



# Big Data Movement

## 大数据运动

智能系统实验室

清华大学基础工业训练中心

# 提纲

- 大数据时代
- 大数据系统

# 宏观+ 微观

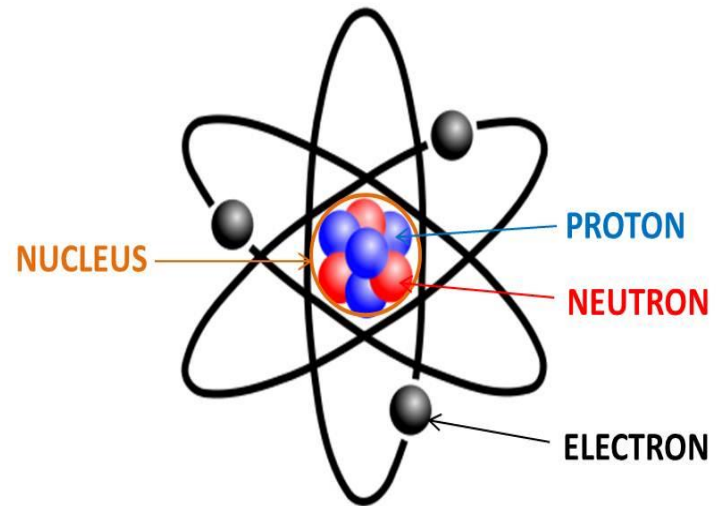


从大处着手，各类事件，以及之间的联系

Take in big picture, flavor of issues, how pieces fit

关注细节，微观场景

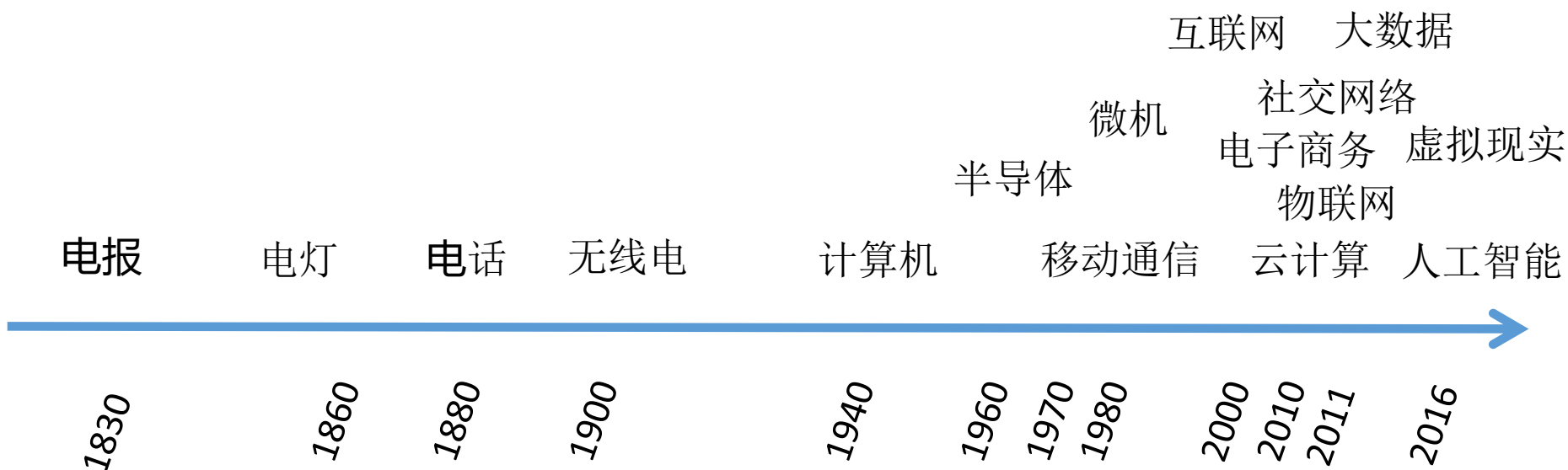
Focus on detailed, micro-examples



# 数据管理

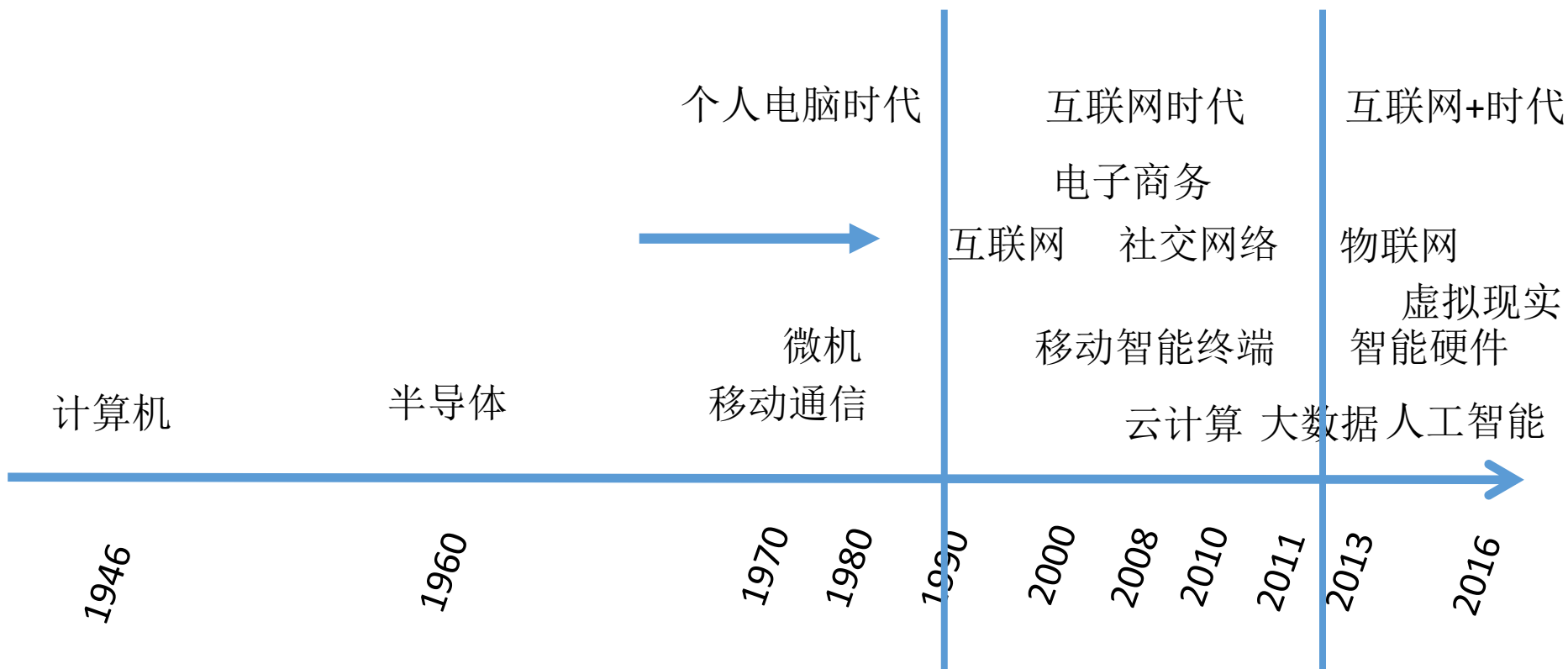
- 数据管理系统（Data Management System）
  - 互联网应用的重要组件
  - 数据分析与可视化提升生产效率
  - 各行各业的数据管理
- 决策支持系统（Decision Support System）
  - 用数据说话，比主观臆断好
- 计算机系统设计领域一个重要的研究热点

# 信息科技发展（回顾）



信息技术是指电子、计算机与网络的相关技术，涉及信息的存储，传输与处理的内容。

# 近三十年发展（回顾）



1985年1月，凯文·凯利(Kevin Kelly)出版了《全球评论》(Whole Earth Review)杂志，它是斯图尔特·布兰德的《全球概览》的后续刊物，它把虚拟现实、互联网和人工智能介绍给硅谷的黑客和大众。

