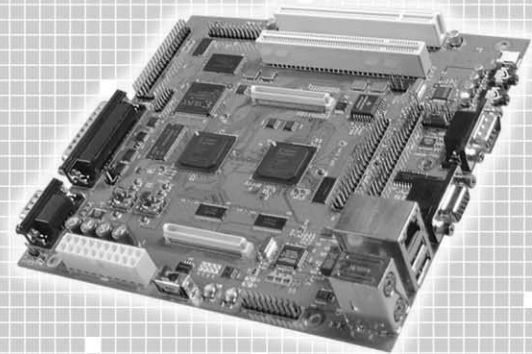


組み込みシステム 開発評価キット 活用通信



熊谷 あき, 佐藤 達之

第11回 PS/2 キーボード&マウスの制御法とインテリジェント PS/2 ホスト・コントローラの設

1. PS/2 デバイス制御の基本

読者の中には、「キーボードから ASCII コードが直接送信されてくる」とか、「キーボードの LED はキーボードの中のコントローラが制御している」などと思っている方もいるかもしれませんが。しかし、PS/2 キーボードはそれほど簡単なものではありません。

ここでは PS/2 キーボードや PS/2 マウス(両方を指す場合はデバイスと表記)の制御方法の概要を簡単に説明します。詳細については、参考文献(1)を参照してください。

PS/2 は調歩同期式風クロック同期シリアル通信

PS/2 インターフェースでは CLK 線と DATA 線の 2 本を使ったシリアル通信となっています。図 1 に PS/2 インターフェースの通信フォーマットを示します。DATA 線だけを見ると、スタート・ビットの後にデータ・ビットが続いています。また、パリティやストップ・ビットがあるなど、一見すると RS-232-C など使われる調歩同期式のように見えますが、通信速度は規定されていません。通信速度は CLK 線のタイミングに従う、クロック同期式シリアル通信となっています。

CLK 線と DATA 線はオープン・ドレイン駆動

キーボードやマウスは入力デバイスです。基本的にはデバイス側がデータを送信しホスト側がそれを受信します。ただしホストからデバイスに対してコマンドを送信することもあります。CLK 線や DATA 線は、タイミングによってデバイス側が出力する期間と、ホスト側が出力する期間があります。そのため、両方が信号を出力してもぶつからないように、PS/2 インターフェースの信号はオープン・ドレイン駆動となっています。

キーボードからは ASCII コードは送られない

キーボードからは、どのキーが押されたのかを示すスキャン・コードと呼ばれるコードが送られてきます。例えば、ESC キーを押すと 76h という 1 バイトのコードが送られてきます。そのまま押し続けるとキー・リピート動作になり、76h が次々に送られます。そしてキーを離すと F0h と 76h という 2 バイトが送られます。文字コードをもつキーだけでなく、ファンクション・キーや Shift キーなども含めたすべてのキーにスキャン・コードが割り当てられています。

PS/2 キーボードの制御で厄介なのは、このスキャン・コードが可変長であるという点です。可変長といってもほとんどは 1 バイトで、2 バイト長の場合は 1 バイト目に E0h が入ります。しかし Pause キーや PrintScreen キーなどは、さらに長いバイ

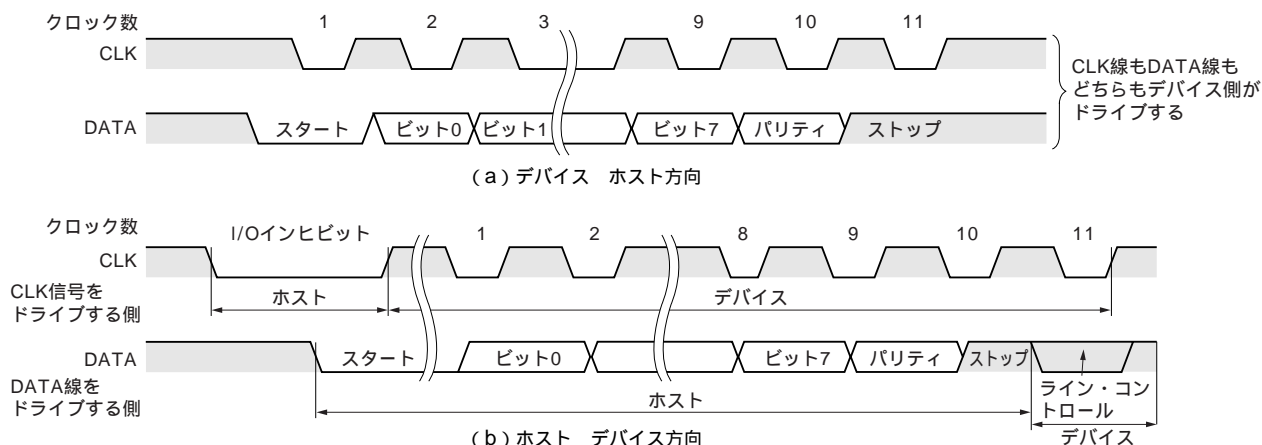


図1 PS/2 インターフェースの通信フォーマット

ト数となります。

また、スキャン・コードから ASCII コードへの変換も、変換式があるわけではありません。一般的にはテーブル参照で ASCII コードへの変換を処理します。また CapsLock 状態や Shift キーを押した状態の両方を考慮した、大文字/小文字の変換処理も必要でしょう。

