



# 云计算在清华大学的实践

- 武永卫
- 清华大学计算机系
- [wuyw@tsinghua.edu.cn](mailto:wuyw@tsinghua.edu.cn)



# 什么是云计算？

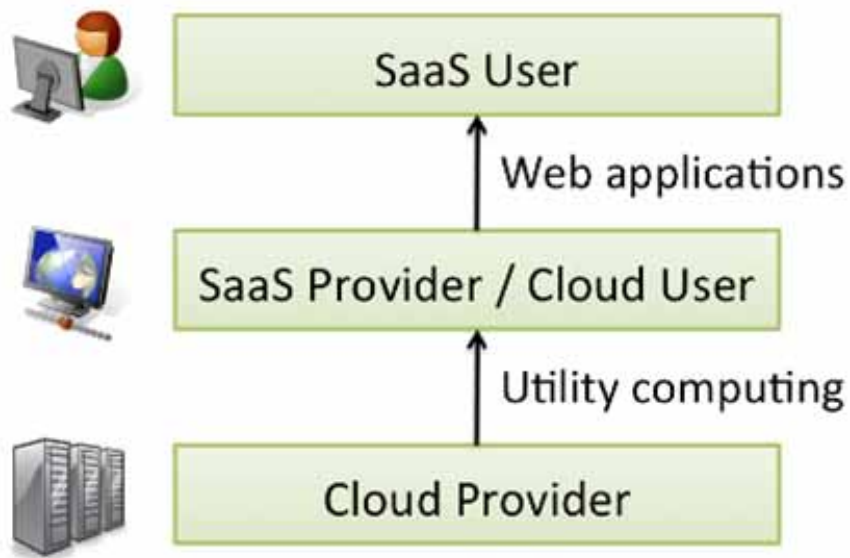
以服务为基础的云计算是互联网时代信息基础设施的重要形态，它以新的业务模式提供高性能、低成本的计算与数据服务，支撑各类信息化应用。

## X as a Service (XaaS)

- 软件即服务
- 平台即服务
- 基础设施即服务
- 硬件即服务

## 访问方式

- 轻量级专用客户端
- 浏览器
- 手机等



云计算与云用户  
( A Berkeley View of Cloud)



# 云计算的进一步理解

- 云计算是将计算资源、存储资源等放在网上，在网上建立一个具有更加广泛含义的计算平台。它能够为人们提供动态资源池、虚拟化和高可用性的下一代计算平台。
- 与其说云计算是一项新技术，倒不如说它是一项在业务模式方面的创新，随时按需提供用户各种所需；
- 云计算是一种共享IT基础架构的方法，可以将巨大的系统池连接起来提供非同凡响的IT服务；
- 云计算强调专用性，即云彩的多样性！



# 云计算及其应用相关的科学研究

马里兰大学  
Park分校：在  
云平台上作生  
物信息等数据  
密集型计算



加州大学圣地亚  
哥分校：数据存  
储异步性、异构  
性、多点失效

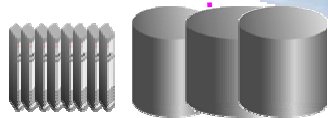


弗吉尼亚理工大  
学：致力于绿色  
数据中心和云存  
储

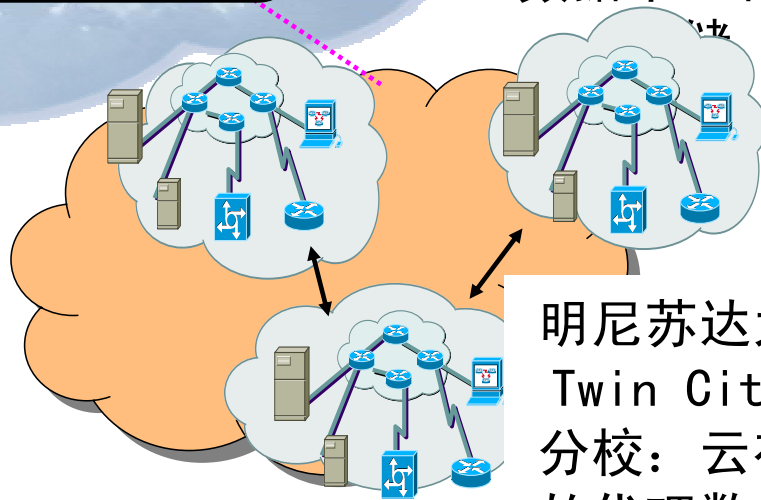
全球16个国家的35个实  
验室，2.5万技术人员研  
发数据中心相关技术



卡内基梅隆大  
学：在云平台上  
提供开源工具



威斯康星大学麦  
迪逊分校：数据  
中心中Flash—磁  
盘混合存储管理



明尼苏达大学  
Twin Cities  
分校：云存储  
的代理数据中  
心



# 物联网

- **Network of Things:** 能够标示任何物件的相关信息，信息能够进行共享和处理
- 接入多样化，无所不在化（**Sensor**等）
- 数据的异构性（**RFID**标签等海量小数据，视频图像等少量大数据）
- 物联网需要云平台的处理能力和存储能力支持



# 网格与云计算

- 共同点：
  - 通过资源的共享与协同，为用户提供容易获得的网络服务；
  - 强调虚拟化，同属于分布式共享和处理的概念；
- 不同点：
  - 网格强调提供一个无所不能的超级计算机
  - 云计算强调提供各种专用服务
  
