大数据导论
Introduction to Big Data

第1讲: 绪论

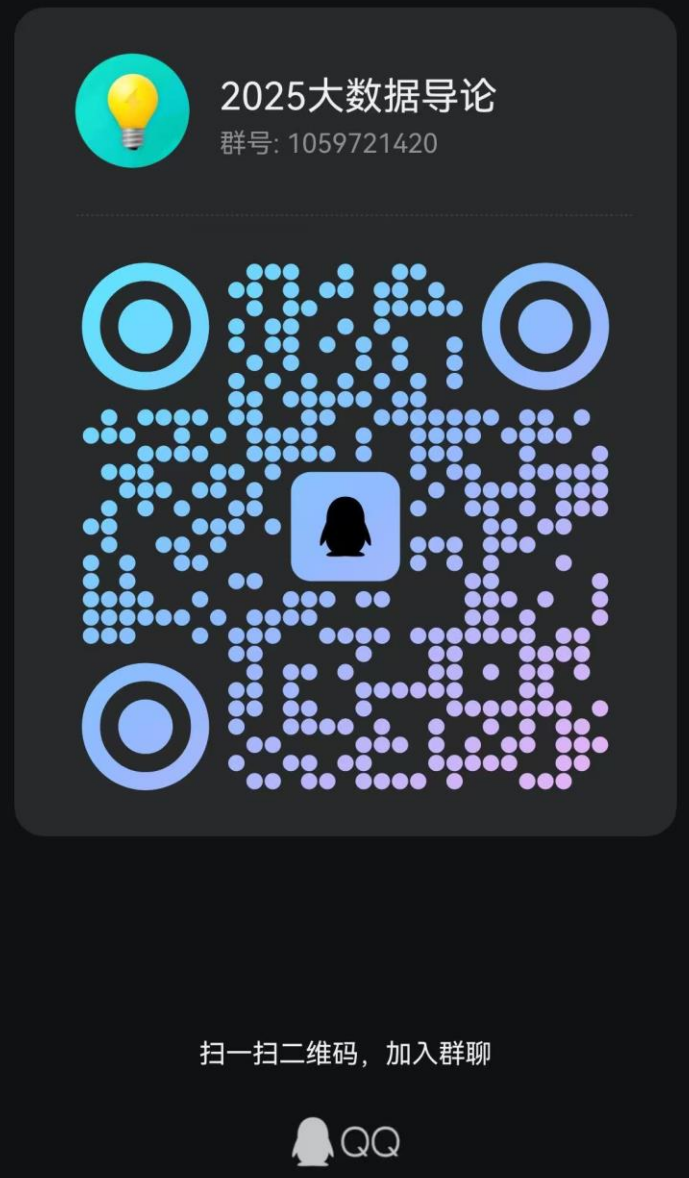
叶允明

计算机科学与技术学院

哈尔滨工业大学（深圳）

课程交流群

- QQ课程群
- Group number：1059721420
- Group name：2025大数据导论



助教

- 于哲浩
- Email: 25s151060@stu.hit.edu.cn
- Tel: 13292856828

- 周奇凤
- Email: 25S051012@stu.hit.edu.cn
- Tel: 13618009410

关于这门课程的学习目标

课程参考资料

- 教案与论文
- 梅宏. 大数据导论. 高等教育出版社, 2018.11.
- 林子雨.《大数据技术原理与应用(第2版)》. 人民邮电出版社, 2017.
- Pang-Ning Tan，Michael Steinbach，Anuj Karpatne ，Vipin Kumar著；段磊，张天庆等译. 数据挖掘导论（原书第2版）. 机械工业出版社, ISBN：9787111631620, 2019-07-29.
- Jiawei Han, MIcheline Kamber, Jian Pei著；范明，孟小峰等译. 数据挖掘：概念与技术. 机械工业出版社, ISBN: 9787111391401, 2012.

课程内容

- 大数据存储与处理框架（Hadoop）
- 数据治理方法：数据理解与预处理方法
- 大数据的关联规则挖掘及其应用
- 大数据的分类与预测算法
- 大数据的聚类与离群点检测算法
- 图数据及其典型大数据分析算法

从该课程你能学到什么?

- 如何在实际应用中设计和实现大数据项目
  - 大数据项目作为一个过程或工作流的思想（process or workflow）
- 经典大数据算法
  - 例如常用的Map-reduce算法、数据挖掘算法
- 大数据软件工具
  - 开源工具、软件产品

课程形式和要求

- 先修课程： 高等数学、代数与几何、概率论与数理统计、高级语言程序设计（Java, Python基础）

- 授课 & 实验

- 最终成绩:
  - 30%小作业
  - 30% 实验
  - 40% 大作业

第一讲：绪论

- 大数据的历史背景
- 大数据的应用领域
- 大数据技术概况
- 大数据领域的学习资源

大数据的历史与背景

大数据现象

- **人类社会数字化、信息化和网络化进程的快速发展**
  - **带来了各行各业数据的爆炸性增长!**

我国网民数量居世界之首，每天产生的数据量也位于世界前列。

淘宝网站	◆单日数据产生量超过5万GB ◆存储量4000万GB
百度公司	◆目前数据总量10亿GB ◆存储网页1万亿页 ◆每天大约要处理60亿次搜索请求
一个8Mbps的摄像头	◆一小时能产生3.6GB的数据 ◆一个城市每月产生的数据达上千万GB
医院	◆一个病人的CT影像数据量达几十GB ◆全国每年需保存的数据达上百亿GB

