

Buona visione!



Mariano Severi (*)

Nell'ultimo decennio il settore dell'elettronica consumer ha mostrato un crescente interesse per i sistemi multimediali, grazie alla diffusione su larga scala, a costi accessibili, di applicazioni di audio/video entertainment di elevata qualità. In questo ambito, uno degli aspetti più critici è legato alla tecnologia per la trasmissione dell'informazione: tra i requisiti principali essa deve contemplare il supporto di un elevato data rate su distanze non piccole, una buona immunità elettromagnetica, facilità d'installazione e costi contenuti. Uno degli standard che ha saputo meglio rispondere a queste esigenze è HdmI (High definition multimedia interface); vediamo come.

Storia di un successo

Nato nel dicembre 2002 come risposta alle limitazioni di DVI (Digital Video Interactive), con il quale risulta comunque compatibile tramite adattatori, lo standard HdmI ha avuto fra i suoi

In ambito multimediale è fondamentale poter contare su una tecnologia di trasmissione efficace: il caso di HdmI

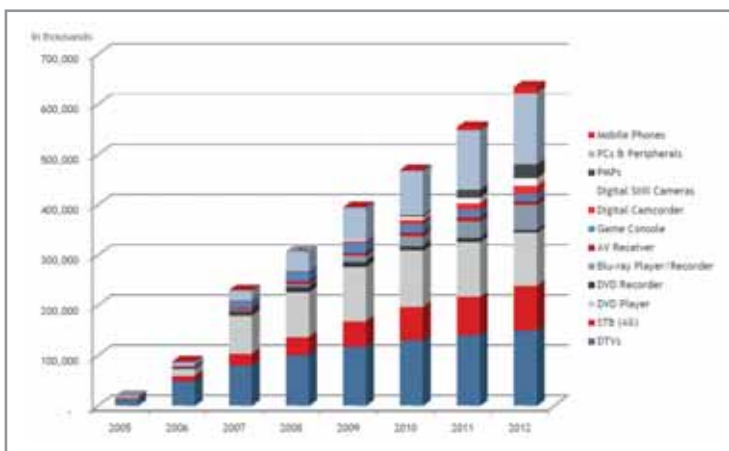
duti, mentre nel 2008 la quota di mercato sfiorò i 300 milioni con una previsione, secondo stime stilate a fine 2009, di oltre 600 milioni di unità vendute entro il 2012. A oggi, sono 850 le società che hanno ufficialmente adottato HdmI per i propri prodotti. Recentemente, Eitca (European information&communication technology industry association) ha stabilito che tutti i dispositivi recanti la dicitura 'HD ready'

devono includere un ingresso DVI o HdmI e supportare il protocollo di protezione Hdcp (High-bandwidth digital content protection). Tra le caratteristiche principali di HdmI figurano la semplicità (un solo cavo di connessione), l'affidabilità e le elevate prestazioni, oltre a una flessibilità intrinseca. Così, se nella versione 1.1 è stato possibile introdurre il supporto per DVD audio a piena risoluzione, in quella 1.2 è stato incluso il formato audio Sacd ad alta definizione e la compatibilità con applicazioni per PC. La maggior parte dei sistemi oggi in commercio implementa la specifica 1.3 (rilasciata nel 2006), che ha esteso la capacità di trasmissione a 10,2 Gbps, includendo il supporto per formati audio e video a più elevata definizione. Nel 2009 è stata emessa la revisione 1.4, che ha introdotto interessanti novità soprattutto per quanto riguarda il supporto per le applicazioni 3D e la connettività in rete. La rapida adozione di HdmI in campo multimediale, infine, ha portato notevoli benefici in termini d'interoperabilità fra produttori, riduzione dei costi e facilità d'installazione e manutenzione. Un cavo HdmI sostituisce infatti, in certi casi, fino a dieci connessioni dei tradizionali sistemi audio/video.

Soluzioni a basso costo

La trasmissione di contenuti multimediali di elevata qualità richiede l'impiego di adeguate tecnologie, in grado di assicurare la trasmissione senza errori di notevoli quantità di dati. Ad esempio, la trasmissione di un video in formato 1080i non compresso (con immagini di dimensioni 1.920x1.080 pixel e 30 frame al secondo) richiede 4,46 Gbps.

