježavanja (*flash rate* ili *refresh rate*). Ako je ova frekvencija preniska, primjećuje se treperenje slike odnosno **flicker**. Najniža frekvencija pri kojoj se primjećuje treperenje zavisi i od osvijetljenja ambijenta u kojem se nalazi ekran, kao i od ugla gledanja. Što je svjetlije okruženje i veći ugao koji slika zahvata u vidnom polju posmatrača, to je potrebna veća frekvencija osvježavanja da bi se izbjeglo treperenje. Ugao gledanja ili ugao koji slika zauzima u vidnom polju posmatrača zavisi od udaljenosti posmatrača od ekrana, i to tako da se s povećanjem udaljenosti ugao gledanja smanjuje i obratno. Zbog te zavisnosti umjesto da kažemo da treperenje ekrana zavisi od ugla gledanja, možemo reći da treperenje ekrana zavisi od udaljenosti posmatrača od ekrana.

Zbog veće vremenske osjetljivosti perifernog vida od centralnog (*fovealnog*), prag primjećivanja treperenja se donekle povećava sa većim horizontalnim uglovima gledanja.

Uobičajeno se za vrijednosti frekvencije osvježavanja (*flash/refresh rate*) koriste frekvencije od 50-60Hz. U mraku kino sale za prevazilaženje treperenja dovoljna je frekvencija osvježavanja (*flash rate*) od 48Hz. Kad su se tek pojavile pokretne slike, smatralo se da je frekvencija osvježavanja od 48Hz bila prevelika zbog velike potrošnje filmske trake, pa su se za prikaz koristile 24 slike u sekundi, što je bilo dovoljno dobro za prikaz pokreta u filmu. Da bi se ispoštovala frekvencija osvježavanja od 48Hz, konvencionalni kino projektor je koristio dvostruki poklopac, kao na sljedećoj slici, sa kojim je svaka slika bila dva puta prikazana. Rijetko su se koristili i projektori sa trostrukim poklopcem, dok se veća realističnost postiže sa projektorom sa jednostrukim poklopcem i prikazom 60 slika u sekundi.



Projektor sa dvostrukim poklopcem

U tamnijim prostorijama, kao što su na primjer dnevne sobe, frekvencija osvježavanja od 60Hz je dovoljna za prikaz bez treperenja. **Tehnika skeniranja sa preplitanjem**, koja će biti objašnjena naknadno, može se uporediti sa projektorom sa dva poklopca. Svaka slika se prikazuje u dva polja. Za dati broj slika u sekundi tehnika preplitanja udvostručuje frekvenciju

osvježavanja i omogućuje bolji prikaz pokreta. Skeniranje bez preplitanja se naziva **progresivno skeniranje**.

Kod monitora računara koji se koristi u svjetlijem okruženju, potrebno je da frekvencija osvježavanja bude 70Hz pa i više da bi se izbjeglo treperenje.

Vidjeli smo da izbor frekvencije osvježavanja zavisi od nekoliko faktora (osvjetljenje ambijenta u kojem je ekran, udaljenost posmatrača, osvjetljenje same slike), a sve u cilju eliminisanja nepoželjnih pojava prilikom prikaza slike. Pri tome smo podrazumijevali da se slika trenutno prikazuje u cjelosti. Međutim u praksi to nije baš tako. Pošto prikaz slike može da se posmatra kao ispisivanje jedne po jedne tačke, liniju po liniju slike, potrebno je određeno vrijeme da se prikaže čitava slika.

Već smo spomenuli da postoje dvije osnovne tehnike skeniranja: **progresivno (sekvencijalno) skeniranje i skeniranje sa preplitanjem (sa proredom, naizmjenično) ili interlaced scanning**. Kod progresivnog skeniranja, prikaz čitave slike se dobija skeniranjem, odnosno ispisivanjem jedne po jedne linije slike odozgo na dole. Dovoljno je jedno prebrisavanje ekrana da bi se prikazala čitava slika. Kod skeniranja sa preplitanjem, slika se prikazuje u dva prebrisavanja ekrana, s tim da se prikazuju jednom parne, a drugi put neparne linije slike.

Kod analognog videa, informacija u ravni slike se skenira sa lijeva u desno tokom kratkog fiksnog intervala vremena koji se naziva *vrijeme (interval) aktivne linije*. Horizontalne linije slike se ispisuju (skeniraju) postepeno, jedna po jedna i to sa lijeva na desno i odozgo na dole. Skeniranje linija se vrši konstantnom brzinom tako da se može uspostaviti direktna veza između pozicije piksela u slici koja se skenira i vremenske pozicije u električnom signalu koji prenosi sliku. Stacionarni uzorak paralelnih linija duž slike koji se koriste pri skeniranju naziva se *raster*. Kod digitalnog videa, uzorci iz matrice slike su poredani isto kao i kod analognog videa, sa lijeva na desno po liniji, a zatim vertikalno odozgo prema dole po linijama.

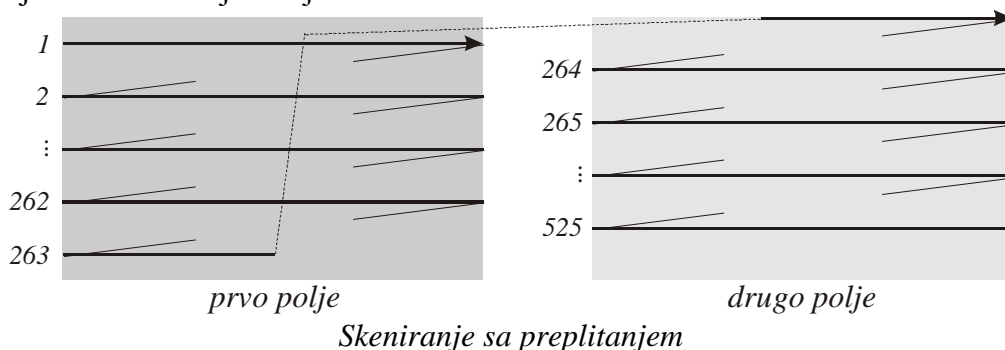
Prelazak sa kraja tekuće na početak sljedeće linije slike, kao i prelazak sa posljednje linije tekuće slike na prvu liniju sljedeće, nije trenutni i odvija se u toku određenog intervala vremena u procesu skeniranja. Tokom ovog vremenskog intervala odvija se proces koji se naziva **retracing (repozicioniranje)**, i on je posljedica konstrukcije ekrana sa katodnom cijevi (*Cathode Ray Tube display - CRT - display*). Elektronski top kod ekrana sa katodnom cijevi se mora isključiti (biti zatamnjen - *blanked*) pri prelasku sa kraja jedne na početak sljedeće linije skeniranja, pa se ovi intervali nazivaju **blanking intervali** ili *intervali zatamnjivanja*. Horizontalni *blanking intervali* se vremenski pojavljuju između skeniranja dvije susjedne linije, dok se vertikalni *blanking intervali (VBI)* pojavljuju između skeniranja dve slike - rama (*frame*) ili polja. Treba naglasiti da signal koji prenosi televizijsku sliku sadrži i blanking intervale.

