

光リンクによるPCバスの拡張(2)

1T-2

-通信プロトコルとパケットコーディング-

小林 芳直 石川 浩 曾根 広尚 関家 一雄

日本アイ・ビー・エム(株) 東京基礎研究所

1 概要

光リンクによるPCバスの拡張をPCバス上の信号を解釈して、必要に応じてSYS側とEXT側を通信することによって実現している。SYS側からEXT側にあるアダプタをアクセスしようとする、まずOSATのハードウェアがダミーのアダプタとしてバスに应答する、と同時にバス・サイクルをEXT側に転送し、EXT側ではバス・サイクルが再現される。EXT側ではOSATのハードウェアはバス・マスターとして働きアダプタをアクセスする。EXT側で起きたバス・サイクルの結果はSYS側に送り返され、その結果を待ってSYS側のバス・サイクルが終了する。つまりSYS側ではやや応答の遅いアダプタが見えることになり、EXT側ではバス・サイクルの頻度が下がったシステムが見えることになる。

2 パケットの構成

光リンクによるPCバスの拡張の基本的な考え方はパケットを使った通信である。一つのパケットはバスサイクル、バスサイクルへの応答、DMAのリクエスト、IRQのレベルの転送、リフレッシュ、といったPCバス上の一つの出来事を通信する機能を持っている。応答速度が要求される事象については複数のパケットがアサインされている。たとえばバス・サイクルについてはBRIO, BRI1, BRM0, BRM1の4つのパケットがアサインされているが、これらの違いはメモリ・アクセスかIOアクセスかの違いと、キャッシュのヒットの状況による違いである。パケットを複数使うことにより等価的に可変長のパケットを使っていることになり、通信の効率を上げることができる。これらの通信用のパケットに加えて、エラー表示、アイドルの計13種類のパケットが使われている。

1つのパケットはフィールドといわれる単位からできていて、必要に応じて1~6箇のフィールドで一つのパケットが構成されている。パケットの頭につくのがコマンド・フィールドであり、コマンドの種

類に応じて0もしくは複数箇のデータ・フィールドが添付される。添付されるデータ・フィールドの数はコマンド・フィールド、もしくはコマンド・フィールドの直後に続くデータ・フィールドによって指示される。

つまりパケットには、単一のコマンド・フィールドで一つのパケットになるもの、一つのコマンド・フィールドと決まった長さのデータ・フィールドでパケットになるもの、一つのコマンド・フィールドのデータ・フィールドでデータ・フィールドの長さが決まるもの、の3種類がある。パケットは必ずコマンド・フィールドで始まり、データ・フィールドだけではパケットを作ることはない。フィールドにはコマンドを示す13種類とデータを示す16種類の計29種類がある。

3 5B6Bコーディング

1つのフィールドは6ビットからできていて5B6Bコーディングといわれるコーディングがされている。これは6ビットのうち1のビットの数が3のもの20箇のうち18箇、6ビットのうち1のビットの数が2のもの4のもの各15箇のうち各11箇が使われている。6ビットのうち1のビットの数が2のもの4のものは相補的に使われる。光リンク上の1のビットの総和が0のビットに対して過剰の時は2のもの、不足の時は4のものというように、光リンク上のDCバランスを取る方向に選択使用される。

結果的に6ビットで作られる全パターン64種類のうち40種類が使われている。残りの24種類のパターンを受け取った時はエラーとして処理される。

4 通信の開始

この光リンクによるPCバスの拡張では96Mbpsの受信データを正確にとるためにアナログPLLとデジタルPLLを併用している。通信の開始においては"101010"の連続パターンが流されていて、受信側のアナログPLLはまずこの48MHzにロックする。アナログPLLがロックしたあとで通常の通信モードに切り替わると受信データによっては"010101"という逆位相のデータが続く可能性がある。このときアナログPLLのロック

Priority	SB	Command	Argument	6B
1	1 0000	DSC	1	000111
6	1 0001	ACK	1	010110
4	1 0010	DRO/DACK	1	010010011110
5	1 0011	IRO/MSD	1	001011
6	1 0100	BRI1	1-5	001101
6	1 0101	BRI0	1-5	001110
6	1 0110	BRM1/DMA	2-6	110001
6	1 0111	BRM0/DMA	2-6	110010
8	1 1000	NUL	-	100110
8	1 1001	NUL-/NUL-	-	100010/101110
2	1 1010	TC	-	001010/111010
3	1 1011	CMDend	-	001001/111001
7	1 1110	REF	-	000110/110110

図 1: コマンド・フィールド

SB	Argument	6B
0 0000	0	010001/011101
0 0001	1	010101
0 0010	2	011001
0 0011	3	011010
0 0100	4	010011
0 0101	5	011100
0 0110	6	010100/010111
0 0111	7	011000/011011
0 1000	8	100001/101101
0 1001	9	100101
0 1010	A	101001
0 1011	B	101010
0 1100	C	100011
0 1101	D	101100
0 1110	E	100100/100111
0 1111	F	101000/101011

図 2: データ・フィールド

が外れるのを防ぐために、通信の最初には受信データの立上りと、立ち下がりでのPLLをかけ、通常の通信モードでは受信データの立上りにのみPLLがかかるようになっている。パターンロックが確認された後“100110”のパターンを混ぜることによりフィールドのロックをすることができる。フィールドのロックはデジタルPLLを使う。

5 パケットの優先順位

パケットには優先順位があり同時に複数のパケットのリクエストがあれば優先順位が高いパケットから順番に送られる。優先順位が低いパケットのコマンド・フィールドを送信した後で優先順位が高いパケットのリクエストがあるとそのパケットが割り込んで送られる。パケットの割り込みは8つのレベルがあり最優先はDSC（エラー通知）、であり最も優先度の低いのがNUL（リクエスト無し）である。

同じ優先度に複数のコマンドが指示されている場合があるのは、同時には起こりえない現象についてである。たとえばバス・サイクルについては4つの

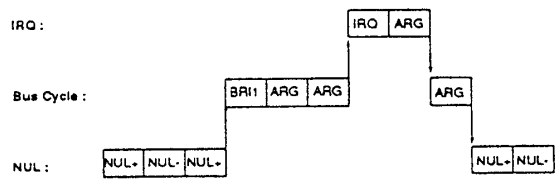


図 3: パケットの優先割り込み

コマンドが指示されていて、バス・サイクルが起きた瞬間にI/Oアクセスかメモリ・アクセス、そしてキャッシュのヒットの具合によって4つのうちのどれかが使われることになる。つまりこれらの4つのコマンドは同一の事象なので同じ優先度が指示されている。

6 終わりに

光リンクを使ったPCバスの拡張の通信プロトコルとパケット・コーディングについて説明した。バス・サイクルというデータ転送速度が最も高い部分を通信するために96Mbpsという高速通信が必要になり、また複雑な割り込み処理を許すことによって実効動作速度を上げているが、バス直結に比べると必ずデータ転送速度は低下してしまう。このデータ転送速度の低下を最少限にして、シリアルリンクでありながら実用的なバスの拡張を実現することができた。

謝辞：東京基礎研究所の新旧上司の方々に感謝します。

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