

Eucalyptus 开源框架下云平台的构建与性能分析^①

方 薇, 崔超远, 王儒敬

(中国科学院 合肥智能机械研究所, 合肥 230031)

摘 要: 基于 Eucalyptus 开源框架的云计算平台能够为用户提供硬件资源按需分配的服务。对云平台系统架构、网络及资源管理的解决方案进行了论述, 并构筑了相应的云服务环境。通过对云环境下虚拟机实例与普通 PC 机在 CPU、Memory、Disk I/O 等性能的比较, 验证了所构建云计算平台的可用性和可扩展性。

关键词: 云计算平台; Eucalyptus; 虚拟机; 性能测试; 资源监控

Construction and Performance Analysis for Cloud Computing Platform Based on the Eucalyptus Open-source Framework

FANG Wei, CUI Chao-Yuan, WANG Ru-Jing

(Institute of Intelligent Machine, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: The cloud computing platform based on Eucalyptus open-source framework provides on-demand service of hardware resources to users. In this paper, the solutions of cloud infrastructure, network environment and resource management are discussed, and the corresponding cloud environment was constructed. By the comparison of performance between the virtual machine and PC machine in CPU, Memory, Disk I/O, the availability and scalability of the platform were validated.

Key words: cloud computing platform; eucalyptus; virtual machine; performance testing; resources monitoring

云计算是在分布式处理、并行计算和网格计算的发展上提出的新型计算模式。云计算模式下, 用户所需应用程序及数据并不运行和存储在个人电脑, 而是在互联网上的服务器集群中。通过这种方式, 按需分配软硬件资源和信息, 提高资源的利用率。云计算服务平台通过集成管理大量物理资源, 形成一个虚拟资源池, 再通过分析用户对资源和计算能力的动态需求, 弹性地分配和部署虚拟资源, 方便满足多级、多样化用户需求^[1,2]。

利用开源软件构建云计算平台是降低成本的关键。除了微软以外, 以 Google、Wiki、Face book 为代表的全球 90% 以上的云计算均在开源之上运行^[3]。Amazon 弹性云平台 EC2 是最著名的云计算中心之一。其中, Eucalyptus 则是基于 Amazon EC2 商业云服务平台的一个开源实现, 即实现云计算环境弹性需求的开

源软件^[4,5]。Baun 等对 Eucalyptus 云计算基础设施 I/O 性能进行了调查, 并与 Amazon 的 S3 做了对比^[6]。苗秀等基于 Eucalyptus 开源云计算平台, 提出并设计了一个应用于移动 IPTV 场景的云计算系统, 并对其负载均衡技术予以改进^[7]。本文以 Eucalyptus 开源框架为基础构建了云计算平台, 并对其 CPU、Memory、Disk I/O 等方面进行了性能测试。实验证明本文所构建的云计算平台是快速可信的, 能够满足多种用户需求的平台。

1 开源框架相关理论介绍

1.1 Eucalyptus 特点及其体系架构

(一) 特点

为了对现有有限资源进行有效管理, 本文采用 Eucalyptus 开源框架构筑了一个云计算平台, 对系统

^① 基金项目: 国家自然科学基金项目(31171456)

收稿时间: 2011-09-30; 收到修改稿时间: 2011-10-28

的基础资源进行了架设与管理。Eucalyptus 最大特点是利用软件来实现硬件资源的虚拟化管理、调度及应用。通过该模式为用户提供一个不同操作系统下运行各应用程序的虚拟集群计算环境，如图 1 所示。

客户端 (Client) 通过 SOAP/REST 的 API 与云控制器 (Cloud Controller, CLC) 进行通信，进而访问基于 Eucalyptus 的云服务系统。实际上，用户租用的是虚拟机的计算能力。用户对自己的虚拟机具有完整的访问权限，包括针对此虚拟机操作系统的管理员权限。

(二) 体系架构

在逻辑上，Eucalyptus 包括 5 个组件 (如图 1): 云控制器 (Cloud Controller, CLC)、集群控制器(Cluster Controller, CC)、存储控制器 (Storage Controller, SC)、存储服务组件(Walrus)、节点控制器(Node Controller, NC)，它们相互协作共同提供用户所需云服务。

