



《医学信息技术》课程

## 二、机器学习基础

黄恩待

智能医学与生物医学工程研究院


2024-09-30

# 一、课程介绍

时间	课程	任课老师
第二周 (9月14号)	人工智能概述	黄恩待
第三周 (9月23号)	机器学习基础	黄恩待
第四周 (9月30号)	深度学习与图像识别	黄恩待
<b>第五周 (10月12号)</b>	自然语言处理在医学中的应用	黄恩待
第六周 (10月14号)	信息与人工智能技术在医学领域应用概述	姚育东/张白桦
第七周 (10月21号)	机器学习在医学信息学方面应用	姚育东/张白桦
第八周 (10月28号)	基于深度学习的医学影像辅助诊断	姚育东/张白桦
第九周 (11月4号)	基于人工智能的疾病区域检测分割	姚育东/张白桦
第十周 (11月11号)	智能医学相关论文分析与写作	姚育东/张白桦



# CONTENTS

- 一、基本概念
  - 二、机器学习模型
  - 三、机器学习评估
- 

01

# 基本概念

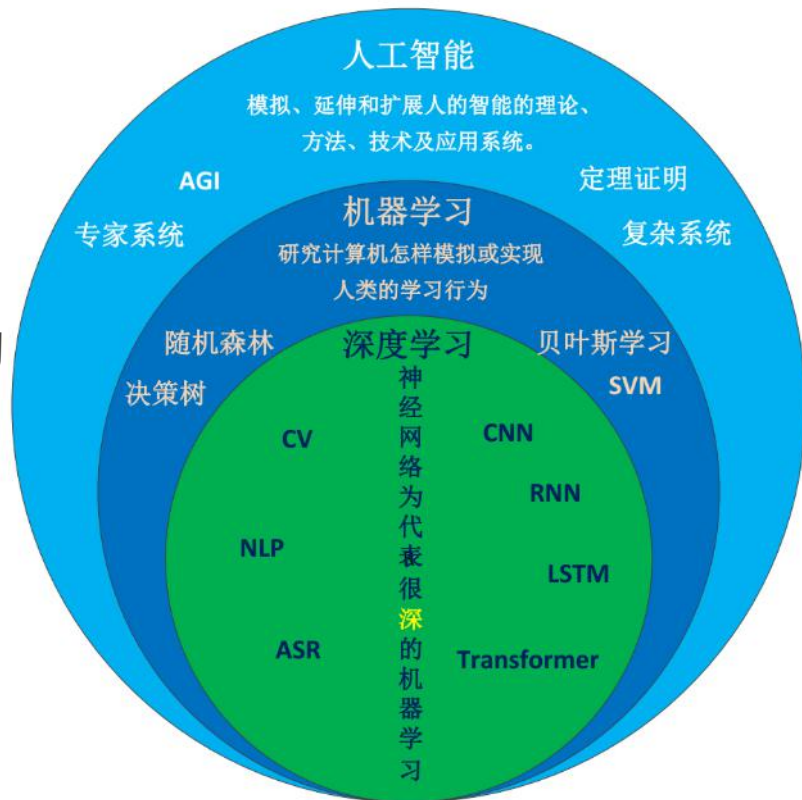
# 一、基本概念

## 机器学习：

- 研究如何模拟和实现人类学习行为

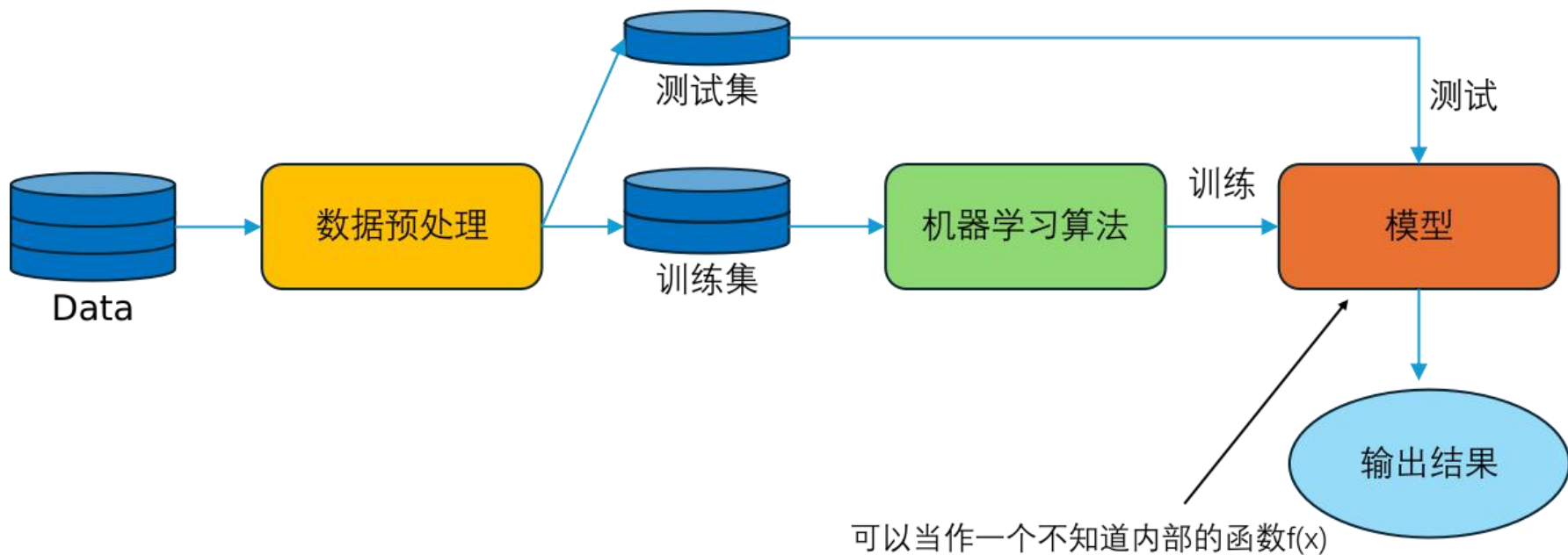
## 深度学习：

- 以神经网络为代表的，层数很深的机器学习
- 实际中“机器学习”和“深度学习”不同



# 一、基本概念

机器学习主要流程:



# 一、基本概念

## 数据预处理:

- Excel存储数据 (.csv文件更好) , Python的Pandas包导入数据
- 通常数据量要是特征数量的10倍
- 将数据处理为机器可读形式
- One-hot编码(如果类别大于2)

