



**Nozioni generali
sull'alta definizione**

Avid

Prima Parte

Your vision. **AVID REALITY.**

1

Capitolo 1

Formati video e campionamento

Chroma sub-sampling

Active picture

Aliasing

Anamorphic

Anti-aliasing

Aspect ratio

CIF

Colour space

Component video

Co-sited sampling

DTV

Avid

L'aspetto forse più complesso dell'alta definizione (HD) e della definizione standard (SD) è rappresentato dalle abbreviazioni che compongono il gergo utilizzato per descrivere il campionamento e lo spazio colore, ad esempio RGB 4:4:4 e Y, Cr e Cb 4:2:2. Anche le definizioni di formati video, ad esempio 1080/24P, possono apparire difficilmente decifrabili in un primo momento. Per una breve panoramica o riepilogo dei rapporti di campionamento, leggere la sezione successiva.

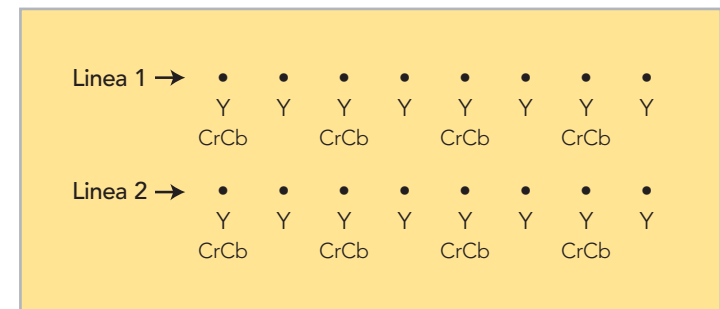
4:2:2 e così via (sottocampionamento della cromaticità)

Per le frequenze di campionamento utilizzate nella televisione digitale vengono usate abbreviazioni non descrittive. I numeri denotano rapporti di frequenze di campionamento, non si tratta quindi di numeri assoluti, pertanto per comprenderli è necessario essere in grado di interpretarli. In alcuni casi, questi rapporti vengono definiti sottocampionamento della cromaticità.

Solitamente il primo numero si riferisce alla luminanza (Y) e quelli successivi alla cromaticità, ad eccezione di 4:4:4 e 4:4:4:4, di cui si parlerà più avanti. Il primo numero è quasi sempre 4 e ciò significa che la luminanza viene campionata una volta per ciascun pixel prodotto nell'immagine. In rarissimi casi per la luminanza viene utilizzata una frequenza di campionamento inferiore. Un esempio è il sistema HDCAM, che generalmente utilizza un campionamento di 3:1:1. Il campionamento a una frequenza inferiore rispetto alla frequenza pixel finale è denominato sottocampionamento.

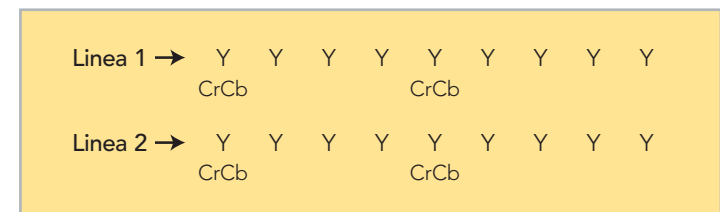
Gli altri due numeri del rapporto indicano le frequenze di campionamento delle due componenti digitalizzate di colore puro rosso (R-Y) e blu (B-Y), denominate Cr e Cb. In linea con la tecnologia utilizzata per gli apparecchi

televisivi, basata sulla risposta dell'occhio umano più sensibile alla luminanza che al colore puro, la riduzione dei dati viene solitamente applicata sul campionamento della cromaticità anziché su quello della luminanza. Il sistema di campionamento professionale più utilizzato è 4:2:2, in cui ciascuna delle due componenti di colore viene campionata in corrispondenza di ogni due campioni di luminanza lungo ciascuna linea.



Campionamento della luminanza 4:2:2 e segnali di differenza colore

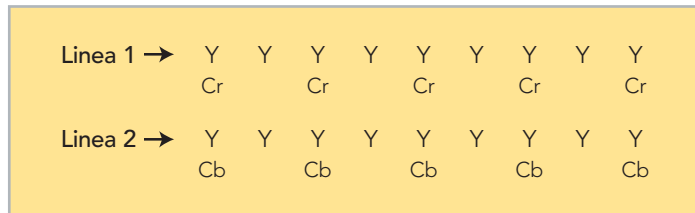
Il rapporto 4:1:1, utilizzato in alcuni formati DV e nel formato DVCAM, crea campioni Cr e Cb ogni quattro punti campione Y lungo ciascuna linea, tuttavia contiene una maggior percentuale di dettagli di cromaticità rispetto agli standard PAL e NTSC.



Campionamento 4:1:1

Se la cromaticità viene sottocampionata orizzontalmente, come nel rapporto 4:1:1, nulla impedisce di eseguire la stessa operazione verticalmente per ottenere una distribuzione più omogenea delle informazioni colore. Pertanto, invece di essere campionate lungo ogni linea, le componenti Cr e Cb vengono campionate su linee alternate, con una maggiore frequenza per ogni linea (ogni due Y). Si tratta del

campionamento 4:2:0 (4:2:0 in una linea e 4:0:2 in quella successiva) che viene utilizzato nei processi di compressione MPEG-2 e JPEG.



Il campionamento 4:2:0 garantisce una risoluzione del colore verticale e orizzontale identica se si utilizzano pixel quadrati

In molti casi, si rivela particolarmente utile associare un segnale chiave (o alfa) alle immagini. Una chiave è un'immagine completa solo per quanto riguarda la componente di luminanza, pertanto risulta logico aggiungere un quarto numero, 4, come in 4:2:2:4.

Tecnicamente, 4:4:4 può indicare un campionamento completo dei segnali RGB o delle componenti Y, Cr e Cb, anche se in quest'ultimo caso viene utilizzato raramente. Se ai valori RGB è associato un canale chiave, si otterrà un rapporto di 4:4:4:4.

In alcuni casi, è possibile andare oltre le linee guida e sperimentare altre soluzioni, ad esempio utilizzare il sovracampionamento che, con una buona elaborazione, può migliorare la qualità dell'immagine. In questo caso il rapporto sarebbe 8:8:8, che in ambito RGB risulterebbe in due campioni per pixel.

Questo sistema di rapporto di campionamento viene utilizzato sia per lo standard SD che per lo standard HD. Anche se il campionamento è generalmente 5,5 volte superiore, per lo standard HD in ambito professionale viene comunemente utilizzato un campionamento di tipo 4:2:2.

Perché il primo numero è 4?

Per logica, il primo numero dovrebbe essere 1, dal momento che rappresenta un rapporto di 1:1 in termini di pixel, tuttavia, per diverse ragioni più o meno buone, gli standard per la televisione sono basati su standard preesistenti.

All'inizio degli anni settanta, i primi segnali televisivi a essere digitalizzati furono codificati in formato NTSC e PAL. In entrambi i casi, fu necessario fissare la frequenza di campionamento in relazione a quella della sottoportante (SC) colore, che già prevedeva un rapporto fisso per le frequenze di linee e di fotogrammi. La sottoportante è pari a 3,579545 MHz per lo standard NTSC e a 4,43361875 MHz per lo standard PAL-I; poiché per il campionamento dei sistemi digitali in genere si moltiplica il valore della sottoportante NTSC per 4 o quello della sottoportante PAL per 3, si ottengono rispettivamente frequenze di 14,3 e 13,3 MHz.

Successivamente si iniziò a utilizzare il video a componenti Y, B-Y e R-Y (luminanza e due componenti di colore puro, note come segnali di differenza colore) più semplice da elaborare per il ridimensionamento, il posizionamento, la conversione degli standard, la compressione e tutte le numerose operazioni che è possibile eseguire sulle immagini. Per lo sviluppo di uno standard per il campionamento con questo tipo di video, venne seguita in parte la logica preesistente, cercando tuttavia di trovare anche punti comuni tra i due sistemi di scansione SD utilizzati a livello mondiale: 525/60i e 625/50i. Dalla combinazione di tutti questi elementi si ottenne lo standard ITU-R BT.601 per il campionamento SD. 601 definisce il campionamento della luminanza a una frequenza di 13,5 MHz (720 pixel per linea attiva) e dei segnali di differenza colore a una frequenza dimezzata, pari a 6,75 MHz.

A questo punto, ci si rese conto che la frequenza di 13,5 MHz è molto vicina ai 14,3 MHz ottenuti moltiplicando la sottoportante NTSC per 4. Se l'analisi fosse stata più ampia, ci si sarebbe accorti anche che esiste una relazione ancora più stretta con la frequenza ottenuta moltiplicando la sottoportante PAL per 3 e la terminologia utilizzata oggi sarebbe molto diversa. Così avvenne che il numero che avrebbe potuto essere 3, ma che in realtà avrebbe dovuto essere 1, divenne 4.

Dal momento che le frequenze di campionamento HD sono 5,5 volte più veloci di quelle utilizzate per lo standard SD, il

campionamento 4:2:2 comunemente utilizzato in ambito professionale corrisponde in realtà a 74,25 MHz per la componente Y e a 37,125 MHz per le componenti Cr e Cb.

1080i

Abbreviazione utilizzata per la scansione interlacciata a 1080 linee. Si tratta del formato linea HD ampiamente utilizzato definito da una scansione interlacciata di 1080 linee a 1920 pixel per linea. La definizione 1080i non specifica la frequenza di fotogrammi che, in base a quanto indicato da SMPTE e ITU, può essere di 25 o 30 Hz.