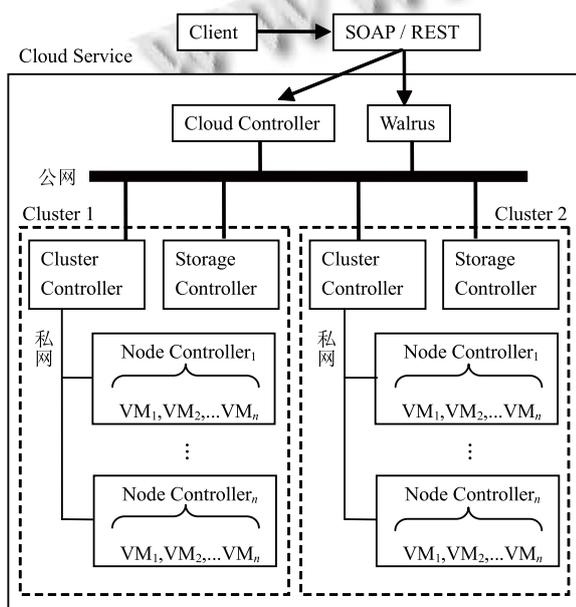


图 1 基于 Eucalyptus 搭建的系统拓扑示意图

CLC: 控制管理局域网内所有 NC。是用户和管理员进入 Eucalyptus 云平台的主要入口。

CC: 负责管理整个虚拟机实例网络。维护有关运行在系统内的 NC 的全部信息，并将开启虚拟机实例的请求路由到具有可用资源的 NC 节点上。

SC: 存储服务。实现 Amazon 的 S3 接口。它与 Walrus 联合工作，用于存储和访问用户数据及虚拟机映像等。

Walrus: 提供和 S3 一致的接口，管理对 Eucalyptus

的存储服务的访问。

NC: 控制当前机器节点上的虚拟机实例。节点自身通虚拟化管理软件与在线或离线虚拟机进行交互。一台个虚拟机在一个节点机器上是作为一个独立的实例存在的。多个节点控制器组成了特定的云。

1.2 KVM 虚拟化技术

虚拟机(Virtual Machine, VM)是指使用系统虚拟化技术，运行在一个隔离的环境中、具有完整硬件功能的逻辑计算机系统，包括用户操作系统和其中的应用程序。通过虚拟化软件在一台物理机上可虚拟出多台虚拟机。如图 1 中所示，在 NC 节点上可虚拟出 n 台 VM 一样。

关于虚拟化技术目前有两种开源管理软件，分别为 KVM 和 XEN。其中 KVM (Kernel-based Virtual Machine, 基于内核的虚拟机) 是第一个集成到 Linux 核心的虚拟化技术，也是一个较优秀的完全虚拟化解决方案。KVM 是通过处理器扩展实现虚拟化，集成到 Linux 内核的。虽然 XEN 支持全/半虚拟化，但当云环境中的实体机支持虚拟化技术情况下，KVM 相对更先进，构筑虚拟机更简单。

此外，本文中构建的云平台是基于 Linux 操作系统的。而在 Linux 整合中 KVM 要优于 XEN，能够有效利用 Linux 的调度和内存管理。本文通过 KVM 虚拟化技术分别实现了向上提供对硬件设备的抽象和对虚拟服务器的管理。

2 底层云计算平台的构建

底层云计算平台的构建使用了 Eucalyptus 开源 2.0 版本，宿主机 (即物理机) 统一安装 Ubuntu_10.10_server_X86_64 操作系统。其中，平台的搭建主要包括两个方面的内容: 云网络环境的架构和云系统环境的配置。

2.1 云网络环境的架构

从安全可信的角度出发，云网络环境的架构采用图 2 所示三层网络体系结构模式。结构中使用了二层路由交换机及屏蔽子网模式架设的防火墙。通过内、外两个包过滤路由器构成了一个子网态势，并通过堡垒主机在内、外网之间构成一个隔离带 DMZ (DeMilitarized Zone, 非军事化区)，再结合应用网关形成三层防护屏蔽入侵者。此外，搭建中采用了 MANA GED-NOVLAN 模式，实现了 IP 地址的动态分网络的自定义。

