

La **NORMATIVA CCIR-601** e le immagini primitive

Esiste molta confusione sull'uso e sul preciso significato di alcuni termini tecnici adoperati nell'attuale mercato dei sistemi video digitali. Termini quali "qualità di trasmissione", "normativa CCIR-601", e "D1", sono spesso usati l'un per l'altro e senza alcuna precisione. Più grave è che questa confusione rende difficile per il tecnico valutare correttamente i vari sistemi. La situazione è resa ancora più difficile dai produttori di schede per acceleratori grafici ibridi i quali hanno introdotto ulteriori termini con l'ingresso di questi nel mercato video digitale. Termini come "quantizzazione a 24 bit" e "campionamento RGB 4:4:4" rendono particolarmente difficile ai potenziali utenti comprendere esattamente di quale capacità potrebbe essere un sistema video digitale in riferimento alla miglior qualità possibile dell'immagine.

Il comune denominatore, nella maggior parte dei testi riguardanti la qualità dell'immagine, è l'eccezione standard del CCIR-601. Questo libro bianco riporta le raccomandazioni insite nella normativa CCIR-601 e il come rispettando quei parametri si influenzi la qualità dell'immagine nei sistemi video digitali. Inoltre esso compara e mette in opposizione l'immagine dei sistemi video digitali basati su tale architettura.

Cos'è il CCIR-601

Il CCIR-601 è la forma sintetica della raccomandazione CCIR-601-2, *codifica parametri della televisione digitale per gli studi*, che fornisce le raccomandazioni tecniche sul come convertire il video analogico in forma digitale (per quanto le raccomandazioni CCIR-601 siano usate all'interno del D1 e di altri registratori video digitali a nastro [VTR] CCIR-601 e D1 e non potrebbero essere usate intercambiabilmente; il VTR tipo D1 controlla se il video è digitalizzato, immagazzinato su nastro e riprodotto, e controlla pure la miriade di dati meccanici, elettrici e di progetto emessi, necessari ad assicurare l'intercambiabilità dei nastri tra prodotti

VTR D1; stando così le cose lo standard D1 è estraneo ad ogni discussione su sistemi video digitali non a nastro).

Le raccomandazioni relative al programma CCIR-601 sono qui di seguito elencate. Esse comprendono le più recenti istruzioni tecniche su come convertire in forma digitale un video analogico: non si propongono nuove disposizioni di implementazioni fisiche. Il rispetto di queste raccomandazioni ha un forte impatto sulla qualità dell'immagine.

* *Componente video.* Il CCIR-601 stabilisce che la codificazione deve basarsi sull'adozione di un segnale di luminanza e due segnali di differenza di colore, comunemente detti zona cromatica YCrCb. Per l'industria televisiva questi segnali sono in relazione a come sia codificato un segnale televisivo completo trasmesso su cavo coassiale di banda o di frequenze per trasmissioni terrestri, e si decodifica entro un monitor televisivo o un video registratore a nastro.

* *Filtraggio.* Il CCIR-601 stabilisce come i segnali analogici debbano essere filtrati prima del campionamento per la più alta qualità dell'immagine.

* *Metodi di campionamento.* Il CCIR-601 promuove una interoperatività universale prescrivendo un metodo di campionamento per video PAL e NTSC. Quando il CCIR-601 fu adottato per la prima volta nel 1977, furono specificati particolari conteggi di pixel in quanto all'epoca questo era l'unico sistema pratico per raggiungere lo scopo. Attualmente esistono altri tipi di soluzione.

* *Metodo di campionamento della luminanza e della crominanza.* Il CCIR-601 raccomanda di campionare la crominanza a metà valore del campionamento di luminanza. Questo viene chiamato metodo di campionamento 4:2:2.

* *Quantificazione.* Il CCIR-601 fornisce una codificazione standard su come i segnali di luminanza e di crominanza vengono convertiti da voltaggi analogici a rappresentazioni alfanumeriche. Per i canali di luminanza il livello del nero è codificato a 16; il livello del bianco di

picco a 235. I codici inferiori a 16 e superiori a 235 sono adottati per picchi a breve termine e per speciali usi di controllo (uno schema di campionamento a 8 bit permette un totale di 256 codici). Un programma leggermente differente è previsto per i segnali di crominanza.

Architetture di caratterizzazione

Quando la qualità dell'immagine è massima i potenziali acquirenti spesso tendono a discutere sul confronto con i sistemi basati sull'implementazione del CCIR-601. La distinzione essenziale tra architetture è il grado cui esse mantengono l'integrità del segnale. Proprio le architetture digitali mantengono la qualità dell'immagine alla sorgente trattando i segnali come componenti separati 4:2:2 completamente all'interno della zona cromatica Y CrCb.

