Estudo de Sistemas de Medição de Consumo para Cluster Implementados com Controladores de Baixo Custo

Miguel Angelo Carach, Dierone Cesar Foltran Junior, e-mail: foltran@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Departamento de Informática / Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia.

Engenharias, Engenharia Elétrica, Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas; Instrumentação

Palavras-chave: Raspberry, aferição, energia.

Resumo

Esse trabalho aborda o conceito de um *cluster* com controladores de baixo custo, neste caso o aglomerado é composto por *Raspberrys*. Também é abordado sistemas de medição de consumo para o *cluster*. O *cluster* é composto por um nó *Raspberry* PI 2 modelo B na função de *master* e outros quatro nós *Raspberry* PI 3 modelo B sendo *slaves*. Conhecendo o conceito de funcionamento de um *cluster master/slave*, foi possível por meio de dois componentes externos (CHARGER Doctor e Keweisi) aferir o seu consumo. Os componentes externos utilizados nessa pesquisa contêm uma entrada USB onde deve ser plugada em uma fonte de alimentação e uma saída USB, a qual vai direta para os nós *Raspberry*, devida a essa conexão é alimentado os componentes fazendo com que os mesmos, através de seus displays mostrem a corrente e a tensão que esta sendo consumida pelo dispositivo conectado passando por eles. Para ter um resultado de tensão e corrente foi implementado o *benchmarking* HPL (*High-Performance Linpack*) (LIMA; MORENO; DIAS, 2016), o qual tem o objetivo de exigir mais do processador.

Introdução

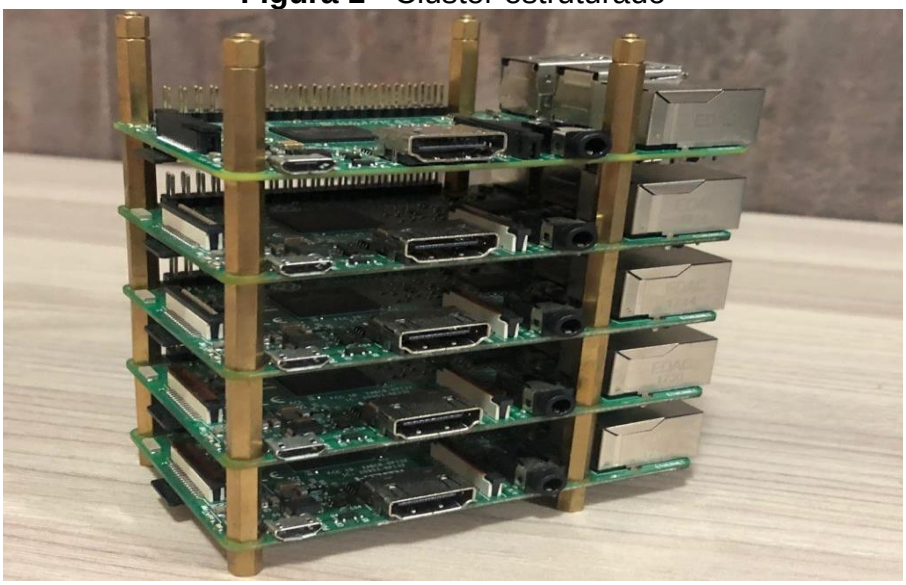
Desde 2012, começaram a serem criados computadores de placa única de um tamanho reduzido, conhecidos como microcomputadores. E foi lançado o sistema *Raspbian* desenvolvido exclusivamente para o *Raspberry Pi*, feito pela Fundação *Raspberry Pi*, o qual é um minicomputador de baixo consumo, baixo custo e tamanho reduzido, sem fins lucrativos. O *Raspberry* foi criado apenas com o intuito de ensinar informática e programação para crianças. Devido às características mencionadas anteriormente tornou-se um sucesso. Esse tipo de computador geralmente é usado em forma de *cluster*, pois concebem um poder computacional maior do que utilizados separadamente. Seu desempenho não é muito elevado, mas como possui baixo custo e tamanho reduzido sendo mais fácil a construção do *cluster*, tornou-se muito comum ser usado dessa maneira (COX et al, 2014). Com isso o objetivo desse trabalho é definir maneiras de avaliar o consumo de energia, visando o baixo gasto em equipamentos para realizar essas aferições, principalmente avaliar o consumo de energia de um cluster composto por *Raspberry Pi*.

