

第2章 無料のVivado HL WebPACK Edition 2016.4で高位合成にチャレンジしよう(AXI4ストリーム編)

# ついに80倍高速化！ AXI4 マスタ版ラプラシアン・フィルタの最適化

小野 雅晃 Masaaki Ono

筆者は本誌前号 (FPGA マガジン No.16) で、AXI4 マスタ版のラプラシアン・フィルタ回路の設計について解説しました。アルゴリズム通りに記述してそのまま高位合成した回路をベースに、最終的に最大25倍まで高速化することができました。今回は前章で作成したAXI4ストリーム版ラプラシアン・フィルタの記述をAXI4マスタに変更することで、最終的に80倍にまで高速化することができたので、ここで解説したいと思います。

## 1. 最速AXI4 マスタ版ラプラシアン・フィルタの設計

### ● AXI4ストリーム版ラプラシアン・フィルタ2を元にする

本誌No.16では、AXI4マスタ版のラプラシアン・フィルタを紹介しました。第0段階のアルゴリズムをそのまま記述したソースコードのラプラシアン・フィルタと、Vivado HLSに合わせた最適化を施した第4段階のラプラシアン・フィルタの性能差は約25倍でした。

今回特設記事第1章で解説したAXI4ストリーム版ラプラシアン・フィルタ2を元に、AXI4マスタ版のラプラシアン・フィルタを作成しました。このラプラシアン・フィルタは本誌No.16の第0段階の約80倍の性能を得ることができました。

リスト1 第5段階のAXI4マスタ版ラプラシアン・フィルタのソースコード (laplacian\_filter5.cの一部)

```
int lap_filter_axim(volatile int cam_fb
    ALL_PIXEL_VALUE), volatile int
    lap_fb(ALL_PIXEL_VALUE))
{
    #pragma HLS INTERFACE s_axilite port=return
    #pragma HLS INTERFACE m_axi depth=480000
    port=lap_fb
    #pragma HLS INTERFACE m_axi depth=480000
    port=cam_fb

    int line_buf[3][HORIZONTAL_PIXEL_WIDTH];
    #pragma HLS array_partition variable=
        line_buf block factor=3 dim=1
    #pragma HLS resource variable=
        line_buf core=RAM_2P

    int lap_fil_val;
    int pix, lap;

    int pix_mat[3][3];
    #pragma HLS array_partition variable=
        pix_mat complete

    for (int y=0; y<VERTICAL_PIXEL_WIDTH; y++){
        for (int x=0; x<HORIZONTAL_PIXEL_WIDTH; x++){
            #pragma HLS PIPELINE II=1
            pix = cam_fb[y*HORIZONTAL_PIXEL_WIDTH+x];

            for (int k=0; k<3; k++){
                for (int m=0; m<2; m++){
                    pix_mat[k][m] = pix_mat[k][m+1];
                }
            }

            pix_mat[0][2] = line_buf[0][x];
            pix_mat[1][2] = line_buf[1][x];

            int y_val = conv_rgb2y(pix);
            pix_mat[2][2] = y_val;

            line_buf[0][x] = line_buf[1][x];
            line_buf[1][x] = y_val; // 行の入れ替え

            lap_fil_val = laplacian_fil
                (pix_mat[0][0], pix_mat[0][1],
                 pix_mat[0][2], pix_mat[1][0],
                 pix_mat[1][1], pix_mat[1][2],
                 pix_mat[2][0], pix_mat[2][1],
                 pix_mat[2][2]);
            lap = (lap_fil_val<<16)+(lap_fil_val<<8)
                +lap_fil_val; // RGB同じ値を入れる

            if (x<2 || y<2)
                // 最初の2行とその他の行の最初の2列は無効データなので0とする
                lap = 0;

            lap_fb[y*HORIZONTAL_PIXEL_WIDTH+x] = lap;
        }
    }

    return 0;
}
```

このラプラシアン・フィルタを第5段階のAXI4マスタ版ラプラシアン・フィルタとします。

第5段階のラプラシアン・フィルタは、AXI4ストリーム版ラプラシアン・フィルタ2と同じ構造です。つまり、AXI4マスタ・インターフェースとAXI4ストリーム・インターフェースの違いはありますが、中身は大体同じ構造となります。

### ● Vivado HLSのプロジェクト新規作成

第5段階のVivado HLS 2016.4のプロジェクトを新規作成します。ファイル・メニューから「New Project...」を選択して、新規プロジェクトを作成します。Project nameはlap\_filter5\_aximとします。なお、「Part Selection」はxc7z010clg400-1を選択します。Vivado HLS 2016.4のlap\_filter5\_aximプロジェクト