

FPGA を使用した医療画像処理の実装

はじめに

業界が非観血的な手段を活用して患者の負担軽減および病気の早期発見に努める中、健康管理において医療画像処理装置の果たす役割が、ますます重要になってきています。このような業界の目標を達成するのに必要な機能を提供するために、装置の開発者はプログラマブル・ロジック・デバイスに目を向け始めています。

早期予測および治療は、陽電子放射断層撮影法 (PET) / コンピュータ断層撮影法 (CT)、および X 線 / CT 装置などのモダリティの融合を促進しています。必要な高い画像解像度を実現するには、光および電子信号を解析するための精密マイクロ・アレイ検出器と最先端ソフトウェアおよびハードウェア・システムが必要です。これらのシステムは、大量の画像データをきわめて正確かつ超高速 (最大 250 GMACS および 1 Gbps) で処理することが要求されます。さらに、患者の負担を軽減するために、装置各部の価格を抑え長期間使用できるようにする必要があります。それには、装置の寿命期間内は、機能およびアルゴリズムを継続的に更新する柔軟なシステムが求められます。総合して、柔軟なアルゴリズムの展開やモダリティの融合により、高性能 CPU および FPGA などのプログラマブル・システム電子コンポーネントを使用する必要性が生じます。

柔軟性のある医療画像処理装置を効率的に開発するには、以下のようないくつかの要素を考慮する必要があります。

- 画像処理アルゴリズムの開発には、デジタル信号処理 (DSP) の継続的な改善のためのハイレベルかつ直感的なモデリング・ツールが必要です。
- リアルタイムに近い解析を実行するには、ソフトウェア (CPU) とハードウェア (コンフィギュレーション可能ロジック) を使用するシステム・プラットフォームが必要です。これら処理プラットフォームは、様々な性能価格ポイントに適合し、複数の画像処理モダリティの融合を橋渡しできるものでなくてはなりません。
- システム設計者とデザイン・エンジニアは、アルゴリズムをこれらのプラットフォームに素早く分割、およびデバッグし、最新のツールと IP (Intellectual Property) ライブラリを使用して、それらを迅速に展開し、収益性を向上させなくてはなりません。

これらの要素を念頭に置いて、アルテラは最新の画像処理アルゴリズムの開発と FPGA への実装を迅速に実行可能な主要 IP ビルディング・ブロックのブロックセットである新しいモジュラー式ビデオ / 画像処理スイートを発表しました。新しいビデオ / 画像処理ブロックセットは、他のアルテラ / パートナ IP モジュールおよびリファレンス・デザイン (IQ モデム、JPEG2000 圧縮、高速フーリエ変換 (FFT) / 逆フーリエ変換 (IFFT)、エッジ検出などを含む) と併せて、演算を多用するタスクの FPGA の実装をスピードアップするための多彩なツールを提供します。

まず、医療アプリケーション用の画像処理アルゴリズムおよび画像処理 IP と FPGA の実装に関するトレンドをいくつか検討します。

医療画像処理におけるアルゴリズムの開発

現在の医療開発環境において最も重要な要素を、以下に示します。

- X 線、磁気共鳴映像法 (MRI)、CT スキャナ、超音波、および 3D 画像処理システムなどです。
- 測定および解析用機器
- 光学操作および解析
- 外科用顕微鏡
- 遠隔治療システム

設計者は、以下のアプリケーションでの迅速な画像処理ソリューションを模索しています。

- 画像解析およびパターン認識
- 画像高品質化および復元
- 画像およびデータ圧縮
- ウェーブレット変換機能
- カラー・スペース変換

これらのアプリケーションや主要モダリティでは、どのタイプのアルゴリズムが開発されているのでしょうか？以下の項では、プログラマブル・ロジックの医療画像処理装置への統合を推進する主な開発事例について説明します。

画像誘導治療

外科ガイダンスのための手術中の画像処理では、リアルタイム 3D（超音波および X 線）画像および術前（CT または MR）画像の登録（相関）を使用し、非低侵襲治療（超音波、MR インターベンショナル、X 線治療）を利用した病気の外科的治療をガイドします。特定のモダリティと治療法の融合に最高の登録結果が得られるように、様々なアルゴリズムが開発されています。