  - 网格从高性能计算角度提出
  - 云计算从商业运行模式角度提出
  
  - 网格可以作为提供云计算服务的基础设施



# 云计算与数据中心

- 云计算极有可能成为未来流行的计算模式

- Amazon: EC2 and S3

- Google: App Engine



- Microsoft: Azure

Windows Azure Platform

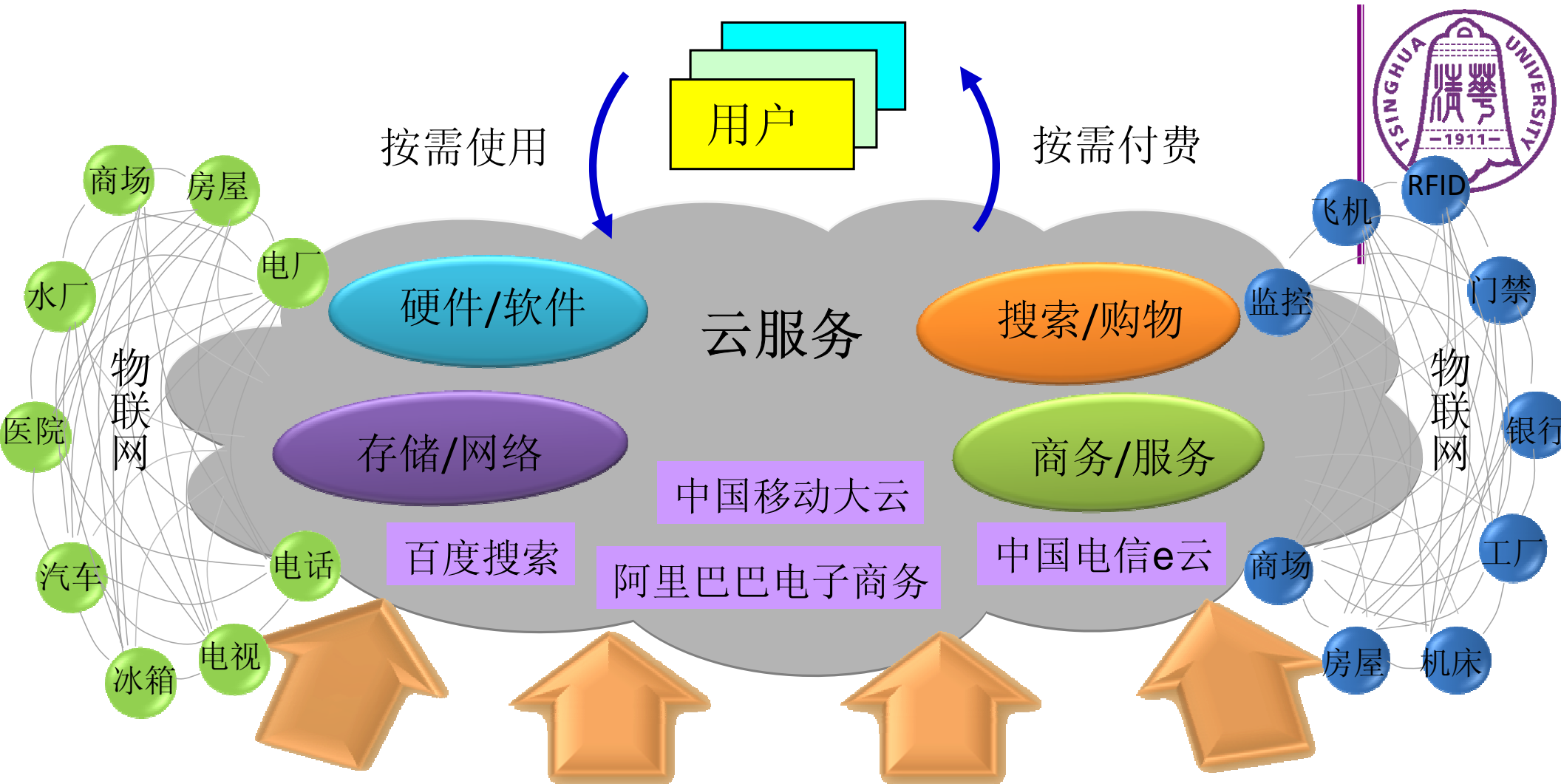
- 数据中心是云计算的物理载体

- 适应以数据为中心的计算

- 大型数据中心成为主流：公用和私有

- 提供数据处理、存储和高性能计算机的一体化网络服务





数据中心

网络

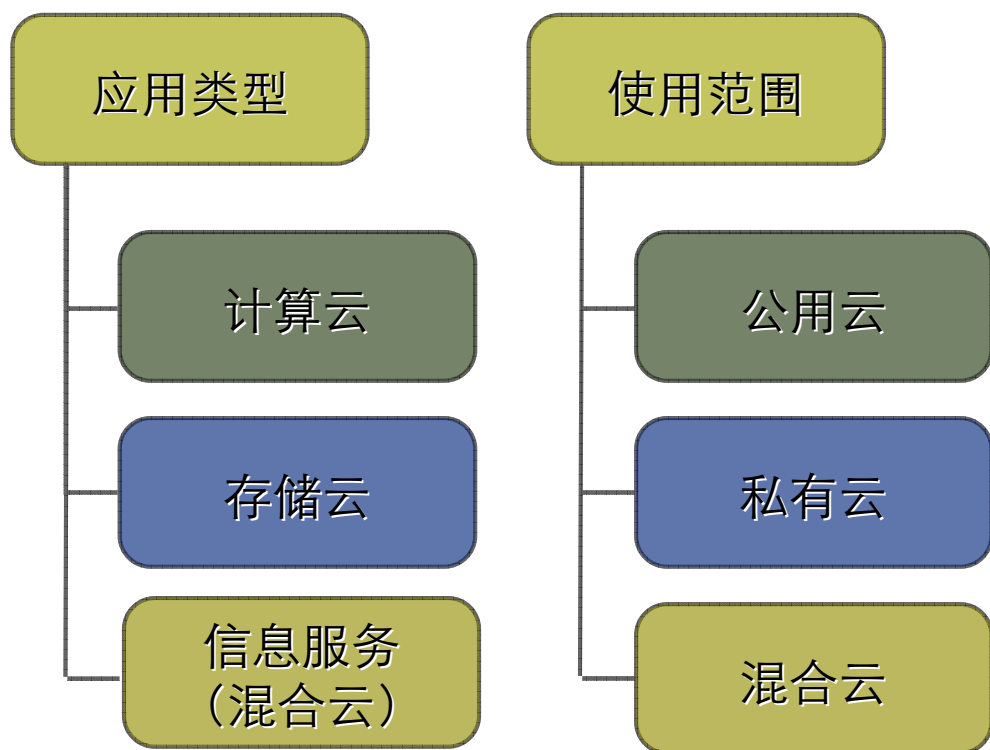
高性能计算机

数据中心





# 云的分类



## 1. 公用云

1. 提供通用操作
2. 任意用户可以使用
3. 用户不可信

## 2. 私有云

1. 提供专用操作
2. 企业内部用户可以使用
3. 用户可信

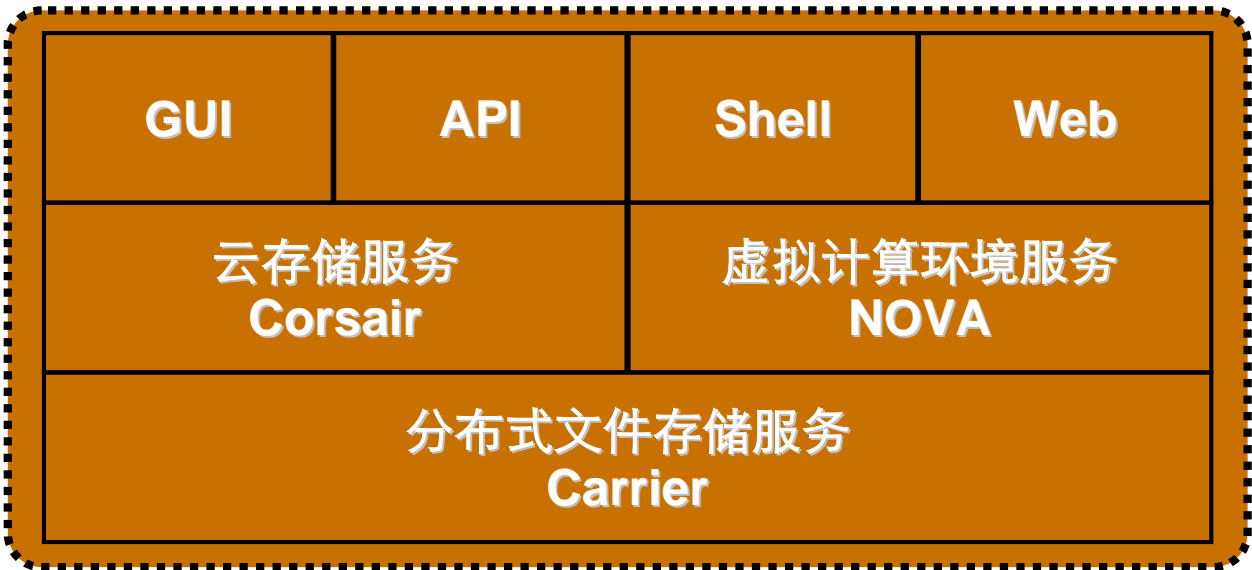
## 3. 混合云

1. 基于公用云提供私有云服务

# 清华云计算平台



应用层



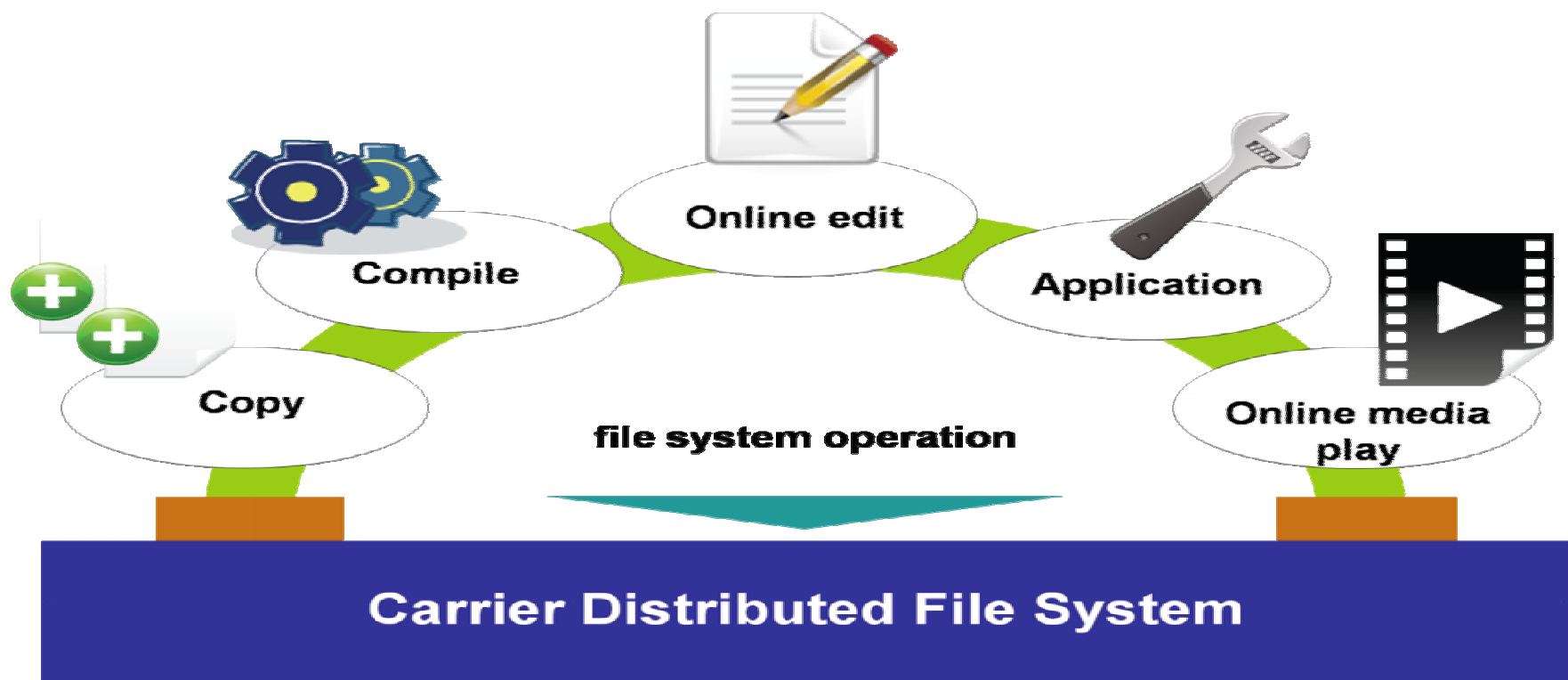
中间件层



资源层

# 分布式文件系统: Carrier

- 核心: 云计算和云存储的底层支持系统
- 提供高性能、高可靠和易存取的数据访问服务





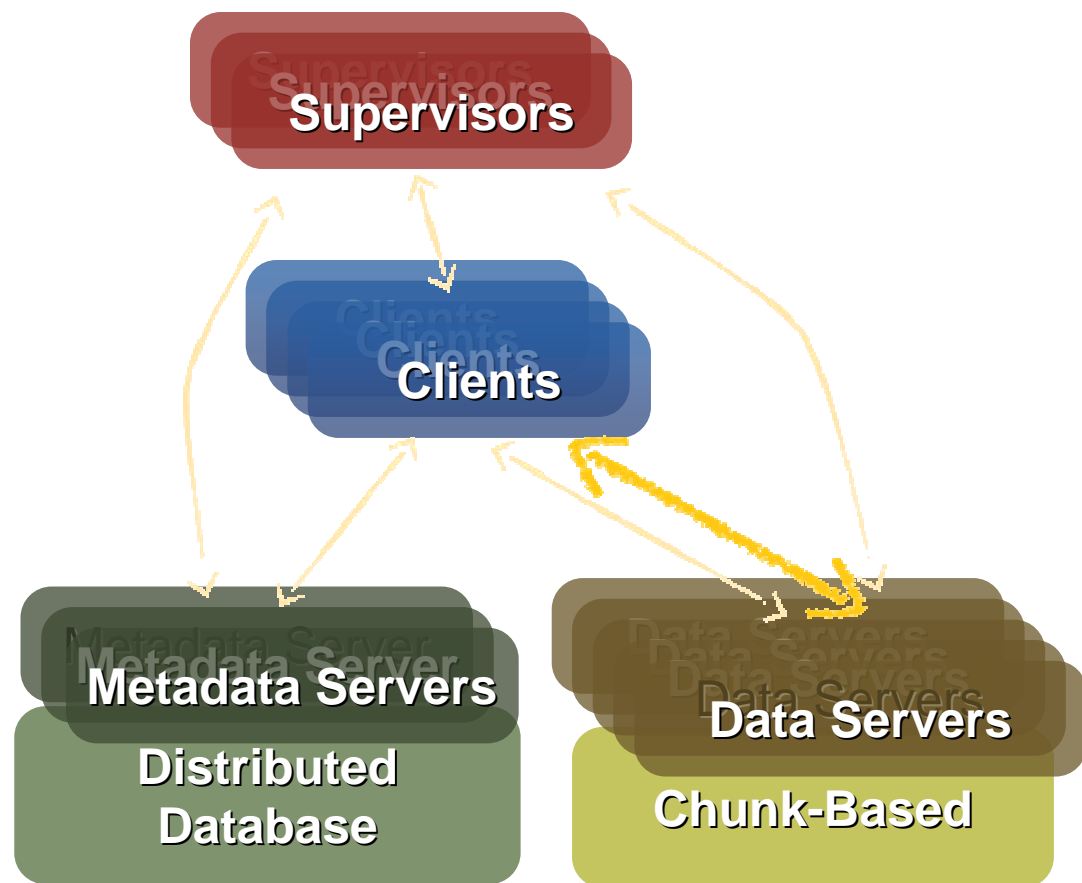
# 分布式文件系统Carrier架构

## 松耦合的体系结构

1. 多个元数据服务器  
Metadata Server
2. 多个数据存储服务器  
DataServer
3. 多个Supervisor负责  
系统监控与故障恢  
复、副本管理、垃圾  
回收等事务

特色：支持多样化的文件负载、高可扩展、容错、高并发

