

# 云计算技术

---

钱柱中

博士、副教授

qzz@nju.edu.cn

南京大学仙林校区计算机楼617

# 走近云计算

# 什么是云计算？



# 纲要

- 云计算概述
- 虚拟化技术
- 云计算平台
- 云服务技术
- 云计算未来

# 云计算概述

---

- 基本概念
- 体系架构
- 技术背景
- 提供服务

# 云计算@Wiki

- 一种计算能力，提供了计算资源与底层结构之间的抽象，使用户可以通过网络方便的，按需使用的来对一个共享的资源池进行迅速的配置，部署与使用，并且只需要很少的管理以及与服务商的交互。

# 云计算@IBM

- 云计算可以用来描述平台与应用。一个云计算平台可以动态按需来供应和配置服务器，云中的服务器可以使用物理机或者虚拟机，云中也可以包括其他的计算资源如存储域网络（SANs）、网络设施、防火墙，以及其他的安全设备。

# 狭义云计算与广义云计算

- 狭义云计算——**提供资源的网络称为“云”**
  - “云”中的资源在使用者看来是可以无限扩展的
  - 随时获取，按需使用，随时扩展，按使用付费
    - 像水电一样使用IT基础设施
- 广义云计算——**任意服务构成的资源池称为“云”**
  - “云”是一些可以自我维护 and 管理的虚拟计算资源
    - 大型服务器集群，包括计算服务器、存储服务器、宽带资源
  - 云计算将所有的计算资源集中起来
  - 应用提供者无需关注细节，更专注于业务



# 相关技术

- 并行计算(Parallel Computing)
- 分布式计算(Distributed Computing)
- 网格计算(Grid Computing)

# 并行计算

- 同时使用多种计算资源解决计算问题的过程，其主要目的是快速解决大型且复杂的计算问题。
- **特点：**把计算任务分派给系统内的多个运算单元
  - 大型机的多CPU和多存储器
- **优势：**
  - 将工作分离成离散部分，有助于同时解决
  - 随时并及时地执行多个程序指令（多条线同时运行）
  - 多计算资源下解决问题的耗时要少于单个计算资源下的耗时

# 分布式计算

- 研究如何把一个需要非常巨大的计算能力才能解决的问题分成许多小的部分，然后把这些部分分配给许多计算机进行处理，最后把这些计算结果综合起来得到最终的结果。
- **特点：**把计算任务分派给网络中的多台独立的机器
- **优势：**
  - 稀有资源可以共享
  - 通过分布式计算可以在多台计算机上平衡计算负载
  - 可以把程序放在最适合运行它的计算机上

# 网格计算

- 利用互联网把地理上广泛分布的各种资源（包括计算资源、存储资源、带宽资源、软件资源、数据资源、信息资源、知识资源等）连成一个逻辑整体，就像一台超级计算机一样，为用户提供一体化信息和服务（计算、存储、访问等）。
- 网格计算是分布式计算的一种，是分布式计算封装。
- 云计算可以认为是网格计算的商业演化模式。

# 云计算概念模型



# 云计算与云平台

- 云计算是一种计算模式
  - 不是一种技术、不是一种产品.....
- “按需服务” Pay as you go
  - 云计算的核心理念
  - 水、电等基础设施
- 云平台是实现云计算模式的产品
  - 云计算解决方案

# 云服务分类

软件即服务 SaaS (Software as a Service)	Salesfoce online CRM服务
平台即服务 PaaS (Platform as a Service)	Google App Engine Sina App Engine (SAE)
基础设施即服务 IaaS (Infrastructure as a Service)	Amazon EC2、S3 阿里云

# 基础设施即服务 (IaaS)

- **IaaS —— Infrastructure as a Service:** 为IT行业创造虚拟的计算和数据中心，使得其能够把计算单元、存储器、I/O设备、带宽等计算机基础设施，集中起来成为一个虚拟的资源池来为整个网络提供服务。
- 按使用量付费
- Amazon WebServices，简作AWS
  - 弹性计算云EC2 (Elastic Compute Cloud) —— 计算
  - 简单存储服务S3 (Simple Storage Service) —— 存储



# 平台即服务 (PaaS)

- **PaaS —— Platform as a Service:** 把服务器平台或开发环境作为一种服务提供的商业模式。
- 从系统定制到PaaS
- Google App Engine、SAE
- Hadoop、Spark等大数据处理平台

# 软件即服务 (SaaS)

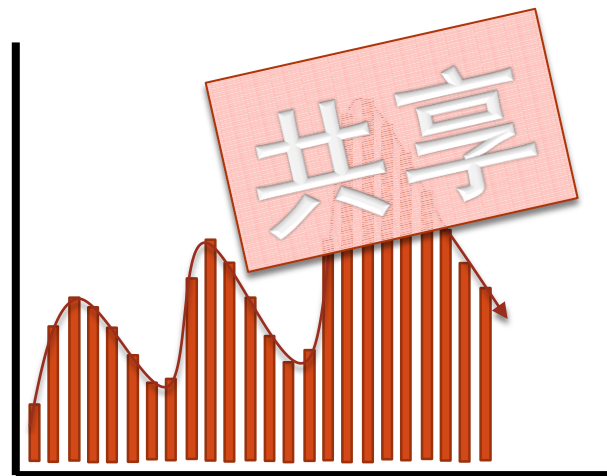
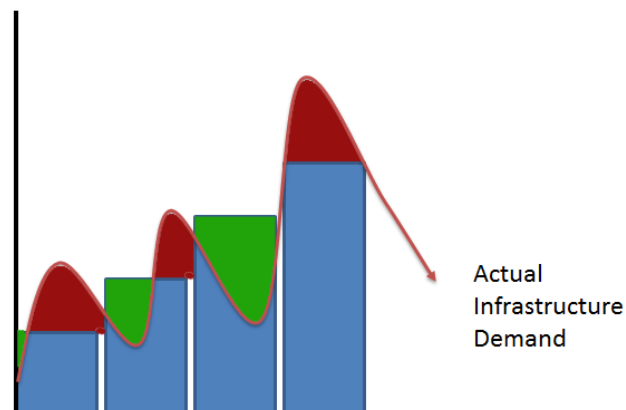
- **SaaS —— Software as a Service:** 一种基于互联网提供软件服务的应用模式。
- 软件租赁：用户按使用时间和使用规模付费
- 绿色部署：用户不需安装，打开浏览器即可运行
- 不需要额外的服务器硬件
- 软件（应用服务）按需定制

