Análise da Economia de Energia Através do Desligamento de Nós Ociosos em um Cluster com Processadores ARM

Gustavo Rostirolla[1], Vinicius Facco Rodrigues[1], Rodrigo da Rosa Righi[1], Pedro Velho[2]

[1]Prog. Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Unisinos – Brasil
[2]Centro Universitário Univates, Lajeado – Brasil

grostirolla1@gmail.com, viniciusfacco@live.com, rrrighi@unisinos.br
pedro.velho@univates.br

Resumo. *Este trabalho apresenta uma análise do consumo energético de um cluster homogêneo com processadores ARM e o impacto que o desligamento dos nós ociosos acarreta. Para tal propomos um framework de medição de consumo com baixo custo e alta taxa de amostragem chamado GreenHPC. Os resultados mostram que uma economia de energia significativa pode ser obtida apenas ligando os nós de um cluster sob demanda.*

1. Introdução

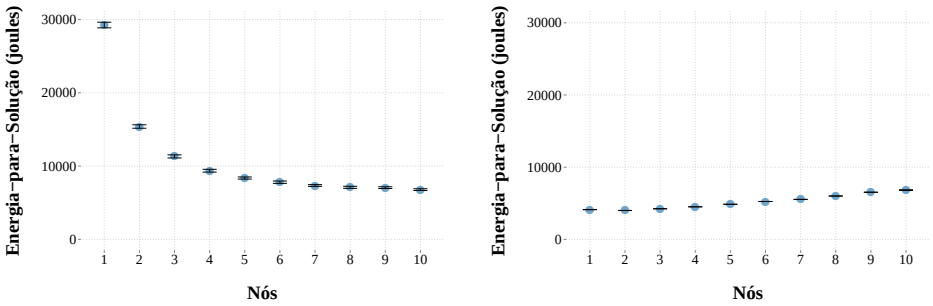
Nos últimos anos surgiu uma forte tendência computacional que possibilitou a realização de sofisticadas simulações de fenômenos complexos e a exploração de grandes quantidades de dados, como é o caso do LHC (*Large Hadron Collider*) [Evans 2008]. No entanto, a realização destas simulações utilizando modelos complexos demanda cada vez mais processamento. Esta busca por desempenho não tem levado em consideração o consumo energético, fazendo com que algumas das máquinas do TOP500 consumam megawatts de energia para atingir petaflops de desempenho [Padoin et al. 2012]. Tendo em vista esta limitação, surgem novas abordagens na computação de alto desempenho, como é o caso da utilização de processadores ARM, normalmente utilizados em dispositivos móveis devido ao seu baixo consumo energético. Diversos pesquisadores vem comparando a relação consumo/desempenho (medida em flops/watt) destes processadores com arquiteturas x86 ou entre diferentes modelos de ARM [Padoin et al. 2012, Ou et al. 2012], utilizando benchmarks e ferramentas de medição de consumo, geralmente com baixas taxas de amostragem (1 por segundo). Neste contexto, o trabalho proposto apresenta **GreenHPC**, um framework para medição de consumo energético com uma alta taxa de amostragens (até 500 kS/s). Neste trabalho também analisamos o impacto do desligamento dos nós ociosos durante a execução de uma aplicação.

2. Metodologia e Ambiente de Testes

O framework GreenHPC oferece flexibilidade, alta taxa de amostragem e baixo custo na medição do consumo de clusters. Podemos dividir o GreenHPC em três componentes principais: (i) a placa com sensor, responsável por medir a corrente e eliminar possíveis ruídos; (ii) a placa de aquisição de dados, que realiza a coleta dos dados do sensor e tensão do cluster; (iii) um *Virtual Instrument* (VI) responsável pelo processamento e visualização dos dados. Com base neste modelo um protótipo foi desenvolvido utilizando um sensor linear de efeito Hall ACS712ELCTR-30-T para medição de corrente. Os valores medidos foram coletados por uma placa de aquisição de dados (DAQ) da National Instruments

modelo PCIe-6341, bem como os valores da tensão de alimentação do cluster. Por fim, o terceiro componente é um Virtual Instrument (VI), desenvolvido na ferramenta LabView, responsável pelo processamento e gravação dos dados coletados, e visualização em tempo real dos valores de tensão (V), corrente (A) e potência (W).

O cluster utilizado nos testes é composto por 10 computadores de placa única, modelo BeagleBone Black que possui um processador ARM Cortex-A8. A fim de avaliar o impacto do desligamento dos nós ociosos deste cluster foram realizados dois experimentos utilizando uma aplicação de simulação de sismos chamada Ondes3D, desenvolvida pela empresa estatal francesa BRGM (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières*). No primeiro experimento foi realizada a variação do número de nós processando (entre 1 e 10), medindo consumo em todos os nós, a fim de observar o aumento de consumo energético que os nós ociosos causam. No segundo experimento o número de nós processando também foi variado, no entanto, apenas os que estavam realizando a computação foram medidos. A medição do consumo ocorre entre o início e o término da execução da aplicação, sendo o maior tempo de execução com 1 nó, e o menor utilizando todos os 10 nós. Os resultados dos experimentos podem ser observados na Figura 1.



(a) (b)

Figura 1. Energia consumida para a solução do problema (a) medindo todos os nós, e (b) medindo apenas nós realizando computação.

3. Conclusão

Este artigo apresentou GreenHPC, um framework para medição de consumo tanto em clusters convencionais, como em plataformas com processadores ARM, que é uma das apostas para a obtenção do exascale. Como principais contribuições, o artigo traz a análise da relação energia para solução utilizando uma aplicação HPC de simulação de sismos, bem como o impacto do desligamento dos nós ociosos em um cluster com processadores ARM. Analisando os dados coletados podemos concluir que é possível obter uma economia de mais de 25 kJoules se comparando os dois cenários utilizando apenas 1 nó.

Referências

Evans, L. (2008). LHC machine. *Journal of Instrumentation*, 3(08):S08001.

Ou, Z., Pang, B., Deng, Y., Nurminen, J.K.; Ylä-Jääski, A. A., and Hui, P. (2012). Energy- and cost-efficiency analysis of arm-based clusters. In *Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), 2012 12th IEEE/ACM Int. Symposium on*, pg 115–123.

Padoin, E. L., Oliveira, D. A. G., Velho, P., and Navaux, P. O. A. (2012). Evaluating the Performance and Energy of ARM Processors for High Performance Computing. In *41st Int. Conf. on Parallel Processing (ICPP)*, pg 1–8. IEEE.