

単フリット・ワームホール混在型ルーティングの提案

杉岡 純平[†] 三浦 康之[†]湘南工科大学工学研究科電気情報工学専攻[†]

1. はじめに

計算機における並列は、複数のプロセッサを結合してネットワークを構成し、それらを並列に動作させることにより処理を行う。

一般に並列計算機におけるネットワークでは、制御情報や短いメッセージなどを送るパケットと、メモリブロックなどの長いメッセージを送るパケットが混在することが考えられる。このような場合、前者は単フリット通信、後者はワームホールルーティングが適していると考えられる。

単フリットパケットと、ワームホールルーティングなどの長いパケットが混在する通信において、ワームホールルーティングでは、フリットが格納されるキューに空きができる場合が多い。そこで、その隙間に単フリットパケットを格納するような構造にすることにより性能の向上を図ることができる。本研究では、一本のリンクにワームホール用の仮想チャネルと単フリット用の仮想チャネルを用意し、一本のリンクに属するすべての仮想チャネルを一つのメモリで共有する手法を用いた場合についての動的性能評価を行う。

2. ワームホールルーティング

ワームホールルーティングでは、パケットをフリットと呼ばれる小さな単位に分割して通信を行う。

ワームホールルーティングの通信プロセスは、まずヘッダフリットによって経路を設定し、チャネルを占有して後続のフリットが通過していく。パケットを構成する最後のフリットが通過するとそのチャネルを開放する。占有中のパケット以外のフリットは当該チャネルを利用することはできない。

ワームホールでの通信が何らかの理由によりブロックされると、フリットはバッファメモリに溜められる。バッファメモリのサイズはパケットを丸ごと格納できるサイズが望ましいが、通信が円滑に行われているときはバッファメモ

りに大きな空きができる。

3. 単フリット・ワームホール混在型通信

長いパケットと短い単フリットパケットが混在するような通信では、バッファメモリに大きな空きができる。これは、全てをワームホールルーティングにより転送すると、バッファメモリのサイズは長いパケットに合わせて設定されるためである。よってスループットが大幅に低下する。

これに対して、ワームホールと単フリットを別系統で処理することによって、スループットの向上を図ることが考えられるが、ワームホールルーティング用と単フリット用それぞれにバッファを設けることになるので、バッファの設置コストが大きくなる。

4. 提案手法

提案手法では、長いパケットはワームホールルーティングで転送し、単フリットパケットは専用のチャネルで転送する。また、ワームホールルータにおいて、フリットが入っていない、空の状態のバッファの一部を、単フリットのために利用する。一つのリンクあたりのワームホールと単フリット用のバッファを共有し、必要に応じて割り当てる。

仮想チャネルとして、長いパケット用に数本、短い単フリットパケットは出力リンクと同数のチャネルを使用する。すなわち、メッシュ/トラス網であれば、1リンクあたりに、ワームホールルーティング用仮想チャネルと、単フリット用チャネルとして、N、S、E、W、IOの5本を用いる。

仮想チャネルのバッファメモリは、過去のいくつかの手法^{[1][2]}に基づき、一つのメモリを共有し、必要に応じて空きメモリから割り当てを行い、バッファからフリットが出て行くと割り当てを解除し空きメモリとする。

5. 性能評価

提案手法と従来法のシミュレーションを行い、比較する。ここでいう従来法とは、ワームホール用と単フリット用のチャネルに固定量のバッファを持つ方法と、単フリット用チャネルを持たず、全てワームホールで転送する方法である。

A Proposal of Mixture of the Wormhole and Single-Flit Routing, [†]Junpei Sugioka, [†]Yasuyuki Miura, [†]Shonan Institute of Technology Graduate School Department of Electricity and Information Engineering

また、提案手法と、固定量バッファのうち単フリット専用バッファのサイズを変化させたシミュレーションも行った。

5.1. シミュレーションの条件

提案手法と従来法を、合計バッファサイズを同じ条件として比較した。提案手法の条件は、ワームホール用仮想チャンネルを 2 本、単フリット用仮想チャンネルを 5 本とし、合計バッファサイズは 32 フリットとした。

従来法 1 としては、ワームホール用仮想チャンネルを 2 本、単フリット用仮想チャンネル 5 本、計 7 本の仮想チャンネルにそれぞれ 5 フリットのバッファを持たせ、合計バッファサイズは 35 フリットとした。

