

专题2：云计算的概念、技术与应用

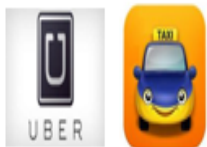
谢磊 教授
南京大学计算机科学与技术系

纲要

- 云计算概述
- 云计算的关键技术
- 虚拟化技术
- 云服务技术
- 云计算未来

新技术、新模式正在改变我们的生活

一辆车也没有的
车辆服务公司



出租车行业

一间房也没有的
住宿服务公司



旅馆行业

没有网络的即时
通信服务公司



电信语音、短信

没有网点的网上、
手机支付公司



银行业

没有店面的购物
中心



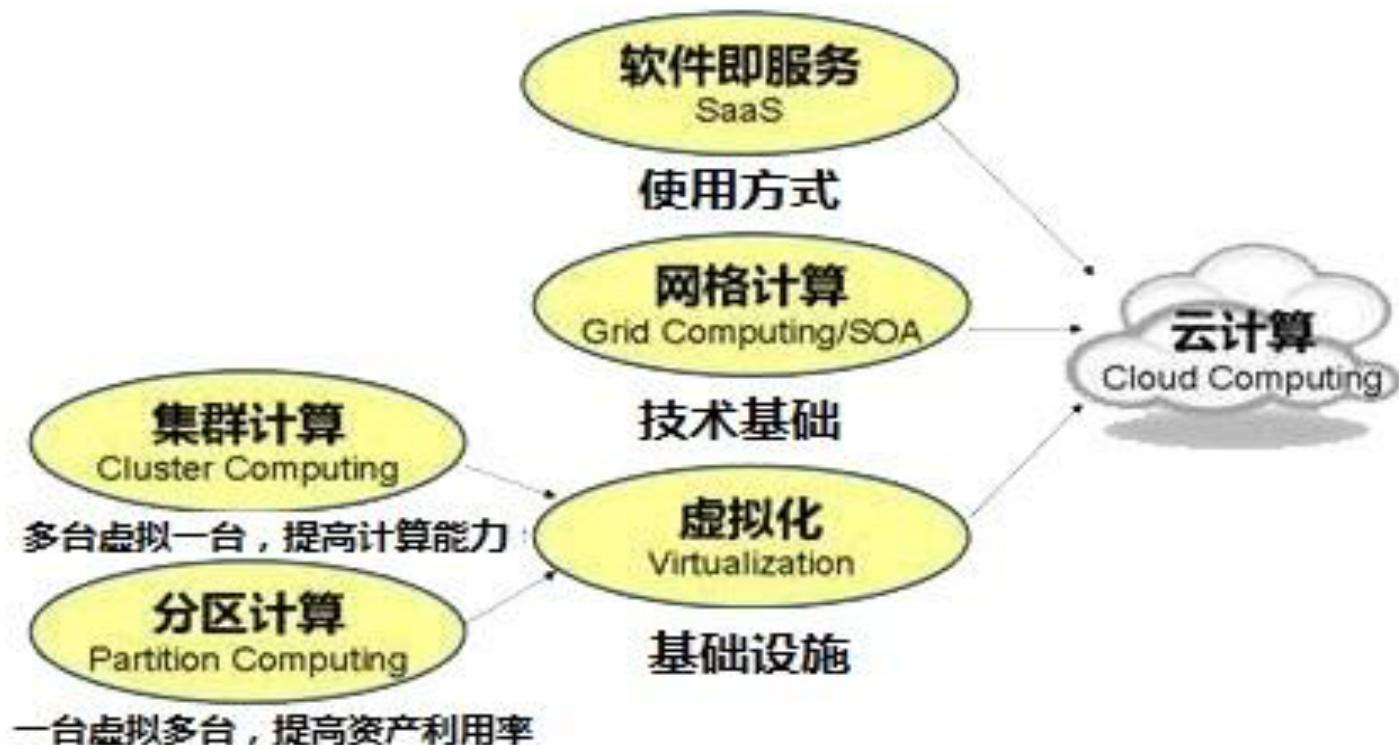
零售行业

掌上阅读



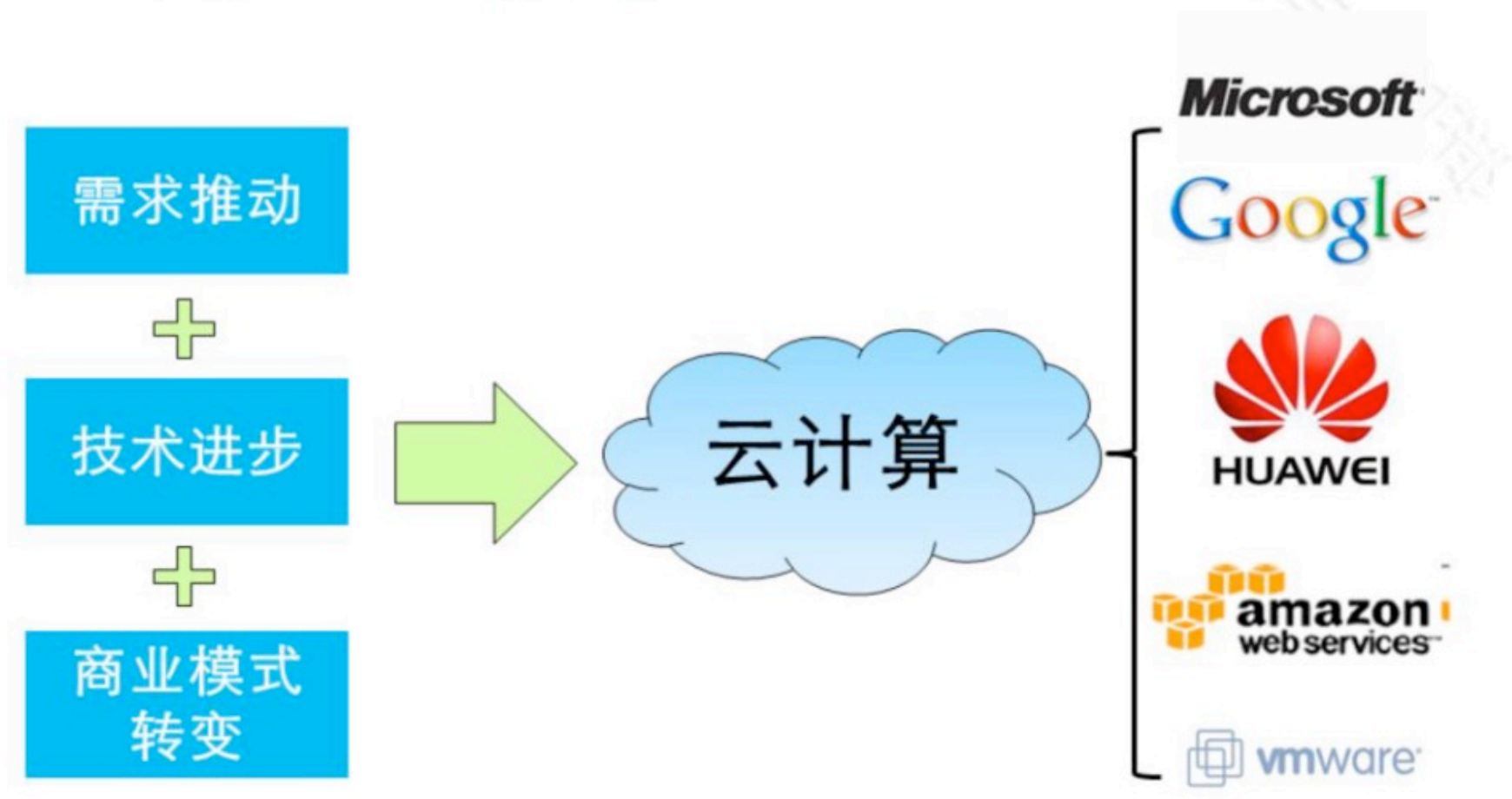
出版业

不断涌现的新需求促进了云计算的出现



- **摩尔定律**: 硬件能力大约每经过18个月便会增加一倍。
- 谷歌利用**软件重新定义硬件**——用烂机器堆出了强大计算和存储能力，避开摩尔定律困扰

云计算的先行者



云计算产生是需求推动、技术进步、商业模式转变共同促进的结果。

什么是云计算？



■ 美国国家标准与技术研究院（NIST）

云计算是一种**模型（XaaS）**，它可以实现随时随地，便捷地，按需应变地从可配置计算**资源共享池**中获取所需的资源（例如，网络、服务器、存储、应用、及服务），资源能够**快速供应并释放**，使管理资源的工作量和服务提供商的**交互减小到最低**限度。

■ 维基百科（Wiki）

云计算是一种**基于互联网的計算方式**，通过这种方式，共享的软硬件资源和信息可以按需求提供给计算机和其他设备。云计算依赖资源的共享以达成规模经济，类似基础设施（如电力网）。

狭义云计算与广义云计算

- 狭义云计算—指基础设施的交付和使用模式（IaaS）
 - “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—指服务的交付和使用模式（XaaS）
 - 云计算将所有的资源集中起来：包括软件、硬件，也包括其他服务。
 - 应用提供者无需关注细节，更专注于业务

云计算的演进历程



并行计算



分布式计算



网络计算



云计算

并行计算(Parallel Computing)

- 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
 - 多指令流所数据流MIMD：流水线+多处理器并发
- 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(Distributed Computing)

- 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(Grid Computing)

