

Análise de desempenho de um nó computacional de baixo consumo utilizando benchmark YCSB

João Vítor V. T. de Oliveira¹, Vitor A. Ataídes¹, Maurício L. Pilla¹, Laércio L. Pilla²

¹ Universidade Federal de Pelotas – (UFPEL)
Pelotas – RS – Brasil

² Universidade Federal de Santa Catarina – (UFSC)
Florianópolis – SC – Brasil

Resumo. *Com o advento da computação em nuvem e o crescimento dos datacenters que dão suporte às soluções comerciais estima-se que o consumo anual acumulado chega a 26 Giga Watts, correspondendo a 1,4% do consumo de energia mundial. Com base nessas considerações, esse trabalho realiza a medição de desempenho de um nó computacional de baixo consumo de energia o comparando a um nó computacional convencional. Para tanto, são analisadas as relações de vazão de operações e consumo energético.*

1. Introdução

A computação em nuvem é um modelo de negócios que disponibiliza o acesso a uma gama de recursos computacionais de maneira ubíqua, conveniente e sob-demanda [Mell and Grance 2011]. O consumo de energia é uma das principais preocupações dos provedores de sistemas de nuvem, tendo repercussão em todas as fases do planejamento do *datacenter*. O consumo anual acumulado dos *datacenters* ao redor do mundo é estimado em 26 GW, correspondendo a cerca de 1,4% da energia mundial consumida [Awada et al. 2014].

Em virtude dessas considerações este trabalho realiza a medição de desempenho de um nó computacional de baixo consumo de energia utilizando o *benchmark* YCSB e o compara a um nó computacional convencional nos quesitos: vazão (operações por segundo) e consumo energético, em operações por Watt de potência.

Esse trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados dois artigos relevantes para o trabalho. Na Seção 3 é apresentada a metodologia para a realização dos testes. Na sequência, na Seção 4 são exibidos os resultados obtidos e é discutida a relação de energia dos nós. Por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões e propõe trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Oliveira et al. (2016) desenvolveram um nó computacional de baixo consumo de energia utilizando um Raspberry Pi como dispositivo base. O acoplado a uma nuvem OpenStack versão Kilo. Foi provida a prova de acoplamento através do comando *ping* entre o novo nó computacional e o nó de controle. Este novo nó de baixo consumo transformou a nuvem em uma nuvem híbrida contando com nove nós convencionais e um nó de baixo consumo.

Awada et al. (2014) analisaram o consumo de energia em grandes *datacenters* voltados a computação em nuvem. As conclusões indicam que a ineficiência do *hardware* de computação na nuvem é um grande fator no consumo de energia: os servidores de suporte consomem 80% de sua energia máxima mesmo com 20% da utilização total. Além do consumo das máquinas em si, os sistemas de auxílio, como arrefecimento, também são grandes contribuidores para o consumo energético somando aproximadamente 30% do consumo total de operação.

3. Metodologia

Nesta seção aborda-se a metodologia usada para a realização dos testes, a nuvem suporte dos testes, a ferramenta utilizada e o método de análise estatística dos resultados.

3.1. Estrutura

A nuvem utilizada conta com dez nós computacionais somados a um nó de controle. Os primeiros nove nós computacionais e o nó de controle são compostos de *hardware* convencional e possuem especificação, obtida pelo comando *hardinfo*:

- Processador: Intel Core i5 2310 2.9GHz
- Memória: 16324MB, DDR3 1333 MHz
- Disco: ATA MB1000CBZQE, 1TB, 7200rpm
- Sistema Operacional: Ubuntu 14.04.3 LTS
- *Kernel*: Linux 3.19.0-37-generic

O décimo nó computacional é composto por um Raspberry Pi modelo B que foi acoplado a nuvem [Oliveira et al. 2016].

3.2. YCSB

O *benchmark* utilizada neste trabalho é o *Yahoo! Cloud Serving Benchmark (YCSB)* [Cooper et al. 2010]. Esse *benchmark* realiza a medição de desempenho de sistemas de banco de dados sendo especificamente criada para a utilização em sistemas de nuvem. Obtendo informações relevantes, como vazão de operações e atraso de processamento das requisições expressando a real capacidade do *hardware* de atender requisições dos sistemas *cloud*. O código fonte dessa ferramenta esta disponível *online* através da plataforma GitHub [YCSB 2016].

O teste é dividido em duas partes, o carregamento (*load*) e a execução (*run*). A parte de carregamento apenas executa inserções no banco de dados o preparando para a etapa de execução. A execução consiste em inserções, atualizações (*updates*) e remoções de chaves no banco de dados. Ao final das execuções tanto do *load*, quanto do *run* o *software* gera informações de tempo de execução (*runtime*) e o numero médio de operações por segundo (*throughput*) entre outras.