接口：Fuse、Shell、API



# 云存储服务 Corsair

实现文件数据的存储和共享，提供本地资源和网络资源的统一文件管理视图



为社区用户提供  
共享存储服务

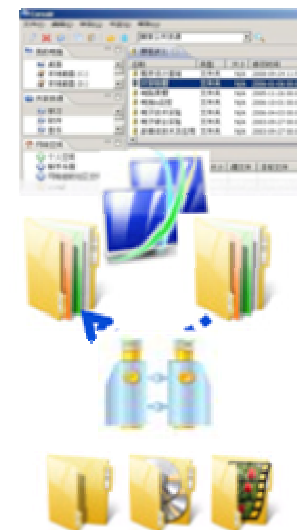


为个人用户提供  
共享存储服务



为全部用户提供  
共享存储服务

<b>统一视图</b>	集成本地资源和网络资源的统一文件管理视图
<b>数据传输</b>	并行文件传输、断点续传、三方传输、流量控制
<b>资源检索</b>	提供对Corsair存储空间的资源搜索功能



# Corsair Interface



Corsair

文件(E) 编辑(E) 转到(G) 书签(B) 用户(U) 帮助(H)

搜索公共资源

我的电脑

- 桌面
- A:\
- 本地磁盘 (C:)
- D:\
- 'vboxsvr' 上的 sharedir (Z:)
- 下载

共享资源

- 学习
- 软件
- 音乐
- 电影
- 电视
- 游戏
- 动漫
- 其他
- 上传目录

网络空间

- 个人空间
- 新手乐园
- 网格组的社区空间
- 水流云的图书馆

1. 课程讲义 本地磁盘 (C:)

名称	类型	大小	修改时间
上级目录			
ComputerVision	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
discrete-time signal processing_zhx2004spring	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
JAVA程序设计	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
操作系统	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
程序设计基础	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
