



中国石油大学
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM

《油气人工智能基础及应用》

4.1人工神经网络算法概述

董少群

dshaoqun@163.com

理学院数学系

CUP

厚积薄发 开物成务

一、神经元及神经网络

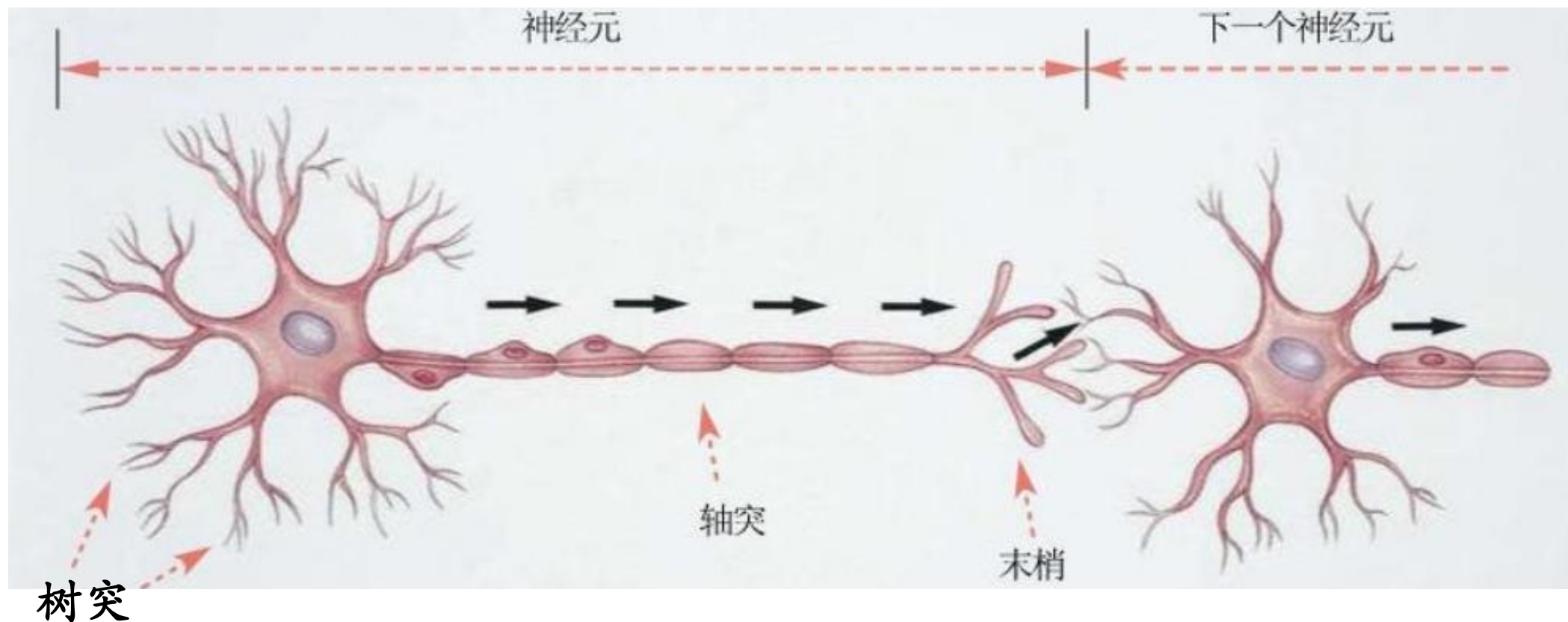
二、人工神经网络

三、常用神经网络算法

一、神经元及神经网络



1. **神经元**—即神经元细胞，是神经系统最基本的结构和功能单位。分为细胞体和突起两部分。细胞体由细胞核、细胞膜、细胞质组成，具有联络和整合输入信息并传出信息的作用。



一、神经元及神经网络



2.生物神经网络一般指生物的大脑神经元，细胞，触点等组成的网络，用于产生生物的意识，帮助生物进行思考和行动。



https://www.douyin.com/search/%E7%A5%9E%E7%BB%8F%E5%85%83?aid=a96dbf1d-f0e2-4127-b242-f3966c201660&publish_time=0&sort_type=0&source=normal_search&type=general

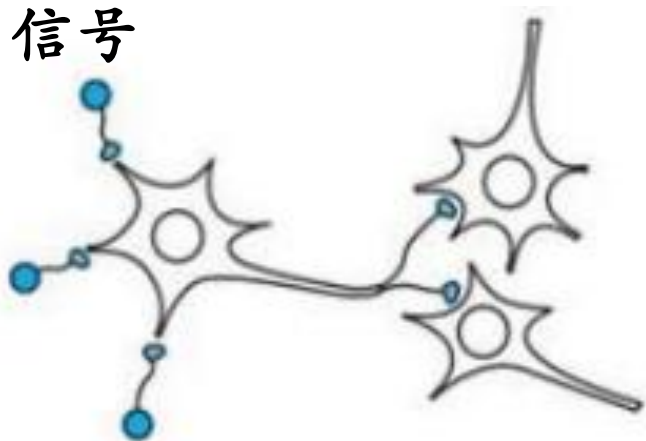
<https://www.douyin.com/video/7041510300335525133>

一、神经元及神经网络

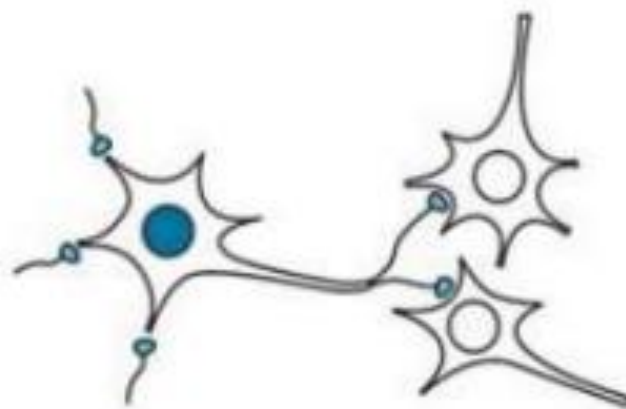
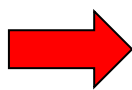


3. 神经元的工作机制

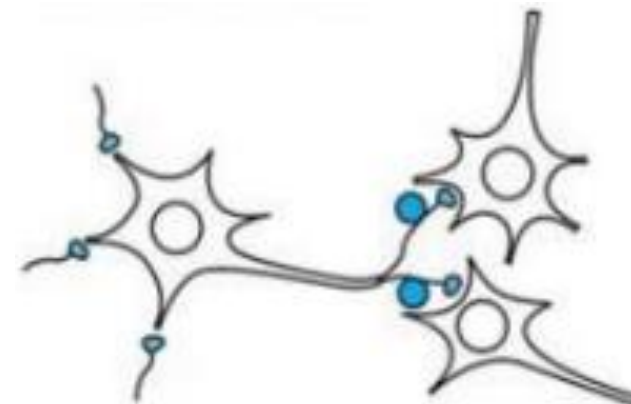
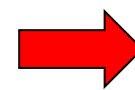
信号