Le architetture ibride intervengono nei segnali video trasformando le forme YCrCb originali in forme RGB 4:4:4, comprensibili da parte del computer.

Tipiche architetture video digitali.

**Edwin Krosker,
direttore per le
tecnologie avanzate
della MEDIA 100
ci scrive...**

Il rispetto del CCIR-601 e il buon uso della compressione JPEG esigono che i dati video vengano sfruttati nella loro forma originale, forma dei segnali televisivi più vicina al materiale di origine analogica. La forma originale è definita come zona cromatica del YCrCb.

Le vere architetture video digitali supportano le attuali apparecchiature video usate dagli artisti grafici, migliorano oltretutto la produttività e garantiscono il WYSIWYG (What You See is What You Get = ciò che vedi è ciò che ottieni) in un'immagine priva di distorsioni geometriche.

Media 100: purezza del segnale.

Media 100 è basata sull'apparecchiatura video digitale Vincent, la vera architettura video digitale che opera interamente entro la zona cromatica YCrCb. Eliminando le

conversioni che degradano i segnali in codice e la zona cromatica, Vincent garantisce la purezza del segnale. Vincent decodifica i segnali in arrivo e quindi li comprime, li immagazzina, li

crominanza dovuto al fatto che la squilibrata interpolazione/decimazione si approssima alle molte implementazioni di conversione della zona cromatica stessa.

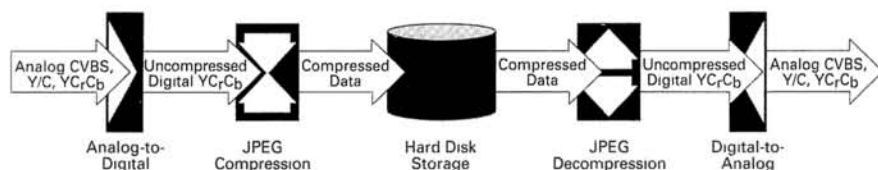


Fig. 1 - Tipica architettura video digitale.

decomprime e li codifica per l'uscita nell'originale YCrCb. La qualità dell'immagine originale emessa da Vincent è la prova che i risultati della conversione colore sono, più che teorici, pratici e reali.

Vincent si integra benissimo con la tecnologia JPEG. La codifica a immagine fissa JPEG all'origine era basata sui dati cromatici YCrCb 4:2:2, e fu sviluppata fin dalla sua adozione col CCIR-601.

Tutti i chip di codifica JPEG, per qualsivoglia costruttore, operano con dati originali YCrCb 4:2:2. Tutti gli altri tipi di dati devono essere convertiti a dati YCrCb 4:2:2 prima della compressione JPEG.

La figura 1 mostra il flusso di dati video digitali attraverso una tipica architettura verso il CCIR-601, come avviene attraverso l'apparecchiatura video digitale Vincent. Notate che le forme video originali sono usate a completare il procedimento; non si presentano conversioni di degrado o modifiche.

Architetture di acceleratore grafico RGB

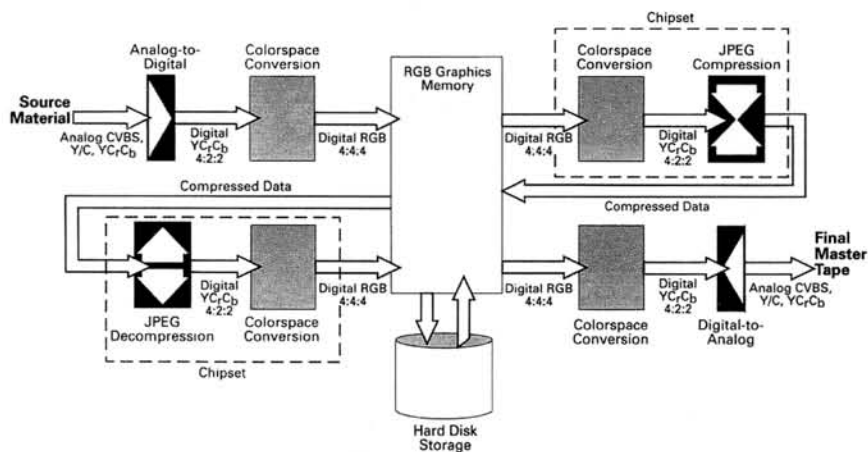
Le architetture di acceleratore grafico RGB sono sistemi ibridi. Create per supportare impostazioni di calcolo piuttosto che segnali video, tali sistemi sono semplicemente delle schede di calcolo sotto forma di apparecchiature video.

