

#### 深度学习简介

国防科技大学 并行与分布处理国家重点实验室

#### 主要内容



- 讲授内容
  - 深度学习产生的背景,现状
  - 人工智能、机器学习和深度学习之间的关系
  - 深度学习的基本原理
  - 深度学习和传统机器学习
- 要求
  - 理解深度学习的基本原理,理解深度学习技术和传统机器学习技术的联系与区别

### 人机大战 alphago







# 突然进入刷脸时代







# 自嘲画风突然转变





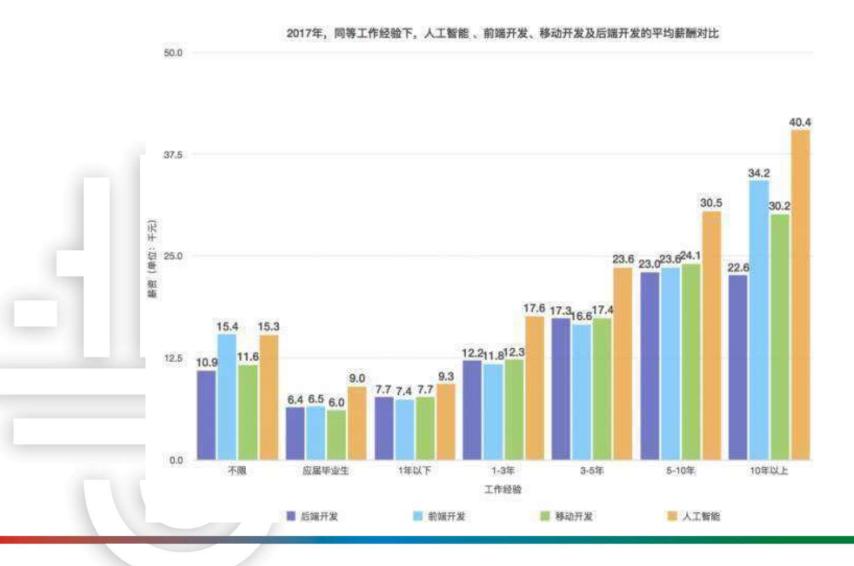


前几年

这几年

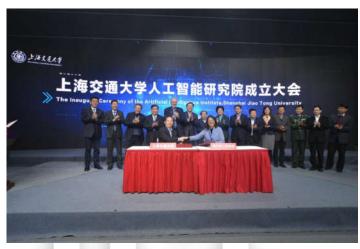
# "民工"待遇究竟怎样





# 突然出现很多人工智能学院 中山學





上交大2018.1.18



西电2017.11.2



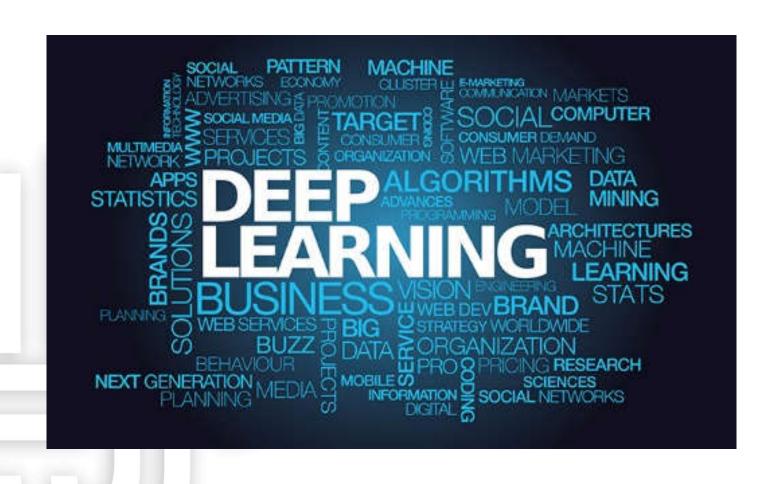
中科院大学2017.9.10



南大2018.3.6

# 引领、推动这次人工智能热潮 的核心技术





# 深度学习是大数据时代的研究热点 PDL<sup>®</sup>







Google大脑、百度大脑...

安防、医疗、金融、科研、娱乐。。









美国脑计划、欧盟脑计划...

Nature、Science 2015年不断发文...





# 深度学习——革命、颠覆、落地 声点 夢

- 成功应用:视觉,语音,自然语言处理,博弈
  - 全面应用,最佳性能;
  - 很多领域,超过人类;





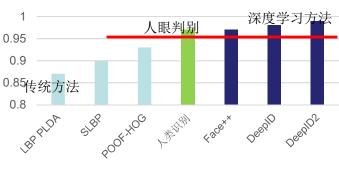


72%, 2010

74%, 2011

85%, 2012

96%, 2015



来自1680个人的13000张人脸图像

ImageNet 图像分类竞赛 120 万个 256X256 彩色图像 1000 个类别

### 深度学习应用-视频图像





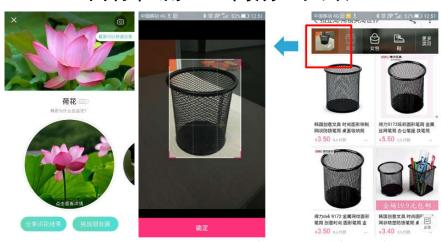
人脸识别——商汤"天眼"



无人驾驶——百度 apollo



目标检测——商汤"天眼"

