

Quando la dimensione del pacchetto conta

La tecnologia Serial RapidIO (SRIO), sempre più diffusa nei processori e nei chipset di produttori come Freescale, insieme a 10 Gigabit Ethernet, sta suscitando un interesse sempre maggiore per l'interconnessione di sistemi/schede. Per verificare il livello di prestazioni degli attuali sistemi, Kontron ha verificato le prestazioni SRIO utilizzando sistemi MicroTCA

Matthias Greulich
Software Design engineer

Claudia Bestler
Business Development and Product Marketing

Kontron



I sistemi avionici nell'industria aerospaziale, i sistemi radar, i sonar e altri apparati digitali che sfruttano la risonanza utilizzati in campo medicale, nelle misure mobili in ambito cellulare e nei sistemi di elaborazione digitale delle immagini devono fornire risultati sempre più accurati e precisi. I metodi impiegati per migliorare le prestazioni di questi sistemi sono basati su nuovi processi e algoritmi che a loro volta richiedono una trasmissione più precisa e sempre più veloce dei dati per aumentare le prestazioni e il livello di qualità del sistema. Per l'elaborazione e valutazione di questi dati grezzi sono disponibili computer con potenza di elaborazione sempre più elevata. La scelta delle interfacce di trasmissione dati più idonee è dunque divenuta un elemento di fondamentale importanza. In sistemi di questo tipo è opportuno utilizzare strutture a commutazione seriale come ad esempio 10 Gigabit Ethernet o SRIO per la comunicazione scheda-scheda. Entrambe le tecnologie offrono prestazioni decisamente avanzate e in grado di supportare future evoluzioni a velocità nominali di 10 Gbit/s o 12,5 Gbit/s per SRIO (3,125 Gbaud x 4 canali). I metodi di trasmissione presentano tuttavia risultati differenti in termini di velocità dati effettiva.

Uno sguardo all'efficienza

La differenza tra velocità nominale e velocità effettiva di trasmissione dati dipende sostanzialmente dalla latenza e dallo jitter. Durante lo sviluppo dello standard SRIO è stata prestata particolare attenzione alla minimizzazione di qualsiasi fattore di disturbo. Al fine di ridurre il numero di interrupt, SRIO permette di sfruttare il concetto di Quality-of-Services: SRIO è in grado di assegnare delle priorità al traffico dati per migliorare significativamente le prestazioni di sistemi che fanno girare in parallelo diversi processori.

Ogni endpoint SRIO può fungere da "master" o da "slave", per esempio durante le operazioni logiche di I/O (memoria condivisa) o di messaggistica (doorbell, messaggi). In questo modo il "master" può avviare direttamente i processi di scrittura e lettura nella memoria dello "slave", operazione che contribuisce a ridurre il numero totale di interrupt nel sistema,

