

Hd Dvd e Blu-ray

Il futuro prossimo dell'intrattenimento domestico

Di Riccardo Meggiato

Le trasmissioni Tv in Hd hanno fatto il loro esordio in Italia con i Campionati mondiali di calcio. Lettori e film nei due formati eredi del Dvd sono attesi per l'autunno. Eccone le principali caratteristiche.

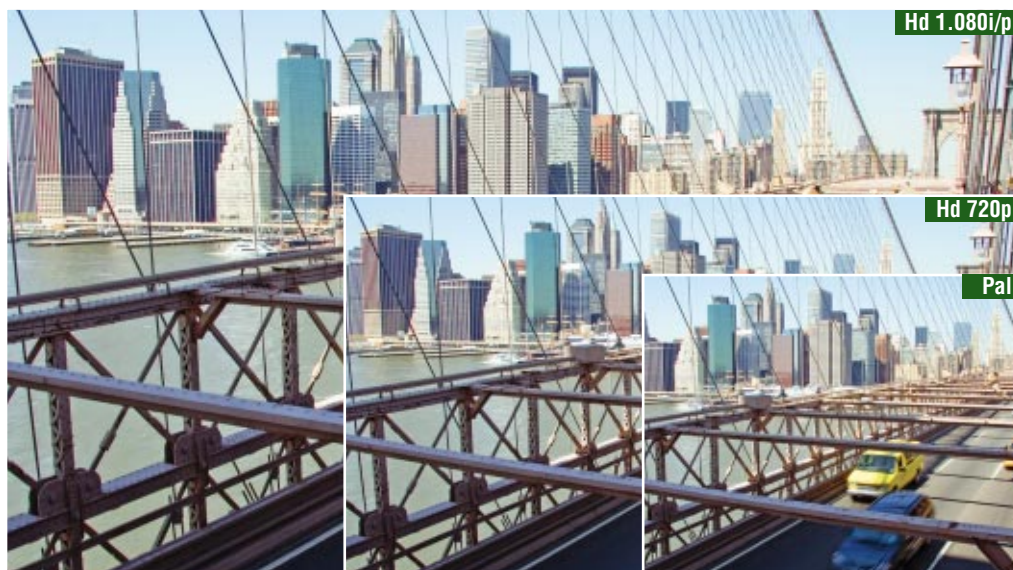
I recenti Campionati mondiali di calcio in Germania hanno agito da cassa di risonanza alla "Tv ad Alta definizione (HdTv)", proponendosi come lo spettacolo ideale per apprezzare finalmente il balzo tecnologico rispetto alla tradizionale Tv analogica a definizione standard. La parola chiave è, appunto, definizione o risoluzione e giova, prima di proseguire, rispolverare alcune informazioni fondamentali sulle carat-

teristiche del segnale televisivo, sviluppato - è bene ricordarlo subito - negli anni '50 per apparecchi Tv di piccole dimensioni in formato 4:3 con tecnologia a tubo catodico.

In Italia e in tutti i Paesi europei a eccezione della Francia, lo standard per la trasmissione del segnale Tv analogico a colori è il Pal. Acronimo di *Phase alternating line* (linee a fase alternata), prevede un flusso di 25 fotogrammi (quadri o

frame) al secondo, composti ognuno da una sequenza di segnali opportunamente formattati per descrivere 625 linee orizzontali di scansione. Per i limiti tecnologici al tempo di sviluppo dello standard, la scansione del quadro avviene in modalità interlacciata. Ogni fotogramma è diviso in due semiquadri separati (campi o field) di 312,5 linee, uno contenente le linee pari, l'altro le dispari, scanditi in modo alternato a un intervallo di 20 millisecondi (1/50 sec) l'uno dall'altro. Sacrificando la nitidezza dell'immagine a causa del lieve scarto temporale tra i due field del quadro, questa soluzione rappresentava all'epoca un compromesso accettabile per migliorare la fluidità del video disponendo di una banda passante limitata (la quan-

Risoluzione Pal e HdTv a confronto



Pal

- 720 x 576 punti
- formato 4:3
- scansione interlacciata

Hd 720p

- 1.280 x 720 pixel
- formato 16:9
- scansione progressiva

Hd 1.080i/p:

- 1.920 x 1.080 pixel
- formato 16:9
- scansione interlacciata (1080i) o progressiva (1080p).

tità di informazioni trasmesse rispetto alla scansione in modalità progressiva è di fatto dimezzata). In ogni semiquadro, solo 287,5 delle 312,5 linee formano l'immagine effettiva a schermo e sono dette *linee attive*; un intero quadro Pal ha perciò 575 linee attive. Gli elementi restanti, non visibili sul teleschermo, codificano sincronismi, tempi di blanking (gli intervalli di tempo in cui, in un televisore a tubo catodico, il pennello elettronico deve spegnersi per passare da una linea alla successiva e da un quadro al successivo) e informazioni televideo. Con un segnale Tv o più in generale con il video analogico, la definizione dell'immagine è individuata dal numero delle linee di scansione attive del quadro: nel caso della Tv Pal, si parla di 576i (dove "i" sta per "interlacciate" e le linee attive sono arrotondate a 576 considerando come intere le due mezza linee presenti nei due semiquadri). Per quanto riguarda invece la risoluzione orizzontale, ogni riga attiva può contenere un numero variabile di elementi (variazioni di luminosità), limitati dall'ampiezza di banda del segnale. Quando il quadro è digitalizzato secondo le

norme ITU-R BT.601 con una frequenza di campionamento di 13,5 MHz, la risoluzione accettata come standard Pal, e adottata dal formato Dvd-Video, è 720 x 576 punti (414.720 pixel totali).