Human-Readable

Pet
Cat
Dog
Turtle
Fish
Cat

Machine-Readable

Cat	Dog	Turtle	Fish
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1
1	0	0	0

# 一、基本概念

经典定义：利用经验改善系统自身的性能



经验 → 数据

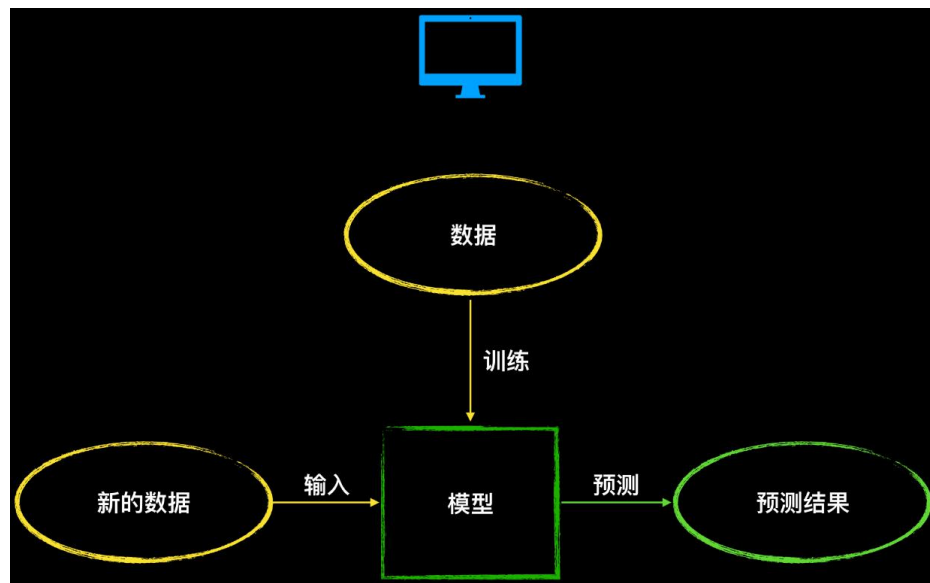
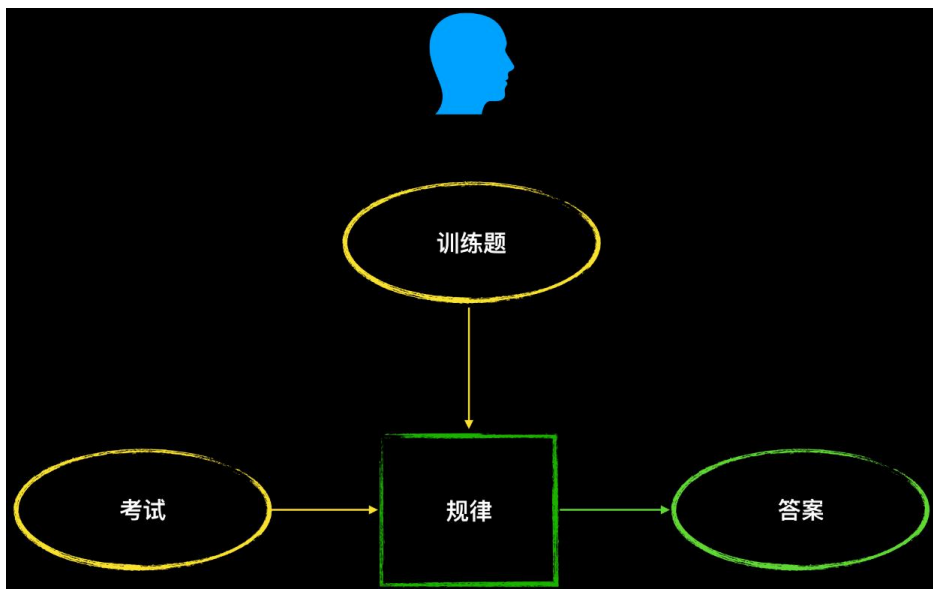


随着该领域的发展，目前主要研究**智能数据分析**的理论和算法，并已成为智能数据分析技术的源泉之一



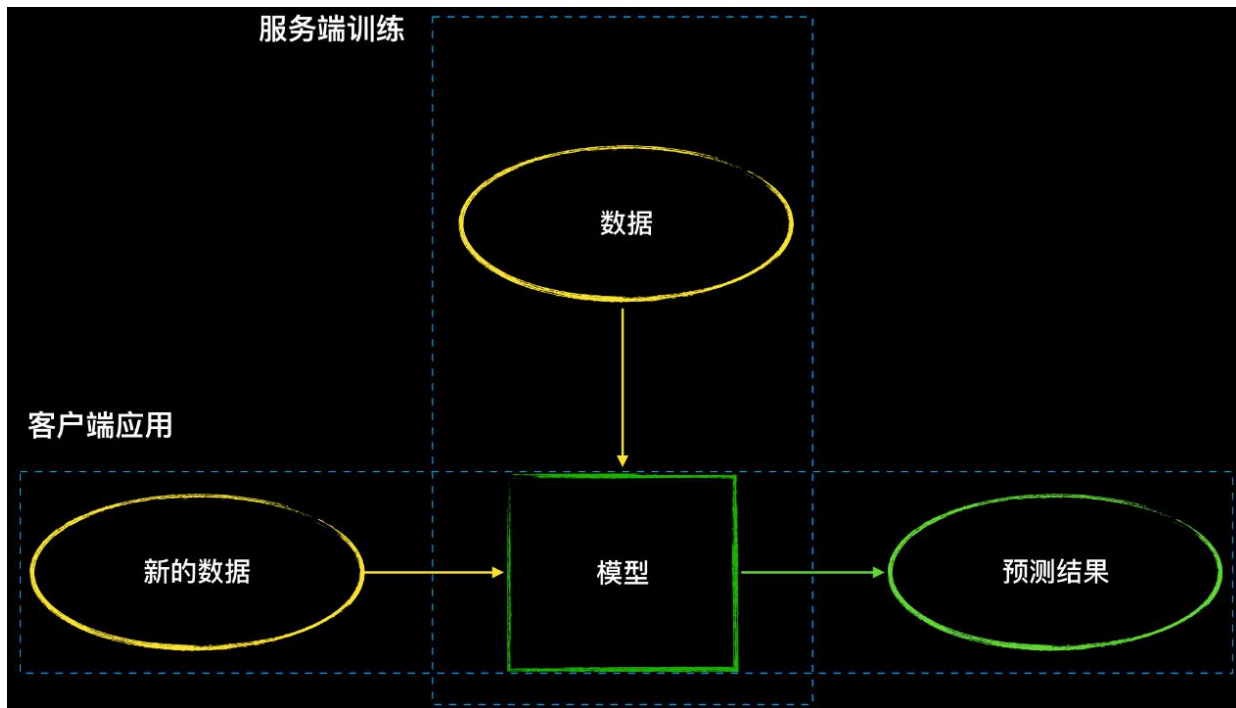
# 一、基本概念

- 学习“规律”



