各種計算機アプリケーション性能比較

平成２４年度第4四半期

目次

各種計算機

アーキテクチャの相違は性能のみならず,精度,コンパイラの最適化機能,互換性にも影響が出てきます。主に使用した計算機は以下の4つです。

(ア)SR16000/M1

プロセッサ:power7
周波数:3.83GHz
1ノード当たり
CPUコア数 32(物理的),64(論理的)
理論最大性能　980.48 GFLOPs
メモリ容量 256GB
メモリアーキテクチャー　NUMA,(16論理コア単位でflat)
SIMD(Single Instruction Multiple Data)を
サポートするVSX機構付き
L3キャッシュ　On-Chip 32MB/8コア
演算器/物理コア　乗加算器4つ

(イ)BG/Q

周波数　1.6GHz
1 ノード　16core　論理性能　204.8GFLOPs
L1 キャシュ　16/16KB (Core)
L2　32MB (node)
Main storage　16GB　(Core)
Smt=1,2,4

(ウ)HD5870
GPU カード型番:ATI RadeonHD5870
メモリ: GDDR5, 1 GB, 153.6 GB/s
ホストインタフェース: PCI Express 2.1 x16stream
processing unit: 3200個(演算プロセッサ)
動作周波数: 850 MHz ピーク性能(倍精度): 1088 Gflops

(エ)HD6970
GPU カード型番:ATI RadeonHD6970
メモリ: GDDR5, 2 GB, 176 GB/s
processing unit: 6144個(演算プロセッサ)
動作周波数: 880 MHzピーク性能(倍精度):2703 Gflops

これらのほかに
x5570 8コア　2.93GHz キャシュ　8MB/コア
e5430 16コア　2.66GHz キャシュ 12MB/コア
などとも比較しています.

1.Rump's 例題

rump例題テスト結果

e5430 実行結果一覧表

実行回数 100,000,000
演算量 1.9GFLOP (各精度)

精度	言語	実行時間(秒)	smp実行時間 8smp(秒)	台数効果
拡張4倍精度	icc(strict)	45.5899	5.817464	7.84
拡張4倍精度	icc(extended)	37.5245	4.7933	7.83
6倍精度	icc	54.6475	6.9464	7.87
6倍精度	ifort	55.4023	6.9807	7.94
8倍精度	icc	125.8814	15.8532	7.94
8倍精度	ifort	126.4694	15.7271	8.04

t2k

実行回数60,000,000
演算量 1.14GFLOP (各精度)

精度	言語	実行時間(秒)	smp実行時間 16smp(秒)	台数効果
拡張4倍精度	icc(strict)	58.88582	3.7665	15.63
拡張4倍精度	icc(extended)	50.962057	3.250428	15.68
6倍精度	icc	48.549858	3.132938	15.5
8倍精度	icc	113.161652	7.336832	15.42

拡張4倍精度はextended オプション効果あり。(両CPUで)
Fortranとc++ での有意な性能差はない。
拡張4倍精度と6倍精度の性能は,
e5430 は拡張4倍精度、T2kでは6倍精度が良いという逆の傾向がでています。

2.simd化テスト

simd 化　テスト

nn=128,*soption unroll(2)を使用

—Os　実行時間はすべて秒

（1）複素数変数乗算　C*16　n=16384

	SR16000/M1		xm1	
smp数	オリジナル	SIMD化	オリジナル	SIMD化
1	1.315	0.689	9.472	2.32
2	0.663	0.345	4.807	1.188
4	0.344	0.173	2.522	0.645
8	0.207	0.116	1.388	0.489
16	0.104	0.584	0.884	0.148
32	0.052	0.029	0.786	0.069
64	0.058	0.031	0.72	0.069
128			0.818	0.077

（2）実数変数4倍精度加算　R*16　n=16384

	SR16000/M1		xm1	
smp数	オリジナル	SIMD化	オリジナル	SIMD化
1	1.676	0.895	9.904	2.685
2	0.838	0.448	5.072	1.364
4	0.421	0.224	2.617	0.719
8	0.207	0.116	1.456	0.494
16	0.108	0.058	0.782	0.16
32	0.054	0.029	0.639	0.076
64	0.068	0.034	0.72	0.073
128			0.807	0.076