# 云计算特点

- 高可靠性： 冗余副本、负载均衡
- 通用性： 支撑千变万化的实际应用
- 按需服务： 按需购买
- 安全： 摆脱数据丢失、病毒入侵
- 方便： 支持多终端、数据共享

# “按需服务”

- 需求动态性
  - 资源数量
  - 资源类型
    - 软件/硬件
  - 工作负载
- 高效获取
  - 便捷
  - 低价



# 云计算模式

- 公有云
  - 资源以“按需服务”的方式提供给公用服务；服务以一种效用计算的方式被出租使用。
- 私有云
  - 为一个客户单独使用而构建的，因而提供对数据、安全性和服务质量的最有效控制。
- 混合云
  - 安全因素，并非所有的企业信息都能放置在公有云上。

# 公有云

- 云服务提供商
  - 有效管理内在资源，提高利用率，节省能源
- 终端用户
  - 按需使用，租用计算、存储和服务资源
- 企业用户/服务提供商
  - 创业前期成本大大降低
    - IT 硬件投入低
    - 按需租用
  - 采取自助服务和按使用量付费的使用模式，迅速获得计算资源，无需为配置过大的资源容量而过度投资

# 私有云 面向大中型企事业单位

- 高效资源管理
  - 快速申请、回收IT资源；
  - 分时共享提升资源利用率。
- 提升数据安全
  - 云端集中式数据备份
  - 云端控制数据的流动
- 降低软件成本
  - 专业化、集中式系统管理，有效防止病毒等恶意软件。
  - 专业软件的共享。