# 一、基本概念

- 学习“规律”



# 一、基本概念

- 学习 “规律”
- $\approx$  寻找一个函数  $f(x)$


## Speech Recognition

$$f(\text{  }) = \text{“How are you”}$$

## Image Recognition

$$f(\text{  }) = \text{“Cat”}$$

## Playing Go

$$f(\text{  }) = \text{“5-5” (next move)}$$

# 一、基本概念

## “文献筛选”的故事

- 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
- 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！

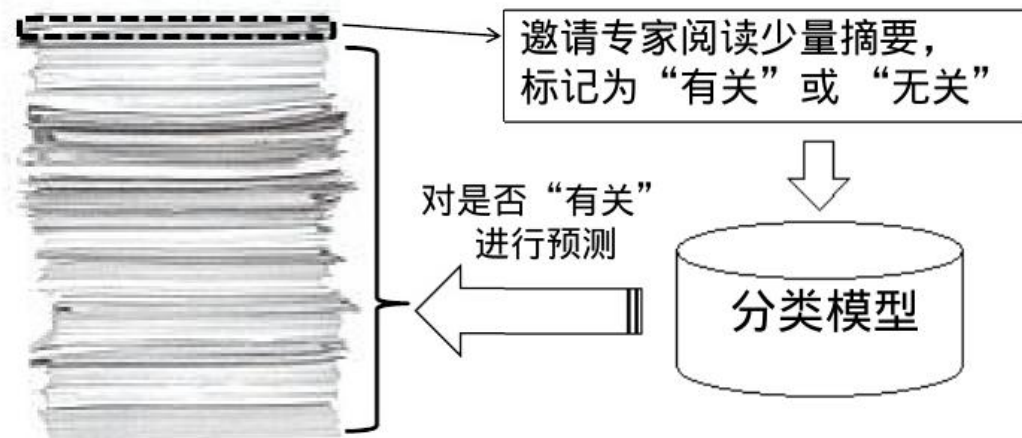


a portion of the 33,000 abstracts

# 一、基本概念

## “文献筛选”的故事

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)

# 一、基本概念

01

**监督学习**

回归与分类

02

**无监督学习**

聚类与降维

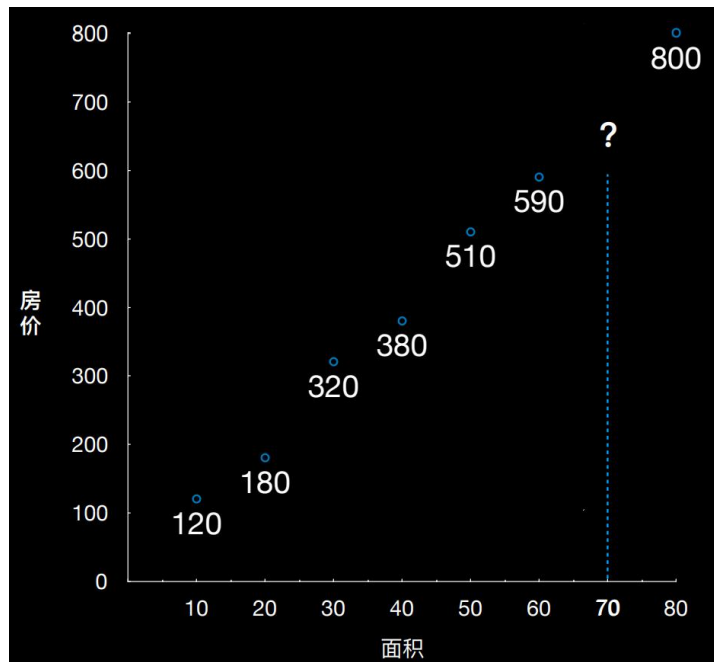
03

**强化学习**

策略优化与奖励机制

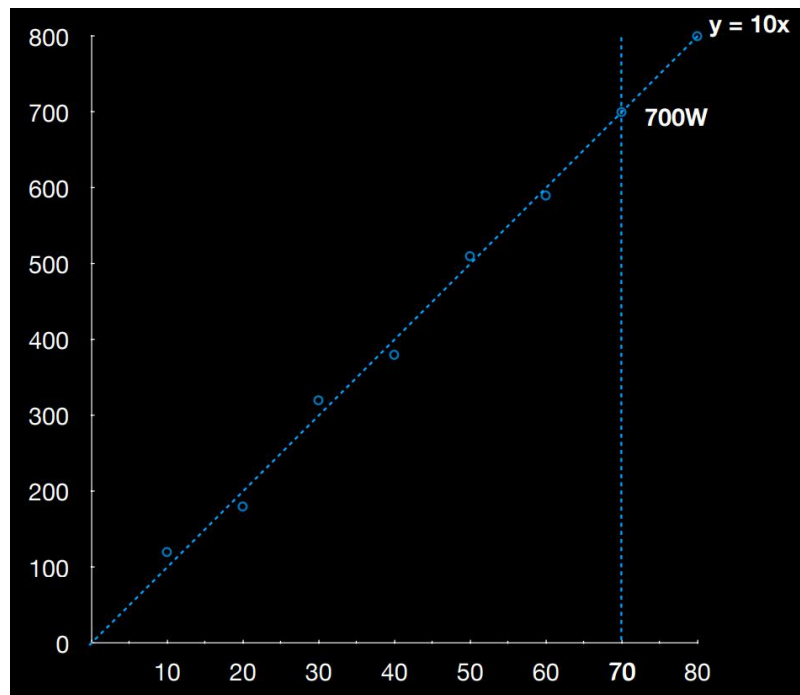
# 一、基本概念

- 已知10平, 20平、.....60平, 80平房子的价格
- 求70平房子的价格?