大学物理	文件夹	N/A	2008-12-22 21:57:00
电路原理	文件夹	N/A	2008-12-22 21:56:00
电拖&运控	文件夹	N/A	2008-12-22 21:54:00
电子技术实验	文件夹	N/A	2008-12-22 21:54:00
电子综合实验	文件夹	N/A	2008-12-22 21:54:00
多媒体技术及应用	文件夹	N/A	2008-12-22 21:57:00
复变函数引论讲义及试题	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
工程硕士英语	文件夹	N/A	2008-12-22 21:57:00
workflow 技术基础	文件夹	N/A	2008-12-22 21:56:00
过程辨识_萧德云	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
过程控制_王京春	文件夹	N/A	2008-12-22 21:57:00
计算机控制_邓丽曼	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
计算机图形学	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
计算机网络技术	文件夹	N/A	2008-12-22 21:54:00
计算机网络与应用	文件夹	N/A	2008-12-22 21:56:00
计算机原理与应用	文件夹	N/A	2008-12-22 21:57:00
检测原理	文件夹	N/A	2008-12-22 21:56:00
讲座	文件夹	N/A	2008-12-22 21:55:00
经济数学	文件夹	N/A	2008-12-22 21:54:00

任务

进度	任务	速度	大小	源文件	目标文件

2010-12-09

# Corsair的传输性能



为观测Corsair系统性能，开发组希望调查：目前你使用Corsair的平均下载速度是多少？

[5MB/s , 10MB/s]

