

リアルタイムシステムの高速度インターコネクトに関する検討
 3ZB-02 -Fibre Channel 及び Myrinet の基本性能評価-

今井 照久† 水野 政治‡ 金子 智巳‡ 佐藤 裕幸†

†三菱電機(株) 情報技術総合研究所 ‡三菱電機(株) 鎌倉製作所

1 はじめに

現在、多くのリアルタイムシステムでは、専用ハードウェアによる実現から、COTS(Commercial Off-The-Shelf)化、汎用プロセッサによる実現に移行している。この時、近年のプロセッサの高速化によっても単一プロセッサでの実現は難しく、多数のプロセッサを用いた並列処理が必要であることが多い。このようなシステムでは、プロセッサ間を接続するデータ転送路(インターコネクト)が重要な構成要素の一つであり、システム全体の性能を大きく左右する。

我々が対象とするシステム概念図を図 1 に示す。複数プロセッサから成るデータ処理装置は、センサから入力される大量のデータを処理し、表示・記録装置等へ出力する。現在、我々は、外部機器との接続に用いるネットワークとしては、Fibre Channel(FC)を採用する予定である。したがって、FC がインターコネクトとしても適用可能であれば、開発コストやメンテナンス等の面で有利である。しかし、リアルタイムシステムのインターコネクトとしての適用例は少なく、性能が明らかでない。そこで本稿では、リアルタイム OS "VxWorks"の動作する 2 枚の SBC(Single Board Computer)間での FC の基本性能を評価した結果を

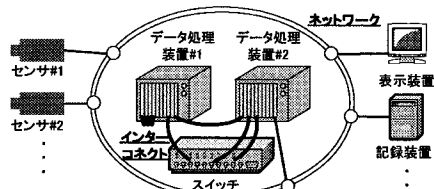


図 1 リアルタイムシステム概念図

An Examination of Interconnect for Real-Time Systems. -A Basic Performance Evaluation of Fibre Channel and Myrinet- Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation, 5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa, 247-8501, Japan

示す。また、比較対象として、クラスタ分野で実績がある Myrinet 及び 100Base-TX Ethernet に関しても、同様の評価を行った結果を示す。

2 Fibre Channel 概要

2.1 Fibre Channel

Fibre Channel(FC)は 1994 年に ANSI で標準化されたデータ転送方式であり、現在、SAN(Storage Area Network)の分野では実質的な業界標準となっている。本稿では、VxWorks の動作する SBC(6U VME)に取り付ける PMC(PCI Mezzanine Card)タイプの HBA(Host Bus Adapter)を評価対象とする。多くのメーカーが対象製品を発売しているが、ここでは、DY4 社の FC-HBA 製品を使用する。これは、他社製品と比べて、低遅延通信を特長とする VIA (Virtual Interface Architecture) をサポートする点で、インターコネクト用途に適していると予想されるためである。

2.2 VIA (Virtual Interface Architecture)

VIA は、コンパック、インテル、マイクロソフト社が中心となって標準化を進めている低遅延通信方式である [1]。VIA では、図 2 のように、NIC (Network Interface Card)が提供する VI を介してユーザレベルでのゼロコピー通信を実現する。

FC は当初からマルチプロトコル対応の設計となっており、その一つとして、FC 上に VIA をマッピングする規格(FC-VI)が作成されている。

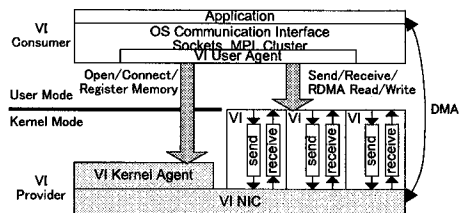


図 2 VIA のモデル

3 評価方法

3.1 評価対象

評価時のシステム構成を図3に示す。PMCタイプのFC/Myrinet-HBAをSBCに取り付け、スイッチやハブを使用せず、Point-to-Pointで接続した。評価に用いたSBC、HBAの仕様を表1に示す。FC(DY4社)は最大転送性能が1Gbps、Myrinetは1.28Gbps及び2Gbpsの計3種類に関して評価を実施した。一方、100Base-TX Ethernetに関しては、SBC(SVME-179)に付属のポートを使用した。