Vedi anche: Formato immagine comune, Interlacciamento, ITU-R.BT 709 e Tabella 3

1080P

Dimensione per l'immagine TV pari a 1080 linee per 1920 pixel con scansione progressiva. Per questo formato è possibile utilizzare frequenze di fotogrammi di 24, 50 e 60 Hz oltre a quelle di 25 e 30 Hz che è possibile utilizzare per la scansione 1080i.

Vedi anche: Formato immagine comune, Progressiva (scansione), ITU-R.BT 709 e Tabella 3

13,5MHz

Frequenza di campionamento utilizzata nella codifica digitale 601 del materiale video SD. Al fine di consentire un determinato livello di compatibilità tra diversi sistemi digitali, come valore di frequenza è stato scelto un multiplo intero delle frequenze dei sistemi televisivi a 525 e 625 linee. Il campionamento è sufficientemente veloce per riprodurre fedelmente le informazioni di dettaglio della luminanza a frequenza maggiore (5,5 MHz) contenute nell'immagine SD. Il campionamento digitale della luminanza nella maggior parte degli standard HD viene eseguito a una frequenza di 74,25 MHz, ottenuta moltiplicando 13,5 MHz per 5,5.

Vedi anche: 2,25 MHz e ITU-R BT.601

2,25MHz

Minimo comune multiplo delle frequenze televisive 525/59,94 (15,734265 kHz) e 625/50 (15,625 kHz). Sebbene raramente menzionato, questo valore riveste un'importanza fondamentale poiché rappresenta la base di tutte le frequenze di campionamento digitali sia per lo standard SD che per lo standard HD.

Vedi anche: 13,5 MHz

24P

Abbreviazione che indica 24 fotogrammi con scansione progressiva. Nella maggior parte dei casi si riferisce al formato immagine HD con 1080 linee e 1920 pixel per linea (1080 x 1920/24P). La frequenza di fotogrammi utilizzata nello standard SD è di 480 e 576 linee con 720 pixel per linea. Si tratta spesso di un fuori linea per il montaggio 24P HD o per creare una versione per il piccolo schermo di una conversione HD. Gli schermi che utilizzano il formato 24P solitamente si basano su una doppia tecnica di otturazione, come i proiettori per pellicola, per mostrare ogni immagine due volte e ridurre lo sfarfallio durante la visualizzazione di immagini a frequenza così bassa.

24PsF

24P a fotogramma segmentato. Questo formato riduce il divario esistente tra formato cinematografico e video, dal momento che il video viene acquisito in modalità cinematografica e formattato per la registrazione digitale; inoltre, può essere elaborato mediante l'infrastruttura video HD esistente. L'intera immagine viene acquisita una sola volta, come avviene nel formato cinematografico; nel formato televisivo l'immagine viene invece acquisita mediante scansioni linea per linea, che ritardano la scansione dell'ultima linea di 1/24 di secondo rispetto alla prima linea. Le immagini vengono quindi registrate su nastro in due campi (segmenti) sincronizzati in cui vengono rispettivamente inserite le linee pari e quelle dispari, formato particolarmente adatto ai registratori TV.

Le immagini rappresentano l'equivalente elettronico di una ripresa e di un trasferimento telecinema, eccetto nel caso in cui il videoregistratore utilizzi una frequenza cinematografica (24 fps) e non televisiva. Il materiale girato presenta un aspetto cinematografico, ma la bassa frequenza di fotogrammi può causare una qualità scadente nella riproduzione del movimento.

Le frequenze 25PsF e 30PsF sono incluse nello standard ITU-R BT. 709-4.

Vedi anche: ITU-R BT. 709

601

Vedi ITU-R BT. 601

709

Vedi ITU-R BT. 709

720P

Abbreviazione che indica 720 linee con scansione progressiva. Definito in SMPTE 296M e parte di entrambi gli standard televisivi ATSC e DVB, il formato completo è di 1280 pixel per linea, 720 linee e 60 immagini al secondo con scansione progressiva. Viene utilizzato principalmente dalle emittenti televisive che trasmettono a 720P. Le 60 immagini scansionate al secondo in modo progressivo offrono il vantaggio di una scansione progressiva a una frequenza di aggiornamento sufficientemente alta per riprodurre correttamente l'azione. Garantisce buone prestazioni per gli eventi sportivi, di movimento alla moviola e così via.

74,25MHz

Frequenza di campionamento comunemente utilizzata per la luminanza (Y) o i valori RGB del materiale video HD. La frequenza di $33 \times 2,25$ MHz fa parte della struttura gerarchica utilizzata sia per lo standard SD che per lo standard HD. Fa parte degli standard SMPTE 274M e ITU-R BT.709.

Vedi anche: 2,25 MHz

Aliasing

Artefatti creati da un campionamento e un'elaborazione del video inadeguati o scadenti. L'aliasing spaziale è il risultato della natura delle immagini digitali che si basano su pixel ed è caratterizzato dal classico aspetto "frastagliato" dei bordi nei dettagli curvi e diagonali e dal luccichio nei dettagli. Questo tipo di artefatto è provocato da frequenze di campionamento e precisione di elaborazione insufficienti per il dettaglio. L'aliasing temporale si verifica quando la velocità dell'azione è troppo elevata per la frequenza di fotogrammi. Un esempio classico sono le ruote del treno che sembrano ruotare in senso contrario.

Vedi anche: Anti-aliasing

Anarmorfico

Questo effetto descrive generalmente casi in cui in cui l'ingrandimento verticale e orizzontale non è identico. Il processo anamorfico meccanico usa un obiettivo aggiuntivo per comprimere l'immagine di una determinata quantità, spesso sull'asse orizzontale. In questo modo un rapporto di forma 1,85:1 o 2,35:1 può essere schiacciato orizzontalmente all'interno di un fotogramma cinematografico con un rapporto di 1,33:1 (4:3). Quando un film anamorfico viene proiettato, passa attraverso un obiettivo anamorfico che stira l'immagine in modo da ottenere il rapporto di forma originale. Questo metodo viene spesso utilizzato con le immagini per formato panoramico SD in cui viene mantenuto il numero di pixel, 720, su uno schermo più largo del 33%. Può essere inoltre applicato agli obiettivi utilizzati per riprendere in formato panoramico 16:9 in cui i chip CCD hanno un rapporto di forma 4:3.

Vedi anche: Rapporto di forma

Anti-aliasing

Consente di ridurre gli effetti visibili dell'aliasing. Ciò è particolarmente vero nel caso dell'anti-aliasing spaziale in cui vengono solitamente utilizzati filtri per la riduzione degli

effetti dell'aliasing, particolarmente visibili sotto forma di frastagliature nelle linee diagonali o luccichio nelle zone altamente dettagliate. Una soluzione più efficace consiste nel migliorare il campionamento e l'elaborazione originali ed evitare fin dall'inizio che si possa verificare l'aliasing.

Vedi anche: Aliasing

Campionamento simultaneo

Prevede il campionamento simultaneo di elementi di luminanza e cromaticità. In questo modo, la fase di tutte le componenti del segnale risulta simmetrica e non viene alterata dal sistema di campionamento. In genere il campionamento viene eseguito simultaneamente nella maggior parte dei casi, a eccezione di un tipo di campionamento 4:2:0 in cui vengono alternati campioni di cromaticità e campioni di luminanza.

Vedi anche: 4:2:2 e così via

CIF

Formato di immagine comune (Common Image Format). Formato di immagine largamente utilizzato, denominato "Common Image Format" dall'ITU (International Telecommunication Union). L'idea alla base di questo formato è quella di agevolare lo scambio di informazioni di immagini a livello nazionale e internazionale.

Vedi HD-CIF

DTV

Acronimo di Digital Television. Termine generico applicato sia in ambito SD sia in ambito HD.

Formato universale

Il formato 1080/24P viene a volte definito formato universale per la televisione, poiché può essere facilmente convertito in tutti gli altri formati disponibili garantendo risultati di qualità elevata.

Vedi anche: HD-CIF e Master universale

Fotogramma segmentato

Vedi: 24PsF

Gamut (colore)

Gamma di colori disponibili in un sistema di immagini. La gamma di colori che possono essere visualizzati (il gamut colore) è determinata dai fosfori rossi, blu e verdi dello schermo di un televisore e dai chip di rilevamento del colore RGB CCD o CMOS di videocamere e fotocamere. Prima di essere visualizzata su schermo, l'immagine di una videocamera o fotocamera viene sottoposta a diverse elaborazioni, molte delle quali utilizzano il campionamento 4:2:2 del video a componenti. Tuttavia, non tutte le combinazioni di componenti corrispondono a colori RGB validi, ad esempio le combinazioni che presentano un valore Y pari a zero. Le apparecchiature che generano immagini direttamente nello spazio colore delle componenti, ad esempio alcune macchine grafiche, sono in grado di riprodurre colori compresi nella gamma delle componenti che tuttavia non risultano validi in sistemi RGB e possono inoltre eccedere i limiti consentiti in ambienti PAL e NTSC.

