

マルチコア PC クラスタのためのプロセス配置法の検討

指導教員：市川 周一

学籍番号：073736 吉田 幸太郎

1 はじめに

マルチコア CPU は現在主流となっており、マルチコア PC クラスタの重要性は高まっている。

河合と市川 [1] は、シングルコア PC クラスタの実測値から実行時間予測モデルを構築し、4 つの科学技術応用について最適構成の予測が可能であることを示した。また、市川と高木 [2] は、4 ノードのマルチコア PC クラスタを構築し、応用ごとに最適なプロセス配置が異なることを示した。

河合と市川 [1] の最適構成予測手法は実測値からモデルを構築するため、一般的に測定点数が多いほど精度の良い予測が可能である。しかし、先行研究 [2] では測定したノード数が 4 台と少なく、少数のプロセス配置しか測定を行っていない。

本研究では、予測精度の向上を目的として、(1) ノード数の拡張を行い、(2) 先行研究 [2] より多くのプロセス配置について測定を行った。

2 測定方法

マルチコア PC クラスタの性能は、問題サイズ N とプロセス数 P の他、ノード数やコア数、コアへのプロセス配置などの影響を受ける。先行研究 [2] では、一部の応用で、マルチコア CPU の構造に由来する性能不連続点が発生することが示されている。

本研究では、表 1 に示すノード 8 台からなるクラスタを用いて、マルチコア PC クラスタ上のプロセス配置が実行時間に及ぼす影響について、先行研究 [2] より詳細な測定と分析を行う。

測定に用いた 8 台のノードを H_1, \dots, H_8 とし、測定に使用するノードの台数を η ($1 \leq \eta \leq 8$) とする。

先行研究 [2, 3] では 3 種類の配置法で 48 通りのプロセス配置について測定を行った。本研究では 2 種類の測定法で、上記の 48 通りを含む 172 通りのプロセス配置について測定を行った。

ノード集中 (converge) 各ノードに集中してプロセスを配置する方法で、ノード間通信による遅延の影響を少なく出来る。 $\eta = 8$ の時、 P 個のプロセスは図 1 の 1~ P 番のコアに配置される。

ノード分散 (diverge) 各ノードに 1 つずつプロセスを配置していく方法で、各プロセスが使用できるメモリ帯域をノード集中よりも大きくすることが出来る。 $\eta = 2, 4, 8$ の時、 P 個のプロセスは図 2 の 1~ P 番のコアに配置される。

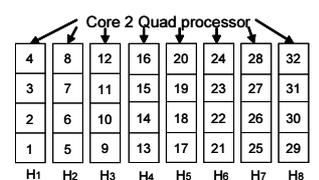


図 1: 8 ノードのノード集中の配置

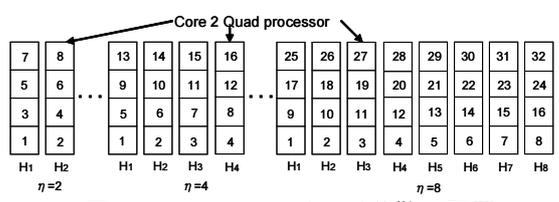


図 2: $\eta = 2, 4, 8$ のノード分散の配置

3 測定結果・考察

測定結果の例として、図 3 に HimenoBMT の $P = 8$ の実行時間を示す。また、図 4 に HimenoBMT ($N = 256$) の P 対

表 1: 測定環境

CPU	Intel Core2Quad Q6600 2.4GHz
1 次キャッシュ	4MB
メインメモリ	4GB
NIC	1000BASE-T
OS	FedoraCore 6 (64bit)
コンパイラ	icc 10.1, ifort 10.1
通信ライブラリ	MPICH2-1.0.8, Atlas 3.6

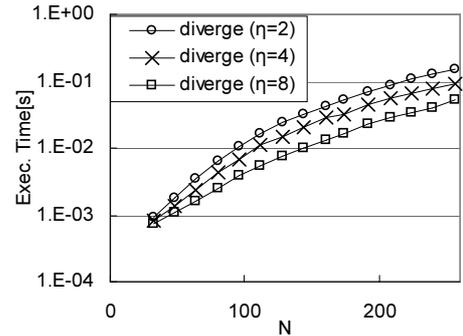


図 3: HimenoBMT ($P = 8$) の N に対する実行時間

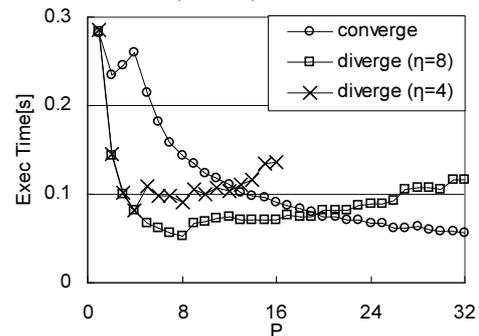


図 4: HimenoBMT ($N = 256$) の P に対する実行時間

を示す。

図 3 では、 η が大きいほど実行時間が短くなっている。ノード分散では、 η が大きい方が各プロセスが使用できるメモリ帯域が大きい。そのため、HimenoBMT の律速要因はメモリ帯域であることが推測できる。

図 4 では、ノード集中の $2 \leq P \leq 4$ で性能不連続点が発生している。 $2 \leq P \leq 4$ では単一ノードに複数プロセスが配置されている。 $P \leq 5$ と比較すると、プロセスあたりが使用できるメモリ帯域が小さくなっているため、実行時間が増大しているといえる。

図 4 のノード分散 ($\eta = 4, 8$) では、 $P = \eta$ と $\eta + 1$ の間で性能不連続点が発生している。 $P \leq \eta$ ではノードあたりのプロセスが 1 個なのに対し、 $\eta < P \leq 2\eta$ ではノードに 2 個のプロセスが配置されているためである。こうした性能不連続点は、マルチコアクラスタ (を含む SMP クラスタ) 固有の性質であるといえる。

4 おわりに

本研究では、マルチコア PC クラスタの台数を 4 台から 8 台に拡張し、2 種類の配置法で 172 通りのプロセス配置について測定を行った。その結果、マルチコア PC クラスタではプロセス配置が実行時間に大きな影響を与えることが確認され、さらに、マルチコア PC クラスタ固有の性能不連続点が現れることが確認された。

今後は、得られた実験結果を基に、マルチコア PC クラスタに適応した実行時間予測モデルの構築を行い、先行研究 [2] より高い精度の予測が可能か検討する予定である。

参考文献

- [1] 河合 裕, 市川 周一. “実行時間予測モデルの構築法の改善,” 情報処理学会研究報告 2007-HPC-109, pp.79-84 (2007).
- [2] S.Ichikawa, S.Takagi. “Estimating the Optimal Configuration of a Multi-Core Cluster: A Preliminary Study,” FCISIS 2009, (to appear), (2009).
- [3] 市川周一, 高木翔一郎. “マルチコア PC クラスタの最適構成予測手法の検討,” 電子情報通信学会 2008 年総大会, D-6-4 (2008).