Kod analognih video sistema, tokom blanking intervala se prenose informacije o sinhronizaciji. Kod digitalnih video sistema blanking intervali bi se, u principu, mogli izostaviti tako da signal prenosi samo sliku. Međutim, ovakva rješenja su nešto složenija te se u toku ovih intervala mogu prenositi audio signali, testni signali, titlovi, signali za detekciju i korekciju grešaka ili neke druge informacije.

Do sada smo sliku tretirali kao matricu sa S_{AL} redova i L_A kolona piksela, i pri tome smo zanemarivali prostornu raspodjelu intenziteta svjetlosti na samom pikselu, odnosno **spot profile** (profil, izgled tačke). Ako je profil tačke takav da postoji značajna razlika između raspodjele intenziteta svjetlosti između susjednih linija slike, struktura linija slike bi mogla da bude vidljiva na određenoj udaljenosti. Razmak između linija skeniranja je funkcija razmaka između linija slike i profila tačke. Veličina tačke (**spot size**) može se okarakterisati kao tačka čiji je prečnik takav da intenzitet svjetlosti od centra ka obodu opadne na 50%. Za datu udaljenost između linija skeniranja, manja veličina tačke će uticati na to da linijska struktura

postane primjetna. Ukoliko želimo da se to ne desi, posmatrači moraju da budu na većoj udaljenosti od ekrana.

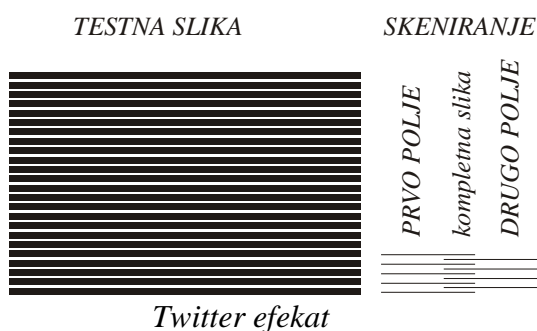
Tehnika skeniranja sa preplitanjem ili *interlaced scanning* je postupak kod kojeg možemo smanjiti veličinu tačke bez bojazni da će se primijetiti linijska struktura slike. Duž čitave visine slika se skenira tačkom čija je vertikalna dimenzija takva da prilikom skeniranja ostaju praznine između susjednih linija skeniranja. Zatim se, nakon $1/50$ s ili $1/60$ s, slika ponovo skenira, ali sad sa pomjerajem tako da se popune dobijene praznine. Zbog toga se kompletna slika kod skeniranja sa preplitanjem dobija nakon dva prebrisavanja ekrana. Dio slike koji se dobije jednim prebrisavanjem, a koji sadrži samo polovinu informacija iz slike naziva se *polje*. *Frame* ili slika se sad sastoji od dva *polja*, naznačenim kao *prvo* i *drugo* polje. Način skeniranja je skiciran na sljedećoj slici.



Skeniranje bez preplitanja (*progresivno ili sekvencijalno*) je uobičajeno kod stolnih računara i uopšte u računarstvu. Ovaj način skeniranja podrazumijeva da se slika dobije jednim prebrisavanjem ekrana, skeniranjem jedne po jedne linije od vrha slike prema dole. Kod televizije, progresivno skeniranje nije bilo toliko rasprostranjeno i njegova veća primjena je zaživjela tek pri pojavi digitalne televizije. Iz tog razloga tehnika skeniranja sa preplitanjem još uvijek prevladava kod radiodifuznog emitovanja, a takođe je dominantna kod televizije visoke definicije.

Procedura poznata kao *deinterlacing* se koristi da konvertuje signal namijenjen za skeniranje sa preplitanjem u signal pogodan za prikaz na uređajima koji koriste progresivno skeniranje. Kvalitet video signala koji se dobije na ovaj način je lošiji od originalnog video signala namijenjenog za progresivno skeniranje.

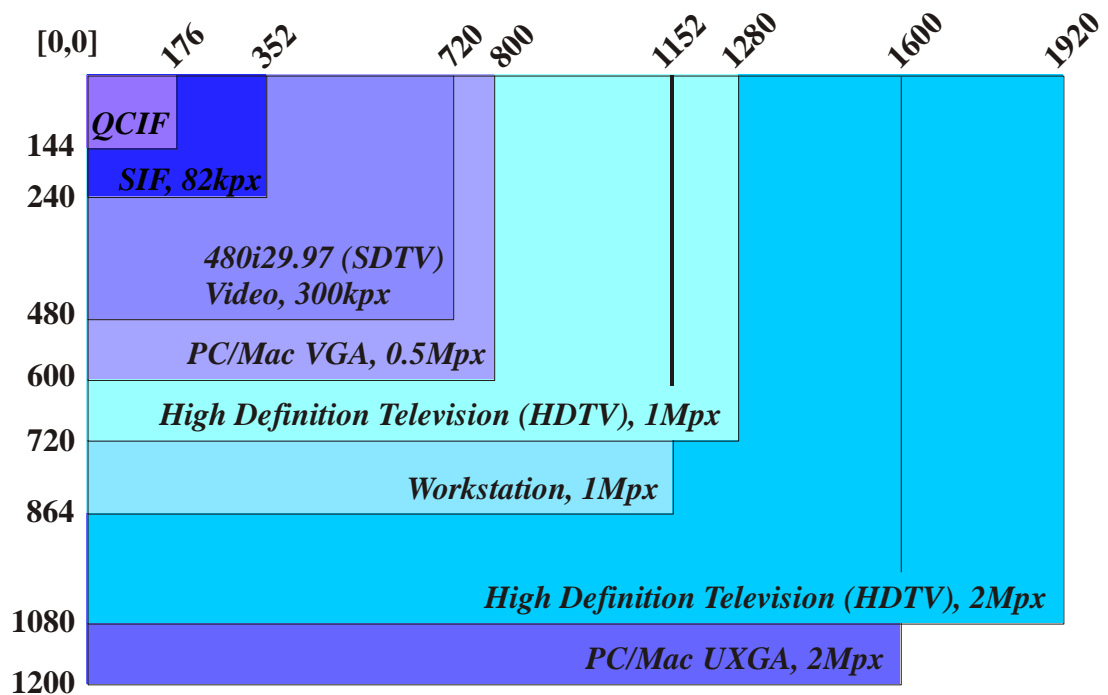
Osjetljivost vida na treperenje zavisi i od širine slike. Pošto je visina slike manja od širine, ona ima manji uticaj na treperenje. Kod skeniranja sa preplitanjem po visini se javlja problem prilikom prikaza detalja čije su vertikalne dimenzije veoma male. Kada se u slici nalaze detalji čija je rezolucija po vertikali uporediva sa razmakom između linija skeniranja, kao na sljedećoj slici, prilikom skeniranja sa preplitanjem sadržaj slike u dva polja će se bitno razlikovati. Pri praktičnim frekvencijama osvježavanja od 50 ili 60Hz ovo uzrokuje pojavu koja se naziva *twitter*. Ovakav fenomen se opaža kao svjetlucanje, ili kao veoma brzo kretanje gore-dole. Twitter se ponekad naziva i međulinijnsko treperenje.



