

データセンターのための 3次元オンチップ型 ネットワーク構造の 検討と評価

池田 崇栄
大阪大学基礎工学部情報科学科
村田研究室

2013/2/19 1

研究背景

- データセンターで処理されるデータが増加
 - データセンター内では多数のサーバーが連携してデータを処理
- データセンターの消費電力が問題

↓

低消費電力データセンター：
オンチップ型データセンター[1]

- 多数の CPU を 1 チップ上に集約
- Network on Chip (NoC) の技術を用いて CPU 間を接続

本研究の目的
データセンターに適したオンチップ型
ネットワーク構成の検討

[1] M. Kas, "Toward on-chip datacenters: a perspective on general trends and on-chip particulars," The Journal of Supercomputing, vol. 62, pp. 214-226, Oct. 2012.

2013/2/19 2

3次元のオンチップ型ネットワークを構成

- 積層されたチップを用いて立体的な NoC を構成する技術[2]が存在
- 同数のコアをより少ない面積・消費電力で配置可能

この動画をチップ化する

● コア
● パケット交換スイッチ
● 回線交換スイッチ

CPU
キャッシュ
キャッシュ

1台のサーバーとして機能する

[2] F. Li, C. Nicopoulos, T. Richardson, and Y. Xie, "Design and management of 3D multiprocessors using network-in-memory," in Proceedings of ISCA, pp. 130-141, June 2006.

2013/2/19 3

スイッチの種類による オンチップ型ネットワークの特性

- 回線交換スイッチ
 - 消費電力が小さい
 - AからBへの通信が回線を占有
- パケット交換スイッチ
 - 消費電力が大きい
 - AからBへのパケットとAからCへのパケットを同時に送信可能

● コア
● パケット交換スイッチ
● 回線交換スイッチ

2013/2/19 4

複数スイッチを用いたネットワーク

- パケット交換スイッチと回線交換スイッチを効果的に配置
 - 回線交換スイッチ：低消費電力で通信を収容可能
 - パケット交換スイッチ：同時に多数の通信を収容可能

検討に用いるネットワーク

- パケット交換スイッチは各サーバーと接続している物のみ
 - サーバーとパケット交換スイッチを接続
 - 複数サーバー間の通信を収容
 - 消費電力の大きいパケット交換スイッチの数を最小化

● コア
● パケット交換スイッチ
● 回線交換スイッチ

2013/2/19 5

検討内容

- 検討項目
 - パケット交換スイッチの配置階層
 - 階層間の接続構成
 - 階層内の配置構成
- 評価指標
 - ネットワークの消費電力
 - 通信発生時にスイッチ、リンクで消費される電力の総和
 - データ転送時間
 - サーバーペア間で発生した全トラフィックを転送するまでのクロック数

● コア
● パケット交換スイッチ
● 回線交換スイッチ

2013/2/19 6

評価環境

- 消費電力モデル^[3]
 - パケット交換スイッチ: 0.98 μW/bit
 - 回線交換スイッチ: 0.37 μW/bit
 - スイッチ間のリンク: $(0.39 + 0.12L) \mu\text{W/bit}$ (L: リンク長(mm))
- トラフィックモデル
 - 全サーバー間通信
 - 特定サーバー間通信
 - ランダムに選択した特定のサーバーペア間に 500bit のトラフィックを生成
- 経路計算方法
 - 消費電力が少なくなるようにサーバー間の経路を設定

[3] P. T. Wolkotte, G. J. M. Smit, N. Kavalajiev, J. E. Becker, and J. Becker, "Energy model of networks-on-chip and a bus," in Proceedings of IEEE International Symposium on System-on-Chip, pp.82-85, Nov. 2005. 2013/2/19 7

パケット交換スイッチの配置階層

第一階層にパケット交換スイッチが集約
第二階層にパケット交換スイッチは存在しない

第一階層と第二階層にパケット交換スイッチが分散

集約型
パケットスイッチ分散型

2013/2/19 8

パケット交換スイッチの配置階層の評価

- パケット交換スイッチを同じ階層に集約する構成が、消費電力・データ転送時間が少ない

サーバーと接続するパケット交換スイッチが別階層に分散しているため、サーバー間のホップ数増加

2013/2/19 9

階層間の接続

パケット交換スイッチに全階層のリンクが集約
パケット交換スイッチは隣接階層を持つ

隣接階層間のリンクが存在
隣接階層間のリンクは存在しない

隣接階層接続型
パケットスイッチ集約型
パケットスイッチ集約+隣接階層接続型

2013/2/19 10

階層間の接続構成の評価

- パケットスイッチ集約型が転送時間の両方において優れている

第二階層の回線交換スイッチが全て予約されても、第三階層以降は使用可能

経路予約済み
経路未設定
使用不可

隣接階層接続型
集約型
パケットスイッチ

2013/2/19 11

まとめと今後の課題

- データセンターのための3次元オンチップ型ネットワーク構造について検討
 - 各サーバーが直接接続するパケット交換スイッチを同一階層に配置した構成
 - パケット交換スイッチに全階層の回線交換スイッチを接続した構成
 - 各階層では同種のスイッチで統一した構成
- 今後の課題
 - データセンターのための3次元オンチップ型ネットワークに適した経路制御手法の検討

消費電力小
データ転送時間小

2013/2/19 12