信号被输入到神经元中



细胞体判断信号之和

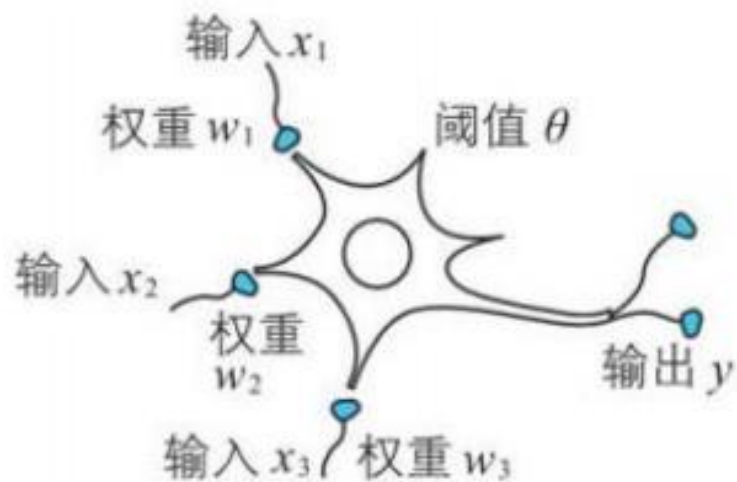


当信号之和大于神经元固有的**阈值**时，神经元被**激活**，并向相邻的神经元传递信号

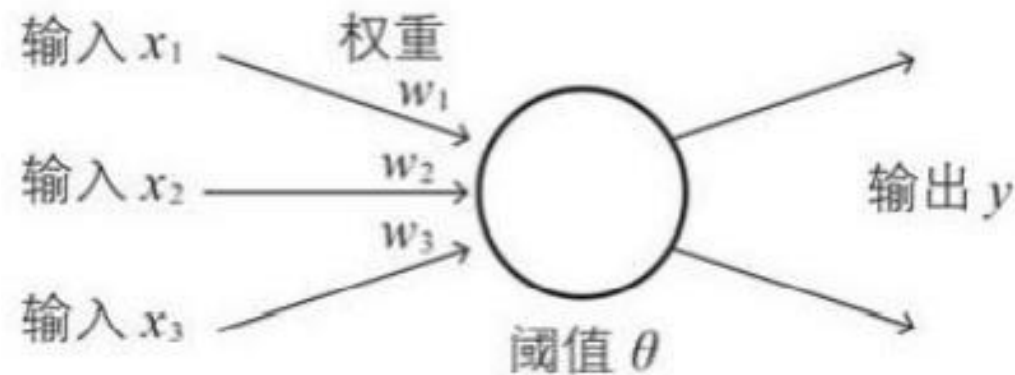
二、人工神经网络



1. 神经元 vs 人工神经元



简化



该神经元有3个输入信号、
2个输出信号

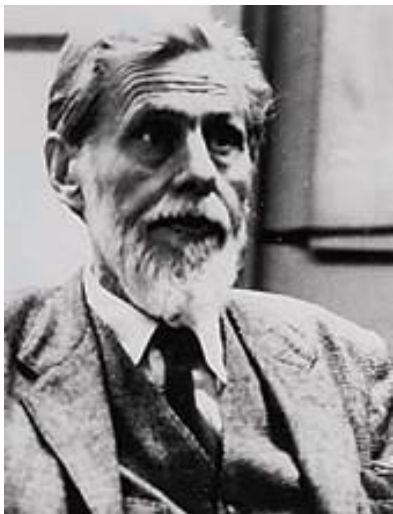
箭头方向区分输入和输出，神经元的
输出由两个箭头指出，其值是相同的

二、人工神经网络



1. 神经元 vs 人工神经元

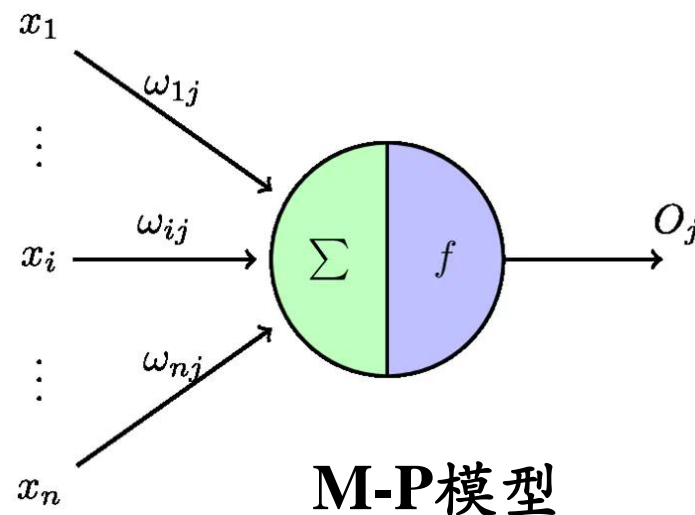
· 1943年，McCulloch和Pitts将神经元模型抽象为简单模型，称之为M-P模型（M-P模型是对生物神经元的建模，作为人工神经网络中的一个神经元）。



心理学家McCulloch



数学逻辑学家Pitts

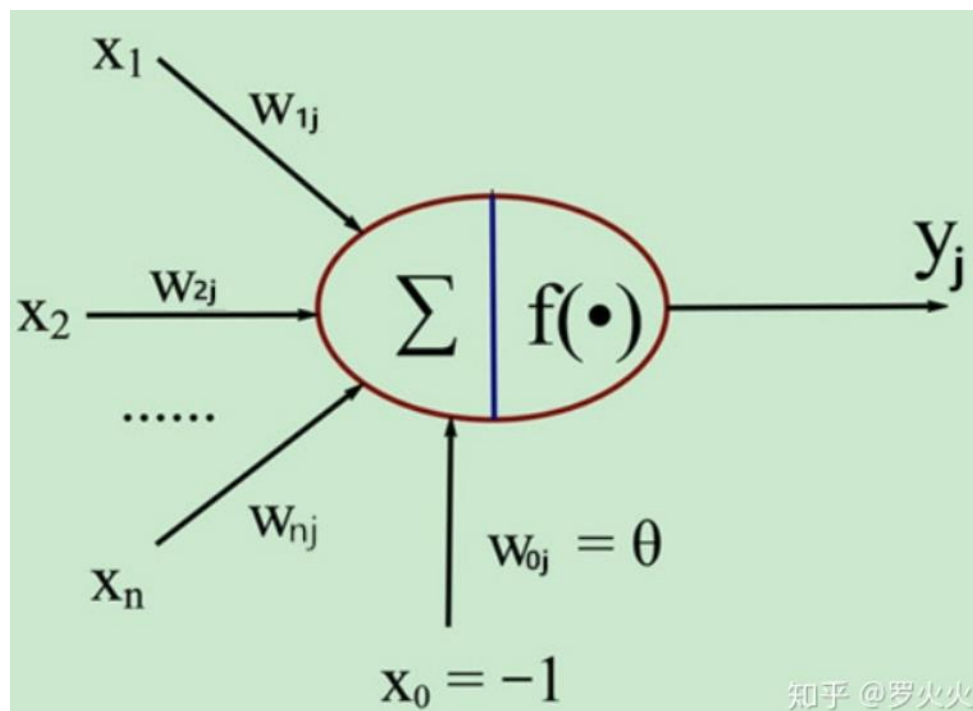


二、人工神经网络

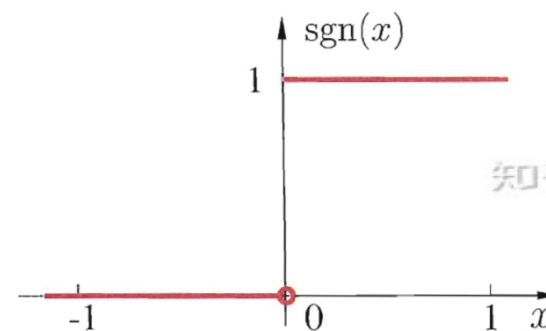
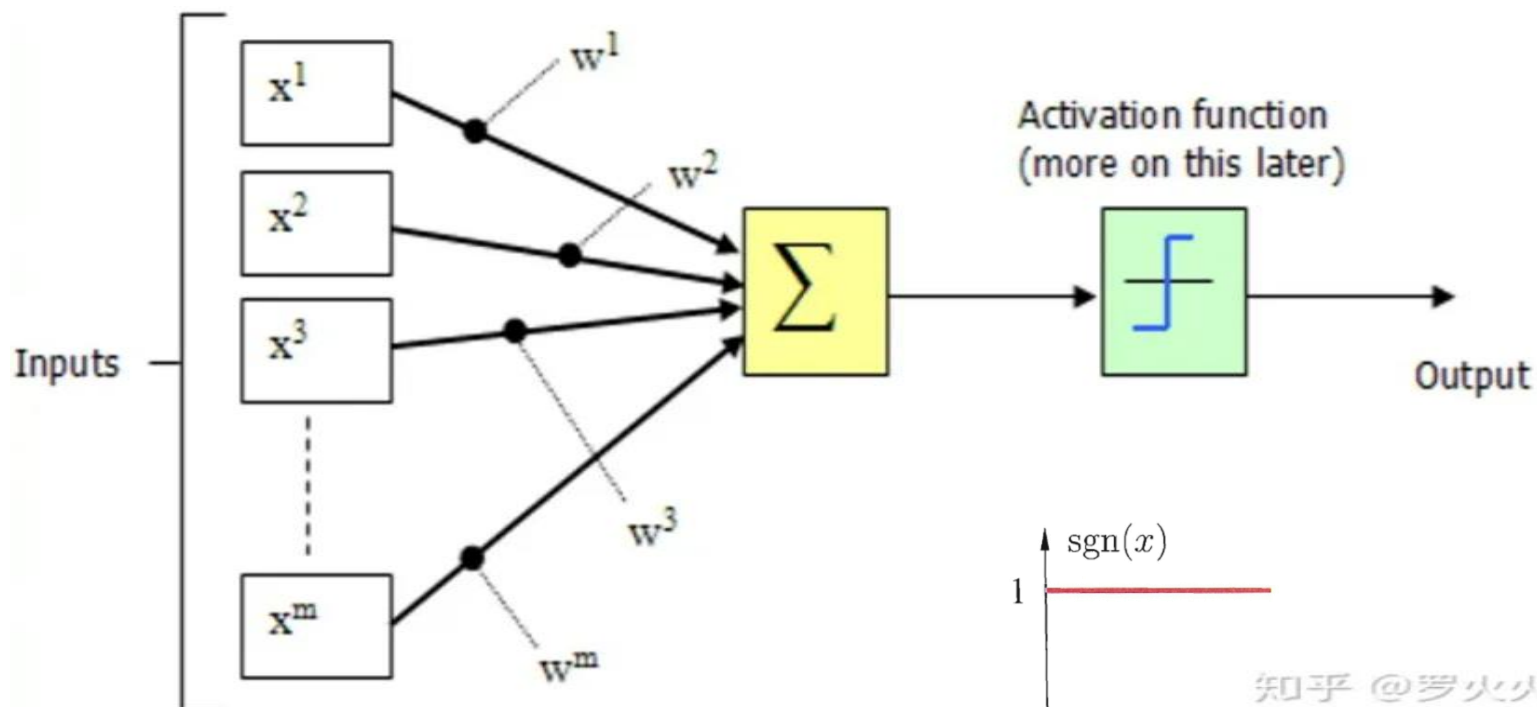


M-P模型

$$y = f \left(\sum_1^n w_i x_i - \theta \right)$$



知乎 @罗火火



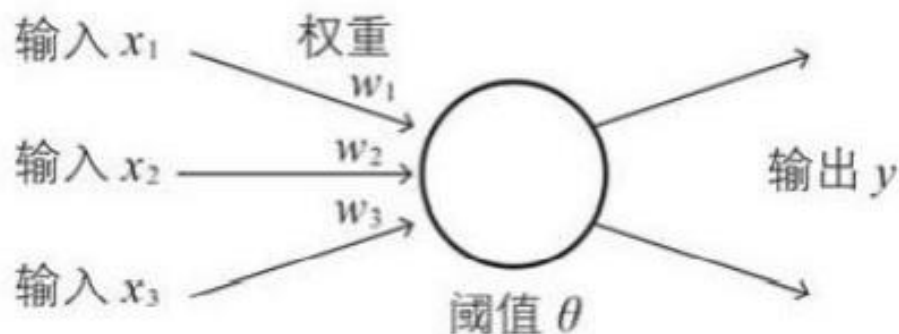
$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases}$$

