

Introdução ao NAS Parallel Benchmarks (NPB)

Testes de Referência Versões: Sequencial, Memória Partilhada/Memória Distribuída

Ambiente de Operação no Cluster Search

Sérgio Caldas
Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática
Email: a57779@alunos.uminho.pt

Resumo—O *NAS Parallel Benchmark* é um ambiente de testes desenvolvido pela NASA, para medir a performance de super-computadores. Este ambiente de testes é constituído por 5 Kernels (IS, EP, CG, MG, FT) desenvolvidos em C/Fortran em três versões, versão sequencial e versões paralelas (Open-MP e Open-MPI). Para além destes 5 Kernels, este *benchmark* tem um conjunto de classes (S, W, A, B, C, D, E, F) cada uma com diferentes tamanhos de dados. No desenvolvimento deste trabalho tive de escolher 3 desses 5 Kernels e algumas classes, de forma a efectuar uma gama de testes para cada uma das versões, num ambiente de operação cluster, mais precisamente no cluster "Search".

1. Introdução

Este trabalho foi realizado no âmbito da disciplina de Engenharia de Sistemas da Computação (ESC), inserida no perfil de Computação Paralela e Distribuída (CPD) do 4º Ano do curso Mestrado Integrado em Engenharia Informática (MIEI) e tem como objectivo analisar a *performance* de um ambiente de testes, neste caso o *Cluster SeARCH*, na execução do *NAS Parallel Benchmark*.

Este *Benchmark* é constituído por 5 Kernels e 3 simulações bem como um conjunto de 8 classes de dados, destes 5 Kernels tive de escolher alguns de forma a efectuar um conjunto de testes, para posteriormente fazer uma análise/comparação detalhada desses mesmos testes, para além da escolha dos Kernels ainda foi necessário escolher um conjunto de classes de dados para os testes.

Os testes consistiram na repetição destes nas diferentes classes de arquitecturas de nós existentes, usando as versões sequenciais e paralelas (memória distribuída - OpenMPI e memória partilhada - OpenMP), nos diferentes compiladores (gnu e intel), diferentes opções de compilação, diferentes tecnologias de comunicação e diferentes dimensões de dados (classes).

A análise/comparação dos resultados obtidos deverá ser feita tendo em consideração medições precisas de tempos de execução/ocio/bloqueio, da ocupação da memória, da comutação do tempo de E/S, bem como outras métricas das ferramentas de monitorização.

Para a realização destes testes foi desenvolvido um *Script* que me permitiu fazer a execução dos testes em lotes com base no sistema PBS.

Depois da obtenção dos resultados dos testes, os dados foram tratados com *Shell Scripts* utilizando ferramentas de processamento de linguagens, como o *grep* e *sort*. Posteriormente, depois de filtrados os dados, estes foram processados com *spreadsheets* no *Google Docs* para geração dos gráficos.

2. Caracterização do Ambiente de Testes

O ambiente de testes utilizado no decorrer deste trabalho foi o cluster *SeARCH*, este cluster faz parte do Departamento de Informática da Universidade do Minho, sendo este utilizado por uma vasta comunidade de cientistas/investigadores". O *SeARCH* é constituído por um conjunto de nodos com diferentes arquiteturas. Os nodos constituintes do *SeARCH* são:

- Arquitectura *Ivy Bridge*
 - 6 Nodos 662
 - 2 Nodos 652
 - 20 Nodos 641
- Arquitectura *Sandy Bridge*
 - 6 Nodos 541
- Arquitectura *Nehalem*
 - 2 Nodos 432
 - 4 Nodos 421
 - 10 Nodos 431
- Arquitectura *Penryn*
 - 6 Nodos 321
- Arquitectura *AMD Magny-Cours*
 - 2 Nodos 262

De notar que todos os detalhes de cada nodo, bem como o significado do *rank* (valores do tipo 641, 652, etc. apresentados em cima) podem ser consultados no site do cluster *SeARCH* [3]

2.1. Nodos de Teste

As máquinas de teste que escolhi para a execução dos *Kernels* no *Cluster Search*, foram as máquinas 431 e 641 com arquiteturas Nehalem e Ivy Bridge respectivamente. Na tabela 1 encontra-se a especificação das características da máquina 431 e na tabela 2 as da máquina 641.