# 数据爆炸

- 思科（Cisco）2017年发布的《Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016-2021》中对移动数据流量做了预测，预计在2021年，全球每月的移动数据流量将达到49EB艾字节 (exabyte)（1EB =  $2^{60}$ 字节）。
- 预计到2020年全球数据总量将达到40泽字节 (ZettaByte)，相当于4万亿GB，数据量为2011年的22倍，人均数据量达到5.2TB。



# 智能硬件普及带来的数据洪流

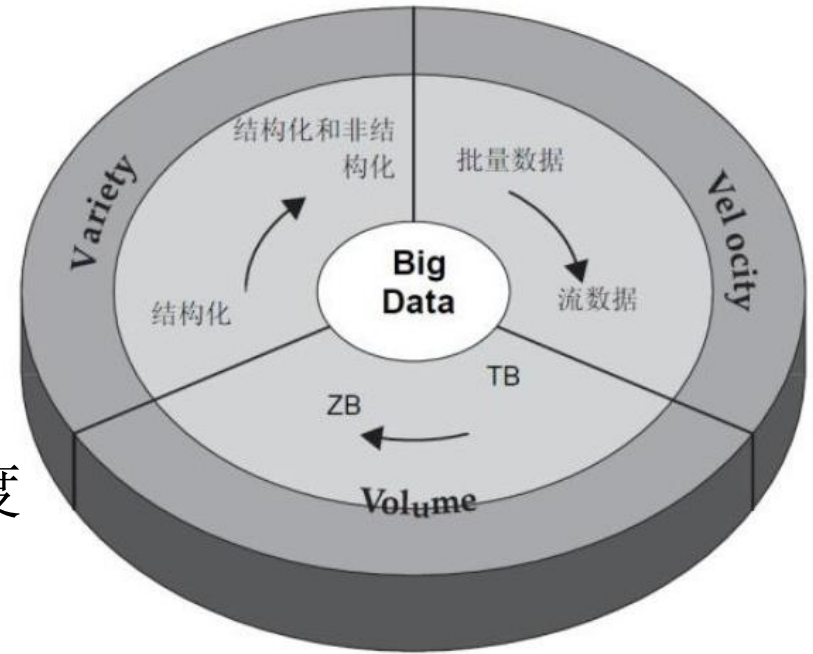
- 移动设备
  - Android/iOS
- 可穿戴式设备
  - 小米手环
  - Apple Watch
  - Android Wear
- 嵌入式设备
  - Raspberry Pi 2 /Arduino





# 大数据时代（Big Data）

- 大数据特征4V
  - 数据的大小Volume
  - 数据的类别Variety
  - 数据的速度Velocity
  - 数据的价值Value
- 数据量大、多样性、产生速度快，蕴含价值大。



- 大数据的出现对数据存储、数据处理及数据挖掘提出了新的挑战，同时正深刻影响着人类的生活、工作及思维。
- 如何有效利用大数据解决科学、能源、医疗、商业、政务等领域的问题，已成为当前产业界的热点。
- 机器学习与人工智能成为有效解决大数据应用的方向

# 互联网企业的大数据战略

- 阿里大数据，依靠海量的用户信息，提供各种增值服务
  - <http://data.aliyun.com>
- 腾讯大数据平台，基于开源平台用户统一管理
  - <http://data.qq.com>
- 百度大数据+战略，与云计算绑定在一起，强调大数据储存与处理能力
  - <http://di.baidu.com/>
- 从互联网服务公司演变为大数据+服务公司
- 传统企业演变为数据驱动型企业

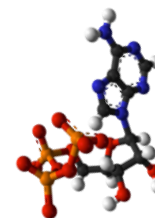
# 大数据运动

- 2014年3月“**大数据**”首次写入《政府工作报告》以来，李克强总理提出的“大数据是新时代的钻石矿”，政府要在其中发挥作用，促进数据开发，打破信息孤岛。
- 2012年3月，美国奥巴马政府宣布“大数据的研究和发展计划。”期望提高从大型复杂的数字数据提取知识和观点的能力，抢占大数据的科研制高点，加强国家安全。
- 2017年3月14日，“**人工智能**”在今年全国两会期间第一次出现在总理的《政府工作报告》。

