



Análise de Desempenho de Cluster de Computadores Aplicado ao Eletromagnetismo Computacional

Marco Antonio M. Miranda, Carlos Henrique S. Santos e Prof. Dr. Hugo Enrique Hernandez Figueroa
marcoantonio2m@ieee.org, henrique@dmo.fee.unicamp.br e hugo@dmo.fee.unicamp.br

DMO - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – Universidade Estadual de Campinas
PIBIC/CNPQ



Palavras Chaves: Computação paralela - Cluster de computadores - Eletromagnetismo computacional

Introdução

A computação de alto desempenho vem, a cada dia, se tornando mais requisitada em sofisticadas simulações. Para exemplificar, podemos citar campos como o Eletromagnetismo Computacional, e ainda os principais métodos numéricos, Diferenças Finitas no Domínio do Tempo (FDTD) e o Método dos Elementos Finitos (FEM), que quando utilizados em aplicações tridimensionais torna necessária grande quantidade de processamento e memória. Essas simulações, atualmente, são impraticáveis de serem realizadas em computadores pessoais (PCs).

Os supercomputadores são recursos capazes de atender essa demanda, porém os custos de implantação e manutenção são bastante elevados, além da mão-de-obra especializada requerida. Essas condições dificultam ou inviabilizam

essa solução para a maioria das instituições.

Como solução alternativa aos supercomputadores, existe o *cluster* (conjunto) de computadores, pois são soluções de baixo custo devido ao uso de *software* livre e, em alguns casos, há o reaproveitamento do parque computacional. *Cluster* de computadores pode ser definido como sendo um conjunto de computadores interconectados em rede e configurados para trabalharem em paralelo na solução de problemas complexos.

Para tanto, o principal objetivo desse projeto é a otimização e pesquisa de pacotes de *software* em busca de um aproveitamento ótimo dos recursos de *hardware* disponíveis. No sentido de aumentar a capacidade de processamento paralelo dessas máquinas quando aplicadas no cálculo de problemas e situações relacionadas ao eletromagnetismo computacional.

Metodologia

Foi utilizado um *cluster* de computadores sofisticado, composto por 15 máquinas Celestica A2210 dispostas verticalmente como demonstrado na Figura 1, cada uma com 2 processadores AMD *Opteron* 246, 4 GB de memória RAM, HD SCSI de 73 GB e que estão interconectados através de uma rede *Gigabit*. Foram realizados testes de *performance* entre nos seguintes níveis:

- Sistema Operacional (Debian, Red Hat, etc.).
- Sistemas de arquivos distribuídos (NFS, etc).
- Bibliotecas e parâmetros de compilação.
- Protocolos de comunicação remota (SSH, RSH, etc.).
- Bibliotecas de Passagem de Mensagens – MPI (*Message Passing Interface*) como MPICH2, Lam-MPI entre outros.

Para testar e obter dados sobre os ganhos das modificações realizados foi utilizado o conhecido conjunto de testes HPC (High Performance Computing) *Benchmark* e a partir dele foram obtidas as análises necessárias para a obtenção dos resultados e conclusões.

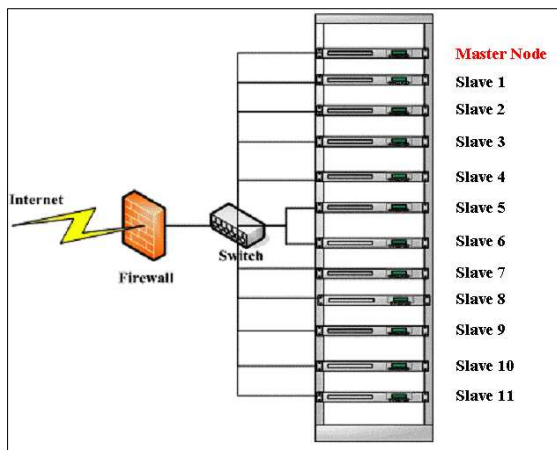


Figura 1: Representação de *Cluster* vertical com um nó mestre e onze nós escravos.

Para testar e obter dados sobre os ganhos das modificações realizados foi utilizado o conhecido conjunto de testes HPC (High Performance Computing) *Benchmark* e a partir dele foram obtidas as análises necessárias para a obtenção dos resultados e conclusões.

Resultados e Discussão

Foi possível observar vários resultados de comparação de *performance*, principalmente a nível de *software*. Esses resultados proporcionaram melhorias principalmente relativas à largura de banda e latência da rede de comunicação entre as máquinas. Como por exemplo, a latência da rede, variando o número de processos, chega a ser em média 12% menor no Debian se comparado ao CentOS

e a largura de banda chega a ser em média 4% maior no Debian do que no CentOS.

Outro resultado importante ocorreu quando se utiliza mais de 2 máquinas ao se comparar uma estrutura utilizando todas as pastas montadas utilizando NFS a partir do mestre, e outro cenário sem NFS. Esta última demonstrou um ganho de desempenho de processamento em mais de 45% se comparado ao uso do NFS, como pode ser observado na Figura 2.

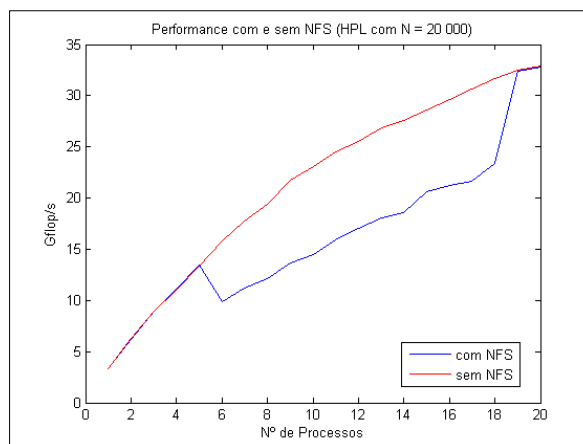


Figura 8: Gráfico comparativo de performance com o uso e sem o uso do recurso NFS.

Conclusões

Foi realizada a otimização da estrutura computacional em *cluster* disposta, ficando esta com a seguinte configuração de *software*: sistema operacional Debian, sistema de arquivos distribuídos NFS, protocolo de comunicação SSH e biblioteca MPI Lam-MPI. Entretanto, dependendo das aplicações, um ou outro *software* deve ser substituído ou usado em conjunto.

Para tanto, foi reconhecida a necessidade de se ter um conjunto de *softwares* otimizados trabalhando em conjunto para a execução de tarefas de alta complexidade que demandam alto poder computacional.

Referências Bibliográficas

- [1] E. Guizzo, Solving the Oil Equation, IEEE Spectrum, p. 25-28, Janeiro, 2008.
- [2] C. H. S. Santos, Linux Rápido: do Básico ao Cluster Beowulf, Apostila do Curso ministrado pelo CePOF, Campinas, 2006
- [3] M. Pitanga, Computação em Cluster, O Estado da Arte da Computação, Construindo Supercomputadores com Linux, Brasport, Rio de Janeiro, 2003
- [4] T. Sterling, Beowulf Cluster Computing with Linux, The MIT Press, Cambridge, 2002