分子画像処理

分子画像処理は、細胞および分子レベルでの生物学的過程の特性評価および測定です。目的は、病気を引き起こす異常を検出、捕捉、およびモニタすることです。症状の研究および治療法の評価を促進するために、分子画像処理アプリケーションに小動物を使用します。その結果、すべての医療画像処理モダリティが小型機器サイズに縮小されました。研究分野には、データ取得、画像再生、画像処理、および解析が含まれます。例えば、X 線、PET、および単光子放出コンピュータ断層撮影 (SPECT) を組み合わせて、低解像度での機能 / 細胞 / 分子画像を対応する最小 0.5 mm の高解像度の組織にマッピングします。小型化およびアルゴリズム探査により、これらのコンパクトなシステム・プラットフォームへの FPGA の使用が促進され、マルチコア CPU を上回る性能が達成されます。

画像処理アルゴリズム

画像の高品質化は通常畳み込み（リニア）フィルタリングによって行います。ハイパス・フィルタリングは、画像の詳細な部分を高品質化すると同時にノイズを目立たせてしまいます。ローパス・フィルタリングは、ノイズを抑止しますが、詳細な部分がぼけてしまいます。ほとんどの画像には、細部が含まれる領域とそうでない領域があります。線形結合フィルタリングは、ハイパスおよびローパス・フィルタ画像を作成し、マスクに従ってそれらを結合することで前者の細部が含まれる領域を高品質化し、後者のノイズを低減させる手法です。この手法は、人間の目が細部を含む領域のノイズに気づきにくいいため有効です。マスクは Sobel エッジ検出フィルタの円滑化出力です。細部を含む領域では 1 に近い値を、そうでない領域では 0 に近い値をとります。マスクで重み付けされたハイパスおよびローパス・フィルタ画像の線形結合は、細部が高品質化されノイズは低減された画像を作成します。

VISAR (Video Image Stabilization and Registration) は、リアルタイム・ビデオ画像を安定させるためのアルゴリズムです。VISAR は、ビデオ・データ・シーケンスの回転およびズーム効果に対応することにより、単純な水平および垂直画像登録手法を超える域までビデオ画像の品質を向上させるために開発されました。変換、拡大、および回転の影響を除去することによって、ビデオ画像フィールドを相互アラインメントします。VISAR により複数のビデオ画像を結合できるため、ノイズはフレーム間で均一になります。さらに、VISAR はビデオから抽出した静止画像にあるギザギザの縁を滑らかにします。VISAR は画像のジッターを 1 ピクセルの約 1/10 まで補正することができます。このアルゴリズムは、以下の用途に適用できます。

- 顕微鏡を通して見る細胞の画像を鮮明にする
- 網膜の研究のための目のイメージの安定化
- 熱赤外線画像処理の安定化
- 内視鏡手術中のカメラおよび人体の動きの安定化
- 遠隔治療用に送信される画像の安定化
- MRI ビデオを表示する際に人体の動きを補正するための超音波の改善

ウェーブレット変換は、フーリエ解析の制約の一部を解決する解析的アルゴリズムです。フーリエ解析は、信号を時間領域から周波数領域に変換する一方、時間に関する情報を失います。そのため信号のフーリエ変換を調べても、特定のイベントが発生したかどうか分かりません。多くの画像処理信号には、以下のような重要な非定常または変動特性が含まれています。ドリフト、トレンド、突然の変化、およびイベントの開始や終了。信号内のイベント情報を取得するために、Dennis Gabor (1946) は一度に信号の一部のみを解析するようにフーリエ変換を改良しました。この手法を信号のウィンドウイングと呼んでいます。近年になって、多様なサイズの領域からなるウィンドウイング手法を使用して、ウェーブレット解析が開発されました。ウェーブレット解析では、より精密な低周波数情報のための長時間インターバルおよび高周波数情報のための短い領域の使用が可能です。ウェーブレット・アプリケーションには、不連続性および降伏点の検出、自己相似性の検出、信号の抑制、信号のノイズ除去、画像のノイズ除去、画像の圧縮、および大規模行列の高速乗算が含まれます。アルテラの「Video and Image Processing and DSP」ライブラリは、スケールリング、シフト、ハイパス / ローパス・フィルタリング、I/Q 分解および再生などのウェーブレット操作の主要ビルディング・ブロックを提供します。