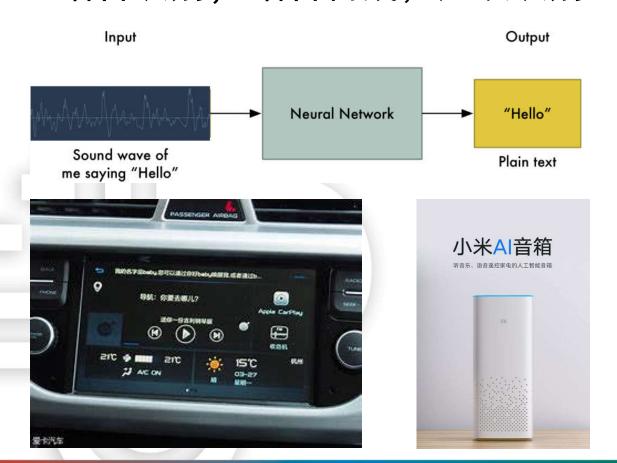


目标识别——形色识花,拍立淘

#### 深度学习应用-语音



• 语音识别,语音合成,声纹识别





# 深度学习应用-自然语言处理 中山學

• 机器翻译、信息检索、舆情分析

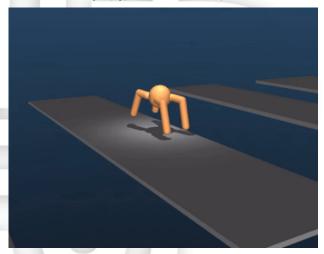


# 深度学习应用-控制决策





围棋人机大战



运动学习



星际争霸-游戏AI



2017 AI-MATHS 高考数学

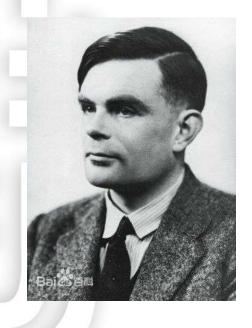


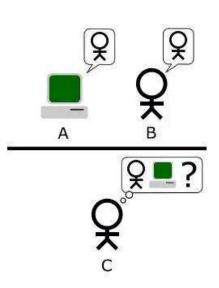
# 人工智能、机器学习、深度学习 的关系

### 人工智能



- 人工智能(Artificial Intelligence, AI): 人工制造出来的系统所表现出的智能
- 系统目标?如何表达?如何学习?





#### 目标——强、弱人工智能 PDI



- 强人工智能(General AI):
  - can machine really think?
  - 能推理、解决问题、有知觉、有自我意识
- 弱人工智能 (Narrow AI):
  - can machine act intelligent?
  - 大多只专注特定任务:识别、分类、翻译



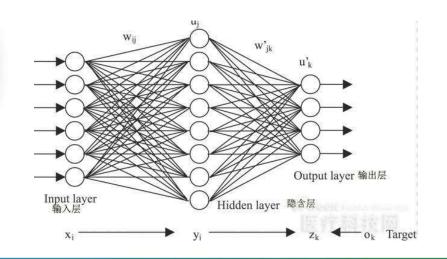
V.S.



# 表达——符号主义,连接主义 中口地

- 符号主义:
  - 数理逻辑

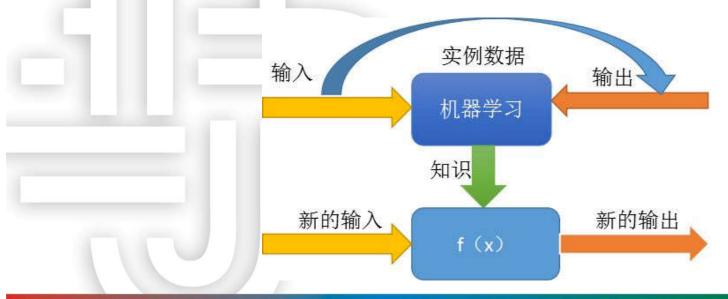
- Al:
  R1:
  If (It-is-hot) and (the-sky-is-cloudy)
  Then (It-will-rain)
  R2:
  If (It-rains)
  Then (road-becomes-flooded)
  推理机
- 启发式算法->专家系统->知识工程理论与技术
- 连接主义:
  - 大脑仿生
  - 人工神经网络



