

关于本课

主讲教师



Han-Jia Ye, 叶翰嘉

Contact me:

<http://www.lamda.nju.edu.cn/yehj/>
yehj@nju.edu.cn

LAMDA

Learning And Mining from Data

<http://www.lamda.nju.edu.cn>

授课教材



ISBN: 978-7-302-206853-6

2016年1月第1次印刷

2020年11月第35次印刷

周志华 著. 机器学习,
北京: 清华大学出版社,
2016年1月.

425页, 62.6万字

16 章, 3 附录

附录请自行阅读

本学期讲授前 9-10? 章

建议使用方式

1. 初学机器学习的第一本书：

通读、速读；细节不懂处略过

了解机器学习的疆域和基本思想，理解基本概念
“观其大略”

2. 阅读其他关于机器学习具体分支的读物（三月、半年？）

3. 再读、对“关键点”的理解

理解技术细冗后的本质，升华认识
“提纲挈领”

4. 对机器学习多个分支有所了解（1-3年？）

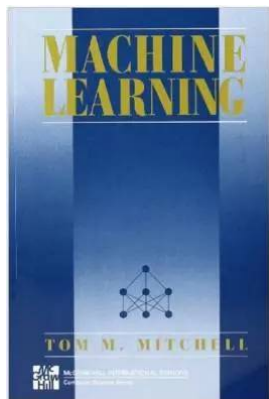
5. 再读、细思：

不同内容的联系，不同的描述方式、出现位置蕴涵的意义、……
个别字句的启发，可能自行摸索数年不易得
“疏通经络”



几本参考读物

初入门阶段



1997 Book

第一本机器学习教科书
帮助读者建立领域整体知识框架；无学派偏见
(最接近本书意图)

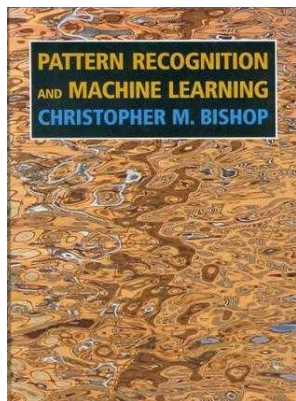


“蓝皮书”

具体算法着眼
适合希望快速了解一些著名算法的读者

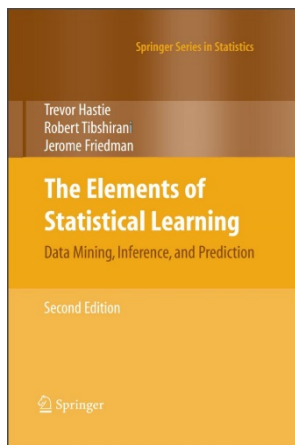
...

提高阶段



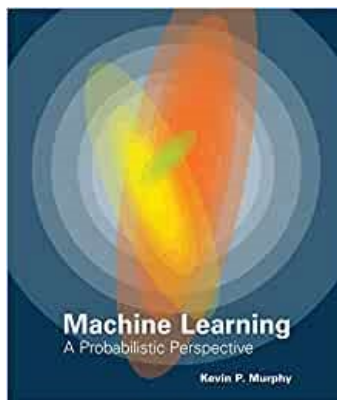
PRML

贝叶斯学派视角



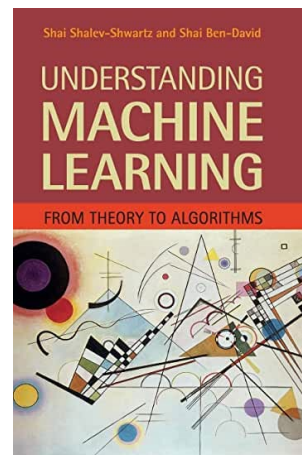
ESL

统计学派(频率主义)视角



MLAPP

概率学派视角



UML

适合具有理论偏好的读者

...



