

各種計算機アプリケーション性能比較

平成25年度第1四半期

目次

- 1.はじめに
- 2.QCD計算
3. 量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算
 - 3.1 自動並列とPPGENの使用
 - 3.2 8倍精度,16倍精度,32倍精度演算
 - 3.3 6倍精度,8倍精度,10倍精度行列積計算

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 キャッシュ 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 キャッシュ 8MB/コア

e5430 16コア 2.66GHz キャッシュ 12MB/コア

などとも比較しています。

1.はじめに

今回は主に2つのアプリケーションからなっています。

一つは倍精度演算からなるQCD計算でコンパイラオプションのみによる最適化での複数ノードでの実行です。

もう一つは4倍精度でも精度が良くない量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算でプログラムは高エネルギー加速器研究機構, 物構研岩野氏より提供いただいたのをベースにしています。

またこの2つのプログラムの実行やその結果から派生したPPGENの使用の効果, 多倍長計算や行列積計算の性能比較を行っています。

2 QCD計算

QCD 32*32*32*64 並列実行性能測定結果

実行時間一覧表(秒)

1 ノードsmp BG/Q ソースはParallel Program Generetor で作成

| | | | |
|-------------------------|--------|------|--------|
| SR16000 | 339.15 | BG/Q | 2221.9 |
| SR16000/BG実行性能比 6.55 | | | |
| SR16000/BG カタログ性能比 4.79 | | | |

mpi,smp並列

| SR16000 | | BG/Q | |
|---------|-------|------|-------|
| node | total | node | total |
| 1 | 217.4 | 32 | 56.34 |
| 4 | 46.37 | | |
| 8 | 18.8 | | |

| SR16000 | (対BG/Q) | |
|---------|---------|---------|
| node | 実行性能比 | カタログ性能比 |
| 1 | 0.259 | 0.15 |
| 4 | 1.215 | 0.598 |
| 8 | 3.029 | 1.197 |

**ソースチューニングがない場合,SR16000/M1
がBG/Qに対してカタログ性能比以上に
実行性能比がでています。**

3.量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算

この計算は求めるケースの精度がアーキテクチャーに大きく依存するために同じ条件のケースを比較するのが困難という問題があります。

例えば $\beta = 20, u = 10$ のケースを計算する場合 8倍精度で計算すると、有効ビット数の差により、X5570,e5430では正しい結果がでますが SR16000/M1,BG/Qシステムでは正しい結果が出ません。また数値表現の範囲の制限で SR16000/M1,BG/Qシステムでは10倍精度演算を使用する場合、 $\beta = 25, u = 10$ を計算するには平方根計算のアルゴリズムの変更が必要になり、 $\beta = 28, u = 10$ を計算使用とするとオーバーフローが発生し実行不可になります。

今回は、この問題から派生したテスト問題等で性能比較を行いました。

3.1 自動並列とPPGENの使用

| 量子モンテカルロ実行時間(秒) | | | | |
|-------------------|-------|-------|--------------|-------|
| l=448,beta=10,u=2 | | 4倍精度 | | |
| 並列手法 | 自動並列 | | ppgen+openmp | |
| smp数 | x5570 | e5430 | x5570 | e5430 |
| 1 | 417 | 574 | 422 | 583 |
| 2 | 288 | 370 | 244 | 307 |
| 4 | 188 | 259 | 120 | 162 |
| 8 | 153 | 201 | 63 | 86 |

- (1) PPGEN使用の効果がでています。
- (2) Smp数が増えるにつれ自動並列とppgenの並列化効果の差が大きくなります。

3.2 8,16,32倍精度演算

現状、または今後のテストケースでは数値表現可能な範囲の制限により,SR16000/M1及びBG/Qでは実行不可なので、x5570,e5430シングル実行での結果を比較しました。

量子モンテカルロ実行時間(秒)

$l=448, \beta=20, u=10$

| 精度 | x5570 | e5430 |
|-------|-------|-------|
| 8倍精度 | 1457 | 2031 |
| 16倍精度 | 5029 | 6852 |
| 32倍精度 | 15073 | 20790 |

- (1) x5570とe5430のカタログ性能比はほぼ1.1倍
- (2) 実行性能ではx5570がカタログ性能比以上をだしています。
- (3) 多倍長計算ではINTEL系のほうがAMD系の計算機よりも適している。

3.3 6倍精度,8倍精度,10倍精度行列積計算

ソースはSR16000/M1,BG/Qでのソースを使用。
並列化はPPGENで作成したものを使用。

| 行列積テスト結果一覧表 | | | | |
|--------------------|---------|---------|--------|--------|
| N=100,1000回実行時間(秒) | | | | |
| SR16000/M1 1ノード | | | | |
| 精度 | single | 32core | 64smp | |
| 6倍精度 | 46.315 | 1.877 | 1.304 | |
| 8倍精度 | 80.729 | 3.285 | 2.14 | |
| 10倍精度 | 188.761 | 7.58 | 5.275 | |
| e5430 | | | | |
| 精度 | 1way | 2way | 4way | 8way |
| 6倍精度 | 47.873 | 23.948 | 11.986 | 6.223 |
| 8倍精度 | 92.688 | 46.385 | 23.21 | 12.066 |
| 10倍精度 | 249.493 | 128.278 | 64.301 | 33.418 |
| x5570 | | | | |
| 精度 | 1way | 2way | 4way | 8way |
| 6倍精度 | 34.686 | 19.485 | 9.271 | 4.727 |
| 8倍精度 | 77.507 | 40.361 | 19.269 | 9.707 |
| 10倍精度 | 186.566 | 99.006 | 49.755 | 25.078 |