Twitter efekat se pojavljuje ne samo kod degenerisanih slika kao što je uzorak crno bijelih linija na datoj slici, već i kod običnih slika sa velikim kontrastom po vertikali. Visoko kvalitetne video kamere imaju optičke prostorne filtere da bi oslabile detalje koji bi mogli prouzrokovati twitter. Ukoliko se skeniranje sa preplitanjem koristi kod kompjuterske grafike, vertikalni detalji se moraju filtrirati da bi se izbjeglo treperenje. Kolo koje to obavlja naziva se *twitter filter*.

Notacija u skeniranju

Postoje različiti standardi dimenzija slike, a nekoliko standarda je dato na sljedećoj slici.



Neke od standardnih dimenzija slika

U računarstvu, formati prikaza slike se predstavljaju sa dva broja: broj piksela po širini slike, i broj linija. Kao alternativno rješenje formati se mogu predstavljati simbolički - VGA, SVGA, XGA, kao što je to dato u sljedećoj tabeli. Kvadratno odmjeravanje se podrazumijeva.

Standardne rezolucije displeja

- QVGA 0.077 Megapixels = 320×240
- VGA 0.3 Megapixels = 640×480
- SVGA 0.5 Megapixels = 800×600
- XGA (XVGA) 0.8 Megapixels = 1024×768
- WXGA 1.0 Megapixels = 1280×800
- SXGA 1.3 Megapixels = 1280×1024
- WXGA+ 1.3 Megapixels = 1440×900
- SXGA+ 1.4 Megapixels = 1400×1050
- WSXGA+1.7 Megapixels = 1680×1050
- UXGA 1.9 Megapixels = 1600×1200
- WUXGA 2.3 Megapixels = 1920×1200
- QXGA 3.1 Megapixels = 2048×1536
- WQXGA 4.1 Megapixels = 2560×1600
- QSXGA 5.2 Megapixels = 2560×2048
- WQSXGA 6.6 Megapixels = 3200×2048
- QUXGA 7.7 Megapixels = 3200×2400
- WQUXGA 9.2 Megapixels = 3840×2400
- WUQSXGA 11.3 Megapixels = 4200×2690

Nedostatak ovakve notacije ogleda se u tome što ne naglašava o kojoj se frekvenciji osvježavanja radi.

Tradicionalno, video skeniranje je označavano u sljedećem obliku:

625/50/2:1

Pri tome je značenje oznaka sljedeće:

- ♦ Prvi navedeni broj označava broj linija jednog frejma (slike ili polja), a uključuje broj linija slike zajedno sa vertikalnim zatamnjenim zaglavljem.
- ♦ Broj iza prve kose crte označava frekvenciju pojavljivanja frejmova ili polja u hercima
- ♦ Iza druge kose crte se nalazi oznaka koja nam govori da li se radi o progresivnom (1:1) ili o skeniranju sa preplitanjem (2:1). Ako je ova oznaka izostavljena podrazumijeva se da se radi o skeniranju sa preplitanjem.

Standard za skeniranje 525/59.94/2:1 se koristi u Sjevernoj Americi i Japanu; 625/50/2:1 preovladava u Evropi, Aziji i Australiji. Sve doskora ovo su bili i jedini načini skeniranja koji su se koristili pri radiodifuziji. Nedavno, digitalna tehnologija je omogućila nekoliko novih standarda u skeniranju. Konvencionalni način obilježavanja skeniranja ne može adekvatno da opiše nove sisteme skeniranja, pa su usvojeni novi načini obilježavanja. Novi način obilježavanja nam daje informacije o broju aktivnih linija slike, da li se radi o progresivnom (*p*) ili skeniranju sa preplitanjem (*i*), te kolika je frekvencija osvježavanja.

Slova *p* i *i* su mala i pisana da bi se izbjegla moguća zabuna slova "i" sa jedinicom.

<i>računarska</i>	<i>video</i>
<i>notacija</i>	<i>notacija</i>
640 x 480	525/59.94

480i29.97

Nova notacija u skeniranju

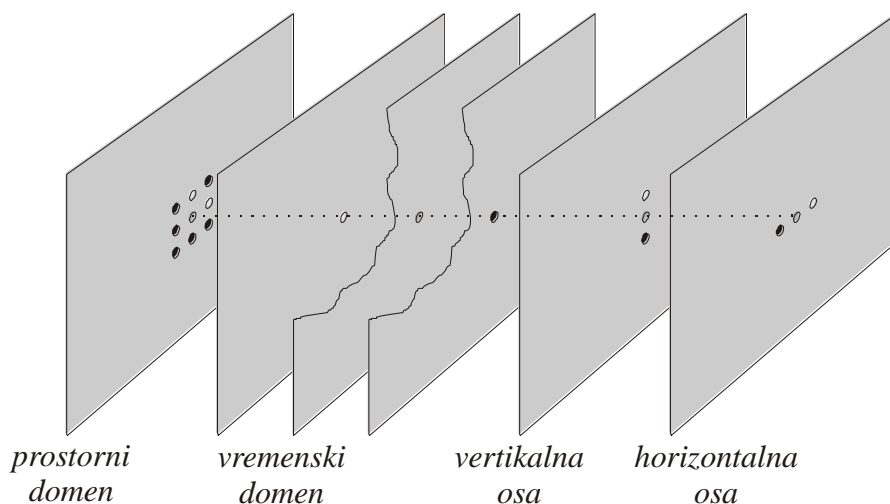
Na gornjoj slici je data računarska, tradicionalna i nova notacija jednog te istog standarda. Standard 480i29.97 nam govori da se radi o slici sa 480 linija, skeniranju sa preplitanjem i da je frekvencija osvježavanja 29.97Hz. Računarska notacija nam daje samo dimenzije slike u pikselima, dok kod tradicionalnog obilježavanja znamo samo ukupan broj linija slike i frekvenciju osvježavanja.

Kod nove notacije, konvencionalni video sa 525/59.94/2:1 se označava sa 480i29.97; konvencionalni 625/50/2:1 ima oznaku 576i25. HDTV sistemi obuhvataju 720p60 i 1080i30. Formati slike nisu eksplicitno naglašeni, 720p, 1080i, i 1080p su svi 16:9 pošto za te formate ne postoji standard 4:3, dok bi se kod 480i30.00 mogla u principu da koriste oba formata slike.

Prikaz pokreta

Niz mirnih slika prikazanih dovoljno velikom brzinom može dati iluziju pokreta. Broj frejmova po sekundi predstavlja broj mirnih slika po jedinici vremena. Kreće se od 6-18 frejmova u sekundi kod starih mehaničkih kamera do 120 za nove profesionalne kamere. Da bi se stekao osjećaj pokreta potrebno je minimalno 10 frejmova u sekundi.

Odmjeravanje u vremenu, zajedno sa 2-D odmjeravanjem u prostoru uzrokuje da je video odmjeran po tri ose: horizontalnoj, vertikalnoj i vremenskoj osi, kao na sljedećoj slici. Jednodimenzionalna teorija odmjeravanja se primjenjuje duž svake ose.