# 大数据系统发展

SQL DB → NoSQL → NewSQL

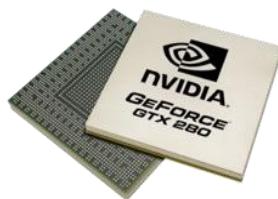
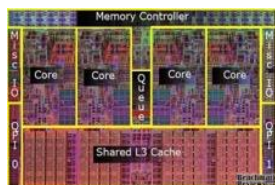
# 大数据的技术背景



## 大数据问题

- 计算与存储成本越来越低，每家企业都积累了大数据
- 企业都希望能从运营的大数据中发现一些洞察，改进服务
- 大数据分析的挑战？(吃得下，消化得了！)

## 计算机硬件技术进展



# 大数据系统

- 数据系统（Data System）发展
- 传统数据库（Database）
- NoSQL运动（2000-）
- NewSQL运动（2008-）
- 云计算支持的分布式数据库系统

# 大数据系统

- 大数据系统设计的基本思路
  - 单台机器能力有限，需要多机系统；
  - 数据要分布在不同机器上，之间需要网络通信；（扩展性）
  - 单台机器容易出现故障，系统要能容错；（可靠性）
  - 用户程序在多台机器上运行，编程要简单。（易用性）
- 大数据系统
  - Hadoop 大数据存储与处理技术
  - Spark 大数据处理平台
  - GreenPlum MPP 分布式数据库



# 传统数据库Database

- 关系型数据库RDBMS
- 关系数据模型和关系代数的坚实数学基础
- 成熟的查询语言SQL
- 严格的事务管理（TxNs）特性（ACID）
- 需要专门的DBA人员维护
- 软件成本相对较高

埃德加·弗兰克·科德（Edgar Frank Codd），为关系型数据库理论做出了奠基性的贡献。他在IBM工作期间，首创了关系模型理论。他于1981年获得图灵奖。

**ACID** stands for  
**Atomicity**  
**Consistency**  
**Isolation**  
**Durability**



# 传统数据库系统

- 单机或主机系统软件，需要昂贵的硬件成本
- 关系型数据库市场是相对垄断的：
- 甲骨文（Oracle）(1977)，IBM DB2/Informix、SAP HANA (1972) \ Sybase(1984)，微软SQL server(1988)
- 开源版本：MySQL/PostgreSQL
- 云服务（ Database as Service ） /云数据库（云数据库（Relational Database Service，简称RDS））
- 如Azure云/谷歌GCP/阿里云

# “NoSQL”运动

- 在2000年左右，主要由互联网公司（亚马逊、谷歌等）架构开发的一组数据库
- 针对数亿级的互联网络用户
- 解决问题 scale-out（水平扩展）而非 scale-up（垂直扩展）
- 具有灵活的模式（schemas）
- 谷歌公司是NoSQL运动的主要技术推动者