#### 获取——机器学习



- 机器学习: 一种实现人工智能的方法
  - 从数据中获取知识
  - 知识: 规律、规则
  - 模型: 规律规则的表达形式



# 机器学习原理



# 目标模型机器学习 输入 训练图像 多种不同类型的目标 目标模型 机器学习 输出 各类目标模型 飞机 舰船



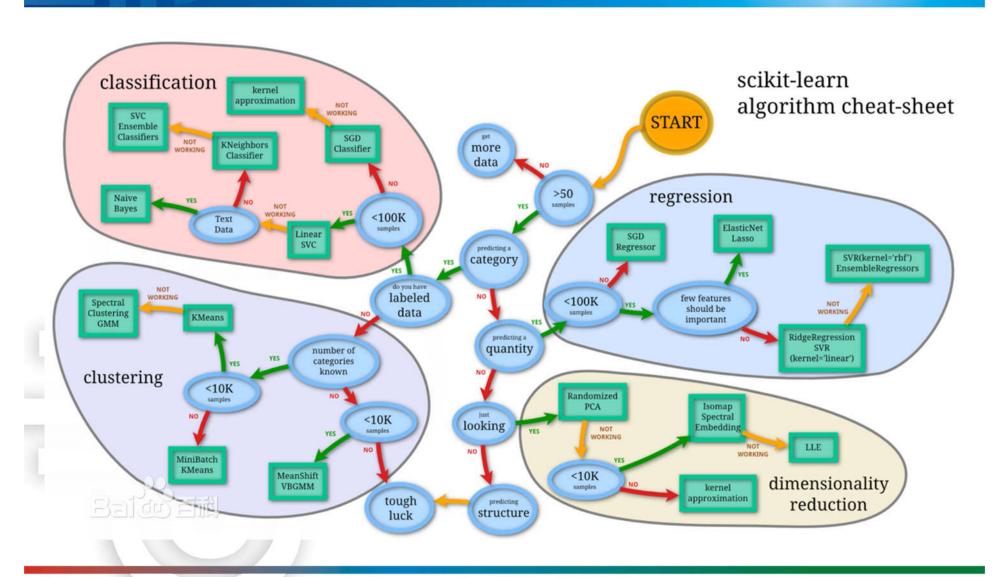
#### 机器学习的类型



- 解决的问题(弱智能任务)
  - 分类、回归、聚类、规则抽取
- 学习方法
  - 有监督学习: 输入数据都有一个类别标记或结果标记
  - 无监督学习:输入数据没有任何标记,通过推理数据中已有的结构来构建模型
  - 半监督学习: 输入数据是标注数据和非标注数据的混合

