

# Gerenciamento de Clusters: Uma Análise Comparativa entre o *Windows Compute Cluster Server 2003* e o GNU/Linux\*

Danilo Fukuda Conrad<sup>1</sup>, Márcia Cristina Cera<sup>1</sup>, Philippe O. A. Navaux<sup>1</sup>  
{dfconrad, mccera, navaux}@inf.ufrgs.br

<sup>1</sup>Grupo de Processamento Paralelo e Distribuído  
Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Resumo.** Na área de computação de alto desempenho (HPC) uma das arquiteturas paralelas mais utilizadas é o cluster. Geralmente essa arquitetura utiliza software de código aberto para oferecer um ambiente transparente e seguro aos usuários. Contudo, há soluções proprietárias que também oferecem tais características como o *Windows Compute Cluster Server 2003<sup>TM</sup>*. Este artigo apresenta uma análise comparativa entre o suporte oferecido para o gerenciamento de clusters pelo GNU/Linux e pelo *Windows Compute Cluster Server 2003*.

## 1. Introdução

Diversas áreas de pesquisa demandam um poder de processamento maior do que os computadores pessoais oferecem, por exemplo na modelagem de sistemas complexos artificiais e naturais [Sociedade Brasileira de Computação 2006]. Neste contexto, clusters têm sido uma solução comum para prover alto desempenho por um custo relativamente baixo [Baker and Buyya 1999]. Essa arquitetura permite interconectar diversas máquinas de baixo custo (PCs convencionais) em rede de modo a obter melhor desempenho através do paralelismo. Dentre os 500 computadores de maior poder computacional atualmente mais de 80 % são clusters [TOP500 2007].

O sistema operacional mais utilizado em clusters atualmente é o GNU/Linux, representando mais de 75 % da lista do TOP500. Porém, há também soluções proprietárias como o *Windows Compute Cluster Server (WCCS) 2003*, que é a alternativa da Microsoft para computação de alto desempenho. Ele utiliza a tecnologia do *Windows Server 2003<sup>TM</sup>* e combina os serviços do *Active Directory<sup>TM</sup>* com a facilidade de uso do Windows para obter uma plataforma de alto desempenho eficiente, segura e amigável.

O objetivo deste artigo é realizar uma análise comparativa entre o suporte oferecido para o gerenciamento de clusters pelo WCCS 2003 e pelo GNU/Linux. Para isso serão apresentadas algumas tarefas relacionadas ao gerenciamento de clusters e quais ferramentas as implementam em cada um dos sistemas analisados. Além disso serão apresentadas características específicas do gerenciamento de cada sistema.

## 2. Gerenciamento de Clusters

Um cluster pode ser composto de dois a até milhares de nós de processamento. Consequentemente, o seu gerenciamento pode se tornar bastante complexo, sendo desejáveis ferramentas que simplifiquem essa tarefa. No escopo deste trabalho serão considerados

---

\*Trabalho desenvolvido no convênio UFRGS / Microsoft

os clusters com a topologia de um nó frontal (*front-end*) ligado à rede externa e diversos nós interligados na rede interna, responsáveis pelas computações. Essa configuração permite centralizar o gerenciamento no nó frontal. Algumas das tarefas envolvidas no gerenciamento e que podem ser centralizadas utilizando essa topologia são: instalação e atualização de software, controle de acesso dos usuários, monitoramento e alocação de recursos [Ávila 2006]. As subseções a seguir apresentam qual o suporte oferecido para o gerenciamento de clusters nos sistemas operacionais analisados.

### **2.1. Windows Compute Cluster Server 2003**

O WCCS consiste no *Windows Server 2003 Compute Cluster Edition* - uma versão otimizada do *Windows Server 2003 x64* - e do *Compute Cluster Pack<sup>TM</sup>*, um pacote com ferramentas para o gerenciamento do cluster. Apesar de ser um sistema operacional recente, ele já possui representação na lista do TOP500, com um cluster no 106º lugar [Microsoft 2007], o que comprova sua viabilidade de utilização.

