

Performance Testing, Analyzing and Simulating of Cloud Computing Platform

Yang LONG¹, Yao JI², Cen WU¹, Peixin SUN¹

¹Department of Communication, Shenyang Artillery Academy, Shenyang, China, 110876

²Institute of Command Automation, PLAUST, Nanjing, China, 210007

Abstract: There are great deals of unused resources which cannot be shared and mass of redundant construction in conventional Internet Data Center. Cloud computing has the advantage of self-service, virtualization pool, elastic framework, etc. Building an IDC with virtual machine using cloud computing has matched the need. However, a common method to evaluate the performance of the platform has not been built. This paper describes the method of performance testing, analyzing and simulating on traditional computing systems, and analyses the method of performance testing, analyzing and simulating on cloud computing platform, and shows the status in quo and the trend of the evaluating of the cloud computing platform.

Keywords: cloud computing; virtualization; performance testing; analyzing method; simulating method

云计算平台性能测试、分析和模拟方法研究

龙洋¹, 戢瑶², 吴岑¹, 孙培昕¹

¹沈阳炮兵学院通信指挥系, 辽宁, 沈阳, 中国, 110876

²解放军理工大学指挥自动化学院, 江苏, 南京, 中国, 210007

摘要: 传统的数据中心大量闲置资源不能共享, 又存在大量重复建设。云计算具有自服务、虚拟资源池、弹性架构等特点, 采用云计算技术建设以虚拟机为母体的 IDC, 是解决上述问题的一个很好的途径。但是, 建设这样一个 IDC 的性能评价缺乏一个具体的指标。本文在对传统的计算系统性能测试、分析和模拟的基础上, 对云计算平台的性能测试、分析和模拟方法进行了综述, 给出了云计算平台评估的发展现状和方向。

关键词: 云计算; 虚拟化; 性能测试; 分析方法; 模拟方法

1 引言

在当今各大单位的网络建设中, 数据中心发挥着越来越重要的作用。随着用户数量不断增加, 需求的多样化, 以及数据的膨胀, 各企业、行业越来越迫切的需要在原来的基础网络上构建高效、廉价的数据中心。在数据膨胀的趋势下, 数据中心的服务器规模越来越庞大。随着服务器规模的成倍增加, 硬件成本也水涨船高, 同时管理众多的服务器的维护成本也随着增加。为了降低数据中心的硬件成本和管理难度, 对大量的服务器进行整合成了必然的趋势。通过云计算的思想和虚拟化的技术, 对服务器进行整合, 可以将多种业务集成在同一台服务器上, 直接减少服务器的数量, 有效的降低服务器硬件成本和管理难度。

通过虚拟化技术得到的私有云平台, 虚拟机具有灵活、安全、可靠、易于管理和配置及降低硬件成本

等特性。但在虚拟机提供这些特性的同时, 也增加了平台的复杂性, 降低了平台中特定操作的性能, 随之而来的问题就是如何评测云平台的性能表现。

传统计算系统的性能包括两个方面: 一是它们的可靠性或可用性, 即计算系统能够保持正常工作的时间或概率; 二是正常工作的情况下, 它们的处理能力或效率。对传统计算系统进行评测的方法主要有三种: 测量方法、分析方法和模拟方法。

与传统服务器的测评相比, 对虚拟机的测评还需要考虑到多任务的调度、虚拟化层的性能损耗、物理机的性能瓶颈、可信性和健壮性等诸多问题。而与传统计算系统相比, 对虚拟计算系统的测评也需要更多地考虑到分布式服务、虚拟机的动态迁移、内部通信和外部通信、多负载、异构性等诸多问题。当前, 对虚拟计算系统的测量、分析和模拟都是基于传统方法

的。

2 云计算和虚拟化

云计算是一种新兴的、有广阔应用前景的商业模型,它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上,使各种应用系统能够根据需要获取计算力、存储空间和各种软件服务;是并行计算(Parallel Computing)、分布式计算(Distributed Computing)和网格计算(Grid Computing)的发展,或者说是这些计算机科学概念的商业实现,是虚拟化(Virtualization)、效用计算(Utility Computing)、IaaS(基础设施即服务)、PaaS(平台即服务)、SaaS(软件即服务)等概念混合演进并跃升的结果。具有超大规模、高可靠性、高可扩展性、通用、廉价等特点。在云计算中,数据、应用和服务都存储在云中,云就是用户的超级计算机。提供专业团队对超级计算机进行管理和维护,而用户只需要关注本身的应用,仅支付非常低的费用就可以通过各种终端使用超计算这个资源池。

