

## 二次元トーラス・ネットワークの適応ルーティングにおける 性能改善法の検討

守屋 拓<sup>†</sup> 三浦 康之<sup>†</sup>

湘南工科大学<sup>†</sup>

### 1.はじめに

PE 同士を結合した並列計算機が、現在数多く開発されており、それに合わせて並列計算機向けの相互結合網が数多く存在する。中でも 2D-トーラス網は一般的な相互結合網である。相互結合網には固定ルーティングと適応ルーティングの二種類があり、適応ルーティングは故障性などにおいても優れている。我々は 2D-メッシュ向けの Turn Model による手法を改善して、2D-トーラス網に適応可能とした North-South First ルーティングを提案した[1][2]。

元のアルゴリズムは、適応ルーティングの可能な箇所が制限されているため、その制限を緩和することによってルーティングアルゴリズムの性能を改善することが可能となることが考えられる。本稿では、改善手法の性能評価を行い、改善法の有効性を示す。

### 2.NSF ルーティング

メッシュ網向けの適応ルーティングアルゴリズムとして、追加の仮想チャンネルを必要としない Turn モデルがあるが、これをそのまま 2-D トーラスに適用するとデッドロックが発生する。そこで我々は 2-D トーラスに適用可能な方法として Turn モデルの手法の一つである North First 法と South First 法を組み合わせた North-South First Routing を提案した[1][2]。

この手法を使えば 2-D トーラスでも追加の仮想チャンネルを使わず、Turn モデルに基づいた適応ルーティングを実現することが可能である。

### 3.NSF ルーティングの改善手法

これまでの手法では、South First 法が適用可能となる条件を、パケットの先頭が

- ① channel-H に属している。
- ② 以後、ラップアラウンドチャンネルを通過する可能性がない。

の双方の条件を満たす場合のみに限っていた。

これを修正し、②の条件を満たさない場合にお

いても、一度だけ North→{East,West}のターンを許すものとする。

縦方向の channel-L から縦方向のラップアラウンドチャンネルを経由して、縦方向の channel-H→横方向の channel-L を経て横方向のラップアラウンドチャンネルを通過後に目的の PE に向かう場合において、これまでは縦と横のラップアラウンドチャンネル間の経路は固定ルーティングのみとなっていた。改善手法では、この部分について一度だけ経路の変更が可能となる他、横のラップアラウンドチャンネル通過後も適応ルーティング可能となる。

### 4.性能評価

256 個の PE を持つ、16×16 トーラス網について 50000 サイクルのパケットを送信する通信実験を行い、評価結果を示す。ソフトウェアシミュレーターにより下記の評価方法の元、性能評価を行った。

#### 4.1 通信パターン

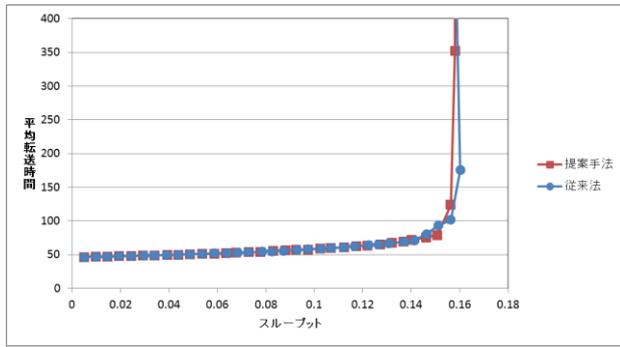
- Uniform  
パケットを送る際に始点、終点ともにランダムで行うシミュレーションである。
- Mtrans  
行列の転置を行う通信パターンで、近い対角線同士で通信を行い、偏りができるシミュレーションである。
- Bit Comp  
ソース PE のアドレスを進数にしたときの、1 の補数の値をディスティネーション PE としたもの。ネットワークのベンチマークとして非常に一般的なトラフィックパターンのシミュレーションである。
- Longest Path  
パケットを送る際に始点からもっとも遠いところを終点としたシミュレーションである。

#### 4.2 評価結果

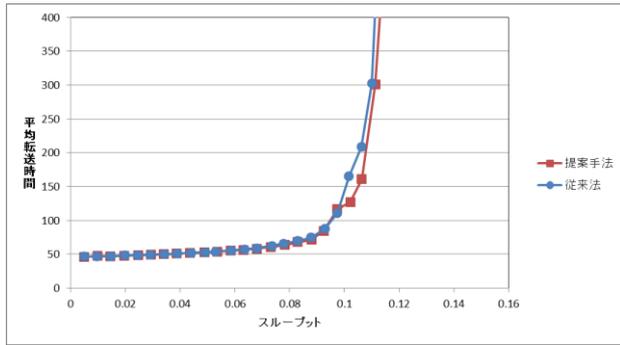
シミュレーション結果を図 1 に示す。グラフの横軸はスループット、縦軸は平均転送時間である。このグラフの結果から Longest Path の場合、最も効果が見られるということが分かった。