### 机器学习的类型

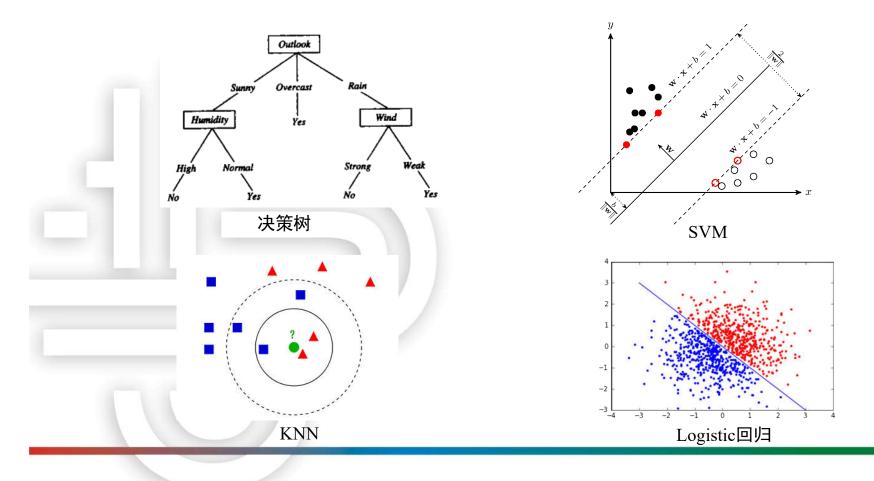




# 机器学习模型



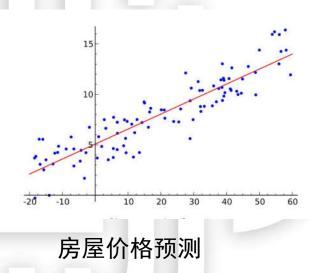
• 分类: 对于指定的模式进行识别

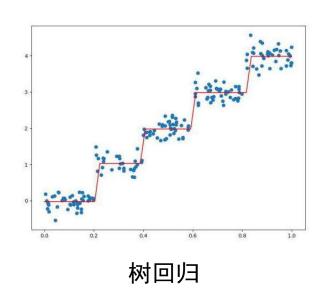


#### 机器学习模型



 回归:把实函数在样本点附近加以近似, 与分类不同的是其目标变量是连续数值型。

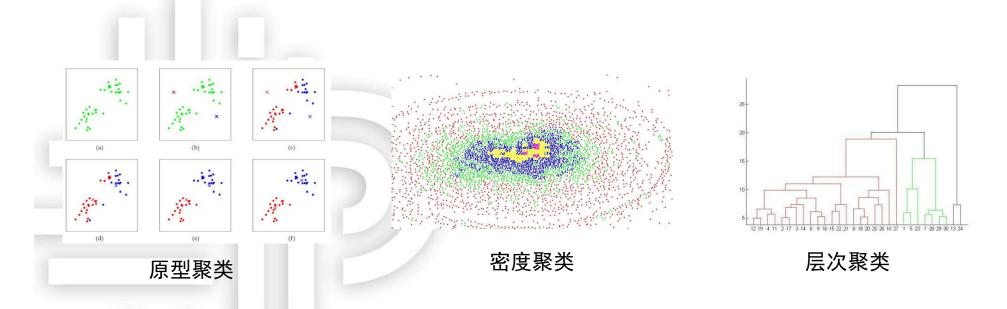




### 机器学习模型



聚类:将样本数据集合分成由类似的对象 组成的多个类

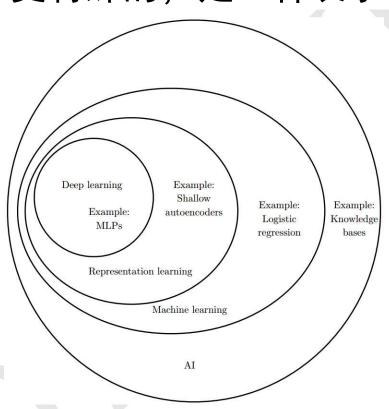


# 人工智能、机器学习、深度学习关系PIDL<sup>®</sup>

• 机器学习:实现人工智能的方法

• 深度学习:一种机器学习,更特殊的,是一种表示

学习





# 深度学习基本原理

#### 深度学习基本原理



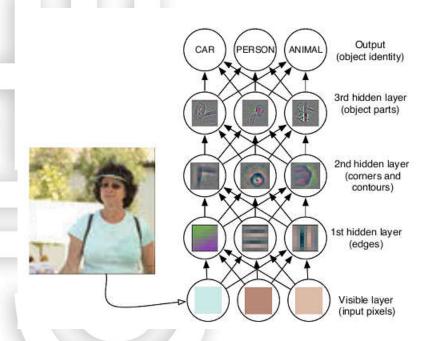
• 来源:人工神经网络

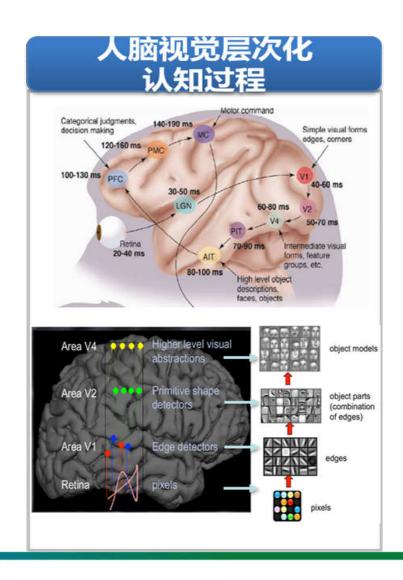
• 实质:非常"深"的人工神经网络

• 目的: 学习 数据->特征

• 特点: 多层表达, 高层复杂特征是底层简

单特征的抽象

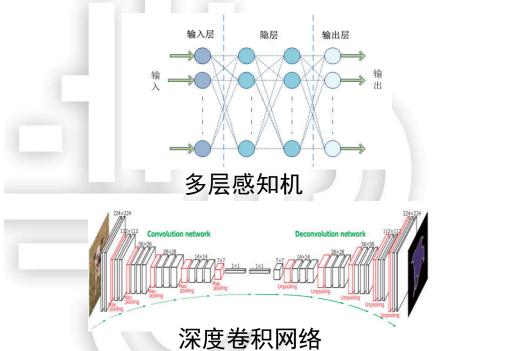


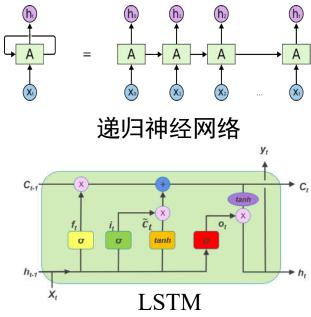


# 深度学习的概念



- 不仅仅是具备多层架构的感知器
- 一系列能够用来构建可组合可微分的体系结构的技术和方法

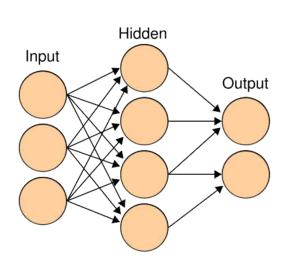




#### 多层感知器网络



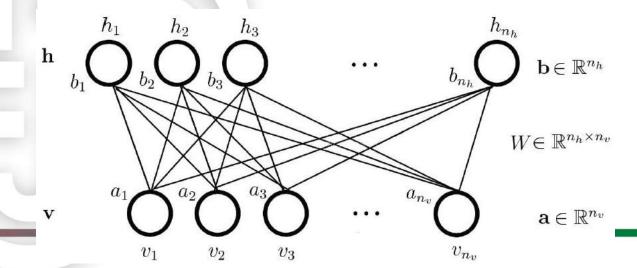
- 多层感知器由F.Rosenblatt1957年提出,它是M-P模型的一种发展或推广,通常由三部分组成:
  - 一组感知单元组成输入层
  - 一层或多层结算节点的隐藏层
  - 一层计算节点的输出层



#### 受限玻尔兹曼机



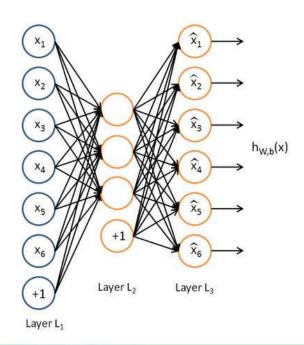
- 受限玻尔兹曼机(Restricted Boltzman Machine, RBM)
  - 两个层的浅层神经网络
  - 深层神经网络的常用模块
  - 通过采样重构学习数据分布



#### 自编码器(Auto Encoder)



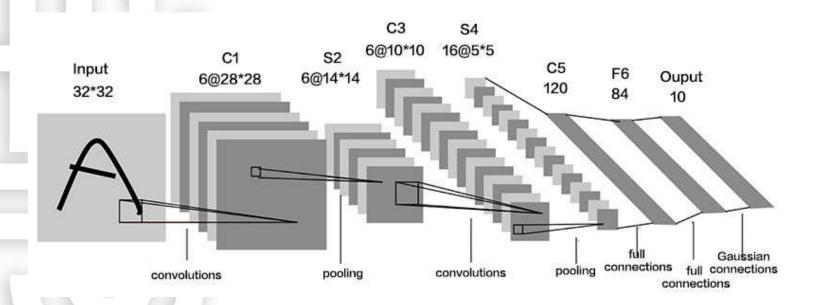
- 自编码器(Auto encoder)
  - 尽可能的使输出复现输入
  - 可以捕捉到代表输入数据最重要的因素
  - 通常具有对称的结构



