

各種計算機アプリケーション性能比較

平成26年度第3四半期

目次

1.はじめに

2. 超多倍長計算

2.1 rump's 例題

2.2 連立一次方程式計算

3.小規模行列計算

3.1 連立一次方程式計算

3.2 行列積計算

3.3 QDR積計算

4.infra box 計算

5.量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算

1.はじめに

実アプリケーションでは、倍精度演算で指数部のビット数不足が問題となる場合が発生しています。

現在指数部のビット数不足が発生するとスーパーコンピュータやGPGPUでは対処できません。

このため、E5-2670及びPhi5110Pでの性能比較を中心にし、また整数演算方式と浮動小数点演算方式の比較により各種計算機の特性を見ています。

指数部が不足しない場合では小規模行列計算が問題となってきましたのでSR16000/M1とE5-2670,Phi5110Pの性能比較を行いその特性を見ています。

主に使用した計算機は以下のものです。

(1) 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

(2) グラフィックボード

HOST

E5-2670 2.60GHz 1cpu = 8core

キャッシュ 20MB

$2.6\text{GHz} \times 8 \times 8 = 166.4\text{GFLOPs}$ 2cpu

2cpu = 332.8GFLOPs

Xeon Phi5110P 1.053GHz

60コア,4スレッド/1core

$1.053\text{GHz} \times 60 \times 4 \times 4 = 1010.88\text{GFLOPs}$

2.超多倍長計算

2.1 rump's例題

多倍長rump's例題一覧表

1,000,000回実行

実行時間一覧表(秒)

E5-2670

演算精度	16smp	8smp	4smp	2smp	1smp
68倍精度	11.9698	23.8582	47.8585	95.5189	191.5384
128倍精度	42.3808	84.7253	169.0772	338.4619	677.3167
188倍精度	89.0890	177.8675	355.6048	711.6836	1425.8922
248倍精度	152.0543	303.7099	607.2627	1214.3922	2438.3971
308倍精度	248.2340				
368倍精度	355.4690				
428倍精度	476.9385				
488倍精度	617.0996				
548倍精度	833.8722				

Phi5110P 4smp/core

演算精度	240smp	180smp	120smp	60smp
68倍精度	46.3840	48.7955	50.8138	69.1542
128倍精度	156.0239	178.3118	181.1152	244.4755
188倍精度	331.2860	378.7431	384.5338	525.7136
248倍精度	585.7436	669.6312	694.6440	938.0996
308倍精度	966.5418			
368倍精度	1378.1645		68倍精度	
428倍精度	1859.8102		4smp	1smp
488倍精度	2410.4360		868.7135	3463.0626
548倍精度	3244.1159			

ともに並列化効果は出ていますが,E5-2670の効果が大きくなっています。

2.2 連立一次方程式計算

ヒルベルト行列性能一覧		実行時間(秒)	
精度	E5-2670 1smp	E5-2670 16smp	Phi5110P 240smp
68倍精度	21.4744	1.8745	17.4184
128倍精度	70.6483	6.1285	57.3088
188倍精度	147.1075	12.7106	116.9189
248倍精度	252.0311	21.8255	201.2272
308倍精度	382.5826	33.3084	301.6366
368倍精度	544.2531	47.1714	422.0706
428倍精度	731.1901	63.7320	562.7272
488倍精度	952.2937	81.8567	721.8986
548倍精度	4022.5790	310.6514	2343.3669
548倍精度のみN=300,その他はN=200			

(1) 548倍精度のみN=300としているのは、0以外の誤差がでるのは $N \geq 228$ のため。

(2) 並列化効果はともにあります。

(3) 超多倍長演算(整数演算)では,E5-2670のが適しています。

3.小規模行列計算

3.1 連立一次方程式計算

連立一次方程式性能一覧表(GFLOPs)

E5-2670の性能が最も良い!

E5-2670 16smp					
N	ex0101	ex0202	ex0404	ex0505	ex0808
1000	11.77	11.75	25.33	19.33	19.38
1200	16.33	24.06	37.50	29.02	31.81
1400	18.41	27.04	42.63	35.25	35.19
1600	19.58	29.51	47.17	38.00	37.63
1800	20.65	31.74	51.04	40.61	40.11
2000	21.67	33.49	54.56	42.73	41.99
Phi5110P 240smp					
N	ex0101	ex0202	ex0404	ex0505	ex0808
1000	1.10	1.11	1.11	1.15	1.10
1200	8.98	7.95	9.37	8.95	7.56
1400	10.86	9.64	11.39	10.67	8.55
1600	12.55	11.18	12.83	12.22	9.73
1800	14.09	12.34	14.61	13.69	10.51
2000	14.03	12.24	15.62	14.40	11.09
SR16000 64smp					
N	ex0101	ex0202	ex0404	ex0505	ex0808
1000	4.15	2.29	6.91	6.98	7.01
1200	9.15	10.71	9.74	9.72	9.74
1400	11.76	13.77	12.88	10.77	12.91
1600	14.53	17.31	15.21	16.52	16.31
1800	17.20	20.96	15.33	20.17	19.98
2000	19.93	25.68	23.56	24.01	23.77
SR16000 32core					
N	ex0101	ex0202	ex0404	ex0505	ex0808
1000	9.29	9.93	9.34	9.91	9.56
1200	12.74	13.44	13.21	13.85	13.60
1400	15.90	17.43	17.40	18.02	17.88
1600	19.98	21.69	22.06	22.43	22.44
1800	23.63	25.86	26.98	27.03	27.38
2000	27.26	30.33	32.29	31.73	32.41

