



Linux/Alpha 活用講座

清水尚彦

nshimizu@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

最終回 Alphaよ、夢をありがとう！

Compaqが、長らく開発してきたAlphaの技術をIntelに売り渡すことになりました。以後、Compaqから新規開発される64bit機はItaniumベースになるようです。既存のシステムのマイグレーション目的に、EV7までの世代は出すようですが、SMT(同時マルチスレッド: Simulations Multi Threading)のEV8は、これで日の目を見ることはなくなったようです。ライバルを買収することによって、競合相手を亡き者とするようなやり方は気に入らないのですが、景気が悪化した今の時期に、Compaqが株主に対して責任ある態度をとる手段はあまり残されていなかったのでしょうか。10年の間、いろいろと夢を見させてくれたAlphaアーキテクチャに感謝の心で冥福を祈ります。

A PS2 Linuxのセットアップ

ポケットマネーで買ったPS2とLinux kitが研究室にようやくやって来ました。Sync On Green対応ディスプレイが必要なのですが、ADTECのLCD AD-AA15Rがコンポジット対応と書いてあったので購入して準備をしていたのですが、その期待はもの見事に外れて、画面表示することは全くできませんでした。

研究室にある他のディスプレイと交換して何とかりましたが、1人で初めてのLinuxマシンとしてPS2を買った場合だったりすると、こういったマイナー仕様(昔はマイナーではなかったが今は低価格になるような仕様以外はみんなマイナーになっていきますね)は困りものです。

A NISクライアントの設定

せっかく来たマシンを少しは使わなくてはと、取りあえず研究室で共用できるように設定します。インストールすると、まずはeth0の初期化に失敗。理由は不明。モジュールのプロープが失敗しているのだらうとモジュールを見ても、どのモジュールが相当するのかも分からないので、仕方なく再度インストール作業からやり直してみると、今度は成功しました。何だろう？ 謎だ……。気を取り直してセットアップを続けます。

NISのドメインを設定したので、まずNISで入れるようにしま

す。思うところがあって、ホームディレクトリを他のマシンに分けたいため、NISのデータベースに登録されている情報を元に、ローカルディスクにホームディレクトリを作成します(実行例1)。次に、NISで入れるように /etc/nsswitch.confのpasswdとgroupの項目にNISを追加します(リスト1)。これで準備できました。

A vim環境の設定

PS2 Linuxでデフォルトで付いてくるviはvim 5.7なので、.vimrcに「set fileencoding=japan」と記述しておけば、日本語コード(EUC)の設定はOKです。しかし場合によっては、他のコードも使ったりすることや、他のマシンからtelnetで入ったときの日本語入力の便利のため、RINGサーバからjvim-3.0を落としてきました。

```
rpm --rebuild jvim-3.0j2.0a-0v15.src.rpm
```

とすると、バイナリパッケージjvim-3.0j2.0a-0v15.mipse1.rpmが作成されます。その後、配付パッケージのvimを消すために

```
rpm -e vim-minimal vim-common
```

とした後で、作成したバイナリパッケージのインストールを行います。

と、ここまでの作業を行ううちに、ふと「Vine Linuxを載せている自分のAlpha機で再度jvimの問題点を追求してみよう」と思い付いて、「rpm --recompile jvim-3.0j2.0a-0v15.src.rpm」としてリコンパイルしてみました。というのも、Vine Linuxのjvimがまともに動かないため、jelvisを自分でmakeして載せていたのですが、こちらはtagの扱いなどで不満が多かったからです。

さて、リコンパイルしてもカーソルの動きのおかしなjvimに

【実行例1】ローカルディスクにホームディレクトリを作成する

```
# ypcat passwd | awk 'BEGIN {FS=":"}'\n{print "mkdir -p", $6, "; chown", $1"."$4, $6}' | sh
```

【リスト1】/etc/nsswitch.confのpasswdとgroupの設定

```
passwd: files nis\ngroup: files nis
```