# 虚拟化技术

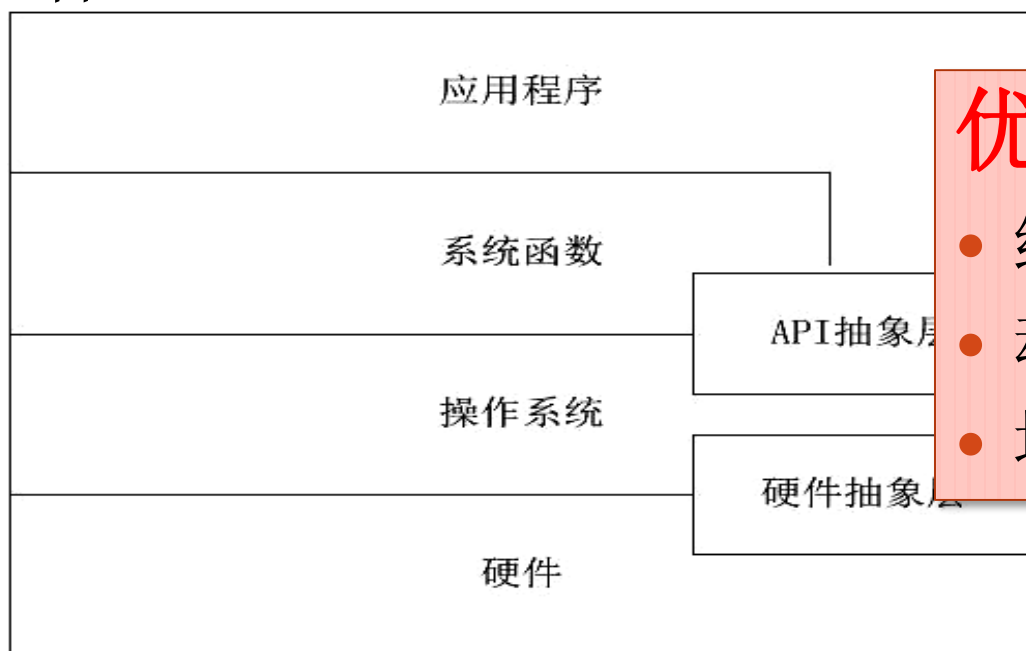
---

- 虚拟化与云计算
- 虚拟化关键技术
- 虚拟化数据中心



# 虚拟化简述

- 虚拟化是由位于下层的软件模块，将其封装或抽象，提供一个物理或软件的接口，使得上层的软件可以直接运行在这个虚拟的环境，和运行在原来的环境一样。



## 优势

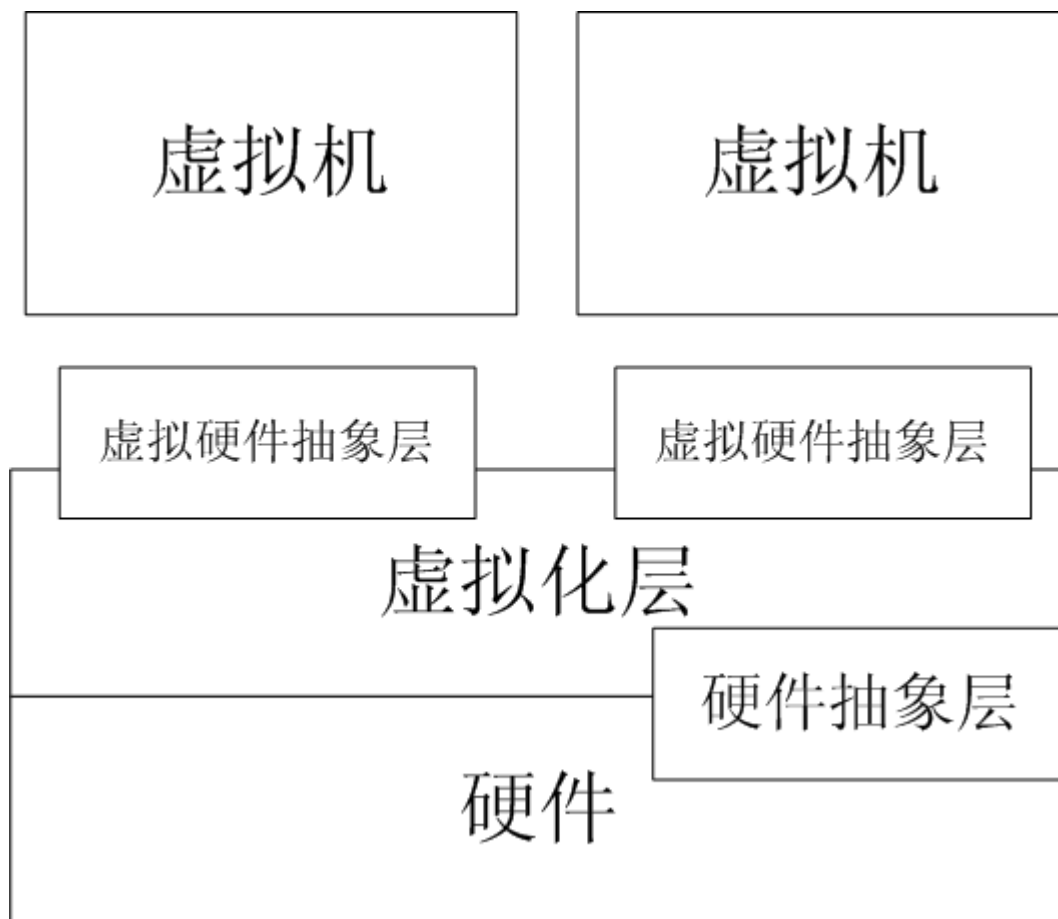
- 细粒度资源分配
- 动态迁移
- 增加资源利用率

# 虚拟化与云计算

虚拟化特点	为云计算带来的好处
封装与隔离	保证每个用户有安全可信的工作环境
多实例	保证较高的资源利用率 为服务器合并提供基础
硬件无关性	整合异构硬件资源 可实现虚拟机迁移，使资源调度、 负载平衡容易实现
特权功能	入侵检测和病毒检测
动态调整资源	细粒度的可扩展性