Il progresso delle tecnologie, il successo del Dvd-Video come supporto d'elezione per la visione di film in ambiente domestico, il passaggio dei teleschermi dal formato 4:3 al formato panoramico 16:9 e l'introduzione di display a tecnologia Lcd e plasma di grandi dimensioni, in grado di visualizzare immagini di risoluzione più elevata, hanno mostrato tutti i limiti del segnale Pal, dando impulso alla creazione di uno standard Tv rinnovato e aggiornato. Questo è sfociato nella Tv ad Alta definizione (HdTv), caratterizzata da due diverse risoluzioni di base, progettate entrambe per schermi di formato panoramico: 1.280 x 720 pixel (921.600 pixel) a scansione progressiva (720p) e 1.920 x 1.080 pixel (2.073.600 pixel), sia in modalità interlacciata (1080i) sia progressiva (1080p), con frequenze di rigenerazione verticale di 50 Hz per l'Europa e 60 Hz per gli Usa. Per chi non ha ancora avuto il piacere di apprezzare dal vivo mate-

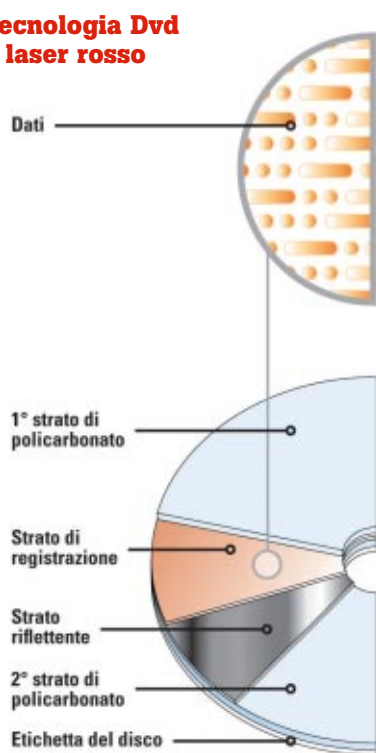
riale video in Alta definizione, il semplice confronto numerico offre una prima idea sulla differenza qualitativa: a 720p, la definizione dell'immagine è 2,2 volte superiore a quella della Tv standard, mentre a 1080p - indicata spesso come Full Hd - è quintuplicata.

Attualmente, le trasmissioni Tv in Hd (come quelle di Sky Hd, al momento l'unica emittente sul territorio nazionale che trasmette contenuti in Alta definizione) sono effettuate esclusivamente a 720p e 1080i, e richiedono un televisore "Hd ready".

Con questo logo, a partire dal gennaio 2005 su indicazione dell'Eicta (l'associazione europea dei produttori di elettronica di consumo) sono contrassegnati tutti gli schermi, i proiettori e i retroproiettori con una risoluzione verticale nativa minima di 720 linee fisiche, in grado di accettare in ingresso segnali Hd a 720p e 1080i attraverso ingressi analogici component o digitali Dvi/Hdmi conformi al protocollo di protezione dei contenuti Hdcp (*High-Bandwidth digital content protection*). Va da sé che la trasmissione e l'archiviazione di contenuti video in Alta definizione richiede

Hd Dvd

Tecnologia Dvd a laser rosso



Lunghezza settore minima = 0,4µm
Distanza tracce = 0,74µm
Capacità = 4,7GB

Tecnologia Hd Dvd a laser blu



Lunghezza settore minima = 0,173µm
Distanza tracce = 0,40µm
Capacità = 15GB

Fonte: Verbatim

strutture e strumenti capaci di erogare ed elaborare segnali e informazioni in quantità assai superiori a quanto finora necessario. È qui che entrano in gioco i supporti ottici di nuova generazione, Hd Dvd e Blu-ray, i due formati rivali basati sulla tecnologia a laser blu, ma con architetture tecnologiche e strategie commerciali diverse. Il principio di funzionamento si rifà a quello del Cd e del Dvd: ogni disco è composto da strati di policarbonato su cui sono memorizzate le informazioni sottoforma di land e pit, microscopiche variazioni della profondità della superficie. I bit sono codificati come transizioni tra aree piane (land) e avvallamenti (pit) disposti lungo una traccia a spirale simile a quella di un vecchio disco in vinile. In lettura, il laser attraversa il substrato in policarbonato ed è riflesso dallo strato sottostante. Poiché pit e

land filtrano in modo differente la luce laser, durante la scansione della traccia un fonorilevatore è in grado di rilevare e misurare le fluttuazioni dell'intensità luminosa, riconvertendole negli 0 e 1 binari originali.

È importante osservare che la distanza tra le tracce del disco e le dimensioni di pit e land determinano la densità delle informazioni archiviabili sul disco. Nel caso del Dvd, le spire distano tra loro 740 nanometri e per leggerle è sufficiente utilizzare un laser con lunghezza d'onda di 650 nanometri (laser rosso).

Considerando che con queste specifiche si ottengono dischi con capacità di 4,7 GByte (strato singolo) e 8,5 GByte (doppio strato), è chiaro che per disporre di una maggiore capienza è necessario agire sulla distanza tra le tracce, sulla densità dei pit e, giocoforza, sul tipo di laser utilizzato.