分散ベクタ処理は、高速演算を可能にするアルゴリズムです。最近開発された S-transform (ST) は、FFT とウェーブレット変換を結合し、空間と時間の両方における周波数変動を明示します。アプリケーションには組織解析とノイズ・フィルタリングが含まれます。しかし、ST は演算を多用するため、従来の CPU 実装では遅すぎます。この問題は、ベクタと並列計算を組み合わせて処理時間を 25 分の 1 にすることで対処できます。このように演算を多用するアルゴリズムは、FPGA に実装される並列計算とベクタ・プロセッサを併用すれば大幅に高速化することができます。(アルテラ製品でのアルゴリズム実装の高速化について詳しくは、開発ツールの項を参照してください)。

CT スキャン

PET と CT の融合は、ソフトウェア・ベースの画像融合 (位置合わせ) の代わりとなり、通常は脳の機能的画像と解剖学的画像のアラインメントに使用されます。人体の他の部分については、患者ごとの位置決め、スキャナ・ベッド・プロファイル、および臓器の非自発的な動きに違いがあるため、画像位置合わせ精度がさらに問題となります。PET と CT の融合では、画像を融合した後ではなく、シングル画像処理セッション時にスキャナが機能的および解剖学的画像を取得します。CT 画像は、基本的に PET データにノイズのない減衰率補正係数を提供します。

MRI

MRI 再構成は人体の断面画像を作成します。3D ボリュームを再構成するには、以下の 2 つのステップが必要です。

1. FFT による各スライスの 2D 再構成は、周波数領域データからのグレイ・レベルのスライス (通常は行列) を作成します。
2. 3D ボリューム再構成では、画像をどの 2D 平面でも表示できるように、スライスの補間によりピクセル間の距離に近いスライス間距離を作成します。

反復解像度鮮鋭化では、画像の構造を再フォーカスしながらノイズを低減させる、反復逆フィルタリングに基づく空間ぼやけ修正手法を使用します。これにより、断面図の全体的なビジュアル診断解像度が大幅に向上します。

超音波

非可逆圧縮を使用して超音波画像のデスペックリングが可能です。超音波スペckルは、様々な独立した散乱体 (ワイヤレス領域のマルチパス RF 反射に類似) の相互作用により生成され、粒状の乗法性ノイズになります。画像の対数を取ることによって、スペckル・ノイズが目的の信号に付加され、JPEG2000 エンコーダを使用した非可逆ウェーブレット圧縮により最小化できます。アルテラは、JPEG2000 エンコーディング / デコーディング用のパートナーの IP、およびビデオ / 画像処理スイートでスペckルからノイズを除去するための中間値フィルタおよびリファレンス・デザインを提供しています。

心臓の動きの予測は、心筋の弾性と収縮性を定量化する上で重要な手助けとなります。異常な動きを示す局部は、不十分な循環が存在する虚血性の心臓周辺を示しています。開発中のアルゴリズムには、基準座標系に対する変形フィールドを検出するために、時空間的な登録手法を使用して、一連の超音波画像から得た弾性の定量的評価が含まれます。ここで適用される主なビデオ / 画像処理および DSP ビルディング・ブロックの機能には、2D フィルタリング、デスペックリング、相関、スムージングなどがあります。

ビデオ画像処理

血管イメージングにおいて、多年にわたる判断基準は、造影剤を使用した血管の X 線画像からの放射線透過血管造影法でした。今日では、CT 造影法、TOF (time-of-flight)/PC (Phase Contrast) MR 造影法、および複式 / 血管内超音波検査法がより一般的に使用されています。これらの手法では、肺障害の診断時に無病誤診を減らすために、光音響および超音波画像の同時取得と登録、血管および骨格画像のセグメンテーション、相関に基づくエンハンスメント・フィルタの使用を伴います。