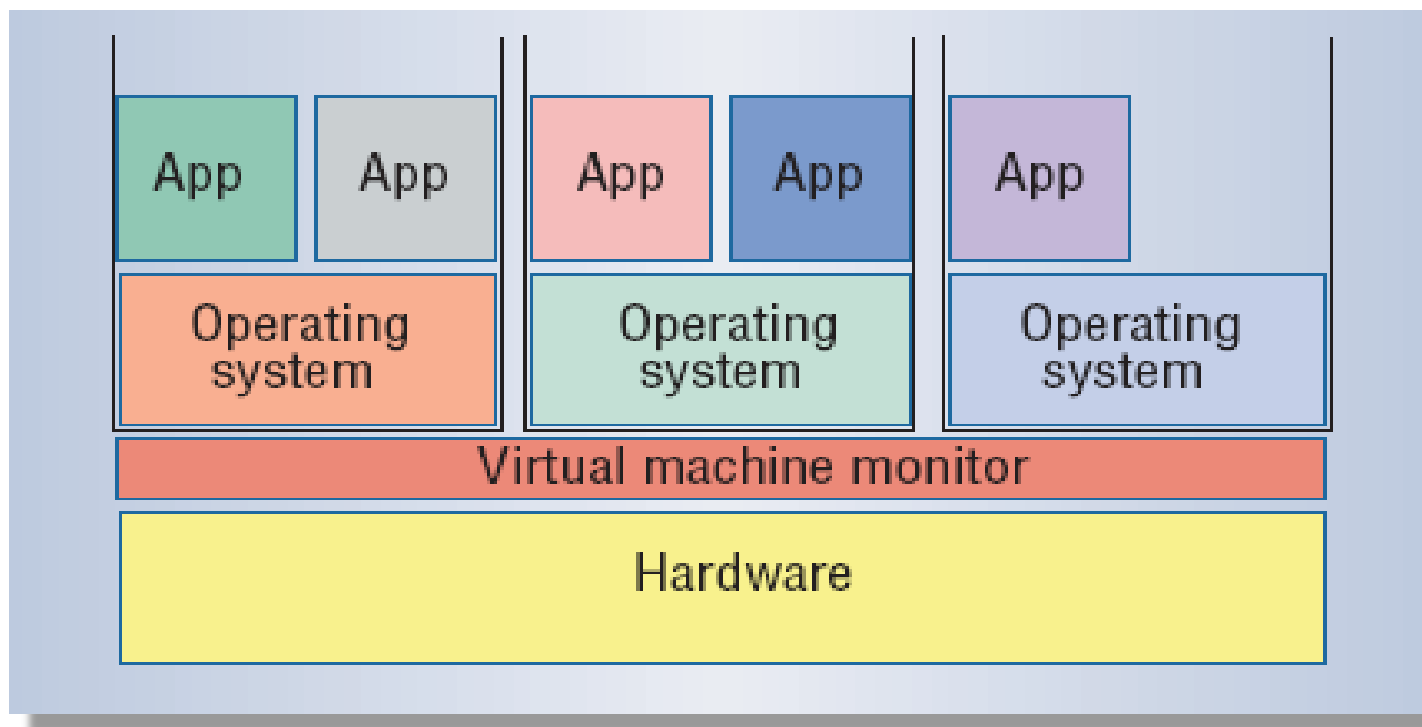
# 系统虚拟化

- 虚拟机相当于一个物理机的一种高效隔离的复制。



# 虚拟机监视器 (VMM)

- VMM建立于虚拟机和硬件中间的一层监控软件
- VMM负责对硬件资源以及各个虚拟机之间进行协调、分配和管理



# VMM的特性

1

所有在VMM上运行的程序必须像在原始硬件上运行的效果一样，要高效

2

大多数的指令必须直接在真实的处理器上运行，而不需要解释每条指令

3

VMM必须完全控制硬件，任何VM不能穿越VMM直接控制硬件

# 虚拟化技术类型

- 类虚拟化

- VMM与虚拟机协同工作
- 虚拟机操作系统内核要进行修改
- 虚拟机使用的指令是CPU指令的一个子集
- VMM虚拟出的硬件抽象层不是现实存在的

- 硬件辅助虚拟化

- Intel VT引入新模式VMX
- 虚拟机运行于VMX NON-ROOT
- VMM运行在VMX ROOT
- VT技术设计了一组新指令

# VMware

- 较早的商业化公司之一，2003年被EMC公司收购，产品目前有3个系列：WorkStation、GSX和ESX。
- 优点
  - 易用性好
  - 完全模拟一台服务器，客户操作系统不作修改就能使用
  - 服务器运行在Windows、Linux和mac上
  - 客户机支持Windows/Linux/FreeBSD/Solaris等
  - ESX不需要任何操作系统，性能相当高
- 缺点
  - 运行效率较低，使用GSX版本服务器性能衰减20%左右
  - 收费

# Xen

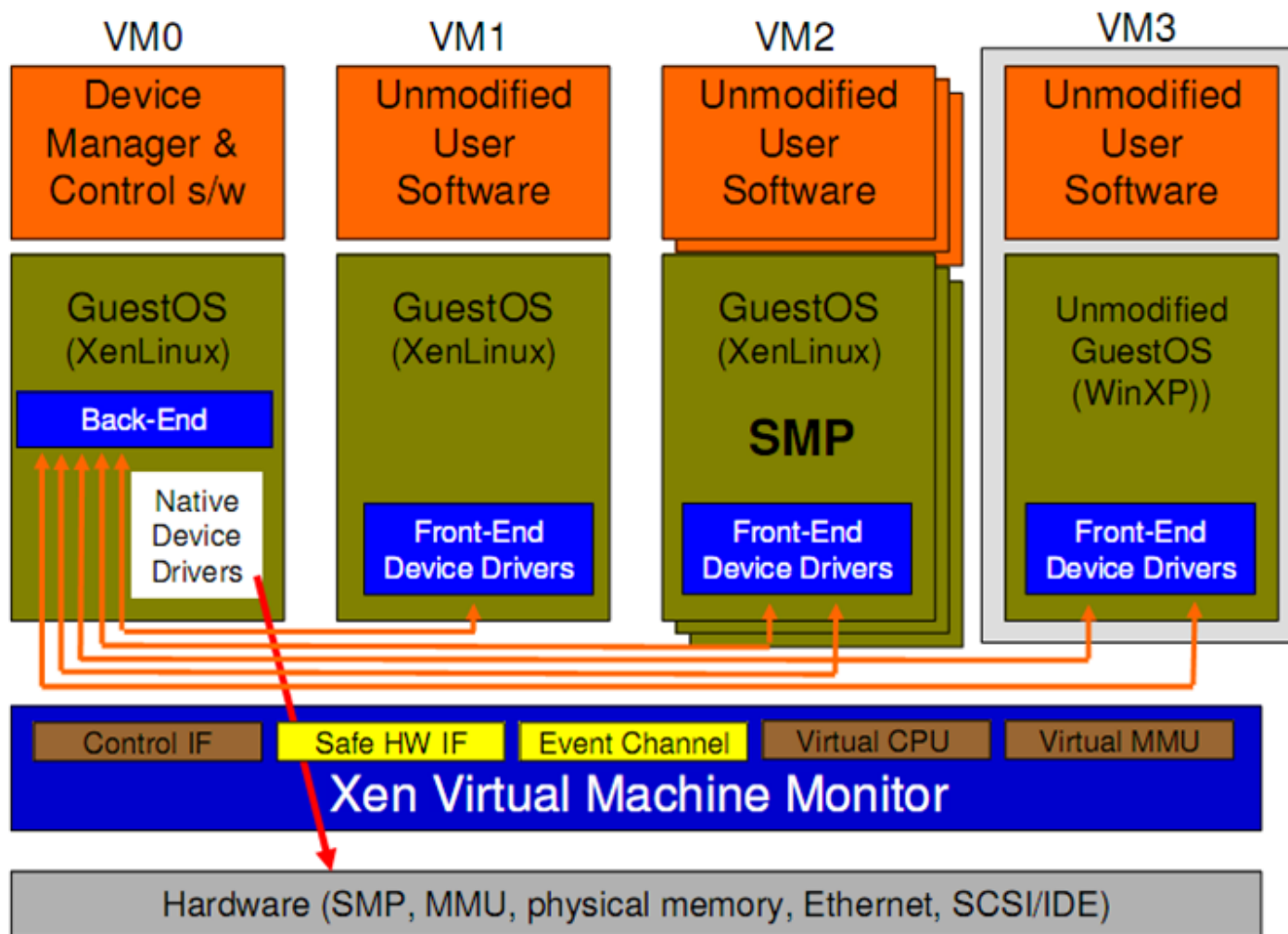
- 基于 Linux 的开源项目，现支持类虚拟化和硬件虚拟化技术，2005年初成了 xensource 公司，专注于Xen产品的开发和推广，目前有Intel、AMD、HP、IBM、Redhat和SuSE 等厂商支持。
- 优点
  - 性能损失很小
  - 支持原生操作系统和打过内核补丁的操作系统
- 缺点
  - 服务器只能运行于Linux
  - 若使用类虚拟化技术，运行于其上的虚拟机需打内核补丁，且不支持未开源的操作系统（如Windows）



