2.3.4. LINPACK および OS ジッタについて

富士通株式会社　　青木 正樹

ここでは、FX1 での LINPACK 実行性能および OS ジッタの影響を検証したので報告する。

1. FX1 の LINPACK 自由元性能

(1) FX1 性能

ノード数	搭載メモリ (GB)	使用コア数	Rpeak (TFLOPS)	Rmax (TFLOPS)	効率
1	32	4	0.040	0.03702	91.82%
384	16	1536	15.48	13.61	87.90%
512	32	2048	20.64	18.54	89.81%

(2) 実行効率（2009.1.29 時点）

順位	システム	使用コア数	Rpeak (TFLOPS)	Rmax (TFLOPS)	効率
1	Altix4700　1.6GHz	9728	62.26	56.52	90.78%
2	FX1	2084	20.64	18.54	89.81%
3	Altix4700　1.6GHz	2560	16.38	14.59	89.07%
4	AltixICE Xeon quad	2560	28.67	25.11	87.58%
5	Earth-Simulator	5120	40.96	35.86	87.55%

FX1 以外のデータは、TOP500 2008.11 リストより。TOP500 平均は、62.64%。

(3) CPU アーキ別 実行効率比較（2009.1.29 時点）

順位	システム	効率	備考
1	IPF	90.78%	SGI Altix
2	SPARC64VII	89.81%	FX1
3	Intel Xeon Quad core	87.58%	SGI Altix
4	ベクトル	87.55%	Earth-Simulator
5	AMD Opteron Dual core	86.15%	CRAY XT4
6	POWER5+	85.96%	IBM
7	POWERPC 450	84.08%	BlueGene/P
8	AMD Opteron Quad core	83.11%	T2K スパコン
9	POWER6	81.28%	IBM
10	PowerXCell	74.58%	IBM ペタコン