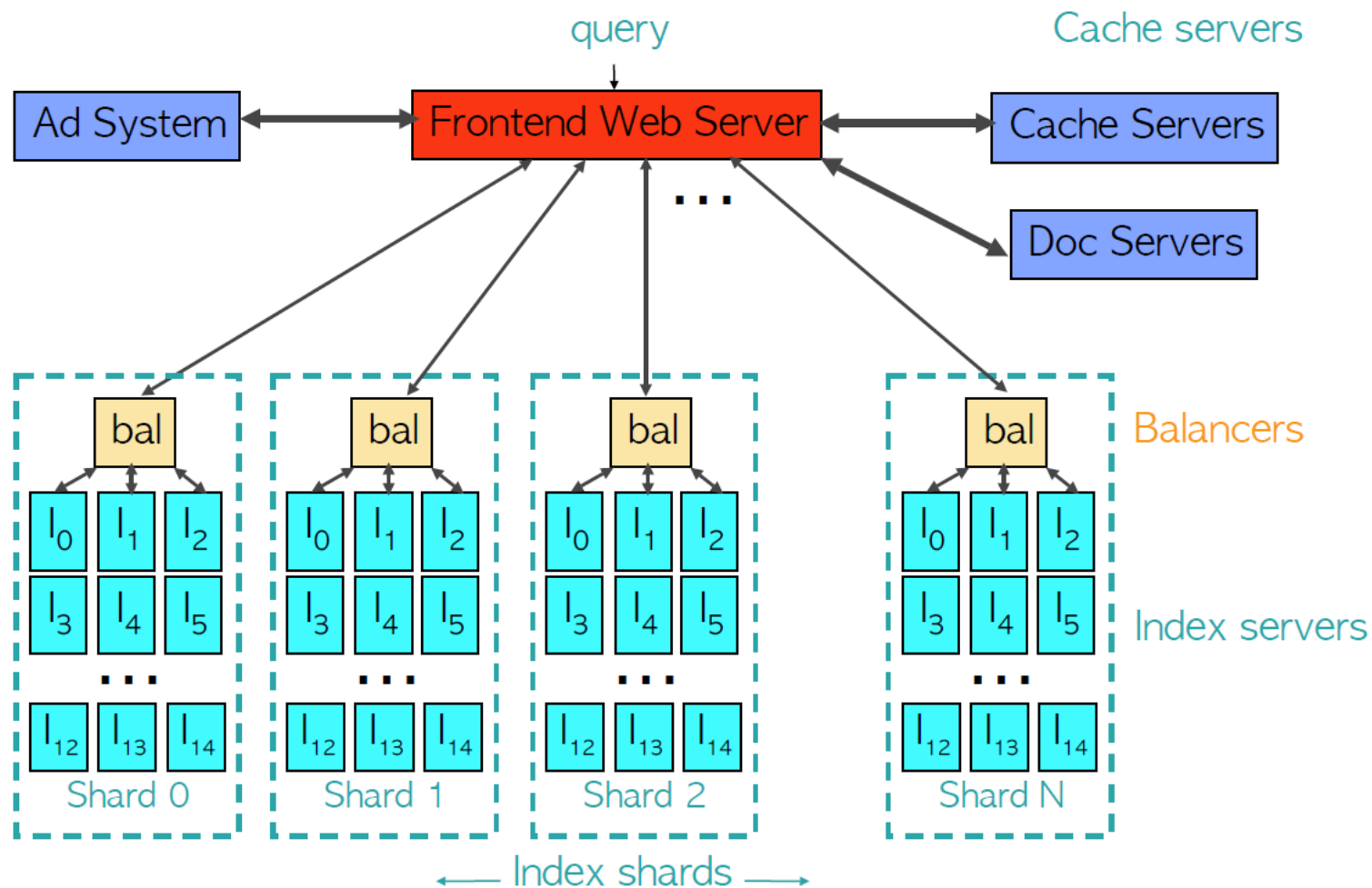
# “NoSQL”运动

- 亚马逊的Amazon's Dynamo（发电机）出现最早，现在称为DynamoDB（开源版本Riak）
- 开源程序：
  - MongoDB/CouchDB, 文文档性数据库
  - Cassandra, 键值数据库
  - Redis, 数据结构服务器
  - Hbase, 列型数据库
  - Neo4j, 图数据库
- 分布式、并行化