知乎 @罗火火

二、人工神经网络



2. 人工神经元的工作机制（数学表示）



w_1 、 w_2 、 w_3 是输入信号 x_1 、 x_2 、 x_3 对应的权重(weight), θ 是该神经元固有的阈值。 $w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$ 为信号之和

神经元激活的判定条件：

无输出信号 ($y = 0$) : $w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 < \theta$

有输出信号 ($y = 1$) : $w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 \geq \theta$

↓ 转化

$$y = f(w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 - \theta)$$

$$y = f(w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 - \theta)$$

阶跃函数

3. 激活函数

$$y = f(w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 - \theta)$$

激活函数

激活函数 (Activation Function)也叫连接函数、传递函数、变换函数或者激励函数。

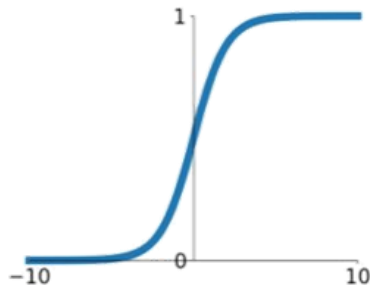
用来模拟神经元输出与具激活状态之间的联系：输入达到某个阈值后达到激活状态，否则为抑制态。

不同的激活函数，会使神经元具有不同的信息处理特性。对于神经网络来讲，激活函数的主要作用就是进行线性变换，增加系统的非线性表达能力。

3. 激活函数

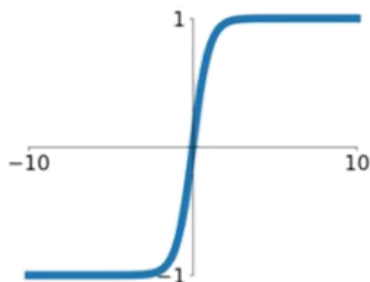
Sigmoid

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$



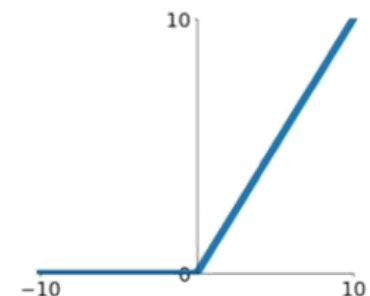
tanh

$$\tanh(x)$$



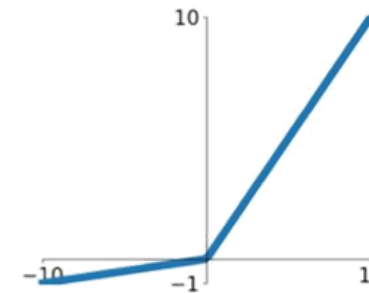
ReLU

$$\max(0, x)$$



Leaky ReLU

$$\max(0.1x, x)$$

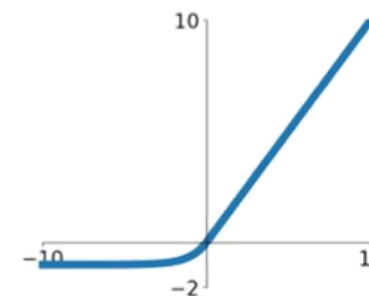


Maxout

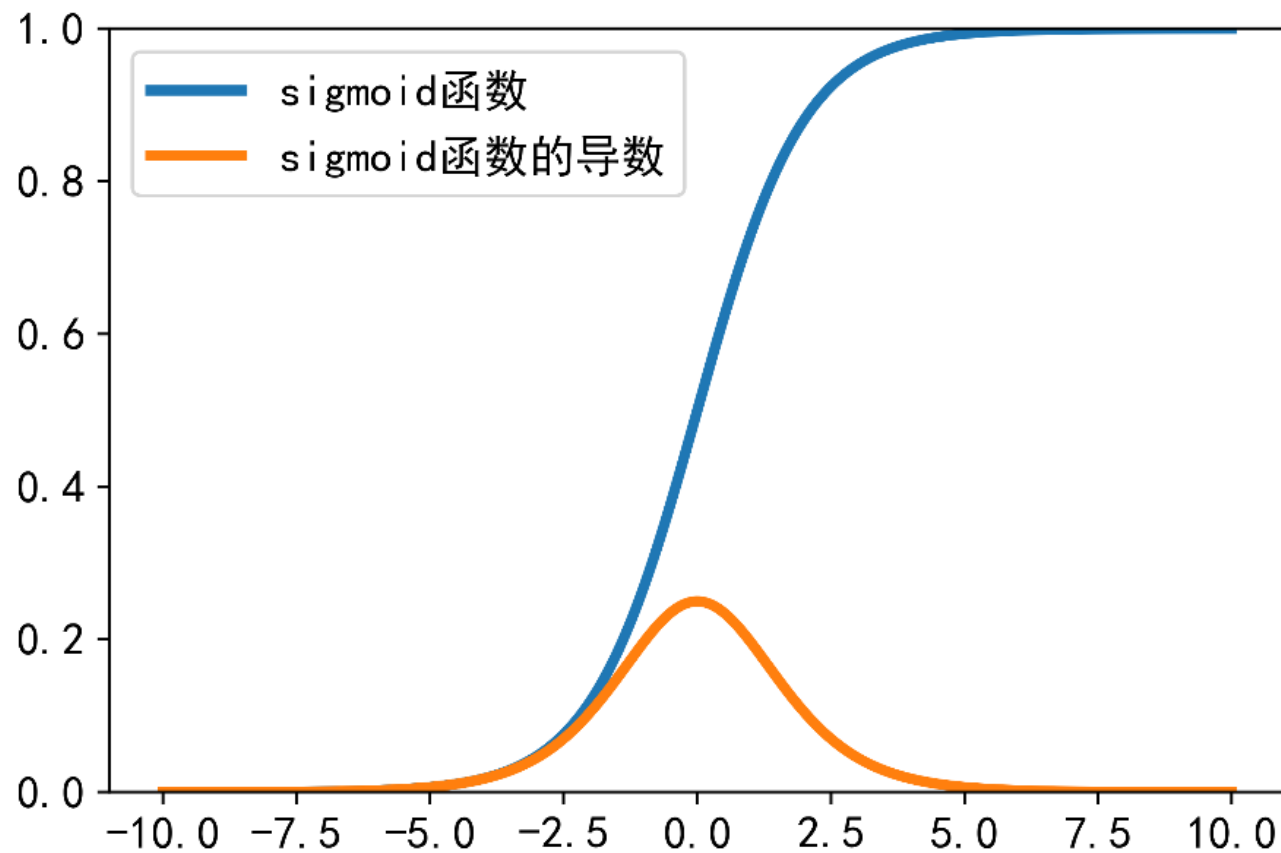
$$\max(w_1^T x + b_1, w_2^T x + b_2)$$

ELU

$$\begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$



3. 激活函数



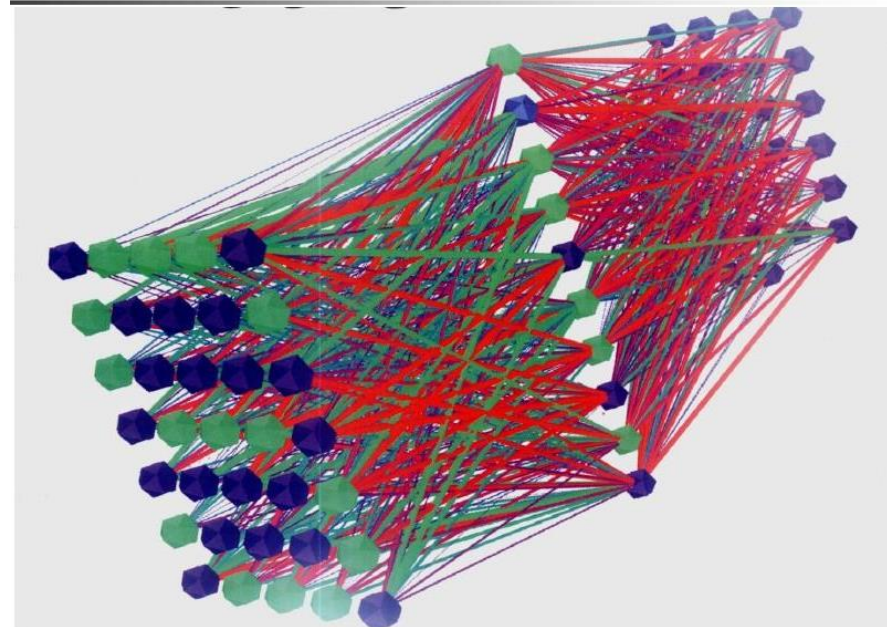
Sigmoid函数与导函数

4.人工神经网络 (Artificial Neural Network, ANN)

特点:

- (1) 从信息处理角度对人脑神经元网络进行抽象，建立某种简单模型，按不同的连接方式组成不同的网络；
- (2) 神经网络是一种运算模型，由大量的节点（或称**神经元**）之间相互联接构成；
- (3) 每个节点代表一种特定的输出函数，称为**激活函数 (Activation Function)**。激活函数是一种添加到人工神经网络中的函数。