# 一、基本概念

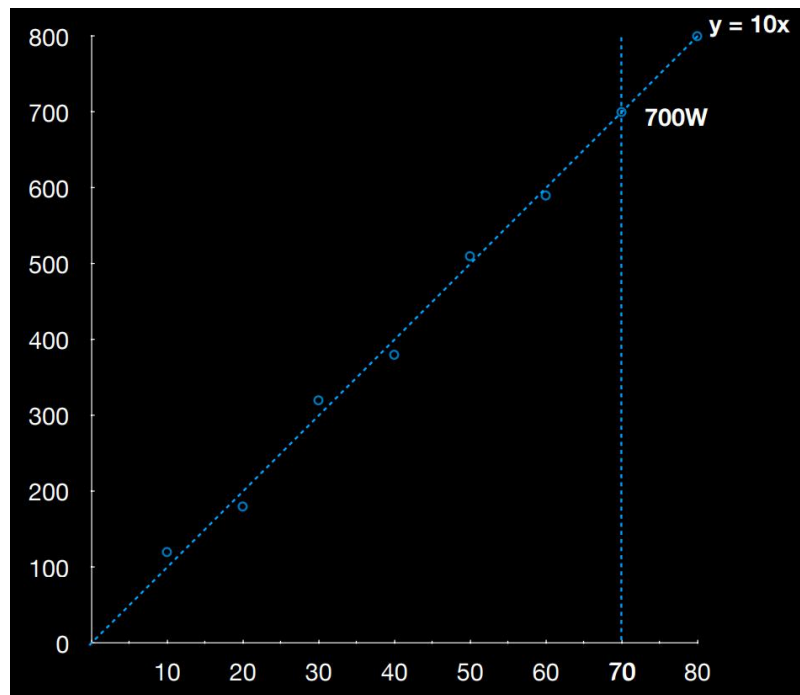
- 已知10平, 20平、.....60平, 80平房子的价格
- 求70平房子的价格?





# 一、基本概念

- 已知10平, 20平、.....60平, 80平房子的价格
- 求70平房子的价格?
- 模型一定是线性的?
- 只有一个因素?
- 我怎么知道拟合出来的规律是正确的?



# 一、基本概念

最小化误差函数:

$$\text{Min} \frac{1}{m} \sum_{x=1}^m (f(x_i) - y_i)^2$$

即求两个参数k和b, 使上述函数取得最小值 (How? )

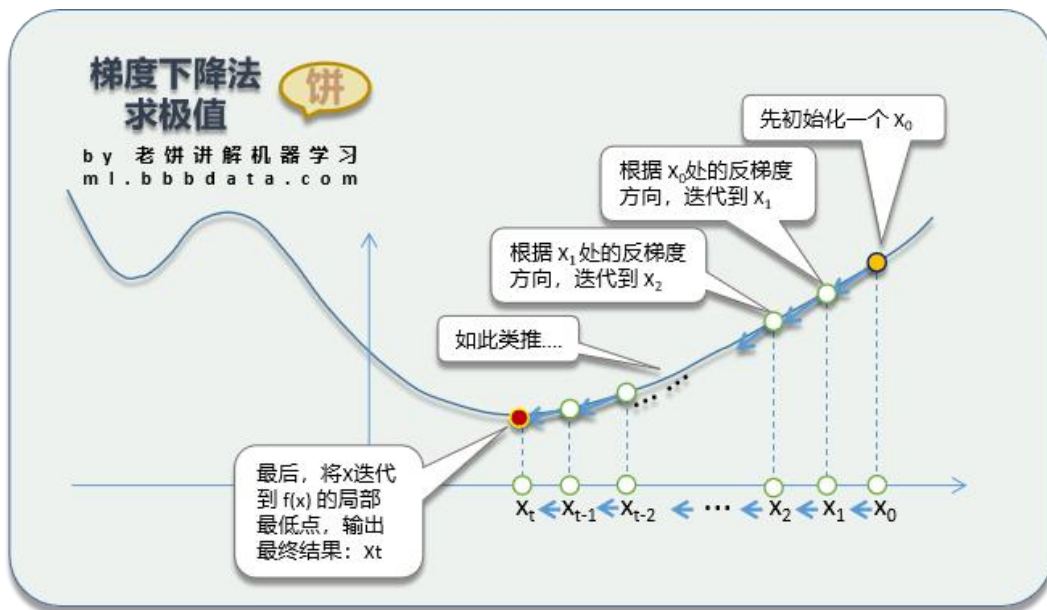
$$\text{Min} \sum_{x=1}^m (kx_i + b - y_i)^2$$

# 一、基本概念

## 最小化误差函数:

方法一：求导数，取导数等于0的点（难求解）

方法二：不断的靠近最小值（即学习的过程，梯度下降）

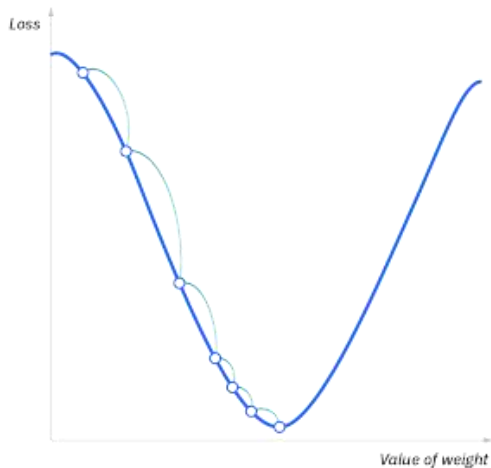


# 一、基本概念

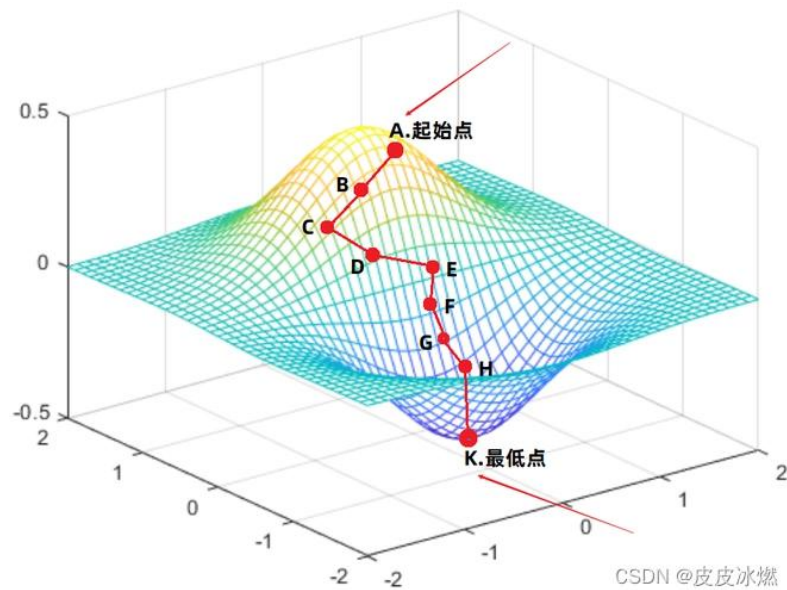
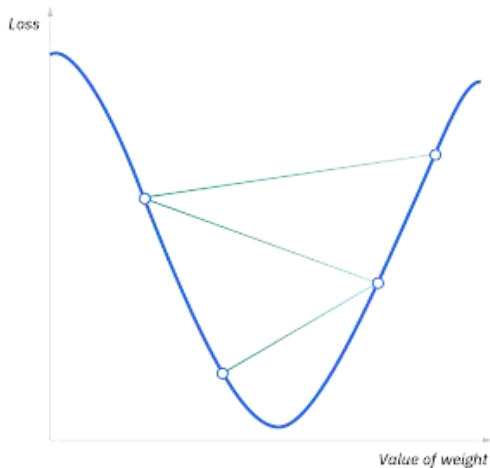
梯度下降：