Hd Dvd,
l'erede ufficiale

È un luogo comune parlare di Hd Dvd e Blu-ray come degli eredi del Dvd. In realtà, l'unico a potersi fregiare di questo titolo è Hd Dvd, il formato nato come *Advanced optical disc* (Aod) dallo sforzo congiunto di Nec e Toshiba e approvato dal Dvd Forum (www.dvdforum.org) nel novembre del 2003 come successore del Dvd per l'archiviazione di contenuti video in Alta definizione. Hd Dvd (acronimo di *High Density Digital Versatil Disc* o *High Definition Digital Video Disc*) è sostenuto da un ampio numero di aziende leader nei settori dell'informatica e dell'elettronica di consumo, tra cui, oltre a Toshiba e Nec, IBM, Intel, Microsoft e Sanyo. Dal punto di vista fisico, si presenta come un disco di 12 cm di diametro e 1,2 mm di spessore, costituito dalla sovrapposizione di due strati di policarbonato da 0,6 millimetri ciascuno, esattamente come un Dvd tradizionale. Ciò che cambia rispetto al precedente formato è la distanza

tra le tracce della spirale, che scende da 740 nanometri a 400 nanometri, e la lunghezza d'onda del raggio laser necessaria per leggere pit della dimensione minima di 0,204 micrometri (nel Dvd, la dimensione minima del pit è di 0,40 micrometri, nel Cd è di 0,74 micrometri).

Un laser con lunghezza d'onda di 650 nanometri come quello di un comune Dvd player non sarebbe in grado di leggere con precisione dati impacchettati con una densità triplicata rispetto a un Dvd-Video. Per questo, il formato Hd Dvd, come il Blu-ray, è basato su un laser blu-violetto da 405 nanometri, con un'apertura numerica del pickup ottico



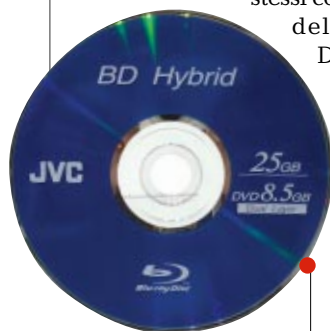
Toshiba ha annunciato recentemente lo sviluppo di un disco Hd Dvd-Rom a triplo strato, con una capacità di archiviazione di 45 GByte.

di 0,65. Il risultato di questa tecnologia è una capacità di memorizzare 15 GByte di dati su un disco a singola faccia e singolo strato, che raddoppiano nel caso di un disco a doppio strato (Toshiba ha annunciato da poco anche un media a tre strati da 45 GByte).

Inoltre, la velocità di trasferimento dei dati a 1x è di 4,36 MByte/sec (36,5 Mbps), contro 1,32 MByte/sec del Dvd. Al momento sono tre i tipi di dischi Hd Dvd previsti dalle specifiche ufficiali: Hd Dvd-Rom (solo lettura), Hd Dvd-R (lettura e scrittura) e Hd Dvd-Rw (lettura, scrittura e riscrittura). I tre dischi condividono la medesima tecnologia, con ovvie differenze per ciò che concerne la capacità di memorizzazione e, nel caso dell'Hd Dvd-Rw, il track pitch. Il Dvd Forum ha progettato anche un formato definito "3x Dvd-Rom", un Dvd con tecnologia al laser rosso capace di sostenere un transfer rate di 36,5 Mbps e di supportare fino a 135 minuti di video in Alta definizione codificato in Avc o Vc-1, gli

stessi codec audio/video del formato Hd Dvd. Se l'industria ha manifestato qualche perplessità in merito, ha dimostrato più interesse verso il "Twin format" proposto anch'esso dal Dvd Forum: un disco ibrido Hd Dvd/Dvd-Video a doppio strato, in cui il layer più vicino al pickup ottico

riflette il laser rosso ed è trasparente al laser blu-viola. Questa soluzione - che potrebbe agire idealmente da ponte verso la nuova generazione di supporti ottici - permette di riprodurre il disco sia con un normale lettore di Dvd-Video, dotato di un gruppo ottico in grado di leggere il primo strato, sia con un lettore di Hd Dvd, il cui laser - non riflesso dal primo strato - è focalizzato sul

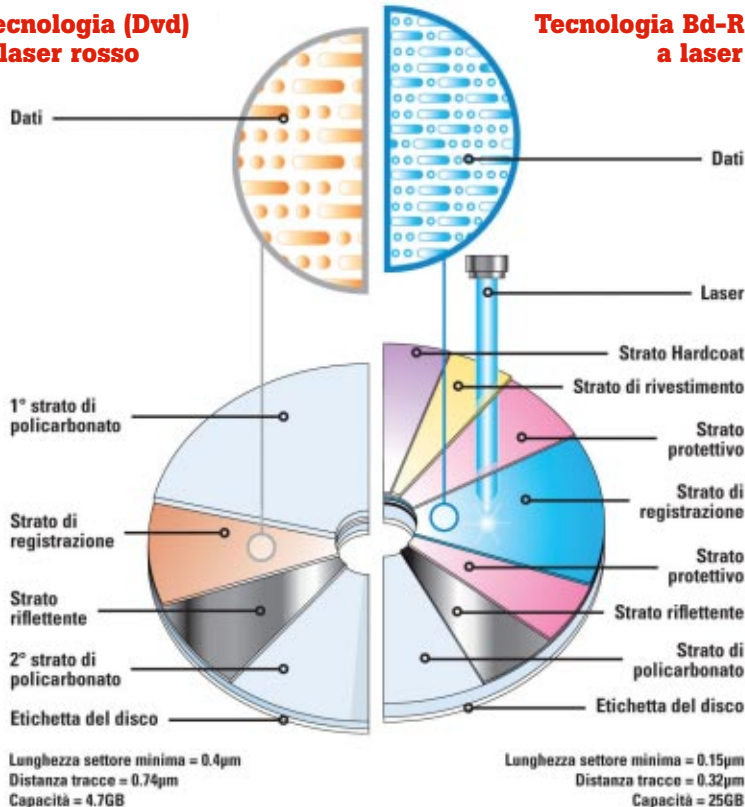


La proposta ibrida di Jvc: Blu-ray e Dvd-Video a doppio strato, riproducibile su un comune lettore di Dvd-Video.