周志华 著. 机器学习, 北京: 清华大

(ISBN 978-7-302-206853-6) 425页, 62.6

[\[前言&目录\]](#) [\[样章\]](#)

[{出版社网址}](#) [{网购网址1}](#) [{网购网址2}](#) [{网](#)

- 本课程使用的slides 与公开的不同

- 这是本班的红利

- 仅限本班使用, **请勿外传!**

2016年6月起将为本使用本书授课的教师提供PPT (免费; 不提供后续支持)

需要的老师请填写[申请表](#) [\[仅供教师使用\]](#) [\[后续提供部分习题参考答案\]](#)

[\[如何使用本书\]](#) [\[勘误修订\]](#)

对初学者, 建议使用方式:

- 先通读, 了解机器学习概貌 (不懂的细节地方跳过去)
- 通过其他书籍材料对感兴趣的若干方面进一步学习
- 再返回阅读本书, 会有新收获

如何使用本书 (写在第十次印刷之际): [\[PDF\]](#)

本书 2016 年 1 月底出版, 首印 5000 册一周内竟告
榜首. 出乎预料的销量和受欢迎程度, 意味着本书读者
使用本书需注意的一些事项. 因此, 在第 10 次印刷之

勘误修订 (Latex格式)

[本书因颇受欢迎, 出版社提出重印, 于是作者借机要求在每次重印时加入新的修订, 省却让读者等待第二版的麻烦. 为方便读者, 所有修订内容都列举在此. 其中部分修订是为了更便于读者理解, 并非原文有误]

(第一版第35次印刷, 2020年11月):

- p. 59, 倒数第二行: "其第 $t+1$ 轮 \rightarrow "从当前 β_t 生成下
- p. 59, 式 (3.29): $\beta_{t+1} \rightarrow \beta_t$, β_t
- p. 327, 倒数第10至倒数第4行: 两处" P " \rightarrow " p ", 4处" V "
- p. 337, 14.6节第3段: 5个" N " \rightarrow " d "

- 经常有更新, 请自行查阅

- 欢迎各位同学发现问题后邮件告知**

- 对一般读者, 非勘误的学习问题恕难回复

课程主页

<https://www.lamda.nju.edu.cn/yehj/ml2022/ml2022.html>

[\[Home\]](#)

机器学习导论

| | |
|-------|---|
| 课程代码: | 30000150 |
| 授课对象: | 人工智能学院、匡亚明学院等 |
| 学生人数: | 120 |
| 上课时间: | 2022年春季学期, 每周一, 14:00 - 15:50 |
| 上课地点: | 南京大学仙林校区 仙II-304 |
| 教学用书: | 周志华 著. 机器学习, 北京: 清华大学出版社, 2016年1月. {教材勘误} |
| 讲义作业: | {内部网站} (本班同学校内访问) |
| 主讲老师: | 叶翰嘉 博士 |

[\[Home\]](#)

课程作业

6 次作业，每2-3周一次

Deadline: 每次作业布置后 一般两周截止，请看作业网站的规定

[\[Home\]](#)

机器学习导论

| | |
|-------|--|
| 课程代码: | 30000150 |
| 授课对象: | 人工智能学院、匡亚明学院等 |
| 学生人数: | 120 |
| 上课时间: | 2022年春季学期，每周一，14:00 - 15:50 |
| 上课地点: | 南京大学仙林校区 仙II-304 |
| 教学用书: | 周志华 著. 机器学习，北京：清华大学出版社，2016年1月. {教材勘误} |
| 讲义作业: | {内部网站} (本班同学校内访问) |
| 主讲老师: | 叶翰嘉 博士 |

[\[Home\]](#)

课程成绩

□能力测试：**20%**

6次作业中，各人自选**1**次

□平时成绩：**40%**

其他**5**次作业中，各人自选**4**次之和

□期末考试：**40%**

Deadline之后提交的作业，以此次**0**分计算

博士生、硕士生助教：
胡文超、高恩豪、施意、张逸凯
负责作业、答疑、考试、评分

前往第一站.....



一、绪论

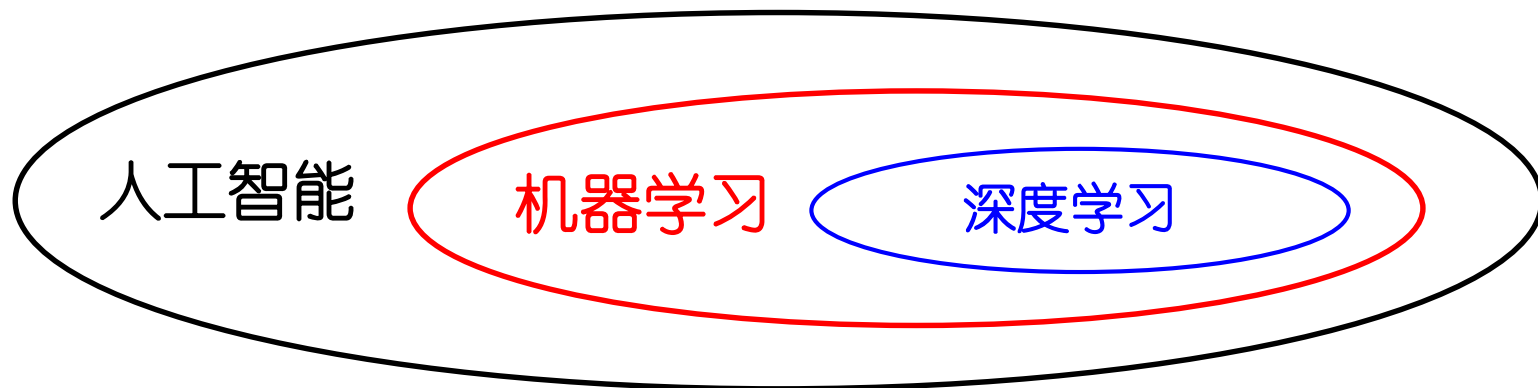
“机器学习”与“人工智能”