美国国家标准技术研究院给云计算定义了五个关键特征、三个服务模型、四个部署模型。云服务的五个关键特征分别是:按需自服务,宽带接入,虚拟化的资源池,快速弹性架构,可测量的服务;云服务模型包括:软件即服务(SaaS)、平台即服务(PaaS)、基础设施即服务(IaaS);云部署模型包括:公有云、私有云、社区云、混合云。如图1所示。

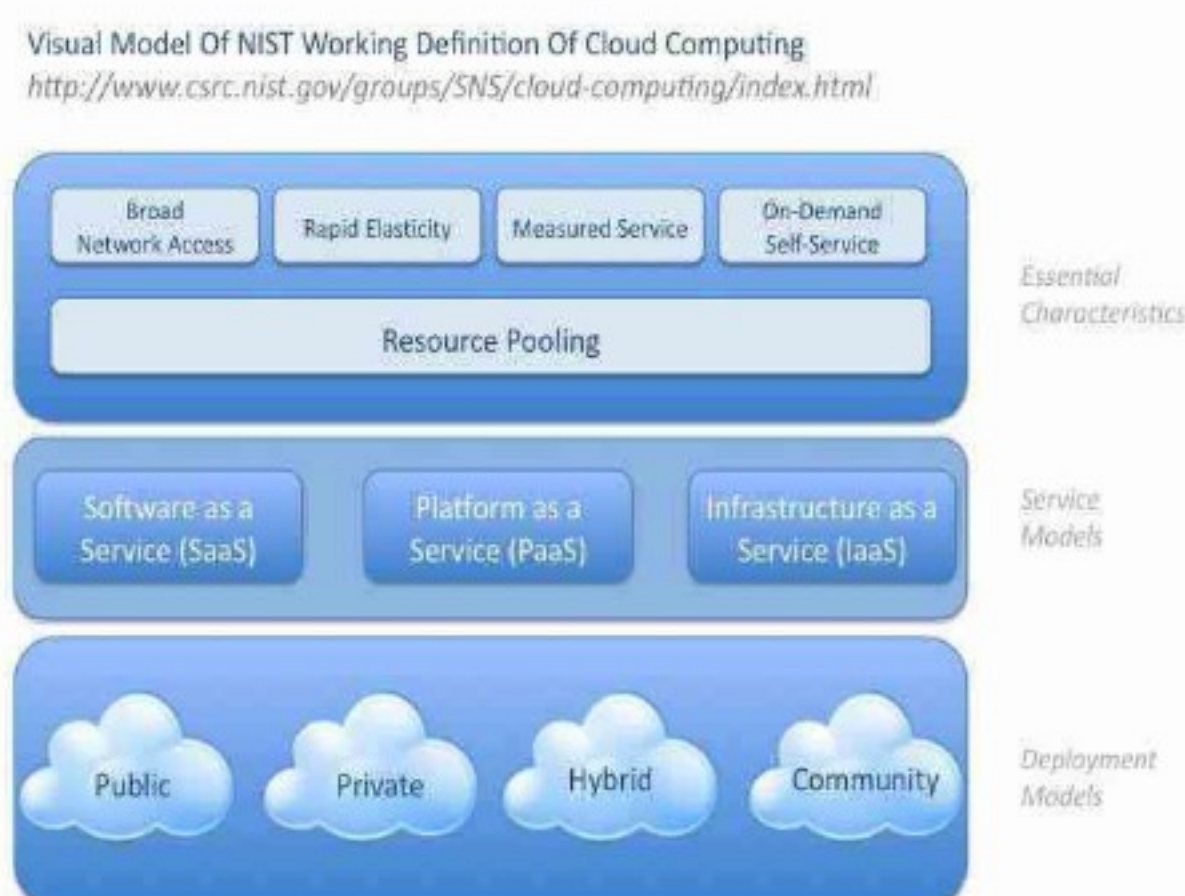


Figure 1. Key feature, service feature and deploying model of cloud computing

图 1. 云计算关键特征、服务特征和部署模型

私有云是由某个企业独立构建和使用的云环境。

是为企业或组织所专有的云计算环境。组织以外的用户无法访问这个云计算环境提供的服务。一般,需要该企业或组织自己投资私有云的设施,代价较高,因此,对安全性、可靠性及 IT 可监控性要求高的公司或组织是私有云的潜在使用者。