riflette il laser rosso ed è trasparente al laser blu-viola. Questa soluzione - che potrebbe agire idealmente da ponte verso la nuova generazione di supporti ottici - permette di riprodurre il disco sia con un normale lettore di Dvd-Video, dotato di un gruppo ottico in grado di leggere il primo strato, sia con un lettore di Hd Dvd, il cui laser - non riflesso dal primo strato - è focalizzato sul

Blu-ray

Tecnologia (Dvd) a laser rosso



Fonte: Verbatim

secondo layer ad alta densità. Il file system adottato dal formato Hd Dvd è l'Universal Disk Format (Udf) versione 2.60, un aggiornamento della precedente 2.50 rispetto alla quale migliora la gestione della funzionalità di overwrite. Per quanto riguarda invece i codec video e audio, sono i medesimi utilizzati dal Blu-ray: Mpeg-2, Mpeg-4 Avc e Smpte Vc-1 per il video; Linear Pcm, Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby TrueHd, Dts Digital Surround e Dts-Hd per l'audio. Ne parleremo in seguito in un paragrafo separato.

Blu-ray, un approccio diverso

Il progetto Blu-ray nasce dal lavoro di alcuni dei più grossi nomi dell'industria informatica e dell'elettronica di consumo che non si sono impegnati nello sviluppo dell'Hd Dvd. Tra questi citiamo Ap-

ple, Dell, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Samsung, Thomson e, soprattutto, Sony. Il nome Blu-ray fa chiaro riferimento all'utilizzo del laser blu e la scelta della parola "Blu" è stata dettata da motivi di copyright: "blue", il nome del colore in inglese, non avrebbe potuto essere registrato. Se Hd Dvd può essere visto come la naturale evoluzione del Dvd, Blu-ray è frutto di un approccio più aggressivo che, pur sfruttando una tecnologia simile a quella del concorrente, punta in modo deciso verso prestazioni superiori, ma a costi più elevati.

Anche Blu-ray utilizza un laser con lunghezza d'onda di 405 nanometri; in questo caso, però, la distanza tra le tracce del disco è di 320 nanometri (contro i 400 nm dell'Hd Dvd), l'apertura numerica della lente è di 0,85 e la dimensione minima del pit scende dai 0,204 micrometri dell'Hd Dvd a 0,149

Comparazione dei formati ottici

Con l'evolversi della tecnologia ottica, la lunghezza d'onda del laser diminuisce e la densità dei dati aumenta. Ciò permette di moltiplicare la quantità delle informazioni archiviabili sui dischi di generazione più recente.

Formato:	CD	DVD	HD-DVD	BLU-RAY
Spessore del substrato	1,2 mm	0,6 mm	0,6 mm	0,1 mm
Lunghezza d'onda e colore del laser	780 nm/ infrarosso	650 nm/ rosso	405 nm/ blu-viola	405 nm/ blu-viola
Densità dei dati				
Capacità del disco a strato singolo	700 MByte	4,7 GByte	15 GByte	25 GByte
Capacità del disco a doppio strato	N/A	8,5 GByte	30 GByte	50 GByte
Velocità di trasferimento a 1x	1,2 Mbps	11 Mbps	36,55 Mbps	Video BD-ROM: 54 Mbps; tutti i restanti formati: 36 Mbps
Diametro del laser	2.100 nm	1.320 nm	620 nm	480 nm
Track pitch	1.600 nm	740 nm	400 nm	320 nm
Densità di registrazione	0,4 Gbit/pollice quadrato	2,2 Gbit/pollice quadrato	8,8 Gbit/pollice quadrato	14,73 Gbit/pollice quadrato
Risoluzione video	VideoCd: 352 x 288; Super VideoCd: 480 x 576	720 x 576	1.920 x 1.080	1.920 x 1.080
Sostenitori principali	Philips, Sony	DVD Forum, DVD+RW Alliance	DVD Forum (in primis NEC e Toshiba)	Blu-ray Disc Association
Tempo di riproduzione HD	-	-	Strato singolo: circa 4 ore Strato doppio: circa 8 ore	Strato singolo: circa 6 ore Strato doppio: circa 13 ore

micrometri. Un'altra differenza importante risiede nella struttura fisica del disco: pur mantenendo un diametro di 12 centimetri e uno spessore di 1,2 millimetri, i dati sono registrati non tra due strati da 0,6 millimetri, ma al di sopra di un unico strato da 1,1 millimetri. Questo comporta due vantaggi: il primo è di scongiurare fenomeni di birifrangenza dovuti a uno spessore più elevato da attraversare da parte del laser, che può causare problemi di lettura; il secondo è la maggiore tolleranza verso superfici non perfettamente piatte, poiché i dati registrati non sono soggetti alle possibili distorsioni del raggio dovute a imperfezioni dei materiali. Il laser, infatti, colpisce quasi direttamente i pit, dovendo

