

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

Danilo Fukuda Conrad¹, Márcia Cristina Cera¹, Philippe O. A. Navaux¹
{dfconrad, mccera, navaux}@inf.ufrgs.br

¹Grupo 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 2003TM*. 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 2003TM* e combina os serviços do *Active DirectoryTM* 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*TM, 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*TM, 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*TM, 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*TM, 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*TM. 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

	WCCS 2003	GNU/Linux
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 (Remote Desktop)	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>.