Artificial Neural Network 人工神经网络



5. 学科关系

人工智能 (Artificial Intelligence)

为机器赋予人的智能

机器学习 (Machine Learning)

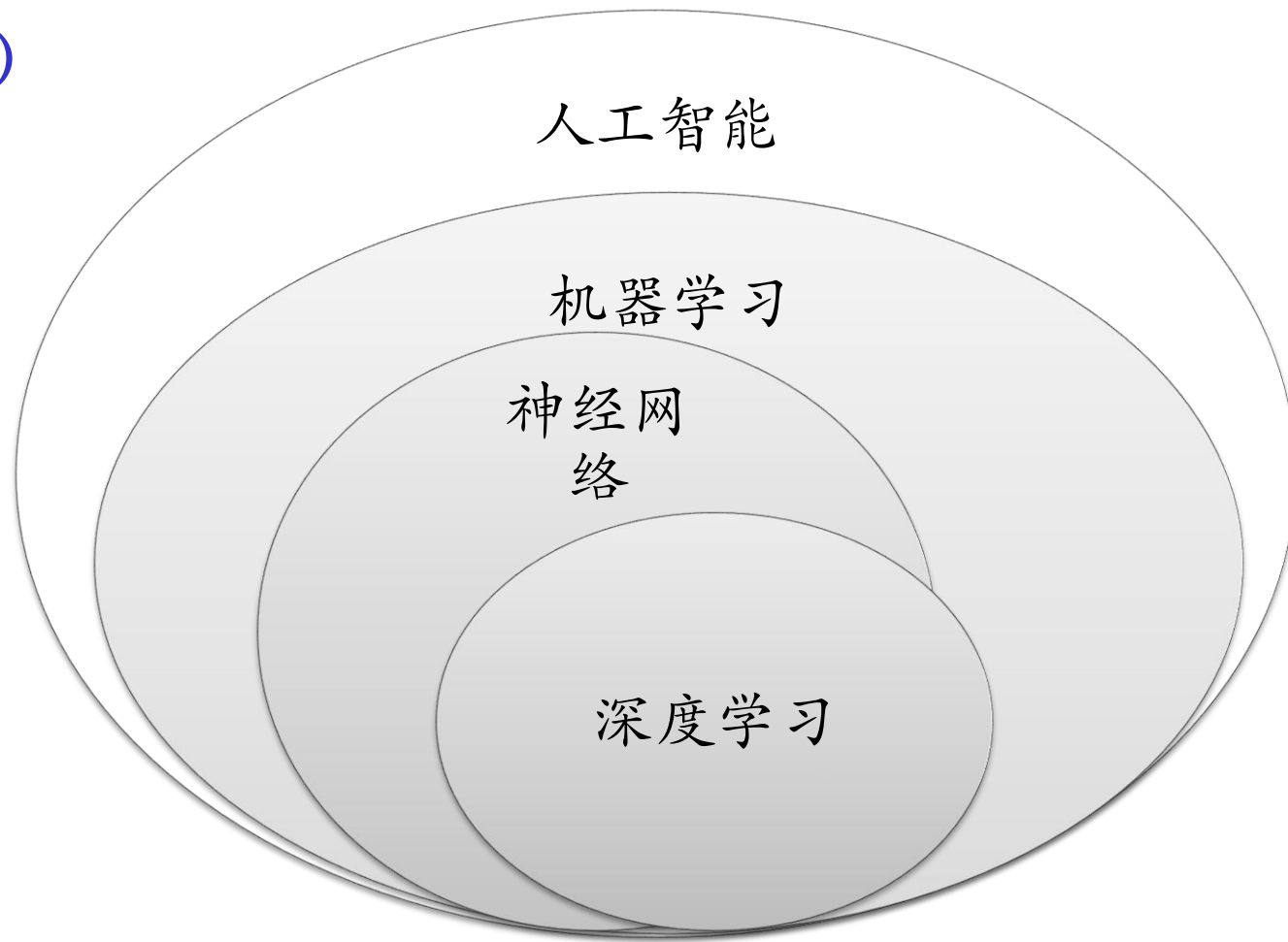
一种实现人工智能的方法

神经网络 (Neural Networks)

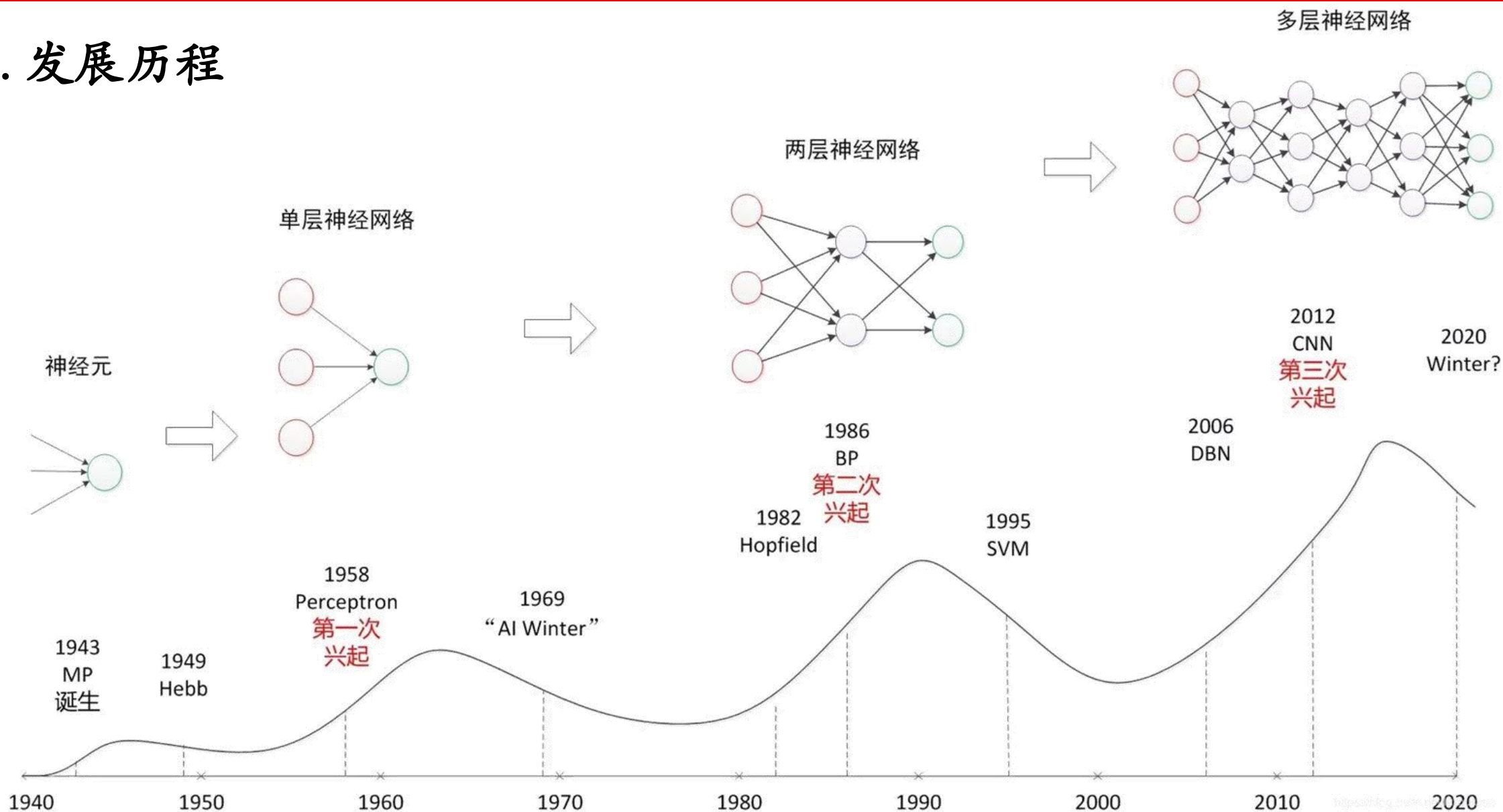
一种机器学习的算法

深度学习 (Deep Learning)