- 网格计算是利用互联网，把跨区域的资源连成一个整体，就像一台超级计算机一样，为用户提供一体化信息和应用服务（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。但网格计算使用的是互联网上的空闲计算机

云计算概念模型

云计算是并行计算、分布式计算和网格计算的**发展**或者说
是这些计算机科学概念的**商业实现**。



各类用户：企业/政府/学术机构/个人 等



各种终端

按量计费的商业模式

简化的服务接口

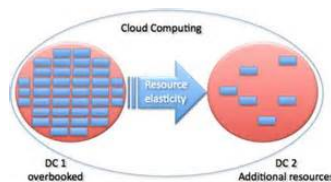
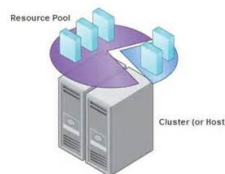
私有云

公开云

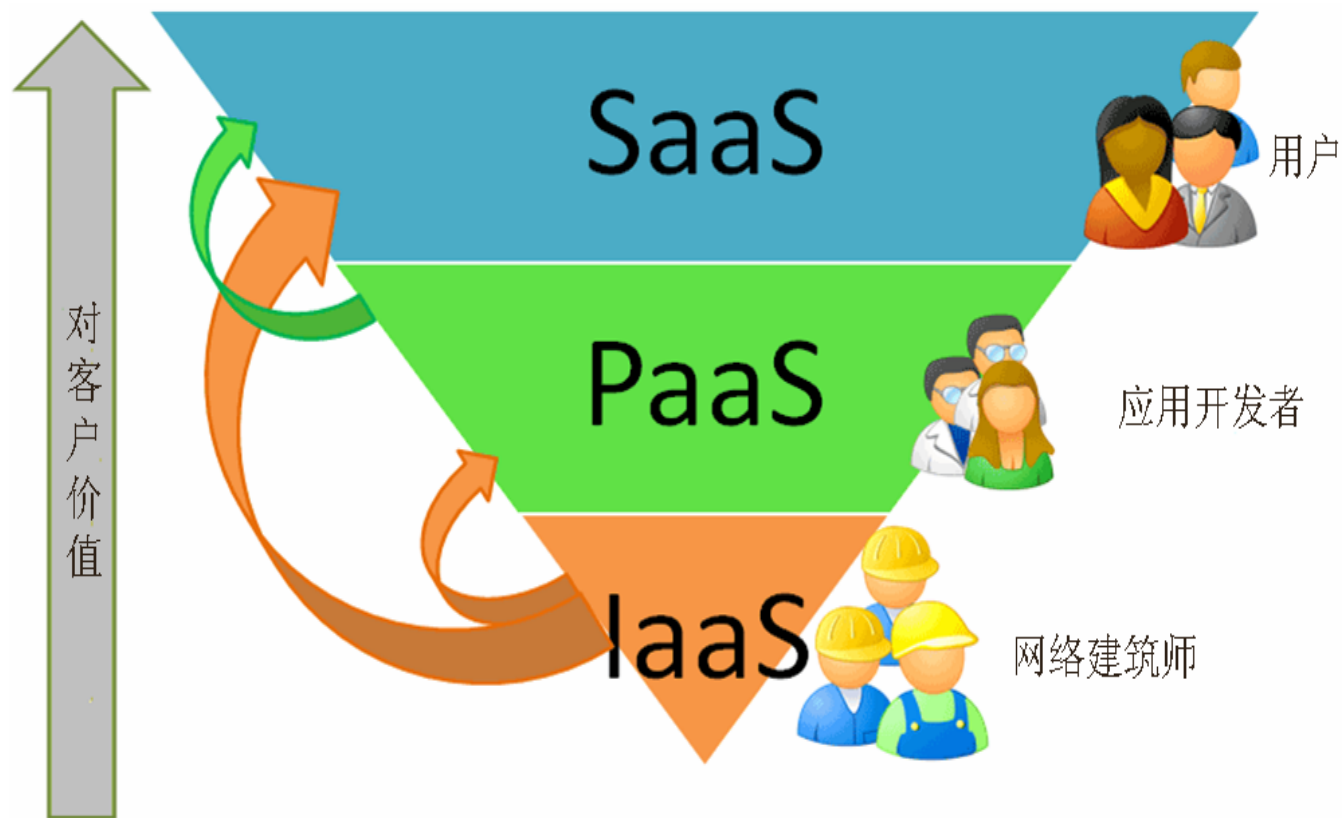


云计算的基本特点

1. 按需自助服务 (On-demand Self-service)
2. 广泛网络接入 (Broad Network Access)
3. 资源池化 (Resource Pooling)
4. 快速弹性伸缩 (Rapid Elasticity)
5. 可计量服务 (Measured Service)



云计算服务模式（或商业模式）



IaaS（Infrastructure as a service）：基础设施即服务

PaaS（Platform as a service）：平台即服务

SaaS（Software as a service）：软件即服务

云计算的服务模式

服务类别	特点	盈利模式	实例
IaaS	<ul style="list-style-type: none">虚拟服务中心，提供计算、存储、网络等IT资源。	<ul style="list-style-type: none">按使用收费通过规模获取利润	Amazon EC2、百度网盘等 163邮箱
PaaS	<ul style="list-style-type: none">提供应用运行和开发环境提供应用开发的组件（如：数据库）	<ul style="list-style-type: none">通过将IT资源、Web通用能力、通信能力打包出租给应用开发和运营者，按使用收费	Microsoft: Azure的Visio Studio工具
SaaS	<ul style="list-style-type: none">一种基于互联网提供软件服务的应用模式。绿色部署：用户不需安装	<ul style="list-style-type: none">按使用收费通过规模获取利润	Salesforce CRM, Office 365等

云计算的部署模式

私有云

1. 私有云 (Private Cloud)

企业利用自有或租用的基础设施资源自建的云；

行业云

2. 行业云/社区云/ (Community cloud)

为特定社区或行业所构建的共享基础设施的云；

公有云

3. 公有云 (Public cloud)

出租给公众的大型的基础设施的云；

混合云

4. 混合云 (Hybrid cloud)