attraversare solo il sottile rivestimento protettivo da 0,1 millimetri. Potendo generare pit di dimensioni inferiori rispetto al formato antagonista, Blu-ray offre una capacità di memorizzazione superiore: un disco a singola faccia e singolo strato ospita 25 GByte di dati, che raddoppiano con dischi Double layer. Il bitrate massimo è di 72 Mbps (54 Mbps per i Bd-Rom, la versione a sola lettura). Per il file system, anche Blu-ray adotta la soluzione utilizzata dall'Hd Dvd, l'Udf 2.6. Passando alle implicazioni meccaniche di questa tecnologia, Blu-ray, come peraltro Hd Dvd, utilizza un sistema di rotazione del disco Clv, con una velocità di lettura 1x pari a 35,96 Mega-bit/sec. Tuttavia, visto l'elevato

transfer rate richiesto da alcuni film (fino a 54 Mbps), si parla di lettori con una velocità minima di lettura 2x. Tre sono i tipi di dischi Blu-ray presentati nelle specifiche ufficiali: Bd-Rom, a sola lettura; Bd-R registrabile e Bd-Re riscrivibile. I codec audio/video supportati da Blu-ray sono i medesimi dell'Hd Dvd e sono descritti nei paragrafi seguenti.

Codifica video

Sia Hd Dvd sia Blu-ray utilizzano i medesimi codec video, aggiungendo al tradizionale Mpeg-2 i più evoluti Mpeg-4 Avc e Vc-1. La codifica Mpeg-2 è essenzialmente basata su due algoritmi dedicati alla ridondanza temporale



La produzione industriale di Hd Dvd richiede una semplice riconversione delle preesistenti linee di produzione dei Dvd tradizionali.

le e spaziale. Il primo considera sequenze di fotogrammi video simili, che differiscono gli uni dagli altri per pochi particolari. In questo modo non si ha la necessità di salvare le intere sequenze, ma solo gli elementi che variano tra i fotogrammi. L'esempio più classico è quello di un uomo che muove un braccio: la codifica Mpeg-2 registra per ogni fotogramma solo la variazione della posizione del braccio, mentre gli elementi fissi, come il resto del corpo e lo sfondo, sono memorizzati solo una volta. Il secondo algoritmo che entra in gioco con la codifica Mpeg-2 è quello relativo alla ridondanza spaziale e, invece di essere applicato ai fotogrammi di una sequenza, analizza e processa i singoli fotogrammi. In questo caso, l'algoritmo ricerca gruppi di pixel ("pat" o "pel") che si ripetono all'interno del fotogramma, memorizzandone solo una copia insieme alla posizione e alla frequenza delle ripetizioni. Sebbene i codec Mpeg-2 siano lo standard di fatto nella compressione video,

sono ormai destinati a lasciare il posto a nuove tecnologie, che trovano uno dei loro principali utilizzi proprio nei supporti di nuova generazione per l'Alta definizione. Mpeg-4 è una di queste e, nella sua versione Mpeg-4 Avc, rappresenta una delle soluzioni di codifica video più avanzate.

Nota anche come H.264 o Mpeg-4 Parte 10, la codifica Avc eredita buona parte delle tecniche di riduzione delle ridondanze temporali e spaziali dalla compressione Mpeg-2. Alla base dell'elaborazione c'è la divisione del fotogramma in macroblocchi da 16 x 16 pixel, su cui vengono operati due tipi di codifica, dette "intra" e "inter". La prima è relativa alla ridondanza spaziale e, anziché codificare le differenze tra porzioni del macroblocco, codifica quelle tra il macroblocco originale

preso in

considerazione e i macroblocchi precedentemente codificati. Come nel caso della compressione Mpeg-2, la codifica "intra" è operata all'interno del singolo fotogramma. Allo stesso modo, la codifica "inter" analizza la ridondanza temporale tra i fotogrammi della sequenza video. In questo caso entra in gioco un sistema di predizione del movimento, che analizza i macroblocchi e, se necessario, li divide ulteriormente con un algoritmo Tsmc (*Tree structure motion compensation*). In questo modo, l'analisi dei fotogrammi varia la precisione in funzione della complessità delle immagini: con figure ricche di dettagli avviene una suddivisione consistente, che si riflette nell'uso di un maggior numero di bit nella codifica. Il risultato delle analisi di movimento è salvato in vettori di diversa dimensione, la cui precisione è garantita da un filtro digitale Fir. Da ogni vettore di movimento è sottratto un valore P, detto "di predizione", ricavato da alcuni fotogrammi di riferimento, e l'insieme dei valori ottenuti (D) è elaborato con un processo di quantizzazione, a dare dei coefficienti di quantizzazione che vengono codificati entropicamente in base ad algoritmi Cavlc (*Context adaptive variable length coding*) e Cabac (*Context adaptive binary arithmetic coding*). I coefficienti vengono quindi uniti alle informazioni necessarie alla decodifica per formare il bit-stream finale, che è poi passato a un Nal (*Network abstraction layer*) per la trasmissione diretta o, nel caso dei supporti, la memorizzazione. La decodifica è velocissima: i coefficienti di quantizzazione subiscono un

processo di "rescaling" e trasformata inversa per ottenere l'insieme di differenze

D. A questo punto, a D è aggiunto il valore di predizione P e, previa elaborazione di un filtro che riduce l'effetto



Il lettore Blu-Ray BD-P1000 di Samsung è stato da poco introdotto negli Usa a un prezzo di circa 1.000 dollari.

di "blocking" (i "blocchetti" che compaiono quando il tasso di compressione video è troppo elevato), si ottiene il fotogramma finale.