O gerenciamento no WCCS se baseia principalmente em ferramentas gráficas, mas são oferecidas também alternativas em linha de comando. O *Compute Cluster Pack* provê as ferramentas básicas necessárias para o gerenciamento do cluster. Dentre essas ferramentas estão: o *RIS - Remote Installation Services<sup>TM</sup>*, que permite adicionar nós ao cluster de maneira automática e remota, gerenciando as licenças; o *Compute Cluster Job Scheduler*, que permite monitorar e alocar trabalhos no cluster; e o *MS-MPI<sup>TM</sup>*, a implementação da Microsoft para o padrão MPI-2 [Message Passing Interface Forum 1996], integrada com os serviços de *Active Directory* para uma maior segurança. Além delas, é fornecido também o *Compute Cluster Administrator<sup>TM</sup>*, uma ferramenta que permite centralizar os principais serviços necessários para o gerenciamento em uma única interface gráfica.

A topologia de rede do WCCS é formada por um nó frontal (chamado nó principal), diversos nós de computação e um servidor *Active Directory*. Variações na topologia incluem a possibilidade de utilizar redes dedicadas para a troca de mensagens e para dados [WCCS Deployment Guide 2007] havendo inclusive suporte para redes de alto desempenho como Gigabit Ethernet, Infiniband e Myrinet. O servidor *Active Directory* provê um serviço de diretórios e é responsável pela autenticação e autorização no cluster. Este serviço pode ser disponibilizado internamente no cluster (executado no nó principal), ou ser agregado de uma rede externa.

É possível criar scripts para automatizar tarefas de gerenciamento utilizando o *Microsoft PowerShell<sup>TM</sup>*. O *Compute Cluster Job Scheduler* pode ser utilizado através da linha de comando, permitindo a criação de scripts para a submissão de trabalhos. O WCCS 2003 oferece também suporte ao DFS (*Distributed File System*), um sistema de arquivos distribuído desenvolvido pela Microsoft que permite que os usuários acessem seus arquivos através da rede como se estivessem acessando-os localmente.

### **2.2. GNU/Linux**

O GNU/Linux é atualmente o sistema operacional mais utilizado em ambientes de clusters [TOP500 2007]. Alguns dos motivos para isso são: a facilidade de modificação do sistema operacional, visto que seu código é aberto, o fato de ele ser gratuito, estável e com um bom suporte à rede herdado do Unix.

Há diversas maneiras de se implementar um cluster Linux, não existindo um conjunto de ferramentas único para sua criação. Consequentemente, é possível escolher as ferramentas que melhor se ajustam ao tipo de aplicação que se deseja executar. Algumas delas fazem parte das aplicações básicas do GNU/Linux, enquanto outras, mais específicas, devem ser instaladas separadamente. Além disso, é possível alterar o conjunto de aplicações que se deseja instalar nos nós de modo a otimizar o desempenho instalando somente o software essencial para a execução da aplicação.

Considerando a topologia anteriormente mencionada (ver Seção 2), o nó frontal será responsável pelo gerenciamento dos usuários, que poderá ser feito através de serviços como o NIS ou o LDAP, por exemplo. É através do nó frontal que os usuários terão acesso ao cluster, e consequentemente é necessário que eles possam acessá-lo remotamente. Para isso podem ser utilizadas ferramentas de execução remota como o **rsh** (*remote shell*) e o **ssh** (*secure shell*), sendo a segunda preferível por criptografar os dados.

Para tornar a execução de aplicações paralelas possível, uma das opções é utilizar a biblioteca MPI para criação de aplicações paralelas com troca de mensagens. Existem diversas implementações para esse padrão no GNU/Linux, por exemplo MPICH e a LamMPI [Ong and Farrell 2000]. Além de uma ferramenta para criar programas, é preciso monitorá-los e escaloná-los. Isto pode ser feito com ferramentas como o OpenPBS [OpenPBS 2005] e o OAR [Capit et al. 2005].

Os sistemas de arquivos distribuídos utilizados no GNU/Linux permitem aumentar a disponibilidade e vazão dos dados, sendo inclusive utilizados nos computadores do TOP500. Alguns desses sistemas de arquivos são o Lustre, o PVFS e o dNFSp.