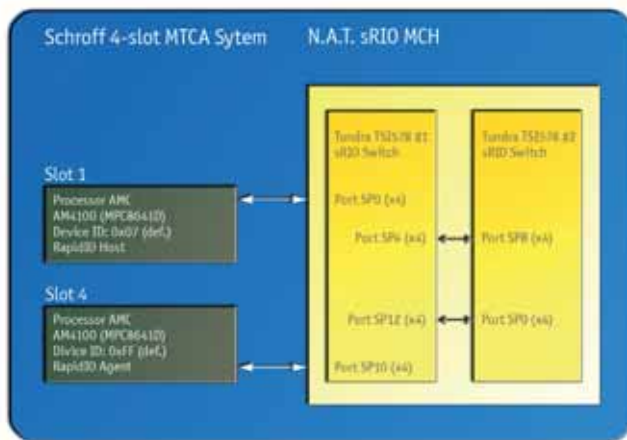


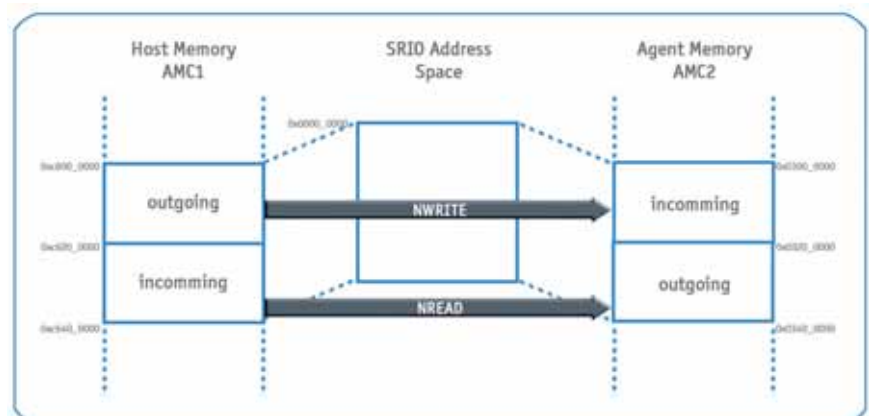
Fig. 1 - Configurazione di sistema per l'applicazione di prova

con effetti positivi sulle prestazioni complessive dello stesso. Per la protezione contro gli errori di trasmissione è presente una funzione di rilevazione e correzione integrata di errori implementata a livello hardware: SRIO trasmette il segnale di clock insieme al flusso di dati, riducendo ulteriormente la latenza. SRIO è inoltre caratterizzato da un overhead decisamente inferiore rispetto a 10 Gigabit Ethernet. In un pacchetto da 64 byte trasmesso su 10 Gigabit Ethernet, per esempio, circa un terzo è assegnato all'overhead.

La velocità di trasferimento dati è in effetti solo del 66% in presenza di un pacchetto di identiche dimensioni, SRIO garantisce invece una velocità effettiva di trasmissione dati del 95%: in virtù di tale caratteristica e del minore overhead, le prestazioni risultano superiori in misura pari al 50%.

Per ridurre l'overhead, SRIO utilizza una struttura a strati più "snella". Mentre il Layer Standard ANSI raccomanda sette strati per le interfacce dati, SRIO utilizza tre soli strati: lo strato logico, lo strato di collegamento e lo strato fisico. L'ID utilizzato e il protocollo "package oriented" di SRIO hanno un effetto diretto sul software applicativo in quanto le operazioni richieste, come per esempio manutenzione e transazioni di scrittura o lettura, possono essere effettuate senza incorrere in un overhead maggiore. Dopo l'enumerazione DTIO (= riconoscimento sistema: Configurazione Switch Routing Table SRIO e allocazione dell'ID del dispositivo agli agenti SRIO partecipanti) attraverso l'host SRIO e l'impostazione delle risorse necessarie (ovvero ATMU SRIO end-

Fig. 2 - Da memoria host a memoria agente / due moduli AM4100 AdvancedMC nel sistema OM6040



Dati utenti a PDU

I dati, sotto forma di file o di contenuto della memoria, per essere trasmessi ad esempio tramite SRIO o Ethernet, devono essere divisi in pacchetti dati con dimensioni definite. Ogni pacchetto di dati utente riceve un cosiddetto overhead che contiene informazioni di gestione supplementari specifiche del protocollo (ovvero destinatario, checksum per correzione errori e così via). Esso va ad aggiungersi al cosiddetto PDU (Protocol Data Unit). Quanto maggiore è la quota di dati utente rispetto all'overhead, tanto migliore sarà la velocità di trasferimento dati. Tuttavia, la velocità di trasferimento dati non può essere incrementata all'infinito aumentando la quantità di dati utente per PDU. Quando i pacchetti di dati utente sono troppo grandi, singoli errori nei pacchetti dati possono produrre ritardi spropositati nel flusso di dati. Il "riempimento" sequenziale di pacchetti dati può anche causare ritardi nell'elaborazione da parte della CPU in quanto vengono generati stati di attesa.

point = Address Translations and Mapping Unit), il trasferimento dati può avvenire come operazione logica I/O (NREAD, NWRITE) e/o messaggio.