# KVM

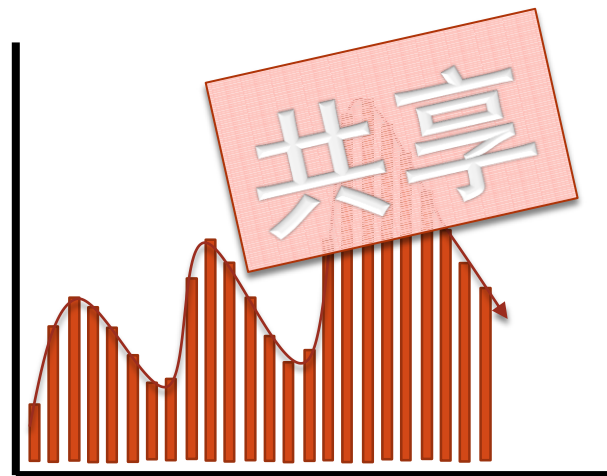
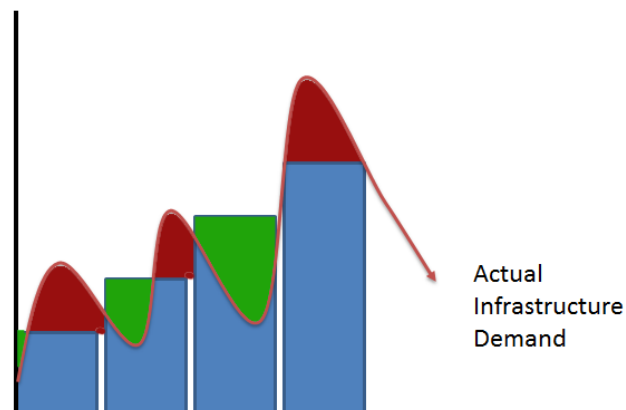
- Kernel-based Virtual Machine，开源的系统虚拟化模块
- Linux 2.6.20之后集成在Linux的各个主要发行版本中
  - 使用Linux自身的调度器进行管理，所以相对于Xen，其核心源码很少。
  - 已成为学术界的主流虚拟机监控器之一。
- KVM的虚拟化需要硬件支持，是基于硬件的完全虚拟化。

# Xen体系结构



# “按需服务”

- 需求动态性
  - 资源数量
  - 资源类型
    - 软件/硬件
  - 工作负载
- 高效获取
  - 便捷
  - 低价



# 资源共享

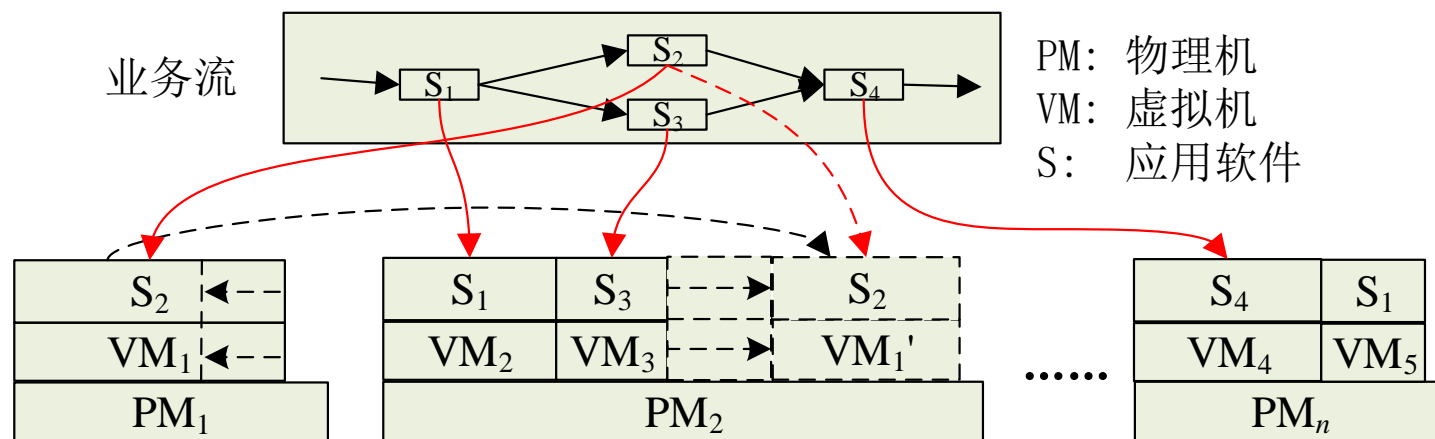
- 观察事实
  - 终端用户对资源需求较少
  - 数据中心资源利用率较低
- 一台服务器为多个用户共享
  - 用户之间不能相互影响
  - 支持不同类型资源需求
  - 快速实现资源动态调配

# 虚拟化与云计算

虚拟化特点	为云计算带来的好处
封装与隔离	保证每个用户有安全可信的工作环境
多实例	保证较高的资源利用率 为服务器合并提供基础
硬件无关性	整合异构硬件资源 可实现虚拟机迁移，使资源调度、负载平衡容易实现
动态调整资源	细粒度的可扩展性