数字和图片引自网络

大数据是什么

维基百科给出的定义：

大数据是指利用常用软件工具捕获、管理和处理数据所耗时间超过可容忍时间的数据集。

“3V”定义

- 规模性（Volume）
- 多样性（Variety）
- 高速性（Velocity）

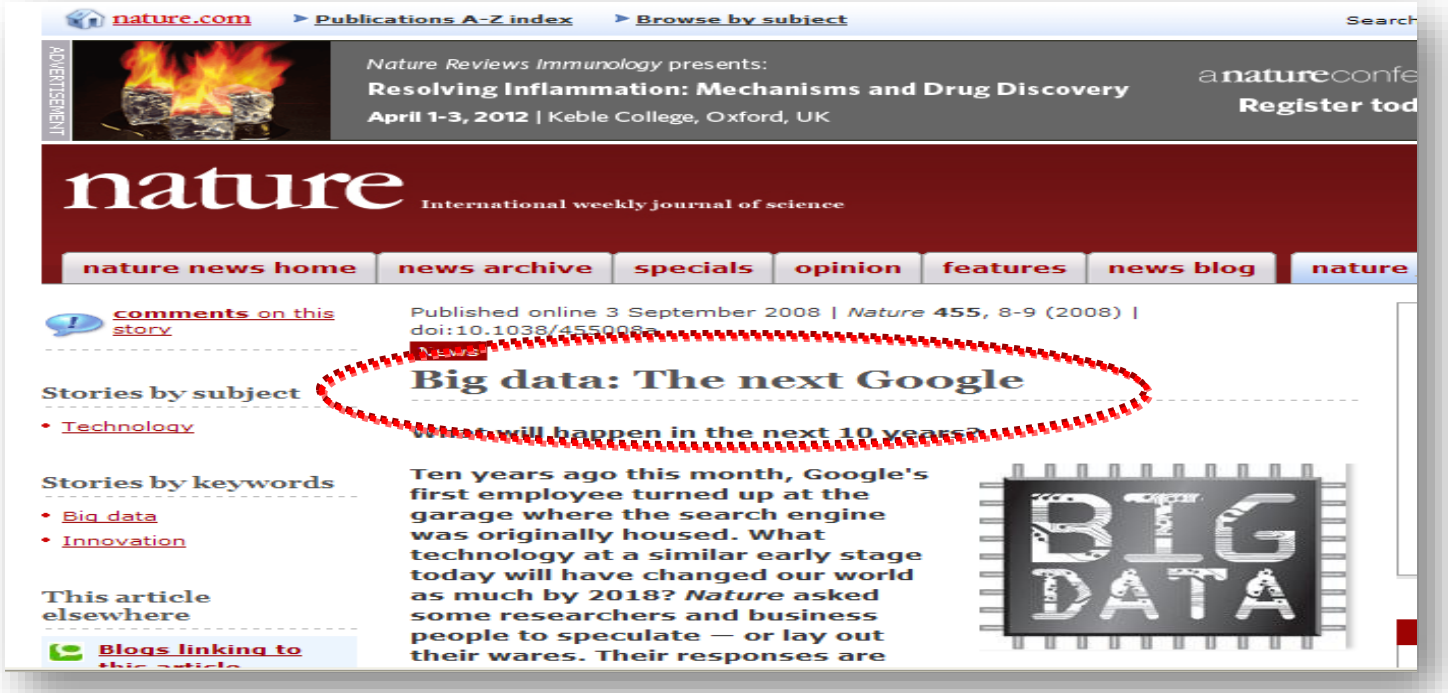
“4V”定义

- 价值性（Value）（IDC）
- 真实性（Veracity）（IBM）

本页图片和定义引自网络

大数据领域的发展历程

- 大规模数据的处理与分析技术已发展多年，一直是研究热点。但量变会引起质变！
- 2007 年 1 月，图灵奖得主JimGray 指出：科学的发展正在进入“数据密集型科学发现范式”——科学史上的**“第四范式”**
- 《自然》杂志2008年9月出版一个关于大数据的专刊。

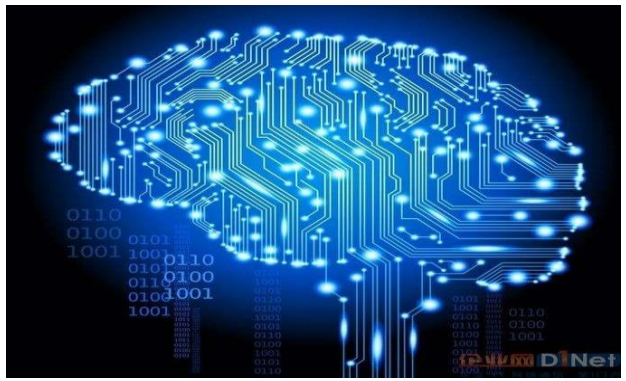


大数据与人工智能

- **国务院：《新一代人工智能发展规划》，国发[2017]35号**

专栏1　基础理论
1. 大数据智能理论。研究数据驱动与知识引导相结合的人工智能新方法、以自然语言理解和图像图形为核心的认知计算理论和方法、综合深度推理与创意人工智能理论与方法、非完全信息下智能决策基础理论与框架、数据驱动的通用人工智能数学模型与理论等。

- **目前最成功的人工智能应用领域：大数据智能、大数据机器学习！**
  - 深度学习需要大数据支撑！



大数据与数据挖掘

- 数据挖掘：从海量数据中发现“有趣的”的模式或知识
  （non-trivial, implicit, previously unknown and potentially useful）
- 1989 IJCAI Workshop on Knowledge Discovery in Databases
- 1991-1994 Workshops on Knowledge Discovery in Databases
- 1995-1998 International Conferences on Knowledge Discovery in Databases and Data Mining (KDD’ 95-98)
  - Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (1997)
- ACM SIGKDD conferences since 1998 and SIGKDD Explorations
- ACM Transactions on KDD starting in 2007
- 2008：“大数据”新的术语

大数据的应用领域

商业智能应用：决策支持

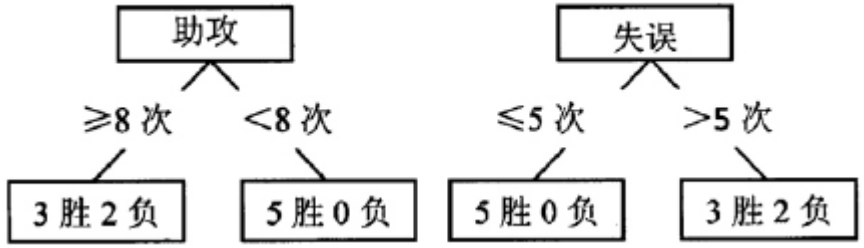
- 数据分析与决策支持
  - 市场分析与管理
    - ✓ 精准营销、客户关系管理(CRM)、购物篮分析、交叉销售、市场细分
  - 风险分析与管理
    - ✓ 预测（人、财、物）、客户维系、质量控制、竞争分析
  - 诈骗检测与异常模式发现