**259** 35.3% 

>10MB/s

**204** 27.8% 

[3MB/s , 5MB/s]

**78** 10.6% 

[1MB/s , 3MB/s]

**72** 9.8% 

<500KB/s

**70** 9.5% 

[500KB/s , 1MB/s]

**51** 6.9% 

投票数 : 734

第一票 : 2009-02-27 16:50

最后一票 : 2009-10-07 22:45



# Corsair 的特色

- 快速共享
  - 简单的申请操作和审批就可以拥有100 GB的社区空间
- 移动U盘
  - 简单的申请操作就可以拥有2GB的个人空间
- “硬盘扩容”
  - 每个用户都可以拥有70TB的网络共享资源
- 用户响应速度和数据传输速度快（清华校内5MBps）
- 简单易用（客户端操作类似Linux Gnome下的资源管理器）
- 开源
- 完整的API接口

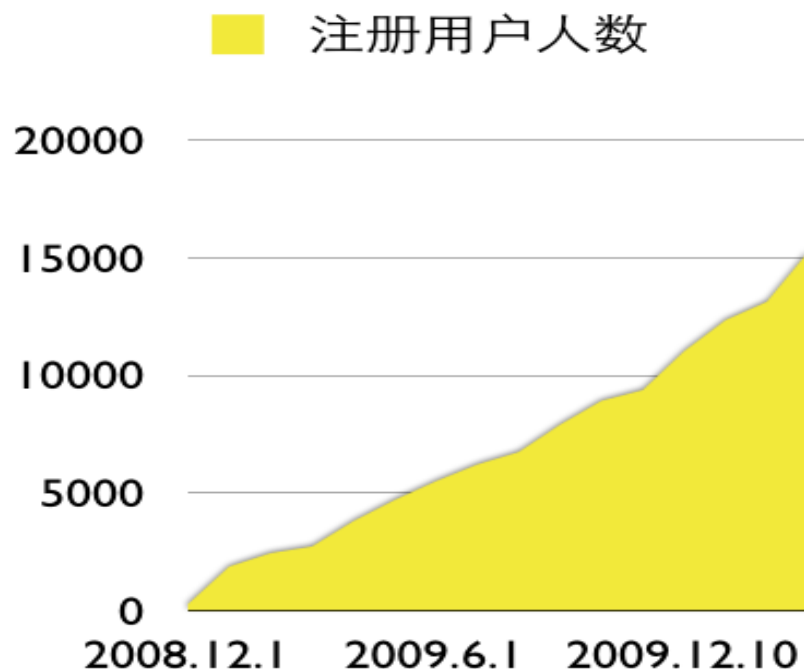




# Corsair在清华校内的实际部署及使用情况

- 部署情况：**100TBytes**的总存储空间
  - 4个数据中心
  - 出口带宽**1.2Gbps**（1个千兆口，2个百兆口）
- 使用情况：2008年12月1日正式发布至2010年6月17日止

下载次数	<b>18740</b>
注册用户	<b>15228</b>
注册社区	<b>402</b>
数据总量	<b>60TB</b>
日流量	<b>1.1TB per day</b>
使用频率（人次/日）	<b>3100per day</b>



# 典型社区



清华大学学生爱心公益协会	爱天下，暖人心！	35	2008-10-28 18:42:18
清华大学团委社团部	清华大学团委社团部的空间	15	2008-10-10 10:33:39
中华武术	普及中华武术，弘扬传统文化——清华大学学生武术协会，欢迎大家常来交流！	28	2008-10-28 13:25:31
清华大学学生健美协会	清华大学学生健美协会，同时也作为新水木www.newsmtth.net中Fitnessworld健美舞台版面的版友交流之用，欢迎大家积极上...	143	2008-10-29 13:42:00
清华吉他协会	清华大学学生吉他协会	119	2008-10-29 14:34:59
清华大学学生中原发展研究会	清华大学学生中原发展研究会是一个在清华大学校团委注册的正式学生组织，成立于2006年12月23日，宗旨是“研究◆ ...	18	2008-10-31 13:11:08
清华大学学生求是学会	读书、实践、争鸣、战斗！清华大学学生求是学会（1992-）学会坚持无产阶级的立场，本着实事求是的态 ...	102	2008-10-31 13:32:26
清华大学学生三农问题学习研究会	清华大学学生三农学会	40	2008-10-31 14:04:21

清华爱乐社	清华大学古典爱乐社的公共空间，为社员提供古典音乐资料交流平台。申请加入者需提供真实姓名，以便管理员审 ...	29	2010-03-22 22:35:26
酒井流行音乐社区	面向9#er的Pop Music分享平台，有9#BBS pop music版负责维护与管理，欢迎各位积极参与贡献^_^	12	2010-03-22 22:35:34
清华大学教育研究院	清华大学教育研究院研团、研会、党支部及其他学生活动所有资料共享平台	15	2010-03-23 22:47:56

# iStreaming



**The splash screen and the default view of the video files**

**Video files can also be browsed by year and month**



**Playing a video on an HTC G2(Magic) mobile phone**



**Control panel of the players  
Play, Pause, FF, FB, Locate**

# iCamera



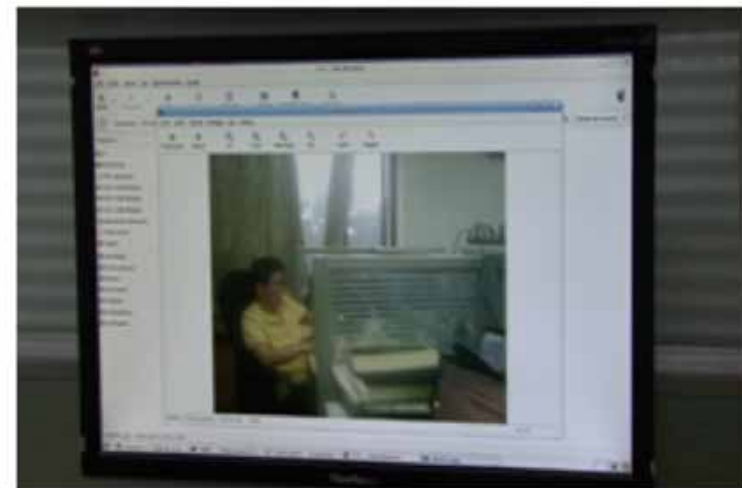
**Take a photo with the local camera of G2**