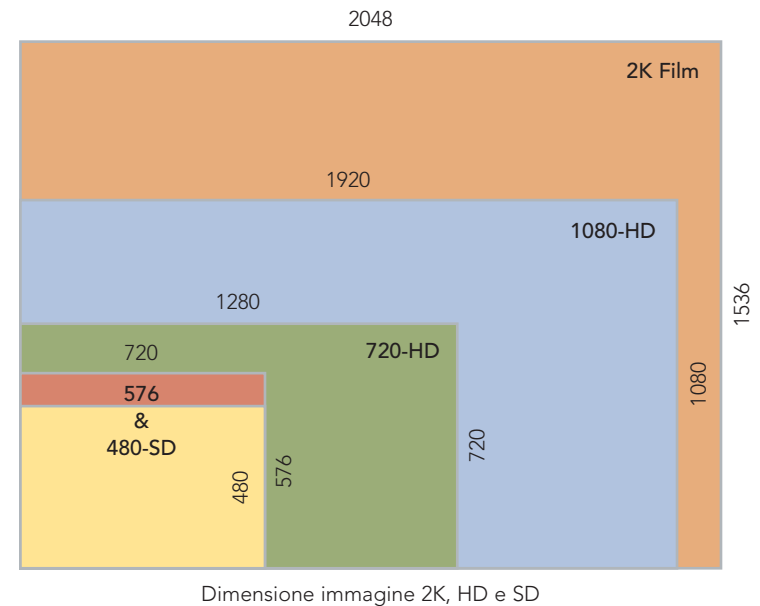
Le apparecchiature potrebbero risultare sovraccariche, in particolare modo i trasmettitori, il cui funzionamento potrebbe essere interrotto al fine di evitare eventuali danni. In alcune apparecchiature molte aree delle immagini fuori gamut vengono indicate chiaramente, in modo che sia possibile intervenire prima che si verifichino eventuali problemi.

HD

Acronimo di High Definition Television. È uno standard sviluppato negli Stati Uniti dall'ATSC (Advanced Television Systems Committee) e da altre associazioni con una risoluzione orizzontale e verticale quasi doppia rispetto a quella della televisione standard (intesa come sistema NTSC analogico, con 486 linee visibili), un rapporto di forma di 16:9 e una frequenza di fotogrammi minima di 24 fps. Tuttavia, anche il formato di scansione progressiva a 720x1280 pixel per linea è riconosciuto come HD. Ciò è dovuto in parte alla miglior risoluzione verticale offerta dalla scansione progressiva. Oltre al formato video, un'altra differenza fra la piattaforma HD e la piattaforma SD è rappresentata da una colorimetria leggermente diversa, per cui è stato stabilito uno standard comune a livello mondiale.

Poiché le dimensioni immagine di 1080x1920 utilizzate in ambiente HD si avvicinano a quelle di 2000 utilizzate nell'industria cinematografica, il divario fra prodotti cinematografici e televisivi è pressoché inesistente. Ciò è ancora più evidente se si utilizza un formato 16:9 di 2000, per cui la differenza in termini di dimensioni è ridotta al minimo. In genere qualsiasi formato contenente una risoluzione orizzontale e verticale quasi doppia rispetto a quella standard viene considerato High Definition.

Dopo un dibattito iniziale sui formati disponibili per potenziali produttori di materiale HD ed emittenti televisive, il formato video 1080 HD con varie frequenze di fotogrammi è stato accettato come formato immagine standard dall'ITU (International Telecommunication Union). Sebbene le emittenti televisive dispongano di una certa libertà nella scelta del formato adeguato, l'eventuale conversione di formati immagine standard è ormai una procedura di routine e dovrebbe fornire risultati di elevata qualità.



Vedi anche: Formato immagine comune e Fattore di interlacciamento

Immagine attiva

Parte dello schermo che contiene l'immagine. Nei sistemi analogici da 625 e 525 linee, solo 575 e 487 linee contengono realmente l'immagine. Analogamente, il tempo totale per linea è pari a 64 e 63,5 μ S, ma solo circa 52 e 53,3 μ S contengono informazioni relative all'immagine. Dal momento che il segnale è continuo, il tempo in eccedenza consente alle scansioni dell'immagine di reimpostarsi sulla parte superiore del fotogramma all'inizio della linea.

I formati SD campionati digitalmente contengono 576 linee a 720 pixel per linea (sistema a 625 linee) e 480 linee a 720 pixel per linea (sistema a 525 linee), tuttavia solo 702 pixel contengono informazioni relative all'immagine. I 720 pixel equivalgono a 53,3 μ S.

Il processo di campionamento inizia durante il blanking di una linea del segnale analogico prima del bordo sinistro dell'immagine attiva e finisce quando l'immagine analogica attiva torna al livello di blanking. Pertanto, l'immagine digitalizzata include i contorni destro e sinistro del

fotogramma come parte della linea di scansione digitale. Ciò consente un passaggio graduale tra il blanking (nero) e l'immagine attiva.

I sistemi HD sono generalmente indicati dal numero di linee, pertanto un sistema 1080 avrà 1080 linee di video attivo, ciascuna composta da 1920 campioni. Tale sistema può essere associato a un fotogramma più grande, ad esempio di 1125 linee, per adattarlo alle connessioni analogiche.

Master universale

Il formato 1080/24P dispone di percorsi ben definiti ed efficienti per tutti i principali formati televisivi e garantisce risultati di qualità elevata per tutti i formati. Un nastro master di cui è stato eseguito il montaggio in questo formato viene spesso definito master universale.

Vedi anche: HD-CIF

Nomenclatura del sistema

Convenzioni utilizzate per descrivere gli standard televisivi. Tali standard spesso non necessitano di spiegazioni aggiuntive, tuttavia è possibile che crei confusione con le frequenze di scansione verticali. Ad esempio, la dicitura 1080/60i viene utilizzata per indicare la presenza di 60 campi interlacciati al secondo che compongono 30 fotogrammi. La dicitura 1080/30P viene invece utilizzata per indicare la presenza di 30 fotogrammi al secondo con scansione progressiva.

In genere, l'ultima cifra rappresenta sempre il numero di aggiornamenti verticali al secondo, tuttavia nella Tabella 3 sottostante viene utilizzato un metodo diverso: vengono specificate prima le frequenze di fotogrammi (ovvero il numero di fotogrammi completi), quindi viene specificato se tali frequenze sono di tipo interlacciato o progressivo. In questo caso il codice della frequenza di fotogrammi 5 equivale a 30 Hz, che producono 30 aggiornamenti verticali

in modalità progressiva e 60 aggiornamenti verticali in modalità interlacciata, pertanto è necessario prestare particolare attenzione.

Vedi anche: Interlacciamento e Progressiva (scansione)

PAL e NTSC

La distinzione fra PAL e NTSC non esiste in ambito HD. In realtà tale distinzione non esiste nemmeno nell'ambito dell'odierna televisione digitale SD, nonostante la digitalizzazione sia stata eseguita nei primi formati per videoregistratori digitali disponibili. PAL è l'acronimo di Phase Alternating Line, un sistema analogico per la codifica del colore tuttora comunemente utilizzato. NTSC è l'acronimo di National Television Standards Committee, utilizzato per descrivere un sistema analogico. Gli acronimi PAL e NTSC vengono tuttora utilizzati per descrivere frequenze di fotogrammi e formati correlati in qualche modo al mondo analogico, pertanto il formato 1080 PAL equivale al formato 1080/50I.

Pixel quadrati

I pixel quadrati costituiscono il rapporto di forma dei pixel, in cui i pixel rappresentano un'area quadrata dell'immagine visualizzata. Ciò avviene per gli standard di emissione HD, in quanto i formati immagine descrivono la lunghezza delle linee (numero di pixel per linea) e il numero delle linee in un rapporto esatto di 16:9, che coincide anche con il rapporto di forma per la visualizzazione delle immagini.

Nel materiale HD sono presenti aree in cui i pixel non sono quadrati. Il sistema HDCAM, ampiamente diffuso, esegue il sottocampionamento delle lunghezze di linea di 1920 pixel del formato HD dando origine a 1440 campioni di luminanza per linea. Questa è solo una funzione interna del registratore, dal momento che le fonti di input e output utilizzano pixel quadrati. In modo analogo, anche il formato 1080i HDV(2) utilizza 1440 campioni per linea.

In genere i computer producono immagini con pixel quadrati, tuttavia le immagini prodotte nell'ambito della televisione digitale SD non sono quadrate. È importante tener conto di tale fattore durante il trasferimento di materiale da una piattaforma all'altra o durante la manipolazione di immagini, al fine di mantenere un rapporto di forma corretto per le immagini, in modo ad esempio che i cerchi mantengano una forma circolare.

Vedi anche: Anamorfico e Rapporto di forma

Quantizzazione

La quantizzazione è legata al campionamento, ovvero al numero di bit utilizzati per realizzare campioni digitali di un segnale. Nel settore televisivo viene in genere utilizzato il valore di 8 bit, soprattutto per prodotti in ambito DV. Anche in ambito HDV si fa un ampio utilizzo di tale valore. Questi 8 bit rappresentano 2^8 , ovvero i 256 numeri o livelli assegnati ai livelli di luminosità dell'immagine durante la conversione in formato numerico del materiale video analogico.

Per una maggior precisione e per supportare livelli multipli di elaborazione complessa in fase di postproduzione, negli studi televisivi in genere viene usato un campionamento di 10 bit, in grado di fornire 1024 livelli.

In genere la distribuzione fra il livello più scuro e quello più chiaro avviene in modo lineare, tuttavia nel caso della scansione di negativo per l'invio ad apparecchiature digitali intermedie viene spesso utilizzato un logaritmo di distribuzione che tende a raggruppare progressivamente i livelli nelle aree scure dell'immagine. Ciò è dovuto al fatto che un negativo racchiude una vasta gamma di informazioni relative al contrasto provenienti dalla scena originale e i livelli presenti nelle aree scure e ombreggiate risultano maggiormente visibili rispetto a quelli presenti nelle aree più chiare. Il logaritmo di campionamento ridistribuisce quindi in modo equo i livelli digitali disponibili: da qui il logaritmo a 10 bit. Tale processo presenta la stessa utilità della quantizzazione lineare a 13 bit.