一种实现机器学习的技术



5. 发展历程

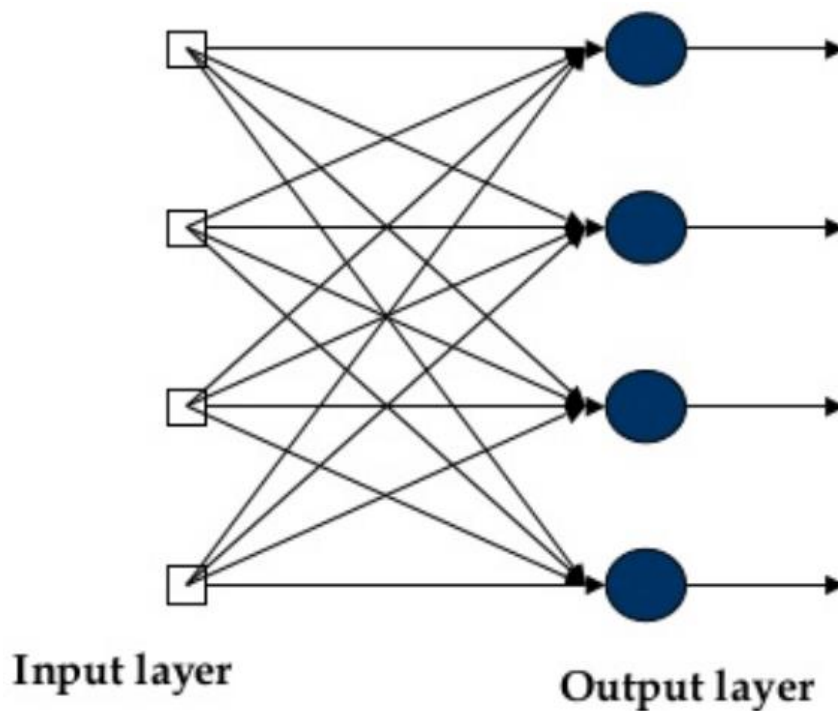


5. 发展历程

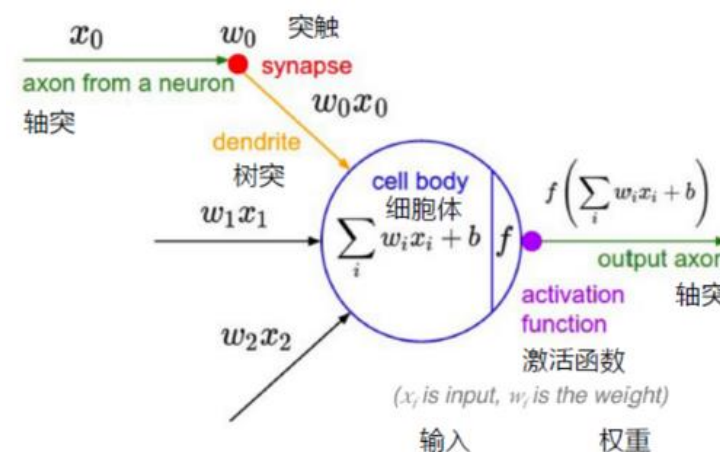
- 1958年，美国心理学家Rosenblatt提出了感知机（Perceptron）算法。

从结构上说，单层感知机就是多个M-P模型的累叠。

单层感知机相比M-P模型，最主要的差别还是引入了学习概念，这也是为什么把感知机称为最初的神经网络模型而非M-P模型。



单层感知机模型

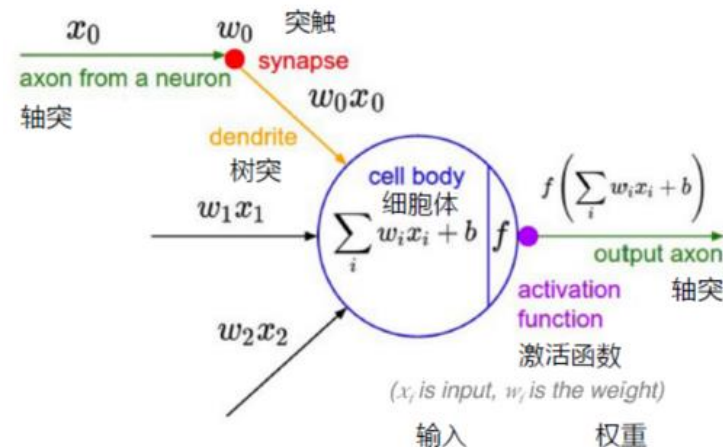
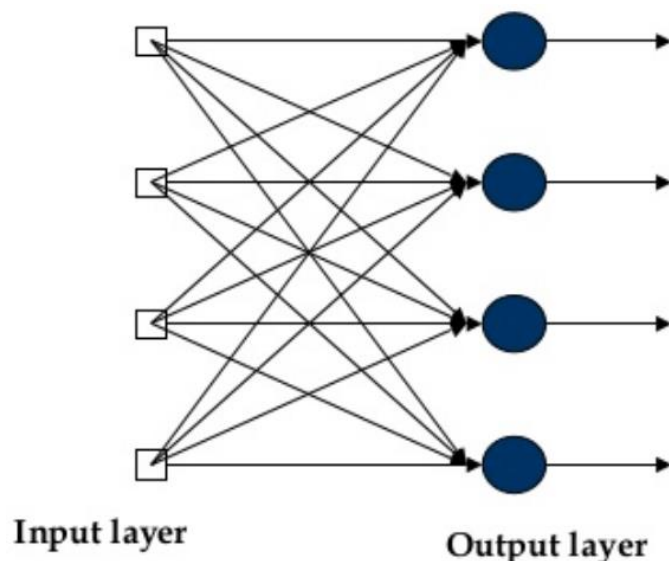


M-P模型

5. 发展历程

- ✓ 单层感知机的学习通过导入基于误分类的损失函数，利用梯度下降法对损失函数进行极小化（注意，1957年BP反向传播算法还未提出，所以只能训练一层网络）。
- ✓ 在结构上单层感知机和M-P模型没有太大区别，所以也只能划分线性可分问题，并不能解决异或之类的线性不可分问题。

单层
感知
机模
型

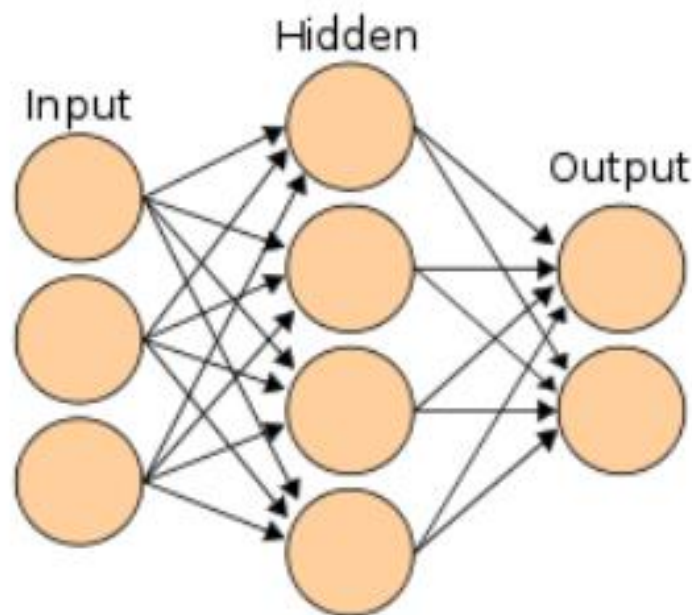


M-P模型

5. 发展历程

· 1965年，Ivakhnenko（苏）于1965年引入的MLP，即多层感知器，是一种前向结构的人工神经网络，映射一组输入向量到一组输出向量。

MLP可以被看做是一个有向图，由多个节点层组成，每一层全连接到下一层。除了输入节点，每个节点都是一个带有非线性激活函数的神经元。MLP是感知器的推广，克服了感知器无法实现对线性不可分数据识别的缺点。



5. 发展历程

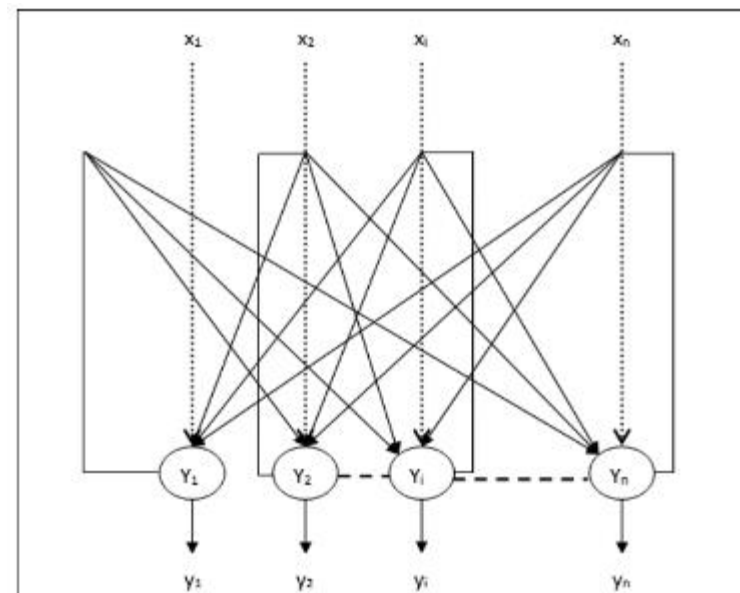
· 1982年，加州理工学院生物物理教授的霍普菲尔德（John Hopfield）提出了一种新的神经网络，可以解决一大类模式识别问题，给出一类组合优化问题的近似解，这种神经网络模型后来被称为霍普菲尔德神经网络。



