

神经网络基础

目录

- ◆ 生物神经网络原理
- ◆ 感知器与梯度反向传播

生物神经网络原理

细胞的工作机制

◆ 从单细胞生物到多细胞生物



单细胞生物：整个生物体由1个细胞构成，在整个生物界中属于最低等最原始的生物，草履虫、蓝藻是典型的有核单细胞生物。

没有神经系统，只有“应激性”



多细胞生物：多个、分化的细胞组成的生物体，细胞各有不同的、专门的功能，所有植物界和除粘体门外所有动物界的生物是多细胞生物。

有条件反射与神经系统，多个细胞之间如何进行协同工作？

神经细胞的工作机制：网状理论 reticular theory

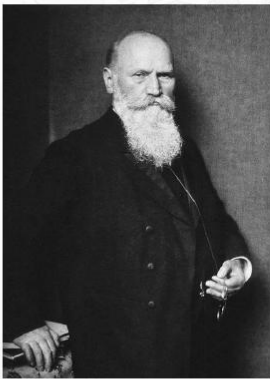
- ◆ 神经系统是一个连续的网络结构，神经元细胞以某种方式连接成一个整体，**神经细胞胞体只负责提供支持和营养**，脑作为一个整体来实现它的复杂功能，无须关注细胞之间的协作。



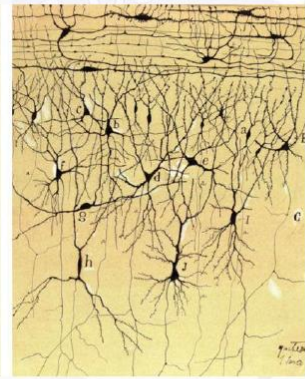
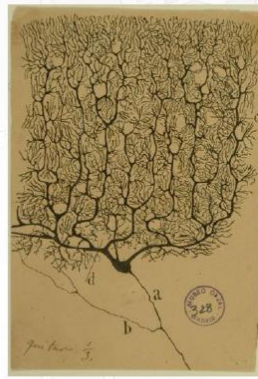
代表性人物：德国的解剖学家约瑟夫·格拉赫（ Joseph von Gerlach ）与意大利的解剖学家卡米洛·高尔基（ Camillo Golgi ）

神经细胞的工作机制：神经元理论 neurons theory

- ◆ 神经细胞之间是相互独立的，通过某种形式传递信号



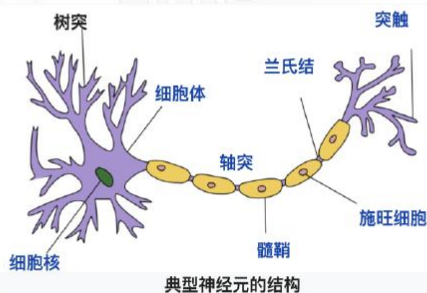
代表性人物，德国的解剖学家威廉·瓦尔代尔（Wilhelm Waldeyer）与西班牙的**病理学家、组织学家**，圣地亚哥·拉蒙-卡哈尔（Santiago Ramón y Cajal）



卡哈尔通过高尔基提出的重铬酸银染色法发现了神经元的存在，根据显微镜观察绘制出神经元结构图

神经元学说

- ◆ 卡哈尔总结提出神经元学说 (Neuron Doctrine)，被称为现代神经科学之父，与卡米洛·高尔基一起获得1906年诺贝尔生理学或医学奖



典型神经元的结构

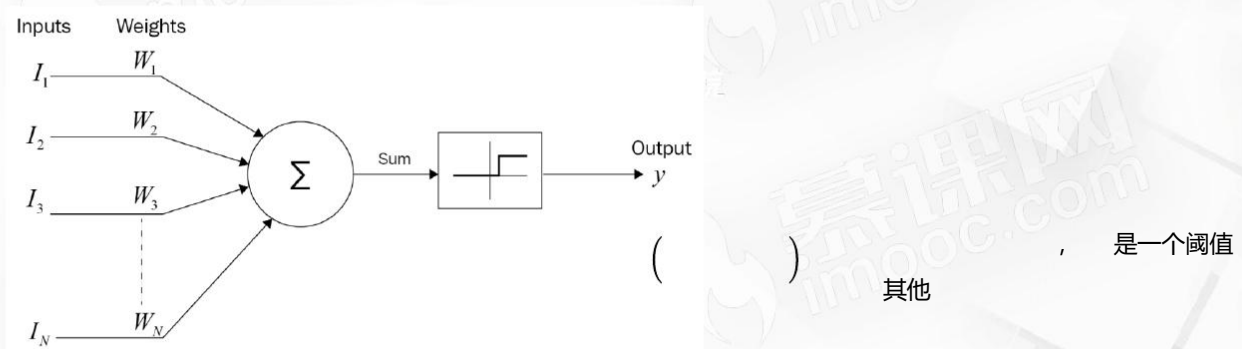
- 神经网络由许多独立的神经细胞个体（**神经元**），通过神经元之间的接触点联接而成。
- 所有神经元都具有不对称的极性结构：一边有一枝很长的所谓“轴突”的纤维状突起；另一边有许多像树枝一样的“树突”。树突 (dendrites) 接收其他神经元的输入，而轴突 (axon) 则将信息传向末端的突触 (synapse)，从而向下一个神经元传递输出。
- 人脑神经系统包含近860亿个神经元，每个神经元有千个突触