人工智能从**1956**年正式成为一个学科

机器学习是人工智能的核心研究领域（之一）

今天的“人工智能热潮”

正是由于**机器学习**、尤其**深度学习**技术取得了巨大进展
基于大数据、大算力发挥出巨大威力



科幻电影中的“人工智能”

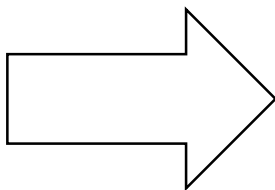


常有人问：“比人类聪明的AI何时出现？”

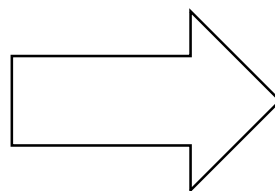
这是把“人工智能”理解为“人造智能”

“智能”与“人工智能”的关系

一个类比



(人的)智能行为



人工智能

人工智能重要，是因为能造出“智能工具”（类比：飞机）

- 造飞机的人不会关心飞机有没有“意识”、会不会“疼”
- 更不会关心飞机是否“全面达到”鸟的能力（例如：下蛋）

我们讨论的“人工智能”

人工智能 \neq 人造智能

(Artificial Intelligence \neq Man-made intelligence)

人工智能 = **Intelligence-inspired
computing**

人工智能的诞生

Artificial Intelligence (AI), 1956 -



1956年夏 美国达特茅斯学院



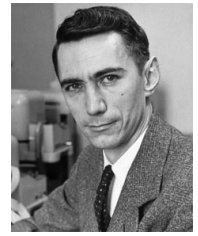
J. McCarthy

“人工智能之父”
图灵奖(1971)



M. Minsky

图灵奖(1969)



C. Shannon

“信息论之父”



H. A. Simon

图灵奖(1975)
诺贝尔经济学奖(1978)



A. Newell

图灵奖(1975)

.....
.....

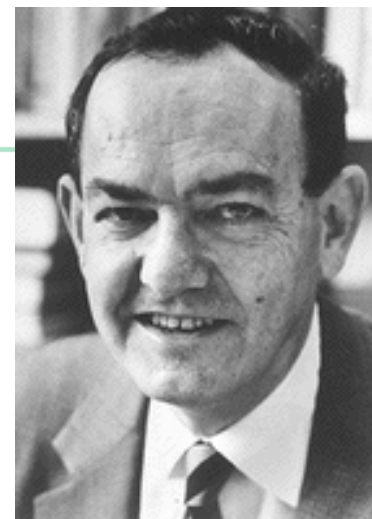
达特茅斯会议标志着人工智能这一学科的诞生

第一阶段：推理期

1956-1960s: Logic Reasoning

- ◆ 出发点：“数学家真聪明！”
- ◆ 主要成就：自动定理证明系统（例如，西蒙与纽厄尔的“Logic Theorist”系统）

渐渐地，研究者们意识到，仅有逻辑推理能力是不够的 …



赫伯特·西蒙
(1916–2001)
1975年图灵奖



阿伦·纽厄尔
(1927–1992)
1975年图灵奖

第二阶段：知识期

1970s -1980s: Knowledge Engineering

- ◆ 出发点：“知识就是力量！”
- ◆ 主要成就：专家系统（例如，费根鲍姆等人的“DENDRAL”系统）

渐渐地，研究者们发现，要总结出知识再“教”给系统，实在太难了 …



爱德华·费根鲍姆
(1936-)
1994年图灵奖



瑞吉·芮迪
(1937-)
1994年图灵奖

第三阶段：学习期

1990s - now: Machine Learning

- ◆ 出发点：“让系统自己学！”
- ◆ 主要成就：……

科学界极为关注

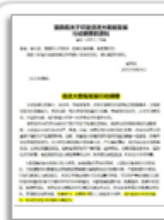


美国两院院士
M. I. Jordan、
工程院院士**T. Mitchell**共同
指出：“机器学习是当前发展
最迅速的科学技术领域之一”



