

画像処理機能のハードウェア化における 高位合成の適用性に関する研究

竹林 優一[†] 渡邊 誠也[†] 名古屋 彰[†]
[†] 岡山大学大学院自然科学研究科

1. はじめに

近年、地上波デジタル放送の登場などにより画像の高精細化が進み、計算量の増大から、画像処理機能のハードウェアアクセラレータを用いての処理の高速化が求められている。一方で、抽象度の高いC言語などの高水準言語を用いた動作記述からRTL記述を自動的に合成する高位合成技術が注目されている。

そこで、本研究では、ハードウェア化が求められている画像処理分野を対象に、4種類のアプリケーションの実装を行い、高位合成の適用性を明らかにする。

2. 高位合成ツール Vivado HLS

本研究では、Xilinx社の提供する高位合成ツールVivado HLS (High Level Synthesis) [1]を用いて高位合成を行う。Vivado HLSは、ANSI-C、C++を主な入力とし、VHDL、Verilog HDLを出力する。また、専用のライブラリを用いた変数のビット幅の指定、ディレクティブベースの最適化指示子を用いた処理のパイプライン化などの様々な最適化を施すことができる。

3. 実装対象のアプリケーションの概要と実装方針

本研究では、(1)DCT、(2)JPEGエンコーダの一部、(3)ガウシアンフィルタ、(4)電子式手振れ補正処理の4種類のアプリケーションの実装を行った。DCTとJPEGエンコーダの一部は画像のブロック単位に対する処理、ガウシアンフィルタは1枚の画像に対する処理、電子式手振れ補正処理は動画像に対する処理である。

4種類のアプリケーションにおいて、(a)ビット幅の指定、(b)入出力インターフェースの指定、(c)処理のパイプライン化を主としたディレクティブの挿入、を中心に実装と最適化を行った。

4. 実装と評価

3で示した(1)~(4)の4種類のアプリケーションを実装し、高位合成により得られるハードウェア(XC7Z020 CLG484-1 向けの合成結果)と、ソフトウェア(Core i7-3770)の1秒当たりの処理ピクセル数を比較することで評価を行った。

評価の結果、ソフトウェアとの性能比はDCTでは約30倍、JPEGエンコーダでは約35倍、ガウシアンフィルタでは約11倍となった。しかし、電子式手振れ補正処理では、処理性能がソフトウェアに及ばず、期待

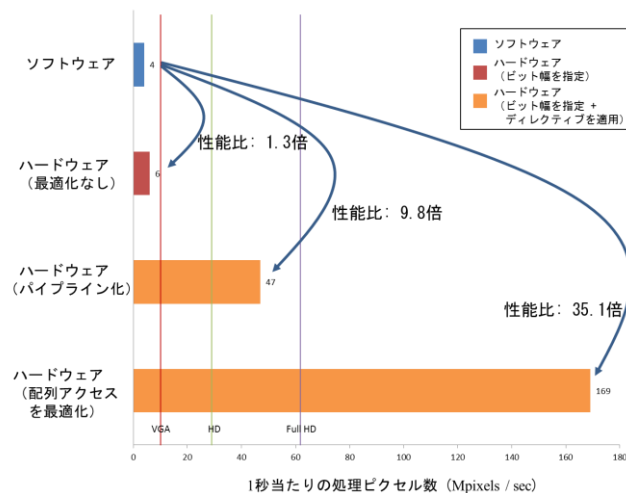


図1. 高位合成されたハードウェアの性能
(JPEG エンコーダの例)

していたほどの性能の向上を実現することができなかった。一例として、JPEGエンコーダの評価結果を図1に示す。

4種類のアプリケーションの実装のいずれの場合も、図1の例のように最適化を施さずに合成しただけでは、ほとんど性能を引き出すことができなかった。(1)~(3)のアプリケーションで性能を大きく向上させるためには、ループの構造や配列アクセスを考慮して適切なディレクティブを挿入することが必要であった。

これらのアプリケーションでは、処理単位を大きくするにつれて、ソフトウェアとの性能比を大きくできないという傾向が判明したため、画像のブロック単位に対する処理のような、入力データの分割などを容易に行うことのできるアプリケーションが高位合成での最適化を適用しやすいと言える。

5. 今後の課題

今後の課題として、タスクレベルのパイプライン処理の効果的な記述法の検討、PIPELINEディレクティブを適用した際、展開される階層がどの程度の規模であればスケジューリングが可能であるかの調査などが挙げられる。

参考文献

- [1] http://www.xilinx.com/support/documentation/sw_manuals/xilinx2014_3/ug902-vivado-high-level-synthesis.pdf.