

第4章 Nios IIを使ったハードウェア/ソフトウェア連携システムの設計フロー

高位合成ツールeXCiteで実現する
画像フィルタ・システム

富山 宏之 Hiroyuki Tomiyama

高位合成ツールを使った画像処理システムの設計事例として、ここではeXCiteとソフトコア・プロセッサNios IIを使った画像に対して各種フィルタ処理を施す画像処理システムの設計フローを紹介し、まずはPC上で各種画像フィルタのCプログラムを開発し、それをNios IIのソフトウェアとして実行した場合と、eXCiteを使って高位合成したハードウェアとして実現した場合の、その性能差を比較してみます。

1. 開発環境と画像処理システム構成

● 歴史の古い高位合成ツールeXCite

eXCiteは、C言語プログラムを入力とし、Verilog HDLとVHDLによるRTL記述を出力する高位合成ツールです。筆者の知る限り、現存する高位合成ツールの中で、歴史がある(発売時期が古い)ものの一つです。

eXCiteは、高位合成の先駆的研究者であるDaniel D. Gajski教授の元教え子たちによって設立されたY Explorations社(略称YXI)によって開発されました。2001年に販売が開始され、現在は日本のソリトンシステムズによって開発が継続されています。2000年代初頭に販売されていた高位合成ツールのほとんどがEDA市場から姿を消している中、eXCiteは15年近くも使用され続けています。

今回、筆者が使用したeXCiteのバージョンは、eXCite Professional 5.1bです。また宿主PCのプロ

セッサはIntel Core i7(2コア、クロック3.2GHz、メモリ4Gバイト)、OSはWindows 7の32ビット版です。

● ターゲットFPGAボードDE2

使用したFPGAボードはDE2(Terasic社)で、Altera社のCyclone IV EP4CE115が搭載されています。論理合成などにはQuartus II 13.1 Web Edition(32ビット版)を使用しました。また、DE2ボードにはタッチパネル液晶モニタMulti-touch LCD Module(Terasic社)を接続しました(写真1)。

● 例題アプリケーション

例題として、図1に示す8種類の画像処理アルゴリズムを取り上げます。これら八つのアルゴリズムを、Nios II上でソフトウェアとして実行したり、あるいは高位合成により生成されたハードウェア上で実行したりできるようにします。

例題アプリケーション・プログラムをDE2ボード上で起動した直後の液晶モニタの画面を図2に示します。左上に元画像が、右側に操作メニューが表示されています。例えば、右下の「ハード処理」をタッチした後に「7. メディアンフィルタ」をタッチすると、ハードウェアによるメディアン・フィルタ処理が行われ、その結果得られた画像が画面の右上に表示されます[図2(b)]。さらに「ソフト処理」と「1. 2値化」を順にタッチすると、今得られた画像に対して、ソフトウェアによる2値化処理が行われます。

液晶モニタへは、最大4枚の画像を出力することができます。画像の解像度は縦横240ピクセルです。またこのとき、宿主PCの端末には、各処理の実行時間が表示されるようになっています(図3)。

● システム構成

図4にシステムの簡略図を示します。FPGA上にプロセッサと高位合成によって生成された専用ハードウェアを搭載します。プロセッサのCPUコアはNios

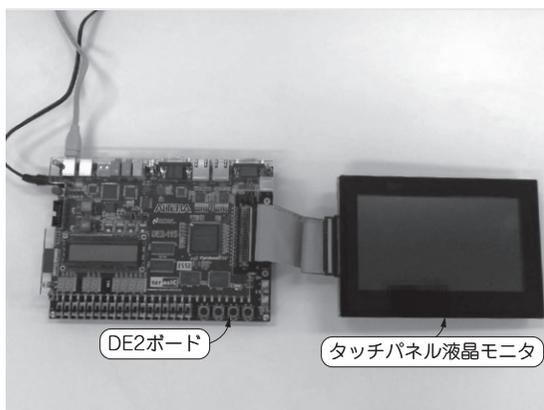


写真1 使用したFPGAボードとタッチパネル液晶モニタ