- 基于神经组织的发育、退化和再生的结构变化，卡哈尔还首先提出了**神经联接的可塑性**概念。

感知器与梯度反向传播

MP模型

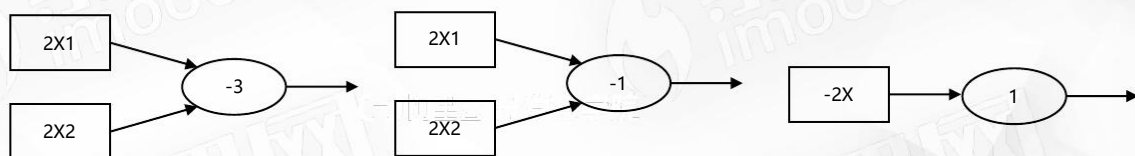
- ◆ 1943年心理学家W.S.McCulloch和数理逻辑学家W.Pitts提出人工神经元，称为M-P模型。



MP模型是一个基于阈值逻辑算法的神经网络计算模型，由固定的结构和权重构成，输入是0或者1

MP模型

- ◆ 调整权重与偏置实现不同的数学逻辑



逻辑与: $2X_1 + 2X_2 - 3$

逻辑或: $2X_1 + 2X_2 - 1$

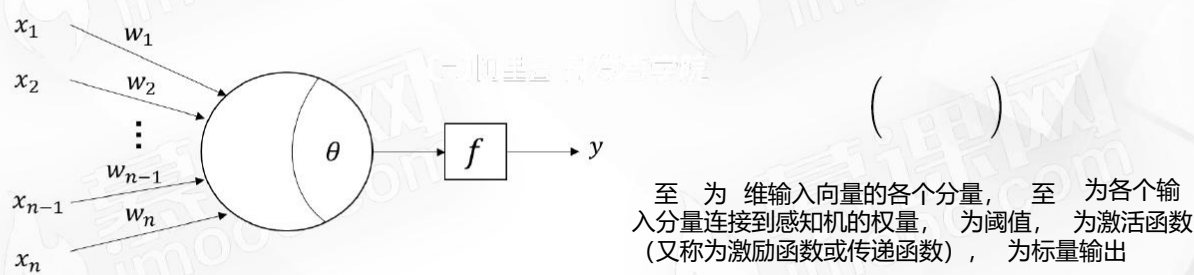
逻辑非: $-2X + 1$

X2 \ X1	0	1
0	0	0
1	0	1

X2 \ X1	0	1
0	0	1
1	1	1

单层感知器

◆ 1957年，Frank Rosenblatt发明了感知器（Perceptron），结构与MP模型类似，一般视为最简单的人工神经网络

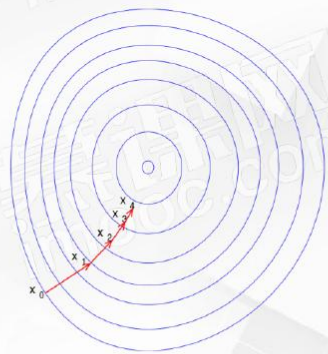


感知器与MP模型区别：输入不是离散型0/1，激活函数不一定是阈值函数

感知器权重参数更新方法：梯度下降法

◆ 对于函数 $J(\mathbf{w})$ ，以 \mathbf{x} 的梯度反方向进行更新，就能够减小 $J(\mathbf{w})$ ，这个方向还是减小 $J(\mathbf{w})$ 的最快的方向，也被称为“最速下降法”。

记 $\nabla J(\mathbf{w})$ 为它的梯度，对于足够小的正数 η ，
($\mathbf{w} - \eta \nabla J(\mathbf{w})$)



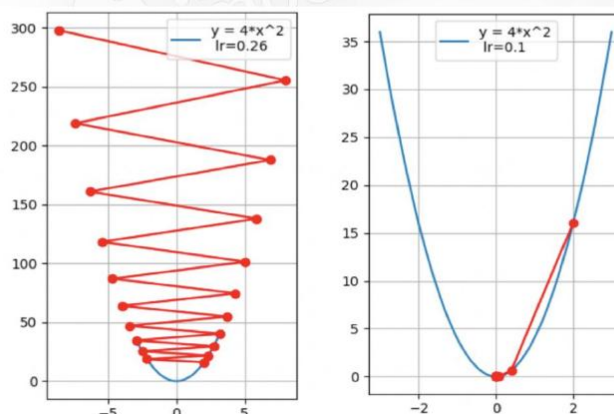
梯度更新重要参数：学习率

◆ 学习率 (Learning Rate) , 用于控制参数更新的步长

()

无学习率：
有学习率：

LR *



下次预告：单层神经网络案例实践