Per assicurare tali prestazioni, HdmI adotta per il livello fisico una trasmissione differenziale basata sullo standard Tmds (Transition minimized differential signaling), ereditata da DVI. Il livello di segnale è CML (Current Mode Logic) con accoppiamento c.c. e terminazione a 3,3 V. La trasmissione diffe-



Diffusione dei dispositivi HdmI

fondatori aziende del calibro di Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic/National/Quasar), Philips, Silicon Image, Sony, Thomson (RCA) e Toshiba. La presa dello standard sul mercato fu immediata, grazie anche al supporto attivo delle maggiori major del mondo cinematografico, Fox, Universal, Warner Bros e Disney, fortemente interessate a un settore in rapida espansione. Secondo una ricerca di In-Stat, nel 2004 furono 5 milioni i dispositivi con supporto HdmI ven-



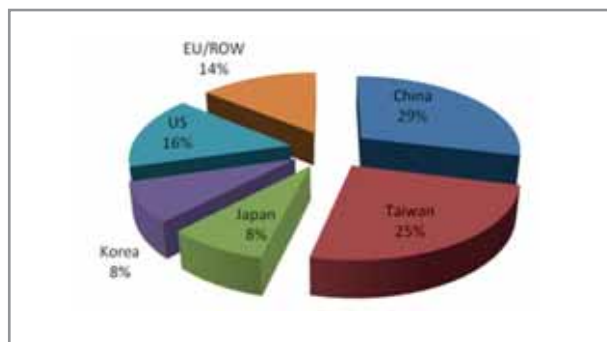
renziale assicura in genere maggiore immunità al rumore, capacità di trasferimento dati più elevate e minori problemi d'interferenza elettromagnetica.

A sua volta, la particolare codifica 8b/10b di Hdmi, riducendo il numero di commutazioni del segnale sulla linea, assicura data rate superiori, fino a un fattore 25 rispetto ad altre soluzioni differenziali, come quella adottata da USB 2.0. Per compensare l'attenuazione del segnale nella trasmissione sul cavo, al fine di aumentare la massima distanza di connessione, poi, vengono adottati schemi di pre-enfasi alla sorgente ed equalizzazione del cavo. La pre-enfasi è una pre-distorsione del segnale mediante amplificazione e attenuazione delle componenti in una certa banda di frequenza; tale distorsione viene imposta al fine di compensare quella indotta dalla trasmissione. L'equalizzazione del cavo tende invece a correggere la risposta in frequenza ineguale della linea di trasmissione. L'adozione inoltre di una terminazione della linea alla sorgente riduce significativamente i problemi di riflessioni multiple. La connessione Hdmi avviene mediante doppiini twistati, schermati singolarmente, non via cavi coassiali come accade per i tradizionali sistemi video; i connettori sono di tipo standard (13,9x4,45 mm) e mini (10,42x2,42 mm). Il cavo include tre doppiini per i dati (associati alle diverse componenti di colore) e uno per il segnale di clock. La lunghezza massima del cavo non è specificata, ma sono imposte limitazioni sui livelli di segnale all'altra estremità. I cavi sono così classificati per applicazioni 'standard' (o di categoria 1) e 'high speed' (o di categoria 2). Nel primo caso, supportano frequenze di clock fino a 75 MHz, corrispondenti a una capacità di trasmissione dati di 2,25 Gbps; la versione high speed estende invece la frequenza di trasmissione fino a 340 MHz, garantendo un data rate di 10,2 Gbps. I cavi di categoria 1 possono essere facilmente realizzati con fili conduttori di tipo AWG28 (diametro di 0,081 mm²) e lunghezze fino a 5 m, a costi piuttosto bassi. Con filo AWG24 e materiali di migliore qualità si possono raggiungere i 15 m, mentre per distanze maggiori occorre adottare estender attivi; quelli che utilizzino cavi di categoria 5/6 sono in grado di coprire distanze fino a 250 m; con connessioni in fibra ottica si può arrivare poi fino a 300 m.