**Upload the photo just taken to the cloud**



**View all the photos stored in the cloud on a mobile phone**



**View the photo just uploaded on a PC**

# iFriend



**Native contacts list**



**Backup contacts info to the cloud**



**The starting UI of iFriend**



**Change status**



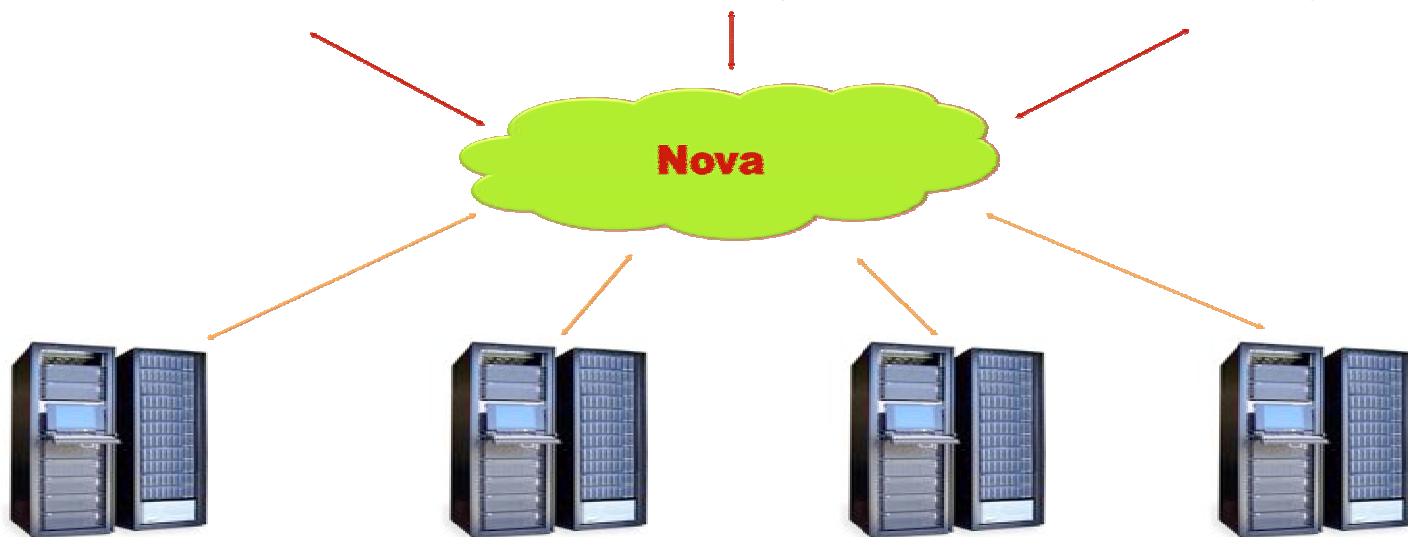
**Reply to a friend**



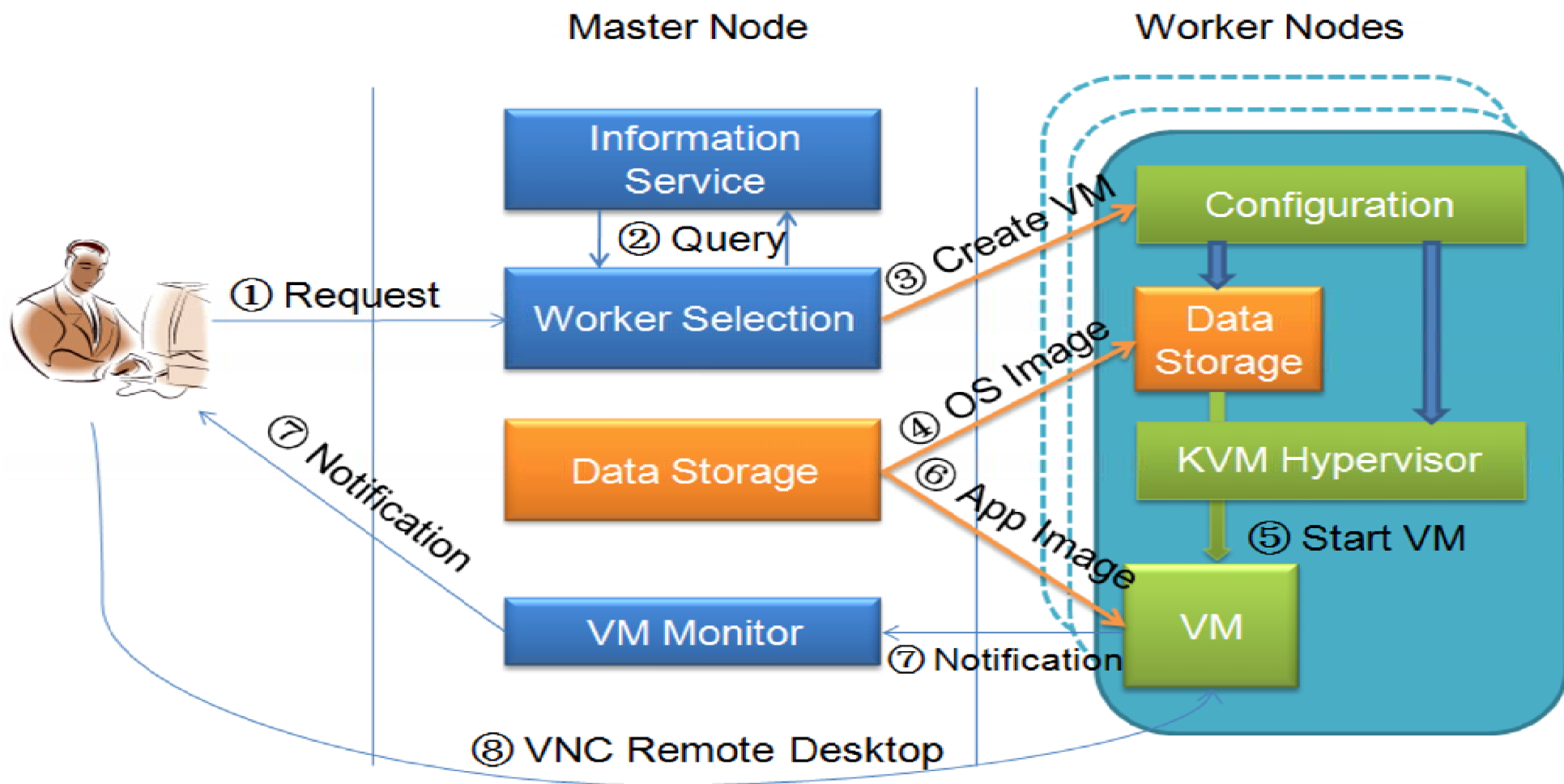
**A friend's page**

# 云计算服务NOVA

- 为用户提供各种按需定制的云计算计算设施
- 1. 通过浏览器使用
- 2. 不改变用户使用习惯
- 3. 一键式定制使用