由两种或两种以上部署模式组成的云；安全因素，并非所有的企业信息都能放置在公有云上。

云计算优势

■ 对云服务提供商

- 通过有效管理内在资源，提高利用率，节省电能

■ 对终端用户

- 按需使用，租用计算、存储和服务资源

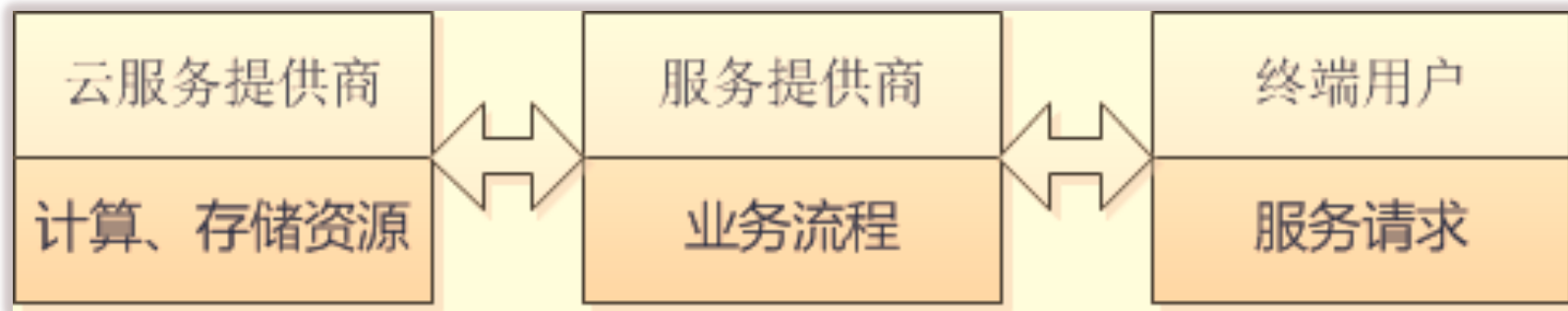
■ 对企业用户

- 创业前期成本大大降低

- IT 硬件投入低

- 按需租用

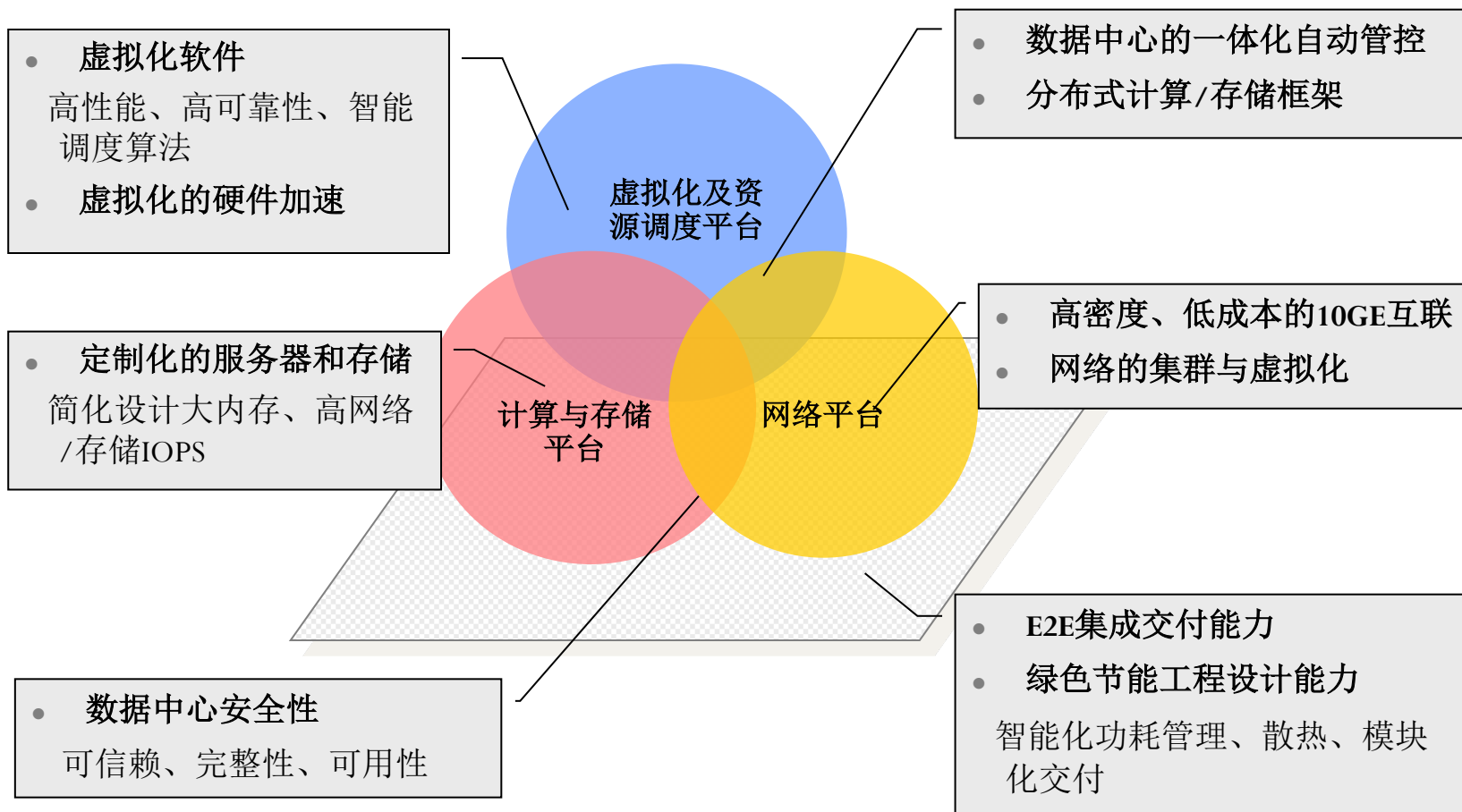
- 采取自助服务和按使用量付费的使用模式，迅速获得计算资源，无需为配置过大的资源容量而过度投资