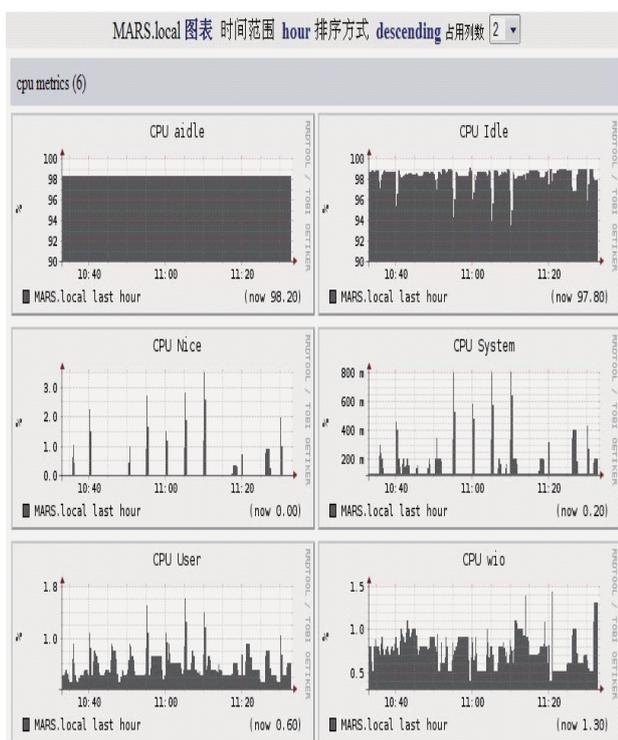


图 5 Ganglia: MARS 机器的监控图

4 云计算平台的性能测试及分析

为验证云计算平台的可行性和有效性，本文从 Eucalyptus 虚拟集群中抽取了一个和用户物理机配置相仿的虚拟机与用户物理机在 CPU、Memory、Disk I/O 等三个方面进行了比较。表 1 为测试环境的具体配置参数。

(一) CPU

CPU 方面是根据程序运行时间的长短来进行测试比较的。具体测试程序如下：

Test1: 音频编码程序 encode-mp3: 对特定的音频进行编码，返回编码完成所需时间。

Test2: PI 值计算程序 sample-program: 计算精确位数为 n 位的 PI 值所需时间。

图 6 为两种测试程序的平均值比较结果。Test1 是随机运行 5 次音频编码程序得到的平均值；Test2 是随机运行 3 次 PI 值计算程序进行计算得到的平均值。由图可见在 Test1 和 Test2 中，虚拟机与物理机的运行时间相差都在 6 秒之内。在 CPU 方面本文构建的云计算平台能够提供与用户物理机基本等同的性能。

表 1 测试环境的配置参数

配置参数	机种	
	物理机	虚拟机
System hardware	processor	AMD 64x2 4000+ @2.1GHZ(2Cores)
	disk	160G
	memory	2048MB
System software	kernel	2.6.35-22-generic
	OS	Ubuntu10.10-desktop
	file-system	ext4
	compiler	Gcc4.4.5
	desktop	GNOME 2.32.0
Addtion	tools	Phoronix Test suit v3.2.1
	notes	Eucalyptus2.0 KVM

Test3: BYTE Unix Benchmark 测试: 它有四种测试模式: Dhrystone 2、Register Arithmetic、Integer Arithmetic 和 Floating-Point Arithmetic。

表 2 为随机运行 3 次 Test3 程序得到的平均值。由表可见，对于四种测试模式，虚拟机的 LPS 值均高于物理机，其中，Register 和 Integer 的运算速度是物理机的四倍以上。

表 2 BYTE Unix Benchmark 测试数据
单位 (LPS)

测试项 \ 机种	虚拟机	物理机
Dhrystone	6852922.30	5672054.97
Register	1931940.87	440541.33
Integer	1932161.43	439713.03
Floating	860747.60	850165.10

