

Comparação de Desempenho para Gerenciadores de Recursos OAR e SLURM em Aplicação Científica de Simulação Ionosférica

Gabriela Luisa Eckel¹, Fernando Emilio Puntel², Adriano Petry¹

¹Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Santa Maria, RS, Brasil

²Colégio Politécnico da UFSM
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS, Brasil

gleckel@inf.ufsm.br, fernandopuntel@gmail.com, adriano.petry@inpe.br

Resumo. *Com a constante evolução da tecnologia, a computação de alto desempenho é uma das principais áreas de pesquisa no meio computacional. Os ambientes de alto desempenho são frequentemente usados por aplicações que necessitam lidar com uma grande quantidade de dados em um curto período de tempo. Para isso, podem ser usados sistemas distribuídos visando o aumento da eficiência e a velocidade de execução. Com a grande quantidade de recursos computacionais em ambientes de alto desempenho, sistemas gerenciadores de recursos, como OAR e SLURM, são empregados para otimizar a sua utilização. Neste trabalho, realizamos uma análise comparativa dos sistemas gerenciadores mencionados em uma aplicação científica real, que simula diariamente o comportamento da ionosfera terrestre na América do Sul através da geração de mapas de conteúdo eletrônico total.*

1. Introdução

A computação de alto desempenho é comumente utilizada pelas mais diversas áreas de pesquisa, como a previsão de tempo e clima e simulação de fluídos físicos, pois oferece processamento em grande escala e possibilita a obtenção de resultados de forma rápida e eficiente [Prabhu 2008]. Dentre os ambientes de alto desempenho, a utilização de arquiteturas em cluster fornece às aplicações alto poder de processamento distribuído, por possuir computadores (normalmente chamados de nós) interligados por uma rede de alta velocidade, que trabalham em conjunto para resolver um problema, na maioria das vezes inviável de serem executados em tempo hábil por um único computador [Prabhu 2008].

Para gerenciar todos os recursos de hardware e software em ambientes de alto desempenho, torna-se necessária a utilização de um Sistema Gerenciador de Recursos (SGR). A busca por aumento na taxa de utilização de recursos e a velocidade para obtenção dos resultados depende de diversos fatores, e a escolha de um SGR eficiente, como OAR [Nicolas et al. 2016] e SLURM (*Simple Linux Utility for Resource Management*) [Yoo et al. 2003, Zhou et al. 2013], é extremamente importante.

Neste trabalho, foram realizados experimentos com diferentes SGRs em uma aplicação científica real utilizada para realização de previsões da dinâmica ionosférica através da geração de mapas de conteúdo eletrônico total para a região

da América do Sul [Petry et al. 2014], que são disponibilizados diariamente em <http://www2.inpe.br/climaespacial/portal/tec-supim-previsao/>.

2. Sistemas Gerenciadores de Recursos

2.1. SLURM

O sistema gerenciador de recursos SLURM é uma ferramenta de gerenciamento de código aberto, tolerante a falhas e altamente escalável. O SLURM possui, basicamente, três funções principais: fornece acesso exclusivo e/ou compartilhado de recursos computacionais para o usuário por um período de tempo; oferece estrutura para submeter, executar e gerenciar os jobs; e realiza o gerenciamento de recursos e o gerenciamento de uma fila de jobs pendentes [Zhou et al. 2013, Yoo et al. 2003].

2.2. OAR

O OAR é um escalonador de recursos para aglomerados de grande porte. Desenvolvido no Instituto Politécnico Nacional de Grenoble na França, o OAR é baseado em um banco de dados (PostgreSQL ou MySQL), na linguagem Perl, e uma ferramenta administrativa. Os jobs submetidos são executados como programas independentes enviados aos nós de processamento [Nicolas et al. 2016].

3. Experimentos

3.1. Metodologia

Os experimentos foram realizados em um cluster de uso dedicado localizado no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CR-CRS/INPE). O cluster utilizado possui 6 nós de processamento e um nó de controle. Cada nó de processamento possui 8 CPUs Intel Xeon rodando a 2.40 GHz, com 74 GB de memória RAM, sistema operacional CentOS 6.4 e os Sistemas Gerenciadores de Recursos SLURM e OAR instalados.

Foram realizadas simulações ionosféricas para 10 dias consecutivos, iniciando em 1 de dezembro de 2019. Para cada um dos dias foram realizadas duas simulações ionosféricas, uma utilizando o SLURM e outra o OAR. Para os experimentos foi utilizado o algoritmo FIFO - *First In First Out* em ambos os SGRs e todos os jobs foram configurados com a mesma prioridade na fila de execução. Para análise comparativa foram analisados a utilização de CPU, de memória e o tempo total de execução das simulações. Para isso foram utilizadas as ferramentas: *mpstat* para medição da taxa de utilização de CPUs, *vmstat* para taxa de utilização de memória, e o tempo de execução foi medido no log da simulação. As informações de CPU e memória foram coletadas a cada 3 segundos e armazenadas em arquivo. Após a coleta de dados foram calculadas as médias de utilização.