（3）実数変数4倍精度乗算　R*16　n=16384

	SR16000/M1		xm1	
smp数	オリジナル	SIMD化	オリジナル	SIMD化
1	1.384	1.169	9.441	3.027
2	0.699	0.587	4.866	1.536
4	0.359	0.295	2.52	0.796
8	0.208	0.151	1.404	0.504
16	0.104	0.076	0.741	0.177
32	0.053	0.038	0.643	0.085
64	0.058	0.039	0.736	0.079
128			0.815	0.078

simd化の効果には以下の特徴が見られます。

1.SR16000/M1とxm1ともに
　　simd化の効果があります。
2.SR16000/M1でのSIMD化の効果が約2倍
　に対し,xm1のsimd化の効果が大きく,
　16smpまでは約5倍、32smp以上で約10倍
　となっています。
3.もっとも高速となるsmp数は,
　　SR16000/M1 は 32smp (smt off)と
　　安定していますが、xm1は32smpから
　　128smp (smt=1からsmt=4)と
　　安定していません.

3.複素変数内積演算

ループ長 $= 2^{20}$, 演算量 $= 8796GFLOP$(ノード数に依存しない)

BG/Q　ハイブリッド並列　実行時間一覧表

ノード数	smp数	実行時間(秒)
32	16	39.984
32	32	21.166
32	64	16.206
128	16	9.502
128	32	5.3
128	64	4.087
512	16	2.379
512	32	1.325
512	64	1.032

SR16000/M1　ハイブリッド並列　実行時間一覧表

ノード数	smp数	実行時間(秒)
4	32	26.934
4	64	13.721
8	32	13.461
8	64	6.827

BG/Q　性能はノード数が多い程良くなっています。
同じノード数ならsmp数が多い程良くなっています。
SR16000/M1　性能はノード数＊smp数の値が大きい程良くなっています。

4. 4倍精度infra box

$$s=-500^2, t=-150^2, m_e=0.0005, m_f=150$$
$$\lambda=10^{-60}, \text{解析近似解}=0.68294881938740 27\mathrm{d}-06$$

二重指数関数型積分,分点数4096
倍精度演算16016GFLOPに相当
（性能モニターより）

cpu	ノード数	論理最大性能 (GFLOPs)	実行性能 (GFLOPs)	実行効率 (%)
BG/Q	32	6554	703	11
BG/Q	128	26214	2846	11
BG/Q	512	104858	11319	11
SR16000/M1	1	980	104	11
HD5870	1600コア	544	161	30
HD5870	3200コア	1088	310	28
HD6970	1536コア	676	201	30
HD6970	3072コア	1352	380	28
HD6970	4608コア	2027	541	27
HD6970	6144コア	2703	684	25

simdが効かないためBG/QやR16000/M1よりsmt数の大きなGPU（HD5870,HD6970）の実行効率が良くなっています。

inf *ra* *box*

$s=-500^2, t=-150^2, m_e=0.0005., m_f=150, \lambda=10^{-200}$

N=8192

拡張4倍精度の演算量=(dd形式4倍精度＋dd形式6倍精度)/2
と仮定すると演算量548128GFLOP

t2k拡張4倍精度実行時間(秒)

MPI数	実行時間	論理最大性能 (GFLOPs)	実行性能 (GFLOPs)	実行効率 (%)
64	7845.373156	588	70	12
128	3906.819802	1176	140	12
256	1954.615974	2352	280	12

拡張4倍精度はCプログラムでしか作成できませんがないが、実行効率ではSR16000／M1とBG／Q　FORTRANと同等の実行効率となっています。

5. 乱数ルーチン

FORTRAN と Cの特性

乗算合同法 $a = 13^{13}$ $\mod 2^{59}$

$N = 2^{32}$ 回

e5430 1 cpu

精度	実行時間(秒)	言語
倍精度	19.888976	F
拡張倍精度	13.275581	C
4倍精度	205.369779	F

FORTRANでは整数型8バイトと乗算が負になり得るので判定と整数型8バイト加算が加わるため、拡張倍精度より遅くなる.