#### 卷积神经网络



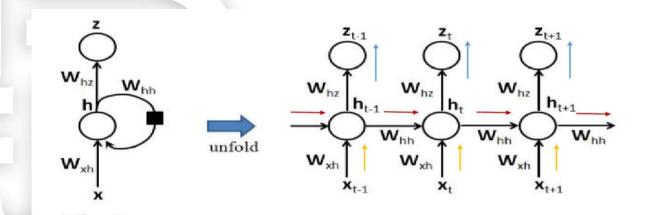
- 卷积神经网络
  - 一种多层的神经网络,利用卷积操作提取特征信息,具有部分联通、权值共享的特点



#### 循环神经网络

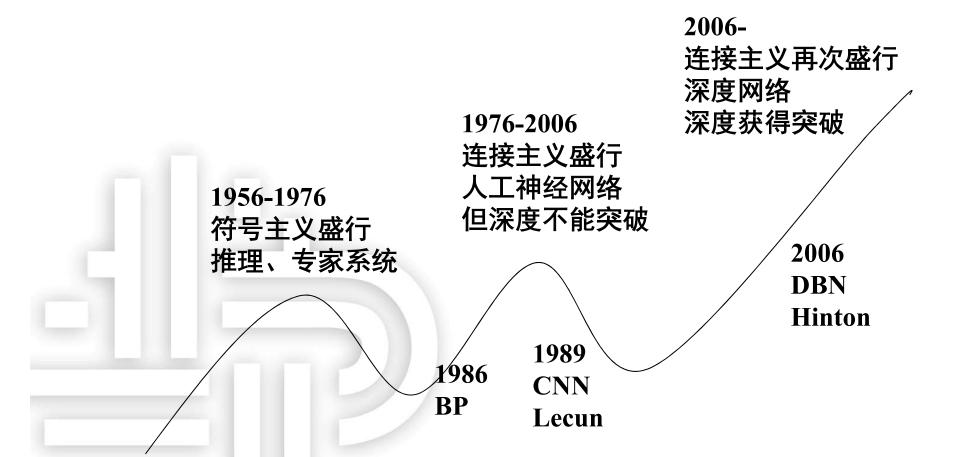


- 循环神经网络
  - 对象: 序列数据(例:文本,语音)
  - 核心思想:序列样本间存在依赖关系,通过神经网络学习样本之间的序列相关性。



#### 人工智能三次浪潮



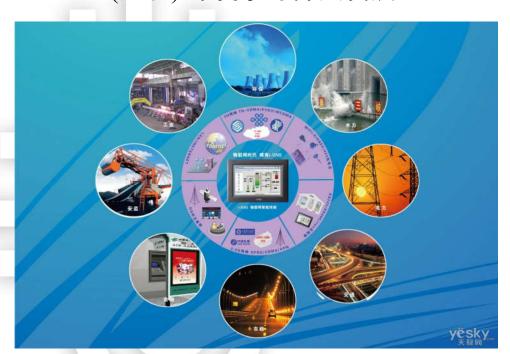


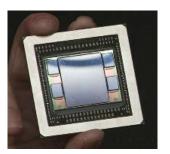
神经网络、BP算法、CNN很早就有了,为何现在才兴起深度学习?

#### 深度学习兴起原因



- 大数据时代为何青睐深度学习?
  - (天时) 大数据时代
  - (地利) 高性能计算
  - (人和) 深度学习算法发展





GPU: 大规模向量并行计算



天河1号 2010年11月



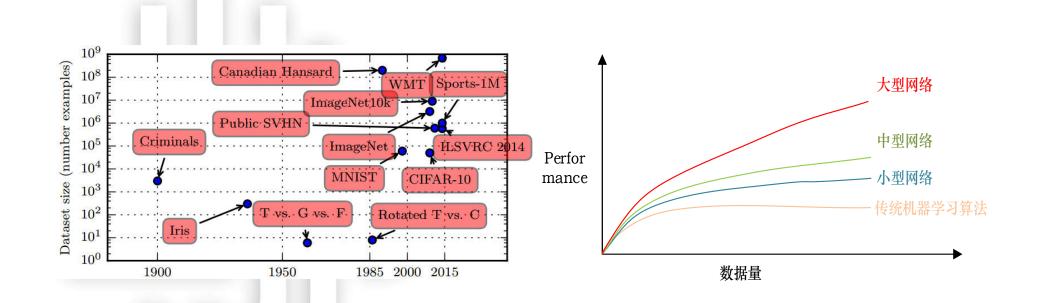
Deep Learning Since 2006

materials are identical for all configurations. The blue bars in Fig. 1 summarize the measured SHG (assignation Fee excitation of the LC resonance in Fig. 1A. Obstantial incident polarization), we find the configuration of the SHG missing of the CLP consumers in Fig. 1A. The configuration of the SHG missing of the SHG, this signal close when the square of the incident power (Fig. 2A). The potation of the SHG missing of the SHG (i.e., to 1.8, 1.8) and industries in incurrency or the SHG (i.e., to 1.8, 1.8) and incident power of the CLP consumers of the SHG (i.e., to 1.8, 1.8) are under the same of the construction of the SHG missing of the CLP consumers of the SHG (i.e., to 1.8, 1.8) are under the same of the construct High-dimensional clotar to the same of the construction of the SHG (i.e., to 1.8, 1.8) are under the same of the construction of the SHG (i.e., to 1.8, 1.8) are under the same of citation for Mries messance with vertical intensionality reduction facilitates the disagnal just above the noise level. The recitation indicate that a final part of the Mir resonance with horizontal insiderate that classification, visualization, communication of the Mir resonance with horizontal insiderate that classification with neither and insiderate polithration in Fig. IC, a small but significant principal compensation and with the significant principal compensation and with the significant principal compensation and with the significant principal compensation analysis (PCA), when the significant principal compensation and with the significant principal compensation and the significant principal compensation and