# 基于虚拟化的弹性资源部署

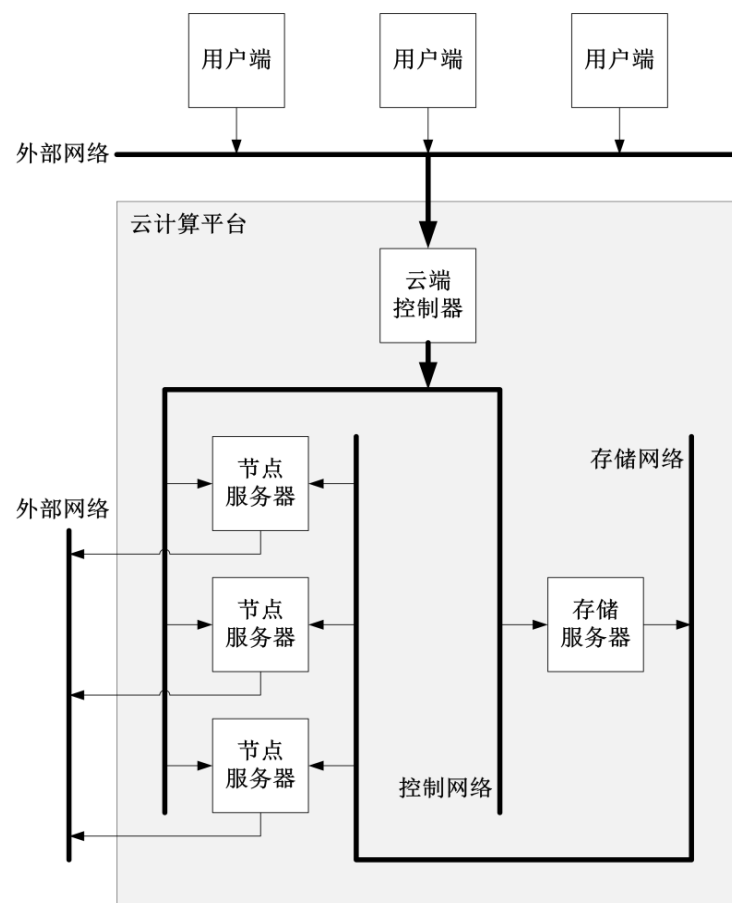
- 云端物理机数量与配置是固定的，应用的需求是动态的。



- 资源超售
  - 正常资源使用量往往不到峰值的10%

# 基于虚拟化的IaaS云平台

- 云端控制器
  - 接受用户请求
  - 自动化指派虚拟机
- 节点服务器
  - 根据指令启动虚拟机
- 存储服务器
  - 存储虚拟机镜像等
- 客户端
  - 连接虚拟机，用户I/O



# 基于虚拟化的IaaS云平台

- 分时共享资源
  - 不能产生新的资源
  - 但能提高资源利用
- 便捷资源管理
  - 快速申请/回收系统
  - 集成化软件管理
- 安全可靠
  - 数据与计算在云端完成
  - 完备的备份机制

- 要求
  - 良好的硬件环境
- 适用于
  - 资源类型较为单一
  - 资源需求实时变化
- 不适用于
  - 高性能计算



# 数据中心与虚拟化

- 数据中心为云计算的实现提供了基本的计算和存储资源，是支持云计算的重要基础。



# 数据中心与虚拟化

- 数据中心为云计算的实现提供了基本的计算和存储资源，是支持云计算的重要基础。
- 企业级数据中心的发展趋势是具备高度的灵活性和适应性。
  - 能根据外部需求做出快速变化
  - 虚拟化技术是比较好的解决方法
- 企业关注投入产出率（Return of Investment），严格的控制预算和成本。
  - “绿色”
  - “低碳”

# 云计算平台



- Google云平台
- Amazon云平台
- 桉树平台
- 电力系统云平台



# 云平台

- 用户：提供使用云计算服务的入口
  - 按需使用各种类型的服务
- 服务商：以最小代价满足用户请求
  - 提供各种层次和类型的服务，并提供可信性保证
  - 通过资源的合理配置和整合最小化代价

# Google App Engine

- App Engine让用户在Google的基础架构上运行自定义网络应用程序
- App Engine可免费使用
  - 500MB持久存储空间
  - 支持每月500万页面浏览量的CPU和带宽
- App Engine提供使用Python和Java语言的运行环境，可用其建立Web站点等网络应用。