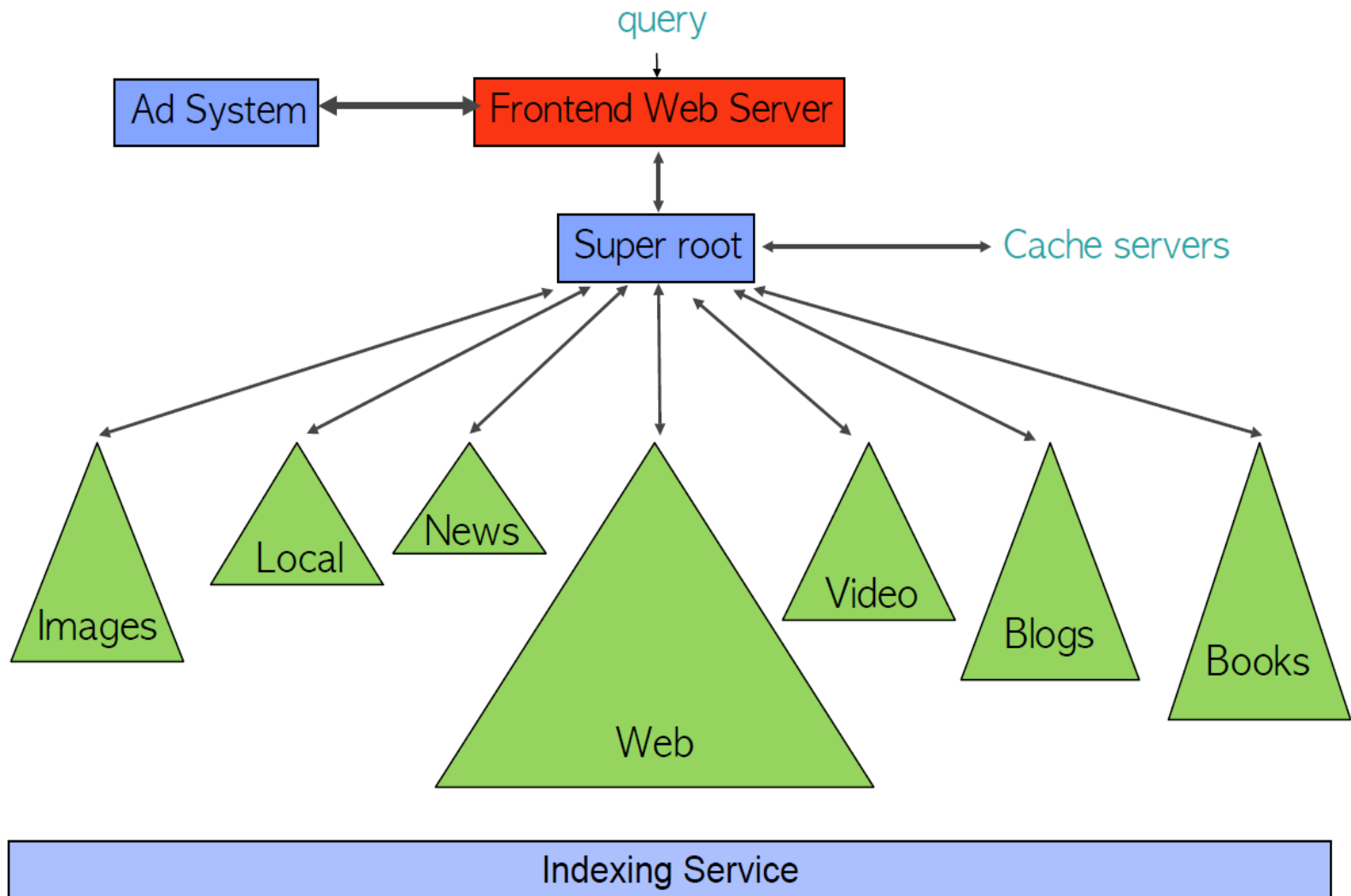
# NoSQL与数据库

- 两个学派的不同
  - 系统研究派与数据库研究派
- 相同
  - 数据管理：相同
- 不同
  - 是否遵循关系型数据库理论
  - 是否严格一致性
  - 是否通用性
- 应用驱动的分布式系统
  - 分布式存储、分布式索引
  - 最典型应用：搜索引擎