全てC,精度は倍精度。

乗算合同法　　$a = 13^{13}$　　$\mod 2^{53}$

線形合同法 (混合合同法)　$a = 25214903917, c = 11,$　　$\mod 2^{48}$

$N = 2^{36}$回, 修正は並列実行を可能 にしたもの

実行時間一覧表(秒)

cpu	ソース	乗算合同法	混合法
e5430	オリジナル	234.579507	261.641613
e5430	修正	415.210141	708.421055
e5430	修正(8smp)	72.080046	120.488471
t2k	オリジナル	248.116952	255.877078
t2k	修正	588.691743	1144.655382
t2k	修正(16smp)	43.536832	81.810582

t2k mpi

mpi数	乗算合同法	混合法
16	40.302161	75.631308
32	20.273622	38.844884
64	10.1492	21.414003
128	5.073721	10.84745
256	2.550183	7.297119

xm1　　xlc_r

スレッド数	乗算合同法
16	18.776001
32	13.717512
64	10.290719
128	7.927533

smt=4の効果があります。

BG/Q mpi　　32ノードフラットmpi

mpi数	乗算合同法	混合法
1	2576.929578	6335.624106
512	5.090237	12.06219
1024	3.278346	6.877529
2048	2.882218	5.518025

6.姫野ベンチ

問題サイズと測定条件

サイズ 2049×2049×1025

BG/Q　512ノード　　論理最大性能　104857.6GFLOPs

case1　8×8×8　　mpi　　64smp

case2　32×32×32　mpi　　1smp

SR16000/M1　8ノード　　論理最大性能　7843.84GFLOPs

case1　2×2×2　　mpi　　64smp

case2　4×4×4　　mpi　　8smp

case3　8×8×8　　mpi　　1smp

スレッド並列の条件

BG/Q　ppgenで作成したソースを
　　-qsmp=auto でコンパイル
SR16000/M1　自動並列でコンパイル

	実行効率一覧表		(‰)			
cpu	ソース	case	単精度	倍精度	複素数	4倍精度
BG/Q	オリジナル	1	36	22	35	90
	チューニング	1	41	16	29	88
	オリジナル	2	39	23	40	97
	チューニング	2	45	25	44	106
SR16000/M1	オリジナル	1	29	45	80	120
	チューニング	1	71	40	73	120
	オリジナル	2	33	61	110	123
	チューニング	2	98	57	102	119
	オリジナル	3	34	64	114	125
	チューニング	3	103	60	106	125

BG/Q

1.ソース変更、ハイブリッド並列とフラット並列の差はともに見られない。

2.4倍精度の実行効率が良い。

SR16000/M1

1.単精度ではソース変更の効果が大きい。

2.複素数と4倍精度の実行効率が良い。

3.ハイブリッド並列とフラット並列の差は見られない。

7. QCD

テストケース

$case1$　　$data$　$16\times16\times16\times16$

$case2$　　$data$　$24\times24\times24\times24$

$case3$　　$data$　$32\times32\times32\times32$

測定条件

$BG/Q, SR16000/M1, xm1$　　すべて1ノード

smt数　　$BG/Q, xm1$　　$smt=1,2,4$

$SR16000/M1$　　$smt=1,2$

スレッド並列のソース

BG/Q　ppgenで作成したソース。-qsmp=autoでコンパイル.

SR16000/M1,xm1　ともに自動並列でコンパイル。

QCD 性能測定結果一覧表(対1スレッドに対する台数効果)

data	BG/Q			SR16000/M1		xm1
	smt=1	smt=2	smt=4	smt=1	smt=2	最高性能smp数
case1	13.63	15.84	11.22	18.61	14.85	32
case2	12.85	13.28	12.75	9.81	11.18	32
case3	12.33	13.03	12.88	11.09	9.48	32

最高性能

BG/Q　　smt=2　=>32smp
SR16000/M1　smt=1　=>32smp
xm1　　=>32smp

扱うデータがおおきくなるとSR16000/M1は大きな性能低下が見られます。
BG/Qはデータサイズによる性能低下は見られません。
BG/Q　smt=1（16smp）で台数効果13と高い。