纲要

- 云计算概述
- 云计算的关键技术
- 虚拟化技术
- 云服务技术
- 云计算未来

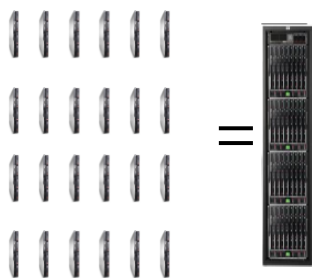
云计算技术体系：关键技术



云计算关键技术

计算架构

模式: Scale Out



整体性能最优

基于软件可靠性

可扩展性

云计算硬件

服务器: 高可靠性, 高性能

网络: 高密度以太网交换机

存储: 低成本、多备份

云计算软件

并行计算技术

分布式存储

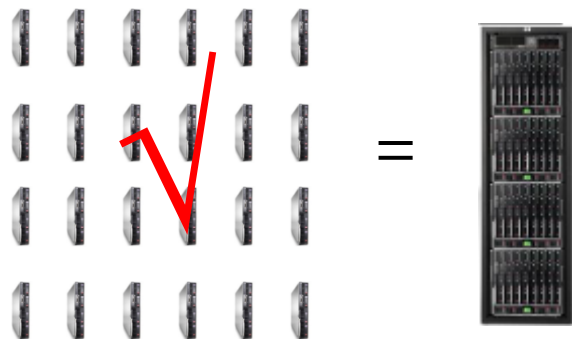
分布式文件管理

虚拟化技术

智能化云计算系统管理技术

云计算的计算架构：整体性能最优

Model 1 — Scale Out



Model 2 — Scale Up



整体性能最优

基于软件可靠性

增加节点实现可扩展性

NOT

NOT

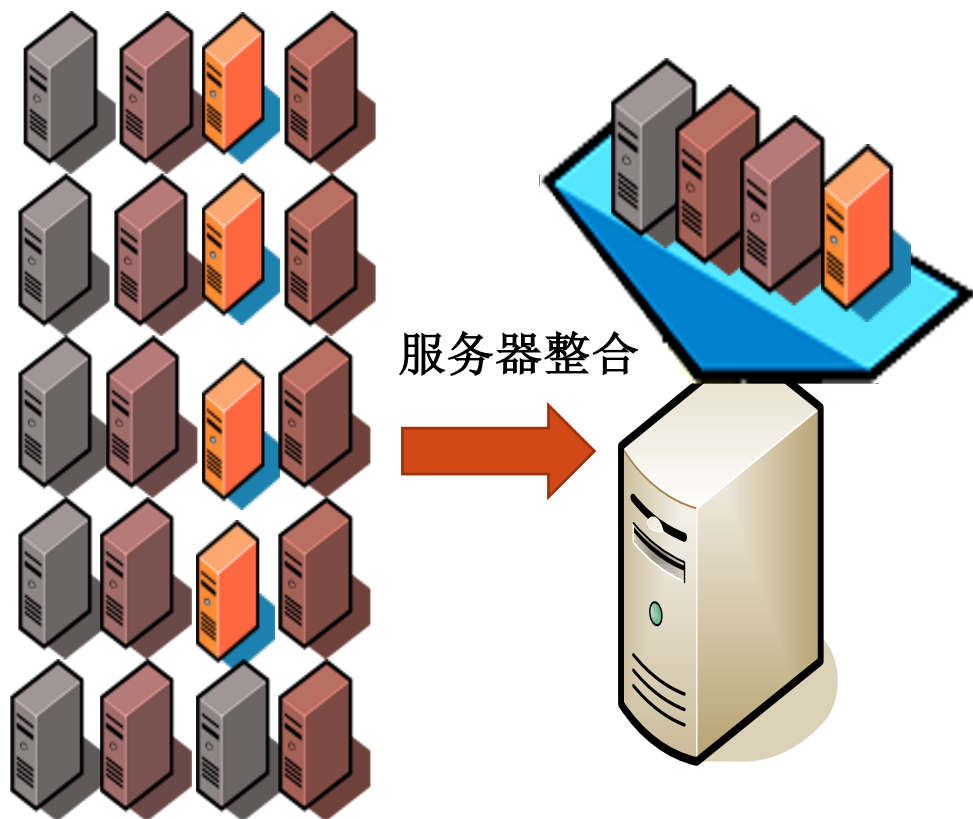
NOT

单个服务器性能

单个节点的可靠性

提高单节点能力实现可扩展性

云计算的硬件技术：服务器系统



资源整合的价值

共享硬件等资源

虚拟服务器的CPU和内存灵活调整

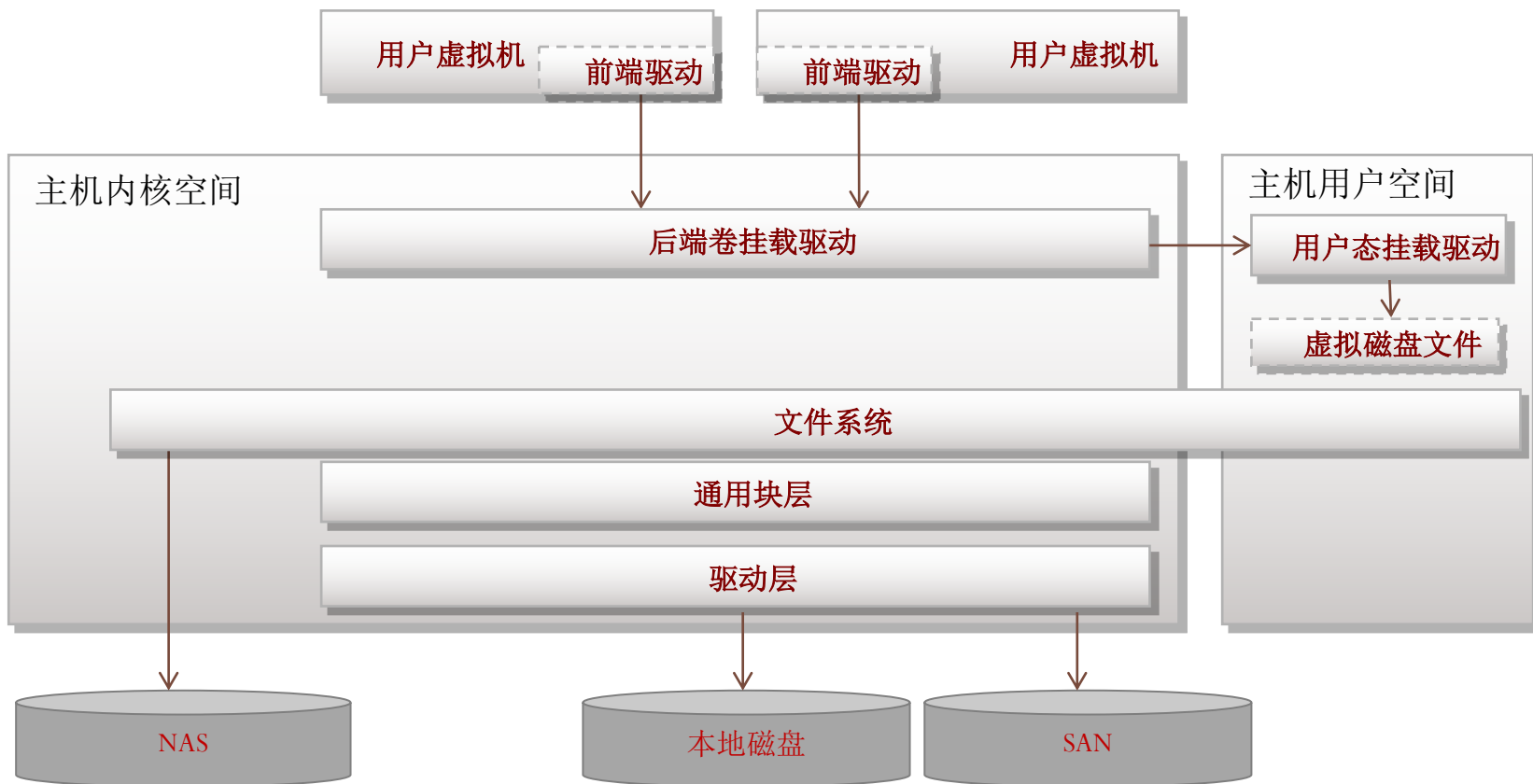
内存复用，提高资源利用率

服务器整合，提高服务器利用率

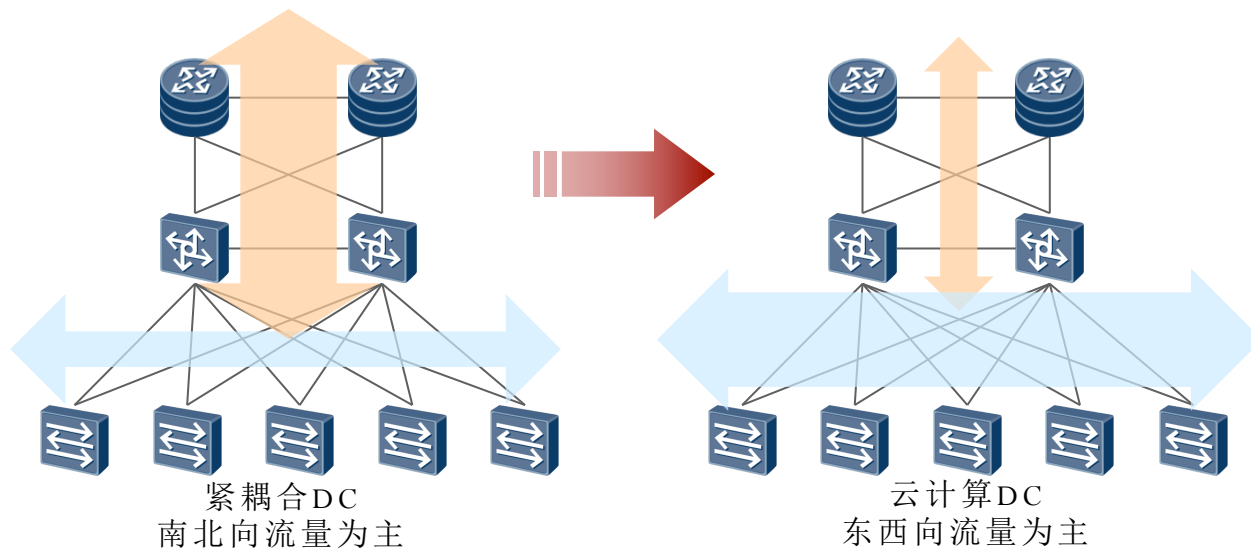
服务器整合，节省机房空间

云计算的硬件技术：存储系统

- 存储虚拟化技术+分布式存储。



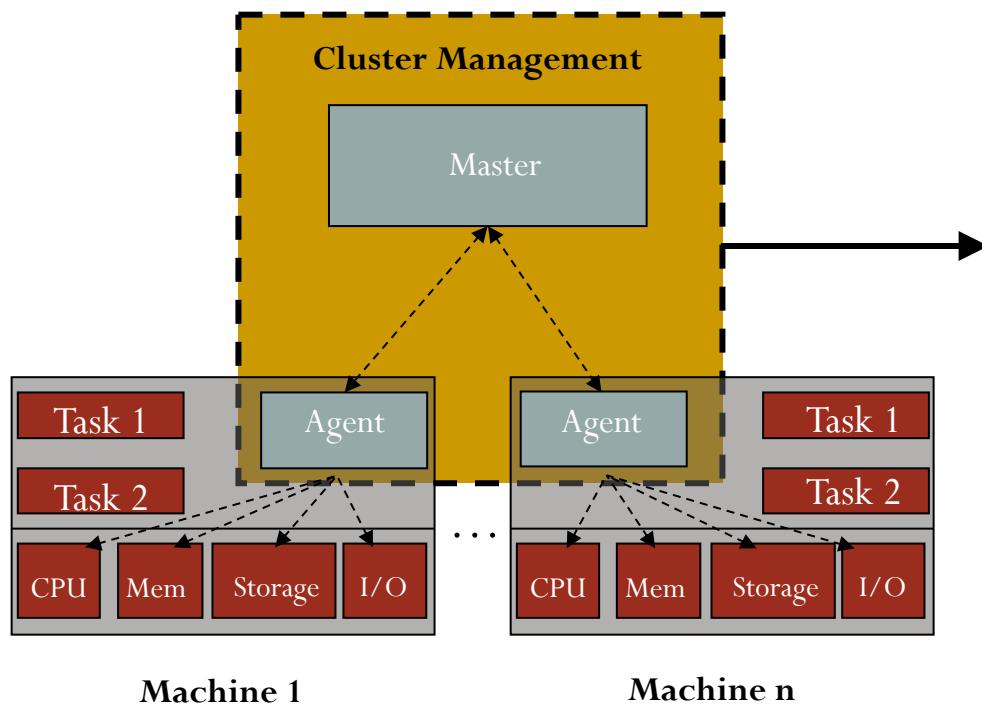
云计算的硬件技术：数据中心的联网



东西向流量增长

并行计算业务(如：搜索)需要服务器集群协同运算，产生大量**横向交互流量**
虚拟机的自由部署和动态迁移，虚机间需要**实时同步**大量的数据

云计算的软件技术：虚拟化



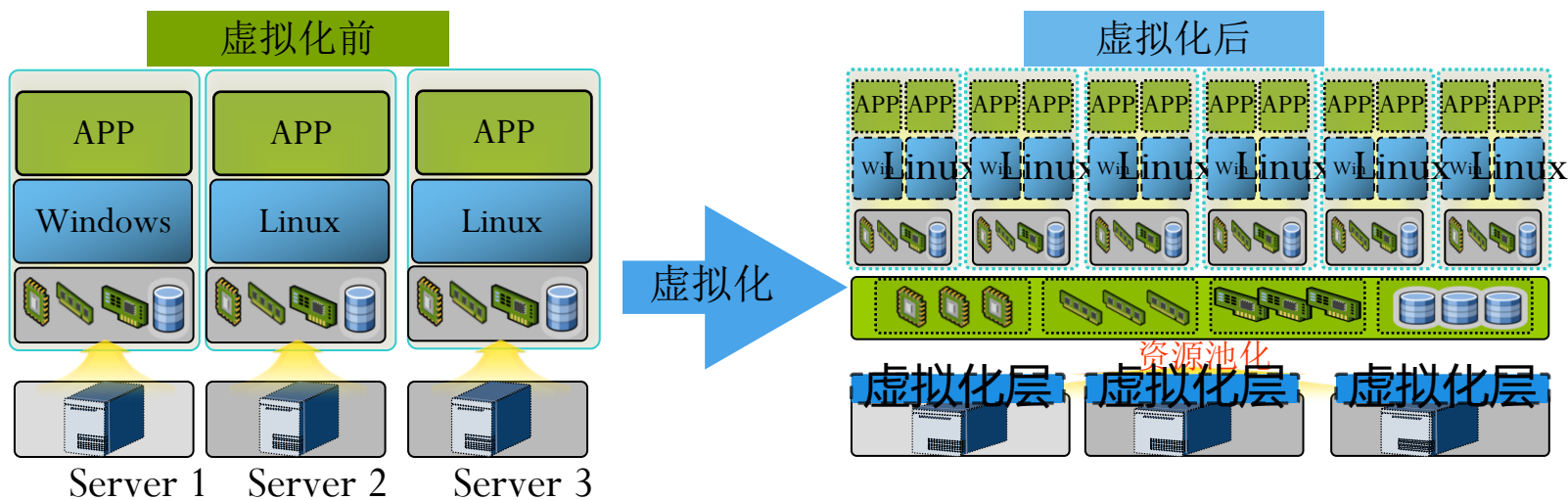
- 资源模型建立与分类
- 多种资源调度和平衡策略
- 分配任务
- 报告状态
- 收集结果
-