### 深度学习发展的原因



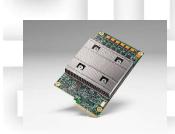
数据量:互联网了提供了大量的数据,与 日俱增的数据量推动了深度学习的发展



# 深度学习发展的原因

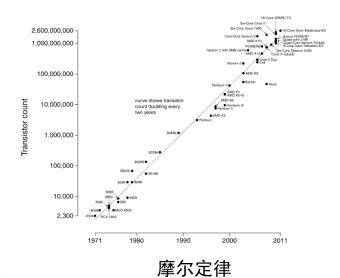


- 计算能力
  - 摩尔定律
  - 针对深度学习的GPU
  - 人工智能芯片(TPU、寒武纪、Tesla)





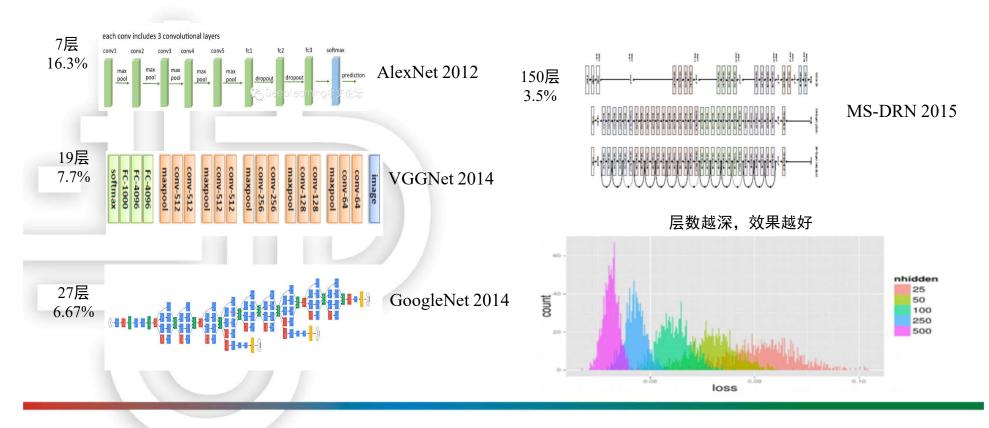




# 深度学习发展的原因



• 促进构建更深网络的算法发展: Relu、BP、Dropout、BatchNormalization



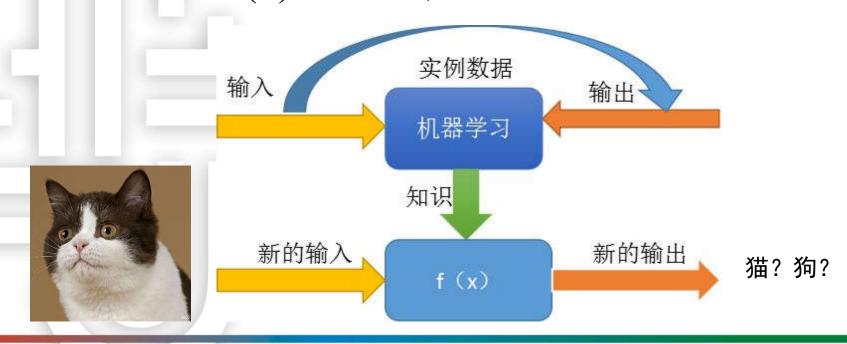


# 深度学习和传统机器学习

### 机器学习本质



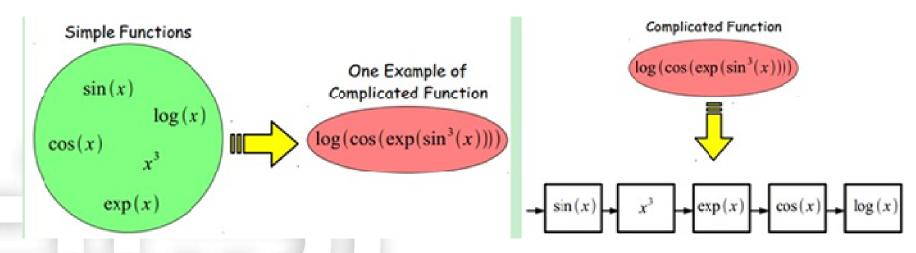
- 机器学习: 学习如何映射F(x):数据→结果
- 数据规律复杂——F(x)复杂
- 一把学出F(x)有点难,能不能简化?