疾病の新しい輸血血液の補充能力を用いた癌の早期発見に関しては、BioScan System™ を導入できます。BioScan System は、QWIP (Quantum Well Infrared Photodetector) と呼ぶセンサを使用しています。QWIP は 0.027°F(0.015 °C) 未満の温度変化に反応し、速度は 200 フレーム / 秒以上です。デジタル・センサが身体から放出された赤外線エネルギーを検出し、癌が原因で生じる血流量の増加に付随するわずかな違いを「検知」します。標準的なシステムは、汎用ワークステーションや FPGA で構築される専用ハードウェア・エンジンで実装されるプログラマブル・シストリック・アレイに基づきます。エンジンはコア・アルゴリズムを、最先端ワークステーションで達成されるレートよりも約 1,000 倍高速化することができます。

X 線画像処理

RGL (Reverse Geometry X-radiography Lamography) は、Digiray Corp. によって開発されたもので、画像の明瞭性を向上させます。従来の X 線システムとは異なり、RGL システムは X 線写真の対象物を X 線源の近くに置きます。そして、点検出器が標準 X 線システムに固有の画像を劣化させる二次放射なしで、一次放射線を捕捉します。ダイナミック・レンジがフィルムの 10 倍以上あるシンチレータ・クリスタル撮像素子を使用して、平均化、フィルタリング、画像減算、輪郭検出/強調など、多様な標準画像処理ツールによってデジタル画像の画質を高めることができます。RGL は画像が明瞭であり、乳房撮影、心撮像、脳外科手術、整形外科などの医療アプリケーション用に X 線撮像を提供できます。

冠状動脈の X 線像の動き補正は、画像結果を鮮鋭化するのに役立ちます。例えば、撮像中に呼吸や心臓の拍動（心臓の呼吸サイクル）の影響を抑えるために、「3D + 時間」冠状動脈モデルの動きが 2D 画像に投影され、湾曲歪み補正関数（変換と拡大）の計算に使用されて動きが補正されると、より鮮明な画像が得られます。

重要なビルディング・ブロックの機能

これらの高度な画像処理アルゴリズムに必要な主要ビルディング・ブロックの機能は何ですか？

CT 画像再構成、補間、FFT、および畳み込み機能が必要です。超音波では、重要な処理法には、カラー・フロー処理、畳み込み、ビーム形成、混合、および弾性予測などがあります。一般的な画像処理アルゴリズムには、カラー・スペース変換、グラフィック・オーバーレイ、2D/中間値/一時フィルタリング、スケーリング、フレーム/フィールド変換、コントラスト強調、鮮鋭化、輪郭検出、しきい値処理、変換、極/デカルト変換、非一様性補正、およびピクセル置換などの機能が含まれています。

ビデオ/画像処理スイートは、アルテラおよびパートナーからの追加 IP およびリファレンス・デザインと併せて、最高性能と最小フットプリントを持つシステムを含めて、これらのアルゴリズムの FPGA への統合を迅速に行うことができます。ビデオ/画像処理 MegaCore[®] について説明する前に、アルゴリズムの開発方法論と対応するツールを検討することが重要です。

開発ツール

画像処理設計者は、ハイレベルのソフトウェア・ツールを使用して、様々なアルゴリズムと結果をモデル化します。Interactive Data Language などの画像モデリング・ツールは、RSI、BIR、Advanced Digital Imaging Research (ADIR) など企業から入手可能です。もう 1 つのトレンドは、画像登録、セグメンテーション、および画像誘導手術用のオープンソース・ツールキットの使用です。これらのツールは、画像処理アプリケーションおよびソフトウェアによるアルゴリズム開発のために最適化されていますが、FPGA への実装に最適化されているわけではありません。