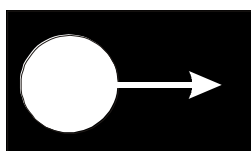


Prostorno-vremenski domen

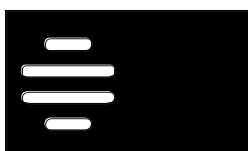
Na lijevoj strani prethodne slike dat je prostorni domen, a zatim vremenski i po osama u prostoru. Odmjeravanje u vremenskom domenu podrazumijeva fiksnu poziciju piksela u

prostoru. Odmjeravanje po vertikalnoj osi podrazumijeva fiksni vremenski trenutak, i fiksnu horizontalnu poziciju, takođe se odmjerava nivo osvjetljenja a vrši se na diskretnim pozicijama piksela po vertikali. Slično je i za odmjeravanje po horizontalnoj osi s tim da se radi o fiksnoj poziciji po vertikali.

Zbog brzih kretanja objekata na sceni, kod skeniranja sa preplitanjem dolazi do pojave artifakata. Pretpostavimo da kamera koja koristi skeniranje sa preplitanjem uhvati 60 (ili 50) jedinstvenih polja u sekundi. Ako prizor sadrži objekat u pokretu, svako polje sadrži polovicu informacije o tom objektu, s tim da je informacija u drugom polju pomjerena u skladu sa kretanjem objekta.



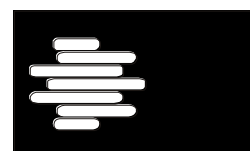
a) testna slika



b) prvo polje



c) drugo polje



d) kompletna slika

Prikaz pokreta kod skeniranja sa preplitanjem

Pogledajmo testni uzorak na prethodnoj slici, koji sadrži crnu pozadinu i bijeli krug koji se kreće dovoljno velikom brzinom. Prvo i drugo polje koje je kamera uhvatila je prikazano na slici b) i c). Pri ovome smo zanemarili zamućenje slike zbog objekta u pokretu jer je vrijeme ekspozicije vrlo kratko. Slika u drugom polju je zakašnjena u odnosu na prvu za polovicu trajanja jednog frejma, tako da se pri snimanju drugog polja objekat već pomjerio.

Kod ekrana koji koriste skeniranje sa preplitanjem, pri prikazu materijala koji je snimljen sa kamerom koja takođe koristi skeniranje sa preplitanjem ne pojavljuju se ni vremenski ni prostorni artifakti. Naime, zbog iste tehnike skeniranja pri snimanju i prikazu, slika na ekranu se prikazuje onako kako stvarno izgleda i u vremenu i u prostoru. Međutim, rekonstrukcija progresivnih frejmova je neophodna za visokokvalitetnu obradu slike, za konverziju između različitih standarda i sl. Moglo bi se pomisliti da su linije slike kod signala koji koristi skeniranje sa preplitanjem samo ispreturane ili preuređene; međutim, u prisustvu pokreta samo spajanje dva polja u jednu sliku daje neželjene efekte kao što je to dato na slici d). Pojava ovakvih arifakata se naziva "*mišji zubi*" (*mouse teeth*) ili "*cijepanje polja*" (*field tearing*). Deinterlacing ima za zadatak da riješi ove neželjene pojave.

Postoji još jedna neželjena pojava kod ovakvog tipa skeniranja. Naime, pretpostavimo da u sceni postoji dio ili element koji se pomijera vertikalno, prema dole ili gore, i to brzinom jedne linije tokom svakog polja. Za sistem 480i29.97 to je pomjeranje elementa za 1/480 visinu slike u tokom 1/60 sekunde, odnosno taj element pređe čitavu sliku za 8 sekundi. Zbog ovakve vrste skeniranja čak polovica vertikalnih informacija slike će se izgubiti. Prema tome, kod skeniranja sa preplitanjem prikaz vertikalnog kretanja može da proizvede ozbiljne artifakte.

Komponente za predstavljanje osvjetljenja i boje

Slike u boji vidimo i reprodukujemo na osnovu tri komponente boje. Senzor slike digitalnog fotoaparata proizvodi vrijednosti proporcionalne zračenju koje aproksimiraju crvenu, zelenu i plavu komponentu RGB kolor sistema. Međutim, kod većine sistema ove vrijednosti se podvrgavaju nelinearnoj transformaciji koju nazivamo *gama korekcija*. Notacija $R'G'B'$ se koristi da naglasi da je nad RGB signalima izvršena gama korekcija.

Luma (Y') se formira kao težinska suma $R'G'B'$ vrijednosti. Luma je objektivna mjera svjetline.

Na primjer, za televiziju standardne definicije (SDTV), komponenta Y' se dobija na sljedeći način:

$$Y'=0.299R'+0.587G'+0.114B',$$

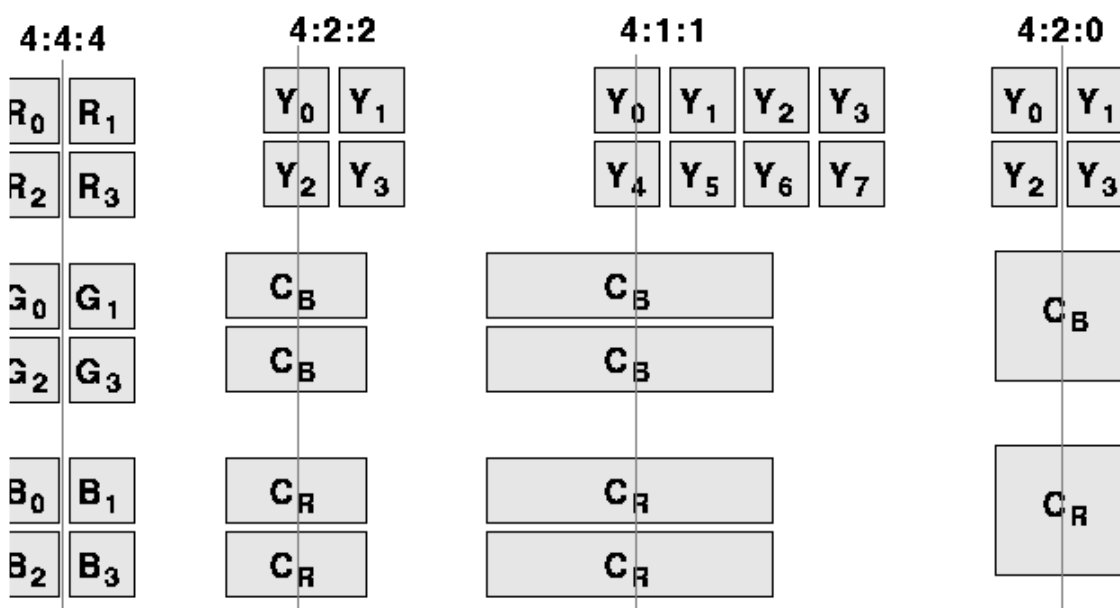
dok se za slučaj televizije visoke definicije (HDTV) težinski koeficijenti razlikuju, i način računanja luma je dat sa:

$$Y'=0.2126R'+0.7152G'+0.0722B'.$$

Pododmjeravanje hromatskih komponenti boje

Postoji video oprema koja koristi direktno $R'G'B'$ komponente slike u boji. Međutim, ljudski vid je znatno manje osjetljiv na boju nego na osvjetljenje. Iz tog razloga se informacija o osvjetljenju koju nosi luminentna komponenta zadržava u punom obliku, dok se informacija o boji koju nose hrominentne komponente može redukovati procesom koji nazivamo *pododmjeravanje* (*subsampling*), a on se može posmatrati kao neka vrsta digitalnog filtriranja ili usrednjavanja.