### 特征映射的难度分解



• 举例: 简单函数组合复杂函数



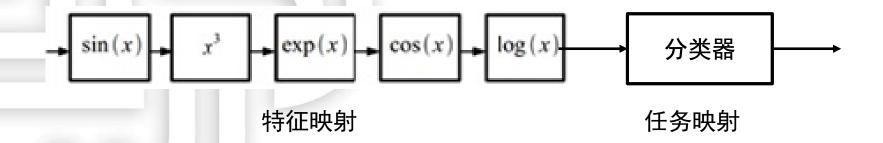
$$F(x) = \log(\cos(\exp(\sin^3(x)))) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n + O(x^{n+1})$$

- V.S.
- $Sin(x), x^3, ...,$

### 学习过程的分解

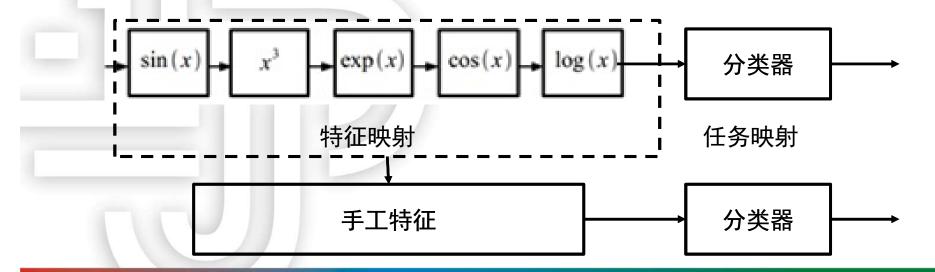


- 任务逐层分级,数据逐层映射
- 之前是特征映射:数据→特征不断提炼数据规律
- 之后是任务映射:特征→任务结果 根据规律判断结果





- 深度学习出现之前,复杂数据特征映射难以用浅层模型学习
- 例: F(X)只一层, 参数太多, 难学
- 特征工程: 机器学不好, 应用专家去设计



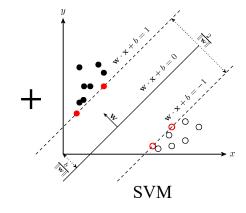
### 深度学习与传统机器学习



- 特征学习的角度对比
  - 传统机器学习:浅层(简单)模型+手工特征 (优劣关键)





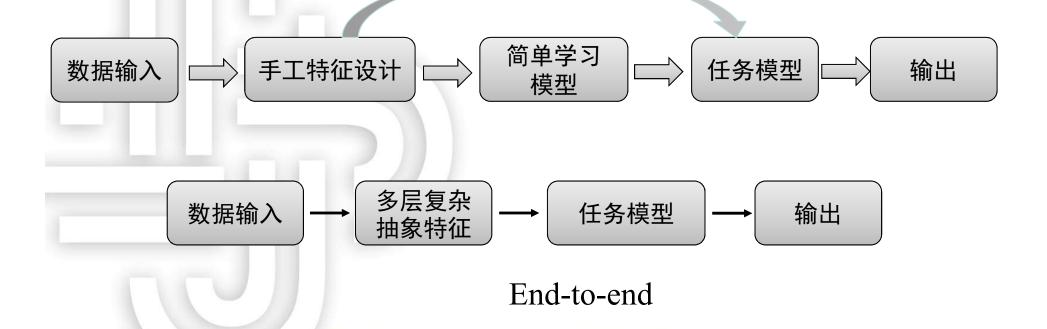


- 深度学习: 深度网络直接学习复杂数据特征
- 本质还是浅层(简单)模型难以学习复杂数据特征,需要设计高效的特征进行配合

### 深度学习与传统机器学习



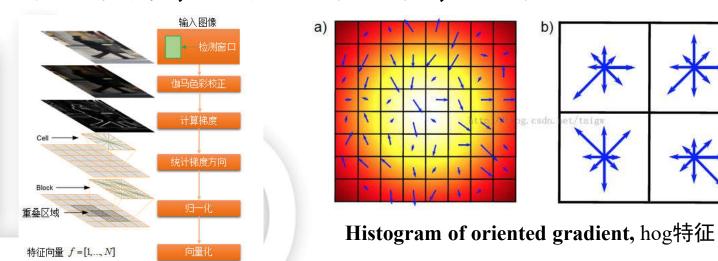
- 流程对比:
  - 一深度学习:侧重从大量数据中直接学习高维、 复杂的数据特征



### 手工特征



- 特征工程的问题:
  - 设计复杂,需要专家经验,专家认识也有限



- 往往针对特定任务设计,适应性差:找人Hog,识别脸LBP,对齐SIFT。。。

## 深度学习怎么就能找好特征? PDL<sup>等</sup>

- 找规律过程——组合选取一些特点,试错
- 人去做——数据量大,记不住,试错困难
- 机器去做——记忆不是问题,试错快

- 浅层模型——参数多,特点组合爆炸,所以试错难,对应学习难
- 深层模型——任务分解了,参数少了(量级的减少),合适的多层联动试错方法(梯度下降),试错相对容易

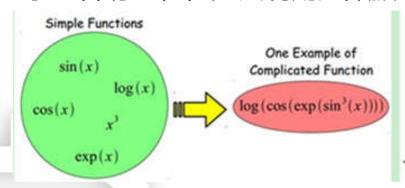
### 传统机器学习方法的不足



Complicated Function

 $log(cos(exp(sin^3(x))))$ 

- 浅层特征学习模型:
  - 浅层-特征表达能力不足
  - 参数有限-学习容易饱和,无法利用大数据



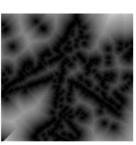
- 手工特征:
  - 特征专业-需要专家设计(经验、知识)
  - •特征固化-适应有限
  - 效果有限-理解有限