MATLAB ソフトウェアでのアルゴリズムの開発と Simulink ソフトウェアでのシステム・レベルのデザインは、きわめて一般的な DSP のデザイン手法です。例えば、デジタル画像処理ソフトウェアとアルゴリズム開発を専門とする研究開発組織である ADIR は、高速かつ正確な画像処理アルゴリズムを作成するための柔軟なツールを必要としています。これらのアルゴリズムは、様々な手法の定義と実装、3D 画像と統計データの操作、等式セットの解決、アルゴリズムの表示/文書化を行います。ADIR は、およそ 15 年間にわたり、デジタル画像処理、定量的画像解析、パターン認識、デジタル画像コーディング、および圧縮、自動顕微鏡法、法医学的画像処理、および 2D ウェーブレット変換など、様々な専門分野において MATLAB を開発ツールとして使用しています。また、アルゴリズム開発に加えて、MATLAB は FPGA で一般的に使用されている固定小数点演算の使用をシミュレートすることもできます。

MATLAB をアルテラ・ツール (DSP Builder、SOPC Builder、Nios[®] II CPU 開発キット、Nios II C2H Compiler アクセラレーション、Quartus[®] II 開発スイート) と併用して、FPGA へのデザインの実装を迅速に行うことができます。ADIR のような企業は、CPU だけが不十分なときには、これらのツールセットを使用して FPGA へのアルゴリズムの実装を迅速に行うことができます。

DSP Builder ツールは、Simulink で開発されたハイレベル・アルゴリズムとアルテラの Quartus II ツールセットを使用した FPGA の実装を橋渡しするために、IP ライブラリ (アルテラのビデオおよび画像処理、DSP、接続 IP MegaCore ライブラリなど) に基づくデザイン・フローを提供します。SOPC Builder は、IP ブロック、アルテラ MegaCore (Nios II CPU を含む)、パートナー IP、およびユーザー定義ファンクション間の相互接続コード (Verilog または VHDL) を自動的に生成するシステム統合ツールです。Nios II 開発キットにより、C プログラムを 1 個または複数の Nios II CPU の FPGA に移動したり、デバッグすることができます。Nios II C2H Compiler は、C でコード化されたアルゴリズムの内側ループをプロファイリングしたり、FPGA 内でコプロセッサ・ロジックを生成することによって、Nios II CPU で動作するソフトウェア性能を大幅に向上させる新しいツールです。ロジック利用率がわずかに増えるだけで 10 ~ 100 倍もの高速化を達成します。Quartus II 開発スイートは、プログラム可能なハードウェアおよびソフトウェア機能を FPGA に実装するための主要ツールです。すべてのファンクションの IP インポート能力、シミュレーション、配置配線、アルテラ開発ボードまたはユーザー・ターゲット・システムでの FPGA プログラミングを提供します。

ビデオ / 画像処理スイート

アルテラのビデオ / 画像処理スイートには、9 つのコンフィギュレーション可能な MegaCore ファンクションがあり、アルテラ FPGA で一般的な画像処理機能を実行します。表 1 に提供されるファンクションをまとめます。

表 1 ビデオ / 画像処理スイートの IP MegaCore ファンクション

ファンクション	説明
デインタレーサ	インタレース・ビデオ・フォーマットをプログレッシブ・ビデオ・フォーマットに変換します
カラー・スペース・コンバータ	画像データを様々なカラー・スペース間で変換します
スケーラ	画像フレームをサイズ変更や切り抜きします
アルファ・ブレンディング・ミキサ	複数の画像ストリームを混合およびブレンドします
ガンマ・コレクタ	カラー・プレーン / スペースでガンマ補正を実行します
クロマ・リサンブラ	画像フレームのクロマ・データのサンプリング・レートを変更します
2D フィルタ	画像データ・ストリームに 3×3 、 5×5 、または 7×7 の FIR (Finite Impulse Response) フィルタを使用し、画像をソフトまたはシャープにします
2D メジアン・フィルタ	3×3 、 5×5 、または 7×7 フィルタを使用して、各ピクセル値を隣接ピクセルとの中間値に置換することにより、画像のノイズを除去します
ライン・バッファ・コンパイラ	画像用ライン・バッファをアルテラのオンチップ・メモリに効率的に配置します

