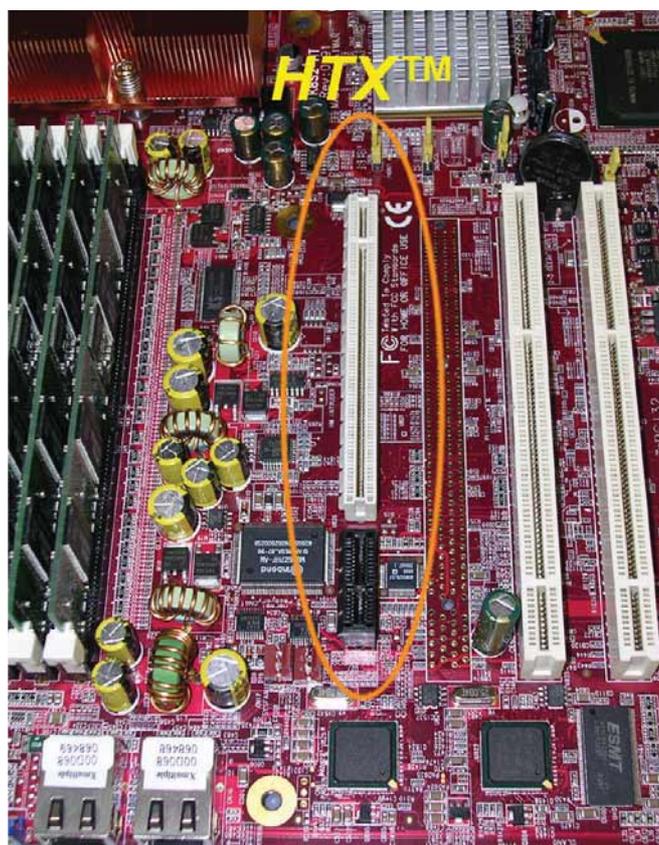


# Lo standard HyperTransport

La tecnologia HyperTransport fornisce un collegamento punto-punto ad alta velocità ed elevate prestazioni per i circuiti integrati

GIORGIO CORONA

**H**yperTransport è una tecnologia di comunicazione fra chip e chip, scheda e scheda, dispositivo e dispositivo, completamente scalabile, caratterizzata da alte prestazioni, bassa latenza e bassi costi, ideale quindi per dispositivi a prestazioni elevate, sistemi embedded, reti informatiche, PC, workstation, postazioni multimediali, server e supercomputer. Assicura una connessione universale progettata per ridurre il numero di bus presenti all'interno del sistema, per garantire un collegamento a elevate prestazioni per applicazioni embedded e per la realizzazione di sistemi di multiprocessing di elevata scalabilità. È l'unica tecnologia d'interconnessione nativa della CPU in grado di garantire un collegamento diretto ad alto rendimento e a bassa latenza tra processore e processore, tra processore e periferiche (attraverso il connettore HTX) e tra processore e I/O. Introdotta nel 2001, è stata adottata diffusamente diventando la tecnologia d'interconnessione con la più vasta gamma di applicazioni industriali e non; gli ambiti di utilizzo spaziano infatti dall'intrattenimento (Xbox di Microsoft, per esempio) ai server cluster, ai supercomputer come Cray XT3. HyperTransport si basa sulla trasmissione di dati a pacchetti. Supporta percorsi dati asimmetrici a larghezza variabile e utilizza un protocollo di trasmissione altamente efficiente, che riduce l'overhead dei pacchetti, ottimizzando le prestazioni in termini di larghezza di banda e bassa latenza. Per il collegamento fisico HyperTransport impiega un cavo di trasmissione del segna-



**HyperTransport assicura una connessione universale progettata per ridurre il numero di bus presenti all'interno del sistema**

le differenziale a bassa tensione (Lvds da 1,2 V), per ridurre al minimo la diafonia di segnale e le interferenze elettromagnetiche (EMI). Altri vantaggi di questa tecnologia royalty-free sono: applicabilità universale, scalabilità, alto

Fonte: HyperTransport Consortium

livello d'integrazione, bassi consumi energetici, estensibilità trasparente ad altri standard d'interconnessione come PCI, PCI-X e PCI Express, retrocompatibilità.