Pododmjeravanje hromatskih komponenti se vrši na različite načine te je, shodno tome, usvojena notacija kao na sljedećoj slici.



Oznaka 4:2:2 se odnosi na horizontalno pododmjeravanje oba signala boje sa faktorom 2, dok 4:1:1 znači da je odnos luminentne prema svakoj od hrominentnih komponenti 4:1, tj.

izvršeno je horizontalno pododmjeravanje komponenti boje sa faktorom 4. Treća cifra u oznaci je jednaka drugoj cifri osim u slučaju kada se radi i vertikalno pododmjeravanje. Za vertikalno pododmjeravanje se za sada koristi samo faktor 2. Kako bi se naglasilo da se pododmjeravnje radi i vertikalno (a ne samo horizontalno), usvojeno je da treća cifra bude nula. Tako oznaka 4:2:0 znači da je izvršeno pododmjeravanje obje hrominentne komponente horizontalno sa faktorom 2 i vertikalno sa faktorm 2. U standardima za kompresiju se najčešće koriste šeme 4:1:1 i 4:2:0.

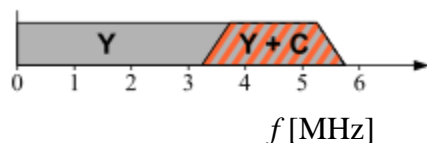
Tipovi video signala

Video koristi aditivni kolor sistem. Slika na ekranu se formira na osnovu tri komponente: crvene (R), zelene (G) i plave (B). Kamere mogu da budu izvedene sa tri senzora koji su, svaki zasebno, osjetljivi na svjetlost iz različitih opsega talasnih dužina, ili sa jednim senzorom osjetljivim približno podjednako na sve talasne dužine svjetlosti, ali se tada koriste optički filtri koji razdvajaju svjetlosni signal na podopsege talasnih dužina i na taj način formiraju obojenu svjetlost.

Kompozitni video

Kompozitni video je format koji koristi analogna televizija prije nego u signal slike integriše zvučni signal. U kompozitnom video signalu, luminentna komponenta, kojoj je dodat sinhronizacioni impuls, i hrominentne komponente se kombinuju u jedan signal.

Spektar rezultujućeg signala je prikazan na sljedećoj slici.



Na ovaj način je moguće istim signalom prenijeti informaciju i za crno-bijele TV prijemnike i za TV prijemnike u boji. Televizijske stanice koriste kompozitni signal za prenos video sadržaja. Veliki dio analogne kućne opreme koristi kompozitni signal za snimanje videa.

Za priključak kompozitnog signala se obično koristi RCA konektor. Uobičajeno se žuti koristi za video, dok se sa druga dva priključuju audio signali: crveni se koristi za desni a bijeli za lijevi kanal. RCA konektor za video signal je prikazan na sljedećoj slici.



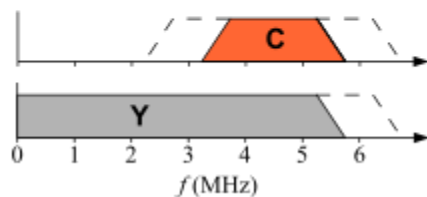
Koaksijalni kabl i RF konektor (na sljedećoj slici) se koriste za priključak RF modulisanog signala. Kako u procesu modulacije i demodulacije signala dolazi do gubitaka i šumova, preporučuje se, gdje god je to moguće, koristiti originalni kompozitni signal.



Osim procesa modulacije, i samo kombinovanje lumentne i hrominentni komponenti unosi gubitke. Zbog toga se koriste drugi formati video signala: S-video i komponentni video.

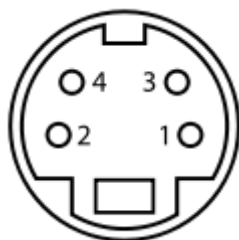
S-Video

S-Video (Separated video), poznat i pod oznakom Y'/C, je kompromis između analognog komponentnog videa i kompozitnog videa. Koristi dvije linije, jednu za luminansu, a drugu za hrominansu kao na sljedećoj slici.



U kompozitnom videu lumentni signal se filtrira niskopropusnim filtrom kako bi se izbjeglo miješanje sa visokofrekvencijskom hrominentnom komponentom. Kod S-videa lumentna i hrominentna komponenta se prenose odvojeno, te nema potrebe za niskopropusnim filtriranjem i moguće je prenijeti širi frekvencijski opseg luminanse. Takođe ne dolazi do grešaka u boji koje su bile posljedica preklapanja spektra lumentne i hrominentne komponente. Stoga imamo poboljšanu reprodukciju slike u poređenju sa kompozitnim video signalom.

Na sljedećoj slici je prikazan standardni 4-pinski S-video konektor kod koga svaki od signala (Y' i C) ima svoju masu.



Raspored pinova		
Pin	Naziv	Funkcija
1	GND	masa (Y')
2	GND	masa (C)
3	Y	luminansa
4	C	hrominansa

S-video se uobičajeno koristi u USA, Kanadi, Australiji i Japanu.

Komponentni video

U komponentnom video signalu svaka od tri komponente (RGB, Y'IQ ili Y'UV) se prenosi odvojeno. Rezultat je najbolja reprodukcija signala boje, ali je neophodan širi propusni opseg i dobra sinhronizacija ove tri komponente.

Analogni komponentni video

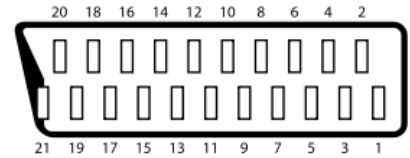
Najjednostavniji vid prenosa analognog komponentnog video signala je preko tri koaksijalna kabla od kojih svaki prenosi jednu od RGB komponenti. U komponentnim video sistemima postoji potreba za dodatnim sinhronizacionim signalima. Oni se šalju ili preko odvojenih linija ili su uključeni u blanking intervale jedne ili više komponenti. Analogni komponentni video signal se najčešće priključuje preko RCA konektora prikazanog na sljedećoj slici.



SCART (Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs) konektor je 21 pinski konektor koji se koristi i za analogni i za digitalni video. Standard potiče iz Francuske, a poznat je i pod nazivima Péritel (u Francuskoj) i Euro-konektor. SCART se ponekad označava kao IEC 933-1 standard. Signali koji se prenose SCART konektorom uključuju: kompozitni video (bidirekcionalno), R'G'B' komponentni video (samo u jednom smjeru) i stereo audio signal. Kasnije je dodata mogućnost prenos S-video signala, ali je prenos R'G'B' signala i S-videa preko SCARTa međusobno isključiv jer S-video koristi pinove namijenjene za R'G'B' signale. U Evropi se češće koristi SCART konektor umjesto RCA konektora za komponentni video.

Motivacija za uvođenje ovog konektora je bila pojednostavljivanje povezivanja video uređaja, tako da se u jednom konektoru sadrže svi potrebni formati video signala.

Na sljedećoj slici dat je izgled (muškog i ženskog) i raspored pinova SCART konektora.