# Google Chrome OS

- Google Chrome OS是一个为上网本设计的轻量级开源操作系统。

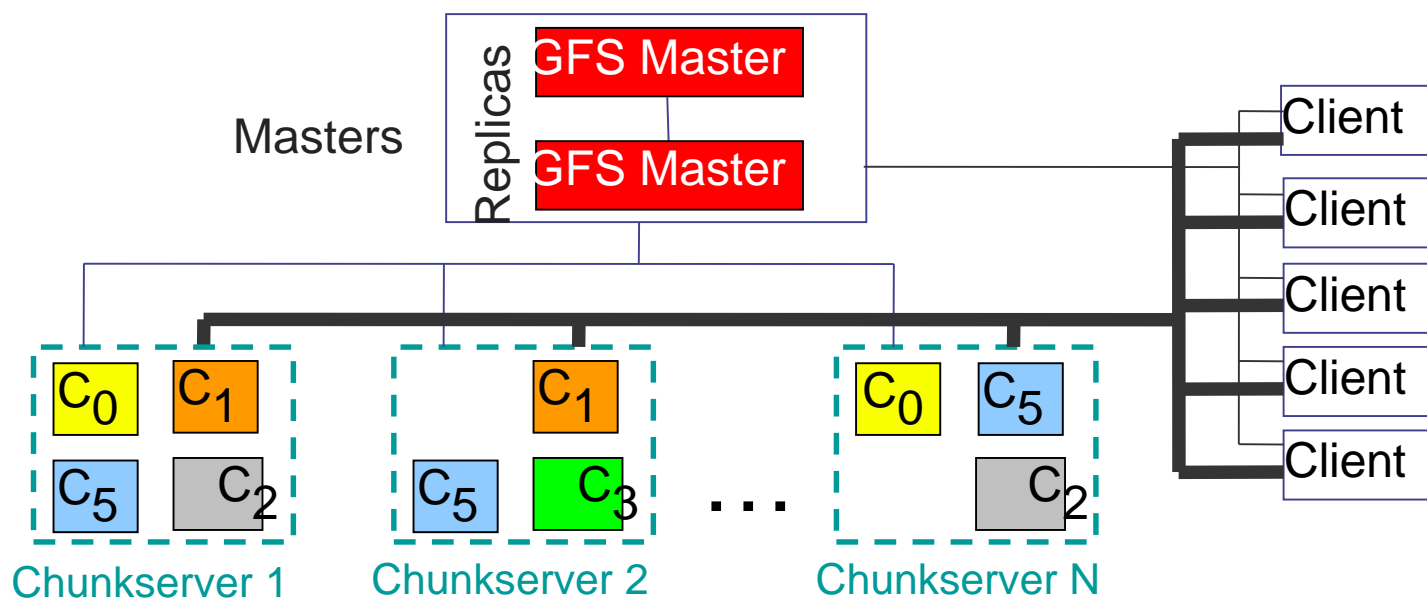


- 快速开/关机
- 浏览器紧密结合
- 网络紧密相连



# Google文件系统 (GFS)

- GFS是一个可扩展的分布式文件系统，用于大型的、分布式的、对大量数据进行访问的应用。它运行于廉价的普通硬件上，但可以提供容错功能。它可以给大量的用户提供总体性能较高的服务。



# MapReduce

- MapReduce是一种编程模型，用于大规模数据集（大于1TB）的并行运算。概念“Map（映射）”和“Reduce（化简）”，和他们的主要思想，都是从函数式编程语言里借来的，还有从矢量编程语言里借来的特性。他极大地方便了编程人员在不会分布式并行编程的情况下，将自己的程序运行在分布式系统上。
- 当前的软件实现是指定一个Map（映射）函数，用来把一组键值对映射成一组新的键值对，指定并发的Reduce（化简）函数，用来保证所有映射的键值对中的每一个共享相同的键组。



# 亚马逊 (Amazon)

- Amazon S3
- Amazon EC2

- Object-Based Storage
  - 1 B – 5 TB
  - Fast, Random Access
  - Redundant, Dispersed
  - 99.99% Availability
  - Private or Public
  - Per-object Access
  - BitTorrent
- \$.15 per GB per month storage**
- \$.01 for 1000 to 10000 requests**
- \$.10 - \$.18 per GB data transfer**

- Virtual Compute Cloud
  - Elastic Capacity
  - 1.7 GHz x86
  - 1.7 TB RAM
  - 16 GB SSD
  - 25 GB Network
  - Network Security Model
- \$.10 per server hour**

Time-Scaled Pricing

**\$.10 - \$.18 per GB data transfer**

Simulation and Analysis, Rendering, Software as a Service Platform, Hosting

# 其他云平台

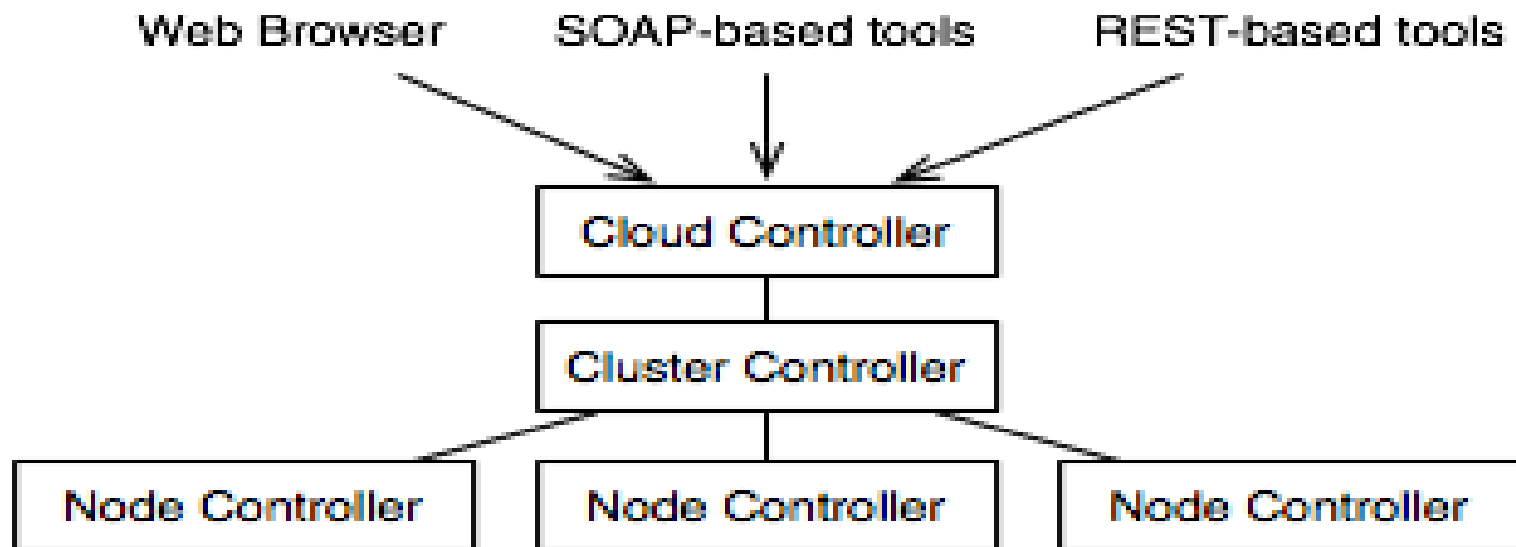
- 微软Windows Azure系统
  - SaaS产品： Dynamics CRM Online、 Exchange Online、 Office Communications Online及SharePoint Online。
- IBM “蓝云”
  - 对企业现有的基础架构进行整合，通过虚拟化技术和自动化技术，构建企业自己拥有的云计算中心。
- Adobe AIR平台
  - 构建丰富的Internet应用并部署为桌面应用
- Force.com平台
  - PaaS产品： Salesforce