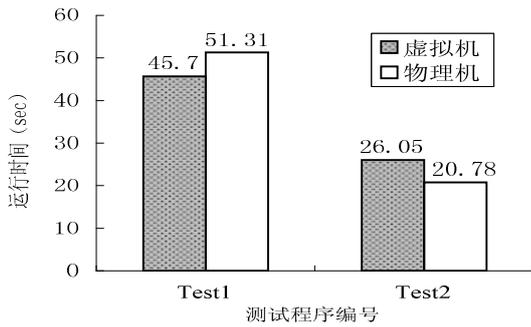


图 6 CPU 性能测试对比图

(二) Memory

Memory 性能主要体现在读写速度上, 速度越快性能越好。本文采用 Cache Bench 和 Stream 测试工具对 Memory 进行了性能测试。Cache Bench 主要是通过读写带宽, 返回读写速度。Stream 是通过自定义大小文件的连续读写、随机读写, 得出读写速度。表 3 为 Cache Bench 的 3 次随机试验的平均值。由表 3 可知无论是读写还是编辑速度虚拟机都优于物理机。图 7 为 Stream 的 10 次随机试验的平均值。由图可见在测试项 Copy、Scale、Add 及 Triad 方面虚拟机的速度都大于物理机 1000MB/S 以上。

表 3 Cache Bench 测试数据

单位 (MB/S)		
测试项 \ 机种	虚拟机	物理机
Read	1682.47	1279.93
Write	7354.57	4888.15
Modify	13896.49	10113.26

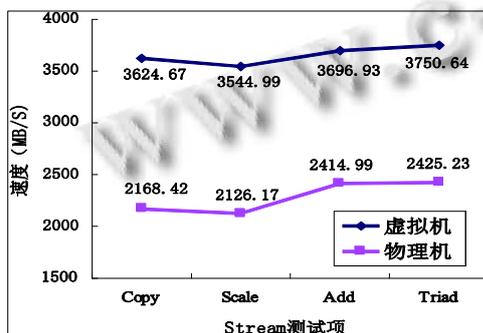


图 7 Memory 性能测试对比图

(三) Disk I/O

关于 Disk I/O 的性能分别从对大、小两种文件的读写、重读写等操作进行了对比。小文件采用 Postmark

测试工具, 文件大小为 5B~1000B, 读写块为 512KB; 大文件采用 IOZone 作为测试工具, 其中默认参数 Record Size = 64kb, File Size=512MB。表 4 的测试结果分别为大、小文件运行 3、5 次读写操作的平均值。由表可知, 对于小文件虚拟机每秒传输的操作次数小于物理机。对于大文件虚拟机写的速度小于物理机, 而读的速度却大于物理机。这是由于虚拟机层架设在硬件和操作系统之间, 对硬盘的写要经过一个中间层, 所以速度要慢于直接对硬盘的写操作。

表 4 Disk I/O 性能测试数据

测试项 \ 机种		虚拟机	物理机
		虚拟机	物理机
Postmark (TPS)		59	119
IOzone (MB/S)	Write	15.60	59.10
	Read	3473.55	1142.21

4 结语

本文采用 Eucalyptus 开源框架构建了云计算平台。并通过虚拟机与用户物理机在 CPU、Memory、Disk I/O 等方面的性能比较证明, 搭建环境的方案是可行的, 云平台是可用的, 是能够为用户提供服务的。在后续的研究中我们拟将农业信息应用程序及服务系统部署到 Eucalyptus 云平台上, 并通过运行实际的应用程序来测评该平台的鲁棒性、可信性和安全性。

参考文献

- 1 虚拟化与云计算小组. 虚拟化与云计算. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- 2 刘鹏, 云计算(第二版), 北京: 电子工业出版社, 2011.
- 3 秦小康. “云”上的日子解析开源云计算的未来. 通信世界周刊, 2009.
- 4 Eucalyptus[2009-09-02]. <http://open.eucalyptus>.
- 5 Cloud Computing and Open Source.[2009-09-18]. <http://ldn.linuxfoundation.org/article/cloud-computing-and-open-source>.
- 6 Baun C, Kunze M. Elastic Cloud Computing Infrastructures in the Open Cirrus Testbed Implemented via Eucalyptus. Managed Grids and Cloud Systems in the Asia-Pacific Research Community, 2010, Part 4:219-230.
- 7 苗秀, 俞俊生, 刘绍华, 陈晓东. 基于云计算平台的移动 IPTV 系统设计及负载均衡技术研究. 软件 2011, 32(1):46-53.