很小的步长（学习率）

Small learning rate



Large learning rate



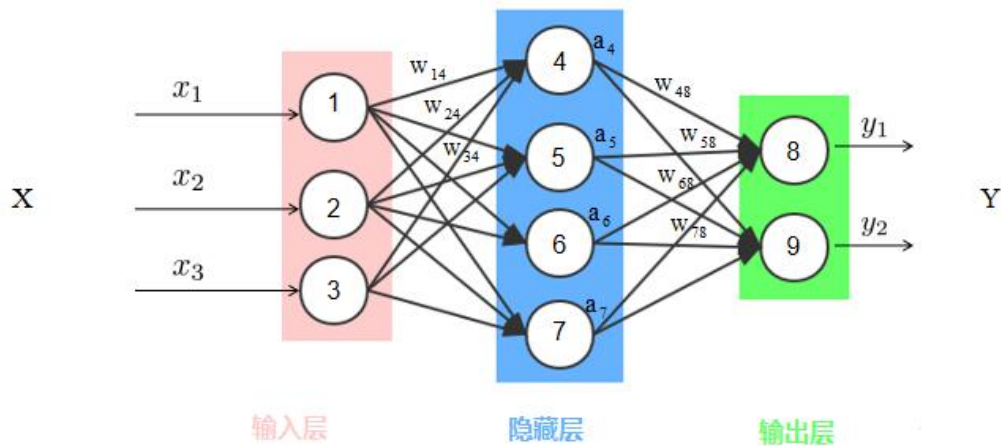
02

# 机器学习模型

## 二、机器学习模型

### 神经网络：

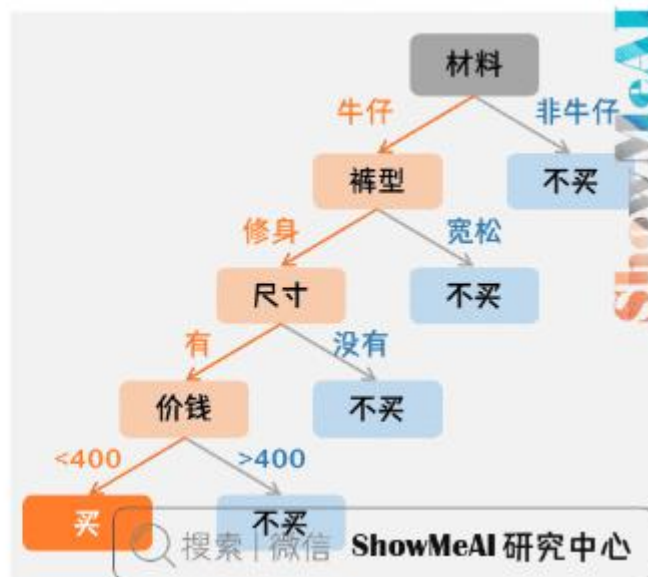
- 模仿人脑神经元结构的计算模型
- 神经元、激活函数组成



## 二、机器学习模型

### 决策树及随机森林模型：

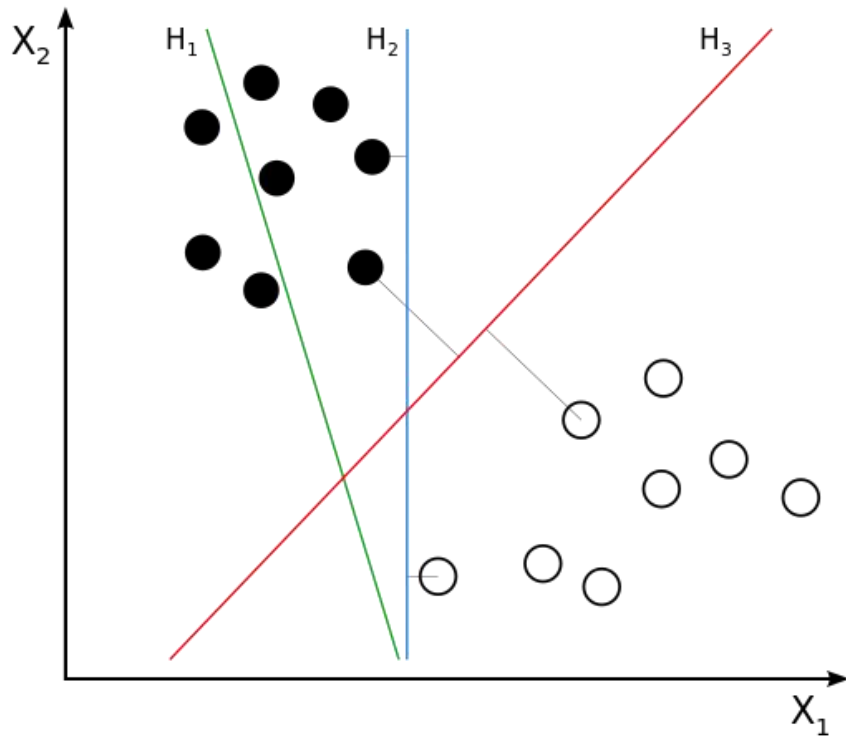
- 模仿人的决策（如Yes/No）



## 二、机器学习模型

### 支持向量机(分类):

- 模仿人脑神经元结构的计算模型
- 神经元、激活函数组成





## 二、人工智能的基本概念

### GPU (显卡) :

- 图形处理单元, 用于加速计算
- Nvidia: 英伟达公司, 生产显卡的公司, 及配套的软件 (显卡驱动)
- CUDA: 英伟达公司的调用GPU的软件 (软件里叫NVCC)
- CUDNN: 处理深度学习的加速模块, 通常和CUDA一起安装
- 显存: 显卡的内存 (类似于我们电脑的内存, 独立存在于显卡中)
- 2080Ti, 3090, A100: 具体的显卡型号