商业智能应用：推荐系统

- 应用领域：电商、信息推荐、电影、音乐等
- 目的：预测用户对商品是否喜欢、喜欢程度、个性化服务

体育应用：篮球针对性训练

- 对运动员成长轨迹进行深度挖掘、建模
- 找出运动员的"短板"与"长版"
- 加强对特长点和薄弱点的训练

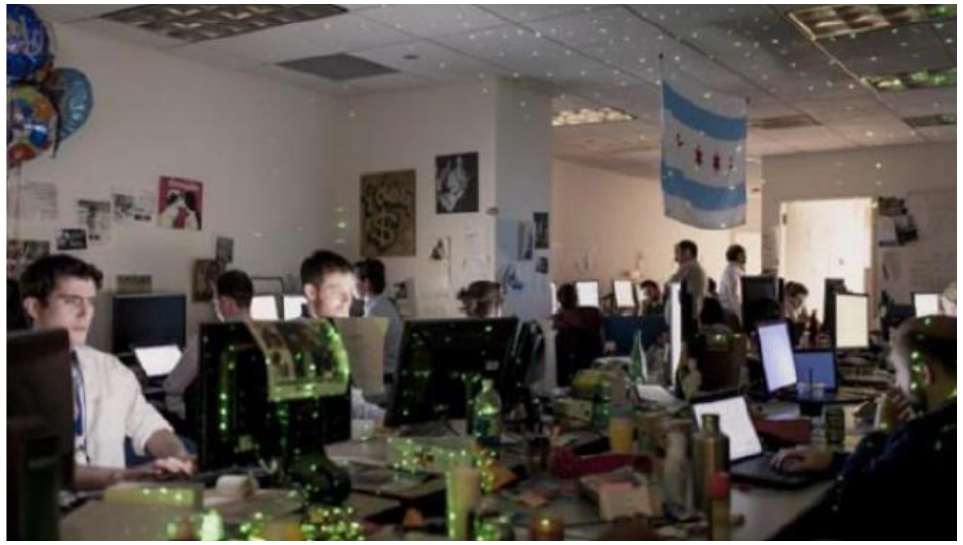


避免此类情况发生

➢ **通过训练加强运动员助攻次数和减少失误率**

政治应用：美国总统大选

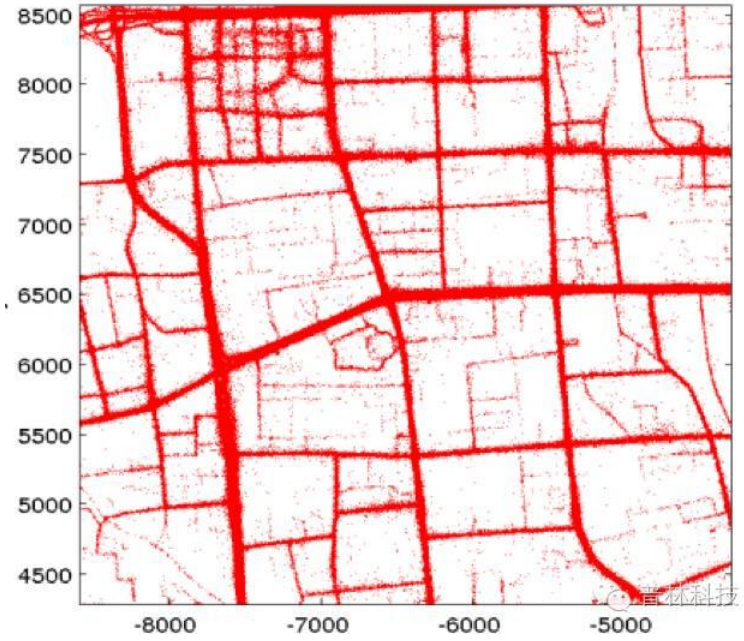
- 在总统候选人的第一次辩论之后，他们分析出哪些选民将倒戈，为每位选民找出一个最能说服他的理由
- 通过一些复杂的模型来精准定位不同选民，购买了一些冷门节目的广告时段，而没有采用在本地新闻时段购买广告的传统做法，广告效率相比2008年提高了14%
- 向奥巴马推荐，竞选后期应当在什么地方展开活动——那里有很多争取对象
- 借助模型帮助奥巴马筹集到创记录的10亿美元



大数据团队

交通应用：拥堵预测

- **建立历史交通数据库**
  - 道路信息：从GIS数据库中导出北京市路网数据，包括道路的起点终点，中轴线经纬度，道路等级，车道数目等等。
  - 车辆信息：数据来源是北京市6万辆出租车每天的GPS数据，出租车每50s生成一条GPS信息。



- **未来时间段车速预测**
  - 影响交通因素：天气状况，车辆数量，交通事故等，但车速可以包含以上信息。
  - 根据历史数据中最相似的情况，从而进行预测，最相似的车速曲线，未来时刻的变化也可能相似。

大数据的核心问题

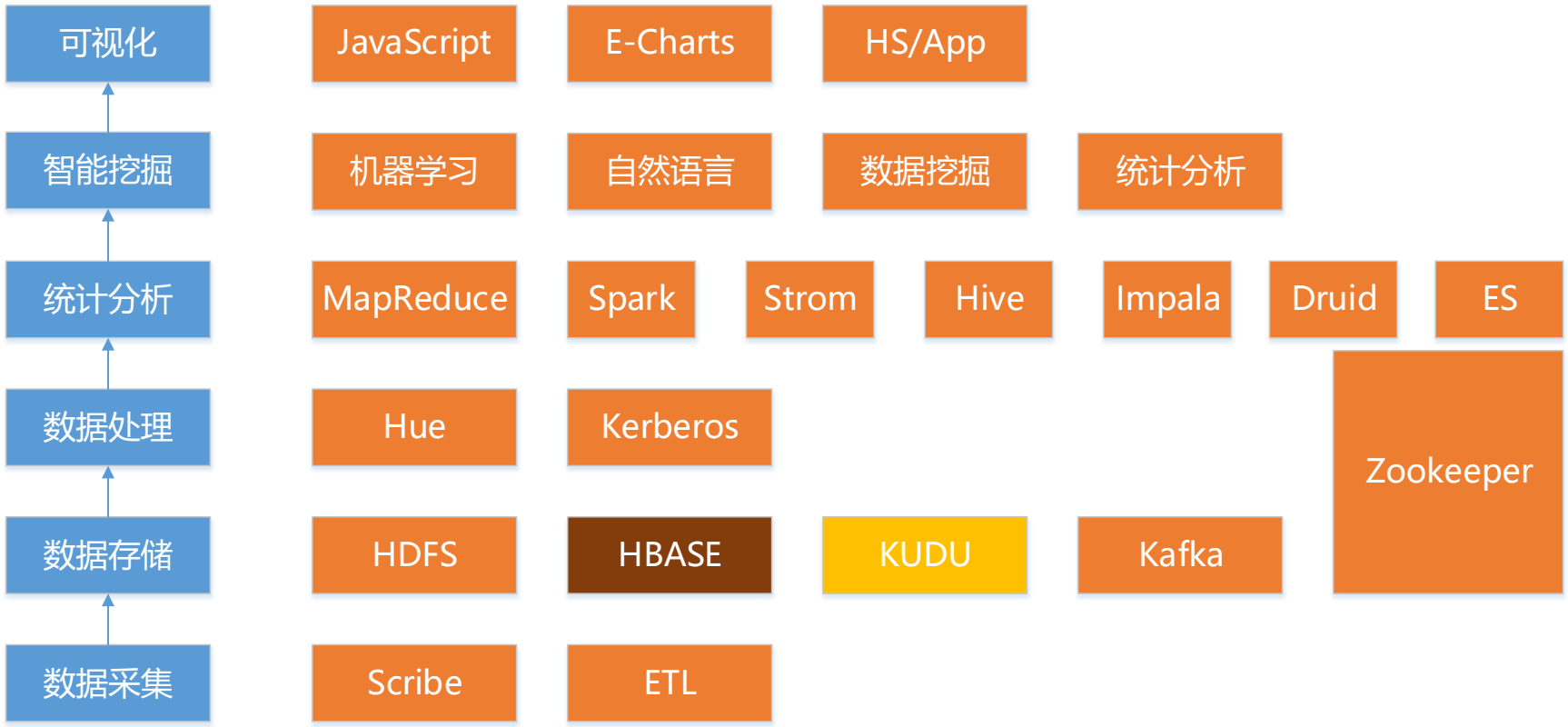
- **核心挑战：具有多源、异构、信息碎片化、不确定性的特征**
- **“关联”：发现多源、异构的碎片化信息之间的关联关系**