# Google搜索引擎



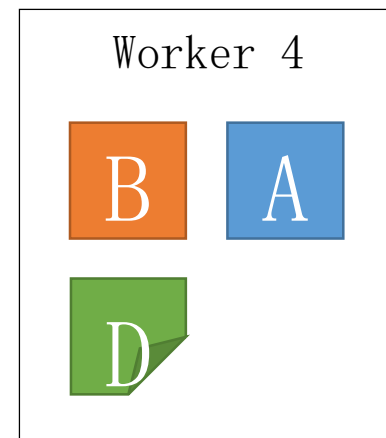
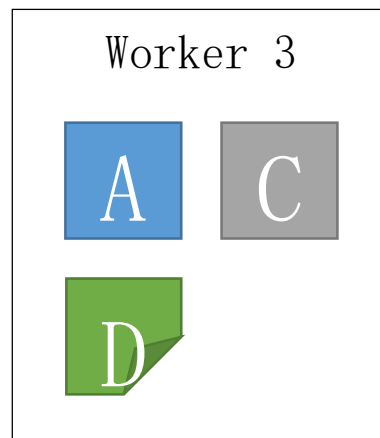
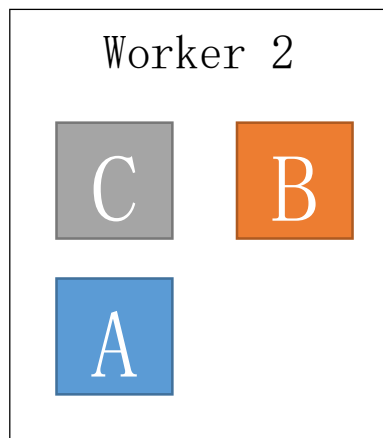
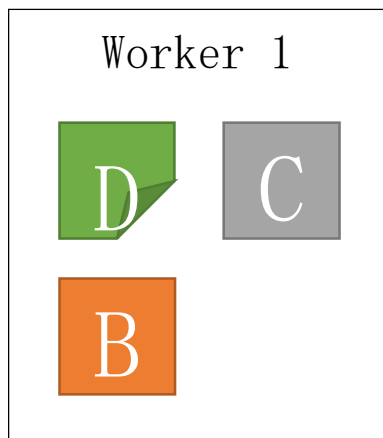
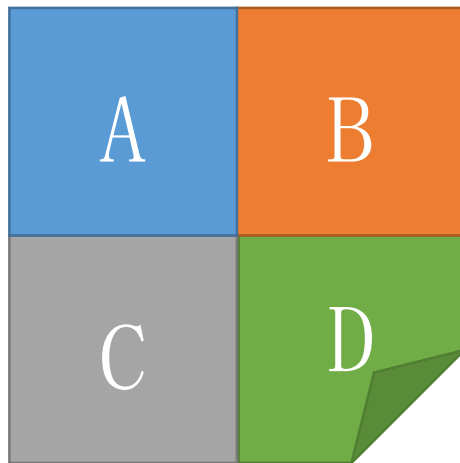
# Google搜索引擎(2007-)



# 分布式系统

- 分布式系统（Distributed systems）
- 基本原则：信息系统组织计算、存储、通信的模式和系统的功用的相适应，类似“经济基础与上层建筑”
- 集中式与分布式？
- M. Van Steen and A. S. Tanenbaum, Distributed systems principles and paradigms. 3<sup>rd</sup> edition, 2016.
- <https://www.distributed-systems.net/>