【表1】Linpack ベンチマーク

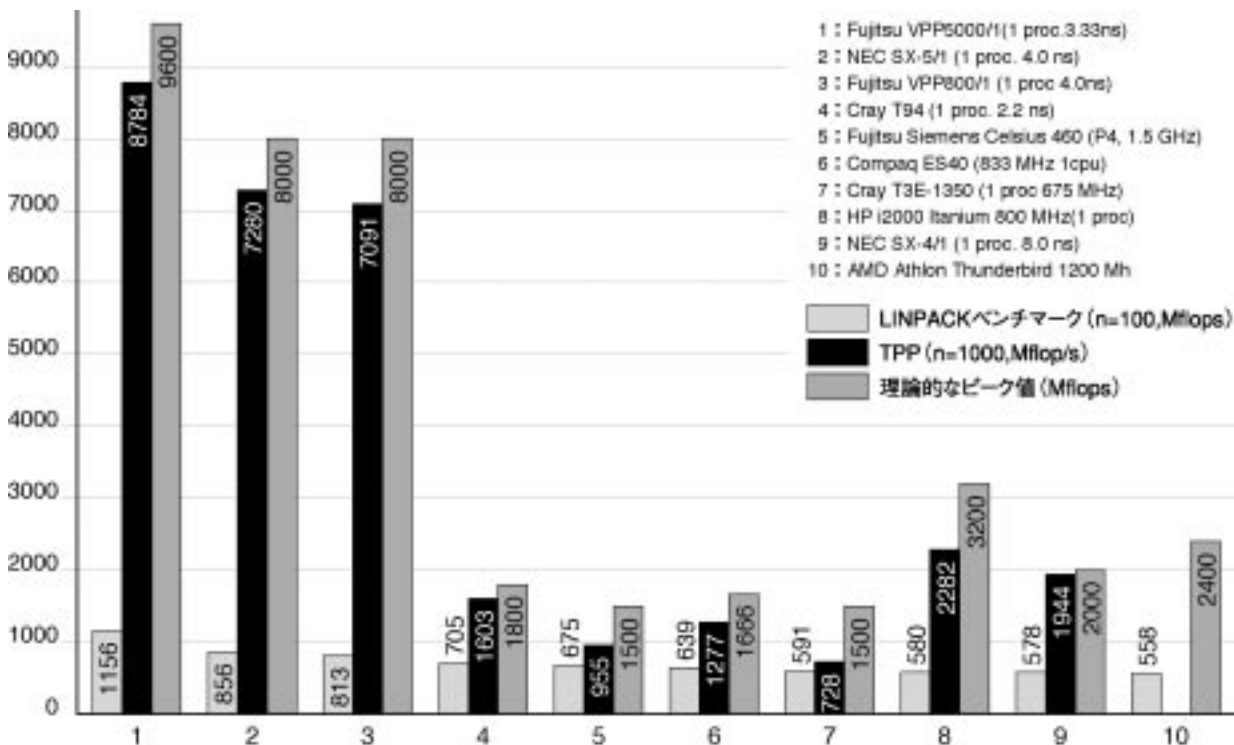
| 順位 | コンピュータ名 | LINPACK ベンチマーク n=100,Mflops | TPP n=1000,Mflop/s | 理論的なピーク値 Mflops |
|----|---|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | Fujitsu VPP5000/1 (1 proc. 3.33ns) | 1156 | 8784 | 9600 |
| 2 | NEC SX-5/1 (1 proc. 4.0 ns) | 856 | 7280 | 8000 |
| 3 | Fujitsu VPP800/1 (1 proc 4.0ns) | 813 | 7091 | 8000 |
| 4 | Cray T94 (1 proc. 2.2 ns) | 705 | 1603 | 1800 |
| 5 | Fujitsu Siemens Celsius 460 (P4, 1.5 GHz) | 675 | 955 | 1500 |
| 6 | Compaq ES40 (833 MHz 1cpu) | 639 | 1277 | 1666 |
| 7 | Cray T3E-1350 (1 proc 675 MHz) | 591 | 728 | 1500 |
| 8 | HP i2000 Itanium 800 MHz(1 proc) | 580 | 2282 | 3200 |
| 9 | NEC SX-4/1 (1 proc. 8.0 ns) | 578 | 1944 | 2000 |
| 10 | AMD Athlon Thunderbird 1200 Mhz 558 | 558 | - | 2400 |
| 11 | Compaq Server DS20e(667 MHz) | 558 | 1025 | 1334 |
| 12 | Compaq Server ES40(1 proc 667MHz) | 561 | 1031 | 1334 |
| 13 | Cray SV1-1-32 (1 proc. 300 MHz) | 549 | 1028 | 1200 |
| 14 | NEC SX-4B/1(1proc.8.8ns) | 524 | 1767 | 1818 |
| 15 | IBM RS/6000 44P-170 (450 MHz) | 503 | 1440 | 1800 |

出典：J.J.Dongarra, Performance of Various Computers Using Standard Linear Equations Software, June 29,2001

しかならないので、もう一度ログを見てください。warningが山ほどあるようですが、よく見るとほとんどがmemsetの引数の誤りですから対策は簡単です。ほかにも2、3手を加えた後、どうやら動いたようなので、diffを取るためにディレクトリを変更して、元のソースを再度コンパイルしたところ、こちらでも動くようになってしまいました。