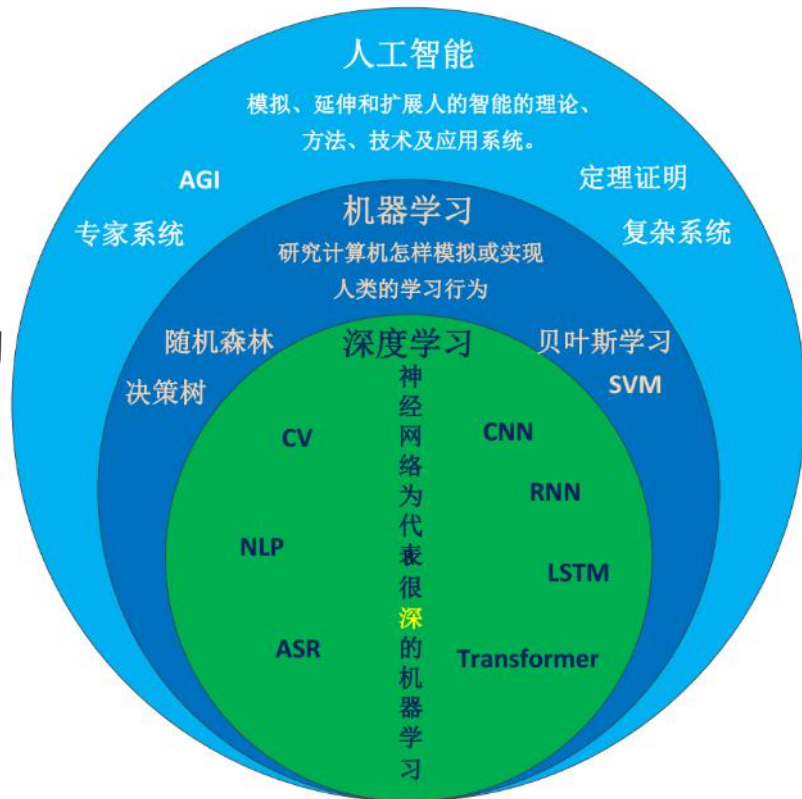
## 二、人工智能的基本概念

### 机器学习：

- 研究如何模拟和实现人类学习行为

### 深度学习：

- 以神经网络为代表的，层数很深的机器学习
- 实际中“机器学习”和“深度学习”不同



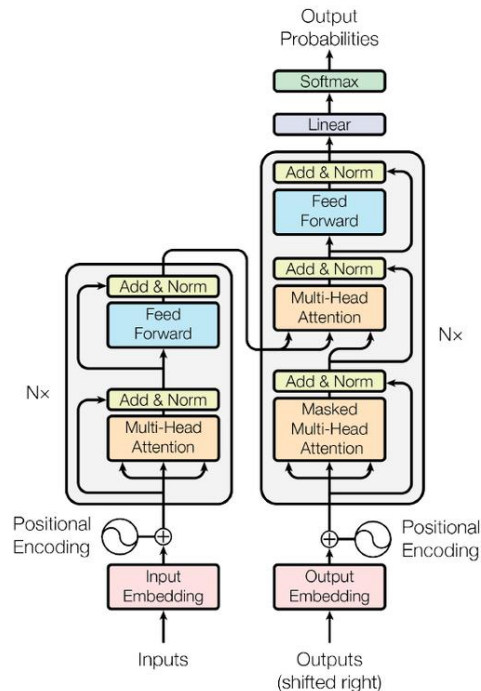
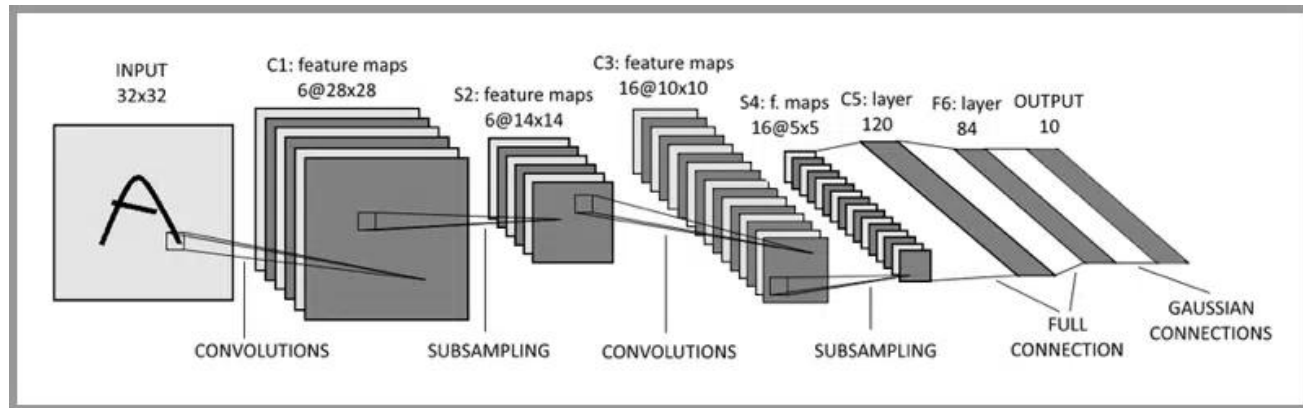
## 二、人工智能的基本概念

### CNN:

- 卷积神经网络，用于图像的神经网络

### Transformer:

- 用于文本的神经网络（也可用于图像）



## 二、人工智能的基本概念

### **Python:**

机器学习、深度学习常用的编程语言

### **Pytorch、Tensorflow/Keras, caffe:**

深度学习的框架, Python的包

03

# 机器学习评估

# 三、机器学习评估

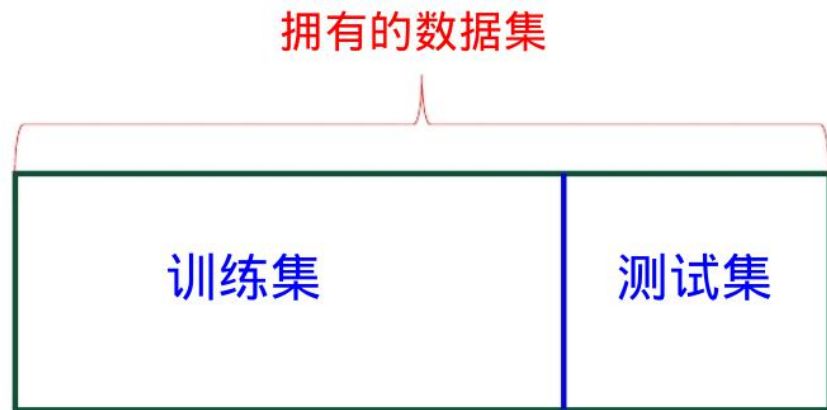
## 如何获得测试结果?