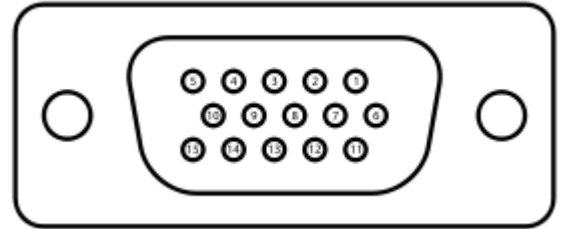
Rasposed pinova

Pin 1	Audio output (right)
Pin 2	Audio input (right)
Pin 3	Audio output (left)
Pin 4	Audio ground
Pin 5	Blue ground/ <i>Chroma input ground</i>
Pin 6	Audio input (left)
Pin 7	Blue/ <i>Chroma input</i>
Pin 8	Widescreen function switching
Pin 9	Green ground
Pin 10	D ² B input
Pin 11	Green
Pin 12	D ² B output
Pin 13	Red ground/ <i>Chroma ground</i>
Pin 14	D ² B ground
Pin 15	Red/ <i>Chroma</i>
Pin 16	Fast switching
Pin 17	Composite video output ground/Sync output ground/ <i>Luminance output ground</i>
Pin 18	Composite video input ground/Sync input ground/ Fast switching ground/ <i>Luminance input ground</i>
Pin 19	Composite video output/Sync output/ <i>Luminance output</i>
Pin 20	Composite video input/Sync input/ <i>Luminance input</i>
Pin 21	Common ground

Extensions to the original standard are in italics. D²B (**Digital Data Bus**) is an [IEC](#) standard for a serial communication bus.

VGA konektor je troredni 15 pinski konektor koji se, zajedno sa odgovarajućim kablovima, koristi za prenos analognog komponentnog RGB video signala, te horizontalnih i vertikalnih sinhronizacionih signala. Postoji i 9-pinska verzija i Mini-VGA za laptope.

Uobičajeni VGA konektor se nalazi na većini video karti i računarskim monitorima.



Raspored pinova (ženski konektor)

Pin 1	RED	Red video
Pin 2	GREEN	Green video
Pin 3	BLUE	Blue video
Pin 4	N/C	Not connected
Pin 5	GND	Ground
Pin 6	RED_RTN	Red return
Pin 7	GREEN_RTN	Green return
Pin 8	BLUE_RTN	Blue return
Pin 9	N/C	Not connected
Pin 10	GND	Ground
Pin 11	N/C	Not connected
Pin 12	SDA	I ² C data
Pin 13	HSYNC	Horizontal sync
Pin 14	VSYNC	Vertical sync
Pin 15	SCL	I ² C clock

Digitalni komponentni video

Neke od prednosti digitalnog videa nad analognim su: mogućnost direktnog slučajnog pristupa (što je dobro za nelinearno editovanje – montažu), nema gubitka kvaliteta pri presnimavanju, nema potrebe za sinhronizacionim impulsima, itd.

Digitalni komponentni video se ponekad označava sa 4:2:2. Znamo od ranije da to znači da na svaka 4 piksela luminanse (Y') dolaze samo po 2 piksela C_b (blue-luminance signal) i C_r (red-luminance signal) hrominentnih komponenti.

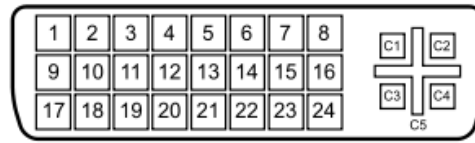
Druga šema koja se često susreće je 4:1:1. Ova šema se koristi pri snimanju na DV i miniDV format traka koje koriste kamkorderi u NTSC verziji. Na svaka 4 piksela lumentne komponente dolazi po 1 piksel C_b i C_r diferencijalnih komponenti boje. Pri tome je izvršeno horizontalno pododmjeravanje sa faktorom 4.

PAL verzija DV i miniDV formata traka koristi šemu 4:2:0, tj. na svaka 4 piksela luminanse dolazi takođe po 1 piksel piksel C_b i C_r diferencijalnih komponenti boje, ali je pododmjeravanje izvršeno sa faktorom 2 i horizontalno i vertikalno. Na taj način je horizontalna rezolucija povećana dva puta, dok je vertikalna rezolucija prepolovljena. Ovo je prihvatljivo jer, kao što ćemo vidjeti kasnije, PAL kolor sistemi imaju dva puta manju vertikalnu rezoluciju od NTSC kolor sistema.

DVI (Digital Visual Interface) je standardizovani video intefejs projektovan sa ciljem da maksimizira vizuelni kvalitet digitalnih displeja kao što su LCD računarski displeji i digitalni projektori. Razvila ge je Digital Display Working Group (DDWG) grupa formirana od strane industrijskog konzorcijuma. Primarno je projektovan za prenos nekomprimovanih digitalnih video podataka u cilju njihovog prikaza. Zasnovan je na tehnologiji za prenos veoma brzih serijskih podataka koja nosi naziv *Transition Minimized Differential Signaling (TMDS)*. Ova tehnologija koristi poseban algoritam kodovanja koji redukuje elektromagnetnu interferenciju kod bakarnih kablova i omogućava robusnu rekonstrukciju klock signala na dugim kablovima kao i na kratkim kablovima lošeg kvaliteta.

Moguće je koristiti jednostruku (Single) i dvostruku (Dual) konfiguraciju konektora. Jednostruki (single) DVI link se sastoji od četiri upletena para žice (signali: red, green, blue i klock) za prenos 24 bita po pikselu. Tajming signala skoro u potpunosti odgovara tajmingu analognog signala. Slika se prenosi linija po linija sa blanking intervalima između svake linije i svakog frejma. Ne koristi se kompresija. Najveća rezolucija koju je moguće dostići jednostrukim linkom na 60Hz je 2.6 megapiksela. Pri jednostrukoj konfiguraciji moguće je prenijeti digitalni video stream 1920×1200 na 60 Hz, dok se dvostrukom konfiguracijom može prenijeti 2560×1600 na 60 Hz. Brzine prenosa su 3.7 Gbit/s (single mode) i 7.4 Gbit/s (dual mode) i više, ograničavajući faktor je kvalitet kabla. Osim digitalnih video signala, moguć je prenos analognog komponentnog R'G'B' video signala (-3 db, 400 MHz). Takođe je ostvarena digitalna veza između računarskog displeja i grafičkog adaptera (DDC - Display Data Channel), zasnovana na I²C basu. I²C (Inter-Integrated Circuit) je multi-master serijski bas podataka koji se koristi za povezivanje sporih periferija na matičnu ploču, embedded sisteme ili mobilne telefone. Ovim putem se mogu slati signali za kontrolu LCD displeja, npr. za promjenu kontrasta, balansiranje boja i slično.

DVI je jedini široko korišten standard koji uključuje prikjučak i prenos i analognog i digitalnog video signala istim konektorom. Na sljedećoj slici prikazan je izgled, a u tabeli je dat raspored pinova trorednog 29 pinskog DVI konektora.