冯·诺依曼奖章得主**A.-L. Barabási**
称：“大数据分析建模推动了自然与计算科学的蓬勃发展，而机器学习是未来研究的关键领域”

各国政府高度重视



国务院**2015年8月**印发的《促进大数据发展行动纲要》明确指出，机器学习是提升大数据分析处理能力的**关键**



美国政府**2016年5月**公布的《联邦大数据研发战略计划》中，将机器学习作为支撑大数据研发战略的**核心技术**

工业界大力投入



Google、微软、IBM、亚马逊等投入**巨资**研发机器学习平台，以满足公司对机器学习技术的迫切需求



美国军工重镇**洛克希德·马丁公司**将机器学习作为新一代电子战致胜的关键技术进行研究与应用

图灵奖在近十年中三次授予在该领域取得突出成就的学者



2010
年度

Leslie Valiant

“计算学习理论”奠基人



2011
年度

Judea Pearl

“图模型学习方法”先驱



Geoff Hinton



Yann LeCun



Yoshua Bengio

“深度学习”三架马车

2018
年度

机器学习

经典定义：利用经验改善系统自身的性能

[T. Mitchell 教科书, 1997]



经验 → 数据

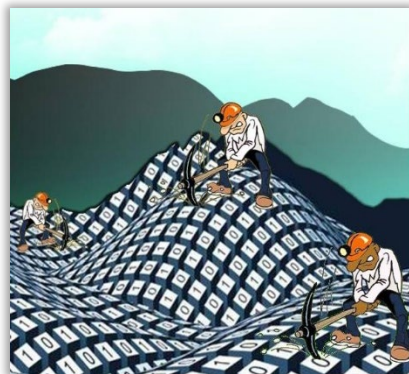


随着该领域的发展，目前主要研究智能数据分析的理论和方法，并已成为智能数据分析技术的源泉之一

大数据时代



大数据 \neq 大价值



智能
数据分析

机器
学习



机器学习 (Machine Learning)