图片引自http://blog.sina.com.cn/s/blog_6773d7b90100jnsd.html

大数据技术概况

大数据技术体系

- **数据采集、数据存储、数据处理、统计分析、智能挖掘、可视化**



大数据统计分析技术

- 条件查询
  - SQL语言查询（或类SQL）
- 聚合统计
  - 按地区汇总销售量
  - 按时间维度汇总
- 复杂报表
- 多维度、多层次统计分析：联机分析处理（OLAP）

	江苏	上海	北京	汇总
电器	940	450	340	1730
服装	830	350	270	1450
汇总	1770	800	610	3180

主要技术挑战：海量数据的检索性能！

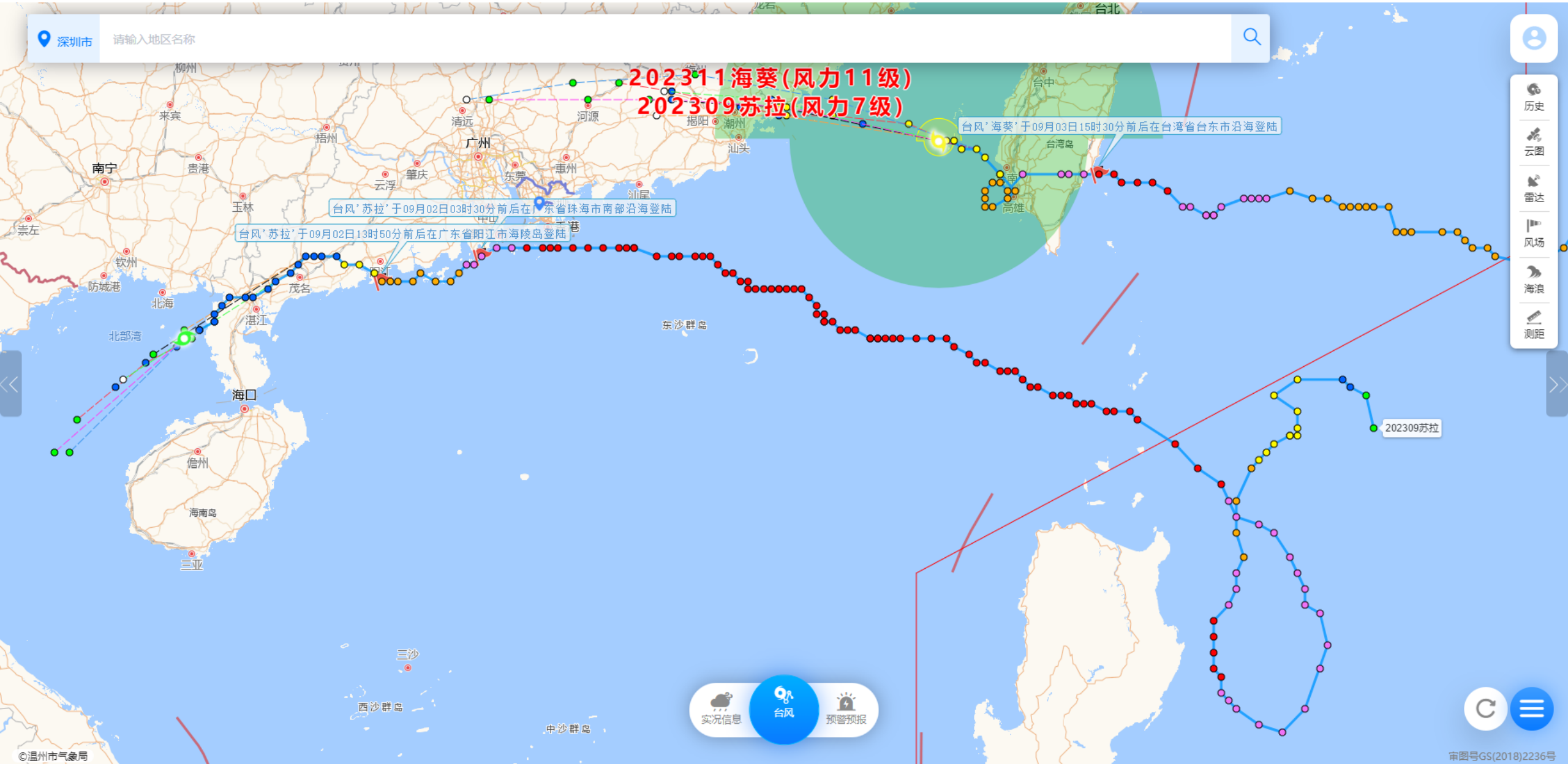
从统计分析到智能挖掘

数据挖掘：Data Mining！

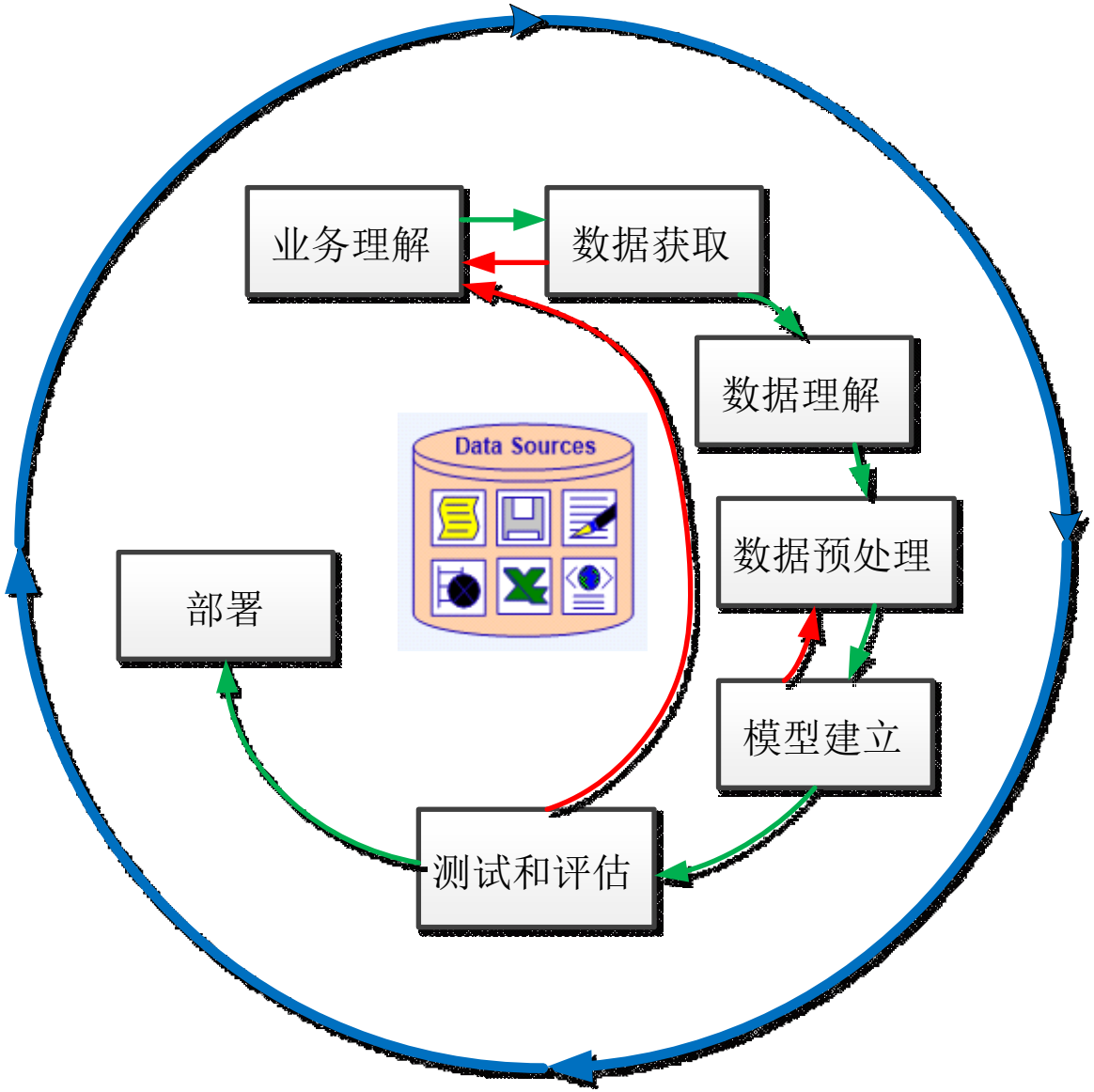
数据挖掘是什么？

- 数据挖掘（从数据中发现知识）
  - 从大量数据中提取有趣的（非平凡的，隐含的，以前未知的和潜在有用的）模式（pattern）或知识
- 替代名称
  - 数据库中的知识发现（Knowledge discovery in Databases, KDD）
  - 知识抽取（ knowledge extraction ）、模式挖掘（ pattern mining）等
- 哪些数据处理和分析任务不是“数据挖掘”
  - 查询处理
  - 专家系统或小型ML /统计程序