- 留出法 (hold-out)
- 交叉验证法 (cross validation)
- 自助法 (bootstrap)

# 三、机器学习评估

## 如何获得测试结果?

- 留出法 (hold-out)
- 交叉验证法 (cross validation)
- 自助法 (bootstrap)



注意:

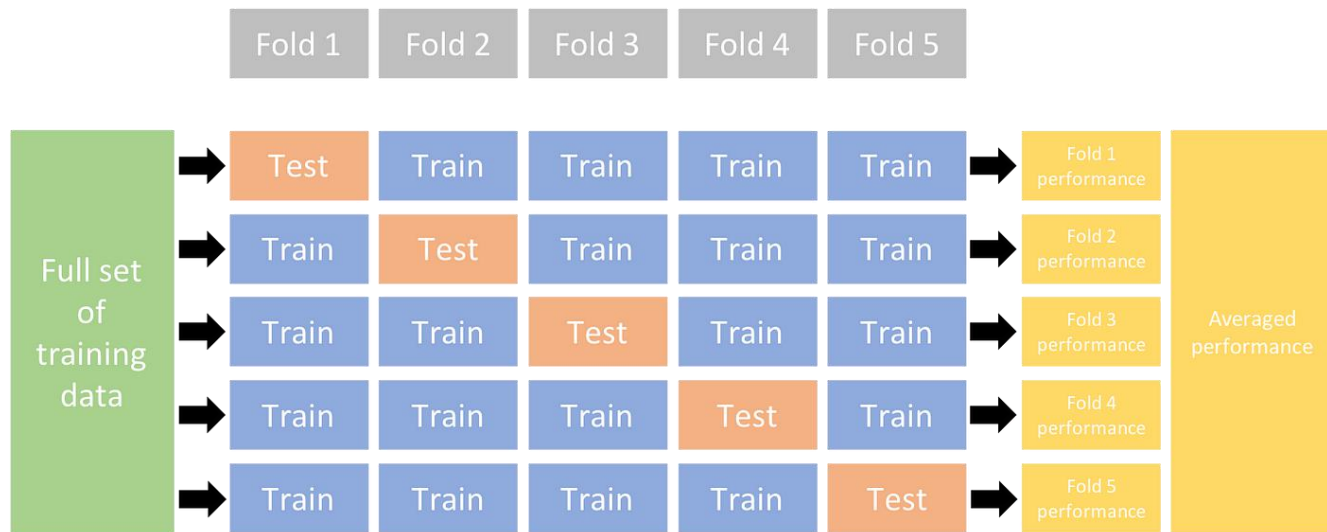
多次重复划分 (例如: 100次随机划分)

测试集不能太大、不能太小 (例如: 1/5~1/3)

# 三、机器学习评估

## 如何获得测试结果?

- 留出法 (hold-out)
- 交叉验证法 (cross validation)
- 自助法 (bootstrap)





# 三、机器学习评估

## 如何获得测试结果?

- MAE
- MSE/RMSE
- R<sup>2</sup>

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}|$$

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

Where,

$\hat{y}$  - predicted value of  $y$   
 $\bar{y}$  - mean value of  $y$

# 三、机器学习评估

## 如何获得测试结果?

- Accuracy
- Recall

混淆矩阵		真实值	
		Positive	Negative
预测值	Positive	TP	FP
	Negative	FN	TN

期望  
**TP**和**TN**越大越好  
**FN**和**FP**越小越好

- 真实值=Positive, 预测值=Positive (TP = True Positive) ✓
- 真实值=Positive, 预测值=Negative (FN = False Negative) ✗
- 真实值=Negative, 预测值=Positive (FP = False Positive) ✗
- 真实值=Negative, 预测值=Negative (TN = True Negative) ✓

# 三、机器学习评估

## 如何获得测试结果?

- Accuracy
- Recall

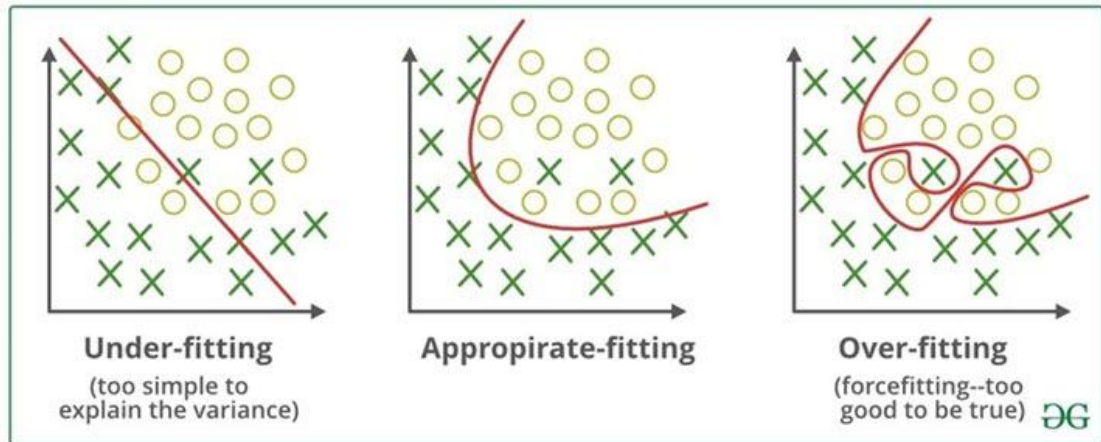
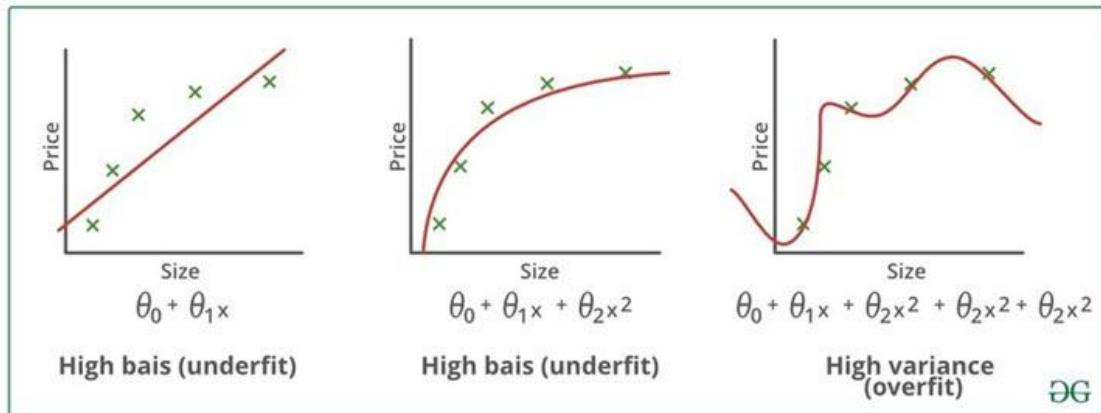
混淆矩阵		真实值	
		Positive	Negative
预测值	Positive	TP	FP
	Negative	FN	TN