しかし喜んだのも束の間、同時に開いていた他の端末では動作しません。いろいろやってみたけれど、再現性のある安定したバージョンは作れませんでした。

【グラフ1】Linpack ベンチマーク (表1の順位1~10位までのデータで作成)



*1 次元数100 (n=100) の連立一次方程式の解法プログラム。

ということで、結局Vine Linux/Alphaでは、jvimを使うことを断念し、Red Hat LinuxのミラーサイトからvimのRPMを取ってきてEUCだけで使用することにします。デスクトップのマシンだからkinput2を使えば十分なのでjelvisに不満を感じた時点で最初からそうすれば良かったんです……。

A Linpack ベンチマーク

6月4日版のLinpackベンチマーク*1「Dongra report」から上位のマシンをピックアップしてみます(記事末のRESOURCE[1]を参照)。マルチプロセッサのベクトル機が上位を占めているのですが、ここでは1プロセッサのマシンだけを抜き出したものを表1、グラフ1に示します。

こうやって眺めてみると、改めて最近のプロセッサがベクトル機に迫る性能を持ち始めたことが分かります。TPP*2では及ばないところがありますが、コスト性能比、電力性能比、設置面積性能比など、いろいろな指標で考えれば採否に影響するデータになりえます。

表が大きくなり過ぎるので、この表1のリストは元の資料のコンパイラの項目を省いてありますが、特筆すべきは10位のAthlonです。何とg77を使ってこの性能を出しているのです。

【表2】SPEC ベンチマーク (CFP2000)

| Company Name | System Name | #CPU | Base | Peak |
|----------------------|--------------------------------------|------|------|------|
| Advanced Micro Devic | Gigabyte GA-7DX Motherboard, 1.4GHz | 1 | 426 | 458 |
| Advanced Micro Devic | Tyan Thunder K7 Motherboard, 1.2GHz | 1 | 433 | 481 |
| Alpha Processor, Inc | API UP2000 833 MHz | 1 | 571 | 644 |
| Compaq Computer Corp | AlphaServer DS20E Model 68/833 | 1 | 643 | 784 |
| Dell | Precision WorkStation 530 (1.70 GHz) | 1 | 593 | 609 |
| Hewlett Packard Corp | hp server rx4610 | 1 | 701 | 701 |
| SGI | SGI Origin 3200 1X 500MHz R14k | 1 | 436 | 463 |
| Sun Microsystems | Sun Blade 1000 Model 1900 | 1 | 427 | 482 |

出典 : 「All SPEC CPU2000 Results Published by SPEC」より転載*3

【表3】SPEC ベンチマーク (CINT2000)

| Company Name | System Name | #CPU | Base | Peak |
|----------------------|--------------------------------------|------|------|------|
| Advanced Micro Devic | Gigabyte GA-7DX Motherboard, 1.4GHz | 1 | 495 | 554 |
| Alpha Processor, Inc | API UP2000 833 MHz | 1 | 511 | 533 |
| Compaq Computer Corp | AlphaServer ES40 Model 6/833 | 1 | 518 | 544 |
| Compaq Computer Corp | AlphaServer DS20E Model 68/833 | 1 | 497 | 571 |
| Dell | Precision WorkStation 530 (1.70 GHz) | 1 | 575 | 593 |
| Hewlett Packard Corp | hp workstation j6700 | 1 | 569 | 603 |
| SGI | SGI Origin 3200 1X 500MHz R14k | 1 | 410 | 427 |
| Sun Microsystems | Sun Blade 1000 Model 1900 | 1 | 438 | 467 |

出典 : 「All SPEC CPU2000 Results Published by SPEC」より転載*3

他のプロセッサが、ベンダ固有のチューニングを施したコンパイラを使っているのに対して、これは立派な成績ですね。シングルプロセッサ15位までの間にAlphaが4機種、x86が2機種、Powerが1機種となっており、ベクトル機の8機種に対してスカラ機がかなり善戦しています。

A SPECベンチマーク

さて、スカラ系のベンチマークで有名なものとしてSPEC (Standard Performance Evaluation Corporation) ベンチマークがあります[2]。こちらも見てください。表2、グラフ2に示したのは、SPECのサイトにある「All SPEC CPU2000 Results」[3]の「CFP2000 (131)」から抜き出したものです。