各ファンクションは、ファンクションを通して画像データを送信するための簡単なストリーミング・インタフェースで実装されます。各ファンクションによって、以下が可能になります。

- 任意のビデオ / 画像処理機能を順不同で簡単に接続可能
- 幅広いデータ・レートでデザインをサポートする効率的な手段

ビデオ / 画像処理 IP スイート・ファンクションは、コンパイル時パラメータを提供する一般的な画像データ書式パラメータを使用します。コアをコンフィギュレーションするのに、MegaWizard[®] GUI が使用されます。このファンクションは、ビデオ / 画像処理スイートのアルテラ DSP Builder ブロックセットからの Simulink 内で利用可能です。医療画像処理では、コアによってビデオ・ファンクションに適しているものと画像処理ファンクションに適しているものがあります。特に両方に適しているコアの 1 つがライン・バッファ・コンパイラです。

ライン・バッファ・コンパイラ

特に高精細解像度および最大データ・スループットを必要とするシステムを開発するとき、FPGA メモリは多くのビデオおよび画像処理アプリケーションにとって貴重なリソースです。ライン・バッファ・コンパイラは、ビデオ・ライン・バッファをアルテラのオンチップ・メモリにマップする効率的な手段を提供します。

画像処理コア

2D FIR MegaCore ファンクションは、8、10、および 12 ビットのピクセル入力データによる 3×3 、 5×5 、または 7×7 の固定係数の行列を使用して、2D 有限インパルス応答 (FIR) フィルタリング演算を柔軟かつ効率的に実行できます。

2D 中間値フィルタ・ファンクションは 3×3 、 5×5 、または 7×7 カーネルの行列を使用して、2D 中間値フィルタリング演算を実行する手段を提供します。各出力ピクセルは、対応する入力ピクセルの中心に配置された 3×3 、 5×5 、または 7×7 カーネルにある入力ピクセルの中間値です。このカーネルが入力画像のエッジを超える部分にはゼロが埋められます。

Scaler MegaCore ファンクションは、8 ビットおよび 10 ビット・ピクセル入力データおよび画像クリッピングのサポートも含めて、双一次フィルタまたは最近接スケーリングを使用して、画像フレームをサイズ変更する効率的な手段を提供します。初期バージョンには、固定数の標準および高精細解像度に対する変換サポートが含まれており、最新リリースには任意の水平/垂直スケーリング比のサポートが含まれます。

2D 補間法

補間法は、サンプルが取り込まれる (i',j') と呼ぶ実数値ポイント、および (i,j) と呼ばれる最近整数点を使用します。ここで、 $(i,j) = (|i'|,|j'|)$ 、 d_i 、および d_j はそれぞれ $d_i = i' - i$ および $d_j = j' - j$ として定義され、 F は任意の点の強度値を返す関数です。

最近接法： $F(i',j') = F(i,j)$

線形補間： $F(i',j') = \sum_{m=0}^1 \sum_{n=0}^1 [(m - (1 - d_i)) \cdot (m - (1 - d_j))] \cdot F(i + m, j + n)$

最近接および線形補間では、一般に 2X の比までのスケーリングまたはダウンスケーリングのときに高品質な結果が得られます。双三次補間のサポートは、今後のリリースで計画されています。

ビデオ・コア

カラー・スペース・コンバータ・ファンクションは、あるカラー・スペースから別のカラー・スペースに画像データを変換する柔軟かつ効率的な手段を提供します。変換は、コンピュータ RGB、スタジオ RGB、YIQ/YUV、および YCbCr など、各種のカラー・スペースに関連する 12 の係数配列を提供することによって達成されます。

クロマ・リサンプリングにより、ユーザは 4:4:4、4:2:2、および 4:2:0 サンプリング・レートの間で変更することができます。最近接および双一次補間のピクセル複製/デシメーション間での品質の選択により、水平および垂直フォーマット変換法の独立した制御が提供されます。ユーザは、オーバフロー（すなわち、出力値が 2^8 を超える）およびアンダフロー（すなわち、出力値が負）の発生時のリサンプリング動作を指定することができます。利用可能なオプションは IGNORE と SATURATE です。