Differenze misurabili nelle prestazioni

Al fine di documentare e quantificare le prestazioni SRIO, Kontron ha eseguito diversi test sul sistema MicroTCA Kontron OM6040 (Fig. 1). Il sistema MicroTCA è equipaggiato con due moduli Kontron AM4100 AMC con processori Freescale dual-core MPC8641D come host SRIO (MicroTCA slot 1) e agente (MicroTCA slot 4) e con un Controller Hub SRIO MicroTCA (MCH) con due switch SRIO. A livello di

Kontron OM6040 Compact

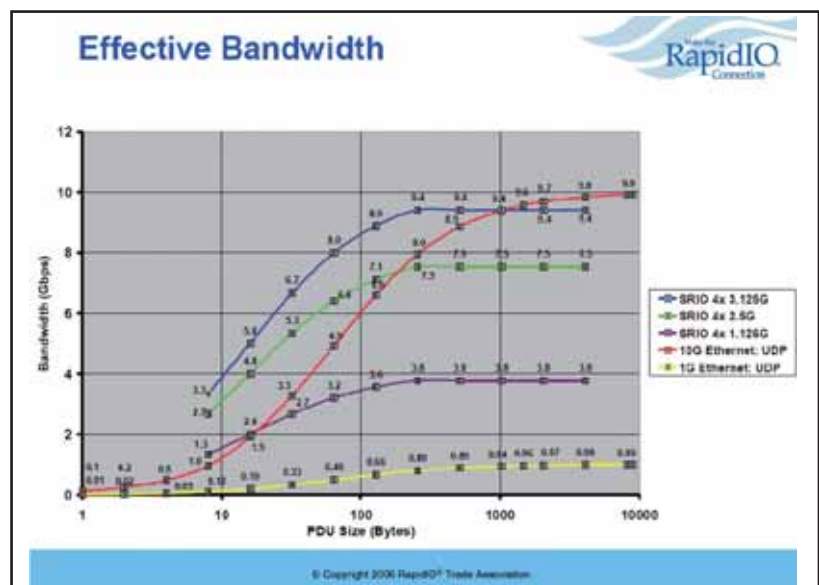
Le prestazioni offerte dallo standard SRIO sono state sperimentate sul sistema MicroTCA, Kontron OM6040 Compact. Si tratta di una piattaforma a cinque slot per lo sviluppo di sistemi di multiprocessori piccoli, compatti e altamente integrati basati sulla tecnologia MicroTCA. Tra i numerosi campi di applicazione si possono segnalare i settori delle telecomunicazioni, Triple Play, difesa, pubblica sicurezza, avionica, sistemi di elaborazione video e di visualizzazione usati in campo medicale o nella gestione industriale della qualità.

Dimensionalmente compatto (3U di altezza, 250 mm di profondità e 156 mm di larghezza), il sistema è progettato per ospitare un MCH full-size (MicroTCA Carrier Hub) e fino a quattro Advanced Mezzanine Card (AMC), compresa alimentazione elettrica e ventola, ed è disponibile in diverse configurazioni base con MCH e AMC combinati e con sistema operativo preinstallato. OM6040 mette a disposizione un backplane con topologia single star per SRIO, GbE e PCI Express insieme alla funzione di gestione della potenza MicroTCA. L'alimentazione viene fornita tramite backplane, in modo da rendere superflui i moduli d'alimentazione MicroTCA con conseguente risparmio in termini di tempi di sviluppo e costi. Il Memory Controller Hub è dotato di switch GbE e PCI Express/SRIO. Il backplane prevede inoltre porte SAS e SATA. La configurazione di OM6040 può essere adattata singolarmente in funzione di specifiche esigenze.

sistema operativo (RTOS) si è fatto ricorso a VxWorks 6.6 di Wind River con Kontron Board Support Package (BSP) per AM4100 / AM4101 e una corrispondente applicazione di test. In questa configurazione è stata misurata la velocità di trasmissione dati (supportata da DMA) di NWRITE (host scrive sull'agente) e NREAD (host legge da agente): i risultati sono riportati nel grafico di figura 2. Durante il processo di scrittura dalla memoria della CPU host sulla CPU agente tramite SRIO, è stata raggiunta una velocità dati utente di 6,44 Gbit/s. Durante il processo di lettura in dire-