Raspored pinova (ženski konektor)

Pin 1	TMDS Data 2-	Digital red - (Link 1)
Pin 2	TMDS Data 2+	Digital red + (Link 1)
Pin 3	TMDS Data 2/4 shield	
Pin 4	TMDS Data 4-	Digital green - (Link 2)
Pin 5	TMDS Data 4+	Digital green + (Link 2)
Pin 6	DDC clock	
Pin 7	DDC data	
Pin 8	Analog vertical sync	
Pin 9	TMDS Data 1-	Digital green - (Link 1)
Pin 10	TMDS Data 1+	Digital green + (Link 1)
Pin 11	TMDS Data 1/3 shield	
Pin 12	TMDS Data 3-	Digital blue - (Link 2)
Pin 13	TMDS Data 3+	Digital blue + (Link 2)
Pin 14	+5V	Power for monitor when in standby
Pin 15	Ground	Return for pin 14 and analog sync
Pin 16	Hot plug detect	
Pin 17	TMDS data 0-	Digital blue - (Link 1) and digital sync
Pin 18	TMDS data 0+	Digital blue + (Link 1) and digital sync
Pin 19	TMDS data 0/5 shield	
Pin 20	TMDS data 5-	Digital red - (Link 2)
Pin 21	TMDS data 5+	Digital red + (Link 2)
Pin 22	TMDS clock shield	
Pin 23	TMDS clock+	Digital clock + (Links 1 and 2)
Pin 24	TMDS clock-	Digital clock - (Links 1 and 2)
C1	Analog red	
C2	Analog green	
C3	Analog blue	
C4	Analog horizontal sync	
C5	Analog ground	Return for R, G and B signals

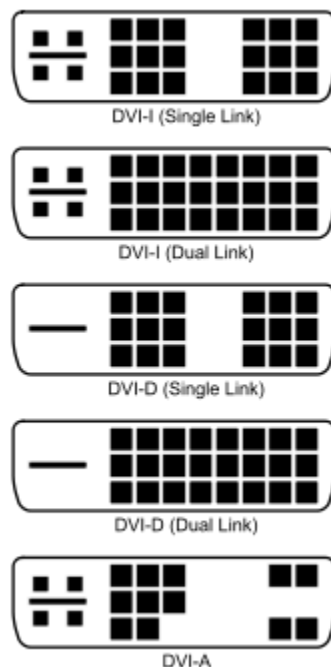
DVI interfejs koristi digitalni protokol u kome se željena svjetlina piksela prenosi u obliku binarnih podataka. Displej očitava svaki broj i primjenjuje tu vrijednost svjetline na odgovarajući piksel. Na ovaj način, svaki piksel u izlaznom baferu uređaja koji kontrolira displej, direktno odgovara jednom pikselu displeja, dok kod analognih signala izgled svakog piksela može da zavisi od susjednih piksela, šuma i različitih oblika izobličenja signala.

Raniji standardi su bili projektovani za CRT uređaje te stoga nisu ni koristili diskretne vrijednosti. Kod analognih video signala željena svjetlina se dobijala promjenom naponskih nivoa. U CRT uređajima naponski nivoi kontroliraju intenzitet skenirajućeg mlaza dok se on pomjera preko ekrana.

Zavisno od toga koje signale implementira, DVI konektoru se mogu dati tri imena:

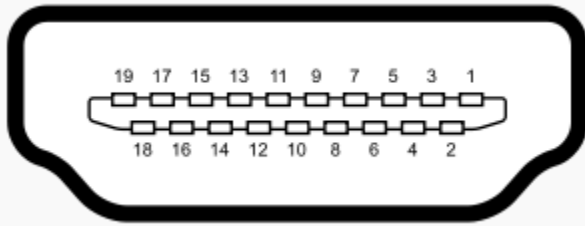
- DVI-D (digital only)
- DVI-A (analog only)
- DVI-I (digital & analog)

Izgled ovih konektora je prikazan na sljedećoj slici.



HDMI (High-Definition Multimedia Interface) služi za povezivanje digitalnih audio/video uređaja, kao što su set-top box, Blu-ray disk plejeri, računari, konzole video igara, digitalni audio uređaji, monitori i digitalni televizori. HDMI podržava TV I PC video formate, od standardnog do HD i 8 audio kanala. Komprimovani MPEG video se dekomprimuje i trokomponentni signal se u obliku TMDS signala otpornih na interferenciju prenosi preko HDMI.

HDMI proizvodi su se pojavili 2003. godine, dok u širu upotrebu ulaze 2006. godine.



Type A (ženski) HDMI

Pin 1	TMDS Data2+
Pin 2	TMDS Data2 Shield
Pin 3	TMDS Data2–
Pin 4	TMDS Data1+
Pin 5	TMDS Data1 Shield
Pin 6	TMDS Data1–
Pin 7	TMDS Data0+
Pin 8	TMDS Data0 Shield
Pin 9	TMDS Data0–
Pin 10	TMDS Clock+
Pin 11	TMDS Clock Shield
Pin 12	TMDS Clock–
Pin 13	CEC
Pin 14	Reserved (N.C. on device)
Pin 15	SCL
Pin 16	SDA
Pin 17	DDC/CEC Ground
Pin 18	+5 V Power (max 50 mA)
Pin 19	Hot Plug Detect

Kompatibilnost sa DVI



DVI-HDMI Adapter

HDMI video signal je potpuno (unazad) kompatibilan sa DVI (DVI-D ili DVI-I, ali ne i DVI-A) video signalom, nije potrebna nikakva konverzija, te nema gubitaka na kvalitetu signala. HDMI ima dodatne kontrolne i podržava zaštitu sadržaja - HDCP (High-bandwidth Digital Content Protection).

FireWire

FireWire je bidirekcionalni serijski bus, šija je stvarna oznaka IEEE 1394. Ovaj serijski interfejs omogućava prenos videa na računar četiri puta većom brzinom od stvarne. Ovo je jedini konektor za vezu sa računarom koji postoji na svim DV formatima kamkordera. Preko FireWirea se prenosi digitalni signal snimljen u DV formatu. Brzina prenosa iznosi 12.5-50 Mb/s.

Klasifikacija video sistema

Klasifikacija video sistema može se izvršiti sa različitih aspekata. Ukoliko posmatramo način prenosa video signala, sve sisteme možemo klasifikovati na **analogne** i **digitalne**. Analogni video sistemi sliku i zvuk pretvaraju u analogni električni signal koji se dalje utiskuje u signal nosilac i na taj način prenosi do krajnjeg korisnika. Digitalni video sistemi sliku i zvuk pretvaraju u binarni niz podataka, i dalji prenos se odvija u skladu s digitalnim prenosom podataka.

Prema vrsti samog signala koji prenosi sliku, video sisteme možemo klasifikovati na one koji koriste **kompozitni** i one koji koriste **komponentni** video signal. Kod komponentnog signala, slika se prenosi u tri odvojene komponente, i svaka komponenta se prenosi nezavisno jedna od druge. Sa druge strane, video sistemi koji koriste kompozitni signal koriste samo jedan signal za prenos slike. Kao krajnji rezultat određenih postupaka obrade slike, tri komponente slike su transformisane u jedan signal koji se dalje prenosi do krajnjeg korisnika.

Zbog malog propusnog opsega za prenos televizijskog signala, u početku emitovanja televizije, nije korišten princip prenosa tri odvojene komponente već su tri komponente slike kombinovane u jedan kompozitni signal. Tako su razvijene tehnike kao što su NTSC (*National Television System Comitee*), i PAL (*Phase Alternating Line*).