纲要

- 云计算概述
- 云计算的关键技术
- **虚拟化技术**
- 云服务技术
- 云计算未来

什么是虚拟化？

- 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。



- IT资源独立
- 操作系统与硬件紧耦合

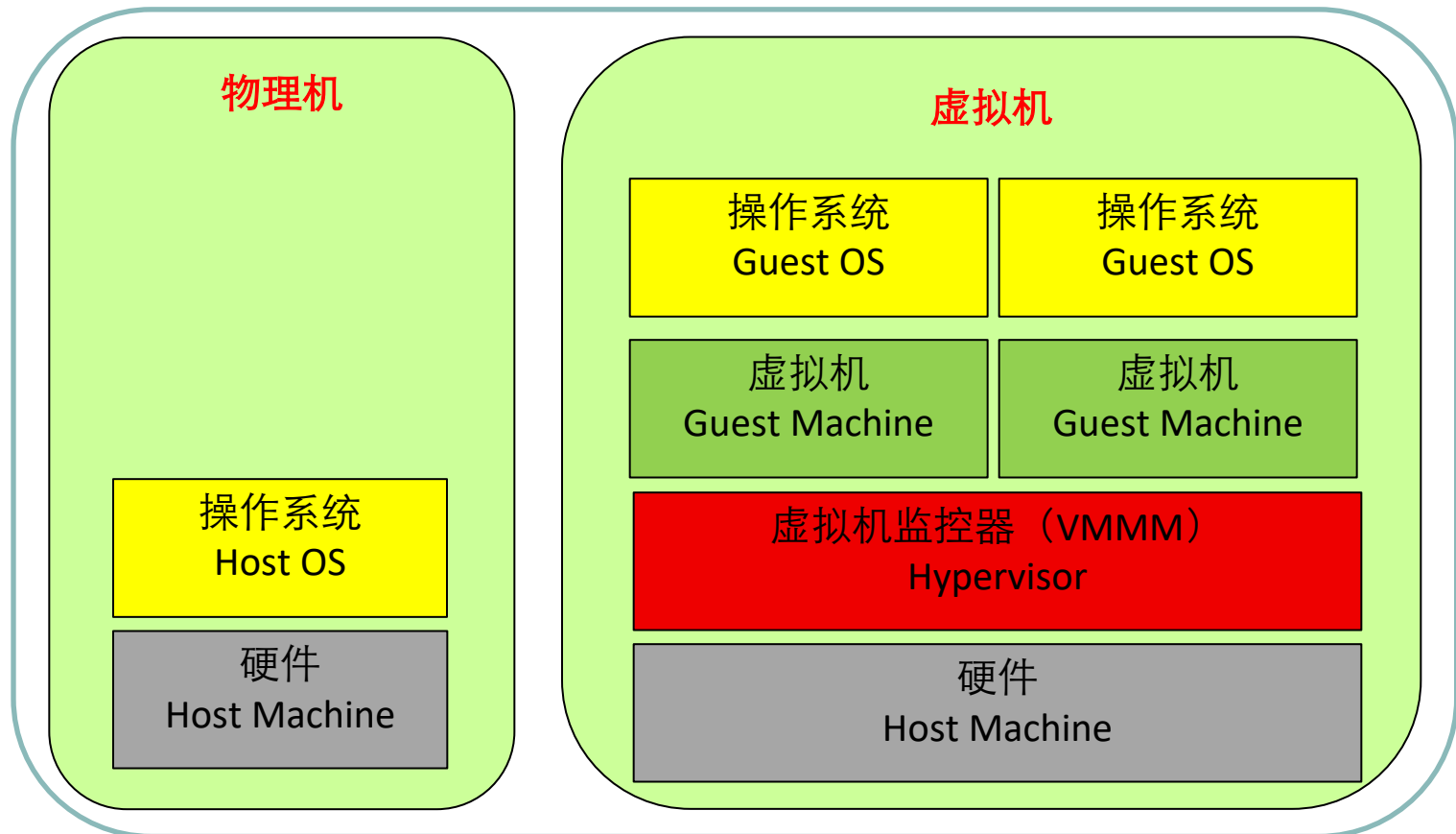
- 资源池化：抽象成共享资源池
- 操作系统与硬件解耦，从资源池中分配资源

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

虚拟化模型

- 虚拟化层称为虚拟机监控器VMM（Virtual Machine Monitor）
- VMM上可安装多个虚拟机，实现资源共享



VMM的特性

- 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
- Popek 和Goldberg提出了VMM的三个特性：

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

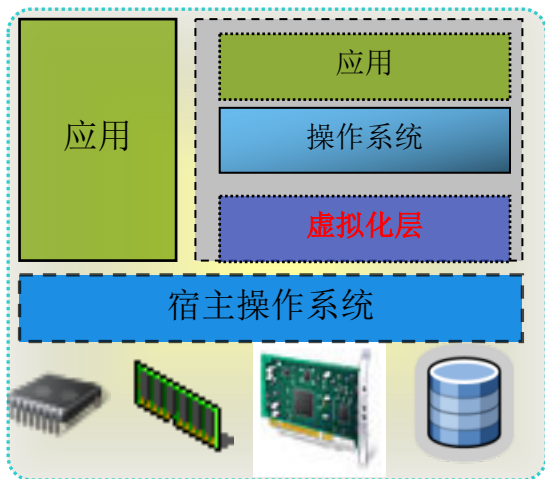
大多数的指令必须直接在真实的处理器上运行，而不需要解释每条指令

3

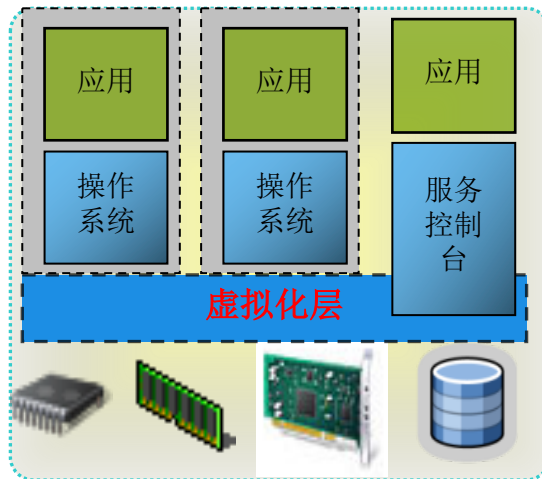
VMM必须完全控制硬件，任何VM不能穿越VMM直接控制硬件

主流虚拟化技术类型

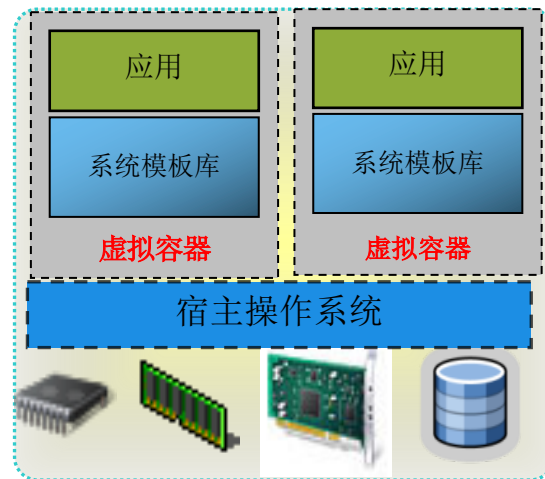
寄居虚拟化



裸金属虚拟化



操作系统虚拟化



	寄居虚拟化	裸金属虚拟化	操作系统虚拟化
优点	<ul style="list-style-type: none"> 简单、易于实现 	<ul style="list-style-type: none"> 虚拟机不依赖于操作系统 支持多种操作系统，多种应用 	<ul style="list-style-type: none"> 简单、易于实现 管理开销非常低
缺点	<ul style="list-style-type: none"> 应用程序依赖于主机操作系统对设备的支持 管理开销大，性能损耗大 	<ul style="list-style-type: none"> 虚拟层内核开发难度大 	<ul style="list-style-type: none"> 隔离性差，多容器共享同一操作系统
厂家	VMware Workstation Virtual PC	VMware ESXServer Citrix XenServer Microsoft Hyper-V	Virtuozzo

按照硬件资源调用模式分类

- **全虚拟化**

虚拟操作系统与底层硬件完全隔离，由中间的Hypervisor层转化虚拟客户操作系统对底层硬件的调用代码，全虚拟化无需更改客户端操作系统，兼容性好

典型代表是VMware WorkStation、早期的ESX Server、Microsoft Virtual Server

- **半虚拟化**

在虚拟客户操作系统中加入特定的虚拟化指令，通过这些指令可以直接通过Hypervisor层调用硬件资源，免除有hypervisor层转换指令的性能开销。半虚拟化的典型代表Xen

- **硬件辅助虚拟化**

在CPU中加入了新的指令集和处理器运行模式，完成虚拟操作系统对硬件资源的直接调用
典型技术是Intel VT、AMD-V

VMware (全虚拟化技术)

- 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。
- 以VMWare为代表的**全虚拟化技术 (Full Virtualization)**
全虚拟化是VMM对真实物理服务器的完整模拟，运行时动态监测，Guest OS感知不到是否运行在虚拟平台上。
- 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（半虚拟化技术）