虚拟化是计算领域起源于 20 世纪 60 年代的一项传统技术,但最近几年发展迅速,也是云计算思想的核心技术。虚拟化的核心思想是,屏蔽底层的实现细节,通过区分资源的优先次序并随时随地能将资源分配给最需要它们的工作负载来简化管理和提高效率,从而减少为单个工作负载峰值而储备的资源。

虚拟化技术可分为网络虚拟化、系统虚拟化、存储虚拟化、桌面虚拟化等。在虚拟计算系统当中,主要使用系统虚拟化。系统虚拟化的核心思想是使用虚拟化软件在一台或多台物理机上虚拟出一台或多台虚拟机(Virtual Machine, VM)。系统虚拟化虽然会有一些虚拟化方面的开销,但却可以使服务器得到更高的使用率。虽然这些虚拟机的基础物理资源是共享的,但每个虚拟机确是完全独立的,并执行一个单独的操作系统和单独的应用软件。图 2 给出了一个虚拟计算系统的体系结构图。

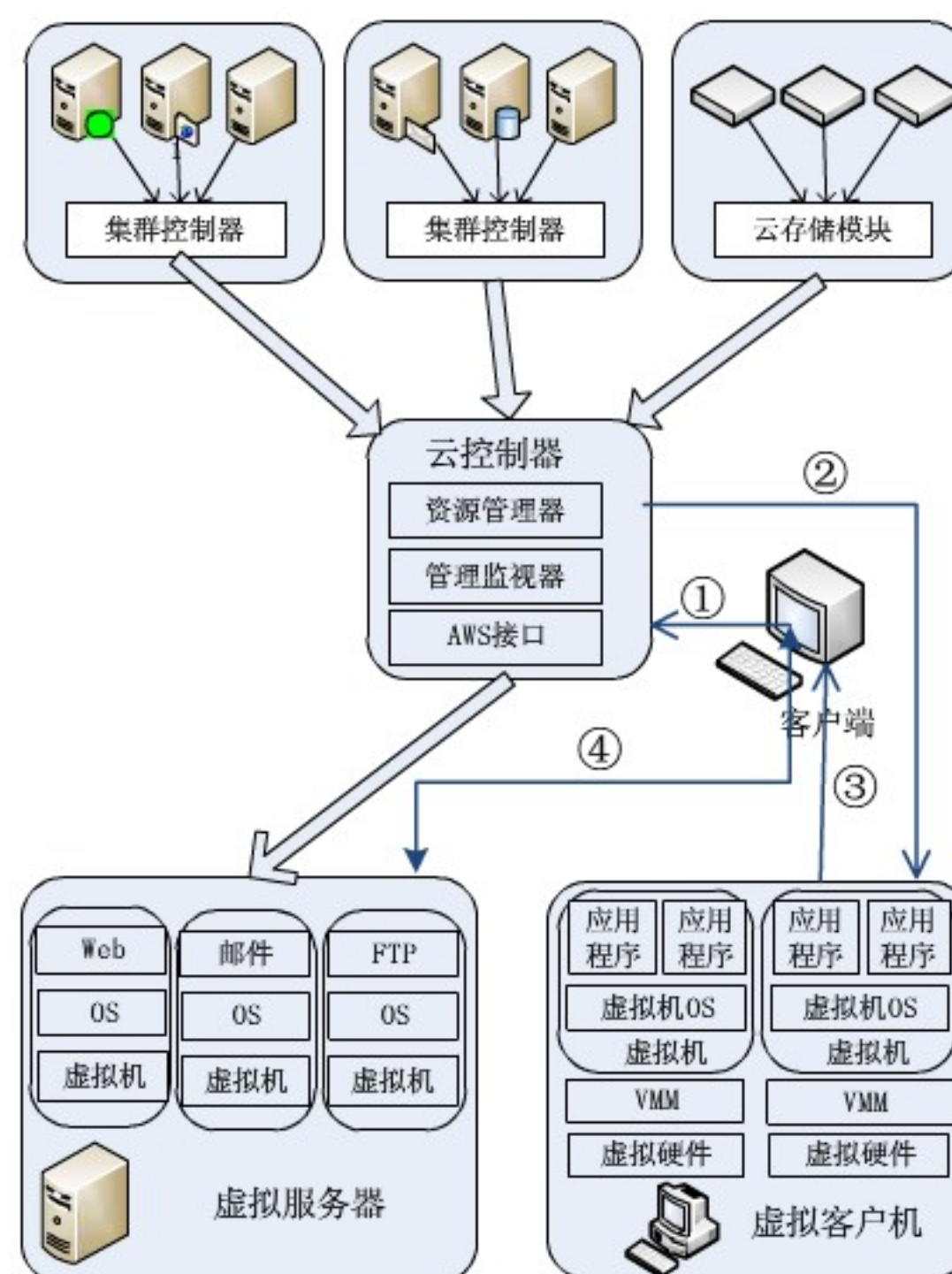


Figure 2. Architecture of the virtualization system

图 2. 虚拟计算系统体系结构图

随着虚拟化的发展，系统虚拟化领域出现了 VMware、Xen、KVM、Hyper-V 等多种虚拟化产品。而近年来，很多大中型企业都在虚拟化平台软件的基础上推出了自己的私有云产品，如 Amazon 的 AWS (Amazon Web Service)、VMware 的私有云平台、Novell 的 Novell Cloud Manager(NCM)、Citrix 的 Citrix Lab Manager 和 Self-Service Portal (SSP)、Cloud.com 的 CloudStack、Eucalyptus 公司的 Eucalyptus 平台，国内华为自行研发的私有云平台已在企业内部投入使用，太平洋电信、常州电信等也已对外提供其私有云服务。

虚拟化技术和私有云产品种类繁多，因此，通过使用系统的方法对虚拟化、私有云平台进行测试分析，得到真实的数据，并根据数据中心的建设需要进行选型，显得尤为重要。并且，对测试方法进行研究，建立一套满足实际需求的测试体系，也有助于为数据中心的维护、扩展提供更加有效的参考。

3 性能测试