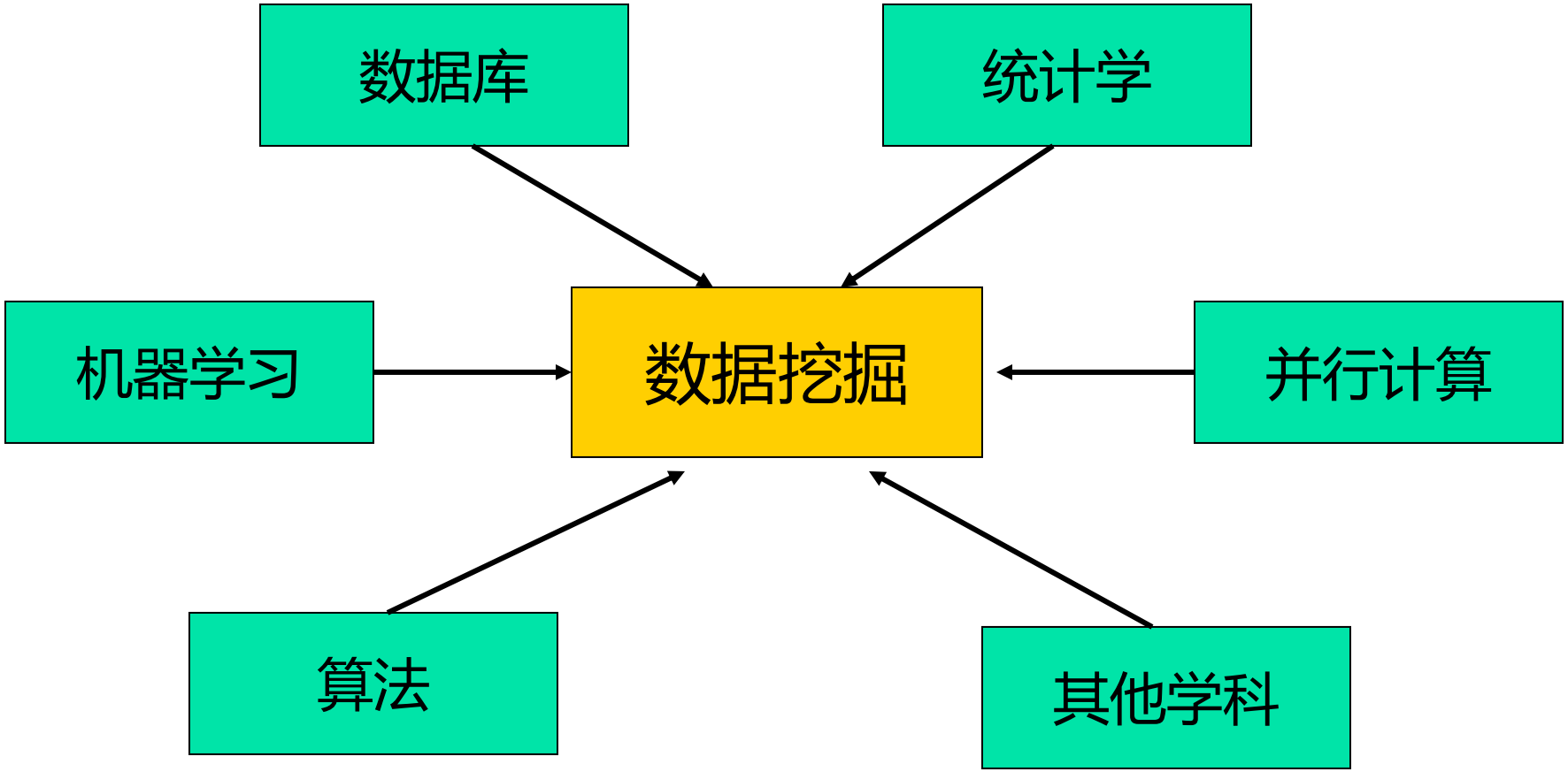
一个数据挖掘应用：台风预报



实际数据挖掘项目的过程模型



数据挖掘：多学科融合



常见数据挖掘任务

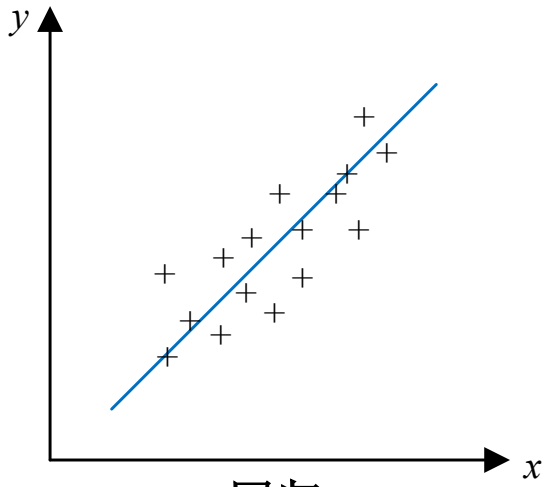
- 多维概念描述：特征化概括和对比区分
- 关联规则挖掘
- 分类和回归预测
- 聚类分析与离群点检测
- 协同过滤推荐
- 趋势和演变分析
  - 子图模式挖掘、周期性分析

分类与回归

- 分类(classification)：预测给定数据对象的类别（class，离散值）
- 回归(regression)：预测给定数据对象对应的目标值（连续值）

$$y = f(\boldsymbol{x}), \qquad \text{其中} \boldsymbol{x} \in \boldsymbol{D}$$

分类



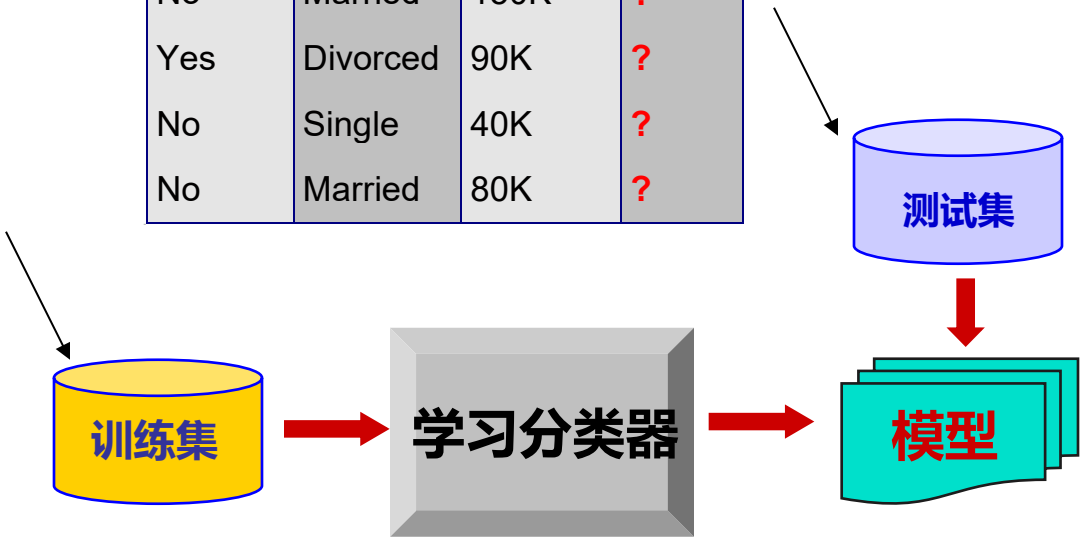
回归

分类示例