Audio e video su un cavo

Hdmi consente la trasmissione simultanea di un canale video non compresso e fino a otto canali audio. La versione 1.3 del-

lo standard supporta le configurazioni CEA-861-D e gli spazi di colore ITU-R BT.601, ITU-R BT.709-5 e IEC 61966-2-4 con i formati xVCC 4:4:4 (8-16 bit per componente di colore), sRGB 4:4:4 (8-16 bit per componente), YCbCr 4:4:4 (8-16 bit per componente) e YCbCr 4:2:2 (8-12 bit per componente). I canali audio, invece, supportano segnali non compressi con frequenza di campionamento fino a 192 kHz e 24 bit per campione. Sono supportati anche formati compressi senza perdita come Dolby TrueHD e DTS-HD master audio, nonché quelli con perdita, come Dolby Digital e DTS, o, anco-

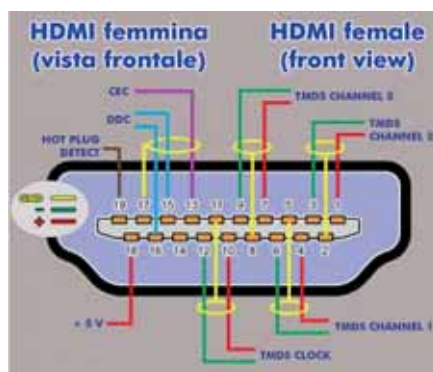


Ripartizione su scala mondiale delle compagnie che hanno adattato Hdmi

ra, fino a otto canali DSD a 1 bit a una frequenza di campionamento quattro volte superiore a quelle dei CD super audio. I dati audio sono inviati durante gli intervalli di blanking orizzontale e verticale del segnale video, unitamente a informazioni accessorie di controllo e configurazione, quali controlli di tipo AVmute per disabilitare l'audio o informazioni relative allo spazio di colore utilizzato dal segnale video.

Caratteristiche innovative

Nello standard è incluso il supporto per l'identificazione automatica dei display, in quanto Hdmi adotta il formato Edid (Extended display identification data), che definisce le modalità di memorizzazione delle informazioni caratteristiche di un display in una memoria ROM interna. Tra queste sono inclusi gli identificativi del produttore e del modello, le risoluzioni supportate, le capacità audio fornite. Una linea dedicata nel cavo Hdmi mediante protocollo I2C consente di accedere al contenuto della memoria. In questo modo, la sorgente può adattare automaticamente il formato di uscita dei dati alle caratteristiche del display connesso. Un pin accessorio sul connettore consente di rilevare se il dispositivo connesso è acceso. Una terza linea denominata CEC (Consumer Electronics Control), basata sul protocollo AV Link, consente il controllo diretto dei dispositivi presenti nella catena. In questo modo, non è richiesto all'u-



Pinout del connettore Hdmi a 19-pin

to il display connesso. Un pin accessorio sul connettore consente di rilevare se il dispositivo connesso è acceso. Una terza linea denominata CEC (Consumer Electronics Control), basata sul protocollo AV Link, consente il controllo diretto dei dispositivi presenti nella catena. In questo modo, non è richiesto all'u-

HDMI 1.0	HDMI 1.1	HDMI 1.2	HDMI 1.3	HDMI 1.4
specifiche iniziali	supporto per audio DVD	supporto per Audio SACD	incremento della banda a 10.2 Gbps	specifica connessione Ethernet
		definizione di applicazioni per PC con supporto per il solo spazio di colore RGB	supporto per spazi di colore a 16-bit, frequenza di refresh fino a 120 Hz, risoluzione 1440p/WQXGA	specifica connettore micro
		supporto per sistemi low-voltage (accoppiamento in AC) in PC	supporto per spazio di colore standard xvYCC	supporto formati 3D e risoluzioni 4k x 2k
			funzionalità Lip Sync	supporto spazi di colore sYCC601, AdobeRGB ed AdobeYCC601
			specifica di uniconnettore mini	
			Supporto per Dolby TrueHD e DTS_HD	