(4) FX1 上での高速化技術

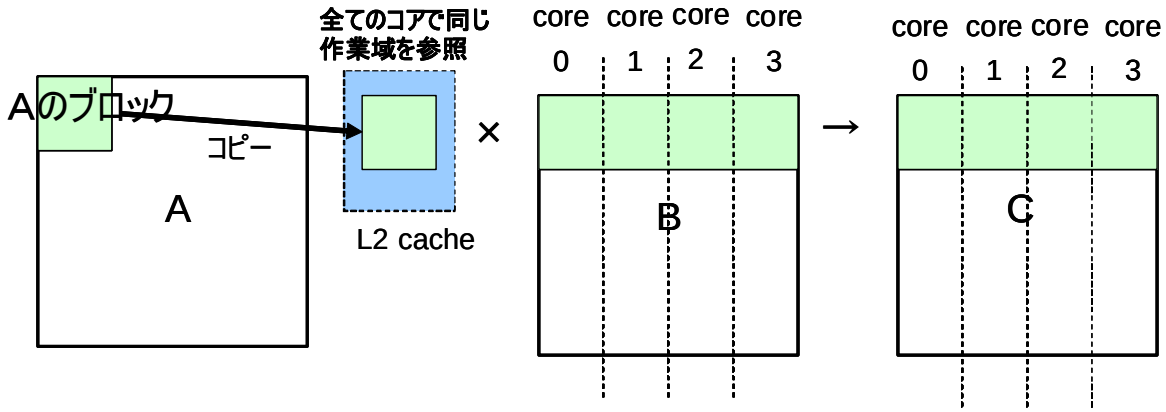
① DGEMM 高速化技術

ハードウェアのピーク性能の 94.6%という高性能を達成

■ 1 コア向けのチューニング
- 演算器の特性を活かした命令スケジューリング
- キャッシュ構成を想定したデータ配置
- 適切なプリフェッチ命令の挿入

■　マルチコア向けのチューニング

・　各コアが参照する配列を共有 L2 キャッシュ上で共有できるように配置することで、キャッシュミスを大幅に低減



②　大規模問題の実行

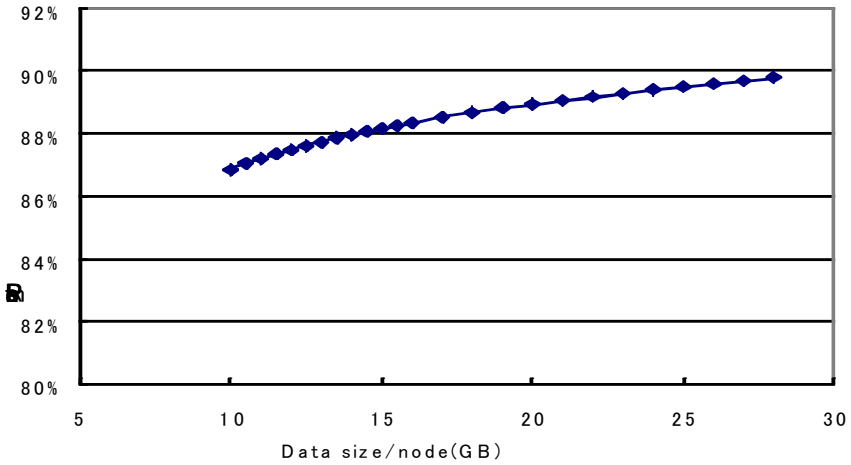
■　Linpack は問題規模を大きくすることで性能向上が可能

■　今回の測定

・　問題規模をメモリに格納できる最大規模(NMax：3,308,800)とし、実行時間を制約せずに測定を実施

・　約 60 時間に及ぶ長時間を平均 91.19%の性能効率で完走することに成功

➔　問題規模 1/2 で実行時間を短縮した場合と比べて約 2%の性能向上実現



2.　OS ジッタについて

OS のノイズ（各種デーモンやタイマ割り込み等）が大規模並列アプリの実行性能に影響に大きな影響を与えることは知られている。

■　どのようなアプリが OS ジッタの影響を受けるのか？

⇒同期処理(バリアやリダクション)処理を頻繁に行うアプリが OS ジッタの影響を受けやすい。（通常 LINPACK は、同期処理が無い（少ない？）ために OS ジッタの影響は少ないと言われている。）

■　OS ジッタ対策は？

⇒一般的に以下がある。

①　SMP ならば、1 つのコアを OS 専用に割り付ける（HPC2500 の用途分割がこれに対応）

② OS デーモンを軽くする
③ 協調スケジューリング（一時期にデーモン処理を集中実行させる）

FX1 では、①（SMT で実行）、③で対応。

3. LINPACK の OS ジッタ影響は？

FX1 では、SPARC64VII の特徴（共用キャッシュ）を活かし、チップ内はスレッド並列で実行している。LINPACK の核である DGEMM 実行時の OS ノイズ（デーモン）の影響を検証し、微小ではあるが影響があることを確認した。

■ 検証方法

以下の 2 通りの環境で 1 チップ内のスレッド並列化された DGEMM を実行し、影響を確認する。

・通常の運用モードでの実行
・デーモン抑止モードでの実行

■ 結果

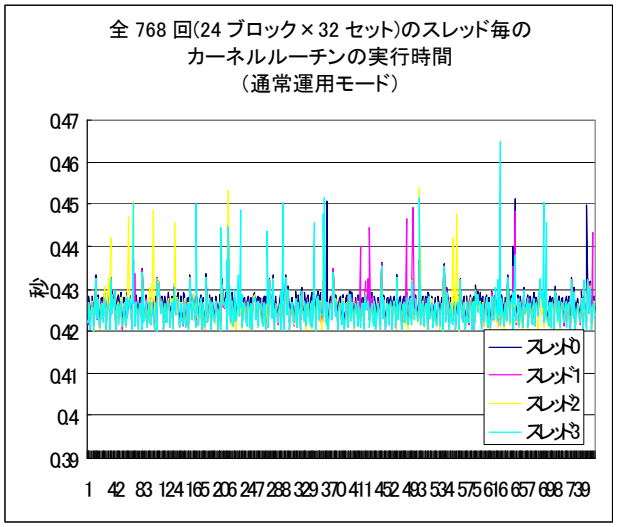
少なくても、0.24%の性能影響を確認。

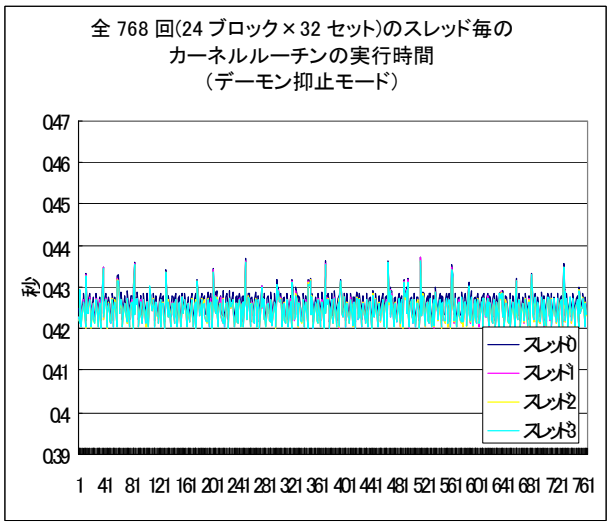
注) 大規模ノードでの LINPACK 全体への影響は、実行環境面で測定困難であるため、DGEMM レベルの検証に留めた。

■ OS ジッタ影響での性能値

・ 通常運用モード　　：38.239 GFLOPS　ピーク比 94.84%
・ デーモン抑止モード：38.335 GFLOPS　ピーク比 95.08%

差 0.24 %





以上