- 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。

- 以 Xen 为代表的半虚拟化技术（Para Virtualization）

半虚拟化技术由于可以直接访问底层硬件，具有更高的系统性能。

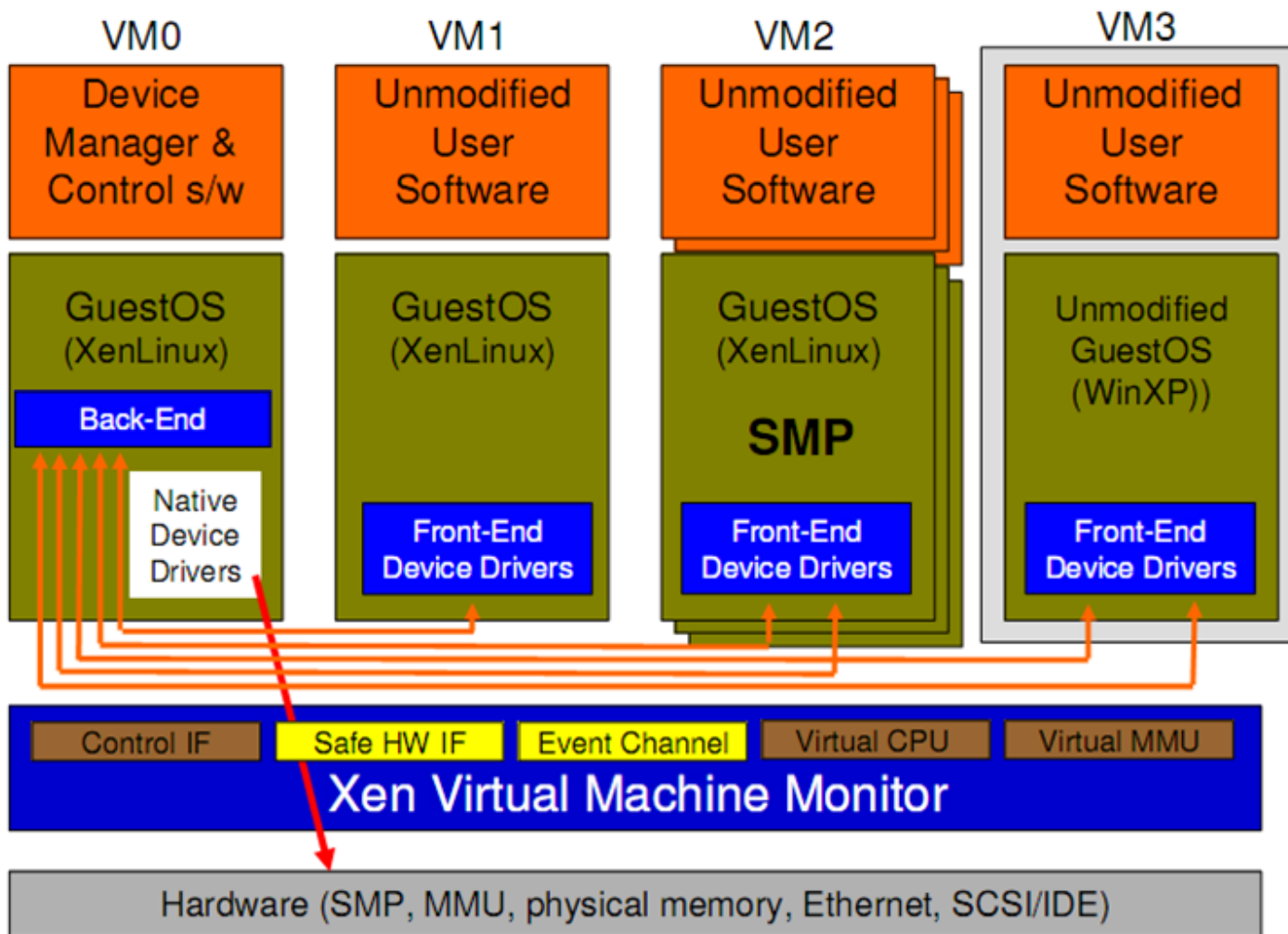
- 优点

- 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

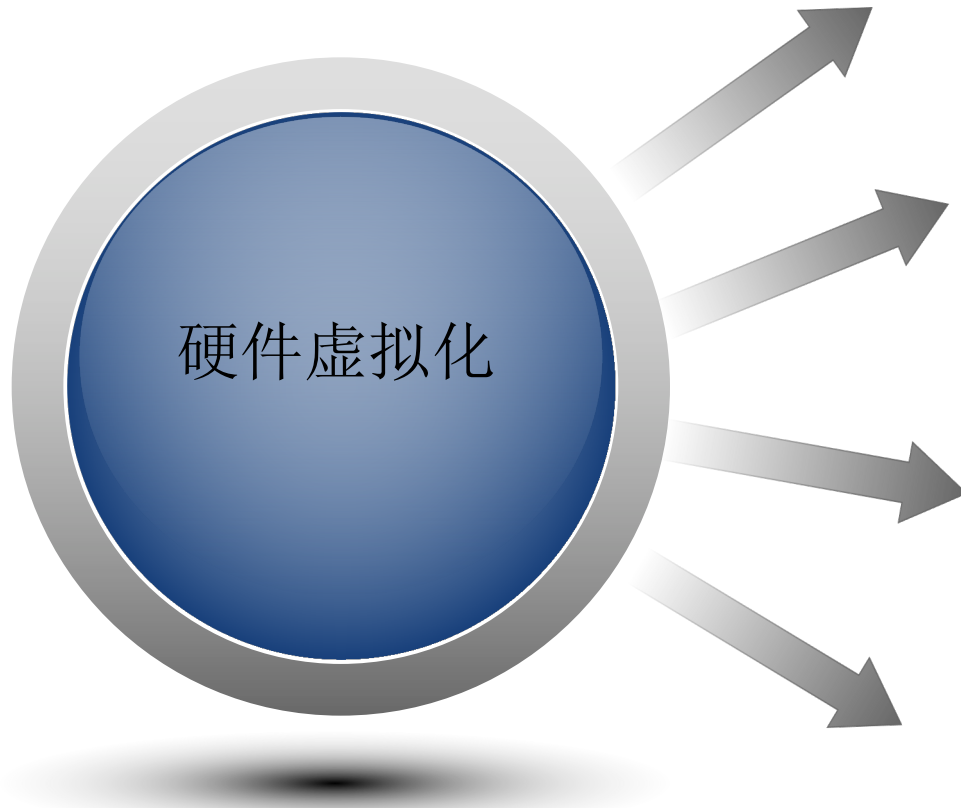
- 缺点

- 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）

Xen体系结构



Intel (硬件虚拟化技术)



处理器辅助虚拟化

VT-x: Virtualization Technology for IA-32

I/O辅助虚拟化

VT-d: Virtualization Technology for Directed I/O

网络辅助虚拟化

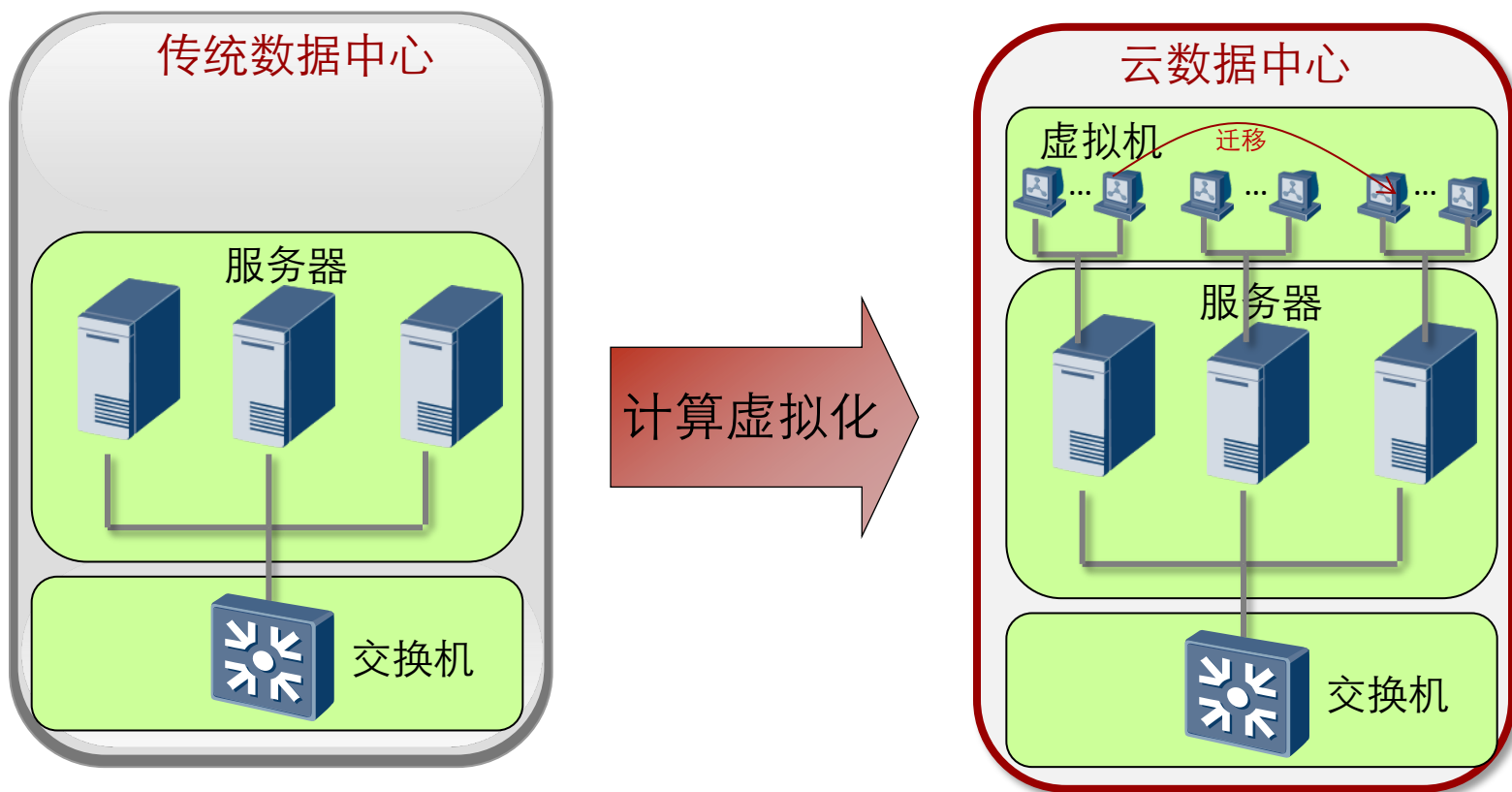
VT-c: Virtualization Technology for Connectivity

