

申請者	学科名	情報通信工学科	職名	助教	氏名	小椋 清孝 印
調査研究課題	回路再構成機能による適応的処理での回路小型化に関する研究					
交付決定額	70万円					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	小椋 清孝	情報通信工学科・助教	集積回路工学	研究全般	
	分担者	山本哲哉 石海利幸 小川翔平	情報系工学研究科・M1 情報系工学研究科・M2 情報系工学研究科・M2	集積回路工学 集積回路工学 集積回路工学	再構成制御回路の設計 再構成回路設計 アプリケーション応用の 検討・試作	
調査研究実績の概要	<p>本研究では、FPGA (Field Programmable Gate Array) の部分再構成機能を用いた回路の小型化およびそのアプリケーション応用について検討を行った。部分再構成機能とは、回路動作中に動的にFPGA上の一部分の回路情報を変更することができる機能であり、これを用いることにより、入力情報に応じて必要な処理回路をFPGA上に適応的に実装することが可能となる。FPGAでの従来の設計方法では、回路情報変更は全体再構成でしか行なえないため、再構成中には回路は動作することができず、その再構成にかかる時間も長い。一方、部分再構成では、再構成を行なわない領域では動作を継続することができ、再構成領域が限られているために再構成時間も短くできる。</p> <p>まず、本機能を用いて、画像処理の基本処理であるフィルタ処理回路の実装を行った。フィルタ処理には多くの処理アルゴリズムがあり、また、対象画像サイズ等によりそのフィルタサイズも様々である。単純なアルゴリズム、あるいは低解像度の画像に対する処理ではソフトウェアでも十分処理可能であるが、複雑なアルゴリズムや高解像度画像に対してはハードウェアによる処理が必要とされる。ハードウェア実装の場合、通常は必要な処理構成すべてを実装する必要があるが、ここで部分再構成機能を用いることにより、必要なフィルタ構成を動的に実装可能な構成にすることで回路の小型化を図った。</p> <p>本研究では、さらにこの実装について、高位合成系Impulse-Cを用いることで設計効率の向上を目指した。現在の高位合成系は、CやC++といったプログラミング言語を用いることでハードウェアのアルゴリズムを記述しやすくしたものであるが、途中で処理系独自の</p>					

記述を追加する必要があるなど、Cのプログラムをそのままハードウェアにするものではない。本研究では、各種フィルタ処理のCプログラムをそのまま利用できるような、処理系の独自記述を共通化したラッパー関数を作成してここからCの関数(各フィルタアルゴリズム)を呼び出すようにした。これにより、Cの関数部分を差し替えるだけで様々なフィルタアルゴリズムの再構成回路モジュールを生成可能となった。

以上の手法を用いて、「移動平均法」「メディアン・フィルタ」「重み付き移動平均法」「エッジ保存平滑化」の4種類のアルゴリズムを可能とする処理回路を、部分再構成機能を用いた方法(図1(a))と、比較用として従来の実装方法(セレクタにより選択)(図1(b))とで実装を行い、使用リソース及び動作周波数で評価を行なった。結果として、部分再構成による実装では従来方法と比較して使用リソースの面ではRegister 59.5%、LUT 60.2%の削減を行う事ができた。一方、動作周波数は15.2%低下するという結果が得られた。

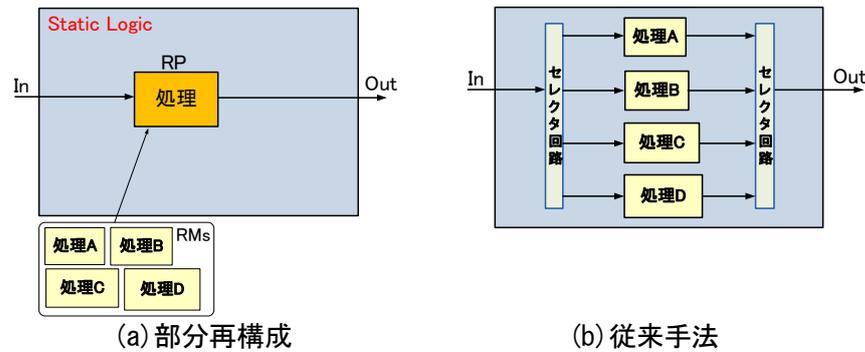
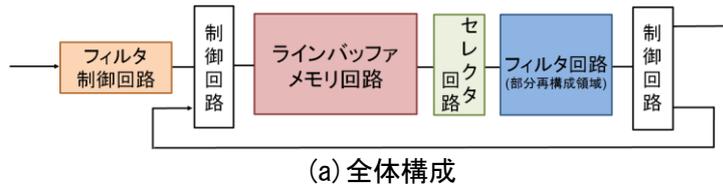
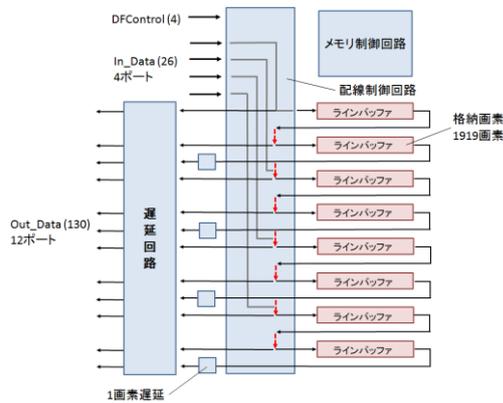


図1 実装したフィルタ処理回路

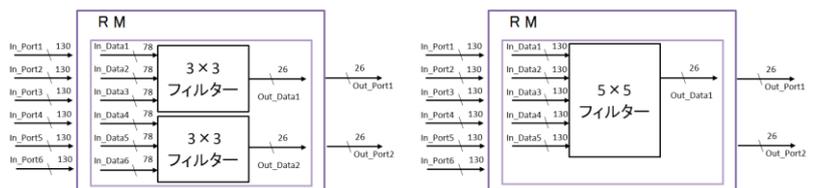
このような部分再構成領域を持つフィルタ処理システムとして以下のような処理回路の提案・検討を行なった。この回路は、4K画像までのラスタ入力に対し、必要なフィルタ処理を部分再構成で適応的に実装できるものである。低解像度画像に対しては並列処理が可能となっており、FPGA上の使用リソースを最大限に活用できる構成とした。現状ではセレクタ回路部分が複雑となり、動作速度等のボトルネックとなっている。これについては、この部分も部分再構成化することで速度の改善が可能であると考えている。



(a) 全体構成



(b) ラインバッファメモリ回路



(c) フィルタ回路(部分再構成領域)の実装例

図2 提案・検討したフィルタ処理システム

調査研究実績の概要

成果資料目録

石海利幸, 小椋清孝, 森下賢幸, 伊藤信之, “高位合成系による動的な部分再構成技術を用いた画像処理回路の開発”, 平成25年度(第64回)電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, No. 13-4, pp. 428-429 (2ページ), 2013年10月.