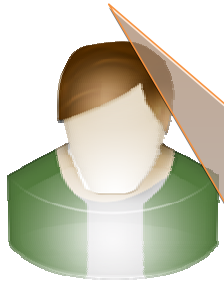


# NOVA系统流程





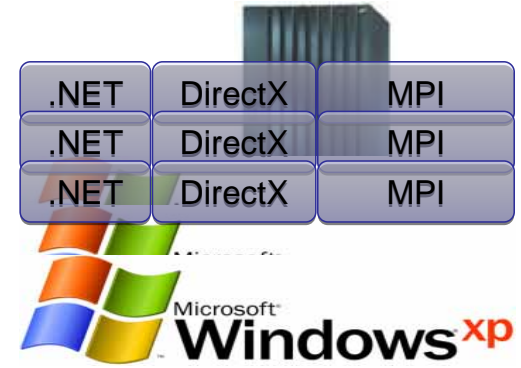
# 虚拟化



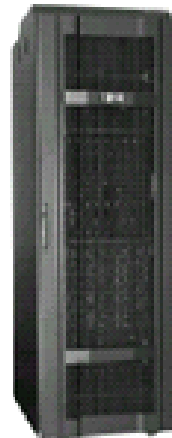
Windows  
DirectX  
MPI



VMM



VMM



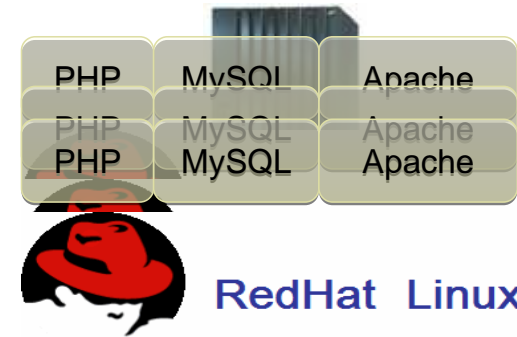
VMM



# 虚拟化



Redhat Linux  
MySQL  
Apache

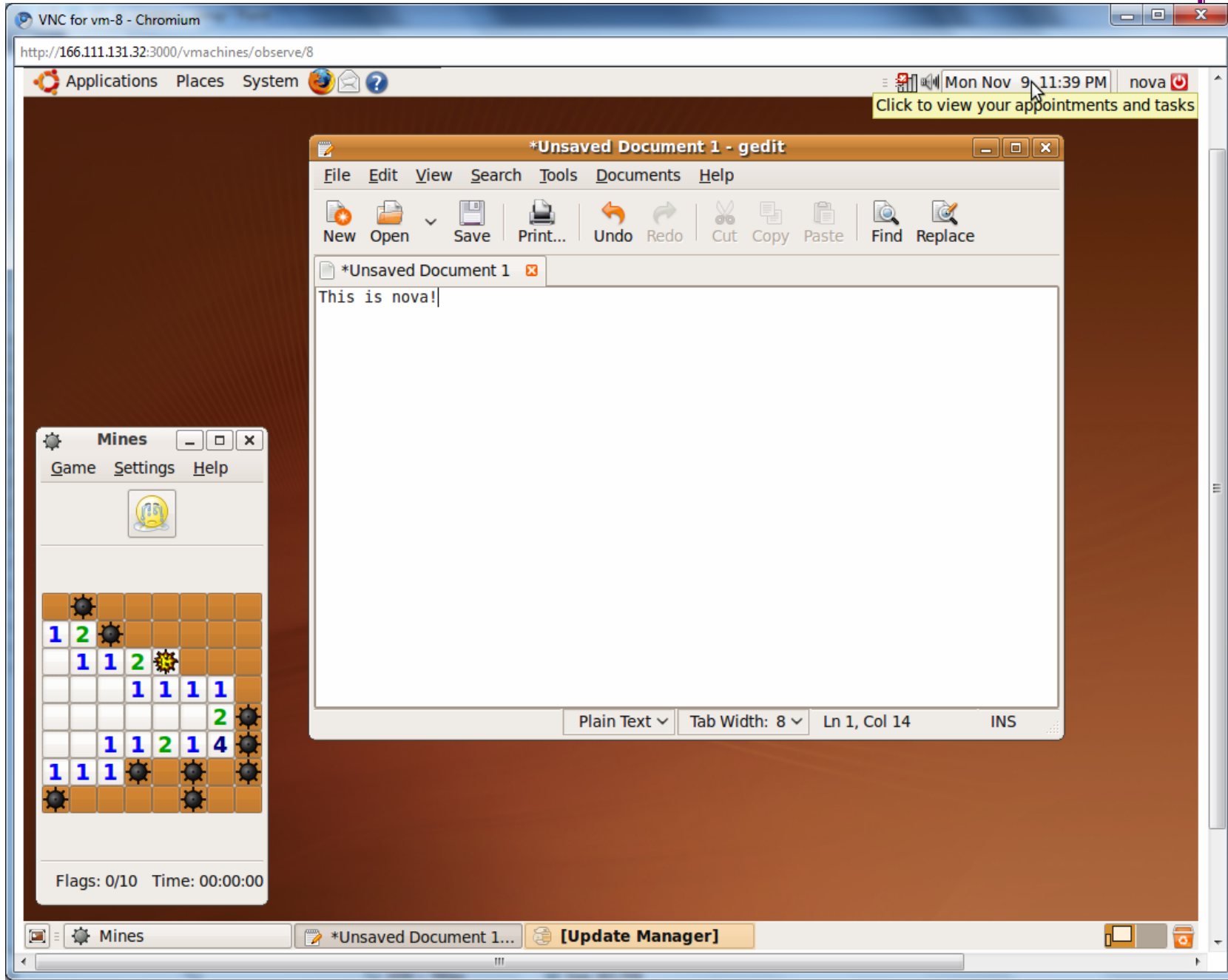


# NOVA特点:



- ❖ 无需安装和配置过程
  - ❖ 用户通过浏览器即可使用
- ❖ 高效性
  - ❖ 软件通过虚拟化方式和操作系统绑定，定制/按需安装
- ❖ 计算和存储集成
  - ❖ 用户的计算环境部署之后，用户在云存储里的存储空间会自动挂载到用户的系统当中，用户的输入和输出永远都在用户自己的云空间里面，随时随地各种方式访问和实用个人数据

