

光リンクによるPCバスの拡張 (4)

1T-4

— バスサイクルとパフォーマンス —

曾根 広尚 石川 浩 小林 芳直 関家 一雄

日本アイ・ピー・エム(株) 東京基礎研究所

1 はじめに

我々が実現した光リンクによるPCバスの拡張システムにおいてバスサイクルがどのように転送されるのかをタイムチャートを使用して記述する。ここでは転送されるバスサイクルがどのように検出され情報圧縮され、シリアルライズされたうえで転送され、拡張バスのうえで元の信号に戻されACK信号が返されて元のバスサイクルが終了するまでをできるだけ詳しく記述する。

またシリアルライズされたことによりバスのパフォーマンスがどうなるか興味深いのが、PCの世界で標準となっているWindows Benchmarkを用いて光リンクにより拡張されたバスのパフォーマンスを測定すると同時に実現されたシステムの実用性を評価する。

2 光リンクによるPCバスサイクル

光リンクによるPCバスサイクルの転送には、いろいろなサイクルがあるがここではメモリやI/Oにアクセスするバスサイクルについて詳しく記述する。

2.1 実際のバスサイクル

図1にCPUが拡張されたバススロット上にあるメモリにライトアクセスを行った場合のタイムチャートを示す。リンクコントローラは常にバスを監視しておりバスにのせられたアドレス信号から現在のバスサイクルが転送されるべきサイクルであるかどうかを自分の持っているロケーションマップをひくことにより判断している。転送されるサイクルを限定することによりパフォーマンスの劣化を防止している。

いったん転送すべきサイクルであると判断されると、転送する前に前回送られたアドレスと今回送られるアドレスの差分が計算され、その差分が0, +1, +2のいずれかであるならばキャッシュヒットの情報とその差分のみを送り、直接アドレスを送ることはしない。このキャッシュはDMAのレベル毎に持っており、一般的にメモリもしくはI/Oのアドレスには局所性があるのでこのキャッシュはかなり有効に機能する。

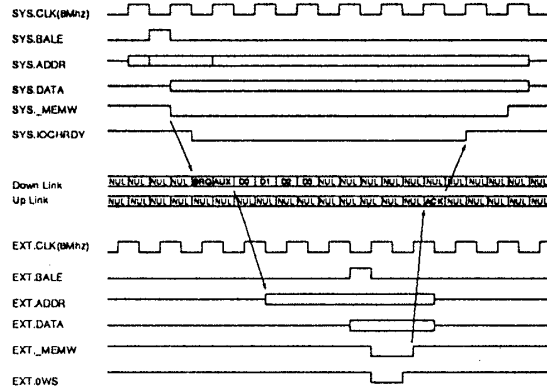


図1: 光リンクによる拡張バスサイクル

リンクコントローラは転送すべきバスサイクルが起動されると、IOCHRDY信号によりバスサイクルが転送されて終了するまでCPUを待たせる。一方情報圧縮された信号はパラレルシリアル変換された後に光信号に変換されファイバ上を転送される。図1では16ビットのデータ幅を仮定しており、光リンク上ではバスアクセスタイプを示すフィールド、キャッシュ等のデータを含むバスアクセスタイプの補助フィールド、16ビットのデータを表す4コのデータフィールドの順番でデータが転送されていく。おのおののフィールドはシリアルライズされる前に5B/6B変換される。

一方、拡張されたバス側つまり受信側では6B/5B変換で元のデータに戻されたのちに、このデータがデコードされ元のバス信号がつくられて、実際にメモリにたいするライトアクセスが実行される。この例ではキャッシュヒットなので拡張バス側にあるキャッシュがひかれ、差分が加えられた後にバスのアドレス信号として出力される。この例ではメモリがOWSのバスサイクルを実行した例がしめしてあり、ライトサイクルにたいしてはバスサイクルの途中でバスリクエストにたいするアックパケットを返してしまう。つまりライトサイクルではMEMWの終了を待たずにIOCHRDYがレディになった時点でアックパケットを返送する。こうすることによりすこしでもオーバヘッドをちいさくしようとして