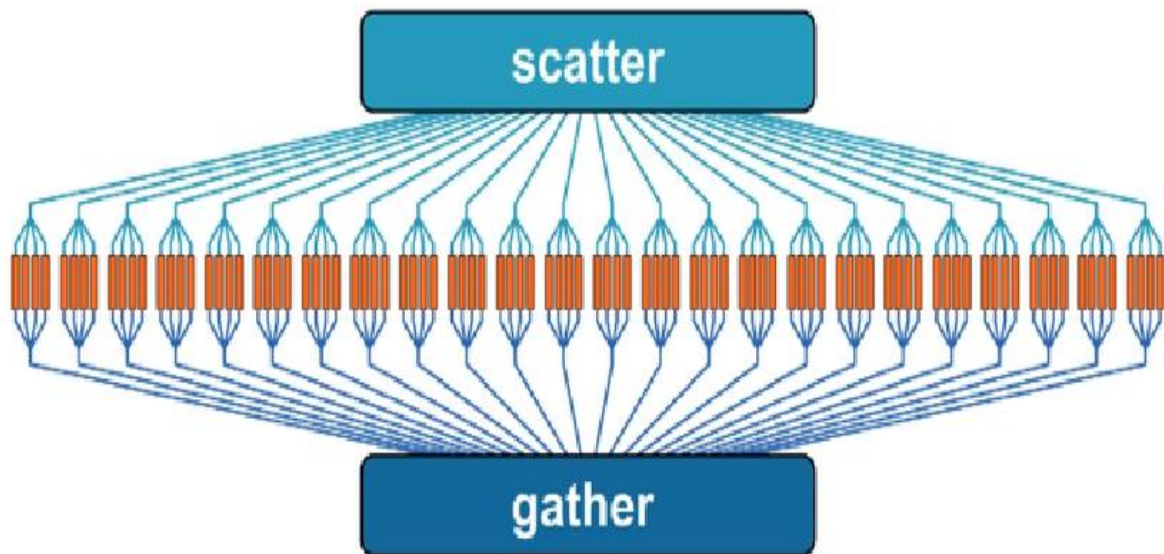
# 分布式文件系统





# 分布式计算Map/Reduce

- Map/Reduce编程模型 (Abstraction)
- 用户只要编写 `map()`和 `reduce()`函数。
- Map/Reduce 框架能够自动将程序分配到集群上运行，并汇总运行结果



# 分布式系统CAP理论

- C: Consistency （强一致性）
- A: Availability （可用性）
- P: Partition tolerance （分区容错性）
- CAP理论就是说在分布式存储系统中，最多只能实现上面的两点。
- 如果保障了分区容忍性，就必须在一致性和可用性之间进行权衡

**CAP** stands for  
**Consistency**  
**Availability**  
**Partition tolerance**

# 谷歌的大数据系统

- Google分布式文件系统，称为Google File System (GFS)，通过TCP/IP网络进行通信，其最新版本为Google Colossus
- Google的数据库为分布式的结构化数据存储系统，称为BigTable，其最新版本为Google Spanner
- 特点：分布在数千台普通服务器上，跨数据中心的故障迁移，广域网中同步复制文件写操作、可接受的延时。

# 关系型数据库RDBMSs 的一些问题

- 模式修改是很痛苦的
  - 增加新的属性（列）比较难（Hard to add new columns）
  - 开发新应用时比较重要（critical when building new applications quickly）
- 缺乏自动分区和重分区 ("shard")
- 故障时如何故障的完美转移（ Gracefully fail-over ）
- 多分区操作（Multi-partition operations）

# “NoSQL”运动的经验教训

- 大数据框架的黄金时代（Exciting time for data infrastructure）
- 技术需求：规模、规模驱动（Scale drove 2000s technology demands）
- 开源运动使得创业公司（比如谷歌）大胆采用不成熟的技术（Open source enabled adoption of less mature technology, experimentation）

# “NewSQL”

- 代替NoSQL是NewSQL
- Newer: “NewSQL” –
- 下一代数据库，具有事物处理（ txns ），有些SQL特性！
  - Spanner,
  - CockroachDB,
  - MemSQL
- 事物发展的螺旋上升： 又回到了关系型数据库

# 大数据技术的核心与本质

- 大数据系统为大数据处理分析提供支撑。
- 大数据处理分析是挖掘大数据的大价值的服务。
- 大数据处理分析离不开计算架构和模型算法的支撑，引发了机器学习和机器智能的热潮。
- 大数据运动（人工智能运动）是一场技术、经济等运动。

# 总结

- 技术是手段，不是目的
- 互联网业务引发了大数据的新挑战
- 大数据引发了机器学习\机器智能潮流
- 机器智能是大数据的发展方向



谢谢！