右图：霍普菲尔德神经网络

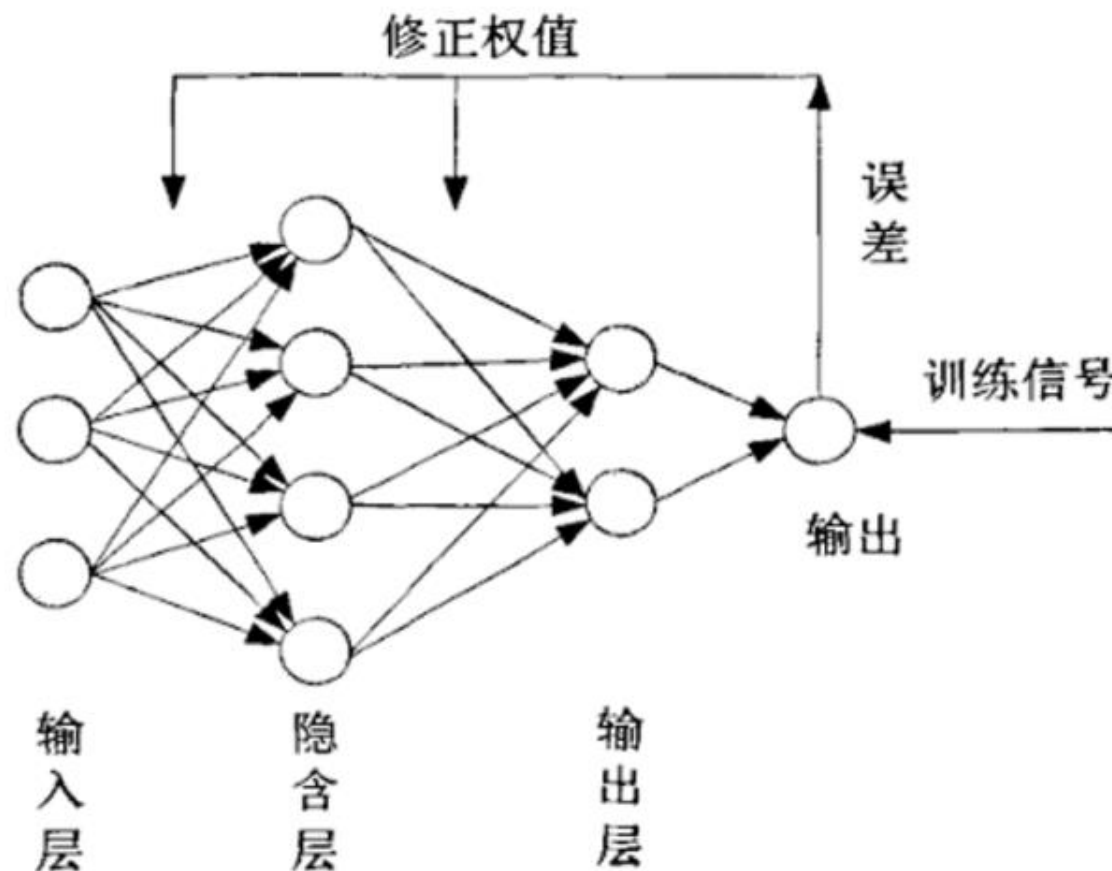
特点： (1) 只有单层；
(2) 神经元节点之间是全连接的；
(3) 只有输入，没有输出

核心： 输入残缺的数据后，可以重建完整数据的一个模型



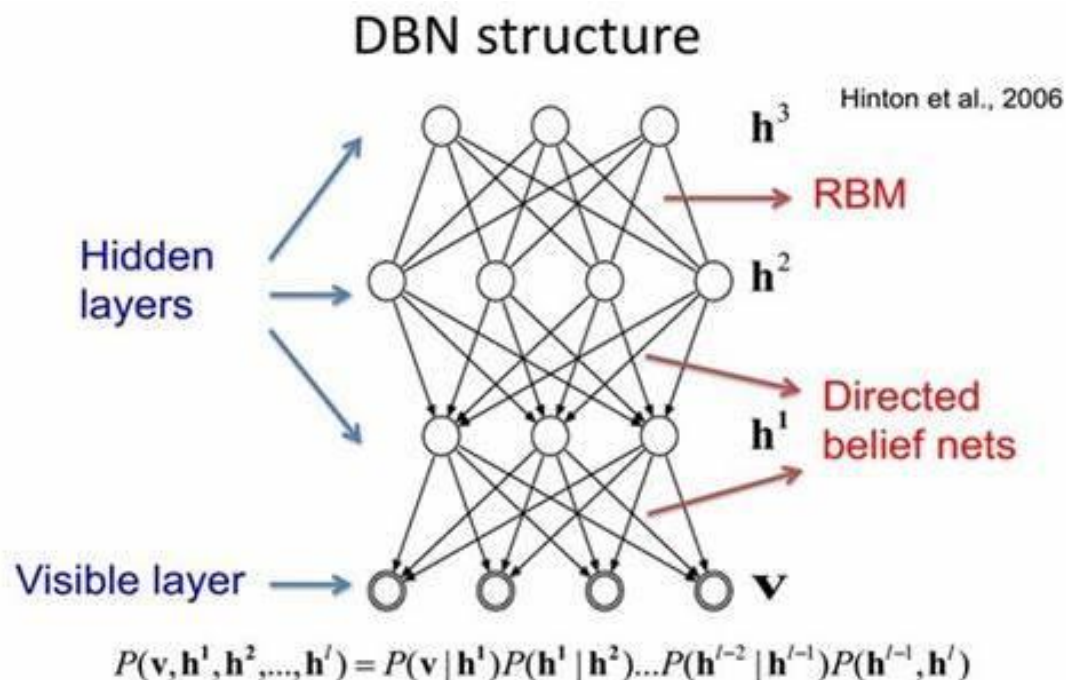
5. 发展历程

· 1986年，计算机学家 **Hinton** 等人提出误差反向传播算法，解决了两层感知器无法训练的问题，打破了单层感知器的局限性，使得多层神经网络进入实用阶段，人工神经网络又重新引起了人们的关注，**Rumelhart** 等人提出了用于多层网络训练的BP算法，对ANN起到了重大的推动作用。

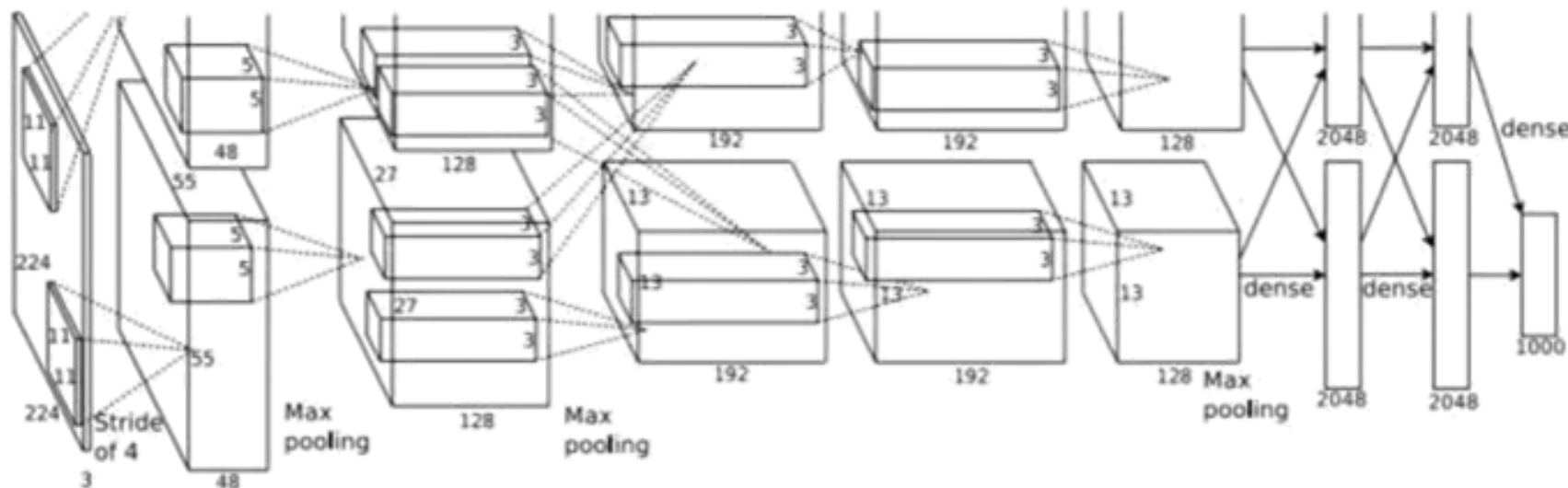


5. 发展历程

· 2006年，“神经网络之父”Geoffrey Hinton祭出神器，一举解决了深层神经网络的训练问题，这个神器就是“深度信念网络”（Deep Belief Network，简称DBN），推动了深度学习的快速发展，开创了人工智能的新局面，并且在效果上优于SVM，这让许多研究者的目光重新回到了神经网络。