可信执行技术

TXT- Trusted Execution Technology

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。



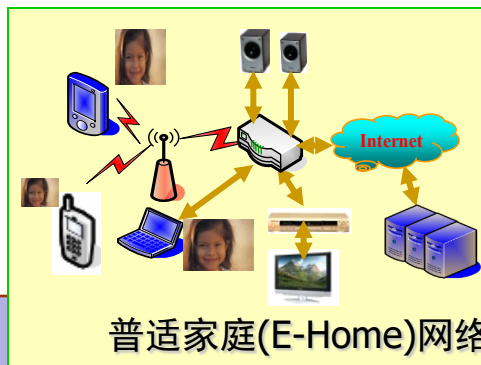
数据中心与虚拟化

- 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”

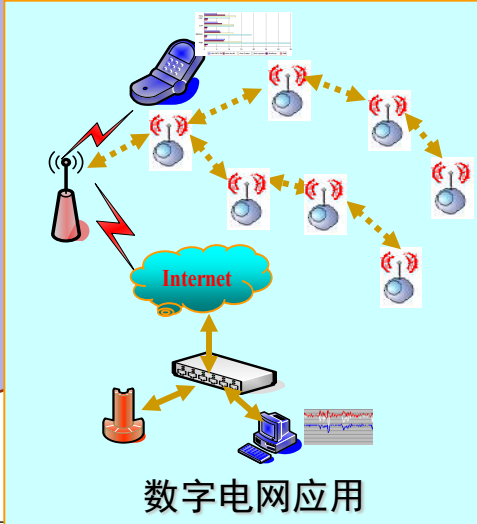
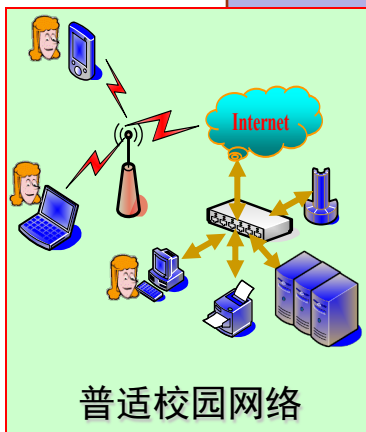
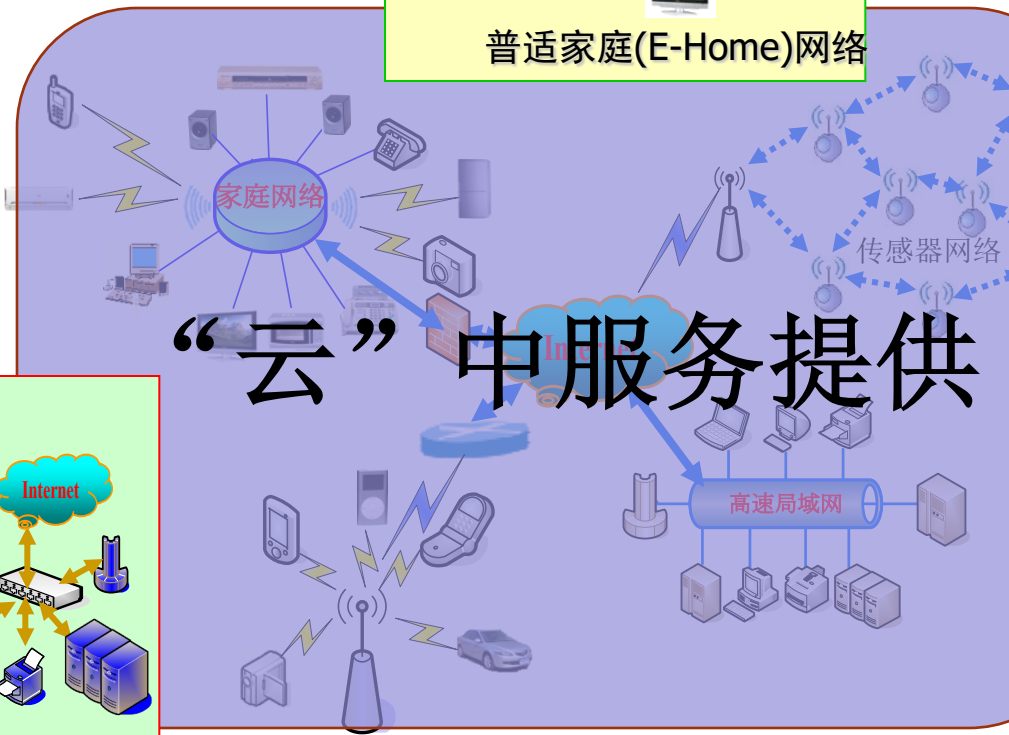
纲要

- 云计算概述
- 云计算的关键技术
- 虚拟化技术
- **云服务技术**
- 云计算未来

普适应用系统

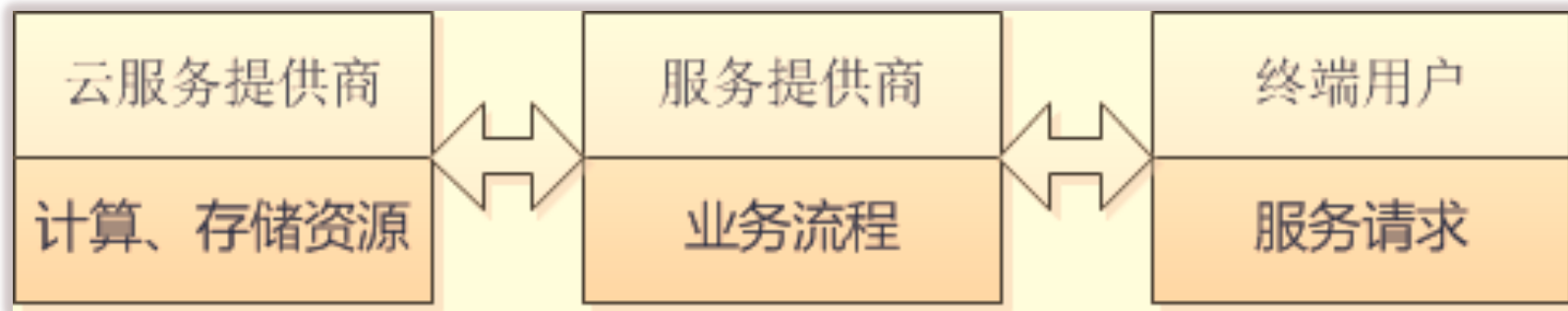


- ❖ 状态监控
- ❖ 告警
- ❖ 故障通知
- ❖



云计算模式下的软件架构

- “按需获取”的强大能力
 - 终端处理 → “云”端提供
 - “小”设备具有“大”功能
- 云端：各类基础服务以及高效的资源管理和调度
- 服务提供者：利用云端资源，关注业务流程
- 终端用户：瘦客户端，有效的安全机制



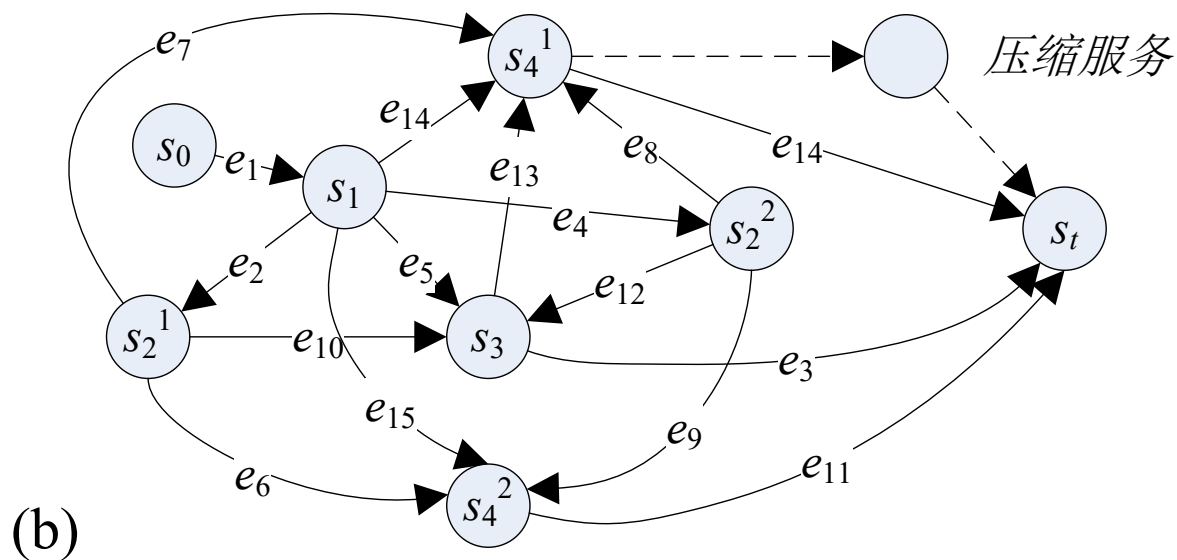
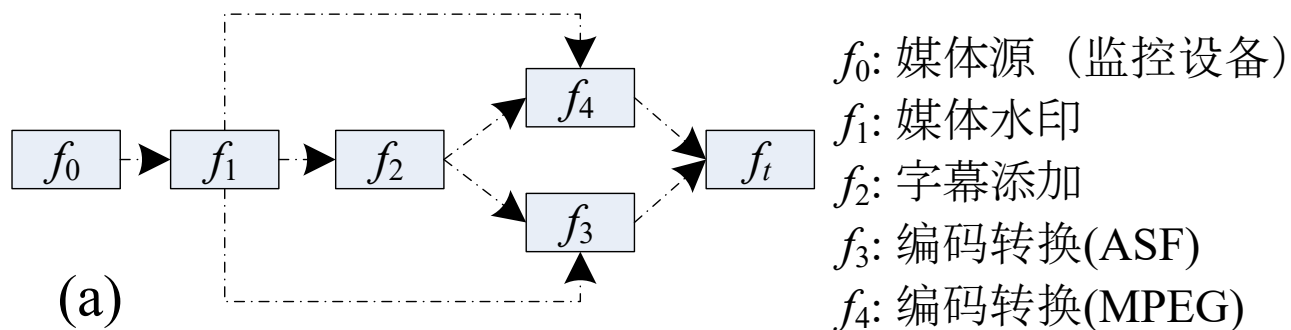
QoS约束的“云”中服务提供技术