	公式	意义
准确率(ACC) Accuracy	$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$	模型正确分类样本数占总样本数比例(所有类别)
精确率(PPV) Positive Predictive Value	$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$	模型预测的所有 <b>positive</b> 中，预测正确的比例
灵敏度/召回率(TPR) True Positive Rate	$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$	所有真实 <b>positive</b> 中，模型预测正确的 <b>positive</b> 比例
特异度(TNR) True Negative Rate	$\text{Specificity} = \frac{TN}{TN + FP}$	所有真实 <b>negative</b> 中，模型预测正确的 <b>negative</b> 比例

# 三、机器学习评估

## 如何评估学习情况?

- 欠拟合(underfit)
- 过拟合(overfit)



# 三、机器学习评估

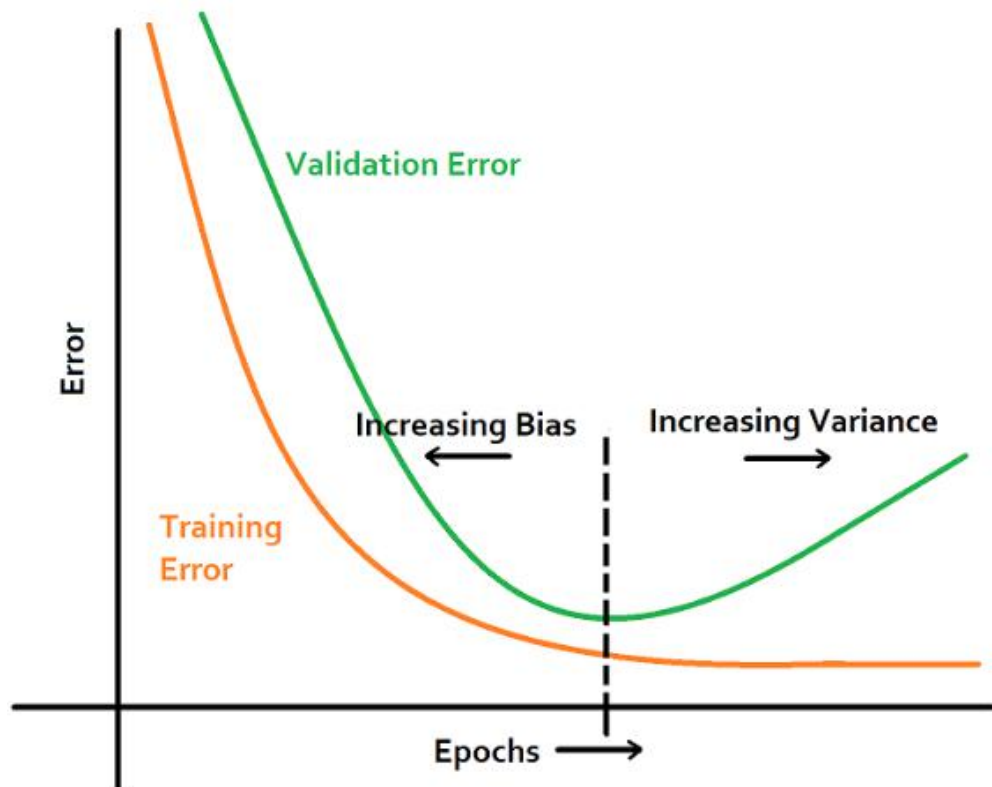
## 欠拟合

- 模型复杂化
- 增加更多的特征
- 增加训练数据往往没有用
- 降低正则化约束

# 三、机器学习评估

## 过拟合

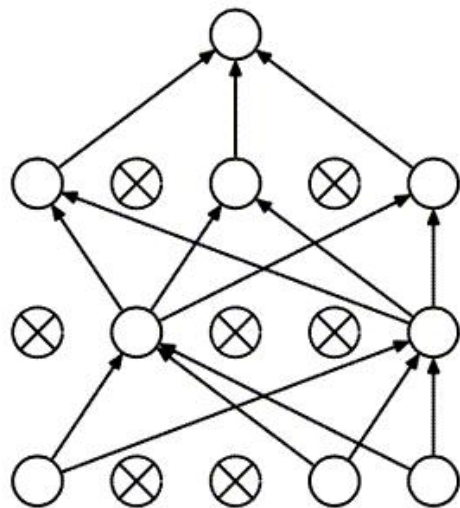
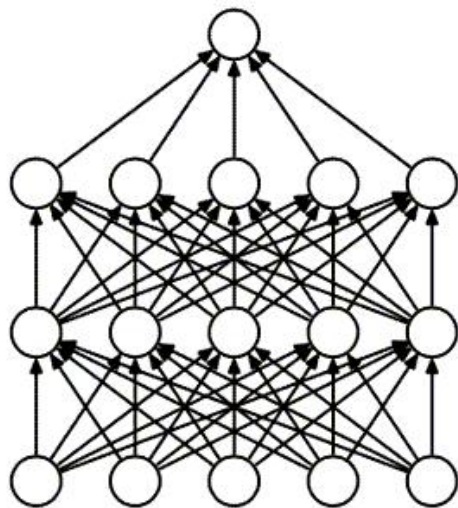
- 增加更多数据 (最直接)
- 降低模型复杂度
- 降低特征的数量 (如降维)
- Early stopping (提前终止)
- Dropout



# 三、机器学习评估

## 过拟合

- 增加更多数据 (最直接)
- 降低模型复杂度
- 降低特征的数量 (如降维)
- Early stopping (提前终止)
- Dropout





THE END  
**THANKS**

黄恩待

智能医学与生物医学工程研究院

huangendai@nbu.edu.cn