# 使用：Linux





# 课程

课程1: 虚拟化技术

课程2: 海量数据处理



# 暑期课程概述

- 清华大学计算机系在本科生大三结束之后的暑假，为了提高学生的实践能力，特别设置专业实践暑期课程。
- 专业实践提供了学生设计和实现比较大的系统的机会，实践老师将进行实际训练的指导，使得学生能够尽快入门。
- 专业实践需要应用到比较复杂的软件与硬件技术，用以解决特定的问题，而不是单项知识点的教学。



# 云计算课程

- 2007年开始开设课程，部分教材和资料由谷歌google提供，是全球第二个开展相关课程的学校
- 相关资料可在网上查询获得  
<http://code.google.com/edu/parallel/index.html>
- 5个星期的专业实践课，全部时间用于做实验与项目，没有其它课程
- 课程组织包括5次讲课，3个实验以及一个大项目
- 先修课程为：网络原理，操作系统，以及Java 编程语言



# 教学目标

- 对云计算的一些基本概念进行介绍，讨论在进行分布式系统设计中会涉及到的实际问题。
- 针对真正的分布式系统的例子，例如google的分布式系统展开详细地讨论，使得学生能够获得初步的分布式系统的设计概念。
- 另外，在课程设计中，会有很强的实践环节，学生将会通过对真正的分布式系统进行编程获得实践经验。



# 课程内容与实验

	描述
课程 1	网络与分布式系统简介
课程 2	Map/Reduce的理论的实现
课程 3	分布式文件系统与Google文件系统
课程 4	分布式图算法与PageRank
课程 5	MapReduce在聚类中的应用
实验0	Hadoop 环境的配置
实验1	简单的倒排表实验
实验2	PageRank实验
实验3	MapReduce在聚类上的实验





# Lab 0: Hadoop 环境的配置

- Hadoop简介
  - HDFS, MapReduce
  - NameNode, DataNode, JobTracker, TaskTracker,
- 基本的HDFS文件系统的操作
  - Ls, copyFromLocal, 运行例子程序
- 分析例子程序源代码MapReduce WordCount in Java
  - 源程序的编写, 编译与执行
- 学生手动运行例子程序LineIndexer



# Lab 1:简单的倒排表实验

- 倒排表是搜索引擎的基础，在做实验之前对搜索引擎做必要介绍
- Step 1: 噪音词的识别
- Step2: 在Shakespeare Corpus (5.4M) 数据集上计算并且获得倒排表
- Step3: 建议的扩展实验
  - 数据清理
  - 在倒排索引上完成查询程序
  - 完整的倒排索引
  - 其它的相关实验

# Lab 2: 在Wikipedia数据集上完成PageRank



- Wikipedia的数据是直接从网上下载的英文原文的wikipedia的数据
- 总的的数据容量为10G
- 各个网页之间有链接互相联系，分析链接可计算PageRank
- 学生需要完成下面三个步骤：
  - graphBuilder: 从下载的数据中建立有向图
  - pageRankIterator: 通过MapReduce迭代进行PageRank的计算，获得每一个页面的PageRank值
  - pageRankViewer: 显示最终结果

# Lab3: 在Netflix数据上的K-means与Canopy算法的设计与实现



- 数据集容量为**2G**，是Netflix网站上所提供的数据，为电影的标识以及用户对电影的评价。
- 实验的目标是使用聚类算法，通过给定的记录数据，找出**400**个左右的相关电影的集合。
- 聚类算法为**K-Means**算法加上**Canopy Clustering**算法



# 最后的大项目

- 学生可以自由选择所需要完成的大项目，并且可以按照**2~3**个人作为一个小组，锻炼团队能力、
  - 项目必须体现出是分布式系统相关的
  - 项目建议基于**hadoop**的集群进行构建
- 项目的工作强度为全时**2.5~3** 周时间
- 大项目类别的举例：垂直搜索引擎, **N**单元的模拟，机器学习



# 实验环境的设置

- 小型的20个节点的集群，每个节点双路四核cpu，150GSATA硬盘两个，4GB内存，通过1G以太网网络进行连接
- 在大约15个学生之间进行共享
- 使用最新版本的Hadoop进行实验和编程环境配置



# 学生的大项目作业情况概述

- 学生自由选择项目的课题，必须与分布式系统相关，建议使用hadoop集群系统完成运算
- 学生的选题主要集中在以下三个方面
  - 垂直搜索引擎
  - N-Body系统的模拟，离散事件模拟
  - 机器学习



# 学生报告中的反馈

- We deeply appreciate Google and the group of HPC for providing such a great opportunity to learn Mass Data Computing techniques. Many thanks to the instructor Kang Chen and the TA Yubing Yin, for their warm-hearted guide and help.
- We have experienced a good class these days. The projects are all good, but the time seems to be a little short to finish all the work.
- Many thanks to our teacher Mr. Chen and TA Yubing. This five weeks is a nice experience for me and I've never taken a course in all the 3 years that makes me so enthusiastic for it.





# 教学效果与评价

- 学生的实验情况：
  - 网络应用程序构建，物理系统的模拟，机器学习算法的并行化。
  - “学习到很多平时课堂上学不到的知识” 同学的课后总结。
- **Google**公司参与最后的评定，很多大实验项目被认为具有研究生的水平。



# 课程对于全国高校的影响

- 举办了有关此课程的全国著名高校研讨班，
- 第一期：北京大学，上海交通大学，浙江大学，华中科技大学，北京科技大学
- 第二期：北京邮电大学，北京交通大学，北京信息科技大学，北京大学，上海交通大学，复旦大学，同济大学，中山大学，华南理工大学，南京大学，东南大学，西安交通大学，中国科学技术大学，电子科技大学，兰州大学，烟台大学，大连理工大学，四川大学，天津大学，辽宁师范大学

**Thanks!**  
**Q&A**