测量方法是指通过一定的测量设备或一定的测量程序，直接从计算机系统测得各项性能指标或与之密切相关的量，然后由它们经过一些简单的运算求出相应的性能指标。性能测量，应遵循以下四项原则：全面性原则、独立性原则、专属性原则、可测性原则。

当前对虚拟化的测试还没有比较完备的标准，对虚拟化测试的研究也都是对传统系统测试的扩展。因此，可以在研究传统计算系统的测量、分析和模拟方法的基础上，对虚拟计算平台进行研究并测量、分析和模拟。

3.1 VMmark

VMware 公司推出了虚拟测试基准系统 VMmark，现在已经发布到 2.0 版。传统基准只是用于衡量一台服务器运行单一工作量的性能。这些基准无法获悉多个虚拟机的系统性能或者在同一个服务器上同时支持多种工作量的服务器性能。VMmark 可以衡量异构虚拟化工作量的可扩展性并提供一种统一的方法用于不同虚拟化平台上比较基准结果的基准系统。

3.2 vConsolidate

英特尔在 2007 发布了虚拟化基准测试工具 vConsolidate。vConsolidate 是一项整合性能指标评测，包括四个同时运行的不同性能指标评测。其中包含面向数据库、Web、Java 和邮件的性能指标评测组件。

由于该评测面向虚拟环境，因而每个组件均在其自己单独的虚拟机和操作系统中运行。除了上述四个性能指标评测组件之外，还有第五台虚拟机未运行性能指标评测，由此来模拟闲置的 VM。这五台虚拟机构成了一个整合堆栈单元。vConsolidate 虚拟化测试工具通过真实地模拟典型虚拟化部署环境中的负载来达到测试服务器虚拟化性能的目的。2009 年，Intel 停止开发和维护 vConsolidate 基准测试，但是这套标准依然作为英特尔内部测试和评价各家公司的服务器配置所用。

VMmark 和 vConsolidate 虽然采用的各项测试基准不同，而且测试的方法不同，但测试的思想都是一样的。对虚拟化系统的测试，方法都是将几个普通的工作量同时运行在单独的虚拟机上，每个工作量是一个单一的系统运行基准，称为“tile”。运行时产生的多种 tile 得分的综合就可以得到整个系统的基准评分，从而可以让我们有效评估系统对于虚拟化的支持能力。系统运行标准主要有 Web 服务器、邮件服务器、应用服务器、文件服务器、数据库服务器、备份服务器的测试标准等。