Nota: la quantizzazione presenta anche un'altra accezione.

Vedi la sezione: Compressione video 1

Rapporto di forma

Nelle immagini, il rapporto di forma è il rapporto tra la larghezza e l'altezza dell'immagine. Le immagini HD utilizzano un rapporto di forma di 16:9, che può essere indicato anche come 1,77:1. Si tratta di un rapporto di forma di un terzo più largo rispetto al rapporto di forma televisivo 4:3 (1,33:1) e offre una migliore visione grazie a un campo di visione più ampio.

Il rapporto di forma del pixel fa riferimento al rapporto tra la lunghezza l'altezza di un pixel in un'immagine. Lo standard HD utilizza sempre pixel quadrati come la maggior parte delle applicazioni per computer; lo standard SD non utilizza invece questo tipo di pixel. Nello standard SD vengono utilizzate immagini 4:3 e 16:9 (formato panoramico) che presentano lo stesso numero di pixel e di linee. È necessario prestare particolare attenzione al rapporto di forma del pixel quando si esegue un trasferimento tra sistemi che utilizzano rapporti di forma diversi al fine di mantenere le corrette proporzioni negli oggetti.

Con le immagini 4:3 e 16:9, considerando i diversi tipi di schermi comunemente utilizzati, durante le riprese è necessario tenere conto dello schermo di destinazione. Tutte le riprese HD e buona parte di quelle SD vengono effettuate in formato 16:9, ma il formato di molti schermi SD è 4:3. Inoltre, molte produzioni HD vengono visionate in SD, pertanto è sempre consigliabile mantenere l'azione principale nell'area centrale del formato 4:3 per sicurezza, a meno che lo schermo non disponga dell'opzione letterbox.

Vedi anche: ARC

RGB

Acronimo dello spazio colore Red, Green and Blue. Le videocamere, le fotocamere, i supporti per il telecinema e la maggior parte delle apparecchiature per computer creano immagini all'interno di tale spazio colore. Nel campionamento digitale, tutti e tre i colori vengono campionati in modo identico con un'ampiezza di banda completa, pertanto le immagini con un campionamento di 4:4:4 possono rappresentare una fonte migliore per le operazioni di chiave di cromaticità, tuttavia occupano il doppio della quantità di spazio occupata dalle immagini con un campionamento di 4:2:2 e poiché nessun tipo di videoregistratore è in grado di utilizzare un campionamento di 4:4:4, per la memorizzazione di tali immagini è necessario utilizzare un registratore di dati o un'unità disco. Inoltre, non è disponibile alcuna tecnologia televisiva per la relativa connessione, pertanto è necessario ricorrere alla tecnologia di rete informatica.

Spesso il campionamento 4:4:4 viene utilizzato solo in ambito di postproduzione e viene convertito in campionamento 4:2:2 prima della distribuzione su grande scala del materiale.

Vedi anche: 4:4:4 e Gamut

Sottocampionamento

In un sistema di campionamento digitale, l'utilizzo di un numero inferiore di campioni di un segnale analogico rispetto al numero di pixel contenuti in un'immagine digitale è chiamato sottocampionamento. In genere il sottocampionamento viene utilizzato per ridurre la quantità di dati utilizzata per un'immagine. Nel diffuso sistema di campionamento 4:2:2 per materiale video di qualità professionale, ciascun campione di luminanza corrisponde a un pixel, rappresentato dal numero 4. Entrambi i segnali di cromaticità vengono campionati a una frequenza dimezzata, pertanto un campione di segnale corrisponde a due pixel.

Questo processo è noto come sottocampionamento della cromaticità, un termine generalmente associato ai rapporti di campionamento quali 4:2:2, 4:1:1 e così via.

Vedi anche: 4:2:2

Sottocampionamento della cromaticità

Vedi 4:2:2

Spazio colore

Spazio occupato da un sistema di colore. Alcuni esempi sono: RGB, YCrCb, HSL (Hue, Saturation and Luminance, tonalità, saturazione e luminanza) per il video, CMYK per la stampa e XYZ per la pellicola. Il passaggio tra diversi supporti, piattaforme o applicazioni può richiedere un cambiamento di spazio colore. Questo cambiamento implica un'elaborazione complessa dell'immagine, pertanto è necessario prestare la massima attenzione per ottenere il risultato desiderato. Inoltre, modifiche ripetute dello spazio colore possono causare lo sfasamento del colore.

È importante notare che per la conversione da YCrCb a RGB sono necessari più bit nello spazio colore RGB per mantenere l'intervallo dinamico. Ad esempio, se il video dello spazio colore YCrCb è di 8 bit per componente, quello dello spazio colore RGB dovrà essere di 10 bit.

Tabella 3

I formati video consentiti per l'emissione secondo lo standard ATSC DTV sono elencati nella Tabella 3 del documento Doc. A/53A.

Tabella 3 - Limiti per i formati di compressione

Valore dimensioni verticali	Valore dimensioni orizzontali	Informazioni rapporto di forma	Codice frequenza fotogrammi	Sequenza progressiva
1080	1920	1,3	1,2,4,5	1
			4,5	0
720	1280	1,3	1,2,4,5,7,8	1
480	704	2,3	1,2,4,5,7,8	1
			4,5	0
	640	1,2	1,2,4,5,7,8	1
			4,5	0

Legenda per i valori di codifica MPEG-2 nella Tabella 3

Informazioni rapporto di forma 1 = campioni quadrati 2 = rapporto di forma 4:3 3 = rapporto di forma 16:9

Codice frequenza fotogrammi 1 = 23,976 Hz 2 = 24 Hz 4 = 29,97 Hz 5 = 30 Hz 7 = 59,94 Hz 8 = 60 Hz

Sequenza progressiva 0 = scansione interlacciata 1 = scansione progressiva

Nella tabella sono elencati 18 formati DTV per gli standard SD e HD. Inizialmente ciò ha provocato una certa confusione sui formati da adottare in determinate circostanze. Attualmente la maggior parte delle operazioni in ambito HD viene eseguita nel formato a 1080 linee con scansione verticale di tipo 24P, 25P o 60I oppure nel formato a 720 linee a 50P e 60P..

Troncamento (arrotondamento)

Riduzione del numero di bit utilizzati per descrivere un valore: ad esempio, si tende a utilizzare un valore di 1000 anziché di 1024, nello stesso modo in cui spesso si tralasciano i centesimi quando si parla di quantità monetarie. A volte è inoltre necessario troncare le cifre utilizzate in sistemi video digitali. Se tale operazione viene eseguita con la dovuta attenzione, l'omissione non è percettibile, tuttavia in caso contrario potrebbe essere visibile.

Sistema decimale: 186 x 203 = 37758

Sistema binario: 10111010 x 11001011 = 1001001101111110

Nella matematica binaria, la moltiplicazione, comunemente utilizzata nell'elaborazione video (ad esempio, per il

mescolamento di immagini), produce cifre di lunghezza uguale alla somma dei due numeri moltiplicati. Ad esempio, la moltiplicazione di due valori di materiale video a 8 bit produce un risultato a 16 bit, la cui lunghezza aumenterà ulteriormente dopo l'applicazione di un altro processo. Sebbene tali lunghezze siano supportate da alcune apparecchiature di fascia alta, il risultato dovrà essere troncato per poter essere utilizzato nel maggior numero di apparecchiature possibili, che in ambito HD sono in genere rappresentate da interfacce HD-SDI a 10 bit o codificatori MPEG-2 a 8 bit.

Nell'esempio, il troncamento eseguito tramite l'omissione degli 8 bit più bassi riduce il valore di 01111110, ovvero 126. A seconda del materiale video e di eventuali elaborazioni successive che potrebbero accentuare l'errore, il troncamento può essere o non essere visibile. In genere, tale fenomeno è percettibile nelle aree piatte senza dettagli a bassa luminosità sotto forma di strisce. Ciò si verifica ad esempio in alcune immagini generate tramite computer.

In ogni singola apparecchiatura, il troncamento di numeri in modo intelligente che non produca errori percettibili anche se il materiale viene sottoposto a ulteriori elaborazioni dipende dalla qualità con cui l'apparecchiatura è stata progettata. Se si utilizzano più apparecchiature, è necessario prestare particolare attenzione quando un'apparecchiatura a 10 bit viene collegata a un'apparecchiatura a 8 bit. Il troncamento intelligente viene chiamato arrotondamento.

Video a componenti

La maggior parte delle apparecchiature standard utilizzate nell'ambito della televisione digitale gestisce il materiale video suddiviso nelle relative componenti: una combinazione di luminanza pura Y e di informazioni relative al colore puro trasmesse nei segnali di differenza colore R-Y e B-Y (formato analogico) o Cr e Cb (formato digitale). Tali componenti derivano dai colori RGB forniti da dispositivi quali videocamere, fotocamere, supporti per il telecinema, computer e così via.

Fra gli altri motivi, le componenti vengono utilizzate perché consentono la compressione di immagini a colori. L'occhio umano è in grado di percepire una quantità molto maggiore di dettagli relativi alla luminanza rispetto a quelli relativi al colore (crominanza). La semplice operazione di conversione di colori RGB in componenti Y, R-Y e B-Y consente l'accesso esclusivo alle componenti di crominanza, pertanto l'ampiezza di banda può essere ridotta con ripercussioni minime sulla percezione delle immagini. Tale metodo è utilizzato nei sistemi di codifica colore PAL e NTSC e nei segnali digitali a componenti in ambito SD e HD.