LED も勝手には点灯しない

キーボードにある NumLock や CapsLock などのキーも当然スキャン・コードが割り当てられています。これらのキーが押されても、キーボードは通常キーと同じようにそのスキャン・コードを送信するだけです。このスキャン・コードを受信したホストが、「NumLock キーが押されたから NumLock の LED を点灯させる」と、キーボードに対して LED 点灯制御コマンドを送信します。このコマンドをキーボードが受信したとき、その引き数に従って LED の点灯を制御します。

マウスはイネーブル・コマンドが必須

キーボードはホストから初期化コマンドを送信しなくても、キーを押せばとりあえずスキャン・コードを送ってきます。つまり、ホスト側がデータ受信機能しなくても一応使えるわけです(キーボード LED の点灯制御はできないが)。

しかしマウスはイネーブル・コマンドを送信しないと、マウスを転がしてもボタンを押しても何もデータを送ってきません。つまりホスト側に必ずコマンド送信機能が必要になります。

最近ではホイール付きマウスや5ボタン・マウスも標準的に使われるようになりました。実はこれらのマウスは、単純にイネーブル・コマンドを送っただけでは、ホイールなし3ボタン・マウスとしてしか動作しません。ホイール機能や5ボタン機能を使うためには、それぞれ初期化処理が必要になります。

またマウスが送信してくるデータは、標準マウスの場合は3バイト・フォーマットで、1バイト目がボタンを押した状態や

X/Y軸移動量フラグ、2バイト目がX軸移動量、3バイト目がY軸移動量を示します。ホイール・マウスや5ボタン・マウスは、ホイールや第4ボタン、第5ボタンの状態を示すもう1バイトが追加され、4バイト・フォーマットとなります。

一般的な PS/2 インターフェース回路

PS/2 インターフェースの通信速度は CLK 線のタイミングに従うとはいえ、一般的には1ビット当たり 50 μ 秒前後の時間で通信が行われています。この程度の速度であれば、CLK 線と DATA 線を GPIO に接続しただけのハードウェアとソフトウェアで1ビットずつサンプリングして PS/2 制御を実現することが可能です。しかしこの方法では、ハードウェアは簡単ですがソフトウェアの負担が重くなります。

そこで、シリアル-パラレル変換はハードウェアで行い、ソフトウェアはバイト単位で受信データを読み出ししたり、送信コマンドを書き込む方式が採用されます。組み込みシステム開発評価キット(以下、本キット)ではシリアル-パラレル変換やコマンド送信機能、データ受信割り込み/コマンド送信完了割り込みの出力機能を装備した、PS/2 ホスト・コントローラの IP コアを添付しています。

PS/2 デバイス制御のためのサンプル・プログラム

本評価キット添付の IP コアにより、割り込み駆動のバイト単位でデータを受信したりコマンドを送信することが可能です。しかし、スキャン・コードからの ASCII コード変換処理は、ソフトウェアで処理する必要があります。本評価キットは、PS/2 デバイス制御のためのサンプル・プログラムも添付しています。

キーボードは、ASCII コード変換処理はもちろん、LED 点灯制御や10キー部分を押しても NumLock 状態に応じた応答を返します。アプリケーション・レベルでは、キーボード入力を ASCII コードを使用して扱うことができます。

マウスは、接続されたマウスが標準マウスなのかホイール付きマウスなのか、または5ボタン・マウスなのかを判別し、それぞれ初期化します。さらに標準マウスをつないだ場合でも、ホイールの移動量ゼロ、第4ボタンと第5ボタンは押されていないとして、4バイト・フォーマットに変換します。従ってアプリケーション・レベルでは、接続されたマウスがどんなマウスでも、固定フォーマットでマウス・データを扱えます。

なお、後述するコントローラとの区別を明確にするため、このシステムを“ノンインテリジェント PS/2 ホスト・コントローラ”と呼ぶことにします。そのシステム構成とキーボード入力処理概念を図2に示します。

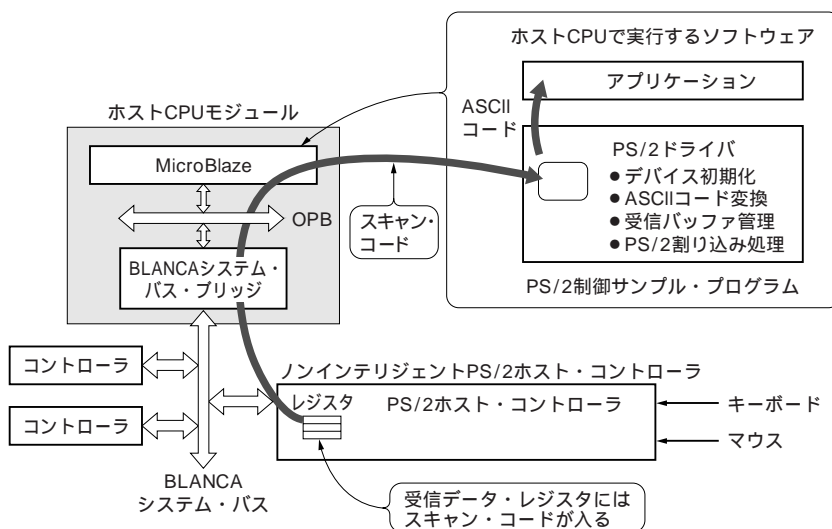


図2 キーボード入力処理概念図(ノンインテリジェント PS/2 ホスト・コントローラ版)