### Bus a confronto

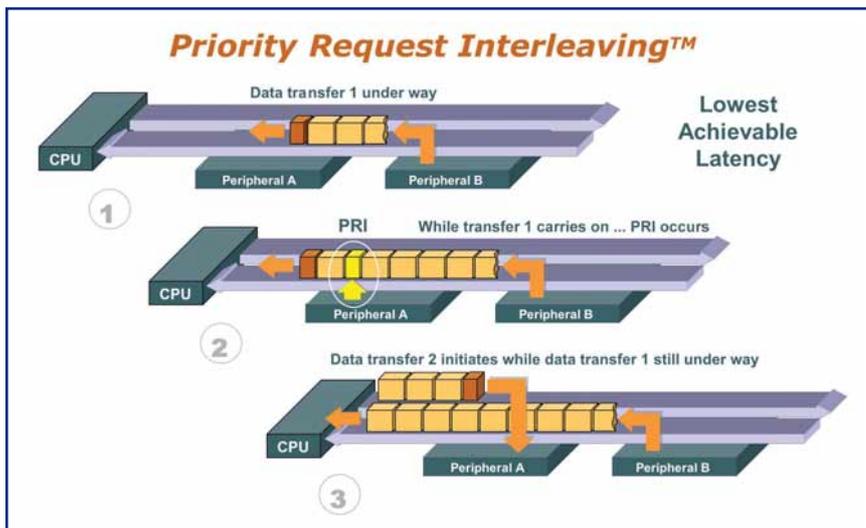
Rispetto ai bus condivisi multidrop quali PCI, PCI-X o SysAD, HyperTransport fornisce un'interfaccia elettrica più snella, con una larghezza di banda nettamente maggiore, pari a un massimo di 41,6 GB/s aggregati. A differenza dei bus condivisi, multidrop, che gestiscono simultaneamente indirizzi, dati e comandi, questo sistema utilizza collegamenti unidirezionali veloci e precisi, che trasportano sia i dati, sia i comandi, codificandoli in pacchetti. I collegamenti unidirezionali garantiscono una maggiore integrità di segnale in caso di alta velocità e consentono una trasmissione dei dati più rapida attraverso i segnali Lvds a bassa tensione (1,2 V). Per questo motivo, la tecnologia HyperTransport riduce drasticamente il rumore indotto e irradiato associato ai bus paralleli ad alta velocità (dati/indirizzi multiplati, più segnali clock e controllo), fornendo una larghezza di banda scalabile, al fine di adattarsi ad architetture di prodotto specifiche. Rispetto ad altre tecnologie I/O, quali RapidIO e PCI Express, HyperTransport è l'unica interconnessione con funzionalità FSB (Front Side Bus) 'nativa del processore'. Dunque, essendo un vero e proprio FSB, supporta le connessioni tra processore e processore e direttamente tra processore e I/O senza l'utilizzo di una logica di controllo intermedia, che penalizzerebbe prestazioni e latenza, come nel caso di PCI Express.

Per questo è stata integrata in una vasta gamma di processori x86, Mips e proprietari di aziende come AMD, Broadcom, NetLogic Microsystems, PMC-Sierra, Raza Microelectronics e Transmeta. Inoltre, grazie alla modalità Direct Connect, funziona come interconnessione di clock forwarding, ovvero il clock viene trasmesso attraverso un canale dedicato, eliminando la pesante penalizzazione del 20% in termini di latenza provocata dalle tecniche di codifica/decodifica 8B/10B tipica di altre interconnessioni (RapidIO, PCI Express). HyperTransport utilizza inoltre un protocollo a pacchetti particolarmente efficiente grazie alla funzionalità Priority Request Interleaving, che permette ai controller periferici di effettuare le transazioni con CPU e memoria su un link HyperTransport, mentre altre periferiche proseguono le loro transazioni con CPU e memoria su un altro link HyperTransport.

