

定番&最新FPGAの研究 ~ Xilinx 編~ Xilinx社製FPGA開発ツール標準添付のISEシミュレータの使い方

丹下 昌彦 Masahiko Tange

FPGAは、コンフィグレーション・データを何度でもダウンロードし直すことができるので、シミュレータを使わずに実機に流し込んで動作確認を始められます。しかし大規模システムの開発ではシミュレータの活用は欠かせません。Xilinx社製FPGA開発ツールには、シミュレータ・ソフトウェアとしてISimが付属しています。ここではシミュレーションのメリットと種類、そしてISimの基本的な使い方について解説します。

1 FPGA開発の実際

● FPGAはシミュレーションしなくても開発できる？

FPGAはVerilog HDLやVHDLなどで論理を記述したら、PC上で論理合成・配置配線を行い、JTAGで即ダウンロード…といったように、手軽に実際の装置で動作させることができます。これがFPGAの最大の特徴でもあります。

簡単な回路の場合は、ソースを修正して実機でテストを繰り返しても何とか開発は可能です。しかしこの方法は少し回路が複雑になるとすぐに破綻します。

(1) 入力信号を簡単には作れない

入力がスイッチなど簡単に操作できる信号である場合は、手で入力信号を操作できます。しかし実際の回路では入力は他の装置から来る信号であったり、音声や映像、通信回線で送られる信号などさまざまで、実機で簡単に入力信号を入れられることはまれです。

(2) 出力を確認するのが困難

出力を確認する際にも同じことがいえます。LEDが付いていたり、オシロスコープで出力が確認できる場合はよいのですが、信号が高速な場合や、音声・映像・計測データなどの信号の場合は波形を見ても正常なのかどうか判断することは困難です。

(3) 論理合成・配置配線には時間がかかる

仕様が複雑になってくると、ソースを修正した後の論理合成・配置配線はかなり時間がかかるようになってきます。比較的安価なシリーズであるSpartan-6では、中規模クラス(XC6SLX45など)でも、スライス使用率が6~7割を超えてくると10分以上かかることが多く、大規模デバイスでは1時間以上かかることも珍しくありません。

(4) デバッグが困難

思い通りの動作をしないときに(どちらかというところから一発で動いてくれることはまれだと思う)どこに原因があるのか探すにも実機では困難です。設計した回路の途中の信号を見たい…そのようなことは数々ありま

すが、実機でこれを行うにはどこかに信号を出力する必要があります。テスト・ピンなどがあらかじめ実機にあればよいのですが、ない場合は一時的に他の信号ピンの割り当てを変える、それもできなければ余っているピンにはんだ付けなどの方法しかありません(BGAパッケージが多くなっているため、これも困難なことが多い)。

● シミュレータを使うメリット

シミュレータを使うと、これらの点が解決します。FPGAでもシミュレータを使うべきなのです。さらにこのほかにも、シミュレータを使用するメリットは数多くあります。

(1) テスト・データをファイルから読み込ませる

デバッグや試験などで、特定のパターンのデータを入力に与えることができると非常に効率が上がります。このような場合にテスト・パターンをファイルに記録しておき、FPGAの入力信号として使うことができると便利なのですが、実機でこれを実現させるにはそれだけでも大がかりな回路が必要です。特に高速の信号になるとお手上げになる場合が多いと思います。シミュレータを用いると簡単にテスト・データをファイルから入力させられます。

音声や画像などの処理を行う場合などに、パソコンを使って入力するデータをあらかじめファイルとして作成しておき、これを読み込ませてデバッグや試験を行うことなどが可能になります。実機ではタイミング良く必要なデータを入力させることは難しい場合が多いのですが、この方法を使えば何度でも同じ条件でデバッグや試験を行うことが可能です。

(2) 出力ファイルに書き出す

逆に、FPGAの出力をファイルに書き出すこともできます。書き出したファイルをPCを使って解析するなど、再現性の高い作業が可能になります。

(3) 実行中にレジスタなどの値を書き出す

ソフトウェアのデバッグでは、printfなどの関数をソース・コードに埋め込み、実行中の変数の値を書き出すことで内部動作を確認することがよく行われて