



第2章 ICEやJTAGデバッグには できないデバッグ術6手！

ロジック・アナライザによる ソフトウェアのデバッグ

桑野 雅彦
Masahiko Kuwano

ロジック・アナライザの機能を一言でいえば、デジタル回路の各信号の状態を取り込んで記録し、表示するものです。デジタル回路の信号の状態は“H”か“L”しかないのです。ロジック・アナライザもまた、各信号が“H”か“L”かを記録するだけです。

このため、ロジック・アナライザの画面はいろいろな形の矩形波がいくつも並んでいるだけに過ぎません。多機能なものではもう少し凝った表示ができるものもありますが、基本は矩形波の羅列です。たったこれだけのものですが、ロジック・アナライザはデジタル回路がどのように動作しているのかを的確に捕らえることができ、デジタル回路を応用した製品のデバッグや検証に欠かせません。

普段データ・シートでしか見たことのないリード/ライト信号や、アドレス/データ・バスのタイミングを、実際にロジック・アナライザで観測することは、マイコン応用回路やロジック回路の理解への近道です。

本稿ではソフトウェアのデバッグにロジック・アナライザをもち込んで、ICEやJTAGデバッグにはでき

ない便利な測定テクニックを六つ紹介します。

Appendixでは、ソフトウェア技術者に役立てて欲しいロジック・アナライザのトリガ術を紹介します。効率の良いデバッグの一助になれば幸いです。

■ 測定に使用した機器

● 使用したロジック・アナライザの概要

PA-400V [㈱テレシシステムズ] を使いました。外觀は写真1のようなごく小さなもので、パソコンのシリアル・ポートに接続して使用します。20万円以下という価格ながら、サンプリング周波数400MHzで8チャンネル、200MHzで16チャンネルの入力をもち、バッファ・メモリは32Kサンプリングぶんあります。

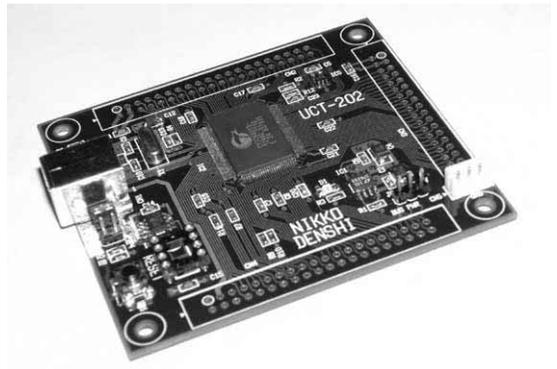
● 使用したボードの概要

パソコンのマザー・ボードと、USB2.0評価ボードUCT-202 [㈱ニッコー電子]、およびEZ-USB FX2評価ボード [日本サイプレスセミコンダクタ㈱] を使いました。

主に利用したUCT-202のブロック図を図1に、外



〈写真1〉簡易ロジック・アナライザ PA-400V [㈱テレシシステムズ]



〈写真2〉USB2.0評価ボード UCT-202 [㈱ニッコー電子]

Keywords

UCT-202, EZ-USB FX2, 分岐トレース, ダンプ, キュームレイティブ・トレース, エラー・ステータス, 外部クロック機能, マスク不可割り込み, NMI, 最大サンプリング周期, 割り込み応答時間。

観を写真2に示します。UCT-202に搭載されているEZ-USB FX2は、48MHz動作の8051コアにUSB2.0コントローラ、タイマ、シリアル・ポートや汎用I/Oポートのほか、8KバイトのRAMなどを内蔵します。I/Oは40ピンほどあり、汎用I/Oや内蔵ペリフェラル・ファンクション用に切り替えて使います。

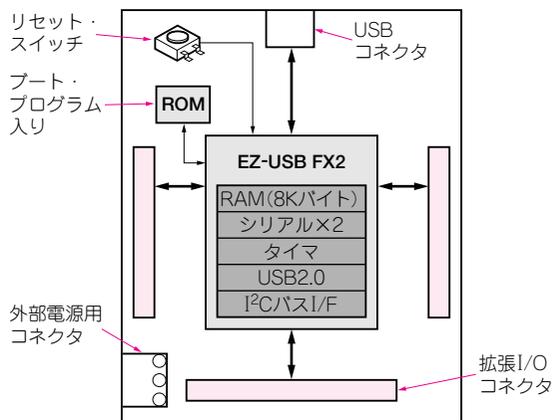
なお、本稿は評価するボードの種類や測定器に、できるだけ依存しないよう配慮して説明しました。

■ 波形を見るだけのロジック・アナライザはソフトウェアのデバッグに役立つのか？

ロジック・アナライザといえばハードウェア技術者のもので、ソフトウェア技術者には縁のないものと思われがちです。確かにロジック・アナライザの画面では信号が上下している波形が見えるだけですし、ソフトウェアとは無縁の世界のように思えます。

ICEがあれば任意のところで止めてステップ実行したり、エラーが起きたとき実行のようすをトレースしたりレジスタの状態を把握するのも簡単です。それに比べると単に外部のバスやI/O関係の信号の動きが淡々と表示されるだけのロジック・アナライザが何の役にたつのかと思われても仕方ありません。

〈図1〉UCT-202のブロック図



確かに、ロジック・アナライザは“H”や“L”のロジック波形を見ることしかできません。しかし、ロジック・アナライザをうまく利用することで、ICEがなくても何とか頑張れる領域は相当あります。特にハードウェアとソフトウェアの境界のような部分のトラブル調査や検証ではロジック・アナライザの出番が増えてきます。

何がなんでもICEやJTAGデバッガがないと駄目

ICE と JTAG デバッガ

● ICE とは

これはインテル社の登録商標で、In-Circuit Emulatorの略です。ICEは、パソコンからリアルタイムに動作を制御したり、内部の状態を見ることのできるマイクロプロセッサだと思えばよいでしょう。

ターミナルを経由したパソコンからのコマンドによって、

- ターゲット・ボードのメモリやI/Oのリード/ライト
- マイクロプロセッサ内部のレジスタやフラグの状態確認や変更
- プログラムのステップ実行や処理時間の計測
- 命令実行のトレース
- ICE内部のメモリを、マイクロプロセッサのメモリ空間に配置し、プログラムやデータ領域として利用

などが可能です。

いいことだらけのICEですが、近年のマイクロプロセッサのように、内部に多くの周辺機能を抱えるようになってくると、それらと同じ動作をすることは難しくなります。さらにマイクロプロセッサの

ピン数も増え、ソケットを使えないものが多くなりました。ICEを作ったとしてもそれをターゲットのマイクロプロセッサと交換することが困難になったのです。

● JTAG デバッガとは

こうした事情から登場したのがJTAGデバッガです。JTAGはもともとボード上のIC間の接続検証用として登場したもので、5本(TRST, TMS, TCK, TDI, TDO)の信号線によって、ICの出力ピンに任意データをセットしたり、入力ピンの状態を確認できるものです。

マイクロプロセッサの内部回路にデバッグ用の回路やレジスタ類を付加しておき、これをJTAGポート経由のコマンドでアクセスすることでICEに近い機能を実現します。JTAGデバッガの主な機能は、

- マイクロプロセッサを止めた状態での任意アドレスのメモリやI/Oのリード/ライト
- プログラムの任意の場所や特定のアドレスへのアクセスでプログラムの実行を強制停止させたり、内部レジスタの値を書き換える

などです。一般的なソフトウェア・デバッガで行われていることは、ほぼできるようになっています。