Non è comunque facile e immediato un raffronto fra le capacità di HyperTransport e quelle di altri bus. Le velocità 'grezze' di clock e trasferimento dati, infatti, non tengono conto della differenza fra larghezza di banda 'grezza' e 'reale', pari al trasferimento totale di dati meno l'overhead. PCI e PCI-X sono molto indietro rispetto ad altre tecnologie d'interconnessione di nuova generazione. Per esempio,

il bus PCI tradizionale a 32 bit/33 MHz trasferisce dati a 133 MB/s, mentre PCI-X trasferisce dati fino a 1 Gb/s. RapidIO trasferisce i dati a 3,125 Gb/s, mentre PCI Express opera a una velocità di 2,5 Gb/s.

L'ultima specifica HyperTransport 3.0 definisce una velocità di trasferimento dati pari a 5,2 Gigatransfer/s, cioè 2,6 GHz di velocità di clock x2 in base alla funzionalità DDR (Dual Data Rate) di HyperTransport. In ogni caso, i numeri lordi di larghezza di banda sono meno importanti della



L'efficienza di HyperTransport è data anche dalla funzionalità Priority Request Interleaving

larghezza di banda netta per il trasferimento di dati. HyperTransport raggiunge un livello massimo di 41,6 GB/s di larghezza di banda aggregata con la minima latenza possibile.

### Royalty-free e costi di produzione più bassi

La tecnologia HyperTransport comporta un investimento poco oneroso per l'implementazione, grazie a diversi fatto-

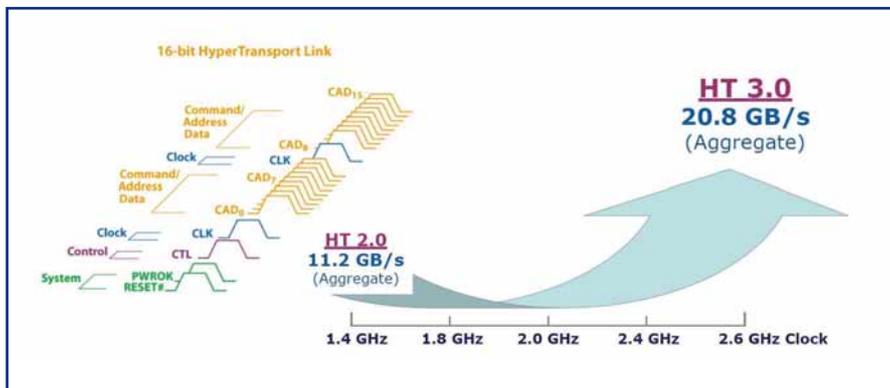
### Un po' di terminologia

I link (o collegamenti) di HyperTransport collegano diversi dispositivi in modalità 'concatenata'. Ogni collegamento deve disporre di un 'host' che agisce come master e di un dispositivo terminale, detto 'cave'. Eventuali dispositivi HyperTransport aggiuntivi, detti 'tunnel', vengono inseriti in modalità concatenata tra host e cave.

Se un link HyperTransport deve essere collegato a un altro standard d'interconnessione I/O, è il dispositivo 'bridge' a fornire il collegamento tra le due interconnessioni, per esempio un bridge che interfaccia HyperTransport con lo standard PCI Express. Tunnel e bridge possono essere utilizzati anche come terminali o cave. Ogni link è in grado di supportare fino a 32 controller HyperTransport, che si tratti di host, cave, tunnel o bridge.

ri. Prima di tutto, è una tecnologia royalty-free, cioè non prevede il pagamento di diritti, il che significa che ogni sistema dotato di tecnologia HyperTransport non è soggetto al pagamento di royalty su ogni pezzo. In secondo luogo, bisogna considerare la struttura del canale elettrico di

trasmissione effettiva fino a 5,2 Gigatransfer/s in ogni direzione. Dato che i trasferimenti possono avvenire simultaneamente in entrambe le direzioni, è possibile raggiungere velocità di trasferimento aggregate pari a 20,8 GB/s e 41,6 GB/s attraverso configurazioni d'interconnessione con