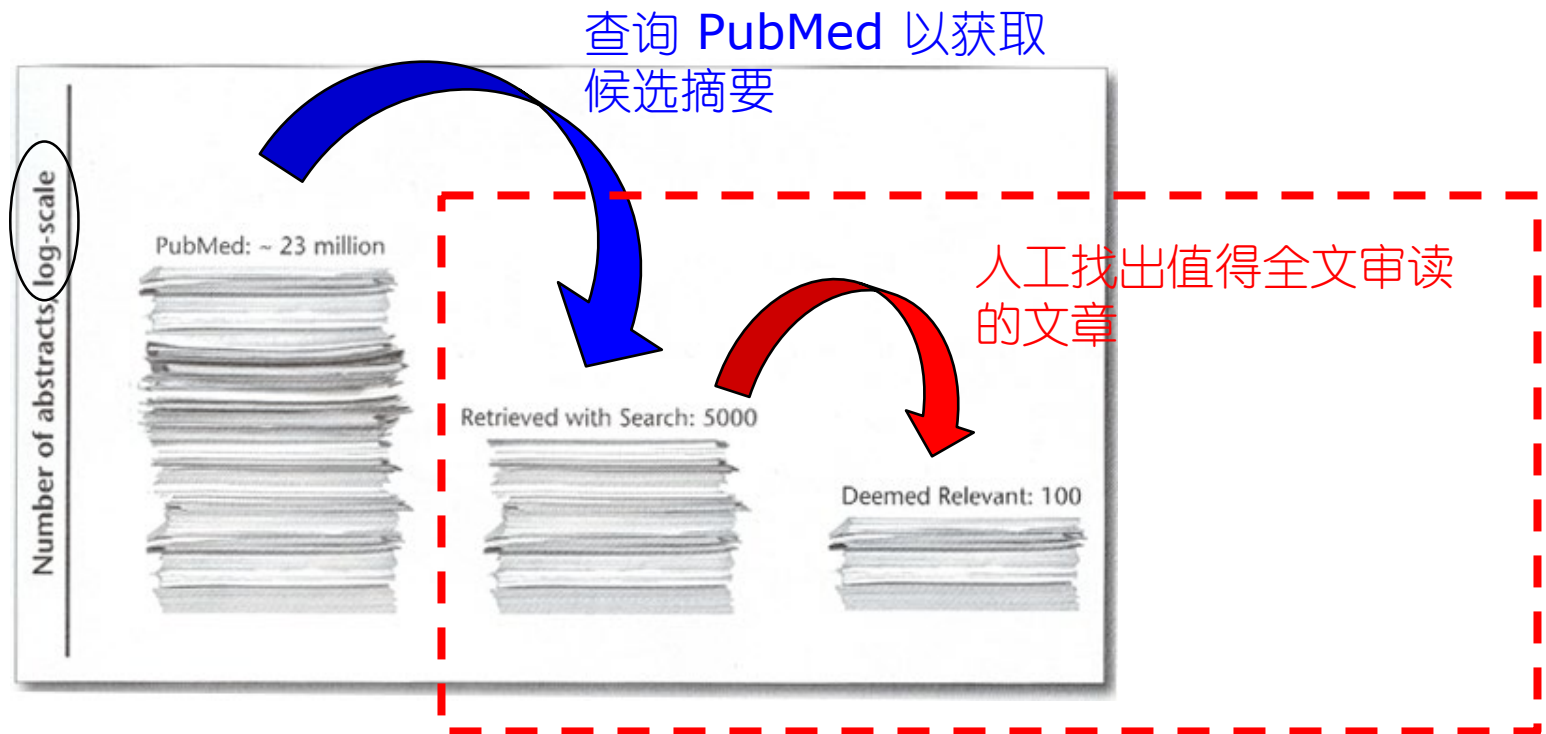
究竟是什么东东？



看两个例子 ⇨

医学文献筛选

在“循证医学”（evidence-based medicine）中，针对特定的临床问题，先要对相关研究报告进行详尽评估



医学文献筛选

在一项关于婴儿和儿童残疾的研究中，美国Tufts医学中心筛选了约 **33,000** 篇摘要

尽管Tufts医学中心的专家效率很高，对每篇摘要只需 **30** 秒钟，但该工作仍花费了 **250** 小时



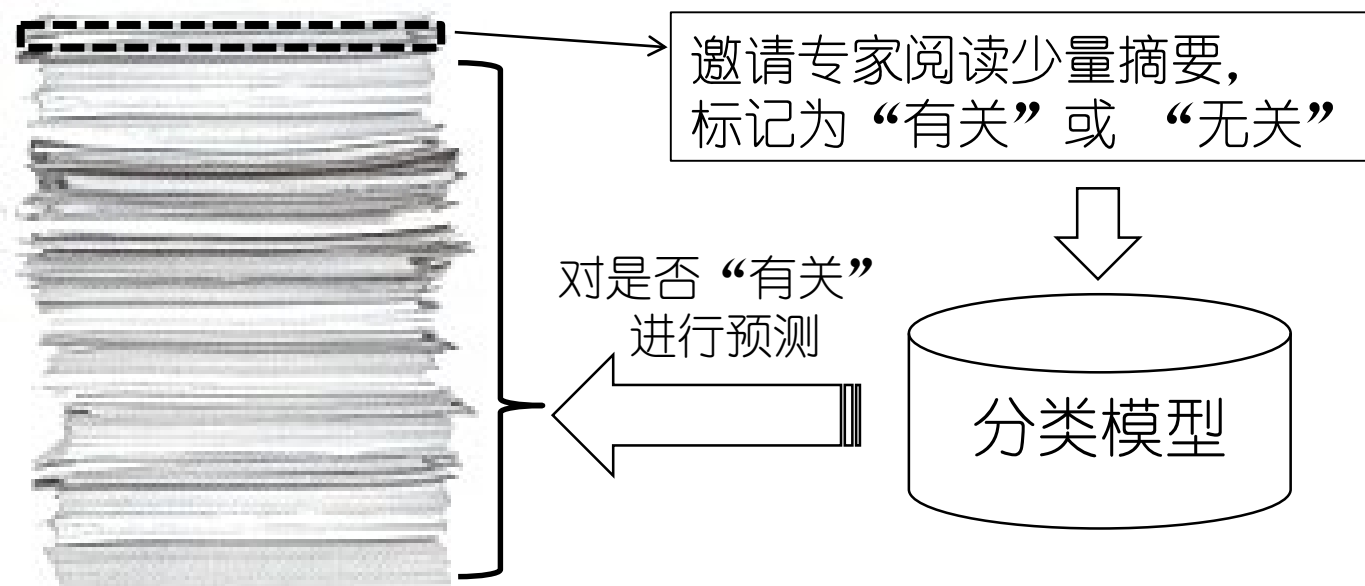
a portion of the 33,000 abstracts

**每项新的研究都要重复
这个麻烦的过程！**

需筛选的文章数在不断显著增长！

医学文献筛选

为了降低昂贵的成本, Tufts医学中心引入了机器学习技术



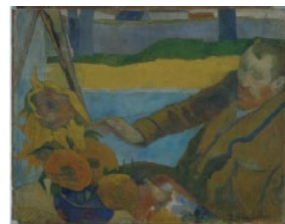
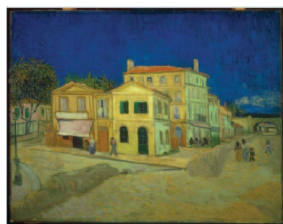
人类专家只需阅读 **50** 篇摘要, 系统的自动筛选精度就达到 **93%**
人类专家阅读 **1,000** 篇摘要, 则系统的自动筛选敏感度达到 **95%**
(人类专家以前需阅读 **33,000** 篇摘要才能获得此效果)

