



Title	Reconfigurable Bus Arrays : Their Computational Power and A Prefix Sums Algorithm
Author(s)	宮下, 健輔
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39792
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	宮 下 健 輔
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 5 3 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	Reconfigurable Bus Arrays : Their Computational Power and A Prefix Sums Algorithm (再構成バスアレイ : その計算能力と接頭部和アルゴリズム)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 都 倉 信 樹 (副査) 教 授 谷 口 健 一 教 授 萩 原 兼 一 助 教 授 辻 野 嘉 宏

論 文 内 容 の 要 旨

近年、バス付プロセッサネットワークが注目されている。従来のバスは形状を変更できない静的バスであったが、より強力なバスとして動的に形状を変更できる再構成バスが提案されている。Processor Array with Reconfigurable Bus System (PARBS) は 2 次元格子状に並べられたプロセッサアレイと再構成バスから成っている。また、RMBM も同様にプロセッサと再構成バスによるものであるが、PARBS と異なり、プロセッサは 1 列に並んでおり、かつ、プロセッサの数とバスの数とは独立である。RMBM はバスの操作をするスイッチの有無により、4 つのバージョンに分類され、E-RMBM (Extend RMBM) が中でもっと強力であるとされる。

長さ n の 2 進数列 $\langle a_0, a_1, \dots, a_{n-1} \rangle$ ($a_j \in \{0, 1\}$, $0 \leq j < n$) が与えられたときに $s_i = \sum_{k=0}^i a_k$ を求める問題を接頭部和問題 (Prefix Sums Problem) という。Olariu らは、 m を $2 \leq m \leq n$ をみたす自由な値として、大きさ $m \times n$ の PARBS 上で長さ n の 2 進数列の接頭部和を $O(\log n / \log m)$ 時間 ($\log$ の底は 2) で求める、現在知られている最良のアルゴリズムを提案した。第 3 章では、長さ n の 2 進数列の接頭部和を大きさ $(\log^2 n / (\log \log n)^2) \times n$ の PARBS 上で $O(\log \log n)$ 時間で解くアルゴリズムを提案する。これは、Olariu らの結果を部分的に改良したものである。なぜなら、このアルゴリズムと同じ大きさ $(\log^2 n / (\log \log n)^2) \times n$ の PARBS 上で Olariu らのアルゴリズムを動作させると $O(\log n / \log \log n)$ 時間になってしまうからである。

また、互いに異なる並列計算モデル間でその計算能力を比較することは大変興味深い問題である。従来、再構成バスを用いた並列計算モデルと PRAM との能力比較や、再構成バスを用いた並列計算モデルどうしの計算能力比較など、いくつかの結果が得られている。たとえば、Schuster によって PARBS と PRAM との計算能力が比較され、また、Thiruchelvan らは RMBM の 4 バージョンで計算能力を比較している。

第 4 章では、Thiruchelvan らが open problem とした PARBS と RMBM との計算能力の比較を行なっている。大きさ $N \times M$ の PARBS の各ステップは、4 NM プロセッサ、 $M+3$ バス、1 リードバッファの E-RMBM 上で定数時間でシミュレートすることができ、また、P プロセッサ、B バス、D リードバッファの E-RMBM の各ステップは大きさ $B \times P$ の PARBS 上で定数時間でシミュレートできることが示されている。

論文審査の結果の要旨

並列計算モデルのひとつとして、reconfigurable busを用いた processor network が提案されている。このモデルは、プロセッサ間の通信にバスを用い、かつ、問題のインスタンスによって動的にバスの形状を変更してその結果どのプロセッサ間にデータが流れるかという情報をもとに問題を解くことができるという点で、一般的な並列計算モデルであるPRAMとは異なる並列性をもつモデルであるといえる。本論文は、このようなモデルのうち、PARBS (Processor Array with Reconfigurable Bus System) と RMBM (Reconfigurable Multiple Bus Machine) に関連する以下のような結果をまとめたものである。

3章では、長さ n のビット列の接頭部和問題を大きさ $(\log^2 n / (\log \log n)^2) \times n$ の PARBS 上で $O(\log \log n)$ 時間で解くアルゴリズムを提案している。この問題はソートなどの問題を解くための基本的な問題のひとつである。大きさ $m \times n$ の PARBS 上で $(\log n / \log m)$ 時間 (m は $2 \leq m \leq n$ をみたす値) でこの問題を解くアルゴリズムが知られているが、本論文のアルゴリズムと同じ大きさの PARBS 上ではこのアルゴリズムの動作に $O(\log n / \log \log n)$ 時間を要してしまうので、本論文のアルゴリズムの方が優れているといえる。

RMBM にはバス操作の能力によって4種のバージョンがあり、その中で E-RMBM がもっとも強力なモデルである。また、読み込みバッファを複数もつ E-RMBM の1ステップは、ひとつだけ読み込みバッファをもつ E-RMBM 上で定数時間でシミュレート可能である。4章では PARBS は RMBM の計算能力を比較し、ふたつのモデル間でのアルゴリズムのシミュレーションを行なう手法を提案している。大きさ $N \times M$ の PARBS 上の各ステップは、プロセッサ数 $4NM$ 、バス数 $M+3$ 、読み込みバッファ数1の E-RMBM 上で定数時間でシミュレートすることができ、逆に、プロセッサ数 P 、バス数 B 、読み込みバッファ数1の E-RMBM の各ステップは大きさ $B \times P$ の PARBS 上で定数時間でシミュレート可能である。PARBS と RMBM の間の計算能力比較は Thiruchelvan らが open problem としたものであり、本論文はそれを研究したものである。

以上のように、本論文は並列計算モデル PARBS と RMBM に関連する重要な結果を得ており、博士論文(工学)として価値あるものと認められる。