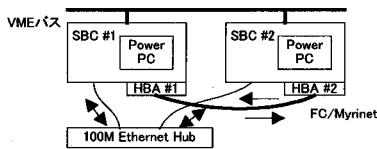


図3 システム構成

表1 使用機器

	FC (1Gbps)	100Base-TX Ethernet	Myrinet (1.28Gbps)	Myrinet (2Gbps)
SBC型名	SVME-179 (DY4)		MVME2301 (Motorola)	
CPU (クロック)	PowerPC750 (400MHz)		PowerPC603 (200MHz)	
PCI L/F	64bit/33MHz		32/64bit, 33MHz	
OS	Tornado2.0/VxWorks5.4			
HBA型名 (メーカー)	PMC-642 (DY4)	-	M2M-PMC32C (Myricom)	M3M-PMC64B (Myricom)
最大性能	1.0625Gbps	-	1.28Gbps	2.0Gbps
PCI L/F	64bit, 33MHz	-	32bit, 33MHz	32/64bit, 33/66MHz
ドライバ	VIPL REL 4.1	-	GM 1.2.3	GM 1.3.1

3.2 評価方法

図4に示すように、2枚のSBC間で所定のデータサイズを交互に送信/受信し、転送時間を計測した。転送データサイズは、1~128KByteとした。転送時間の計測はソフトウェアレベルで行い、VxWorksのtickカウンタの値をtickGet()関数で参照し、算出した。この時、計測誤差を小さくするため、経過時間が10秒以上となるまで転送を繰り返した。

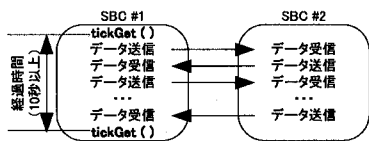


図4 データ転送パターン

4 評価結果及び考察

計測結果を表2に示す。FC(1Gbps)のスループットは、Myrinet (1.28Gbps)と比較して、ある程度

満足のいく結果と言える。しかし、リアルタイムシステムで重要となるレイテンシに関しては、一般的にオーバーヘッドが大きいとされるEthernetと同程度、またMyrinetの約4倍であり、VIAの特長である低遅延通信が活かされていない。VIA対応のcLANに関する評価では、良い性能が得られている[2]ので、本稿で使用したFCのドライバやHBAの実装方法に何らかの原因があると推測されるが、詳細については明らかにすることができなかった。

このHBAは、VxWorks対応FC製品の中で、初めてVIAに対応したものであり、製品として未成熟であることも原因と考えられる。Myrinetの評価結果を見ると、HBA及びGMドライバの成熟によって、2Gbps対応製品では性能が大きく向上している。したがって、2002年Q2に発売予定の2Gbps対応のDY4社FC製品では、VIAサポートの面で、より成熟した製品となっていることを期待したい。

表2 計測結果

	レイテンシ *1 [μ秒]	スループット *2 [MByte/sec] (最大転送性能比)
FC (1Gbps)	92.9	42.9 (40.4%)
100Base-TX Ethernet	95.9	3.3 (26.3%)
Myrinet (1.28Gbps)	23.9	34.7 (21.7%)
Myrinet (2Gbps)	11.6	159.5 (63.8%)

*1 転送データサイズ: 1Byte *2 転送データサイズ: 128KBytes

5 まとめ

リアルタイムシステムのインターコネクタへの適用性を検討するため、VIA対応のDY4社FC製品の基本性能評価を実施した。その結果、レイテンシは約93μ秒、スループットは43MByte/秒(最大性能の約40%)となり、特にレイテンシに関しては期待する程の性能は得られなかった。これは、評価対象の製品が未成熟であり、VIAの特長を十分に活かしていないことが原因であると考えられる。今後は、最大転送性能が2Gbpsに対応するDY4社のFC製品、及び、VIAをサポートしない他社のFC製品に関しても、性能評価を実施していく予定である。

参考文献

- [1] <http://www.viarch.org/>
- [2] 落合真一, 村山和宏, 山口義一, "VI Architectureによる分散リアルタイム環境の構築", 情報処理学会DPS研究会, Mar. 2000.