NTSC - (*National Television System Comitee*) je razvijen 1950. godine kao prvi televizijski standard. Zasnovan je na skeniranju sa preplitanjem sa 525 linija i frekvenciji osvježavanja slike od 60 Hz (tačnije 29.97 frejmova/s). Izgled NTSC kompozitnog signala je prikazan na

sljedećoj slici. NTSC koristi YIQ kolor model. Format slike je 4:3. Na početku svakog polja 20 linija se koristi za kontrolne informacije, tako da 485 linija sadrži stvarne vizuelne podatke. U upotrebi je u SAD, Kanadi i Japanu.

PAL - (*Phase Alternating Line*) je takođe kompozitni video standard 15 godina mlađi od NTSC-a. Njegove odlike su 625 linija i frekvencija osvježavanja od 50 Hz. Nešto je detaljniji od NTSC standarda jer ima 100 linija više, podložniji treptanju slike zbog manje frekvencije osvježavanja. PAL koristi YUV kolor model. Format slike je 4:3. U upotrebi je u najvećem dijelu Evrope, kao i kod nas.

SECAM - (*Sequence Couleur a Mémoire*) je vršnjak PAL standarda. U upotrebi je u Francuskoj, Grčkoj, Rusiji, nekim zemljama istočne Evrope i u Africi.

Kompozitni video se još uvijek koristi za analogno emitovanje i u potrošačkoj opremi.

DIGITALNA TELEVIZIJA

U poslednjih dvadesetak godina u svijetu telekomunikacija postoji tendencija da se postupci obrade i prenosa informacija izvršavaju u digitalnom domenu. Ovaj trend je prisutan i na području video signala, pa s toga i televizija postaje sve "digitalnija". Proizvođači profesionalne televizijske opreme ulažu mnogo novca u razvoj novih televizijskih sistema, ali i diktiraju standarde za sve novopridošle u ovu granu industrije (npr. Panasonic, Sony, Hitachi, Philips...).

Osnovna razlika današnje digitalne televizije (**DTV**) u odnosu na analognu je digitalni signal. Slika i zvuk se prilikom snimanja pretvaraju u digitalnu formu postupcima odmjeravanja, zatim kvantovanja i kodovanja i u takvom obliku se prenose kroz medijum odnosno kanal. Prednosti ovakvog načina prenosa i zapisa su velike, a navešćemo samo neke od njih:

- teoretski, signal se može prenijeti na neograničenu udaljenost
- postoji mogućnost kompresije signala, a time i ekonomičnije korištenje resursa
- detekcija i korekcija grešaka
- smanjen uticaj šuma, itd.



Digitalna i analogna televizija

U samoj proizvodnji televizijskog programa, gdje je neophodno trajno snimiti neki događaj, a zatim ga reprodukovati i montirati, digitalnim zapisom se ne gubi na kvalitetu slike, kao što je to slučaj kod analognog presnimavanja sa trake na traku i pravljenjem generacija, gdje se poslije nekoliko generacija javljaju teški gubici u magnetnom zapisu. Mnoge druge intervencije u slici moguće su korištenjem računara, tako da se u snimljeni sadržaj mogu ubaciti sasvim novi sadržaji koji u vrijeme snimanja uopšte nisu bili prisutni. Gledalac ovu varku, ukoliko se ne radi o stvarima koje djeluju nerealno, ne može uočiti. Tako se razvila i posebna tehnika zasnovana na već poznatom televizijskom "hroma-ki" efektu, koja može u potpunosti da zamijeni čitavu scenografiju u studiju korištenjem kompjuterske zamjene dijelova slike ubačenih u pravi snimak

Digitalna televizija (DTV) je imala puno problema s standardizacijom, jer je uloženo puno novca u razvoj različitih standarda. Proizvođači televizijske opreme koji su taj novac uložili ne žele ga nepovratno izgubiti. Istorija razvoja DTV je dvadeset godina projektovanja, takmičenja oko standarda i zakonskih zavrzlama i otpora TV kuća. Sukob naglog tehničkog napretka i ekonomske opravdanosti njegove primjene na kraju je rezultovao sa velikim brojem standarda.

Standard pod nazivom $4f_{SC}$ je u stvari digitalna varijanta kompozitnog signala i rijetko se koristi. Frekvencija odmjeravanja je četiri puta veća od noseće frekvencije boje.

Televizija standardne definicije (SDTV - *Standard Definition TV*) i televizija visoke definicije (HDTV - *High Definition TV*) se razlikuju u pogledu rezolucije.

Televizija standardne definicije (Standard Definition Television - SDTV) je vrsta digitalne televizije koja može da prenosi i proizvodi slike boljeg kvaliteta nego što se dobijaju standardnim analognim emitovanjem, do $\frac{3}{4}$ miliona piksela. SDTV je obično 480i signal. Mada SDTV signal ne može po kvalitetu da bude kao HDTV-u, u poređenju sa konvencionalnom televizijom je superioran.

HDTV je standard za digitalnu televiziju, gde emitovanje prenosi sliku formata sa mnogo više detalja i boljim kvalitetom nego što se može naći u standardnoj analognoj televiziji ili digitalnoj televiziji. Format slike je 16:9, sa $\frac{3}{4}$ miliona piksela ili više.

Poboljšanja koja pruža HDTV

U odnosu na klasičnu analognu televiziju, kao u odnosu na SDTV, HDTV donosi određene prednosti. Ono što krajnji korisnici mogu da očekuju od ove tehnologije je:

1. Sva komercijalna HDTV je digitalna, pa u skladu s tim slika takvog signala će biti savršena, sa primjetnom strukturom piksela ili neće biti slike uopšte. Slika koja snježi, uticaj interferencije, kao i vertikalno pomijeranje i drugi nepoželjni efekti kao kod analogne televizije će biti prošlost.
2. Većina HD programa kao i filmovi će se prikazivati u 16:9 formatu, ili *semi-widescreen* formatu (mada će za neki filmovi koji su snimljeni i u širem formatu od ovog i dalje ostati "letterbox" format), dok će se starije verzije filmova snimljene u 4:3 formatu prikazivati u "pillarbox" formatu. Takođe moguće je i povećati sliku da se popuni čitav ekran.
3. Boje izgledaju realnije zahvaljujući većem propusnom opsegu.

4. Slika ima od 2 do 5 puta više detalja. Praznine između linija skeniranja su manje vidljive. Svi materijali snimljeni na 35mm filmsku traku će se moći prikazati na približno istoj rezoluciji na kojoj je materijal snimljen.
5. Nove tehnologije snimanja na optičke medije, koje podržavaju HDTV rezolucije, će biti dostupne. One su već i na tržištu. Svi novi uređaji za prikazivanje moraju biti kompatibilni sa prethodnom tehnologijom kao što je DVD, međutim formati ne moraju biti kompatibilni međusobno.
6. Povećana oštrina slike i veći broj detalja omogućavaju bolji prikaz na većim ekranima, koji postaju ugodniji za gledanje.
7. Bolji kvalitet slike prati i bolji kvalitet zvuka. Tako umjesto stereo zvučnog signala (dva zvučna kanala) uvodi se Dolby Digital 5.1 ambijentalni zvuk.