右端にあるBaseとPeakの差ですが、Baseの方は、すべてのベンチマークに同じコンパイルオプションを使用するのに対し、Peakの方は個々のベンチマークごとに異なるオプションが指定できるという違いです。Baseの数値の方が少しでも現実に近い可能性があります。Athlonの振る舞いは悩ましいですね。1.4GHzのCPUと1.2GHzのCPUで性能が逆転しています。これは、CFPがメモリ性能に大きく影響するからで、ボードのメモリの設計によっても大きく変わってきます。

ここでもItaniumを搭載したHPのマシンがBaseで700オーバーという数値を出してトップに立っています。数値計算ではVLIWと数多くのレジスタなどIntelの設計者が考えた狙いうまくはまっているのが感じられます。

これに対し、整数ベンチマークのCINT2000では違った展開

* 2 Toward Peak Performance, 次元数 1000 (n=1000) の連立一次方程式の解法プログラム。
* 3 The Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) is the author and owner of all material on this server and does reserve its rights.

になります。表3は、「All SPEC CPU2000 Results」[3]の「CINT2000 (131)」から抜き出したものです。執筆時点では、まだItaniumの整数ベンチマークは公開されていません。これらの数値を見ていると、Pentium 4やAthlonという「コンシューマ価格のマシンで十分」だと思わせるに十分の結果ですね。性能が不足する場合には並列に接続すればいいのですから。

並列といえば、これもIntelからGiga-bit Ethernetのカードが100ドルを切る値段で出せるようなチップセットが発表されています。100メガビットのカードでも、多くの並列アプリケーションは、かなり効率よく並列動作を行っていましたが、ギガビットは転送速度だけでなく、パケット長が長くなることで割り込み頻度が低減するため、性能的にはさらに良い影響が出ると思われます。

32ビットの世代で、不足するメモリ容量を並列分散メモリによって解決するという方向もあるでしょう。ItaniumがPentium 4並の値段で供給されるようになれば、そちらを使えばよろしいってことで、「専用マシンは生き残りはできない」というCompaqの判断なのでしょう。

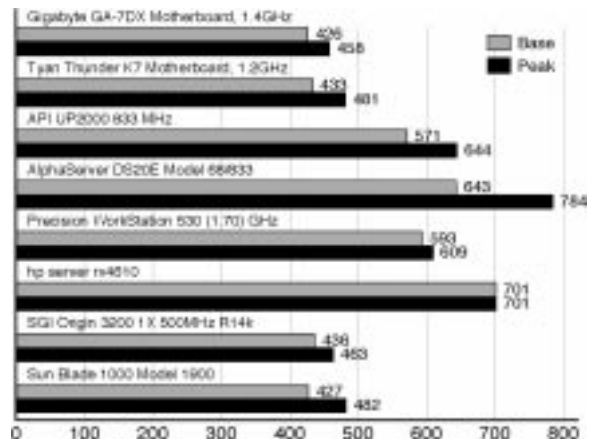
A PS2、Pentium 4、Alphaの性能確認

PS2、Pentium 4、Alphaという構成が揃ったので、早速ベンチマークで性能確認をしてみましょう。以前入院していたAthlonは退院したのですが、余生をWindowsNT TSE (Terminal Server Edition) で論理合成エンジンとして活躍しているので、評価には加えておりません

Linpackのソースコードは、Netlibのサイトから入手できます[4][5]。このコードはFORTRANで書かれていますが、なぜかNetlibには拡張子がない形で置かれています。これらをlinpackd.f、linpacks.fにリネームしておきましょう。

Linpackでは、複数回実行したときの値をレポートすることになっているので、実行例2のように、ログを取って10回実行

【グラフ2】SPEC ベンチマーク (CFP2000 : #CPU - 1)



【実行例2】ベンチマークの実行

```
bash$ i=0
bash$ while expr $i \< 10
> do
> ./linpacks >> linpacks.log
> i='expr $i + 1'
> done
```

【リスト2】ログをviのマッピング機能を利用して整形する

```
:map g :.,/times for array/d^V^M:+4^V^M
      1           2 3 4
```

【リスト3】Compaq FORTRAN コンパイルオプション

```
fort -O4 -fast $NAME.f second.f -o $NAME
```

します。ログファイルには余分なメッセージがたくさん入っています。これをスクリプトできれいにすればLinux的ですが、あんまり「通」ではない私はviで仕上げます。リスト2のように、マップを定義して「g」キーを押していけば余分なところはきれいに消えます。map はemacsで言うところのキーボードマクロに相当する簡単なマクロ機能です。ここでは(1)exモードにして、カレント行から「times for array」を含む行までを削除して(2)viモードに戻り、(3)再びexモードで4行進んで(4)viモードに戻す、という作業を「g」キーに定義しています。