3.2 行列積計算

小規模行列積計算一覧表				
(実行時間 秒)				
N=240		1000回実行		
精度	SR16000	SR16000	E5-2670	Phi5110P
	32core	64smp	16smp	240smp
4倍精度	7.360	3.753	5.618	2.952
6倍精度	21.274	14.789	26.144	20.972
8倍精度	37.599	24.575	56.351	33.496
10倍精度	79.776	53.658	210.930	86.748
N=480		1000回実行		
精度	SR16000	SR16000	E5-2670	Phi5110P
	32core	64smp	16smp	240smp
4倍精度	55.214	29.658	44.669	11.212
6倍精度	164.514	119.144	205.080	159.443
8倍精度	289.634	196.611	460.643	285.541
10倍精度	605.880	436.391	1686.164	688.837

**カタログ性能 E5-2670/SR16000=1/3 を
考えればE5-2670の効率は良く、また
Phi5110Pもかなりの性能が出ていると言えます。**

3.3 QDR積計算

QDR積計算実行時間(秒)一覧表						
N=240						
精度	SR16000		E5-2670		Phi5110P	
	32core	64smp	dd形式	ieee形式	dd形式	ieee形式
6倍精度	34.628	21.655	48.072	191.981	58.793	286.314
8倍精度	66.474	41.406	90.617	241.788	85.431	404.870
10倍精度	110.507	70.498	339.159	337.171	171.588	633.614
N=480						
精度	SR16000		E5-2670		Phi5110P	
	32core	64smp	dd形式	ieee形式	dd形式	ieee形式
6倍精度	259.771	172.937	382.709	1488.706	475.308	2270.190
8倍精度	499.358	331.659	745.481	1878.177	686.868	3238.797
10倍精度	842.099	573.847	2713.501	2667.356	1350.565	5057.399

カタログ性能 $E5-2670/SR16000=1/3$ を考えればSR16000とE5-2670の効率はほぼ同じと言えます。また10倍精度演算となるとE5-2670では整数演算が良くなり,Phi5110Pは浮動小数点演算が圧倒的によくなっています。

4. infra box 計算

infra box 計算

$$I = \int_0^1 \int_0^{1-x} \int_0^{1-x-y} \frac{1}{D^2} dz dy dx$$

$$D = -sxy - tz(1-x-y-z) + (x+y)\lambda^2 \\ + (1-x-y)(1-x-y-z)m_e^2 \\ + z(1-x-y)m_f^2$$

$$s = -500^2, t = -150^2, m_e = 0.0005, m_f = 150$$

$$\text{分点数 } N = 1024, \lambda = 10^{-30}$$

実行時間一覧表(秒)

精度	E5-2670	Phi5110P	SR16000
	16smp	240smp	64smp
4倍精度	9.624	9.790	4.033
ieee4倍精度	23.844	44.184	none
拡張倍精度*2	14.041	21.867	none
6倍精度	39.597	49.244	13.988
8倍精度	95.893	92.521	29.521

(注)SR16000 4倍精度 -ieeequad 3408.843

- (1) 4倍精度はソース修正有り。ソース修正なしだとieee4倍精度か-ieeequad。
- (2) -ieeequadだと演算量0実行効率0
- (3) ソース修正なしだと拡張倍精度*2が最も良い。

5.量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算

SR16000 量子モンテカルロ法		
実行時間一覧表(秒)		
精度	32core	64smp
6倍精度	28.837	23.743
8倍精度	52.739	42.074
10倍精度	109.902	90.534
10倍精度-2	648.738	713.924
(注)10倍精度-2 に関しては scopeオプションで実行。		
inline化の効果	4倍	
if文削除の効果	4倍	
6,8倍精度	scope	
10倍精度	noscope	

**この計算の性能はソースチューニング及び
コンパイルオプションに大きく左右されるため、
計算機の性能比較時は注意が必要。**

E5-2670	16smp	Phi5110P	240core		
モンテカルロシミュレーション					
				E5-2670	Phi5110P
精度	β	U	L	実行時間 (秒)	実行時間 (秒)
6倍精度	10	6	448	127.5865	1088.6992
8倍精度	20	8	448	261.7628	1762.0854
10倍精度	20	10	448	619.8694	3727.0650
ieee8倍精度	20	10	448	505.0661	4487.2604
DQ(8倍精度)	20	9	448	1961.2144	16287.9011

- (1) $\beta = 20, U = 10$ を計算する場合dd形式では10倍精度演算が必要でieee形式では8倍精度で事足ります。
- (2) SR16000でscopeオプションで実行すると10倍精度は649秒.このため,計算機種の差ではなく,コンパイラの最適化能力の差が効いていると言えます。

$n = 100, L = 448$
6倍精度 $\beta = 10, u = 6$
8倍精度 $\beta = 20, u = 8$
10倍精度 $\beta = 20, u = 10$

8smp実行時間一覧表(秒)

精度	x5570	e5430
6倍精度	179.839	235.009
8倍精度	326.611	424.029
10倍精度	779.312	978.756

BG/Q 1ノード

実行時間一覧表(秒)

精度	16smp	32smp	64smp
6倍精度	282.699	270.78	262.615
8倍精度	795.051	752.072	730.979
10倍精度	1804.504	1688.848	1639.817

- (1) x5570,e5430はE5-2670と同じ傾向を示しています。
- (2) BG/Qでは,演算量の多いループでの最適化処理が他と比べて弱い傾向を示しています。