# 桉树 (Eucalyptus)

- Eucalyptus 项目全称是Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs To Useful Systems, 是与一个在加利福尼亚大学的研究性项目
  - 使企业能够使用它们内部IT资源（包括服务器、存储系统、网络设备）
  - 与亚马逊EC2兼容。
- Eucalyptus是主要实现云计算环境的弹性需求的软件，通过其在集群或者服务器组上的部署，并且使用常见的Linux工具和基本的基于web的服务。

# 桉树体系结构——CC、CLC、NC


- Cloud Controller(CC)向用户提供访问接口和管理CLC
- Cluster Controller(CLC)负责管理该集群下的节点，并在需要时向CC返回所需要的资源。
- Node Controller(NC)负责管理节点上hypervisor(VMM)。



# 桉树管理界面

Hadoop文档

Eucalyptus


 Eucalyptus Public Cloud at UCSB

Logged in as **woju** | [Logout](#)

Credentials

Images

Id	Name	Kernel	Ramdisk	State
eki-D29C1495	ttlinux-kernel/vmlinuz-2.6.16.33-xen.manifest.xml			available
emi-2D08128F	ttlinux-image/ttlinux.img.manifest.xml	eki-D29C1495		available
eki-A70313EB	vdebian-kernel/vmlinuz-2.6.24-19-xen.manifest.xml			available
eri-002A152F	vdebian-ramdisk/initrd.img-2.6.24-19-xen.manifest.xml			available
emi-E8D41123	vdebian-image/vdebian.img.manifest.xml	eki-A70313EB	eri-002A152F	available
eki-300A15CA	ttlinux-kernel-i386/vmlinuz-2.6.16.33-xen.manifest.xml			
emi-7D1B13CD	ttlinux-image-i386/ttlinux.img.manifest.xml			
eki-00C81523	vdebian-kernel-i386/vmlinuz-2.6.24-19-xen.manifest.xml			
eri-5FB81668	vdebian-ramdisk-i386/initrd.img-2.6.24-19-xen.manifest.xml			
emi-33E9125A	vdebian-image-i386/vdebian.img.manifest.xml			
emi-EDBC1AC5	public-euca-test-3-1241020869/public-euca-test-3-1241020869.raw.manifest.xml			
emi-042211C4	my-images-bkt/ttlinux.img.manifest.xml			
eki-618C1258	kernel2627/vmlinuz-2.6.27.21-0.1-xen.manifest.xml			
eri-5C861240	ramdisk2627/initrd-2.6.27.21-0.1-xen.manifest.xml			
emi-AD9013E6	ubuntu-jaunty/ubuntu.9-04.x86-64.img.manifest.xml			
emi-6BDF15B8	server-668309-1243550256/server-668309-1243550256.raw.manifest.xml			
emi-EFBB13FA	pmor-696423-1245204942/pmor-696423-1245204942.raw.manifest.xml			

 **Eucalyptus**

Please, sign in:

Username:

Password:

☐ Remember me on this computer

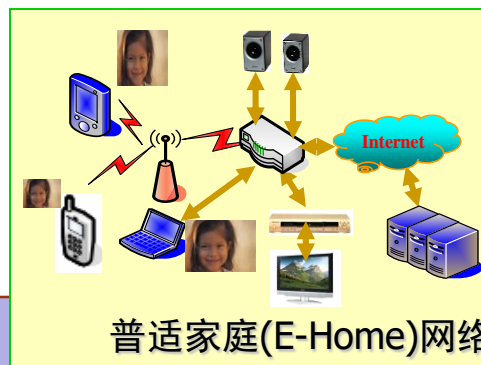
[Apply](#) for account | [Recover](#) the Password

# 云服务技术

---

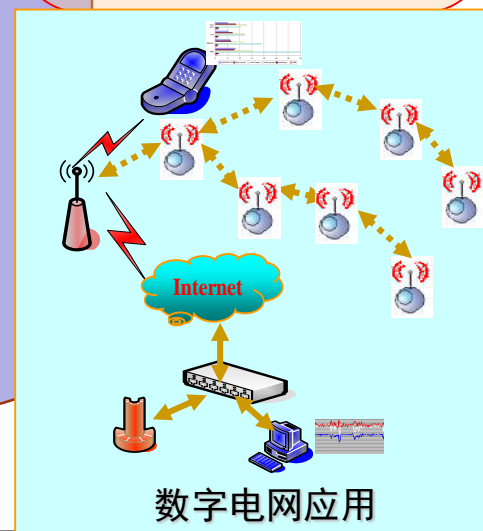
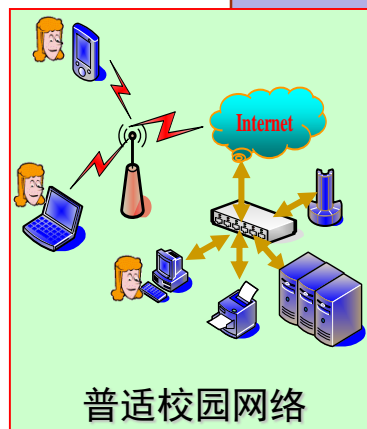
- “云”中服务提供
- 服务协同
- 资源调度

# 普适应用系统



- ❖ 状态监控
- ❖ 告警
- ❖ 故障通知
- ❖ .....

“云”中服务提供



# QoS约束的“云”中服务提供技术

- 随时、随地、任何设备接入“云”均获得满意服务





# 云计算未来

---

# 机遇与挑战

- 服务稳定性（Availability）
- 数据的不通用性（Data Lock-in）
- 数据保密与可信（Data Confidentiality and Auditability）
- 数据传输瓶颈（Data Transfer Bottlenecks）
- 性能不可预测（Performance Unpredictability）
- 可扩展的存储（Scalable Storage）
- 大规模分布式系统的Bug（Bugs in Large-Scale Distributed Systems）
- 可扩展性（Scaling Quickly）

# 网络的发展

