

NoC ルータにおけるリンク間共有法の通信性能の評価

深瀬 尚久[†] 三浦 康之[†] 渡辺 重佳[†]

湘南工科大学[†]

1. 概要

チップ上のコア数増加により、ネットワークオンチップ (NoC) が盛んに研究されている。NoC は、コア間をネットワークで接続するもので、使用される通信においてパケットはフリットという単位に分割され転送される。NoC のルータにはフリットを格納するバッファが取り付けられている。NoC ではハードウェアコストの制約から容量の小さいバッファが使用されるが、性能面では大容量であることが求められる。そこで従来、バッファを有効利用するため、各リンク内の仮想チャンネルでメモリを共有する手法などが提案されている[2][3]。

本研究では、より効率的なバッファの利用法として、リンク間をまたいだバッファの共有法とそれに伴い発生する問題の解決方法を提案している。本稿は以前我々が提案した手法[1]に改善点を加え、再度まとめたものである。

2. 従来法

一般的なルータでは、チャンネル毎に個別のバッファが取り付けられている。しかしこの場合、未使用チャンネルのバッファが有効に活用されないという問題がある。そこで従来、リンク内の仮想チャンネルで一つのメモリを共有する手法が提案されている(以後、チャンネル間共有とする)[2][3]。従来法のルータと共有メモリ管理機構をそれぞれ図 1, 2 に示す。図 2 の Free_Pool と Block_info は FIFO で構成されており、前者は共有メモリの未使用領域、後者は各チャンネルが使用しているメモリ領域のポインタをそれぞれ格納する。

3. 提案手法

従来法は、空きバッファが存在するリンク以外で、バッファが不足した場合などに、バッファが有効利用されない場合がある。そこで我々は、リンク間をまたいだバッファの共有法を提

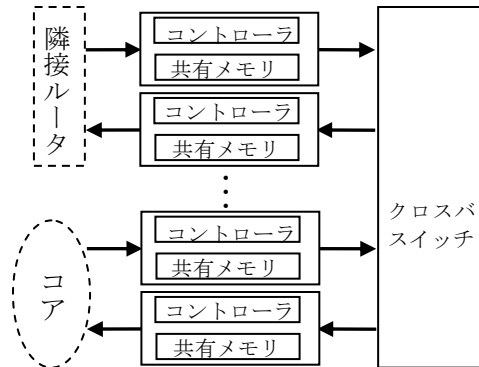


図1 従来法のルータ構成

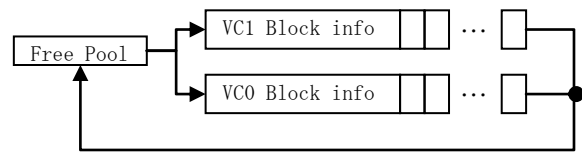


図2 従来法のメモリ管理機構

案する。図 3 に提案手法の構成を示し、以下に課題とその解決法を示す。

一つ目の課題は、デッドロックである。リンク間の共有では構造上、バッファが存在しないリンクができる場合がある。これにより異なるリンクのパケット同士が衝突するようになり、デッドロックが発生する。そこで提案手法では、各チャンネルに専有部という最低限のバッファを持たせることで、バッファの消失を防いでいる。

二つ目の課題は、ハードウェアコストの増加である。リンク間の共有は、複数のリンクからの同時入出力に対応するため、共有メモリにマルチポートメモリが使用される。しかし、通常マルチポートメモリはハードウェアコストが膨大であるため、提案手法ではバンク型マルチポートメモリを使用する(図 3 共有メモリ)。しかし、バンク型マルチポートメモリは、同時に同一バンク内の領域にアクセスできないため、フリット単位共有では同時アクセスの問題が発生する。そこで、提案手法では各バンクをブロックという単位とし、その単位で制御することで同時アクセスの問題を防止する(以後、ブロッ

Communication Performance Evaluation of Link-Sharing Method in NoC

[†]Naohisa Fukase, [†]Yasuyuki Miura, [†]Shigeyoshi Watanabe, [†]Shonan Institute of Technology