画作鉴别

画作鉴别(painting authentication): 确定作品的真伪



勃鲁盖尔 (1525-1569) 的作品？



梵高 (1853-1890) 的作品？

该工作对专业知识要求极高

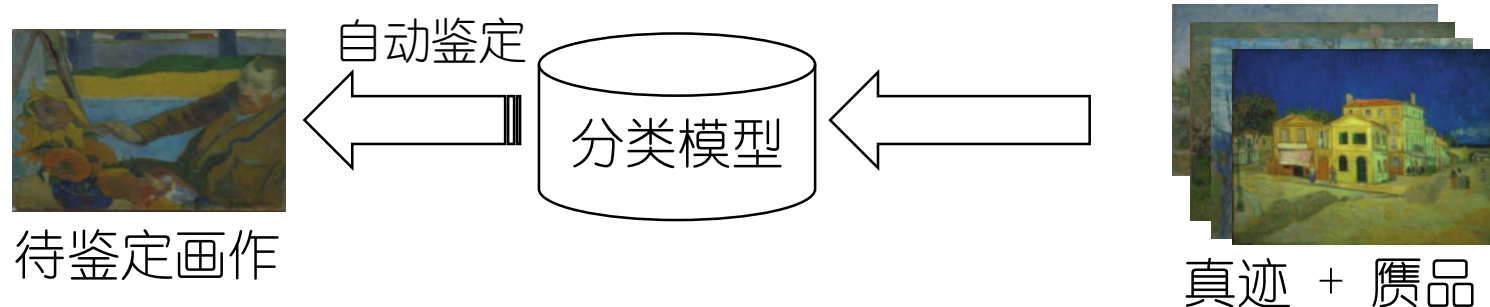
- 具有较高的绘画艺术修养
- 掌握画家的特定绘画习惯

只有少数专家花费很大精力
才能完成分析工作！

很难同时掌握不同时期、不同流派多位画家的绘画风格！

画作鉴别

为了降低分析成本，**机器学习**技术被引入

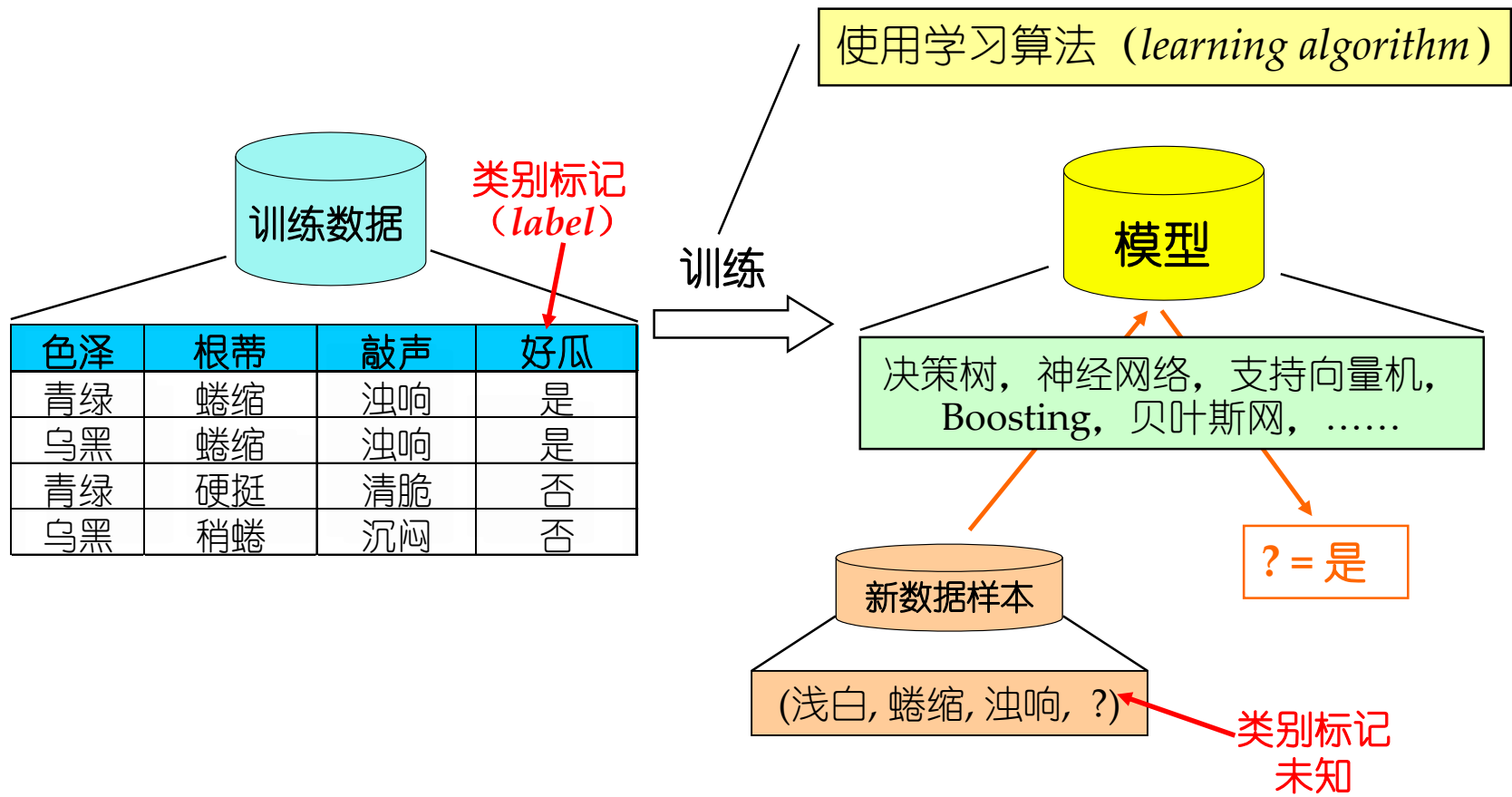