アルファ・ブレンディング・ミキサ・ファンクションは、最大 8 つの画像レイヤを混合する効率的な複数の色平面を提供します。このファンクションは、ピクチャ・イン・ピクチャ・ミキシングとピクセル・アルファ・サポートによる画像ブレンディングの両方に対するサポートを提供します。

デインタレース・ファンクションは、インタレースされたビデオを Bob アルゴリズムおよび Weave アルゴリズムを使用して、プログレッシブ・ビデオに変換する柔軟で効率的な手段を提供します。デインタレースは、N-Hz 入力フィールド・レートに対して N/2-Hz 出力フレーム・レートを生成します（例：1080i @ 60 Hz から 1080p @ 30 Hz）。

Weave アルゴリズムは、現在の入力フィールドのすべての欠落ラインを前の入力フィールドからのラインで埋めることによって、出力フレームを作成します。これは、画像の静止部分に対しては良好な結果を生み出しますが、可動部分には不快なアーチファクトが生じます。Bob デインタレーシングは、入力フィールドを垂直に 2 倍スケールアップします。このファンクションは、Bob デインタレースに対して以下の 2 種類のスケーリングをサポートしています。スキャンライン複製とスキャンライン補間
スキャンライン複製は、単に入力フィールド F0 の各スキャンラインを 2 回繰り返してスケールし、出力フレームを作成します。入力フィールド F1 は廃棄されます。スキャンライン補間は、ラインの上または下でラインの単純平均を実行することによって、入力フィールド F0 から欠落ラインを再作成します。入力フィールド F1 は廃棄されます。フィールド F0 の最下部に 1 行のみ利用可能なラインがあり、このラインはスキャンライン複製によって複製されます。

ビデオ・デザイン例

ビデオ / 画像処理スイートを使用した標準的なビデオ・システムを図 1 に示します。

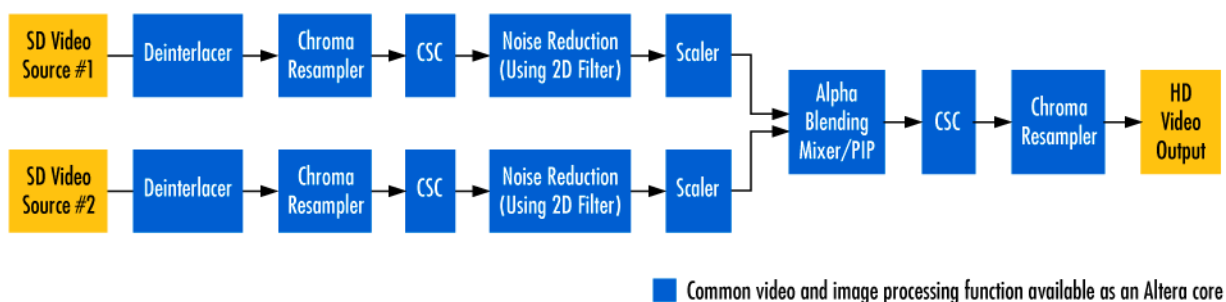


図 1. デザイン例のブロック図

FPGA を医療画像処理に利用

アルテラ・デバイスおよびツール・スイートの OEM 活用の一例により、今日のアルゴリズムおよびシステムに対して、FPGA および画像処理 IP を使用した場合の利点をハイライトしています。

3D-Computing Inc. は、アルテラ FPGA をベースにして、「3D Complete Body Screening (3D-CBS)」と呼ぶ画期的な医療用テクノロジーを開発しました。3D-CBS は、PET テクノロジーを定期的な予防患者診察に安全に使用できるようにして、PET テクノロジーの使用に革命をもたらすことが期待されています。3D-Computing Inc. は、アルテラ・デバイスを使用してこのアルゴリズムの処理を高速化しており、この新しいテクノロジーでは、従来の PET スキャンで患者が浴びる放射線のわずか 4%のみを使用して、より正確に患者の体を診察できます。