4 分析方法

分析方法首先通过对计算系统进行抽象和简化，得到计算系统的数学模型，然后运用数学的理论来求解系统模型的性能参数和指标，最后分析性能和系统及负载之间的关系。分析方法可以在不构建真实系统或原型的情况下，对尚处于设计中的系统进行建模和评价。常见的建模和分析方法主要有以下四种：排队网络模型 (queuing network models)、半/马尔可夫链模型 (semi-and Markov chain models)、Petri 网模型 (Petri net models)、随机过程代数模型 (stochastic process algebra models)。

分析方法传统上采用排队论数学理论来解决系统的描述问题，而数学求解的基础是马尔可夫随机过程。随机 Petri 网解决并行系统的资源共享描述提供了很好的解决方法。

排队网络模型是传统排队论的延伸，是传统计算机系统性能分析的最普遍和最有效的数学模型。排队网络模型能够在准确度与效率之间取得很好的平衡，以较少的代价获得相对准确的性能评价结果。在排队网络模型中，以服务节点表示各种共享资源，并模拟客户到达、等待服务、接受服务和最后离开排队系统的全过程。

在排队网络模型中，经常遇到的一个难题是如何根据平均到达率和服务完成率来计算系统的平均驻留作业量，并经由它根据各种运算定律求解系统作业的响应时间、驻留时间等其他性能指标。马尔可夫链模型（Markov chain models）能够准确而可靠地解决这一难题。

完成建模工作之后，可以利用 Petri 网软件包对模型进行分析，得到需要的数据。当前比较权威的 Petri 网分析软件分别有美国 Duke 大学 Trivedi 教授研究小组开发的随机 Petri 网软件包（SPNP）、德国 Dortmund 大学的 Lindemann 教授研究开发的确定与随机 Petri 网软件包（DSPNexpress）、清华大学林闯教授开发的随机高级 Petri 网分析辅助软件包（SHLPNA）等。

5 模拟方法

轨迹驱动模型由一个模拟器模型组成，这个模拟器模型的输入是一个轨迹或信息序列，这个轨迹或信息序列代表着目标机器上实际执行的指令序列。轨迹驱动模型主要用于评价内存系统。

执行驱动模拟可理解为一个依靠部分代码在主机上实际执行（主机上的硬件加速而不是模拟）的模拟器。执行驱动模拟非常准确，但花费的时间很多，并且构建执行驱动模拟器的时间也很长。可用在对模拟细节要求较高但速度要求较低的计算系统的处理器模拟上。

离散事件模拟是指通过离散事件调度法，从事件表中选择具有最早发生时间的事件，将模拟时钟修改到该事件发生的时间，再调用与该事件相应的模块，此事件处理完毕之后返回时间控制程序。

全系统模拟是对环境的完整模拟，它对硬件组件的建模足够详细，可以引导和运行一个成熟的商业操

作系统。全系统模拟的优点是模拟非常精确，包括操作系统在内的整个系统活动都可以得到分析，缺点是模拟过程过慢。

统计模拟是一种是用统计方式所产生的轨迹进行模拟的技术，它的许多模拟模型组件仅以统计方式建模。当虚拟计算系统的处理器模拟对细节要求不太高而对速度有更高要求时，可采用统计模拟方法。

对虚拟计算系统的研究，可以重点研究全系统模拟，然后结合虚拟计算平台的实际，对虚拟计算系统进行模拟分析。

6 结束语

本文在对传统的计算系统性能测试、分析和模拟的基础上，对云计算平台的性能测试、分析和模拟方法进行了综述，给出了云计算平台评估的发展现状和方向。虚拟化与云计算的发展，不仅在体系结构上带来变化，同时也在算法层面提出了新的挑战。在体系结构层面，希望通过虚拟化技术能设计更好的计算机；在算法层面，希望能让虚拟化技术进行更有效的工作。因此，系统测试的方法需要在数学模型中进行切入，也需要从实验中获得数据。而测试的数据位模型分析、模拟提供了有效的数据保证。

- [1] Armbrust M, Fox A, Griffith R et al. Above the clouds: A berkeley view of cloud computing. UC Berkley, USA: Technical Report, 2009.
- [2] Rittinghouse J W, Ransome J F. Cloud computing: implementation, management, and security. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2010.
- [3] J.P. Casazza, M. Greenfield, K. Shi. Redefining server performance characterization for virtualization benchmarking. Intel Technology Journal, 2006, 10(3):243-251.