Kröller Müller美术馆与Cornell等大学的学者对82幅梵高真迹和6幅赝品进行分析，自动鉴别精度达 **95%** [C. Johnson et al., 2008]

Dartmouth学院、巴黎高师的学者对8幅勃鲁盖尔真迹和5幅赝品进行分析，自动鉴别精度达 **100%** [J. Hughes et al., 2009][J. Mairal et al., 2012]

(对用户要求低、准确高效、适用范围广)

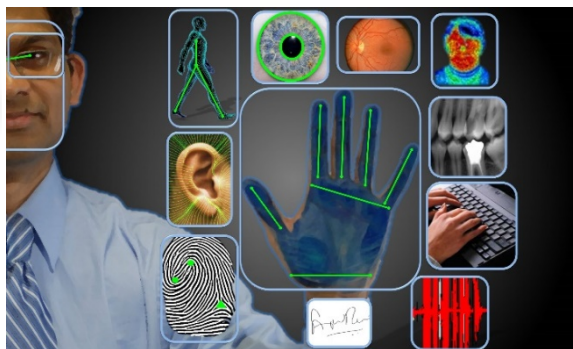
典型的机器学习过程



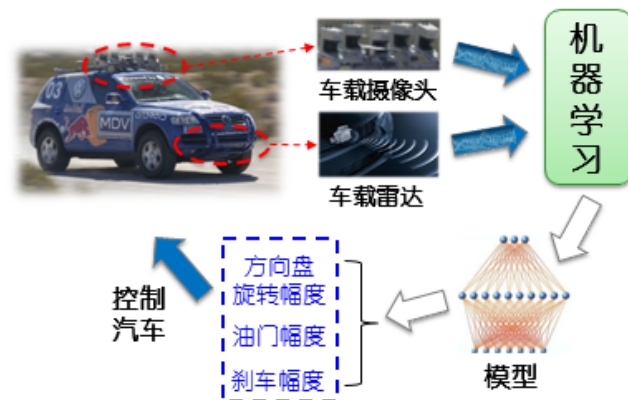
机器学习已经“无处不在”