Per il materiale video digitale professionale, i segnali di differenza colore vengono in genere campionati a una frequenza che rappresenta la metà del valore di luminanza, ad esempio nel campionamento di tipo 4:2:2. Esistono tuttavia altri tipi di campionamento per il materiale digitale a componenti, ad esempio il tipo 4:1:1, utilizzato in ambito DV, con una quantità inferiore di dettagli relativi al colore, e il tipo 4:2:0, utilizzato dal formato MPEG-2.

Y, Cr e Cb

Componenti video in formato digitale. I canali Y, Cr e Cb digitali sono equivalenti ai canali Y, R-Y e B-Y analogici.

Y, R-Y e B-Y

Vedi Video a componenti

YUV

Abbreviazione comunemente accettata per qualsiasi standard relativo al video a componenti. L'abbreviazione è stata spesso utilizzata erroneamente come abbreviazione per il video a componenti analogico SD (Y, R-Y e B-Y). La lettera Y è corretta, tuttavia le lettere U e V rappresentano assi delle sottoportanti di elementi di colore PAL modulati da versioni scalate e filtrate delle componenti B-Y e R-Y. Stranamente, il termine viene tuttora utilizzato erroneamente per il materiale HD analogico a componenti, tuttavia tale nomenclatura è errata: Sebbene l'utilizzo della lettera Y sia corretto, tutta la codifica in ambito HD è di tipo digitale e non ha niente a che vedere con le sottoportanti e i relativi assi, pertanto è preferibile non utilizzare tale nomenclatura.

2

Capitolo 2

Compressione video: Concetti

Blocks
Codec
Compression ratio
Compression-friendly
DCT
GOP
I-Frame
Inter-frame compression
Interlace
Interlace Factor
Macroblock

Avid

La compressione video riduce la quantità di dati o ampiezza di banda utilizzata per le immagini in movimento. I filmati in formato digitale richiedono un'ampia quantità di dati; da tempo sono disponibili vari metodi per la riduzione di tali dati per lo standard SD. Poiché lo standard HD richiede una quantità di dati sei volte superiore, pari a 1,2 Gb/s, ovvero 560 GB per ciascuna ora di memorizzazione, la compressione riveste un'importanza ancora più fondamentale.

Informazioni generali sulla compressione

Il tipo e il livello di compressione applicati variano a seconda del campo di utilizzo: il materiale per la visione (DVD, trasmissione e così via) in genere utilizza un alto livello di compressione, ovvero una bassa frequenza di trasmissione dei dati, poiché l'ampiezza di banda dei canali è ridotta. Per le operazioni di produzione e montaggio online viene invece utilizzato un livello di compressione molto più basso, con una frequenza di trasmissione dei dati superiore, poiché è necessario mantenere una buona qualità dell'immagine durante tutte le fasi che precedono la realizzazione del master finale.

Tutti i metodi di compressione video si basano sulla rimozione di informazioni di importanza secondaria. La compressione viene applicata sia a immagini fisse sia a riprese video e cinematografiche. A tale scopo sono disponibili diversi metodi che possono essere utilizzati simultaneamente. La tecnologia digitale consente l'utilizzo di metodi estremamente complessi incorporati in chip prodotti su larga scala a costi ridotti.

Innanzitutto, poiché la percezione del colore (croma) dell'occhio umano non è precisa come nel caso del bianco e nero (luminanza), la risoluzione del colore viene ridotta della metà rispetto a quella della luminanza, per un rapporto di

4:2:2. Tale metodo viene utilizzato per il materiale televisivo a colori in formato NTSC, PAL e digitale. In modo analogo, i dettagli con una bassa percentuale di contrasto risultano meno visibili di elementi di dimensioni maggiori con una percentuale di contrasto più alta. È disponibile un processo chiamato DCT che converte blocchi di immagine digitali di 8x8 pixel in frequenze e ampiezze che consentono di ridurre la scala (o quantizzare) dei coefficienti DCT (frequenze e ampiezze), riducendo in tal modo la quantità di dati. Tale processo viene utilizzato per la maggior parte di processi di compressione video digitale comunemente utilizzati, fra cui AVR, DV, HDV, JPEG (ma non JPEG2000), e per i *fotogrammi* I nei formati MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 e Windows Media 9. È possibile ottenere un'ulteriore riduzione dei dati tramite la codifica Huffman, un processo interamente matematico per la riduzione di dati ripetuti.

I formati MPEG-2 e il più recente MPEG-4 contribuiscono a un ulteriore livello di compressione basata sull'analisi degli elementi che cambiano da fotogramma a fotogramma nonché del movimento di *macroblocchi* di immagine di 16x16 pixel. Nella maggior parte dei casi vengono inviate solo le informazioni di movimento (vettori di movimento) che costituiscono fotogrammi di tipo *predictive* (B e P) e contengono una percentuale di dati notevolmente inferiore rispetto ai fotogrammi I. L'intera immagine costituita da fotogrammi I, con una percentuale di dati superiore, viene inviata solo poche volte al secondo. La compressione di tipo MPEG-2 è utilizzata per tutti i tipi di trasmissione digitale, per i DVD e per il formato HDV. Il formato MPEG-4, più efficiente e con una maggior definizione, attualmente viene utilizzato per alcuni servizi HD e se ne prevede un ampio utilizzo futuro per nuovi servizi televisivi.

Questi processi svolgono una funzione utilissima, tuttavia devono essere utilizzati con cautela all'interno della catena di produzione. In tale catena potrebbero infatti essere presenti più cicli di compressione (o di compressione/decompressione) che potrebbero causare errori. Inoltre, molti processi di compressione sono basati sull'effetto visivo finale prodotto, però potrebbero risultare controproducenti a

livello di produzione, postproduzione e montaggio. Ciò si verifica in particolare modo per processi quali l'applicazione di chiavi e la correzione del colore, che si basano su una fedeltà dell'immagine superiore a quella percettibile dall'occhio umano. Potrebbero pertanto prodursi risultati insoddisfacenti da originali compressi con un'ottima qualità apparente.

Vedi anche: AVR, Video a componenti, DV, DNxHD, Codifica Huffman, JPEG, JPEG2000, MPEG-2 e MPEG-4

Blocchi

Vedi DCT

Codec

Codec è l'abbreviazione di coder/decoder (codificatore/decodificatore); in genere si riferisce a un motore di compressione. Spesso il termine viene utilizzato erroneamente per descrivere solo un codificatore o un decodificatore.

Compressione inter-fotogramma

Tipo di compressione video che utilizza informazioni provenienti da diversi fotogrammi video in successione per costituire i dati dei fotogrammi di tipo B e P compressi. L'esempio più comune è rappresentato dal formato MPEG-2 con un GOP maggiore di 1. Tale flusso MPEG-2 contiene sia fotogrammi I sia fotogrammi di tipo B e P. I fotogrammi di tipo B e P non possono essere decodificati separatamente da quelli contenuti nella parte rimanente del GOP, pertanto è necessario decodificare l'intero GOP. Tale sistema di codifica risulta efficiente per la trasmissione, tuttavia non offre la flessibilità necessaria per un montaggio preciso e può essere tagliato solo in corrispondenza dell'inizio o della fine di un GOP. Richiede inoltre il calcolo approssimativo del movimento da immagine a immagine, che spesso risulta complesso e non sempre accurato, causando fenomeni di blocking.

Vedi anche: GOP, MPEG-2 e MPEG-4

Compressione intra-fotogramma

Tipo di compressione video che estrapola informazioni da un unico fotogramma video. In questo modo, tutte le informazioni necessarie per ricreare il fotogramma sono contenute nei relativi dati compressi e non sono correlate ad altri fotogrammi adiacenti. Ciò significa che il materiale con compressione intra-fotogramma può essere montato in tutta semplicità e può essere tagliato in corrispondenza dell'inizio o della fine di un'immagine senza richiedere processi di decodifica e ricodifica. Il materiale contenente solo fotogrammi I sottoposto a montaggio può essere utilizzato come materiale originale. Tutte le altre operazioni quali tendine, dissolvenze, missaggi, spostamenti DVE e così via possono essere eseguite solo sul segnale della banda base, pertanto sarà innanzitutto necessario decomprimere il materiale video.

Vedi anche: AVR, DV, JPEG e MPEG-2

DCT

La conversione di tipo Discrete Cosine Transform viene usata nella prima fase di molti formati di compressione video digitale quali JPEG, MPEG-2 e MPEG-4. I blocchi di immagine di 8x8 pixel vengono convertiti in frequenze e ampiezze. Ciò potrebbe non ridurre la quantità di dati, tuttavia le informazioni relative all'immagine vengono riposizionate in modo che possano essere ridotte. Poiché i dettagli ad alta frequenza e a bassa ampiezza sono meno percettibili, i relativi coefficienti vengono ridotti progressivamente, alcuni fino ad assumere un valore di zero, al fine di raggiungere le dimensioni file per immagine richieste (frequenza bit costante) o il livello di qualità specificato. È proprio tale processo di riduzione, noto come quantizzazione, che consente l'effettiva riduzione dei dati.

Per l'utilizzo con i videoregistratori, le dimensioni file sono fisse e l'efficienza del formato di compressione risiede nella relativa capacità di utilizzare tutto lo spazio su file disponibile senza superarlo. Questo è uno dei motivi per cui un rapporto di compressione non è sempre rappresentativo della qualità dell'immagine.

La conversione DCT viene eseguita all'interno di una singola immagine, pertanto è una compressione di tipo intra-fotogramma. È uno dei tipi di compressione attualmente più utilizzati nel settore televisivo.