Evoluzione dello standard Hdmi: confronto tra le caratteristiche delle diverse revisioni

tente di comandare singolarmente i dispositivi: la funzionalità 'one touch play' resa possibile dalla tecnologia CEC consente di attivare automaticamente il riproduttore DVD, il sistema dolby-surround e il televisore con un solo comando. La capacità di 'deck control', invece, definisce un modo di controllo di alcune caratteristiche del dispositivo, ad esempio il volume, senza bisogno di conoscere il protocollo adottato dallo specifico produttore, più o meno come il controllo host supportato da IEEE 1394. Altra caratteristica di Hdmi è il supporto di una soluzione 'lip sync' per la sincronizzazione del flusso audio/video. La maggior parte dei dispositivi di visualizzazione, infatti, include chipset dedicati all'elaborazione dell'immagine, che permettono di adattarne il formato d'ingresso a quello nativo dello schermo o di migliorare la qualità del colore. Questi richiedono la memorizzazione di un certo numero di immagini, tipicamente compreso tra tre e cinque, quindi inducono una latenza nella visualizzazione di oltre 50 ms, limite oltre il quale la sensibilità dello spettatore è in grado di percepire disallineamento tra immagini e sonoro. La funzionalità lip sync permette di controllare i parametri specifici dei diversi dispositivi per compensare le latenze.

Protezione contro la pirateria

Hdmi adotta la tecnologia Hdc, sviluppata da Digital Content Protection, sussidiaria di Intel, per la protezione crittografica dei contenuti multimediali, già introdotta nello standard DVI. Il supporto per tale protocollo non è mandatario, ma fortemente consigliato in un periodo in cui la pirateria informativa ha raggiunto numeri da capogiro. Ogni dispositivo Hdmi è dotato di chiave privata sulla base della quale vengono generate le chiavi pubbliche utilizzate per la cifratura dei messag-

gi. Questo consente di garantire l'autenticazione dei dispositivi connessi nella catena, di prevenire l'ascolto non autorizzato dei dati, di escludere sistemi compromessi. La validazione della chiave avviene lungo tutta la catena a valle della sorgente e prima di iniziare la trasmissione dei dati. Dopo aver stabilito la connessione, ogni due secondi circa, la sorgente verifica che i dispositivi connessi siano gli stessi, che il link

La specifica 1.4

non sia stato compromesso, ad esempio ripartito su due linee, così da connettere un dispositivo di registrazione, che la cifratura sia ancora attiva.

La versione 1.4 del 2009 prevede all'interno del cavo Hdmi una linea Ethernet a 10/100 Mbps. Ormai tutte le console di gioco dispongono, infatti, d'interfaccia di rete per il gaming online e si stima che tale connettività sarà presto presente su oltre il 20 per cento dei prodotti consumer per applicazioni, ad esempio, di automazione residenziale. L'introduzione della linea Ethernet nel cavo Hdmi evita l'utilizzo di una linea separata, consente di condividere la connessione Internet tra tutti i dispositivi, abilita il supporto per applicazioni IP based come Dlna, UPnP, IPTv e LiquidHD. Oltre alla linea Ethernet è stato introdotto un canale audio di ritorno, utile nel caso di un televisore che abbia tuner o lettore DVD integrati, per inviare il sonoro a un registratore A/V esterno. Sono poi specificati il supporto per i più comuni formati per applicazioni 3D, per sistemi con risoluzioni fino a 4.096x2.160 pixel e 20 frame al secondo, compatibili con formati cinematografici, per gli spazi di colore sYCC601, AdobeRGB e AdobeYCC601, per esperienze di visione più realistiche. Infine, sono stati introdotti due tipi di connettori, di cui uno di ridotte dimensioni (Tipo D - 6,4x2,8 mm), adatto a dispositivi mobili come telefonini o videocamere portatili, e uno (Tipo E) qualificato dal punto di vista di resistenza a vibrazioni, shock, temperatura e rumore ambientale, per applicazioni in campo automotive. ■



La specifica 1.4 aggiunge la versione micro alle serie standard e mini dei connettori Hdmi

(*) Fonti: S. Venuti Introducing the HDMI .4 Specification Features; www.hdmi.org