

PCI Express で ハイエンドなエンベディッド・ アプリケーションをイネーブルに

by Jim John, Product Marketing Manager, One Stop Systems

PCI Expressがホスト・アドイン・カード・バスに選択され、PCIの差し迫った入れ替え作業が続いていく中で、ハイエンドなエンベディッド・コンピューティング・アプリケーションの分野でも、PCI Expressがもたらした、大幅な躍進の成果を、いくつかの産業標準を通じた技術面において活用する準備が出来ています。そのための多くの標準アーキテクチャが、PCI-SIG、PICMG、VITAといった組織によって開発され、今後、リリースが始まろうとしています。これらの規格は、高性能なエンベディッド・コンピューティングに関連した夥しい数の問題を抱えるこの分野の設計者らに、確実に支援することになることでしょう。著者は、この記事で、彼ら設計者らによる、アーキテクチャの選択肢の幅を拡大することになった、PCI Expressという新しいテクノロジーの進化についてまず紹介し、次いで、SHB Express、XMC、MicroTCAの概要やPCI Express Cable、COM Express、CompactPCI Expressについても言及しています。

最も基本的な意味で、PCI Expressは、いくつかのトランスミッション・メディア上をシリアルに伝送されるパケット化されたPCIと比べていいでしょう。メディアは、バックプレーン、マザーボード、アドイン・ボードの内部をトレースしたり、標準化された多くのメカニカル・フォームファクタで見られるツイスト・ペア・ケーブルをトレースしたりすることができ、それは、高速なチップ2チップ、ボード2ボード、ボックス2ボックスのアプリケーションにとって相応しいものです。

PCI Expressは、低電圧差動信号(LVDS)を使って、最も基本的なフォームでいうと、4線式バスを介して、2.5GHzのクロック速度でPCIパケットを伝送します。この4線式バスは、PCI Expressレーンと呼ばれており、このレーンが提供する利用可能な帯域幅は、トータルで5Gbpsとなっています。PCI Expressの2つのエンドポイント・デバイス間にある1つのレーンは、x1(掛ける1)リンクと呼ばれ、拡張機能に合わせた任意の側波帯信号と一緒にあって、設計者らは、トータルで5-80Gbpsの範囲からなるバンド幅をもたらす、x1、x4、x8、x16といった、より高いバンド幅リンクを達成するために、PCI Expressのエンド・ポイント間にいくつかのレーンを置くことができます。PCI-SIGによる最近のPCI Expressプレリリースでは、第2世代のPCI Express(Gen2)のクロックレートを、2006年始めに、5 Gbpsへ倍増する計画です。それによって、2006年後半には、10-160 Gbpsのデータ伝送速度がもたらされることでしょう。

この規格のハードウェア部分に加え、PCI Expressは、オペレーティング・システムとアプリケーション・ソフトウェアに関して、PCIとは本質的にバックワード・コンパチブルとなっています。このコンパチビリティによって、アプリケーションやドライバの開発者らは、PCIベースのソフトウェア開発に使われるのと同じソフトウェア・ツールを利用することができます。

これは、ISA/EISAからPCIへのアドイン・カードが変化したときに、新しいツールとオペレーティング・システムを必要としたのとは対照的です。

PCI Express Cable

ハイエンドなエンベディッド・アプリケーションを支援するための第1のアーキテクチャは、PCI ExpressをベースとしたPCIコンパチブル・ケーブルの拡大/延長機能です。PCI Express Cableは、ホストのPCI Expressバスを高速ケーブルを介して伝送するために、PCI-SIGによって約束されている標準品です。これは、システム・エンクロージャにおいては内部で、ボックス2ボックス・タイプのアプリケーションでは外部で、そのような機能を果たすことができます。図1で示したようなケーブルを使用することで、PCI Expressバスを、ホストのCPUコンプレックスから、およそ6から7m延長することが可能です。それも、固有ノイズを抑圧するための、アクティブ・イコライゼーションは必要としません。