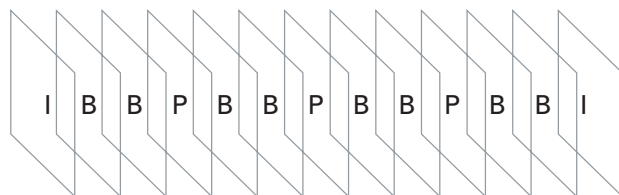
Vedi anche: AVR, Rapporto di compressione, DV, JPEG, MPEG-2 e MPEG-4

Fattore di interlacciamento

L'utilizzo di scansioni di tipo interlacciato anziché progressivo non ha alcuna ripercussione sulla risoluzione verticale delle immagini fisse, tuttavia se l'immagine presenta elementi in movimento, la risoluzione viene ridotta dal fattore di interlacciamento, che potrebbe essere pari a un massimo di 0,7. Ciò è dovuto allo spostamento temporale fra due campi di interlacciamento, che dà origine a dettagli frastagliati linea per linea durante il movimento e viene percepito come una leggera sfumatura della risoluzione verticale.

GOP

Group Of Pictures (gruppo di fotogrammi). Raggruppamento utilizzato nei formati di compressione video MPEG-2 e MPEG-4. Rappresenta il numero di fotogrammi per ciascun fotogramma I integrale; i fotogrammi presenti fra un fotogramma I e quello successivo sono di tipo B e P. La dicitura "Long GOP" in genere si riferisce alla codifica MPEG-2 e MPEG-4. Per la trasmissione, il GOP spesso presenta una lunghezza di mezzo secondo, 13 o 15 fotogrammi (25 o 30 fps), che consente di ottenere gli elevati rapporti di compressione richiesti.



La tipica disposizione di un Group Of Picture

Il taglio di un MPEG long GOP si rivela piuttosto difficoltoso poiché la relativa precisione è limitata alla lunghezza del GOP, a meno che non vengano utilizzati altri tipi di elaborazione, ad esempio la decodifica. In ambienti HDV viene utilizzato il formato MPEG-2 long GOP di 6 o 15 fotogrammi per HDV1 o HDV2, consentendone il montaggio a intervalli di 1/4 o 1/2 di secondo. Un GOP pari a 1 indica materiale video contenente esclusivamente fotogrammi I, che può essere tagliato in corrispondenza di qualsiasi fotogramma senza dover essere elaborato.

Il materiale MPEG-2 professionale presenta GOP molto corti, quello in formato Betacam SX un GOP di 2 e quello in formato IMX un GOP di 1 (è composto solo da fotogrammi I e non contiene alcun fotogramma B o P): ciò significa che il materiale può essere tagliato in corrispondenza di qualsiasi fotogramma senza alcun problema. Altri formati quali DV, DVCPRO HD, HDCAM e D5-HD non utilizzano la compressione MPEG, tuttavia sono composti esclusivamente da fotogrammi I.

Vedi anche: MPEG-2 e MPEG-4

Ideale per la compressione

Il materiale per cui si riscontra una perdita di qualità irrisoria dopo la compressione viene definito ideale per la compressione. Ciò risulta importante per la trasmissione in presenza di un'ampiezza di banda per i dati estremamente limitata e di rapporti di compressione alti. Il materiale che presenta ampie aree di colore piatto, pochi dettagli e una percentuale minima di movimento, ad esempio cartoni animati, primi piani e opere teatrali, produce risultati di compressione ottimali. La compressione MPEG-2 si basa sia sui dettagli spaziali sia sul movimento nelle immagini, pertanto un eccesso di entrambi gli elementi potrebbe essere percepito visivamente come una cattiva qualità dell'immagine. Ciò si verifica spesso per discipline sportive con un'elevata percentuale di movimento, ad esempio il calcio.

Il materiale di bassa qualità tecnica a volte non risulta ideale per la compressione. Il rumore casuale viene interpretato come movimento dai codificatori MPEG-2 o MPEG-4, pertanto lo spazio riservato ai dati utili viene occupato da informazioni di movimento superflue. La rappresentazione del movimento può anche essere compromessa da conversioni di frequenze di fotogrammi di bassa qualità che provocano un'eccessiva vibrazione, aumentando la percentuale di dati di movimento trasmessi a discapito dei dettagli spaziali. Tali circostanze possono inoltre aumentare la probabilità che si verifichi la rappresentazione errata del movimento, causando fenomeni di blocking nelle immagini.

Eventuali errori possono essere evitati tramite l'utilizzo di apparecchiature di alta qualità durante l'intera catena di produzione. È inoltre importante scegliere il formato video adeguato: ad esempio, 25 immagini sottoposte a scansione progressiva presentano una percentuale di movimento inferiore rispetto a 50 campi interlacciati e la relativa compressione risulta pertanto più semplice. L'incremento dell'efficienza si aggira in genere intorno al 15-20%.

Interlacciamento

Metodo che consiste nel raggruppamento delle linee di immagini sottoposte a scansione in due o più campi interlacciati per fotogramma. Nella maggior parte degli ambienti televisivi viene utilizzato un interlacciamento di 2:1, con campi alternati di linee dispari (1, 3, 5 e così via) seguiti da un campo di linee pari (2, 4, 6 e così via). La frequenza di aggiornamento verticale raddoppia a causa della presenza di una quantità doppia di campi interlacciati rispetto ai fotogrammi interi. Il risultato è rappresentato da una miglior rappresentazione del movimento e dalla riduzione dello sfarfallio ottenuti senza incrementare il numero di fotogrammi completi o l'ampiezza di banda del segnale richiesta. Il processo ha tuttavia delle ripercussioni sulla risoluzione verticale, pertanto è necessario prestare particolare attenzione in fase di elaborazione delle immagini.

Vedi anche: [Fattore di interlacciamento](#) e [Progressiva](#)

Macroblocco

Blocco di 16x16 pixel comprendente quattro blocchi DCT adiacenti. I macroblocchi vengono utilizzati per generare vettori di movimento nella codifica MPEG-2. La maggior parte dei codificatori si serve di una tecnica di corrispondenza blocchi per stabilire in che posizione è stato spostato il blocco e generare così vettori di movimento per descrivere il movimento. Tale processo funziona quasi sempre, tuttavia a volte può produrre effetti indesiderati. Ad esempio, le dissolvenze verso il nero tendono a produrre blocchi posizionati in modo errato ampiamente visibili. Per il materiale che richiede un calcolo approssimativo del movimento sono disponibili tecnologie più indicate, ad esempio la correlazione di fase.

Progressiva (scansione)

Sequenza per la scansione di un'immagine in cui la scansione verticale passa rapidamente dalla prima linea alla fine. Negli ambienti HDTV è consentito l'utilizzo di un numero specifico di frequenze di aggiornamento progressive del fotogramma verticale. La frequenza di 24 Hz è ampiamente diffusa grazie alla relativa compatibilità con i prodotti cinematografici e alla possibilità di essere facilmente convertita nei formati televisivi utilizzati in tutto il mondo. Le frequenze di 25 e 30 Hz corrispondono alle frequenze di fotogrammi dello standard SD, anche se queste ultime utilizzano scansioni interlacciate. È inoltre consentito utilizzare frequenze di 50 e 60 Hz, tuttavia, a causa delle restrizioni di ampiezza di banda, esistono delle limitazioni in termini di dimensioni dell'immagine, ad esempio 720/60p e 720/50p.

Attualmente sempre più schermi di computer utilizzano la scansione progressiva, che viene già utilizzata per tutti i televisori a schermo piatto. Le immagini progressive sono estremamente stabili e semplificano la visualizzazione di dettagli. L'elaborazione delle immagini progressive risulta più semplice, dal momento che non esiste alcuna differenza fra i due campi di un fotogramma.

Le scansioni progressive presentano tuttavia una frequenza di aggiornamento verticale piuttosto lenta, pertanto, per frequenze che possono essere utilizzate in ambienti televisivi HD a 1080 linee, ad esempio 24, 25 e 30 Hz, sullo schermo potrebbe prodursi uno sfarfallio considerevole, a meno che non venga utilizzata una tecnica di elaborazione che consenta di mostrare ciascuna immagine due volte, in modo analogo a quanto avviene per alcuni tipi di proiettori cinematografici. Oltre allo sfarfallio, potrebbero verificarsi problemi per panoramiche o scene di azione, poiché una bassa frequenza di aggiornamento tende a produrre un movimento a scatti. Per questo tipo di scene, l'interlacciamento, grazie alla presenza di due aggiornamenti verticali per fotogramma, risulta indubbiamente più indicato.

Vedi anche: 24 PsF e Interlacciamento

Quantizzazione

La quantizzazione è il processo utilizzato in formati di compressione basati su DCT quali AVC, JPEG, MPEG-2 e MPEG-4 al fine di incorporare tutti i dati video in un fotogramma I. Il processo DCT consente di utilizzare la quantizzazione per ridurre in modo selettivo i coefficienti DCT che rappresentano le frequenze più alte e le ampiezze più basse, ovvero gli elementi meno visibili dell'immagine. Dal momento che molti coefficienti vengono ridotti a zero, si ottiene una notevole riduzione di dati.

L'utilizzo di un livello di quantizzazione costante produce un output di qualità uniforme con una frequenza dati variabile a seconda del livello di dettaglio delle immagini. È tuttavia possibile utilizzare livelli di quantizzazione variabili per la produzione di immagini con una frequenza dati costante e una qualità variabile. Ciò risulta utile se i dati devono essere contenuti in un canale o in un dispositivo con dimensioni specifiche, ad esempio un videoregistratore o un canale di trasmissione. L'efficienza di un formato di compressione DCT risiede nella relativa capacità di utilizzare tutto lo spazio di memorizzazione disponibile senza superarlo.