### 3. Comparação

A tabela abaixo resume o que foi mencionado anteriormente. É importante destacar que esta lista não abrange todas as possibilidades de ferramentas para ambos os sistemas, mas apenas estabelece uma relação de programas que realizam funções semelhantes.

**Tabela 1. Ferramentas de suporte ao gerenciamento no WCCS 2003 e GNU/Linux**

	<b>WCCS 2003</b>	<b>GNU/Linux</b>
Instalação automatizada	RIS - <i>Remote Installation Services</i>	shellscript, rsync
Sistema de Arquivos Distribuído	DFS - <i>Distributed File System</i>	Lustre, PVFS, dNFSp
Escalonador	<i>Compute Cluster Job Manager</i>	OAR, PBS, SGE
Submissão de Trabalhos	CLI/ <i>Compute Cluster Job Manager</i>	shellscript ou ferramentas gráficas
Autenticação de Usuários	<i>Active Directory</i>	NIS, LDAP
Modo Gráfico/Texto	Gráfico	Ambos
Acesso Remoto	Terminal Services ( <i>Remote Desktop</i> )	ssh, rsh
Manutenção/scripts	<i>PowerShell</i>	shellscript

## 4. Conclusões

Ambos os sistemas operacionais apresentam as ferramentas básicas necessárias para o gerenciamento de um cluster, oferecendo tanto opções com interface gráfica, quanto através da linha de comando. O GNU/Linux oferece uma maior variedade de aplicações para gerenciar o cluster, e por ser de código aberto oferece maior flexibilidade na configuração para instalação. Contudo, como a maior parte das ferramentas são baseadas em linha de comando, pode-se levar um maior tempo de aprendizagem. O Windows CCS oferece um ambiente mais amigável sendo baseado principalmente em interfaces gráficas, o que facilita a sua utilização. Porém, por ser um sistema fechado, não oferece tantas alternativas de ferramentas quanto o GNU/Linux.

## Referências

- Ávila, R. B. (2006). Gerenciamento de Clusters de Alto Desempenho. In Diverio, T. A. and Padoin, E. L., editors, *Anais da 6a. Escola Regional de Alto Desempenho, ERAD*, pages 21–41, Ijuí, RS. Porto Alegre, SBC/Instituto de Informática da UFRGS/UNIJUÍ/UNILASALLE.
- Baker, M. and Buyya, R. (1999). Cluster Computing at a Glance. In Buyya, R., editor, *High Performance Cluster Computing*, volume 1, Architectures and Systems, pages 3–47. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ. Chap. 1.
- Capit, N., Costa, G. D., Georgiou, Y., Huard, G., Martin, C., Mounié, G., Neyron, P., and Richard, O. (2005). A Batch Scheduler with High Level Components. In *Cluster Computing and Grid 2005 (CCGRID)*, pages 776–783.
- Message Passing Interface Forum, M. (1996). MPI-2: Extensions to the Message-Passing Interface. Technical Report, University of Tennessee, Knoxville.
- Microsoft (2007). Windows Compute Cluster Server 2003: Top Linpack Benchmark Datasheet. Technical report. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/windowsserver2003/ccs/default.aspx>>. Acesso em: dez. 2007.
- Ong, H. and Farrell, P. A. (2000). Performance Comparison of LAM/MPI, MPICH, and MVICH on a Linux Cluster Connected by a Gigabit Ethernet Network. In *Proceedings of the 4th conference on 4th Annual Linux Showcase & Conference*.
- OpenPBS (2005). OpenPBS. Disponível em: <<http://www.openpbs.org/>>. Acesso em: dez. 2007.
- Sociedade Brasileira de Computação, S. (2006). Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil - 2006 - 2016.
- TOP500 (2007). Top 500 Supercomputing Sites. Disponível em: <<http://www.top500.org/>>. Acesso em: dez. 2007.
- WCCS Deployment Guide (2007). Deploying and Managing Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003. Available at <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=55927>.