N=100としたのはもとの計算で使用されているものに合わせました。

(1) 周波数は SR16000 3.83GHz
x5570 2.93GHz
e5430 2.666GHz

これから、1way,singleの実効性能で比較すると性能が良い順としては,x5570,e5430,SR16000/M1 の順になります。

(2) 並列化効果は3つの計算機ともよくできています。

このあと,実行回数100回でNを100から500まで50ずつ変化させた場合の結果を示しますが、同様の結果となっています。

多倍長行列積 実行時間(秒)一覧表

実行回数100回 (SR16000/M1)

| N | 6倍精度 | | | 8倍精度 | | |
|-----|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | single | 32core | 64smp | single | 32core | 64smp |
| 100 | 5.412 | 0.219 | 0.145 | 9.197 | 0.38 | 0.267 |
| 150 | 18.312 | 0.614 | 0.487 | 30.873 | 1.083 | 0.812 |
| 200 | 43.161 | 1.517 | 1.151 | 73.686 | 2.67 | 1.923 |
| 250 | 84.567 | 2.713 | 1.806 | 144.121 | 4.755 | 3.003 |
| 300 | 145.842 | 4.864 | 3.249 | 249.105 | 8.54 | 5.412 |
| 350 | 231.647 | 7.288 | 5.318 | 397.316 | 12.852 | 8.824 |
| 400 | 346.528 | 11.227 | 8.021 | 590.632 | 19.402 | 13.513 |
| 450 | 493.948 | 16.557 | 11.79 | 843.283 | 28.813 | 19.453 |
| 500 | 685.857 | 24.133 | 15.186 | 1161.125 | 37.976 | 24.238 |

SMT ON の効果が大い。

多倍長行列積 実行時間(秒)一覧表

実行回数100回 x5570

| N | 6倍精度 | | | | 8倍精度 | | | |
|-----|---------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|---------|
| | 1smp | 2smp | 4smp | 8smp | 1smp | 2smp | 4smp | 8smp |
| 100 | 4.133 | 2.327 | 1.113 | 0.571 | 8 | 4.483 | 2.14 | 1.102 |
| 150 | 14.413 | 8.088 | 3.789 | 1.884 | 27.14 | 15.218 | 7.32 | 3.547 |
| 200 | 34.326 | 19.26 | 9.151 | 4.428 | 63.953 | 35.865 | 17.013 | 8.256 |
| 250 | 65.6 | 36.79 | 17.335 | 8.656 | 124.917 | 70.06 | 33.521 | 16.495 |
| 300 | 111.919 | 62.788 | 29.835 | 14.64 | 216.375 | 121.321 | 57.334 | 28.283 |
| 350 | 177.923 | 99.78 | 47.128 | 23.013 | 344.008 | 192.91 | 91.481 | 44.654 |
| 400 | 265.827 | 149.066 | 70.833 | 34.309 | 548.527 | 308.89 | 146.779 | 70.767 |
| 450 | 381.068 | 213.747 | 101.091 | 49.846 | 738.552 | 414.047 | 197.582 | 96.468 |
| 500 | 531.941 | 287.079 | 141.572 | 69.197 | 1022.405 | 573.234 | 272.297 | 132.659 |

並列化効果はほぼ理想曲線にそっています。

多倍長行列積 実行時間(秒)一覧表

実行回数100回 e5430

| N | 6倍精度 | | | | 8倍精度 | | | |
|-----|---------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|---------|
| | 1smp | 2smp | 4smp | 8smp | 1smp | 2smp | 4smp | 8smp |
| 100 | 5.542 | 2.775 | 1.397 | 0.729 | 10.174 | 5.096 | 2.556 | 1.323 |
| 150 | 18.779 | 9.398 | 4.761 | 2.381 | 34.385 | 17.213 | 8.718 | 4.325 |
| 200 | 44.765 | 22.39 | 11.204 | 5.604 | 83.523 | 41.711 | 20.88 | 10.388 |
| 250 | 88.103 | 44.091 | 22.203 | 11.222 | 160.157 | 80.156 | 40.386 | 20.366 |
| 300 | 160.193 | 80.211 | 40.208 | 20.228 | 283.05 | 141.53 | 71.343 | 35.73 |
| 350 | 262.688 | 131.605 | 66.12 | 32.852 | 456.253 | 229.215 | 115.799 | 57.786 |
| 400 | 392.931 | 196.858 | 98.412 | 48.771 | 705.816 | 354.412 | 175.949 | 88.056 |
| 450 | 565.854 | 283.451 | 142.386 | 71.477 | 1111.951 | 561.997 | 282.593 | 142.997 |
| 500 | 781.873 | 390.305 | 195.826 | 98.263 | 1606.29 | 800.902 | 407.105 | 205.449 |

並列化効果はほぼ理想曲線にそっています。