分类属性　分类属性　连续属性　类别

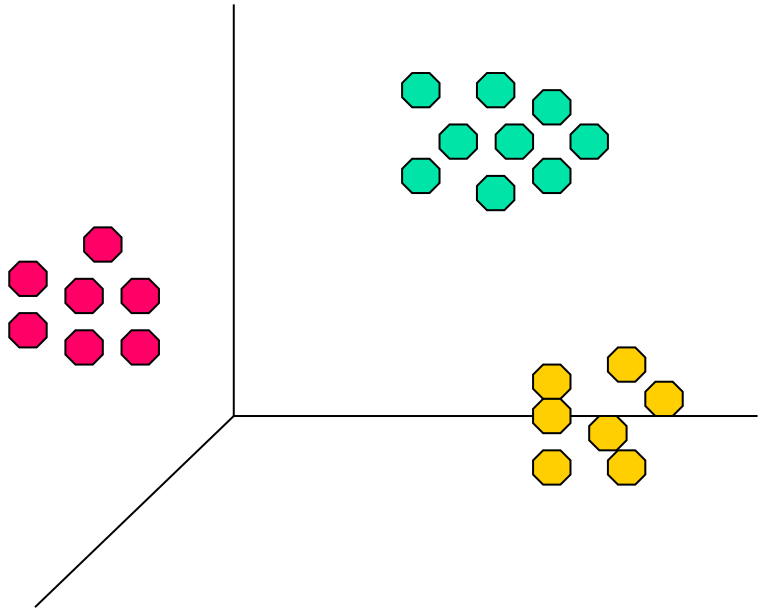
Tid	Refund	Marital Status	Taxable Income	Cheat
1	Yes	Single	125K	No
2	No	Married	100K	No
3	No	Single	70K	No
4	Yes	Married	120K	No
5	No	Divorced	95K	Yes
6	No	Married	60K	No
7	Yes	Divorced	220K	No
8	No	Single	85K	Yes
9	No	Married	75K	No
10	No	Single	90K	Yes

Refund	Marital Status	Taxable Income	Cheat
No	Single	75K	?
Yes	Married	50K	?
No	Married	150K	?
Yes	Divorced	90K	?
No	Single	40K	?
No	Married	80K	?

