

データセンターに適した 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、大下 裕一、村田 正幸
大阪大学大学院 情報科学研究科

2013/5/17 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 をコアとして1チップ上に集約
 - コア間の連携により分散計算が可能
 - チップ上のネットワークについて検討が行われている

[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.
2013/5/17 2

3次元オンチップ型ネットワーク

- 3次元オンチップ型ネットワーク構成
 - 積層されたチップを用いて立体的な Network on Chip(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
- オンチップ型データセンターに応用することを考える

[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.
2013/5/17 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

2013/5/17

研究目的

本研究の目的

データセンターの性能と低消費電力化を両立する
オンチップ型ネットワーク構造の検討

- 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

2013/5/17 5

想定する オンチップ型データセンター

サーバー間を接続するネットワーク

- 3次元の格子型ネットワークを構成
- 多数のサーバーとサーバー間のネットワークを1チップに集約
- 上下方向に配置されたコアを1台のサーバーとして扱う
- サーバー間のネットワークをパケット交換スイッチと回線交換スイッチで構築
- サーバーとパケット交換スイッチを直接接続
- 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

1台のサーバーとして機能する

2013/5/17 6

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

2013/5/17 7

評価指標モデル

- 消費電力モデル^[3]
 - パケット交換スイッチ : 0.98μW/bit
 - 回線交換スイッチ : 0.37μW/bit
 - スイッチ間のリンク : $(0.39 + 0.12L) \mu\text{W/bit}$ (L: リンク長(mm))
- データ転送時間モデル
 - 各サーバ間で発生するトラフィックを全て転送し終えるまでにかかるクロック数の合計
 - 1クロックで隣接するパケット交換スイッチに1フリットを転送
 - 回線交換スイッチを経由するフリットの転送はクロック数を要しない
 - 回線交換スイッチの経路で接続されたパケット交換スイッチ同士は、隣接しているものとして扱う

[3] P. T. Wolkotte, G. J. M. Smit, N. Kavaljdjev, 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.

2013/5/17 8

評価環境モデル

- トポロジーモデル
 - サーバ数 : 15*15
 - 階層内リンク長 : 2mm
 - 階層間リンク長 : 1μm
- トラフィックモデル
 - 特定サーバ間通信
 - ランダムに選択した特定のサーバペア間に 500bit のトラフィックを生成
 - 通信サーバペア数 : 100, 500
- 経路計算方法
 - 消費電力が少なくなるようにサーバ間の経路を設定

2013/5/17 9

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

2013/5/17 10

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

通信サーバペア数	パケットスイッチ集約型	パケットスイッチ分散型
100	~80	~110
500	~90	~130

通信サーバペア数	パケットスイッチ集約型	パケットスイッチ分散型
100	~50	~100
500	~50	~150

2013/5/17 11

階層間の接続構成

- 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

2013/5/17 12