边缘模板方法



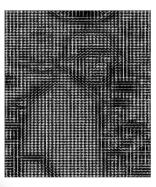
霍夫距离方法

## 深度学习与传统机器学习



• 手工特征 vs. 自动特征



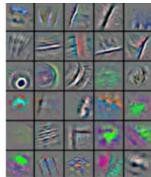




Histogram of oriented gradient, hog特征









分层抽象特征

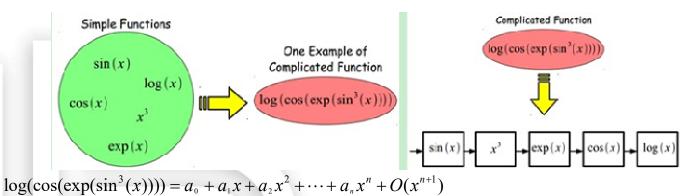
### 深度学习特点



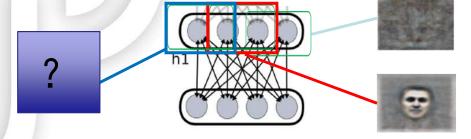
#### - 深度多层,学习表达能力更强

浅层模型表达、学习复杂特征难度大

深层模型将复杂特征拆分为多个简单特征



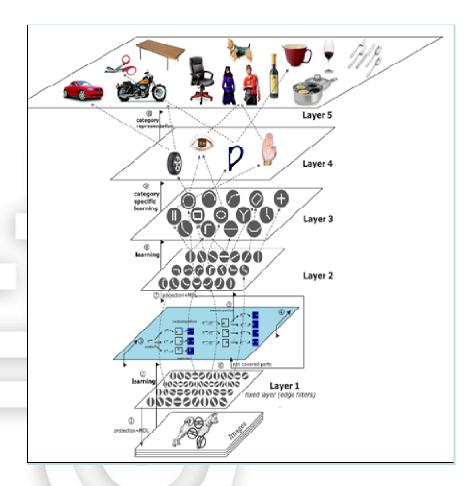
- 组合特征 (分布式特征) , 适应性, 泛化能力更强



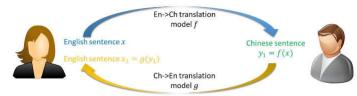
### 深度学习特点



- 多层次抽象,便于迁移



- 参数空间大,学习空间大,可有效利用大数据
- 另一方面: 也只有大量数据的时候 才有效果
- 成功应用多集中于有监督学习(需要大量有标签数据)



Feedback signals during the loop:

- $s(x, x_1)$ : BLEU or similarity score of  $x_1$  given x
- $L(y_1)$  and  $L(x_1)$ : Likelihood and language model of  $y_1$



### 总结



- 概念:源于神经网络,现在是一系列能够用来构建可组合可微分的体系结构的技术和方法
- 相比传统机器学习: 适用于从大量数据中学习复杂特征
- 效果:实实在在的成效,突破弱人工智能,但强人工智能还远未达到

### 课程目的、内容侧重



### • 能力培养目标:

- 根据应用问题设计相应的深度学习解决方案
- 使用Tensorflow工具, 高效实现深度学习算法
- 能够对训练结果进行评价,分析模型或训练问题,并设计进一步优化深度模型的方案

### • 内容侧重:

- 深度学习知识原理
- Tensorflow工具实践
- 网络优化方法与实践技巧

### 课程大纲



- 第一章 深度学习基础
- 1.1 深度学习概述
- 1.2 Tensorflow 简介 (基本原理与编程模型)
- 1.3 Tensorflow 进阶1 (命名空间、模型封装、模型存储、模型转换等)
- 第二章 深度学习模型
- 2.1 人工神经网络
- 2.2 卷积神经网络
- 2.3 Tensorboard及深度网络可视化方法
- 2.4 典型卷积神经网络 (构建高效深度模型的算法和技术)
- 第三章 深度模型训练及优化方法
- 3.1 深度学习模型评估方法
- 3.2 深度神经网络优化方法1 (梯度下降与反向传播)
- 3.3 深度神经网络优化方法2 (随机梯度下降及优化实践)
- 3.4 深度模型学习技术 (数据增广、正则化及迁移、多任务、对抗等深度学习方法)
- 3.5 Tensorflow 进阶2 (动态图、自定义操作、数据管理等)
- 3.6 深度模型并行训练及Tensorflow分布并行方法

### 课程保障、组织形式、考核方式中口质

#### 课程保障:

- 主讲老师: 窦勇, 牛新
- 教辅:杨迪,张龙,谢曦霖
- 组织形式: 以实践为主
  - 课堂教学:原理讲授、方法演示
  - 课下平台互动:利用Trust平台,教辅答疑,学生讨论,分享资料,收发作业

#### • 考核方式:

- 课堂出勤(10分)
- 每章节小作业(60分):6个5分+3个10分
- 大作业(30分): 可以假期做完, 开学之前交

### 参考资料



### • 参考教材:

- Deep Learning(中文版: 深度学习) Ian Goodfellow,
   Yoshua Bengio 人民邮电出版社
- TensorFlow 实战Google深度学习框架 郑泽宇 顾思宇 中 国中信出版集团
- 其他教程:
  - 李宏毅老师课程:
    - http://speech.ee.ntu.edu.tw/~tlkagk/courses.html
  - Tensorflow官方教程:
  - https://www.tensorflow.org/