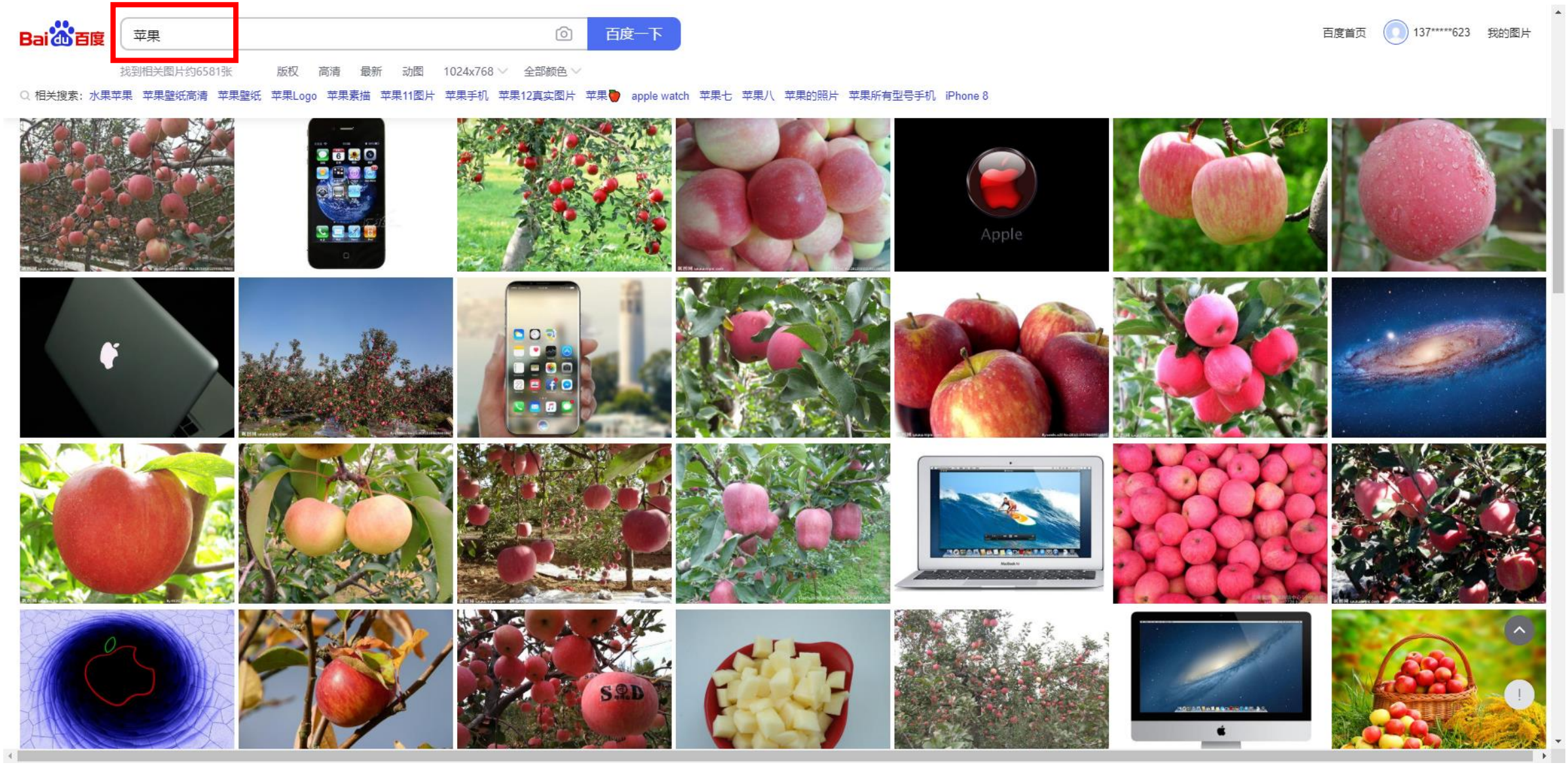


聚类分析（cluster analysis）

- 给定一个数据对象集合，以及数据对象之间的相似性度量，找到这样的一组簇（cluster）：
  - 同一个簇中的数据点彼此更相似，不同簇中的数据对象彼此不太相似。



聚类分析示例


Bai du 百度
苹果
百度一下
百度首页
137*****623
我的图片
找到相关图片约6581张
版权
高清
最新
动图
1024x768
全部颜色
相关搜索：水果苹果 苹果壁纸高清 苹果壁纸 苹果Logo 苹果素描 苹果11图片 苹果手机 苹果12真实图片 苹果 apple watch 苹果七 苹果八 苹果的照片 苹果所有型号手机 iPhone 8
Apple

关联规则挖掘

- 挖掘事物之间的关联关系
- 给定一组记录（数据对象），每个记录包含来自给定集合的一些项目（Item）
- 生成项集（itemset）之间的关联规则：

$$X \longrightarrow Y$$

TID	*Items*
1	Bread, Coke, Milk
2	Beer, Bread
3	Beer, Coke, Diaper, Milk
4	Beer, Bread, Diaper, Milk
5	Coke, Diaper, Milk