La manipolazione supplementare richiesta per convertire i segnali video da YCrCb a RGB aggiunge errori non lineari numerici a ciascun codice individuale. Per esempio, per interpretare i codici CCIR-601 da 16 fino a 235, i sistemi ibridi devono venir espansi a calcolare i valori da 0 a 255. Più faticose, le conversioni multiple della zona cromatica richieste dalle architetture ibride degli acceleratori grafici che aggiungono un errore di

Schemi dell'acceleratore ibrido: deterioramento del segnale.

Gli acceleratori grafici RGB convertono ripetutamente i segnali delle sorgenti compatibili di standard televisivo CCIR-601 verso e da la codifica di calcolo RGB. Dal punto di vista della qualità del segnale, questo procedimento multiplo di conversione ne è proprio il punto debole. In effetti, la conversione al campionamento RGB 4:4:4 non potrà mai aggiungere qualità poiché il metraggio originale viene sempre catturato nella zona cromatica YCrCb 4:2:2. L'unica cosa che può causare la conversione a RGB 4:4:4 è l'aggiungere una necessità di immagazzinamento.

La figura 2 è tipica di un'architettura di acceleratore grafico ibrido RGB. Siccome questi sistemi possono immagazzinare e manipolare solamente dati in formato RGB, è necessario un minimo di quattro zone di conversione cromatica (rappresentate dai quattro blocchi grigi in figura 2), che portano il materiale originale a passare attraverso il sistema per ottenere il



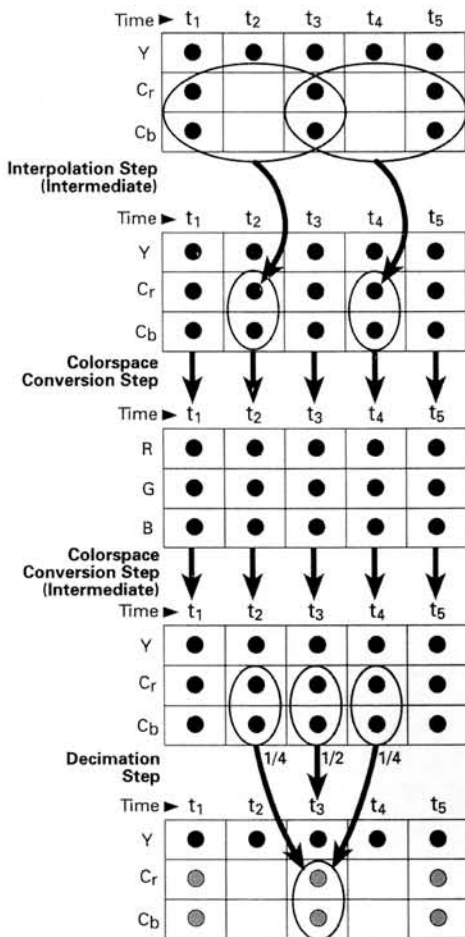
master finale. A complicare ancor più la materia

alcuni schemi usano chip di differente fabbricazione (con convertitori di zona cromatica di differenti tecnologie) per ciascuno dei blocchi di conversione del grigio. Risultato finale è che ogni blocco di conversione tratta i dati immagine con qualche differenza da altri blocchi e il procedimento complessivo degrada la qualità di uscita.

Dati del degrado della crominanza nelle conversioni delle zone cromatiche

La figura 3 illustra come successive conversioni nella zona cromatica influenzino la qualità del segnale. Da notare che l'interpolazione e la decimazione, processi necessari per trasformare i dati YCrCb iniziali all'interno e all'esterno di un formato RGB, alterano il segnale finale di crominanza spostandolo dal suo valore primario. Tali errori vengono aggravati dal numero di conversioni usate dalle architetture dell'acceleratore grafico (vedi figura 2). In pratica le architetture RGB degradano piuttosto che migliorare la qualità dell'immagine.

La maggior parte dei prodotti video digitali decodificano il video analogico in arrivo (convertendolo da video composito in video componente) tramite l'impiego di chip commerciali che sfruttano la zona cromatica YCrCb anziché la RGB. La conversione dei valori di luminanza e di crominanza a banda più bassa confrontati coi dati RGB ad ampiezza di banda costante non può aggiungere altre informazioni a quelle già precedentemente catturate.



Campionamento originale CCIR-601 "4:2:2"

I valori RGB per t2 sono calcolati da una prima interpolazione dei valori YCrCb 4:2:2 per t1 e t3 quando tali valori intermedi siano convertiti ai valori RGB 4:4:4. Il procedimento è ripetuto per t4, ecc.