I risultati ottenibili con la compressione Avc sono nettamente superiori rispetto a quelli dell'Mpeg-2: a parità di livello di compressione, le dimensioni dei video ottenuti sono pari a un terzo, senza contare che la qualità, grazie alle elaborazioni a macroblocchi, è superiore in virtù della maggior precisione sia nell'eliminazione della ridondanza spaziale sia di quella temporale. In aggiunta, la codifica Avc si fa forte di una grande versatilità, che permette di comprimere il video in base a sette diversi profili. Di questi, quello adottato da Hd Dvd e Blu-ray è l'High Profile (HiP), che supporta entrambi i tipi di codifica entropica e il sampling di tipo 4:2:0 Chroma Format e 4:0:0 Monochrome Video Format. Il profilo HiP è a sua volta diviso in "livelli", a seconda della risoluzione e delle prestazioni disponibili. Il livello 3.1, quindi, permette di ottenere una risoluzione di 1.280 x 720 punti a 30 fotogrammi al secondo, con un bitrate massimo di 17,5 Mbit al secondo, mentre a un livello 4 si ottiene una risoluzione di 1.920 x 1.088 punti a 30 frame/sec con un bitrate massimo di 25 Mbit al secondo.

Come alternativa alla codifica Avc, sia l'Hd Dvd che il Blu-ray propongono la Vc-1. Si tratta di una tecnologia recente, il cui brevetto è già utilizzato da molte aziende leader del settore informatico. Una di queste è Microsoft, che lo implementa nel suo Windows Media Video 9 (al contrario di quanto di pensa generalmente, Vc-1 non è una tecnologia proprietaria di Microsoft). Lo scopo primario della codifica Vc-1 è la compressione dei video interlacciati senza necessità di una previa conversione in modalità progressiva (comunque supportata). A differenza dei sette profili Avc, Vc-1 ne offre solo tre, a loro volta suddivisi nei livelli Simple,

Main e Advanced. Si tratta di tre set di parametri di codifica che si caratterizzano fondamentalmente per la crescente precisione di analisi e rilevamento delle differenze tra fotogrammi e per le risoluzioni gestite. Dei tre profili, quello considerato da Hd Dvd e Blu-ray è l'Advanced, a sua volta disponibile nei livelli L0, L1, L2, L3 e L4 in base al bitrate massimo supportato. Per ciò che concerne le risoluzioni Hd, si considerano solo i livelli L2, L3 e L4. L2 supporta un bitrate massimo di 20



La PlayStation 3 di Sony sarà di fatto il primo lettore Blu-ray di massa.

Mbit al secondo, con risoluzioni di 720 x 480 punti a 60 frame/sec (480p) e di 1.280 x 720 punti a 30 frame/sec (720p); L3 supporta un bitrate massimo di 45 Mbit al secondo e risoluzioni di 1.920 x 1.080 punti a 24 frame/sec (1080p), 1.920 x 1.080 a 30 frame/sec (1080i) e 1.280 x 720 a 60 frame/sec (720p); L4, infine, supporta un bitrate massimo di 135 Mbit al secondo e risoluzioni di 1.920 x 1.080 a 60 frame/sec (1080p) e 2.048 x 1.536 a 24 frame/sec, che esula dalle specifiche HdTv. Vc-1 Advanced è implementato nel codec Wvc1 di Microsoft. Il funzionamento del Vc-1 non è molto dissimile da quello dell'Mpeg-2 e si basa sempre su un algoritmo di analisi e compen-

sazione del movimento. Lo schema prevede innanzitutto la codifica della sequenza d'immagini nel formato 4:2:0. Nel corso della codifica, l'algoritmo divide ogni immagine in macroblocchi da 16 x 16 pixel, come avviene con Avc. Ogni macroblocco è poi diviso in blocchi più piccoli che sono codificati e riordinati secondo uno dei 31 schemi predefiniti, scelto in base a parametri che variano da caso a caso. Si passa quindi alla quantizzazione dei dati, terminata la quale si procede alla memorizzazione dei macroblocchi tramite un sistema a bitplane, ovvero una serie di mappe binarie che riportano le proprietà dei macroblocchi e che sono incorporate direttamente nel flusso di dati (bitstream). Fatto questo, intervengono altre funzioni, come gli algoritmi di compensazione del movimento e d'intensità, e il bitstream finale viene memorizzato con un sistema da "bit a byte".