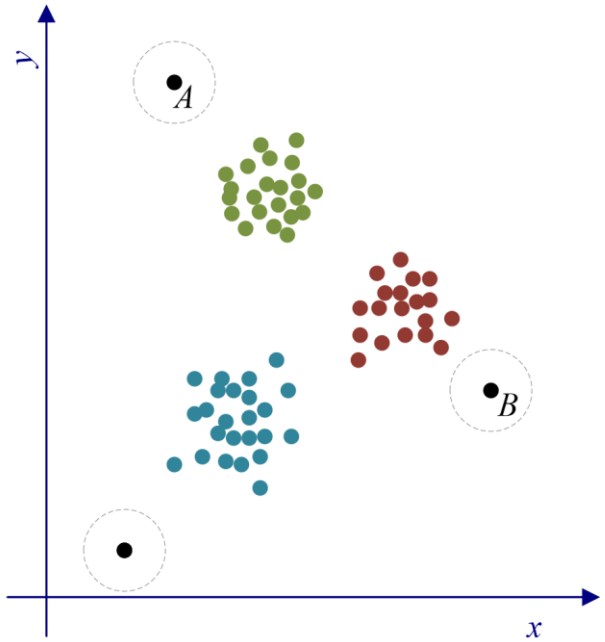
挖掘的关联规则：

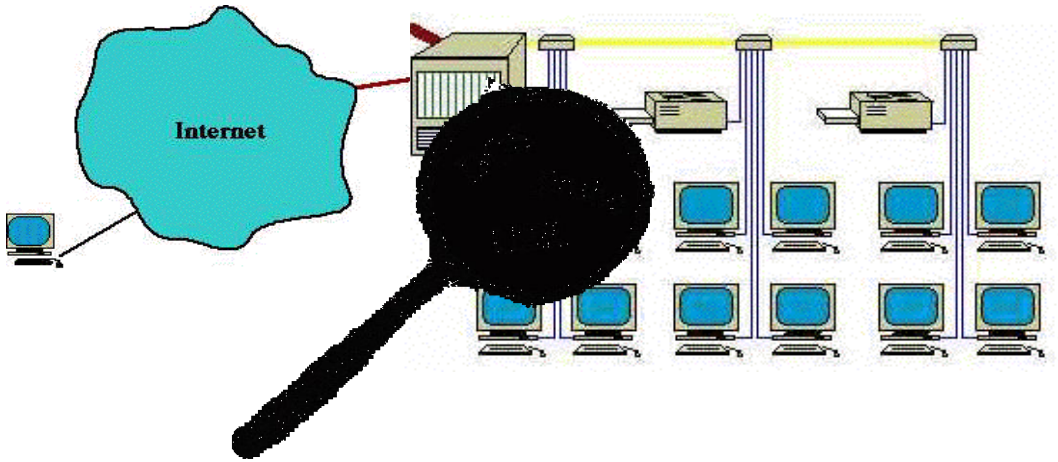
{Milk} --> {Coke}

{Diaper, Milk} --> {Beer}

离群点/异常检测

- 检测与正常行为之间存在的显着偏差
- 应用：
  - 信用卡欺诈检测、网络入侵检测等





图引自：https://www.cnblogs.com/tiaozistudy/p/anomaly_detection.html

推荐系统：协同过滤

- 给定用户偏好的数据库，预测新用户的偏好
- 示例：预测你喜欢的新电影，根据
  - 你过去的偏好
  - 其他有相同偏好的人，以及他们对新电影的偏好

					
	5			4	
		1	2	3	3
	4		4		
		3			
				2	1

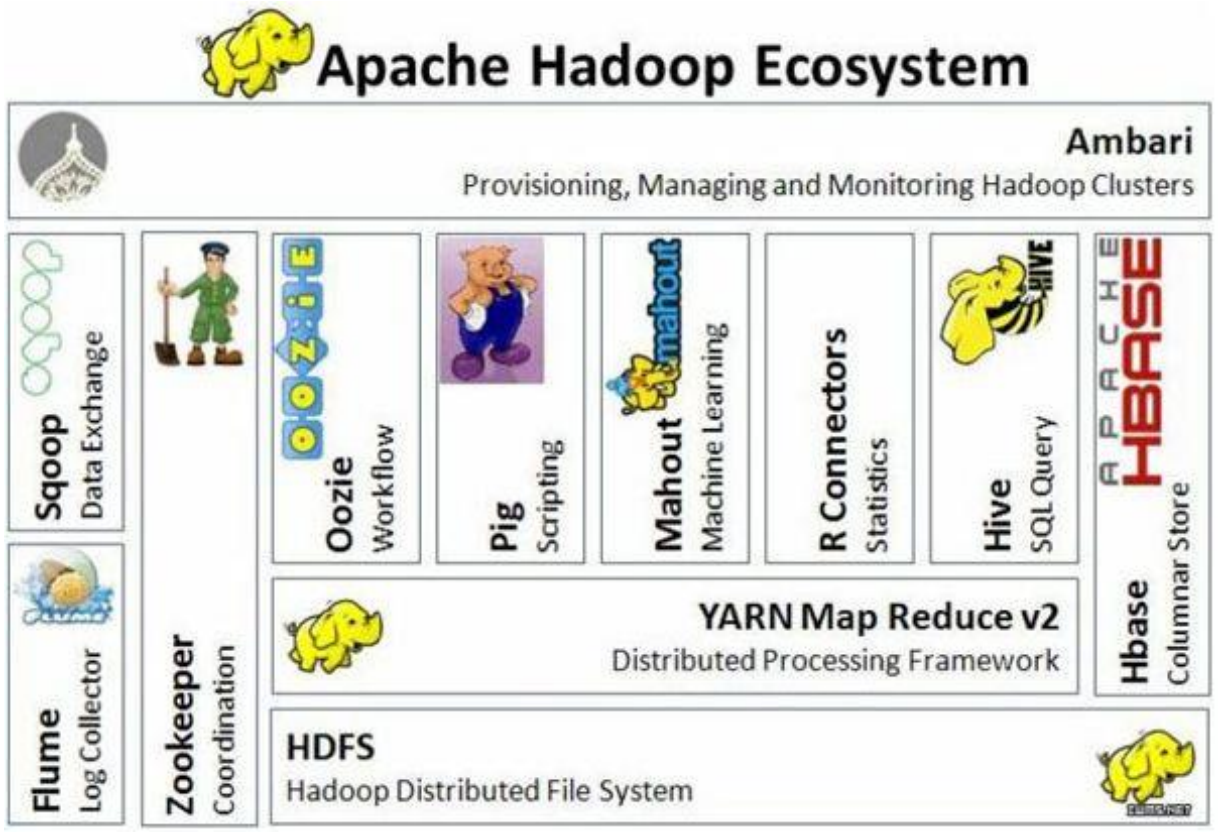
推荐系统的成功应用案例：今日头条

- 根据浏览历史推荐新闻

大数据的学习资源

大数据存储与分析系统

- 关系数据库（SQL）：MySQL, Oracle, ……
- 分布式文件系统：HDFS, CEPH,…
- NoSQL: Not Only SQL
  - Key-value数据库
  - Redis、mongodb
  - 图数据库：Neo4J
  - ……
- 大数据分析处理
  - Spark, Storm, Flink, ……



传统数据挖掘系统

- 商业化系统
  - SAS Enterprise Miner
  - SPSS Clementine
  - Insightful Miner
  - Oracle/SQL Server提供的数据挖掘工具
  - ……
- 开源系统
  - Scikit-learn
  - Weka
  - Mahout
  - Spark ……

大数据领域的重要国际会议和期刊

- **Conferences**
  - SIGMOD
  - VLDB
  - ICDE
  - ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery in Databases and Data Mining (KDD)
  - SIAM Data Mining Conf. (SDM)
  - (IEEE) Int. Conf. on Data Mining (ICDM)
  - PAKDD, PKDD
- **Other related conferences**
  - WWW, SIGIR
  - ICML, CVPR, NIPS, IJCAI
- **Journals**
  - IEEE Trans. On Knowledge and Data Eng. (TKDE)
  - ACM Transactions on Information Systems
  - ACM Transactions on Database Systems
  - The VLDB Journal
  - ACM Trans. on KDD

Thank You for Your Attention

Contact me at: yym@hit.edu.cn

Tel: 26033008, 1376019623

Address: Rm.1402, H# Building

致谢

- 一小部分图表、文字来自互联网，仅供公益性的学习参考，在此表示感谢！如有版权要求请联系：yym@hit.edu.cn，谢谢！