互联网搜索



生物特征识别



汽车自动驾驶



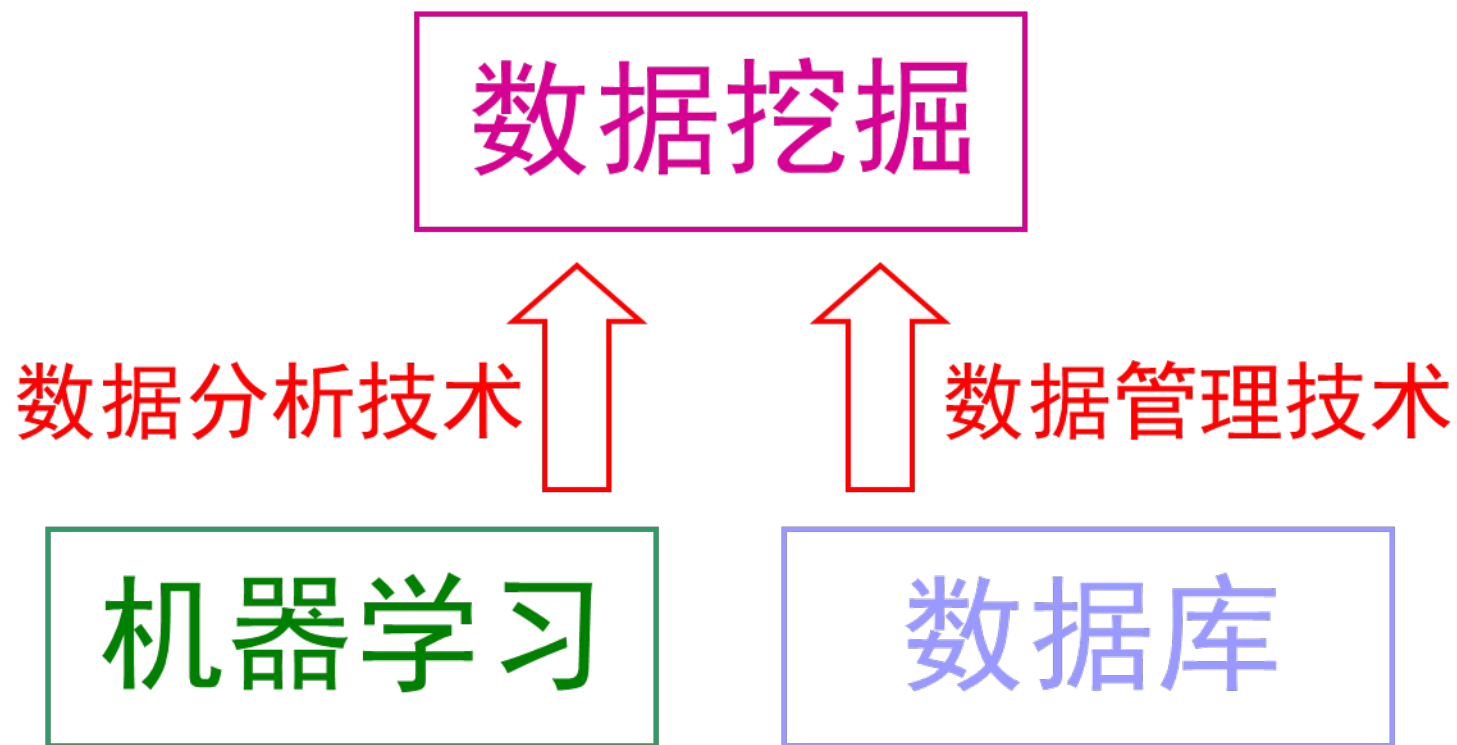
火星机器人



美国总统选举



军事决策助手 (DARPA)



机器学习“无所不能”吗？NO!

并非“一切皆可学”，例如：

- ◆ 特征信息不充分

- 例如，重要特征信息没有获得

- ◆ 样本信息不充分

- 例如，仅有很少的数据样本

机器学习有坚实的理论基础

计算学习理论

Computational learning theory

最重要的理论模型：

PAC (Probably Approximately Correct,

概率近似正确) learning model [Valiant, 1984]

$$P(|f(\mathbf{x}) - y| \leq \epsilon) \geq 1 - \delta$$



Leslie Valiant
(莱斯利·维利昂特)
(1949–)
2010年图灵奖

基本术语

- 监督学习(supervised learning)
- 无监督学习(unsupervised learning)