Fig. 3 - La velocità dati utente (larghezza di banda) dipende dalle dimensioni dei pacchetti (PDU), Fonte: RapidIO Trade Association

zione opposta, i dati sono stati trasferiti tramite SRIO a una velocità di 7,7 Gbit/s. In un test simile effettuato presso l'Università dell'Oklahoma, 10 Gigabit Ethernet ha fatto registrare, con una dimensione PDU di 64 byte, una velocità di soli 3,3 Gbit/s (Hernan A. Suarez: Recent Study on High Speed Serial Links for Multifunction Digital Array Receivers and Processors, 2008: http://arrc.ou.edu/~rockee//RIO/arrc-1p-SRIO_Aurora-Hernan.pdf). Nel caso di pacchetti dati di dimensioni inferiori, SRIO offre una capacità di trasmissione dati doppia rispetto a 10 Gigabit Ethernet. Solo con pacchetti dati (PDUs = Protocol Data Units) maggiori di 1.000 byte, 10 Gigabit Ethernet offre prestazioni migliori, come riportato in figura 3 (Fonte: RapidIO). In un sistema reale, la velocità effettiva dei dati non dipende solo dalla quota/percentuale di dati utente in una PDU. Sebbene all'incremento delle dimensioni dei dati utente corrisponde un aumento della velocità effettiva di trasmissione dei dati (in quanto l'overhead del pacchetto è minore), quando entrambi i processori stanno scrivendo e leggendo sulle due estremità della catena, è necessario elaborare i pacchetti con i relativi interrupt. L'effetto dovuto alla latenza e allo jitter può inoltre far diminuire la velocità effettiva. Nel corso di un test in cui è stato utilizzato un endpoint SRIO XILINX LogiCORE IP Serial RapidIO v4.4 basato su un FPGA XILINX Virtex-5 con TAMC900 di Tews Technologies (Fig. 4), è stata misurata una velocità ancora superiore. Il processo di scrittura sull'intera catena dalla memoria host di Kontron AM4100 alla memoria di TAMC900 (logic RAM) tramite SRIO è stato effettuato a una velocità di 8,31 Gbit/s, con dimensioni dei dati grezzi di 64 kByte. Nella direzione opposta, il processo di scrittura è



avvenuto a una velocità di 7,52 Gbit/s. Queste serie di misurazioni per dimensioni differenti dei dati grezzi - comprese tra 1 kByte e 64 kByte - permette di evidenziare i reali cambiamenti (Fig. 6). La tecnologia SRIO è particolarmente consigliata per applicazioni che richiedono una trasmissione continua di dati, come ad esempio sensori di misura, radar o sistemi di telecomunicazione. Le future evoluzioni di SRIO vedranno, insieme all'aggiunta di molte altre caratteristiche, un ulteriore miglioramento delle velocità di trasferimento (5 Gbaud, 6,25 Gbaud) per soddisfare la domanda le esigenze di questi segmenti applicativi.

Architettura flessibile del sistema

Per fare in modo che gli sviluppatori possano sfruttare i vantaggi di SRIO, Kontron non offre solo soluzioni su CPU ma anche a livello di sistema. Una delle numerose possibilità di configurazione è rappresentata dal sistema MicroTCA