An Optical PC Bus Extension
 Hironao Sone, Hiroshi Ishikawa, Yoshinao Kobayashi,
 Kazuo Sekiya
 IBM Research, Tokyo Research Laboratory

いる。

さらに、アックパケットを受信したバスイニシエータ側ではただちに IOCHRDY をアクティブにしてバスサイクルを終了させようとする。以上で基本的なバスサイクルは終了であるが、リードの場合もデータの位置以外はほぼ同様のサイクルが実行される。リンクコントローラが転送すべきバスサイクルを検出するたびに上記のサイクルが繰り返される。

2.2 転送速度向上のための手法

前説で述べたバスの転送効率をよくするために導入された手法をまとめると次のようになる。

- ロケーションマップを用いることにより不必要な転送はおこなわない
- アドレスキャッシュを設け差分のみを転送する
- シリアルラインにのせられるデータは最小にエンコードする

2.3 最高バス転送速度

この例ではリンクを経由しないでいれば 250ns で終了するバスサイクルが約 1250ns に延長されておりこの値は実測値ともほぼ一致している。例としてあげたバスサイクルはキャッシュもヒットしてゼロウェイトでサイクルが終了した最短ケースである。以上の考察から 1250ns で 2 バイトの転送がおこなえるのでこのシステムの最高バス転送速度は 1.6Mbyte/sec. と計算される。

3 実現されたシステムのパフォーマンス

3.1 パフォーマンス測定結果

図 2 に実現された光リンクシステムを使って、拡張されたバスに弊社の XGA ディスプレイアダプタをつけて測った Windows Benchmark V3.1 の測定結果と、光リンクをとおさずに直接 PC 本体に XGA ディスプレイアダプタをつけて測った場合の測定結果を示す。ここではいわゆるグラフィックスベンチマークと呼ばれるものの測定結果しか開示してないが、ファイルデバイスにたいするベンチマークもあり、そちらではパフォーマンス劣化は最大 3% であった。

3.2 ユーザビリティに関する考察

前節で 250ns のバスサイクルが 1250ns になると述べたのでパフォーマンスの劣化がかなり大きく問題になるとみるむきもあるかもしれないが、図 2 からわかるように最もバスを使用するとみられるグラフィックスベンチマークでも約 30% のパフォーマンス劣化ですんでいる。これにはいろいろな原因が考えられるが、基本的にはある I/O にたいするバスアクセスが連続的に起こることは実際のアプリ

Test Condition

Processor : 80486SX 25 Mhz
OS : MS Windows 3.10
Driver : IBM XGA V2.02
1024 * 768

Result

Direct : 5197102 pixels/sec.
Via Link : 3703816 pixels/sec.

図 2: Windows Benchmark の結果

ケーションではあまりないということに起因していると推定される。もちろんそのようなアプリケーションが将来でてこないとも限らないがそのような場合は AT バスは使われないでさらに上位のバスが使用されると考えている。実際にプロトタイプを用いて MS Windows 3.1 を使用してみても GUI のユーザビリティに劣化は感じられなかった。むしろグラフィックスアクセラレータの差の方がはるかに大きい。

4 おわりに

光リンクを用いて PC バスを拡張するチップの開発に成功した。またこのチップを使用したプロトタイプを用いて実現されたバスのパフォーマンスが実用上充分であることを検証した。

光リンクを用いてバスを拡張するという考え方は、いままで通信にしか使われなかった光リンクを回路技術に応用するという意味で非常にユニークなものであり、実際に光技術を電気回路のなかにもちこんだ時にどのような問題があるか検討され始めているが、我々のアプローチも将来広くつかわれる可能性があるものと考えている。

おわりに永年にわたりこのプロジェクトをサポートしてくださった東京基礎研究所の上司の方々に深く感謝します。

参考文献

- [1] 関家 他:光リンクによる PC バスの拡張 (1), 第 47 回情処全大, 1993
- [2] 小林 他:光リンクによる PC バスの拡張 (2), 第 47 回情処全大, 1993
- [3] 石川 他:光リンクによる PC バスの拡張 (3), 第 47 回情処全大, 1993
- [4] PS/2 Hardware Interface Technical Reference - AT-Bus System, IBM, S85F-1646-00