図1

この独特のケーブルは、Molex製のx8 PCI Expressエクスターナル・ケーブルで、データ・プラスPCI-SIG定義の側波帯信号を40Gbpsで伝送する能力を持っています。

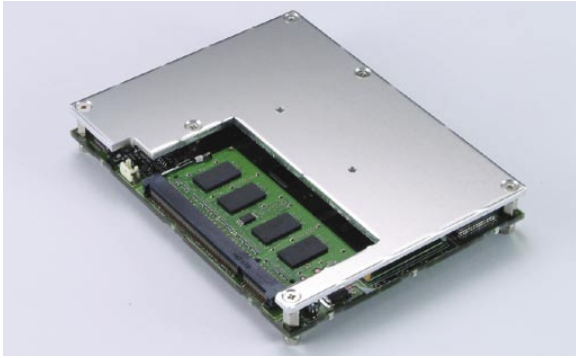


図2

銅線ケーブルを通してホスト・バスを伝送することにより、エンベディッドの設計者らには新しい世界が開かれます。というのも、PCI Express Cableは、遠隔で、温熱的に抑制されたエリアのエンベディッドI/Oサブシステムをホストするため、マシンのクール・エリアでハイエンドのコンピューティング・コアをイネーブルにするからです。ホストとI/Oシステムは、それぞれのシステムが必要とする、ロケーションやパフォーマンスに合ったさまざまなフォームファクタと形成することが可能です。例えば、ハイエンドでデュアルIntel Xeonクラスのホスト・システムでは、MicroTCAやPC/104や3UのCompactPCI Expressや独自のフォームファクタをベースとした、ハイエンドなエンベディッドI/Oサブシステムに対するオペレータ・インタフェースや高速データ・リンクに、そのコンピュータ・パワーを注力することができるでしょう。

PCI Express Cableのコンパリングなアプリケーションは、システムのホスト・バスを、ホスト・エンクロージャから拡張エンクロージャまでの任意の距離だけ拡張する一連の製品群からなる、拡張システムを含んでいます。こうしたアプローチは、ホスト・システムが、設計者らによって元々設計されたよりも、多くのアドイン・ボードをシステムに挿入するのを可能にします。そうした拡張システムの簡単な例として、4スロットのATXマザーボード・ホスト・システムを20スロット・システムに拡張するために、ホスト・インタフェース・ボードとケーブルと19スロット拡張シャーシを使っているのがあります。また、100枚以上のアドイン・ボードを備える拡張システムも、PCI Expressの拡張機能を活用することでおそらく可能となります。

PCI Express Cableには、現在市販されている他の拡張システムよりもユニークな特典があります。PCI Expressは、ホストバスとケーブル拡張プロトコルの両方の役割を果たしていますので、ドライバも、ホストバスから拡張プロトコルへの変換とその後の再変換も必要ありません。これにより、拡張リンクに関する僅かなスループット・レイテンシの根本原因が排除されます。PCI Expressは、現在市販されているケーブル拡張システムのうちで並ぶものがない、最新世代における、一定レベルのソフトウェア・コンパチビリティとパフォーマンス・スケーラビリティを提案しています。

その他のPCI Express Cableに対応したエンベディッド・アプリケーションは、ほとんどすべてのエンベディッド・マーケットで見出されます。例えば、医療業務、在庫管理アプリケーション、市販のラップトップの分野で有益な、ハイエンド・ハンドヘルドやポータブル・デバイス用の高速ドッキング・ステーション・リンクなどがそれで、そこでは、PCI Express Cableが採用されることでしょう。

ケーブル・ソリューションが扱えるだろう別のアーキテクチャには、ノンコンティヌアス(noncontinuous)・バックプレーンがあります。これは、円形にあるいはコーナーの周りに配置されるような、ノンコンベンショナルなコンフィギュレーションを持った、いくつかの小さなバックプレーンからなるフォームを取っています。また、よりコンベンショナルなアプリケーションでは、インナー・ケーブルによって、アドインカードがマザーボードに垂直に取り付けられている、1Uサーバのライザー・カードの取り替えということも可能です。