Nota: la quantizzazione presenta anche un'altra accezione.

Vedi la sezione relativa ai formati video

Rapporto di compressione

Rapporto esistente fra i dati video o audio non compressi e compressi. Non definisce l'immagine o la qualità audio risultanti, dal momento che è necessario tenere conto dell'efficacia del sistema di compressione. Per il materiale professionale, il rapporto di compressione in genere è compreso tra 2:1 e 7:1 nello standard SD (sono inoltre disponibili videoregistratori D1 e D5 non compressi) e tra 6:1 e 14:1 nello standard HD, in base ai formati disponibili per i videoregistratori, e contiene solo fotogrammi I. Per la trasmissione, i singoli valori variano a seconda dell'ampiezza di banda utilizzata dall'emittente, tuttavia in genere con lo standard SD viene utilizzato un rapporto di 40:1 e con lo standard HD viene utilizzato un rapporto leggermente superiore di 50:1 o 60:1 (a seconda del formato). Per una maggior compressione vengono utilizzati sia i fotogrammi di tipo I sia quelli di tipo P e B.

Nel formato HDV i dati vengono registrati su nastro a una frequenza compresa fra 19 e 25 Mb/s, comparabile a quella della trasmissione HD, con un rapporto di compressione pari circa a 40:1, a seconda dello standard utilizzato.

I dispositivi per la trasmissione e i videoregistratori in genere utilizzano una frequenza bit costante pertanto, poiché le immagini originali possono includere diversi livelli di dettaglio, la qualità delle immagini compresse varia. Per i DVD di solito viene utilizzato il binomio qualità costante/ frequenza bit variabile, pertanto il rapporto di compressione cambia a seconda del materiale in uso al fine di fornire risultati omogenei. Per questo motivo la qualità dei DVD risulta apparentemente eccellente a dispetto di frequenze bit piuttosto basse, che si aggirano sui 4 Mb/s.

Solo fotogrammi I (fotogrammi I)

Abbreviazione di solo *intra-fotogramma*.

Vettori di movimento

I vettori di movimento, utilizzati nei sistemi di compressione MPEG-2 e MPEG-4, indicano la direzione e la distanza di movimento dei macroblocchi di 16x16 pixel tra i fotogrammi. L'invio di tali informazioni di movimento richiede una quantità di dati di gran lunga inferiore rispetto all'invio di un fotogramma I, pertanto la quantità di dati video risulta ridotta.

3

Capitolo 3

Compressione video: Formati

AVC
AVR
DVC
DNxHD
H.264

Avid

Huffman coding
JFIF
JPEG
JPEG 2000
M-JPEG
M-JPEG 2000

In questa sezione viene fornita una panoramica dell'utilizzo pratico della compressione, con la descrizione di sistemi e formati utilizzati. Alcuni degli elementi descritti sono brevettati; per tali elementi viene indicato il nome della società titolare del relativo brevetto.

AVC

Vedi MPEG-4

AVR

La compressione AVR racchiude una gamma di processi Motion-JPEG per comprimere materiale video utilizzati da Avid Technology nei sistemi non lineari basati su hardware ABVB. Fornisce una risoluzione M-JPEG di qualità costante poiché durante la digitalizzazione a ciascun fotogramma di un videoclip viene applicata la stessa tabella di quantizzazione dei coefficienti. In un processo AVR qualsiasi, la frequenza dei dati effettivamente compressi aumenta di pari passo con l'incremento della complessità delle immagini. Ad esempio, un primo piano di solito richiede una frequenza di dati ridotta, mentre l'inquadratura del pubblico di un evento sportivo richiede una frequenza dati elevata. Per evitare problemi di ampiezza di banda del sistema, i processi AVR utilizzano uno strumento di controllo della frequenza chiamato rollback che impedisce alla frequenza dei dati compressi di oltrepassare un limite prestabilito per un periodo di tempo prolungato. In questo modo, quando la frequenza dati eccede il limite di rollback in un fotogramma qualsiasi, le informazioni spaziali ad alta frequenza vengono semplicemente omesse dai fotogrammi successivi fino a quando la frequenza non ritorna a livelli tollerabili.

Vedi anche: DCT e JPEG

Codifica Huffman

Metodo per cui la compressione dati viene eseguita tramite il riconoscimento di modelli ripetuti e l'assegnazione di codici brevi ai modelli che si ripetono con maggior frequenza e di codici più lunghi ai modelli che si ripetono con una frequenza minore. I vari codici vengono assegnati in base a una tabella Huffman. L'invio di codici anziché di dati originali può portare a una compressione senza perdita di dati pari a 2:1; questo metodo viene spesso utilizzato in formati di compressione video quali JPEG e MPEG.

DVC

DVC è il formato di compressione utilizzato in apparecchiature DV conformi alle specifiche IEC 61834. Rappresenta un formato intra-fotogramma basato su DCT in grado di ottenere un rapporto di compressione 5:1 in modo che un campionamento video a 8 bit con una risoluzione di 720x480 4:1:1 (NTSC) o di 720x576 4:2:0 (PAL) produca una frequenza dati video di 25 Mb/s. Viene utilizzato lo stesso metodo per formati DV, DVCAM, Digital8 e DVCPRO (in cui il campionamento PAL è pari a 4:1:1). L'efficienza di compressione ottimale viene raggiunta tramite l'applicazione simultanea di vari quantizzatori e la selezione del risultato che più si avvicina a 25Mb/s per la registrazione su nastro.

DNxHD

La codifica DNxHD Avid è stata ideata per garantire un'elevata qualità con frequenze dati e dimensioni file notevolmente ridotte ed è supportata dalla famiglia di sistemi di montaggio Avid. Appositamente progettata per il montaggio, consente a qualsiasi tipo di materiale HD di essere gestito in sistemi SD Avid. È possibile codificare, montare, aggiungere effetti, applicare la correzione e colore e finalizzare qualsiasi tipi di formato HD.

È tuttavia necessario soddisfare alcuni requisiti in termini di formato di compressione immagine. Alcuni dei formati supportati sono descritti di seguito:

Formato	DNxHD 220x	DNxHD 185x	DNxHD 185	DNxHD 145	DNxHD 120
Profondità bit	10 bit	10 bit	8 bit	8 bit	8 bit
Frequenza di fotogrammi	29.92 fps	25 fps	25 fps	25 fps	25 fps
Frequenza dati	220 Mb/s	185 Mb/s	185 Mb/s	145 Mb/s	120 Mb/s

Il formato DNxHD Avid mantiene la rasterizzazione completa, presenta un campionamento di tipo 4:2:2 e utilizza tecniche di codifica e decodifica altamente ottimizzate che garantiscono il mantenimento della qualità dell'immagine anche a seguito dell'applicazione di numerosi processi ed elaborazioni. Una volta terminate le modifiche, è possibile realizzare il master nel formato desiderato.

L'efficienza del formato DNxHD promuove la collaborazione fra diversi utenti di sistemi HD tramite reti e supporti di memorizzazione ideati per lo standard SD. È ad esempio possibile utilizzare reti di supporto condivise Avid Unity con sistemi HD. I flussi di lavoro HD a costi ridotti in tempo reale possono essere utilizzati sia con sistemi Media Composer Adrenaline HD sia con sistemi Avid DS Nitris. È anche possibile eseguire il montaggio di materiale HD con computer portatili.

Per ulteriori informazioni, vedere www.avid.com/dnxhd/index.asp

H.264

Vedi MPEG-4

JFIF

JFIF è l'acronimo di JPEG File Interchange Format, un formato di compressione utilizzato da Avid Technology nei sistemi non lineari basati su hardware Meriden. La risoluzione

M-JPEG JFIF viene definita costante dal momento che la compressione di clip di diversa complessità risulta in una frequenza dati costante. Ciascuna risoluzione JFIF viene definita da una frequenza dati di destinazione e da una tabella di quantizzazione base. Durante la digitalizzazione, la tabella di quantizzazione viene scalata in modo lineare al fine di adattare l'attuale frequenza dei dati compressi alla frequenza di destinazione. Grazie alla flessibilità di questo metodo, le immagini compresse con una risoluzione JFIF in genere offrono risultati visivi migliori di quelli ottenuti con una compressione di tipo AVR di frequenza simile.

JPEG

JPEG è l'acronimo di Joint (ISO e ITU-T) Photographic Experts Group; rappresenta uno standard per la compressione di dati relativi a immagini fisse in grado di offrire rapporti di compressione in una scala compresa fra 2 e 100 volte rispetto all'originale. Sono disponibili tre livelli di elaborazione: con perdita di informazioni, esteso e senza perdita di informazioni.

La codifica JPEG con perdita di informazioni, quella utilizzata più comunemente in ambito televisivo e informatico, applica il processo DCT ai blocchi di immagine di 8x8 pixel, convertendoli in frequenze e ampiezze. La conversione non riduce i dati, tuttavia le alte frequenze meno visibili possono essere divise per un fattore di quantizzazione elevato, che provoca la riduzione di molte frequenze al livello zero, mentre le basse frequenze più visibili possono essere divise per un fattore più basso. Il fattore di quantizzazione può essere impostato a seconda dei requisiti in termini di dimensioni dei dati (per ottenere una frequenza bit costante) o di qualità dell'immagine (qualità costante) al fine di regolare il rapporto di compressione effettivo. La fase finale del processo è rappresentata dalla codifica Huffman, ovvero un procedimento matematico senza perdita di informazioni che può ridurre ulteriormente i dati con un rapporto minimo di 2:1.

