

Proposta de um algoritmo de escalonamento de jobs baseado no consumo de energia para clusters heterogêneos

Fernando Emilio Puntel¹, Andrea Schwertner Charão¹, Adriano Petry²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS, Brasil

² Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Santa Maria, RS, Brasil

{fepuntel, andrea}@inf.ufsm.br, adriano.petry@inpe.br

Resumo. *Com as constantes pesquisas e implementações para reduzir o consumo de energia em sistemas computacionais, o desenvolvimento de algoritmos que levem este fator em conta tem sido um ponto importante para investigação. Neste trabalho, propõe-se desenvolver uma nova estratégia de escalonamento de jobs para um sistema gerenciador de recursos em cluster heterogêneo, baseado no consumo energético.*

1. Introdução

A área de eficiência energética em HPC (*High Performance Computing*) vem sendo muito investigada atualmente. Dentre seus objetivos, está implementar e aplicar modelos e técnicas que ofereçam poder de processamento em cluster e supercomputadores e ao mesmo tempo uso moderado de recursos energéticos.

Estudos recentes descrevem técnicas para economia de energia em HPC nas mais diferentes áreas e aplicações, como na utilização de algoritmos de escalonamento e balanceamento de carga para *jobs* além de *frameworks* integrados ao Sistema Gerenciador de Recursos (SGR) em um cluster com a intenção de economizar energia. Neste contexto, o estudo de [Chiesi et al. 2015] propõe um algoritmo de escalonamento de *jobs* onde cada nó de execução possui um orçamento de energia para execução e o consumo de energia de cada nó é medido utilizando sensores físicos nos componentes do nó. A principal intenção do algoritmo do estudo é realizar o escalonamento de *jobs* com requisições heterogêneas de maneira eficiente em um cluster homogêneo. O estudo de [Georgiou et al. 2015] combina o algoritmo de escalonamento com desligamento ou alteração da frequência dos nós de processamento para redução do consumo de energia. O algoritmo de escalonamento proposto pelo estudo é avaliado com requisições de *jobs* heterogêneas de diferentes usuários e sempre deve levar em consideração o consumo de energia restante de cada nó.

Em vários ambientes utiliza-se cluster com recursos homogêneos, porém, em muitos casos os clusters são compostos por nós de processamento com diferentes configurações de hardware, o que torna um desafio maior para o escalonamento e gerenciamento. Com isso, este estudo tem como objetivo propor a implementação de uma nova estratégia de escalonamento baseado no consumo de energia para *jobs*, voltado para clusters com recursos heterogêneos. Este algoritmo tomará decisões de escalonamento

baseado no conhecimento anterior do consumo de energia dos *jobs* em cada um dos nós de processamento.

2. A proposta

A estratégia de escalonamento proposta tem como objetivo realizar o escalonamento de *jobs* em um cluster heterogêneo. O algoritmo levará em consideração o conhecimento de quanto cada *job* consome de energia em cada um dos nós de processamento do cluster. Para gerenciamento do cluster e submissão dos *jobs* será utilizado o SLURM como sistema gerenciador de recursos.

Basicamente, o algoritmo levará em consideração o conhecimento do consumo de energia de cada *job*, obtido através de execuções anteriores. Com isso, será possível realizar o escalonamento dos *jobs* de maneira eficiente, de forma que os nós que consumirem menos energia receberão mais *jobs* para processamento, enquanto que, os nós que executarem o mesmo *job* e consumirem mais energia receberão uma menor carga de trabalho reduzida. Em alguns casos, é possível que alguns nós não recebam nenhum *job* para execução, neste caso, o algoritmo identificou que a melhor estratégia para redução do consumo de energia é deixar o este nó sem nenhum *job* para execução.

A medição do consumo de energia será realizada utilizando uma ferramenta de medição de consumo energético via software, experimentos iniciais foram realizados utilizando a biblioteca Likwid, onde todos os *jobs* serão executados em todos os tipos de nós. Esta informação será atualizada pela média das últimas execuções do nó em questão.

Com o resultado da medição do consumo de energia, o algoritmo poderá realizar o escalonamento dos *jobs* no cluster heterogêneo. A fórmula a seguir apresenta como será a divisão proporcional ao consumo de energia dos *jobs* por nó, onde “A” corresponde ao nó que receberá os *jobs*, “Ea” representa o total de energia consumida para aquele *job* no nó “A” em *Joule*, e “Ea”, “Eb”... “En” representam os totais de consumo de energia nos nós “a”, “b”... “n”, respectivamente:

$$A = \frac{\frac{1}{Ea}}{\frac{1}{Ea} + \frac{1}{Eb} + \dots + \frac{1}{En}}$$

Posteriormente aos experimentos em um cluster físico, espera-se avaliar o algoritmo em um cluster simulado, a fim de avaliar a estratégia de escalonamento em grande escala.

Referências

- Chiesi, M., Vanzolini, L., Mucci, C., Scarselli, E. F., and Guerrieri, R. (2015). Power-aware job scheduling on heterogeneous multicore architectures. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 26(3):868–877.
- Georgiou, Y., Glesser, D., and Trystram, D. (2015). Adaptive Resource and Job Management for Limited Power Consumption. *Proceedings - 2015 IEEE 29th International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops, IPDPSW 2015*, pages 863–870.