Há seis testes diferentes na ferramenta, denominados *workload a* a *workload f*. Os quatro primeiros testes foram utilizados na etapa de *benchmarking* desse trabalho, *workloads a* até *d*. As especificações dos testes utilizados podem ser encontradas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos workloads utilizados neste trabalho [YCSB 2016]

<i>workload</i>	Numero Ops	Leitura	<i>Update</i>	Detalhes
a	1000	50%	50%	Simula salvar uma sessão
b	1000	95%	5%	Simula adição de <i>tags</i> a fotos
c	1000	100%	0%	Simula <i>cache</i> de perfil do usuário
d	1000	95%	0%	5% de inserções não ordenadas

3.3. Metodologia do Teste

Foram criadas duas instâncias distintas, uma no nó computacional de baixo consumo e outra em um nó computacional convencional. Em ambas foi instalado o YCSB e o banco de dados mongodb, seguindo as diretivas indicadas na documentação da ferramenta.

A execução dos testes foi realizada em um ambiente *tmux* através de um *script* de execução que realiza os seguintes passos para cada *workload*, este *script* foi executado 300 vezes para gerar os resultados:

1. Executa carregamento das chaves através do comando *ycsb load*;
2. Realiza o teste utilizando o comando *ycsb run*, redirecionando a saída para um arquivo.
3. Limpa as chaves do banco de dados.

A comparação de *throughput* entre os nós foi escolhida por representar a vazão de operações do nó, possibilitando a comparação direta de desempenho.

Para a obtenção da média de consumo do Raspberry Pi foi utilizada a informação presente no *website* do fabricante [Raspberry Pi Power Specifications 2016] que mostra que o consumo médio do dispositivo é de 700 mAh e a fonte de alimentação recomendada possui 5 V de tensão. A fórmula utilizada para cálculo da potência é: $Potencia = Tensao * Corrente$. Do mesmo modo as informações de potência do nó computacional convencional foram estimadas baseado na informação de *Thermal Design Power* (TDP), que corresponde à energia máxima dissipada pelo processador sob 100% de utilização, disponível no *website* do fabricante [I5 Specifications 2016].

4. Resultados

Nesta seção são apresentados os gráficos de comparação entre o nó computacional convencional e o nó computacional de baixo consumo, separados por *workload*. A Tabela 2 apresenta os dados obtidos através da execução do *benchmark*.

Devido a necessidade de processamento das requisições ao banco de dados se estima que o processador do nó de baixo consumo seja o principal responsável tanto pela baixa vazão quanto pela uniformidade dos resultados (revolvendo na casa das 8 operações por segundo) resultado da baixa capacidade computacional do dispositivo. Porém dispositivos como o Raspberry Pi são projetados para serem energeticamente eficientes portanto é esperado que o desempenho energético seja superior, evidenciado nos dois primeiros testes mas não nos dois últimos, devido a vazão do nó convencional triplicar enquanto a do nó de baixo consumo se mantém constante.

Tabela 2. Média da vazão, em operações por segundo, dos workloads dos nós computacionais

Workload	Nó Computacional	Média Total	Potência	Operações por Watt
A	Convencional	187,8250	95W	1,9771
A	Baixo Consumo	8,1934	3,5W	2,3410
B	Convencional	202,8903	95W	2,1357
B	Baixo Consumo	8,7070	3,5W	2,4877
C	Convencional	634,9690	95W	6,6839
C	Baixo Consumo	8,7455	3,5W	2,4987
D	Convencional	586,8327	95W	6,1772
D	Baixo Consumo	8,1278	3,5W	2,3222

5. Conclusão

Baseado na relação de potência dos dois primeiros testes levanta-se a questão de existir um tipo de programa cuja execução possui características que são energeticamente melhor aproveitadas no nó de baixo consumo.

Como sequência desse trabalho é proposto o desenvolvimento uma ferramenta de *profiling* que analise informações da execução de um programa e determine seu perfil coletando informações de armazenamento, uso de memória e processamento. A classificação em categorias possibilitará o melhor escalonamento de máquinas virtuais sobre nós específicos em uma nuvem de *hardware* heterogêneo.

Referências

- Awada, U., Li, K., and Shen, Y. (2014). Energy consumption in cloud computing data centers. *International Journal of Cloud Computing and services science*, 3(3):145.
- Cooper, B. F., Silberstein, A., Tam, E., Ramakrishnan, R., and Sears, R. (2010). Benchmarking cloud serving systems with YCSB. In *Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing*, pages 143–154. ACM.
- I5 Specifications (2016). Intel Core I5 2310 Hardware Specifications. https://ark.intel.com/products/53445/Intel-Core-i5-2310-Processor-6M-Cache-up-to-3_20-GHz. Acesso em: 12/12/2016.
- Mell, P. and Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.
- Oliveira, J. V., Ataídes, V. A., Pilla, M. L., and Pilla, L. L. (2016). Uma implementação de um nó computacional de baixo consumo de energia em uma nuvem OpenStack utilizando Raspberry Pi. *Anais 14a Escola Regional de Redes de Computadores*, pages 161–164.
- Raspberry Pi Power Specifications (2016). Raspberry Pi Power Specifications. <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/power/README.md>. Acesso em: 12/12/2016.
- YCSB (2016). YCSB Github Link. <https://github.com/brianfrankcooper/ycsb>. Acesso em: 22/10/2016.