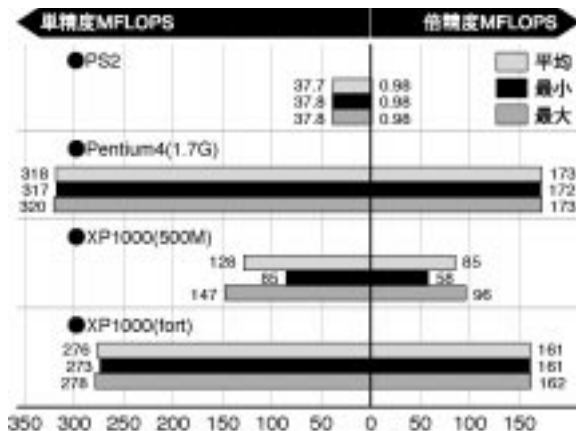
できたログファイルは実行例3のようにawkで処理します。最近ではこれらの作業をPerlでやる人が多いのですが、私はどこのUNIXマシンでも使えるsh、vi、sed、awk辺りでできることは取りあえずこれらを使って仕上げます。

結果は表4のようになりました。PS2の倍精度の値は間違いないではありません。PS2のプロセッサは倍精度の演算器を持ってお

【実行例3】ログをawkで整形する

```
#bash$ awk 'BEGIN {max=-1; min=9.99e31; sum=0;}
> {sum=sum+$4; if(max<$4) max=$4; if(min>$4)
min=$4;}
> END {print "ave:" sum/NR, "max:" max, "min:" min}'
linpacks.log
ave:37.3074 max:6.867E+01 min:3.270E+01
```

【グラフ3】PS2、Pentium 4、Alphaの結果



【表4】PS2の結果

| マシン | 単精度 MFLOPS | | | 倍精度 MFLOPS | | |
|-----|------------|------|------|------------|------|------|
| | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 |
| PS2 | 37.3 | 32.7 | 68.7 | 0.98 | 0.97 | 0.98 |

【表5】PS2、Pentium 4、Alphaの結果

| マシン | 単精度 MFLOPS | | | 倍精度 MFLOPS | | |
|----------------|------------|------|------|------------|------|------|
| | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 |
| PS2 | 37.7 | 37.7 | 37.8 | 0.98 | 0.98 | 0.98 |
| Pentium4(1.7G) | 318 | 317 | 320 | 173 | 172 | 173 |
| XP1000(500M) | 128 | 85 | 147 | 85 | 58 | 96 |
| XP1000(fort) | 276 | 273 | 278 | 161 | 161 | 162 |

らず、ソフトウェアに倍精度計算をさせるため、このような結果になります。PS2以外のマシンでは、タイマの精度がマシンの性能に追いついていないため、まともな数値が取れていません。そこで、同じNetlibの1000元のベンチマーク(1000sと1000d)を実行しましょう。実行の方法は100元と同じです。最後の「XP1000(fort)」とあるのは、Compaq FORTRANで実行した値です。コンパイルオプションをリスト3に示します。

の結果は表5、グラフ3に示す通りです。これを見る限り、私のAlpha(XP1000-500MHz)は、性能的にはすでにPentium 4に追いつかれていますね。CompaqのAlpha技術者は、Intelに転属することになるらしいので、コンパイラも今後はIntel製の性能が上がっていくことでしょう。

プロセッサのハードウェアの開発は大したことはないのですが、周辺の技術やコンパイラやOSを含めた技術者が大量に必要となるため、キャッシュリッチなIntelのような会社しか(特に利益率の低い数値計算分野は)生き残れないのかもしれないね。

プロセッサのハードウェアの開発は大したことはないのですが、周辺の技術やコンパイラやOSを含めた技術者が大量に必要となるため、キャッシュリッチなIntelのような会社しか(特に利益率の低い数値計算分野は)生き残れないのかもしれないね。

A 最後に

連載はまだ続けていくつもりでしたが、本家がこういう状況で続けてもあまり元気も出ませんので、ここまでとさせていただきます。長い間ご愛読ありがとうございました。また、どこかでお目にかかることがありましたらよろしく願います。

Resource

- [1] Linpack ベンチマーク「Dongra report」
<http://www.netlib.org/benchmark/performance.ps>
- [2] Standard Performance Evaluation Corporation
<http://www.spec.org/>
- [3] All SPEC CPU2000 Results
<http://www.spec.org/osg/cpu2000/results/cpu2000.html>
- [4] The LINPACK benchmark program in single precision (32 ビット単精度)
<http://www.netlib.org/benchmark/linpacks>
- [5] The LINPACK benchmark program in double precision (32 ビット倍精度)
<http://www.netlib.org/benchmark/linpackd>