La codifica JPEG con perdita di informazioni dà origine a file .jpg ed è molto simile a quella utilizzata per i fotogrammi I nei

formati MPEG-1, MPEG-2 e MPEG-4: la principale differenza fra i due formati è rappresentata dall'utilizzo di tabelle Huffman leggermente diverse.

Vedi anche: Compressione, Rapporto di compressione, DCT, DV, Codifica Huffman, JFIF, M-JPEG,

WWW <http://www.jpeg.org>

JPEG 2000

JPEG 2000 è un sistema di codifica (o compressione) di immagini avanzato ideato dal Joint Photographic Experts Group. Analogamente alla compressione JPEG standard, questo tipo di compressione è di tipo intra-fotogramma ed è indicato per un'ampia gamma di utilizzi, da fotocamere digitali a macchinari utilizzati in ambito scientifico e industriale.

Anziché utilizzare il consueto processo DCT, si avvale di tecniche all'avanguardia basate sulla tecnologia wavelet. Poiché richiede una maggior elaborazione rispetto al formato MPEG, il formato JPEG 2000 fino a poco tempo fa risultava troppo costoso per un ampio utilizzo in ambito televisivo. Attualmente sono disponibili nuovi chip che hanno ridotto le barriere di costo, pertanto si prevede che l'utilizzo del formato JPEG 2000 in ambito televisivo e D-cinema si estenderà sempre più dal momento che fornisce vantaggi significativi per immagini di grandi dimensioni e di qualità elevata. Tale formato può già essere utilizzato in ambito D-cinema, infatti è stato adottato da Grass Valley per la compressione HD nella nuova gamma di videocamere con raggio focale all'infinito.

Poiché le immagini non vengono analizzate blocco per blocco bensì area per area con un motivo circolare, non si presentano problemi di solidità eccessiva; le aree problematiche tendono a essere smussate, fenomeno che risulta molto meno percettibile. Le prestazioni del formato JPEG 2000 migliorano con l'aumentare dei bit utilizzati per

le immagini, pertanto con le elevate frequenze bit di 200-300Mb/s utilizzate in ambienti HD e D-cinema, le immagini vengono visualizzate senza perdita di informazioni percettibili. Il formato è inoltre scalabile, pertanto le dimensioni immagine non corrispondenti alle dimensioni codificate possono essere estratte direttamente senza decodifica.

M-JPEG

Acronimo di Motion JPEG, un tipo di compressione JPEG utilizzata per le immagini in movimento. Poiché i dettagli contenuti in ciascun fotogramma variano, è possibile utilizzare una frequenza bit o una qualità costante a seconda delle esigenze.

Vedi anche: AVR e JPEG

M-JPEG 2000

Formato JPEG 2000 utilizzato per le immagini in movimento.

MPEG

Acronimo di Moving Pictures Expert Group. Gruppo di esperti del settore che si occupano di stabilire standard per audio e immagini in movimento. Tali standard non si limitano esclusivamente alla compressione audio e video (come avviene nel caso dei formati MPEG-2 e MP3): includono anche parametri per l'indicizzazione, l'archiviazione e la denominazione.

WWW <http://www.mpeg.org>

MPEG-2

ISO/IEC 13818-1. Sistema di compressione video progettato principalmente per essere utilizzato nell'ambito della trasmissione di materiale audio e video digitale con elevatissimi rapporti di compressione. Riveste un'importanza fondamentale e attualmente viene utilizzato per quasi tutte le trasmissioni di tipo DTV, SD e HD a livello mondiale, nonché per i DVD e per molti altri campi che richiedono rapporti di compressione video elevati.

La tabella di profili e livelli sottostante indica che non si tratta di un singolo standard bensì di un intero gruppo di standard che utilizzano diverse combinazioni di strumenti simili in vari campi. Sebbene tutte le combinazioni di profili e livelli utilizzino il formato MPEG-2, lo spostamento da una parte della tabella all'altra potrebbe risultare impossibile senza eseguire una decodifica del materiale video e della registrazione.

Profilo Livello	Semplice 4:2:0 I, B	Principale 4:2:0 I, B, P	422P 4:2:2 I, B, P	SNR* 4:2:0 I, B, P	Spaziale* 4:2:0 I, B, P	Alto 4:2:0,4:2:2 I, B, P
Alto		1920x1152 80 Mb/s				1920x1152 100 Mb/s
Alto 1440		1440x1152 60 Mb/s			1440x1152 60 Mb/s	1440x1152 80 Mb/s
Principale	720x570 15 Mb/s	720x576 15 Mb/s	720x608 50 Mb/s	720x576 15 Mb/s		720x576 20 Mb/s
Basso		352x288 4 Mb/s		352x288 4 Mb/s		

Profili e livelli MPEG-2

*I profili SNR e Spaziale sono entrambi scalabili

Ciascun profilo delinea il set di strumenti di compressione utilizzati. I livelli descrivono invece il formato e la qualità dell'immagine dal formato High Definition (HD) al formato VHS. Per ogni combinazione di profilo e livello, è definita una frequenza bit specifica. In tutti i casi i livelli e le frequenze bit forniti rappresentano i valori massimi, pertanto è possibile utilizzare valori inferiori a quelli riportati. Le combinazioni applicabili al moderno standard HD sono evidenziate.

Nel formato MPEG-2 la decodifica è deliberatamente molto più semplice della codifica; in tal modo, i costi più elevati sono sostenuti da poche emittenti televisive, mentre milioni di utenti possono usufruire di prezzi contenuti. La codifica è suddivisa in due parti: la prima parte si serve di una compressione di tipo intra-fotogramma basata su DCT e della quantizzazione per ridurre i dati, procedura pressoché identica a quella utilizzata per il formato JPEG. La seconda parte si serve invece di un tipo di compressione inter-fotogramma, in base a cui viene calcolato il movimento dei macroblocchi e vengono sostituite solo le relative informazioni per le immagini fra un fotogramma I e quello successivo, dando origine a un GOP. Il movimento viene trasmesso sotto forma di vettori di movimento che indicano direzione e distanza: una quantità di dati notevolmente inferiore rispetto a quella necessaria per i fotogrammi I. Il calcolo dei vettori di movimento è approssimativo, pertanto la qualità di compressione tra un codificatore MPEG e l'altro può variare considerevolmente. La decompressione invece è facilmente prevedibile, pertanto tutti i decodificatori dovrebbero produrre lo stesso risultato.

Il processo di codifica deve necessariamente esaminare diversi fotogrammi contemporaneamente, pertanto introduce un ritardo notevole. In modo analogo, i decodificatori provocano un ritardo delle immagini. Per le trasmissioni tale ritardo può essere superiore al secondo. La compressione MPEG-2 a volte viene utilizzata dalle emittenti televisive; il risultato può essere ad esempio percepito come ritardo nel rispondere a una domanda da parte di un giornalista.

La trasmissione di materiale audio e video HD richiede un elevato livello di compressione. 10 bit di materiale HD non compresso richiedono una frequenza bit di 1244 Mb/s, tuttavia si tratta di dati a 10 bit con un campionamento di 4:2:2. Il materiale MPEG-2 è a 8 bit con un campionamento di 4:2:0, che riduce la frequenza bit a 746 Mb/s, tuttavia i canali di trasmissione dati per la trasmissione ATSC (19,2 Mb/s) o DVB (20 Mb/s, a seconda dell'ampiezza del canale, dei parametri e così via) richiedono un rapporto di

compressione pari a circa 40:1.

Vedi anche: DCT, GOP, Compressione intra-fotogramma e Compressione inter-fotogramma. Macroblocco

MPEG-4

Il formato MPEG-4 (ISO/IEC 14496) è stato sviluppato dal Moving Picture Experts Group (MPEG) e rappresenta uno standard rivolto a diverse discipline, tuttavia la relativa importanza nel settore televisivo risiede principalmente nel relativo processo di compressione video. MPEG-4 Part 10, AVC (Advanced Video Coding) e H.264 fanno tutti riferimento allo stesso sistema di compressione. Il sistema MPEG-4 è uno dei tanti sistemi basati su DCT che utilizza il formato MPEG-2 per produrre un codec più efficiente utilizzando tecniche intra e inter-fotogramma. La codifica risulta più complessa rispetto a quella del formato MPEG-2, tuttavia può portare a una riduzione dati pari o superiore al 30%. Alcuni dei servizi televisivi più recenti sono stati pensati per l'utilizzo del formato MPEG-4, particolarmente in ambito HD, dove è richiesta un'ampiezza di banda superiore. Tale formato garantisce infatti una migliore qualità dell'immagine e consente la trasmissione di un maggior numero di canali all'interno di una determinata ampiezza di banda. È simile, ma non identico, al formato WM 9.

WWW

<http://www.chiariglione.org/mpeg>

VC-1

VC-1 è una specifica di codec per la compressione video attualmente in corso di standardizzazione da parte di SMPTE (SMPTE 421M) e implementata da Microsoft come Windows Media Video (WMV) 9 Advanced Profile.

Vedi: WMV 9

WMV 9

Windows Media Video 9 è un sistema di compressione audio e video (codec) sviluppato da Microsoft. È un processo meno complesso simile al sistema MPEG-4 AVC, che in teoria fornisce prestazioni analoghe o leggermente superiori a quest'ultimo con frequenze di dati ridotte. Viene utilizzato per contenuti in formato HD-DVD.