

研究種目：基盤研究 (B)  
研究期間：2006～2009  
課題番号：18300013  
研究課題名 (和文) リンコンフィギュラブルコンピューティングシステムにおける  
高速計算方式の確立  
研究課題名 (英文) A Research on High Speed Computation Method in Reconfigurable  
Computing Systems  
研究代表者  
丸山 勉 (MARUYAMA TSUTOMU)  
筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授  
研究者番号：00292532

研究分野：総合領域  
科研費の分科・細目：情報学 計算機システム・ネットワーク  
キーワード：リコンフィギュラブルシステム

### 1. 研究計画の概要

本研究では、リコンフィギュラブルシステムにおける高速計算手法の明確化、また、それら高速化手法を様々な問題に対してより容易に適用可能とするための設計サポートシステムの構築を行う。具体的には、最新のFPGAを搭載したシステムを用いて、様々な実応用問題の高速化の研究を行い、様々な高速化手法の評価を行う。また、それ等の評価結果をもとに、新たな問題に対する回路を作成する際に、問題の特徴に応じて、各高速化手法の有効性、その時必要となる回路規模等の見積もりを行い、利用可能なライブラリを提示することのできるサポートシステムの構築を目指す。

### 2. 研究の進捗状況

最新のFPGAを搭載したFPGAボードとその拡張メモリ、マザーボード、それらのホストコンピュータとなるパーソナルコンピュータを購入し、それ等を用いて小規模なリコンフィギュラブルシステム上を構築した。これらのシステムを用いて、様々な問題の評価を通じた高速化手法の検討/評価を行うために、(1) N次元空間を1次元的に接続された演算ユニットで走査し計算を行う問題として、多次元空間におけるダイナミックプログラミングに基づくホモロジー検索の研究、(2) N次元空間を2次元的(アレイ)に接続された演算ユニットで走査し計算を行う問題として、2次元画像のセグメンテーション問題、フィルタリング処理、ローカルコントラストの補正問題、パターンマッチング問題、(3) 2

のN乗の大きさの探索空間に対しN個の演算ユニットを用いて最適解の探索を行う問題として、充足可能性問題等の高速化の研究を行って来た。これらの研究の評価結果をもとに、問題の対象空間の特徴、その空間を走査する演算ユニットの接続状態の特徴、各演算ユニットにおいて参照される対象空間の一部の次元と形状をパラメータとして、高速化回路の一般化をはかり、そのライブラリ化の検討を行った。これらの検討結果をもとに、画像処理問題を対象とした、よりC言語のレベルに近いハードウェア記述言語の仕様検討を行い、その処理系の開発を開始した。また、SIMD命令をサポートした複数のコアを持つマイクロプロセッサ、多数のコアを持つGPU等の最新のLSIとの性能差を明らかにするために、これらのLSIの性能評価を行った

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。予定ほど評価の進まなかった応用問題もあるが、全体的には順調に評価が進んでおり、ほぼ予定通り、C言語のレベルに近い、高速計算向きハードウェア記述言語の開発に着手することができた。

### 4. 今後の研究の推進方策

今後は、パーソナルコンピュータの購入を行い、その上に、前年度に試作したリコンフィギュラブルシステム上での回路設計のための設計サポートシステム、回路設計を容易とするためのハードウェア記述言語、CADソフト

トウェア/論理シミュレータを統合したシステムを構築し、実際に幾つかの新たな問題に対する高速化の試みを通して、この設計環境の評価を行い、サポートシステムおよびハードウェア記述言語の改良を行う。これと平行して、手作業による応用問題の各種高速化手法を用いた場合の高速化に関する評価、および、他の研究者による研究成果の調査/検証を通して、データベースの拡充を行う。また、この評価を通して、ハードウェア記述言語の改良を行う。以上の流れを通して、リコンフィギュラブルシステムにおける高速化手法の確立、および、それらの手法を用いた設計をより容易とするためのサポートシステムの実現を行う。また、高速計算に適した小規模リコンフィギュラブルシステムのアーキテクチャの確立を目指す。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件 全て査読有)

① 金沢 健治, 丸山 勉

「FPGA を用いた大規模な充足可能性問題の高速計算」, 電子情報通信論文誌 Vol.J90-D No.10, pp.2713-2722, 2007

② Dang Ba Khac Trieu and Tsutomu Maruyama, “Real-time image segmentation based on a parallel and pipelined watershed algorithm”, Journal of Real-Time Image Processing, Springer, Vol.2, No.4, pp.319-329, 2007

③ Takashi Saegusa and Tsutomu Maruyama “An FPGA implementation of real-time K-means clustering for color images”, Journal of Real-Time Image Processing, Springer, Vol.2, No.4, pp.309-318, 2007

[学会発表] (計 11 件)

① Takashi Saegusa, Tsutomu Maruyama and Yoshiki Yamaguchi, “How fast is an FPGA in image processing ?”, International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL2008), 2008/9/08, Heidelberg, Germany

② Shingo Kawada and Tsutomu Maruyama, “An Approach for Applying Large Filters on Large Images using FPGA”, International Conference on Field Programmable Technology (FPT2007),

2007/12/13, Kitakyushu, Japan

③ T. Maruyama,

“Real-time K-Means Clustering for Color Images on Reconfigurable Hardware”, International Conference on Pattern Recognition, 2006/08/22, HongKong, China

[その他]

ホームページ

<http://darwin.esys.tsukuba.ac.jp>