現在の PET テクノロジーを使用した健康な人の予防検診のための全身スクリーニングは、過剰曝露の危険があるためお勧めできません。現在の PET テクノロジーはまた、非常に低速かつ高価で、医療費が上昇している状況では定期的に使用することはできません。アルテラ FPGA は 3D-CBS システム内で様々な方法で使用されていますが、最も重要なことは FPGA のマトリックスを使用して、診察中に患者の身体から放射される光子を従来よりはるかに高い割合で、より正確かつ効率良く捕捉するのに必要な高速処理を実行していることです。その結果、患者の放射線曝露レベルが減少し、画像品質が改善されます。

主要サードパーティ・ビデオおよび画像処理パートナー

ビデオ / 画像処理スイートおよび DSP ライブラリに加えて、アルテラは複数のビデオおよび画像処理 IP のサプライヤーと提携し、医療画像処理装置の開発企業の要求条件を満足するソリューションのデザインを支援しています。

- ATEME は H.264 (MPEG-4 AVC) Main-Profile SD/HD エンコーディングを提供します。
- Barco は、JPEG/JPEG2000 エンコーダ / デコーダ、および MPEG-4 Advanced Simple Profile SD エンコーディングを提供します。
- BroadMotion は、効率的な JPEG2000 エンコーダ / デコーダを提供します。
- CAST は、JPEG/JPEG2000 エンコーダ / デコーダ、MPEG-4 Advanced Simple Profile、H.264 Baseline Profiles (SD/HD エンコーディング) を提供します。

まとめ

ベビー・ブーム世代は、最も一般的な疾病（特に心臓関係の軽疾患と癌腫）を治療するために、早期発見および非侵襲的な外科治療を含む、新しく利用しやすい治療法を求めています。画像診断モダリティの融合における進歩と関連アルゴリズムの開発は、患者のニーズを満たす新しい装置の普及を推進する最大の原動力です。高度なアルゴリズムは、小型で利用しやすいポータブル機器に搭載され、大幅に強化された画像処理性能を備えたスケーラブルなシステム・プラットフォームを必要とします。

FPGA は、マルチコア CPU プラットホームに統合され、最も柔軟かつ最高性能のシステムに対して DSP 能力を提供します。これらのプラットフォームへの高度な画像処理アルゴリズムの実装を促進するために、ハイ・レベルな開発ツールおよび IP 実装ライブラリが必要です。アルテラはこれらの事項を念頭に置いてビデオ / 画像処理スイートを開発しました。このスイートには、画像処理のための主要なビルディング・ブロック機能が含まれており、迅速に開発できるようアルテラの完全なツールセットに統合されています。

詳細情報について

- アルテラのビデオ / 画像処理ソリューション：
www.altera.co.jp/video_imaging
- アルテラのビデオ / 画像処理リファレンス・デザイン：
www.altera.co.jp/end-markets/refdesigns/sys-sol/broadcast/ref-post-processing.html

この資料は英語版を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。こちらの日本語版は参考用としてご利用ください。設計の際には、最新の英語版で内容をご確認ください。



101 Innovation Drive
San Jose, CA 95134
(408) 544-7000
<http://www.altera.com>

Copyright © 2006 Altera Corporation. All rights reserved. Altera, The Programmable Solutions Company, the stylized Altera logo, specific device designations, and all other words and logos that are identified as trademarks and/or service marks are, unless noted otherwise, the trademarks and service marks of Altera Corporation in the U.S. and other countries. All other product or service names are the property of their respective holders. Altera products are protected under numerous U.S. and foreign patents and pending applications, maskwork rights, and copyrights. Altera warrants performance of its semiconductor products to current specifications in accordance with Altera's standard warranty, but reserves the right to make changes to any products and services at any time without notice. Altera assumes no responsibility or liability arising out of the application or use of any information, product, or service described herein except as expressly agreed to in writing by Altera Corporation. Altera customers are advised to obtain the latest version of device specifications before relying on any published information and before placing orders for products or services.