従来法 2 としては、ワームホール用仮想チャンネル 2 本のみとした構成とし、単フリットもすべてワームホールで転送する。2 本の仮想チャンネルにはそれぞれ 16 フリットのバッファを設定し、合計バッファサイズは 32 フリットとした。

転送するパケットはワームホールパケットと単フリットパケットが混在する条件とし、ワームホールパケットのフリット長は 16、単フリットパケットの転送率はフリット比にして全体の約 11%である。シミュレーションに使用したトポロジは 16×16 メッシュである。

5.2. 結果

図 1 にシミュレーション結果を示す。従来法では通信が輻輳するとスループットが低下する。これはワームホールパケットの転送がブロックされたときに、従来法 1 ではバッファ量が少ないため、いくつものルータにまたがってフリットが溜めこまれ、結果としてその他のフリットの通信も阻害してしまい、従来法 2 ではすべてワームホールで転送しているため、単フリットが長大な阻害を引き起こしてしまうことによる。

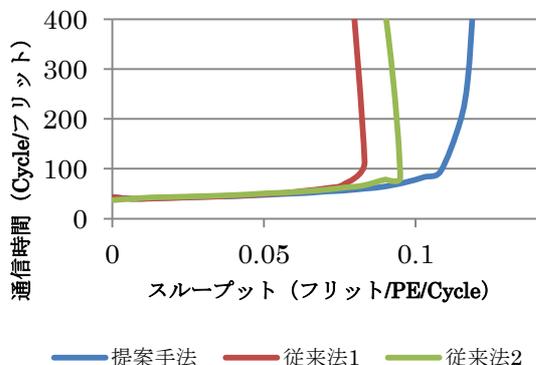


図 1 同バッファサイズでの比較

提案手法と、固定バッファサイズ法の比較

提案手法は、合計バッファサイズ 32、合計バッファサイズ 37

固定バッファサイズ法は、ワームホール用仮想チャンネル 2 本、バッファメモリ各 16 と、単フリット用バッファがそれぞれ

バッファサイズ 1×5 チャンネル、合計 $16 \times 2 + 1 \times 5 = 37$

バッファサイズ 2×5 チャンネル、合計 $16 \times 2 + 2 \times 5 = 42$

バッファサイズ 4×5 チャンネル、合計 $16 \times 2 + 4 \times 5 = 52$

を比較した。図 2 に結果を示す。

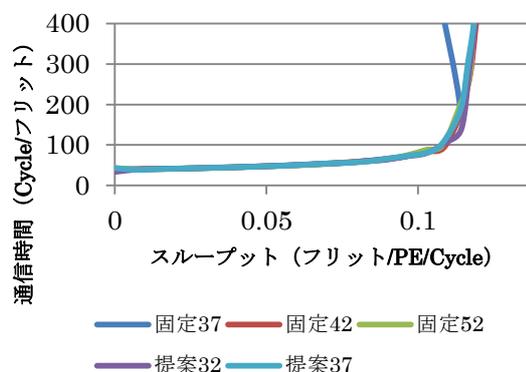


図 2 提案手法と固定法の比較

固定バッファサイズでは、合計バッファサイズ 37 での結果では、単フリット用バッファが各チャンネルに 1 つしかなく、円滑に単フリットの転送ができない為か、スループットに低下が見られた。

合計バッファサイズ 42 での結果でもスループットにわずかな低下が見られた。提案手法の合計バッファサイズ 32 とバッファサイズ 37 の結果にほとんど差は見られなかった。

6. まとめ

単フリットとワームホールとが混在する転送において、バッファメモリを共有した場合と、同じ合計メモリ量の固定バッファを使用する場合とをシミュレートし比較した。結果として提案手法は従来法よりもスループットが上昇する結果となった。今後は実装の方法を詳細に検討する。

参考文献

- [1] Michael Golden et al., "A 500MHz write-bypassed, 88-entry, 90bit register file," Proc. of Symposium on VLSI Technology, Session C11-1, 1999.
- [2] 深瀬尚久, 三浦康之, 渡辺重佳, 直接結合網のルータ回路におけるバッファのリンク間共有法の提案, 電気学会論文誌, Vol. 132(2012), No. 10, pp.1675-1688, 2012.10.