- 随时、随地、任何设备接入“云”均获得满意服务



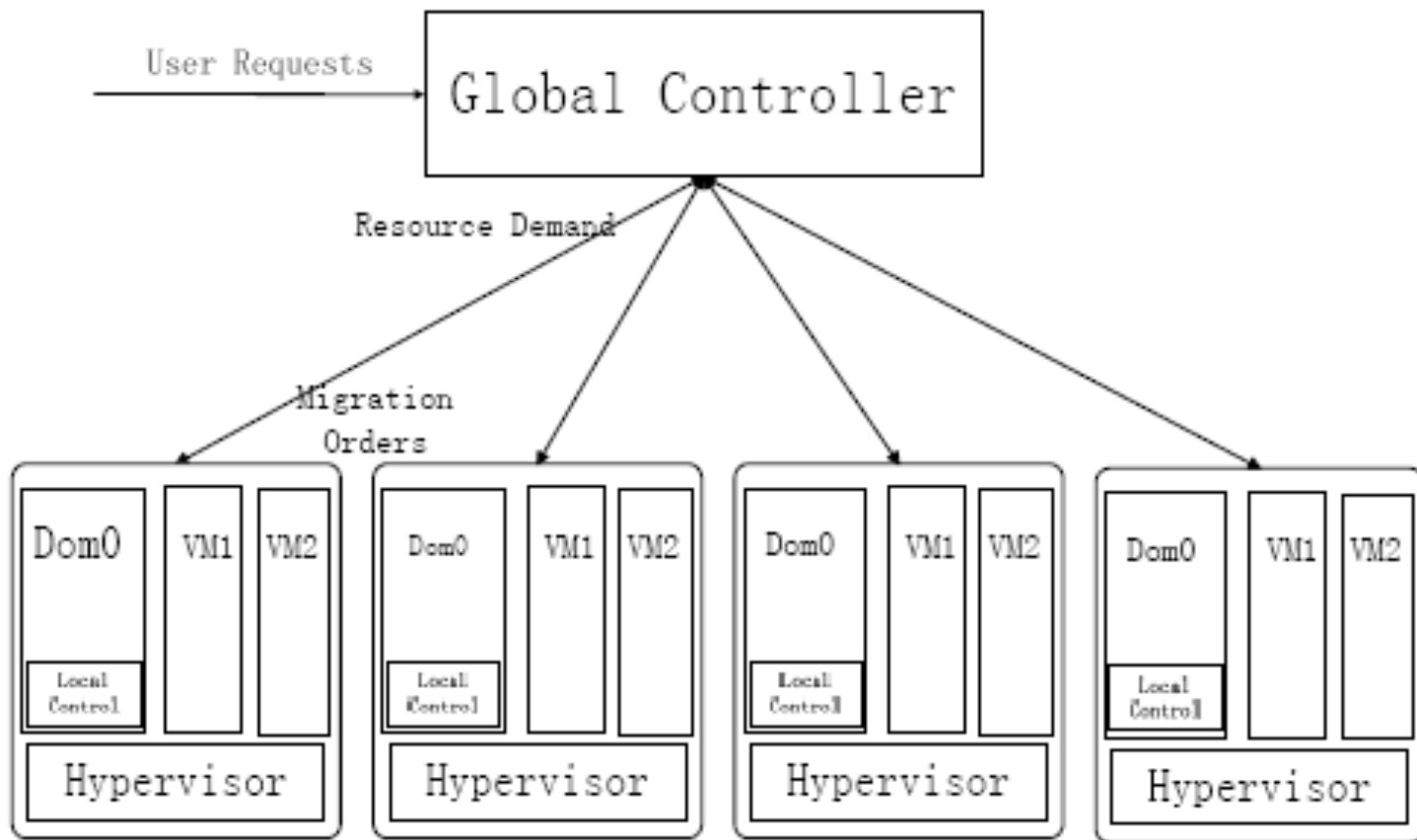
服务协同

- 目标：基于可用服务为用户提供具有QoS保证的服务
- 举例：基于情景感知的多媒体传输



资源调度

- 目标：基于情境信息，通过动态调度资源提供高效服务
- 举例：虚拟机动态整合



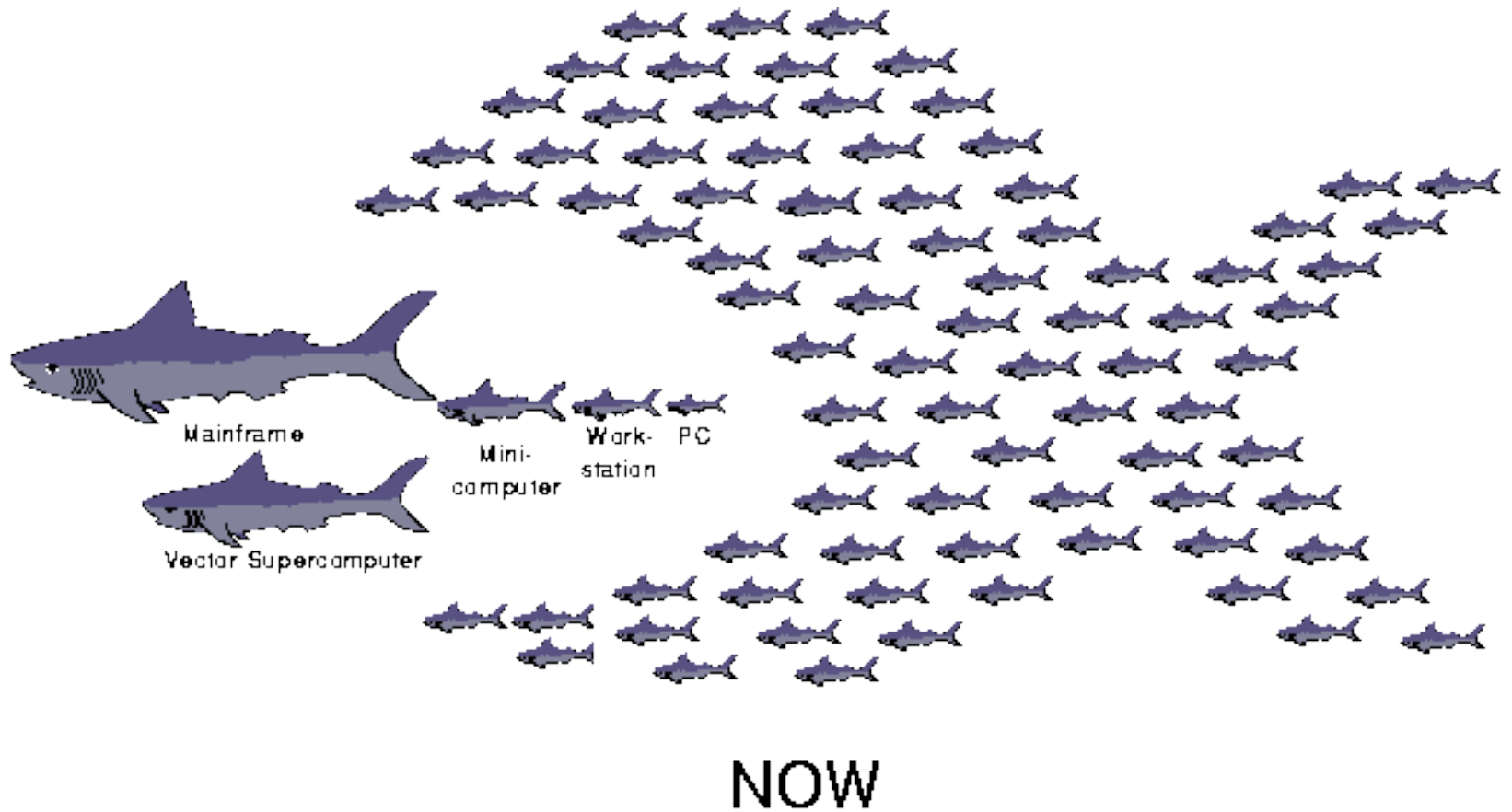
纲要

- 云计算概述
- 云计算的关键技术
- 虚拟化技术
- 云服务技术
- 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）

云计算的未来



谢谢

问题与讨论