Material e Métodos

Para a realização das aferições de consumo, foram utilizados componentes externos, sendo eles o Keweisi e USB *ChargerDoctor (*MAPPUJI et al, *2016)* onde em ambos existe uma entrada conectada diretamente na fonte de alimentação e

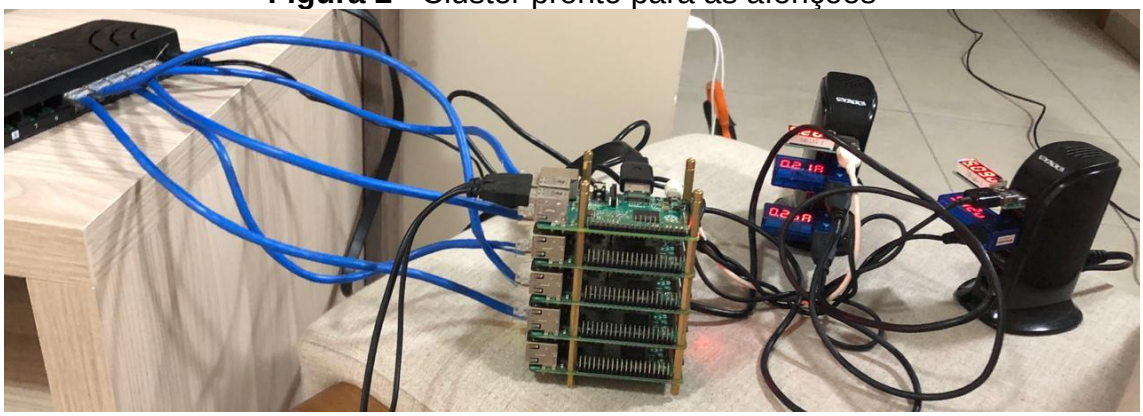
uma saída plugada no cabo USB que irá para os nós *Raspberry*. Como se trata de um *cluster* de *Raspberry* foi utilizado o conceito de *master/slave,* ou seja, existe várias máquinas interligadas por "nós" ou "nodos", em que nesse caso as ligações são feitas através do *switch*. Com isso os nós *Raspberry* conseguem a comunicação entre si e, através dessa replicação cada máquina pode ser tratada como *master* ou *slave*, onde um *master* pode conter inúmeros *slaves*, entretanto um *slave* pode ter apenas um *master.*

Figura 1 - Cluster estruturado



Fonte: O autor.

Figura 2 - Cluster pronto para as aferições



Fonte: O autor.

Na abordagem desse projeto o *Raspberry Pi* 2 modelo B faz o papel do único *master,* tendo a função de distribuir o processamento dos *threads* entre os *slaves,* além de conter a interface gráfica. Já os quatros *slaves* têm a finalidade de processar os dados fornecidos pelo *master*, a escolha do modelo de *Raspberry* para os *slaves* foi através do seu processador, sendo ele um Broadcom 1.2 GHz quad-core. Para fazer a aferição de consumo, utilizou-se um *benchmarking*, que tem a finalidade de testar através de operações matemáticas o processador. Existem vários modelos de *benchmarking*, entretanto o escolhido foi o HPL (*High-Performance Linpack*).

Resultados e Discussão

Utilizando o sensor CHARGER Doctor para medir a corrente do *cluster* com um *slave* ativo, tendo a temperatura ambiente de 16ºC, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 1 - Valores médios de corrente aferidos

Valor máximo de operações	*Slave* I	*Master*
1280	0,608A	0,23A
2560	0,682A	0,23A
5120	0,736A	0,23A

Fonte: O autor.