COM Express

もう1つの重要な規格は、COM Expressです。これは、パワフルなPCI Expressのコンピューティング・コアを、エンベディッド・システムの設計者ら向けに、スモール・フォームファクタへとパックしたもので、PICMGにより、Computer-On-ModuleテクノロジーのPCI Express実装が標準化されています。COM Expressでは、2つの異なるフォームファクタと共に、いくつかの別々のピンアウトが標準化され、エンベディッド・システムの開発者に、選択の機会を提案しています。

COM Expressの持つ重要な特徴は、次の通りです。

- 独立したプロセッサ・アーキテクチャ
- 2つのインピーダンス制御コネクタを備えたGen1とGen2のPCI Expressをサポート
- 125mm x 95mm x 18mmと155mm x 110mm x 125mmのフォームファクタ
- さまざまなコンフィギュレーションで、最大32レーンのPCI Expressをサポート

- PCI Express/PCIのピンアウトの組み合わせたハイブリッド・モジュールのサポート
- 高速シリアルI/OとレガシーなパラレルI/Oをサポート
- モジュールあたり最大160Wパワー・バジェット

これらの特徴を持ったモジュールにより、エンベディッド・システムの設計者らは、自身のコア業務を、アプリケーションに必要なカスタムI/O機能だけを備えたキャリア・カードに集中することができるようになります。そして、設計者らは、そのキャリアカードに、COM Expressのコンピューティング・コア・モジュールを取り付けることで、カスタマイズされたエンベディッド・シングル・ボード・コンピュータを作り出すことができます。そうして、そのモジュールのフォームファクタと能力は、ハイエンドなハンドヘルド・デバイスやカスタム形状のキャリア・ボードやカスタムのI/Oキャリアを設計する際の有益なツールとなることを示しています。そのキャリアのコンピューティング・コアは、アプリケーションに合わせた調整と共に、デザインが旧式にならないように新しいプラグイン・モジュールを使ったアップグレードが手軽に実現できます。

PICMGの会員企業の中には、COM Expressモジュールやロードマップを発表しているところもあり、図2に、PFUシステムズ社によるベーシック・フォームファクタのCOM Expressモジュールを紹介しています。

CompactPCI Express

ハンドヘルド・デバイスよりも大きなサイズのエンベディッド・システム向けに、CompactPCI規格は、CompactPCI Expressへの転換を進め始めています。CompactPCI Expressは、2005年中のリリースを予定しているPICMG規格です。その基本規格は、PICMG EXP.0と呼ばれ、次のような特徴を持っています。

- 個別のCompactPCI Expressカードへの電力配電を改良
- 改良型コネクタを備えたGen1とGen2のPCI Expressバンド幅のサポート
- CompactPCI/CompactPCI Expressのハイブリッド・システムのための規定の追加

テレフォニ・バスをサポートしているユーザI/OピンやリアI/Oトランザクション・モジュールといったCompactPCIの基本的な特徴と基本的な機械的仕様は、CompactPCI Express規格の中に留まります。つまり、これは、6UのCompactPCI Expressカードにおいて、J3-J5の機械的属性が、CompactPCIの基本規格と同じまま留まるということです。

対照的に、CompactPCIのJ1とJ2は、改良型コネクタに置き換えられます。電力配電は、7ピンのユニバーサル・パワー・モジュール(Universal Power Module=UPM)を使って行われます。このUPMは、400W以上の電力を、個別のカードへ分配することができます。高速なPCI Expressインターコネクタは、3列のアドバンスド差動ファブリック(Advanced Differential Fabric=ADF)を使って実現されます。このADFコネクタを2つ使って、PCI Expressの有効バンド幅を最大120Gbpsまでバックプレーンに対して提供しています。ミニ・エンリッチ2mmハード・メトリック(eHM)は、それが使われるスロットに依存しながら、さまざまな役割を果たしています。eHMは、3UカードのフォームファクタにリアI/Oを、低電源(<34W)カードに電源を、PXIトリガー信号を、そして、ジオグラフィカル・アドレッシングを実現できるキーとなるコネクタです。スイッチ・カードは、ファンアウト機能を通して多数のCompactPCI Expressカードをサポートするのに使われますが、これには、ファイブ・ポジションのUPMと追加のPCI Expressスロットに対するファンアウトを最小化するためにADFコネクタで満たされたカード・エッジが備わっています。