Campionamento di conversione a RGB "4:4:4"

I valori YCrCb t1 e t3 sono calcolati convertendo i valori RGB 4:4:4 all'intermedio YCrCb 4:2:2, e quindi usando un opportuno filtro di decimazione per raggiungere YCrCb 4:2:2. Va notato che i valori di decimazione sono combinazioni 1/4, 1/2 e 1/4 dei valori YCrCb periferici. Il procedimento viene ripetuto per t5, ecc.

Campionamento di uscita CCIR-601 "4:2:2"

Poichè il valore d'uscita YCrCb per t3 è derivato da tutte le precedenti conversioni e interpolazioni, il valore finale YCrCb al momento è una funzione di tutti i valori originali YCrCb (da t1 a t5); ciò non rappresenta soltanto una funzione del valore originale t3. L'integrità del segnale ne è influenzata e i dati finali NON sono eguali all'originale.

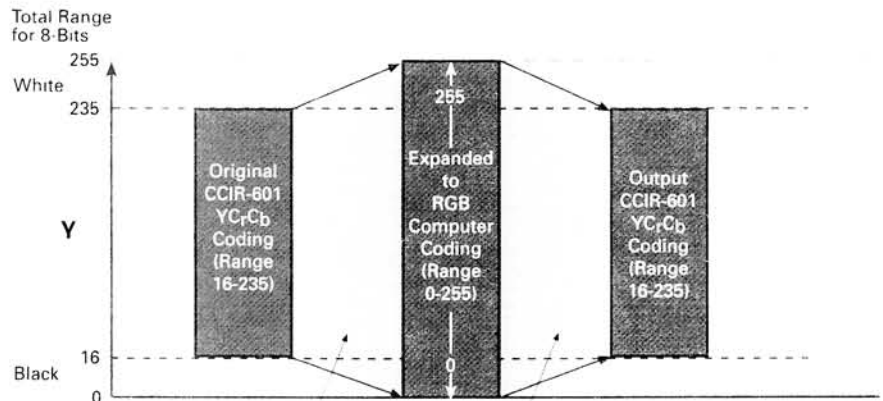
Fig. 3 - Interpolazione e decimazione in architetture ibride di acceleratore grafico RGB

non aderisce alle migliori raccomandazioni di campionamento CCIR-601. Inoltre il conteggio dei pixel ottenuto con tale procedimento è irrilevante dal momento che l'informazione di cromaticità è degradata dalle troppe conversioni sequenziali della zona cromatica.

La conversione della zona cromatica introduce errori numerici

Il CCIR-601 fornisce anche un tentativo di proposta per una forma RGB di video digitale. Tale raccomandazione include standard per i dati RGB compresi tra i codici 16 e 255. Sfortunatamente le immagini calcolate RGB usano valori non standard (dal punto di vista video) che vanno da 0 a 255. Per usare tali valori le architetture dell'acceleratore grafico saranno costrette a implementare ancora una volta tecniche di conversione e, in questo caso particolare, di manipolazione numerica. Non sorprende quindi che tali conversioni supplementari abbiano come risultato un ulteriore degrado del segnale.

La figura 4 illustra il procedimento di conversione di un pixel CCIR-601 a uno RGB di tipo a calcolo. Alcuni dati validi per il CCIR-601 vanno persi durante tale procedimento. Tutti i dati sono soggetti all'introduzione di artifici di calcolo dovuti alla espansione e alla



Il valore Y deve venir espanso per adeguarsi all'intervallo RGB tra il nero e il bianco. Poichè il valore RGB è ancora di 8 bit (e limitato ai valori discreti 256) questa conversione introduce un errore nero.

compressione dei dati dei codici a 8 bit reperibili. Ancora una volta ne è influenzata l'integrità del segnale.

CONCLUSIONE

L'integrità del segnale permane soltanto quando i dati video digitali vengono interamente trattati entro la zona cromatica YCrCb e quando sono minime le conversioni inutili di dati. Le architetture del trattamento del segnale, riferite a schemi di acceleratori grafici ibridi, introducono errori che causano il degrado dell'immagine. Questi errori specifici si verificano a causa della digitalizzazione, manipolazione e uscita finale sul nastro: in effetti quando si verifica una conversione tra zone cromatiche YCrCb e RGB. I sistemi video digitali tipici, quali Media 100, d'altro canto, garantiscono una qualità pari all'immagine primitiva col mantenere proprio il segnale originale. Non esiste alcuna magia dietro a Vincent e Media 100, ma solo un'architettura altamente efficiente adatta al video e che rappresenta uno sforzo industriale che va oltre il CCIR-601.

In definitiva è il CCIR-601 che indica le norme di trasmissione, ma sono i titolari delle televisioni che ne stabiliscono la qualità. E la prova più evidente è "in onda" nel mondo intero.

Fig. 4 - Errori del codice di conversione in architetture ibride dell'acceleratore grafico.