3.2. Resultados

A Figura 1 ilustra a taxa de utilização das CPUs quando utilizada os SGRs SLURM e OAR, representados nas cores azul e vermelho, respectivamente. Com os dados obtidos através das simulações é possível observar que o SLURM obteve um desempenho superior ao OAR em todos os dias simulados. Este resultado é devido a forma de controle dos

jobs na fila de execução. No SLURM é possível realizar a submissão de todos os jobs e o SLURM irá realizar o gerenciamento dos jobs pendentes, agilizando a submissão do próximo job da fila assim que recursos computacionais estiverem ociosos. Já no OAR é preciso realizar a busca no banco de dados dos jobs pendentes e aguardar até que recursos computacionais estejam disponíveis, o que acaba atrasando a submissão de jobs na fila e consequentemente deixando recursos computacionais ociosos.

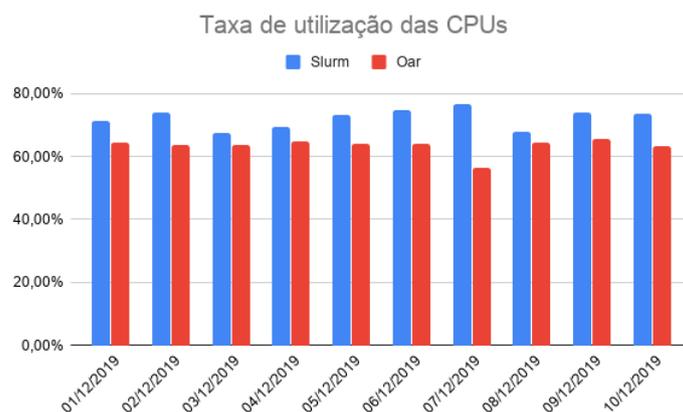


Figura 1. Média de uso da CPU

A Figura 2 mostra a taxa de utilização de memória quando utilizados os SGRs. Mesmo que com uma baixa taxa de utilização de memória é possível observar uma pequena melhora quando utilizado o SLURM. A baixa taxa de utilização de memória é resultado da aplicação ionosférica utilizada para os experimentos, onde na sua maioria os jobs não realizam solicitação de memória elevada, mesmo assim em alguns momentos da simulação a taxa de utilização chega próximo aos 10%.

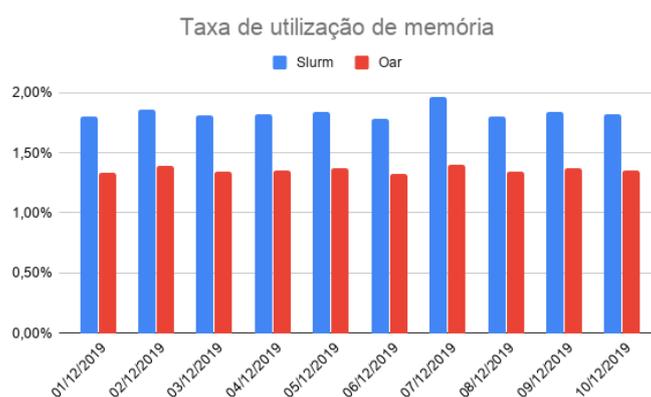


Figura 2. Média de uso da memória

Na Tabela 1 é possível observar o tempo de execução do SLURM comparado ao OAR nos diferentes dias de teste. Podemos verificar que a simulação diminuiu o seu tempo de execução consideravelmente utilizando o SGR SLURM. Explica-se que o motivo disto é a forma de controle dos jobs na fila de execução, e a sua eficiência na distribuição destes quando alguns nós estiverem ociosos.

DATA	SLURM	OAR
01/02/2019	02:26	02:56
02/12/2019	02:35	03:29
03/12/2019	02:24	03:56
04/12/2019	02:34	02:32
05/12/2019	02:35	02:45
06/12/2019	02:33	02:33
07/12/2019	02:32	03:33
08/12/2019	02:36	03:00
09/12/2019	02:35	02:45
10/12/2019	02:34	02:54

Tabela 1. Análise Comparativa de tempo de execução

4. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo analisar diferentes SGRs para um ambiente científico que executa diariamente um sistema de previsão ionosférica. Após a realização dos experimentos utilizando o OAR e o SLURM, constatou-se um melhor desempenho do SGR SLURM nas três comparações realizadas: a utilização da CPU, memória e a comparação de tempo de execução. Na taxa de utilização da CPU o SLURM foi superior em todas as análises. A taxa de utilização de memória, apesar de muito semelhante ao OAR, também se mostrou mais eficiente com o SLURM. Nota-se que a utilização do SGR SLURM tornou o ambiente propício a melhoras na velocidade da execução, o que podemos perceber com o ganho de cerca de 30 minutos, em média, no tempo de processamento.

Referências

- Nicolas, C., Joseph, E., and ZIRST, M. (2003-2016). Oar documentation-user guide. *LIG laboratory, Laboratoire d'Informatique de Grenoble Bat. ENSIMAG-antenne de Montbonnot ZIRST*.
- Petry, A., de Souza, J. R., de Campos Velho, H. F., Pereira, A. G., and Bailey, G. J. (2014). First results of operational ionospheric dynamics prediction for the brazilian space weather program. *Advances in Space Research*, 54(1):22–36.
- Prabhu, C. (2008). *Grid and cluster computing*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Yoo, A. B., Jette, M. A., and Grondona, M. (2003). Slurm: Simple linux utility for resource management. In Feitelson, D., Rudolph, L., and Schwiegelshohn, U., editors, *Job Scheduling Strategies for Parallel Processing*, pages 44–60, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- Zhou, X., Chen, H., Wang, K., Lang, M., and Raicu, I. (2013). Exploring distributed resource allocation techniques in the slurm job management system. *Illinois Institute of Technology, Department of Computer Science, Technical Report*.