CompactPCI Expressを活用しようとするエンベディッド・システムの初期のメーカーらは、幅広く利用できる3Uと6UのレガシーなCompactPCIやPXI I/Oのカードをテコ入れするものと思われます。これは、直ちに利用できるCompactPCIシャーシと新しく設計されたCompactPCI Express/CompactPCIのハイブリッドなシステム・バックプレーンを使って達成されることでしょう。そして、スイッチやブリッジの置き換えによって、バックプレーンのダイレクト統合やリア・パレット・ブリッジやスロット・ロードのスイッチ/ブリッジ・カードを搭載することができます。One Stop Systems社からのCompactPCI ExpressとCompactPCIを使ったハイブリッド・システムは、今、市場に投入されつつあります。



図 3

SHB Express

システム・ホスト・ボード(System Host Board=SHB) Expressというのは、パッシブ・バックプレーンのPICMG1.3規格です。SHB Expressでは、新しいPCI Expressのホスト・シングル・ボード・コンピュータのフォームファクタが定義され、パッシブ・バックプレーンのPCI/PCI Express市場がサポートされています。

SHB Expressの特徴は次の通りです。

- カード・エッジ・コネクタ上に、20レーンのPCI Expressと1つのPCI-Xバス
- SHBホストへのケーブルを節約するためにバックプレーンヘルディングしている、USB、イーサネット、シリアルATA向けの専用コネクタ
- より高性能なプロセッサをサポートするため、ホスト・ボードに対する電力容量の増強

SHB Expressをベースにしたエンベディッド・システムは、"シューボックス"スタイルのシステムから、高さ17インチ未満の1Uサーバまでをカバーしており、これらのフォームファクタがエンベディッドのマシン制御、SCADAシステム、コンピュータ・テレフォニ、ミリタリ・コミュニケーションといったアプリケーションの分野で役立つものであることを示しています。そうしたシステムの処理能力は、One Stop Systems社や他のPICMGメンバーから出荷されているデュアルXeonの性能域に達しています。

XMC

他にもいくつかのスマート・フォームファクタに基づいたPCI Expressアーキテクチャがあり、それらも、ハイエンドなエンベディッド・システムにおいて有効なことを示しています。その1つに、PICMGとVITAの共同作業なるものがあり、そこでは、PCIメザニン・カード(PMC)規格をアップデートし、PCI Expressと共に高速のファブリック・シグナルを取り扱うことを進めています。ベースとなる規格は、PICMG XMC.0あるいはVITA42として知られているものです。

まとめてXMCと呼ばれるこの規格では、プロセッサ・ボードやI/Oボード用に、高速ファブリック・コネクタを追加した改良型PMC規格の精密なメカニカル・フットプリントに従って、スマート・フォームファクタが定義されています。このボードのフットプリントは、PMCカードと同じで、シングル幅カードでは、74mm x149mmです。XMCのサンプルを、図3に示しています。

XMCとPMC、それに、これらの規格のプロセッサ・イネーブル・バージョンの組み合わせは、ハイエンドでエンベディッドな分野の設計者らに対し、CompactPCI ExpressあるいはCOM Expressによって生み出されたものと同様の恩恵をもたらします。XMCは、エンベディッド・バックプレーンに接続されるベース・ボードに対して機能を追加することで、CompactPCI Expressシステムを機能アップするように設計されていますので、これらの設計者らは、このXMCを、エンベディッド・システム内のカスタムなキャリア・カードに接続された、スタンドアロン・モジュールとしても活用します。COM Expressのように、このキャリア・カードは、機能的、機械的な要件に合わせたアプリケーション・スペシフィックなものであっても構いません。XMCのコネクタあたりの有効帯域幅が20Gbpsで、電力消費量が7Wから20Wの範囲にある場合、XMC規格は、エンベディッドの設計者らに、強力なツールを提供することになります。