ク単位共有とする)。

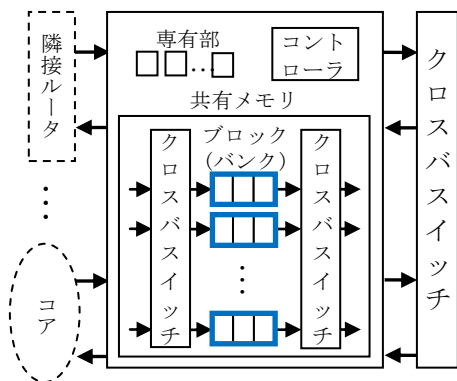


図3 提案手法のルータ構成

4. 評価

4-1. ハードウェアコストの評価

図4にハードウェアコストの評価結果を示す。図4は、従来法、フリット単位共有のリンク間共有、提案手法を比較したもので横軸がブロック数、縦軸がトランジスタ数となっている。図4より、この場合はブロック数が8以下であれば従来法と同程度のハードウェアコストで実装できることが確認出来る。

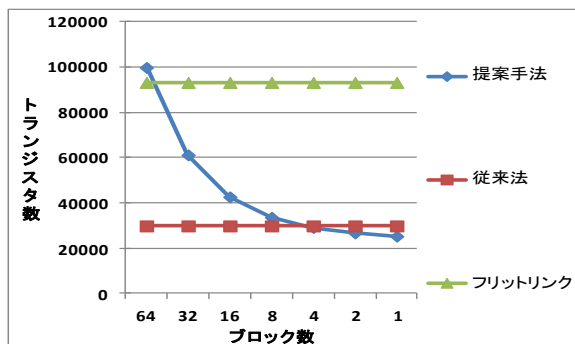


図4 トランジスタ数比較結果

4-2. 通信性能の評価

図5, 6に各実装形態間の比較とブロック数変更による比較結果をそれぞれ示す。図は、PE数64の2次元トーラス網で、パケット長32、各ルータのバッファ総量64の時の結果である。図の横軸は平均スループット、縦軸は平均転送時間となっており、より右下にあるグラフほど性能が高いこととなる。図5より、提案手法の性能が、未共有や従来法に比べて大きく向上し、フリット単位共有との性能差がないことが確認出来る。また図6より、ブロック数が減るに従い性能が低下していることが分かる。

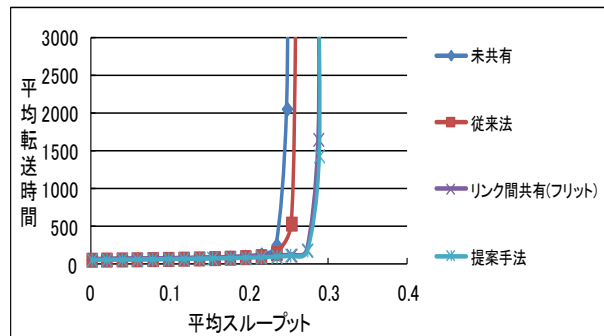


図5 各実装形態の通信性能

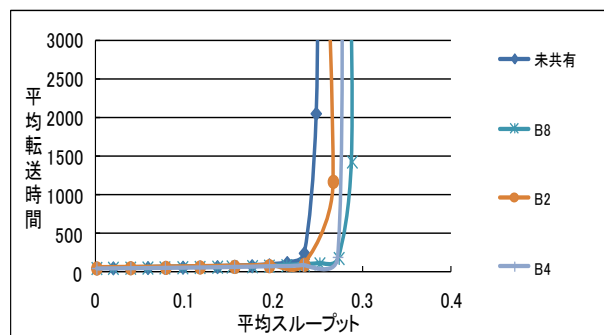


図6 ブロック数による通信性能の変化

5. まとめ

本稿で、我々はルータにおけるリンクをまたいだバッファの共有法を提案し、その性能とハードウェアコストの評価を行った。その結果、ブロック数が少なければ従来法と同程度のハードウェアコストで実装できることが分かった。通信性能においては従来法に比べ高い通信性能を実現できることが確認できた。また、ブロック数を変更して実験を行った結果、ブロック数を8以下にすると性能が低下することが確認できた。今後は、提案手法の実装やデッドロックに関する証明などを行う。

参考文献

- [1] 深瀬尚久, 三浦康之, 渡辺重佳, 直接結合ネットワークにおけるバッファのリンク単位共有法, 情報処理学会第73回全国大会, 6H-1, 2011.03.
- [2] Yuval Tamir, Gregory L. Frazier, Dynamically-Allocated Multi-Queue Buffers for VLSI Communication Switches, IEEE Trans. Computers, Vol.41, No.6, pp.725-737, 1992.
- [3] A. Kumary, P. Kunduz, A. P. Singhx, L.-S. Pehy, N.K. Jhay, A 4.6Tbits/s 3.6GHz single-cycle NoC router with a novel switch allocator in 65nm CMOS, 25th International Conference on Computer Design (ICCD 2007), pp.63-70, Oct. 2007.