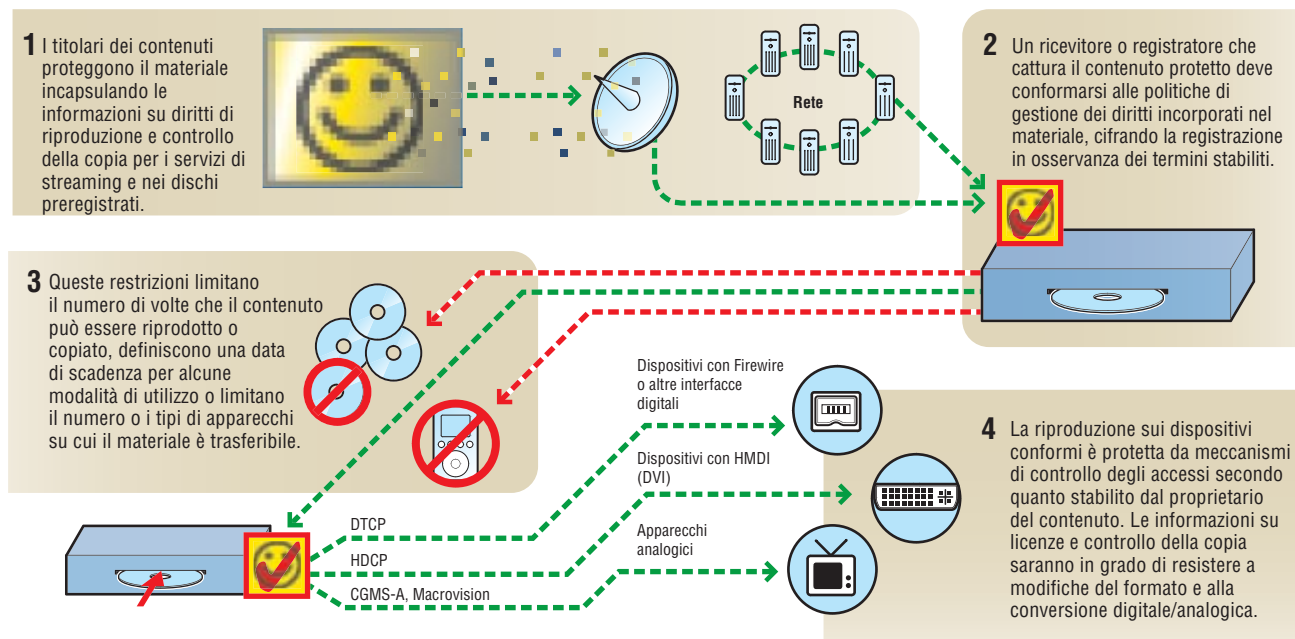
Codifica audio

Anche nel caso dell'audio, Blu-ray e Hd Dvd condividono i medesimi tipi di codec, che sono sei: Linear Pcm, Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby TrueHd, Dts Digital Surround e Dts-Hd. Il Linear Pcm, come noto, è un formato audio non compresso che supporta fino a 8 canali con frequenza di campionamento a 48 o 96 Khz, risoluzione a 16, 20 e 24 bit e bitrate massimo di 6,144 MByte al secondo. Il Dolby Digital 5.1, o Ac-3, è uno dei codec audio più diffusi, sebbene inizi a risentire il peso degli anni. Permette di gestire fino a 6 canali audio (5 satelliti e un subwoofer) e un bitrate che varia a seconda del supporto: nel Blu-ray è di 640 Kbit al secondo, nell'Hd Dvd di 448 Kbit al secondo. Il Dolby Digital Plus migliora le prestazioni del codec Ac-3, aggiungendo una tecnologia di riduzione della distorsione del segnale in ingresso, un migliorato sistema di accoppiamento dei canali in fase di downmix e una codifica più precisa. Il Dolby Digital

La prossima generazione di sistemi di protezione dei contenuti

Come funzionerà la tecnologia di protezione dalla copia abusiva nei prossimi formati ottici ad alta definizione?

Lo schema mostra come i sistemi di Digital Rights Management sostituiranno il più rigido sistema anticopia del Dvd.



Plus supporta fino a 7.1 canali e un bitrate massimo di 3 Mbit al secondo per l'Hd Dvd e di 1,7 Mbit al secondo per il Blu-ray. Il Dts Digital Surround è il concorrente per antonomasia del Dolby Digital, con il quale condivide buona parte delle caratteristiche, ma con un bitrate in uscita più elevato (fino a 1,5 Mbit al secondo). Le principali novità introdotte dai formati Hd Dvd e Blu-ray sono i codec Dolby TrueHd e Dts-Hd. Si tratta, come i nomi lasciano intuire, di codec audio espressamente dedicati all'Alta definizione.

Il Dolby TrueHd elabora il segnale audio con una codifica di tipo "Mlp loseless", la stessa utilizzata dal formato Dvd-Audio e capace di rapporti di compressione 2:1 e 4:1, sfruttando un bitrate massimo di 18 Mbit al secondo e, per Blu-ray e Hd Dvd, fino a 8 canali a 24 bit/96 KHz. La codifica entropica di Hauffman garantisce che vengano sfruttati appieno tutti i bit necessari senza il rischio di appesantire il bitrate fi-

nale. Inoltre, Dolby TrueHd offre piena compatibilità con l'interfaccia digitale Hdmi adottata da riproduttori e display Hd. Il Dts-Hd supporta fino a 7.1 canali e rappresenta un'eccellente alternativa al Dolby TrueHd: la sua tecnologia di codifica Coherent Acoustics sembra in grado di garantire una migliore separazione dei canali (ne supporta fino a 7.1).

Sistemi di sicurezza

Le tecnologie di protezione anticopia hanno rappresentato uno degli scogli più ardui nella fase di sviluppo e standardizzazione dei formati ottici per l'Alta definizione. Nel corso del tempo, si sono alternate molte proposte diverse che hanno impegnato strenuamente i rispettivi gruppi di lavoro.

Nel caso di Hd Dvd si è optato per la tecnologia Aacs (*Advanced access content system*), adottata anche dal Blu-ray in una accezione più ampia. Nello specifico, la

tecnologia Aacs garantisce che le funzionalità di rete di cui possono disporre i dischi Blu-ray siano sicure e non possano essere sfruttate in modo non autorizzato. La tecnologia Rom Mark, invece, evita la copia non autorizzata su vasta scala dei dischi Blu-ray, mentre BD+ è un componente programmabile che permette di aggiornare i contenuti per ripristinare codice compromesso o prevenire attacchi alla sicurezza. Aacs è di fatto l'erede del noto e bistrattato sistema Cms (*Content scrambling system*). Anche in questo caso la protezione si basa sull'azione combinata di chiavi di sicurezza sia hardware (dischi Blu-ray) sia software (un valore "hash" ricavato dal titolo stesso). La differenza rispetto al sistema Cms è che la chiave di decrittazione non è identica per tutti i lettori Blu-ray di un medesimo modello, ma varia da lettore a lettore. Al momento, la tecnologia sembra aver retto i tentativi di pirateria perpetrati da noti gruppi di hacker, sebbene Jon Johansen,