MicroTCA

MicroTCAは、PICMGが開発の進んでいる規格の1つです。エンベディッドの設計者らを支援することに主眼が置かれています。この規格は、PICMGですでにリリースされているアドバンスド・メザニン・カード(Advanced Mezzanine Card=AMC)規格の拡張版です。AMCは、高速のスイッチ・ファブリック、ホットスワップ、IPMIのシステム・マネジメントのようなアドバンスドな特徴をAdvancedTCA規格に対してサポートするために、選択できるメザニン・フォームファクタです。

アドバンスド・メザニン・カード(AMC)は、プロセッサとI/Oの両方の機能を収容していて、AMCのボード領域は、大雑把に言って、3UのCompactPCI Expressカードと同じですが、PCI ExpressやRapidIOやEthernetを始めとしたインターコネクティブ・ファブリックに関するいくつかの選択肢も用意されています。

MicroTCAは、高速のシリアル・ファブリックなインターコネク
トを搭載したスタンドアロンのエンベディッド・アーキテクチャの
中に、AMCメザニン・カードを適合することを目指しています。

Coclution

PCI Expressは、今後、いくつかの規格がリリースされていく
につれて、エンベディッド・システムの設計者らにとっては貴重
なツールとなるでしょう。

CompactPCI ExpressやMicroTCAといったエンベディッド・
バックプレーン・ベースのソリューションは、標準で、モジュラで、
フロントプラグ式のフォームファクタというデザインの選択肢を、
スモール・エリアでのハイエンド・プロセッサ向けに提案してい
ます。

XMCとCOM Expressは、柔軟なベースボード・デザイン向
けに、メザニン/キャリアのフォームファクタを提案しています。

PCI Express Cableは、RS-232/422/485やUSBで実現できる
以上に高い性能を備えたケーブル・シリアル・バス上で、1つ
のチャプタを再開します。さらに、PCI Express Cableは、あらゆる(あるいは、いくつかの)他のフォームファクタと組み合わせて、
ハイエンドのエンベディッド・システムのアーキテクチャに、規
格外の寸法を追加することができます。

多くのフォームファクタがPCI Expressで利用可能で、それら
が互いに作用し合うことで、性能と柔軟性が拡大を続けていま
すが、そのツケは、さらなる複雑さを犠牲にしています。

XMCとMicroTCAがあることによって、メーカーは、PCI
Express以外のシリアル・ファブリックを選択する選択肢を持つ
ことになっていますし、異なるファブリックを備えたモジュール
間の互換性も考慮しなければなりません。また、フォームファク
タによっては、魅力的なアーキテクチャの選択内容と類似した
特徴やサイズを持つ場合があります。

そのため、システムのメーカーにとっては、多くの新しいPCI
Express関連のアーキテクチャを使った総合的なシステム・デ
ザインにおいて、確かに、フォームを選択する際には、より顧
問的な役割を受け入れなければなりません。アプリケーション・
レディなオフ・ザ・シェルフ開発システムの可用性や標準品
ベースのビルディング・ブロックに基づいたインテグレーショ
ン・サービス、それに、ファスト・システムの作業時間は、いまや、
製造面でのパートナーを選ぶ際の極めて重要な要素になって
います。

One Stop Systems

2235 Enterprise St. #110

Escondido, CA 92029

Tel: 760-745-9883 x1647

Fax: 760-745-9824

E-mail: jison@onestopsystems.com

Website: www.onestopsystems.com

この文書は、米国 OpenSystems Publishing 社からの許可を得て、
同誌2005年6月号の"PCI Express enables high-end embedded
computing applications"から翻訳したものを掲載しています。