Performance Improvement Method of the Adaptive Routing Algorithm for 2-Dimensional Torus Network

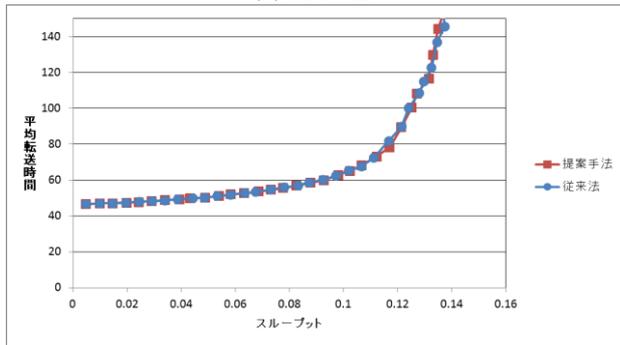
<sup>†</sup>Hiraku Moriya, Yasuyuki <sup>†</sup>Miura, Shonan Institute of Technology<sup>†</sup>



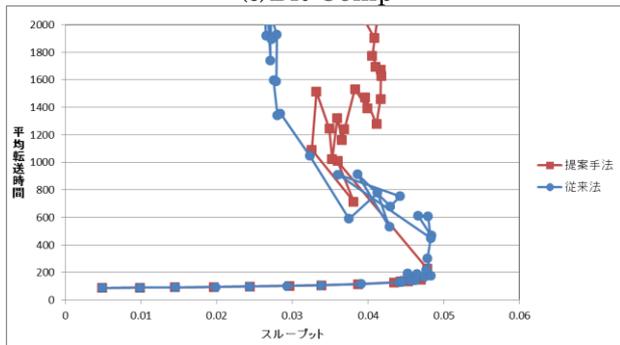
(a)Uniform



(b)Mtrans



(c)Bit Comp



(d) Longest Path

図1 動的特性のシミュレーション結果

4.3 パケット生成率に対するスループットの評価  
 4.2 節の結果を元に発生するパケットの確率を変え、その平均を取り効果の信憑性を調べた。結果を図2に示す。横軸はパケット発生確率、縦軸は平均スループットである。色の濃いグラフが従来法、薄いグラフが提案手法である。この

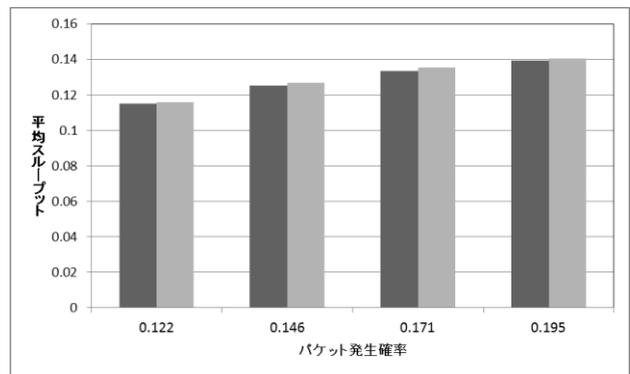
グラフにより Mtrans の場合僅かに提案手法が優れており、Longest Path において、大きな効果が見られるという結果となった。

5.まとめ

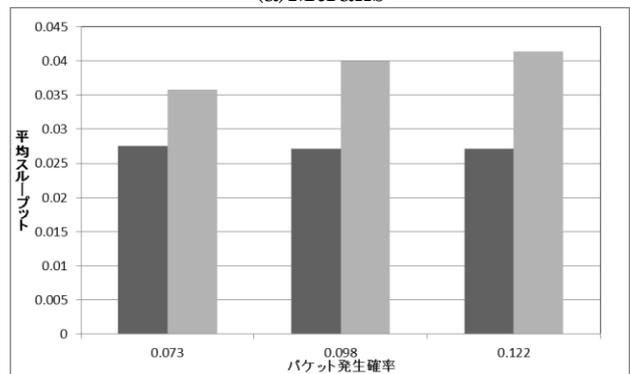
今回の提案手法である、North South First 法の改善手法は Mtrans や Bit Comp の場合、僅かな効果しか見られなかったが、Longest Path のような特定の条件の場合、有効性が示された。

参考文献

[1] Yasuyuki Miura, Kentaro Shimozoon, Kazuya Matoyama, and Shigeyoshi Watanabe, The Static and Dynamic Performance of an Adaptive Routing Algorithm of 2-D Torus Network Based on Turn Model, Proc. of the 2014 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'14), pp.114-120, 2014.07.  
 [2] Yasuyuki Miura, Kentaro Shimozono, Naohisa Fukase, Shigeyoshi Watanabe, and Kazuya Matoyama, An Adaptive Routing Algorithm of 2-D Torus Network Based on Turn Model: The Communication Performance, International Journal of Networking and Computing (IJNC), pp.223-238, 2015.01.



(a)Mtrans



(b)Longest Path

図2 動的特性のシミュレーションの平均値