

Métodos Estatísticos Hierárquicos e Não-hierárquicos para Escalonamento de Tarefas em Nuvens Computacionais

Deborah V. Magalhães, Max B. de Oliveira, Danielo G. Gomes

¹Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática (PPGETI)
Universidade Federal do Ceará (UFC)
Fortaleza - CE - Brasil

{deborah, maxoliveira, dgomes}@great.ufc.br

Abstract. *Task scheduling plays a key role for a better use of the resources in cloud computing. This paper proposes a cloud task scheduling that use classical statistical methods for hierarchical clustering (Single Linkage, Complete Linkage, Centroid and Ward's methods) and nonhierarchical, often known as k-means clustering methods. We used a real traffic workload with 40 jobs divided into four clusters based on their response time and number of processors required. The results show that our proposal outperforms the CloudSim toolkit approach in terms of throughput and response time.*

A Computação em Nuvem propõe a integração de modelos tecnológicos para o provimento de infraestrutura de *hardware*, plataformas de desenvolvimento e aplicações na forma de serviços disponíveis remotamente e em escala global [Sá et al. 2011]. Os *data centers* que compõem uma nuvem computacional suportam uma grande quantidade de aplicações simultâneas, com diferentes exigências e preferências de usuários.

A fim de melhor utilizar os recursos e atender às necessidades dos usuários, as tarefas devem ser escalonadas de acordo com a disponibilidade dos recursos [Ergu et al. 2011]. Diante disso, propõe-se uma estratégia de escalonamento de tarefas para nuvens computacionais que conta com métodos estatísticos de agrupamento não-hierárquicos, através da técnica *k-means*, e hierárquicos, baseados nos métodos de ligação Simples, Completo, Média, Centróide e Ward, [Everitt et al. 2011]. Esses métodos agrupam as tarefas conforme o número de Máquinas Virtuais (VMs) disponíveis e servem de base para o algoritmo de escalonamento, responsável por orientar os *jobs* para as VMs.

Para o desenvolvimento dos métodos hierárquicos e não-hierárquicos, utilizou-se a linguagem de programação *open-source* R. Integrou-se a linguagem R com o simulador da infraestrutura em Nuvem, CloudSim, utilizando o JRI.jar disponibilizado pelo R-project. Essa biblioteca permite a comunicação entre o CloudSim e a linguagem R.

De posse dessa integração, desenvolvee-se uma estratégia de escalonamento de tarefas no CloudSim que permite distribuir os *jobs* a serem executados entre as VMs conforme os agrupamentos apresentados pelos métodos hierárquicos e não-hierárquicos. A estratégia de escalonamento consiste em receber como entrada o vetor contendo o grupo a que pertence cada tarefa. Em seguida, a lista de tarefas é percorrida e cada uma é enviada para ser executada na VM de acordo com o grupo ao qual ela pertence.

A carga de trabalho utilizada foi extraída do repositório da Parallel Workloads Archive. Aquelas contidas neste repositório são extraídas de logs de sistemas paralelos reais ao redor do mundo. Esses logs são modelados a fim de facilitar a análise em simulações de sistemas de escalonamento e seguem o padrão *Standard Workload Format (SWF)*, representando um arquivo ASCII que armazena as informações da carga de trabalho de um sistema paralelo em um determinado período de tempo. Neste trabalho, utilizou-se um total de 40 *jobs* avaliados a partir de 2 critérios distintos: o tempo de execução (TE), em segundos, e o número de processadores alocados (PA).

A proposta foi avaliada por meio de simulações conduzidas em um ambiente composto por 4 VMs homogêneas. Essas máquinas virtuais foram modeladas de acordo com o template da instância óctupla extragrande de computação em cluster da Amazon. Desse modo, todas as VMs possuem 60.5 GB de memória 88 unidades de processamento (2 x Intel Xeon E5-2670, oito núcleos), 3.370 GB de armazenamento e 10 Gigabits Ethernet. Foram realizadas simulações na infraestrutura descrita, da abordagem de escalonamento apresentada pelo CloudSim e da estratégia de escalonamento proposta fazendo uso dos métodos de agrupamento, resultando em 7 combinações. Com o propósito de avaliar a eficiência de cada alternativa em função do método de alocação das tarefas, o tempo de resposta e a vazão foram utilizados como métricas de desempenho.

Todos os métodos de agrupamento apresentam tempos de resposta semelhantes e inferiores ao apresentado pela abordagem padrão do CloudSim. Esse resultado é esperado visto que todos os métodos estatísticos agruparam o *job* 10 em um único cluster, reduzindo o tempo de resposta e impactando diretamente nos resultados. Portanto, conclui-se que para esse conjunto de dados uma abordagem de agrupamento mais simples seria capaz de obter um tempo de resposta razoável. Quanto à vazão, observa-se que no início da simulação que o CloudSim apresenta um melhor resultado em relação à estratégia de escalonamento de tarefas proposta. No entanto, a partir do instante $t = 500s$, essa vazão começa a diminuir até se tornar inferior aos métodos empregados. Portanto, os métodos de agrupamento conseguem aumentar a vazão em relação à estratégia padrão do simulador ao longo da simulação, bem como evitam a ociosidade das VMs.

A principal contribuição deste trabalho é a utilização de métodos estatísticos clássicos, hierárquicos e não-hierárquicos, para agrupar tarefas a serem processadas em nuvem antes do seu escalonamento, possibilitando uma escolha robusta da estratégia adequada. Outra contribuição deste trabalho é a integração do *framework* de simulação de nuvens computacionais CloudSim

Referências

- Ergu, D., Kou, G., Peng, Y., Shi, Y., and Shi, Y. (2011). The analytic hierarchy process: task scheduling and resource allocation in cloud computing environment. *The Journal of Supercomputing*, pages 1–14.
- Everitt, B., Landau, S., Leese, M., and D., S. (2011). *Cluster Analysis*. Arnold.
- Sá, T., SOARES, J. M., and GOMES, D. (2011). Cloudreports: uma ferramenta gráfica para a simulação de ambientes computacionais em nuvem baseada no framework cloudsim. *IX Workshop em Clouds, Grids e Aplicações (WCGA 2011)*, pages 103–116.