- 2012年，深度神经网络逐渐发展起来，卷积神经网络（CNN）得到广泛应用，深度学习（Deep Learning）兴起。



5. 发展历程

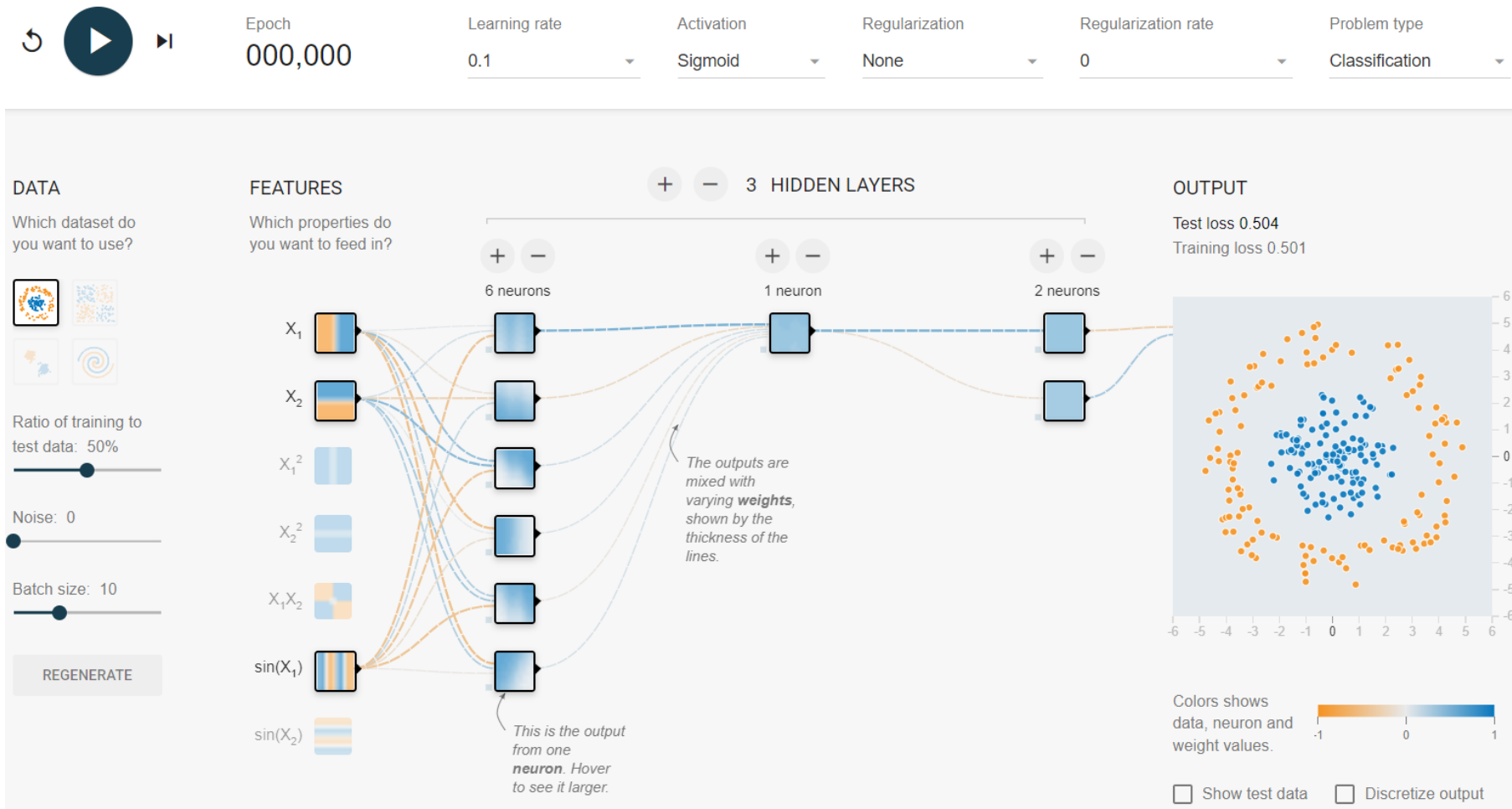
· 2019年，ACM（美国计算机协会）宣布，将2018年ACM A.M.图灵奖授予约书亚·本吉奥(Yoshua Bengio)、杰弗里·辛顿(Geoffrey Hinton)和杨乐昆(Yann LeCun)三位深度学习之父，以表彰他们给人工智能带来的重大突破，这些突破使深度神经网络成为计算的关键组成部分。