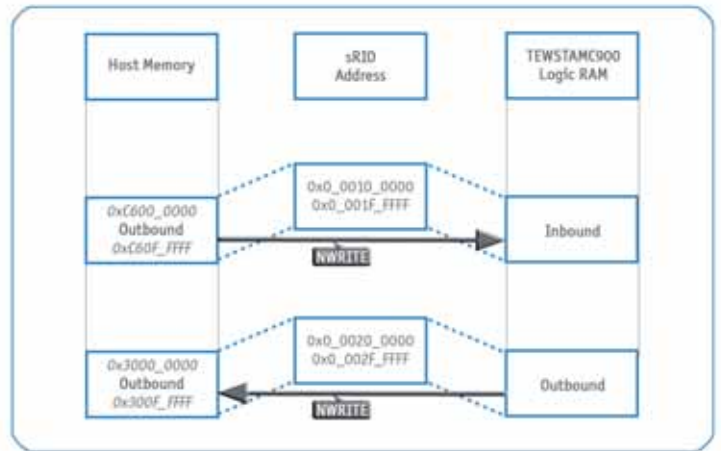
Raw Data Size	Tx	Rx	Tx Through	Rx Through	Tx Through	Rx Through	Tx Through	Rx Through
[kByte]	[us]	[us]	[MByte/s]	[MByte/s]	[GByte/s]	[GByte/s]	[Gbit/s]	[Gbit/s]
1	5,12	9,94	190,73	98,25	0,19	0,10	1,60	0,82
2	5,63	9,76	346,91	200,12	0,34	0,20	2,91	1,68
4	7,67	11,64	509,29	335,59	0,50	0,33	4,27	2,82
8	11,27	15,64	693,21	499,52	0,68	0,49	5,82	4,19
16	18,97	23,74	823,67	658,17	0,80	0,64	6,91	5,52
32	34,67	39,34	901,36	794,36	0,88	0,78	7,56	6,66
64	63,07	69,74	990,96	896,19	0,97	0,88	8,31	7,52

Fig. 5 - Modifica delle prestazioni per dati grezzi da 1 kByte a 64 kByte

OM6040 Compact con scheda CPU Kontron AM4100 integrata e MCH, la medesima utilizzata in questa prova comparativa. In questo sistema AM4100 - che funge da host SRIO - si preoccupa della gestione dei componenti SRIO e il Memory Controller Hub (MCH) provvede alle connessioni fisiche tra i componenti. La comunicazione avviene attraverso 1 o 4 canali. Per quanto concerne la tipologia di connessione, è previsto il supporto delle topologie a stella, ad anello e inoltre a maglia completa.

È possibile ottenere elevate potenze di elaborazione collegando, per esempio, 12 o più schede AMC insieme tramite SRIO con diversi switch, creando in tal modo una struttura a commutazione dalle prestazioni particolarmente spinte. Attualmente stanno affacciandosi alla ribalta nuove soluzioni che sostituiscono le schede DSP con schede CPU multicore, che consentono lo sviluppo di sistemi a partire da diverse schede CPU AM4100. Un aspetto interessante è rappresenta-

Fig. 4 - Memoria host su TEWS TAMC900 Logic RAM



to dal fatto che le schede Kontron AM4100 dispongono di un'unità vettoriale AltiVec da 128 bit, che assicura una corruzione minima della cache (cache pollution) in caso di elaborazione di quantità significative di dati. Kontron AM4100 è stato esplicitamente ideato per l'uso in sistemi per le infrastrutture di telecomunicazione per TEM (Telecommunication Equipment Manufacturers) o a sistemi di comunicazione dati a livello aziendale. Tra gli altri settori d'impiego del modulo processore PowerPC si possono annoverare elaborazione d'immagini nei settori medicale e industriale, nonché nell'industria aerospaziale. Le quattro interfacce Gigabit Ethernet garantiscono velocità di trasferimento dati molto elevate grazie all'utilizzo delle più recenti tecnologie per l'accelerazione del checksum di TCP e UDP, supporto QoS e manipolazione dell'intestazione del pacchetto. Come alternativa a SRIO è possibile utilizzare interfacce PCI Express che consentono un utilizzo della scheda in una ampia gamma di configurazioni. Se in una applicazione sono richiesti PCI Express e SRIO, la scelta più idonea è rappresentata da Kontron AM4101. Poiché le due interfacce funzionano su porte differenti della struttura Fat Pipes Regions di AMC (in conformità a quanto definito da SCOPE Alliance), AM4101 supporta sia PCI Express che SRIO. Se un OEM necessita di un sistema completo, sono disponibili componenti integrati conformi alle esigenze dei clienti. I sistemi Kontron MicroTCA supportano tutte le più diffuse interfacce dati (PCI Express, GbE, SRIO e così via) garantendo agli sviluppatori la più ampia libertà di scelta nello sviluppo del sistema.

Kontron

readerservice.it n. 21