	Características
Coisas	2131322
Cenas	sadds

Tabela 1. MÁQUINAS 431

	Características
Coisas	2131322
Cenas	sadds

Tabela 2. MÁQUINAS 641

3. Caracterização do *Benchmark*

O *NAS Parallel Benchmark* [4] consiste num conjunto de 5 *Kernels* e 3 simulações desenvolvidos em C e Fortran, bem como um conjunto de 8 classes (cada uma com diferentes tamanhos de dados de *input*). Este *Benchmark* foi desenvolvido com o objetivo de fornecer uma medida das capacidades do hardware e software, para resolver intensivos problemas computacionais de dinâmica de fluídos importantes para a NASA.

Os *Kernels* e as simulações que constituem o *Benchmark* são os seguintes:

- **Kernels:**
 - IS [1] - Ordenação de inteiros, acesso aleatório à memória.
 - EP [5] - Este *Kernel* é embarçosamente paralelo. Ele gera pares de desvio gaussianas aleatórios de acordo com um esquema específico. Sendo o objetivo estabelecer o ponto de referência para o máximo desempenho de uma determinada plataforma.
 - CG [5] - Este *Kernel* utiliza um método de Gradiente Conjugado para calcular uma aproximação para o menor valor próprio de uma matriz grande, esparsa e não estruturada. Este testa cálculos de grelha não estruturados e comunicações usando uma matriz com entradas geradas aleatoriamente.
 - MG [5] - Este *Kernel* calcula uma solução para a equação de *Poisson* 3-D através de um método Multigrid ciclo-V.
 - FT [5] - Este *Kernel* faz a computação de uma Transformação de *Fourier* 3-D rápida com base no método espectral.

- **Simulações:**

- BT [5] - É uma aplicação de simulação CFD ¹ que utiliza um algoritmo implícito para resolver equações de *Navier-Stokes* de 3-Dimensões.
- SP [5] - É uma aplicação de simulação CFD similar a BT, a diferença finita de soluções é baseada na factorização aproximada *Beam-Warming* que dissocia as dimensões x, y e z.
- LU [5] - É uma aplicação de simulação CFD que usa o método SSOR ² para resolver um sistema *seven-block-diagonal* resultante da discretização de diferenças finitas das equações de *Navier-Stokes* em 3-D.

As classes de dados [1] presentes no *Benchmark* são:

- S - pequena, utilizada para testes rápidos;
- W - tamanho de estação de trabalho;
- A, B, C - Utilizada em testes de problemas *standard*. Aumenta aproximadamente 4X o tamanho de uma classe para a próxima.
- D, E, F - Utilizada em testes de problemas de larga escala. Aumenta aproximadamente 16X o tamanho de uma classe para a próxima.

É possível consultar informação mais detalhada de cada uma das classes, consultando o site do *NAS Parallel Benchmark* [2].

3.1. Escolha de *Kernels* e Classes de Dados

Depois de uma análise do *benchmark*, os kernels por mim escolhidos foram os seguintes:

- CG [1] - Gradiente conjugado, Irregular acesso à memória e comunicação irregular;
- EP [1] - Kernel embarçosamente paralelo;
- IS [1] - Ordenação de inteiros, acesso aleatório à memória.

No que toca a classes de dados para testes, as minhas escolhas foram:

- Classe A [2] - Tem um tamanho de 50 MB ;
- Classe B [2] - Tem um tamanho de 200 MB;
- Classe C [2] - Tem um tamanho de 0.8 GB.

4. Conclusão

The conclusion goes here.

Referências

- [1] Nasa advanced supercomputing division. <http://www.nas.nasa.gov/publications/npb.html>.
- [2] Problem sizes and parameters in nas parallel benchmarks. http://www.nas.nasa.gov/publications/npb_problem_sizes.html.

1. Computação de fluídos dinâmicos
2. Symmetric Successive Over-Relaxation

- [3] Services and advanced research computing with htc/hpc clusters. http://search6.di.uminho.pt/wordpress/?page_id=55.
- [4] R. F. V. der Wijngaart and M. Frumkin. Nas grid benchmarks version 1.0. *NASA Technical Report NAS-02.005*, 7 2002.
- [5] H. Jin, M. Frumkin, and J. Yan. The openmp implementation of nas parallel benchmarks and its performance. *NAS Technical Report NAS-99-011*, 10 1999.