Utilizando o sensor CHARGER Doctor para medir a tensão do *cluster* com um *slave* ativo, tendo a temperatura ambiente de 16ºC, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 2 - Valores médios de tensão aferidos

Valor máximo de operações	*Slave* I	*Master*
1280	5,21V	5,14V
2560	5,168V	5,10V
5120	5,166V	5,10V

Fonte: O autor.

Utilizando o sensor CHARGER Doctor para medir a corrente do *cluster* com dois *slaves* ativos, tendo a temperatura ambiente de 16ºC, foram obtidos os seguintes resultados (valor médio):

Tabela 3 - Valores médios de corrente aferidos

Valor máximo de operações	*Slave* I	Slave II	*Master*
1280	0,426A	0,438A	0,248A
2560	0,574A	0,528A	0,20A
5120	0,646A	0,594A	0,23A

Fonte: O autor.

Utilizando o sensor CHARGER Doctor para medir a tensão do *cluster* com dois *slaves* ativos, tendo a temperatura ambiente de 16ºC, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 4 - Valores médios de tensão aferidos

Valor máximo de operações	*Slave* I	Slave II	*Master*
1280	5,182V	5,172V	5,15V
2560	5,178V	5,158V	5,10V
5120	5,168V	5,13V	5,11V

Fonte: O autor.

Conclusão/ões

Foi possível observar através das tabelas que quanto mais sobrecarregar o processador do microcomputador fazendo com que o mesmo utilize todos os núcleos em operações extensas, por esse motivo necessita de uma corrente mais alta, ou seja, aumenta o consumo elétrico. Esse consumo também cresce devido a

dissipação de calor gerado pelo processador, tudo isso ocorre quando a frequência de *clock* aumenta, pois o processador requer mais energia para realizar as tarefas atribuídas para ele. Entretanto quando há mais que um *slave* ativo, a sobrecarga no processador diminui um pouco, pois o mesmo distribui o processamento entre os *slaves* e os núcleos, tendo assim algumas condições que não necessite dos quatros núcleos de um *slave* trabalhando sozinho.

Além disso, foi possível observar através dos dados obtidos que quando ocorre o aumento do número de operações requer mais processamento, devido a esse motivo há um aumento na temperatura dos nós *Raspberry* e também em seu consumo, pois a sua corrente é maior.

Em relação aos componentes utilizados o CHARGER Doctor tem uma desvantagem, pois o mesmo alterna no display entre corrente e tensão, devido a esse motivo dificulta a aferição, entretanto esse componente é mais barato comparando com o Keweisi. O Keweisi é mais fácil a aferição, pois o mesmo tem a tensão e a correntes fixadas no display. Fazendo um comparativo entre os dois em relação aos dados obtidos, não existe uma diferença significativa, ou seja, os resultados similares.

Agradecimentos

Agradeço a UEPG, agradeço também ao meu orientador Dierone Cesar Foltran Junior por fornecer os equipamentos para realizar a pesquisa e por auxiliar-me com os artigos de pesquisa e com o conhecimento, agradeço também minha família por me apoiar. E por último agradeço aos meus amigos, os quais me auxiliaram em alguns quesitos.

Referências

COX et al. Iridis-pi: a low-cost, compact demonstration cluster. **Cluster Computing**, v. 17, p. 349-358, 2014.

LIMA, F. A.; MORENO, E. D.; DIAS W. A. R. Performance Analysis of a Low Cost Cluster with Parallel Applications and ARM Processors. **IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS**. v. 14 ,2016.

MAPPUJI, A. et al. Study of Raspberry Pi 2 quad-core Cortex-A7 CPU cluster as a mini supercomputer, **8th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)**. 2016**.**

PEREIRA FILHO, N. A.,**Serviços de pertinência para clusters de alta disponibilidade**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo,2004.