**Dalla specifica 2.0 alla 3.0 HyperTransport ha raddoppiato le prestazioni, mantenendo la compattezza dei dispositivi e la bassa latenza**

un'ampiezza rispettiva di 16 bit e 32 bit. Per consentire l'ottimizzazione del sistema, la velocità di clock relativa ai dispositivi di ricezione e di trasmissione può essere impostata in base a parametri diversi. I collegamenti HyperTransport sono scalabili da un'ampiezza di 2 bit a una di 32 bit. I due collegamenti unidirezionali possono avere ampiezze diverse, cosa che consente di adattare l'architettura del sistema a prestazioni specifiche e a determinati obiettivi d'integrazione e

di costo. È possibile, infine, impostare l'ampiezza del bus durante la fase d'inizializzazione dei dispositivi.

HyperTransport. Utilizzando segnali ottimizzati LVD da 1,2 V, si riduce il rumore di segnale. L'impiego di un numero inferiore di linee d'interconnessione non multiplate riduce l'attività del segnale e i trasferimenti di dati mediante DDR a velocità di clock inferiori, aumentando nel contempo il data throughput. Tutti questi aspetti contribuiscono a diminuire le dimensioni dei circuiti stampati (PCB), abbassando anche i costi di produzione complessivi. Tutte le specifiche di HyperTransport, infine, sono retrocompatibili con le specifiche delle tecnologie precedenti, quindi qualsiasi tipo d'investimento compiuto si mantiene nel tempo.

di costo. È possibile, infine, impostare l'ampiezza del bus durante la fase d'inizializzazione dei dispositivi.

### Compatibilità e standard

HyperTransport è compatibile con i bus PCI, PCI-X e PCI Express attraverso la mappatura del software embedded. Inoltre, grazie alla larghezza di banda e al protocollo dati/comandi pacchettizzato, è facilmente estensibile attraverso l'utilizzo di bridge ad altre tecnologie I/O avanzate, per esempio RapidIO, AGP 8x, Firewire, USB, InfiniBand, PL-3, SPI-4.2, SPI-5.0 e Gigabit Ethernet.

### Velocità e ampiezza di banda

Il connettore HTX HyperTransport è uno standard sviluppato dal Consorzio HyperTransport, che definisce le caratteristiche elettriche e meccaniche di un connettore slot a livello scheda e che permette la connessione diretta delle periferiche ad elevate prestazioni e di ultima generazione relative alle schede con la CPU o le CPU del sistema. Il connettore HTX consente ai sottosistemi periferici ad alta intensità di calcolo, come co-processor, adattatori per ser-

Il connettore HTX HyperTransport è uno standard sviluppato dal Consorzio HyperTransport, che definisce le caratteristiche elettriche e meccaniche di un connettore slot a livello scheda e che permette la connessione diretta delle periferiche ad elevate prestazioni e di ultima generazione relative alle schede con la CPU o le CPU del sistema. Il connettore HTX consente ai sottosistemi periferici ad alta intensità di calcolo, come co-processor, adattatori per ser-

### Tabella riepilogativa dei sistemi con tecnologia HyperTransport a livello mondiale (2003-2009) in migliaia di unità (Fonte: In-Stat 8/05)

Tipo di dispositivo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Tasso crescita annuo medio
PC desktop	6.701	10.496	23.325	26.276	28.930	30.775	33.861	31,0%
PC notebook		1.147	4.281	7.350	9.646	11.717	14.932	67,1%
Server	56	348	904	1.284	1.643	1.886	2.178	84,2%
Console	5.650	3.850	2.575	1.350	675	325	-	-
Router	5.312	7.171	9.152	13.147	17.651	21.541	26.836	31,0%
Totale	17.719	22.985	40.237	49.407	58.544	66.243	77.807	28,0%