colui che ha violato il sistema Cms, ha lanciato il suo guanto di sfida annunciando il rilascio, per il prossimo inverno, di DeAacs, il software in grado

di togliere la protezione a dischi Blu-ray e Hd Dvd. Più in dettaglio, il processo d'attivazione del sistema Aacs inizia dal produttore dei contenuti del disco, per esempio una casa cinematografica. L'azienda fornisce i contenuti desiderati a un replicatore autorizzato. A questo punto, la Aacs Licensing Authority fornisce al replicatore delle chiavi crittografiche, insieme a un "Content Certificate" e ai dati necessari a bloccare il funzionamento del disco in caso di anomalie. La Aacs Licensing Authority è anche l'organo che fornisce ai produttori hardware le Device Keys e la Public Key da attivare in ciascun lettore e che permettono la decrittazione dei contenuti su disco. In aggiunta alle tecnologie anti-copia, i contenuti video distribuiti su dischi Blu-ray implementeranno anche il sistema di protezione regionale Rpc (*Regional playback control*) per consentirne la riproduzione solo sui lettori delle aree geografiche consentite. Tre le macroregioni: Nord America, America Centrale, Sud America, Giappone, Corea e Sud-est asiatico (Gruppo A); Unione Europea, Africa, Medio Oriente, Nuova Zelanda e Australia (Gruppo B); Cina, India, Russia, Resto del mondo (Gruppo C). Il Dvd Forum sta vagliando l'opportunità di adottare un analogo sistema per il proprio formato.

Conclusioni

Hd Dvd e Blu-ray hanno finalmente abbandonato quel limbo d'incertezza che più volte ne ha minato la credibilità, sebbene la loro uscita ufficiale sia avvenuta con un ritardo tale da infondere nei consumatori non poche perples-

sità. Tanto

che le previsioni di una diffusione di massa per il 2007 sono state procrastinate a un ben più credibile 2008. Nel frattempo, il Dvd godrà di almeno altri tre anni di predominio. Difficilissimo, a questo punto, stabilire quale tra Hd Dvd e Blu-ray prevarrà. Per azzardare una previsione di questo tipo vale la pena analizzare quanto finora appreso. Tecnicamente, è innegabile che il Blu-ray sia superiore ad Hd Dvd, non fosse altro che per la capacità di memorizzazione più elevata.

Tuttavia, sebbene le aziende che hanno progettato il supporto sostengano il contrario, il costo di produzione (e quindi il costo finale) del Blu-ray è superiore a quello di Hd Dvd. Non è tanto una questione di materiali, quanto di impianti industriali: la conversione delle linee di produzione di Dvd a Hd Dvd richiede solo ore, mentre per i supporti Blu-ray sono richiesti impianti nuovi, dato che la struttura del supporto è totalmente diversa. In pratica, Hd Dvd è quanto di meglio si possa ottenere dalla tecnologia inaugurata dal Dvd, mentre per il Blu-ray si è puntato direttamente a prestazioni elevate senza tenere conto del passato.

Ancora un volta, dunque, sarà il sostegno dei produttori di contenuti a decretare il vincitore della sfida e, in quest'ottica, Blu-ray gode di un appoggio più ampio. Il formato patrocinato da Sony, del resto, è il media di elezione della Playstation 3, la console da gioco la cui commercializzazione è prevista per il prossimo autunno/inverno e che, secondo le previsioni dello stesso produttore, sarà venduta in 6 milioni di unità entro il



Toshiba HD-A1, il primo player di Hd Dvd commercializzato negli Stati Uniti a 499 dollari.

me di marzo 2007. Non è una cosa da sottovalutare, perché Playstation 3, oltre alla funzione ludica, rappresenterà di fatto il primo lettore Blu-ray di fascia economica, così come la Playstation 2, a suo tempo, dette un impulso importante al mercato dei Dvd. Lascia più perplessi la decisione di Microsoft di lanciare un lettore Hd Dvd esterno per Xbox 360: scartata l'ipotesi di vedere molti videogiochi che sfruttino questo supporto, perché si obbligherebbero gli utenti ad acquistare anche il lettore, è ovvio che Xbox 360 fruirà principalmente dei soli film distribuiti sul nuovo formato. Al di là di caratteristiche tecniche e scelte di marketing, va infine sottolineato che Hd Dvd e Blu-ray condividono buona parte delle caratteristiche vitali per un formato multimediale, vale a dire i codec audio e video e, in buona parte, i sistemi di protezione. Questo lascia intravedere la possibilità che nel prossimo futuro vengano lanciati lettori ibridi (Ricoh sta già lavorando a un proprio progetto), che di fatto scongiureranno la guerra tra i due formati, spostando lo scontro non tanto sul piano tecnologico quanto su quello dei contenuti.

Lo stato attuale del mercato non fa che confermare questa impressione: ora che sono stati lanciati sia i primi lettori Hd Dvd sia Blu-ray, si scopre che al momento sono merce pregiata che solo i veri appassionati a stelle e strisce e con gli occhi a mandorla sono intenzionati ad acquistare, mentre nel Vecchio Continente (visto dai produttori come la "campagna finale" che sancirà la fine delle ostilità) vi-ge ancora una grande incertezza. Più che con una previsione, meglio concludere con un auspicio: la vittoria di entrambi i formati grazie ai lettori ibridi. •