三、常用神经网络算法



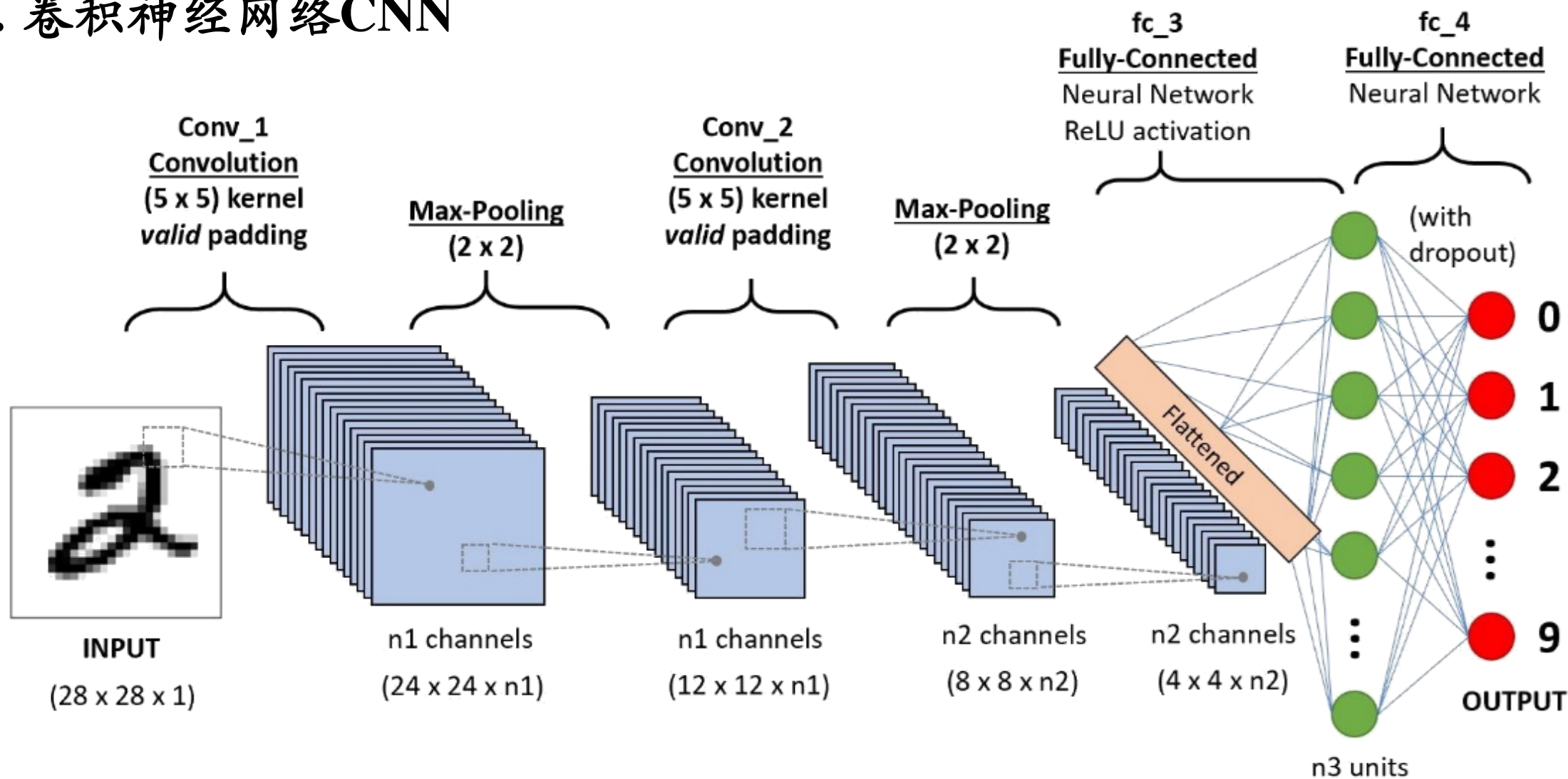
1. BP神经网络



三、常用神经网络算法



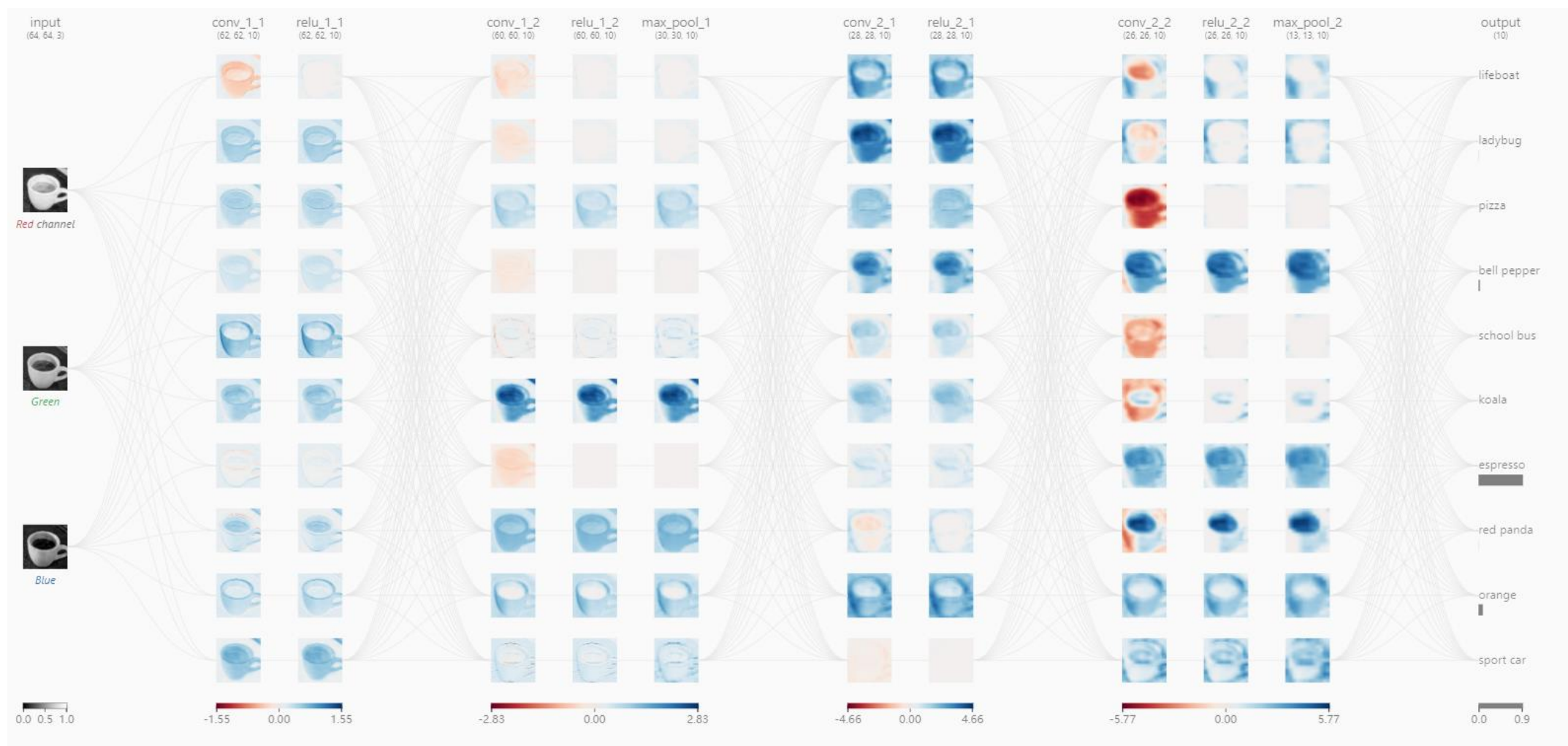
2. 卷积神经网络CNN



三、常用神经网络算法



2. 卷积神经网络CNN

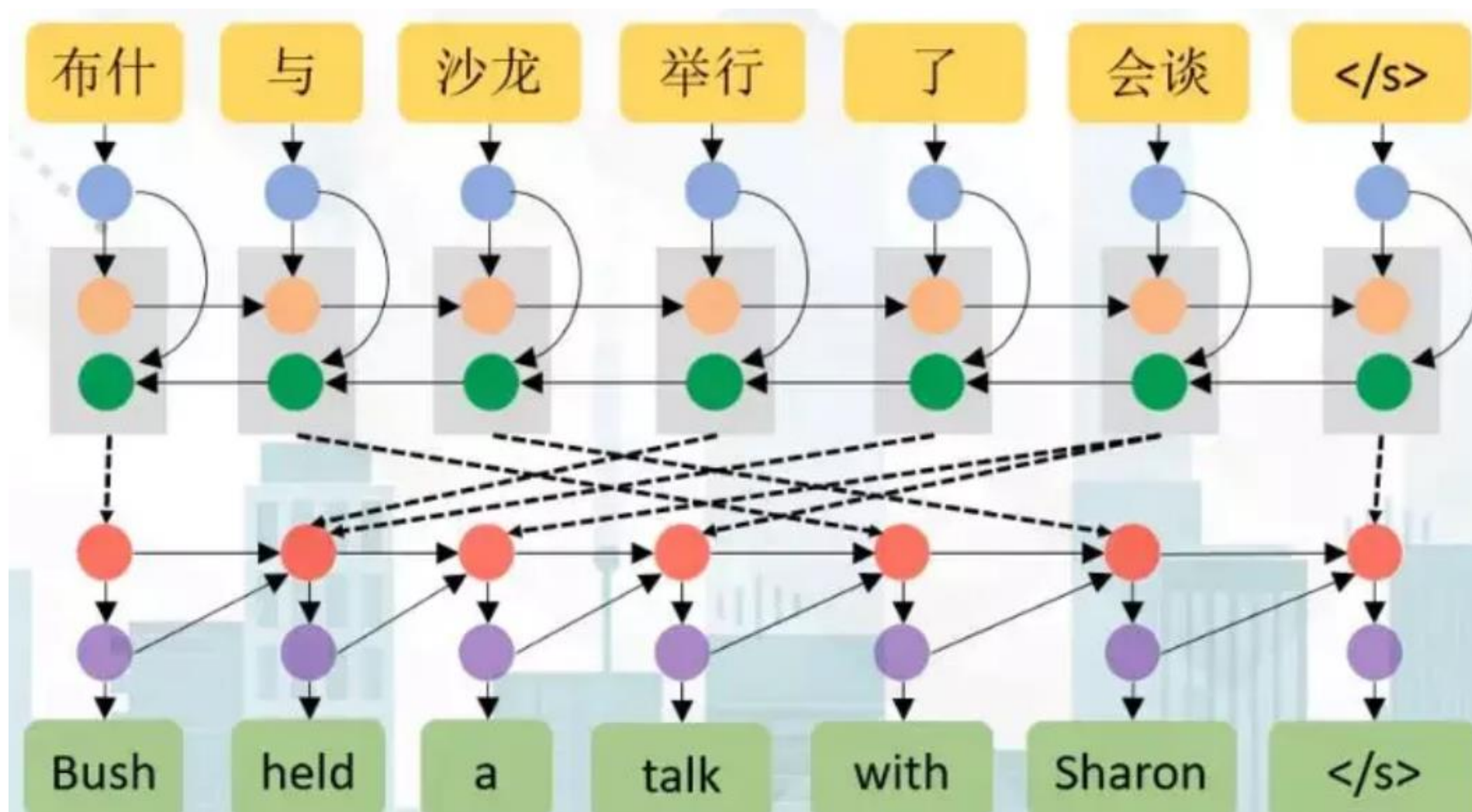


<https://poloclub.github.io/cnn-explainer/>

三、常用神经网络算法



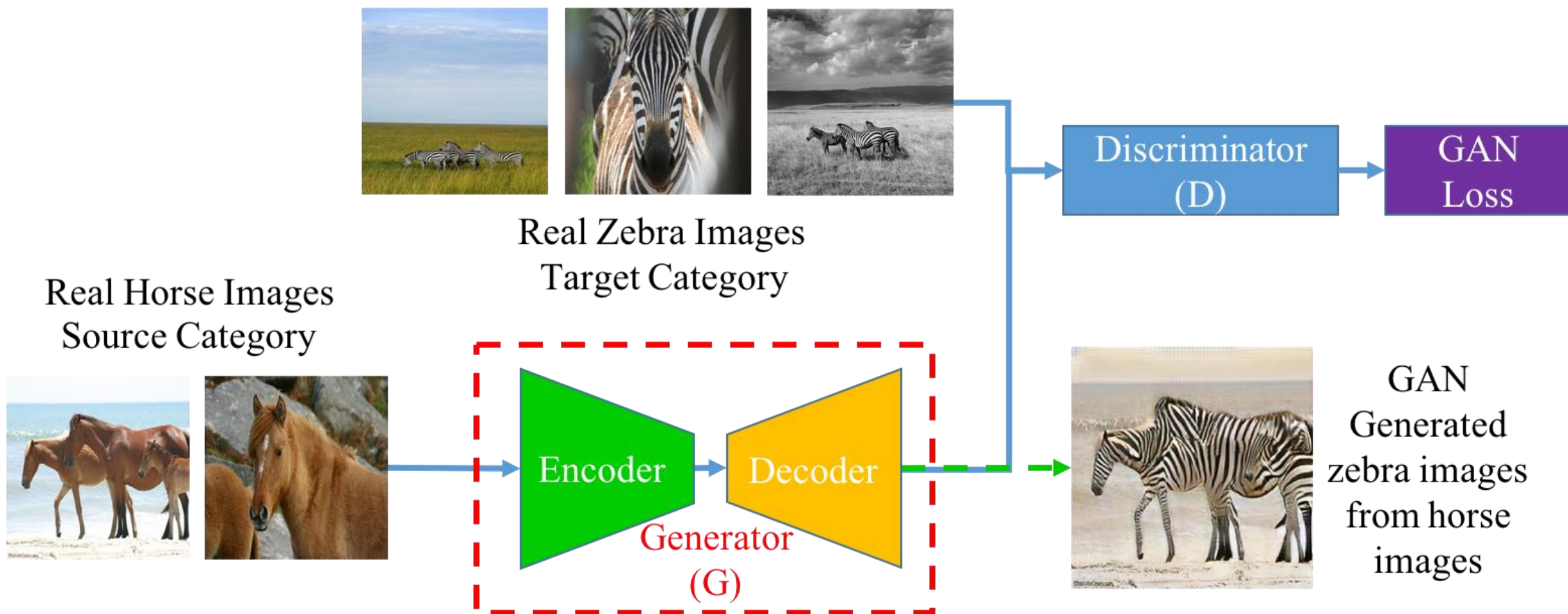
3. 循环神经网络RNN



三、常用神经网络算法



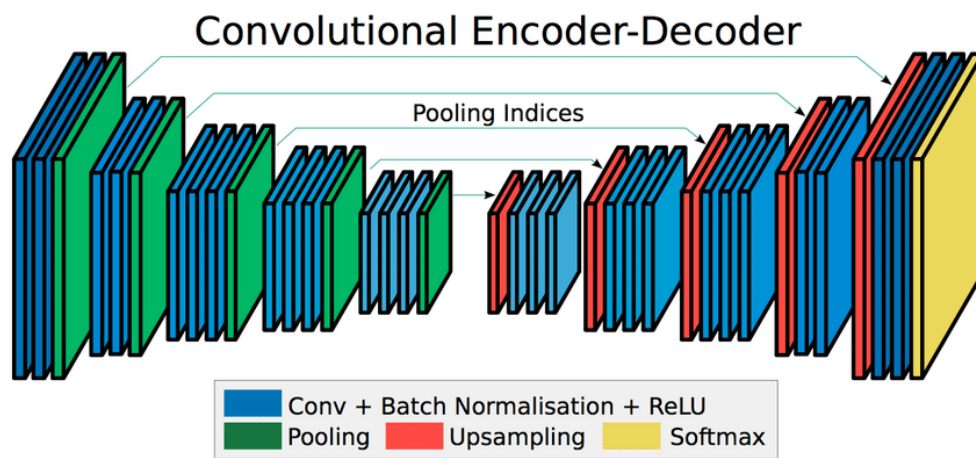
4. 生成对抗神经网络GAN



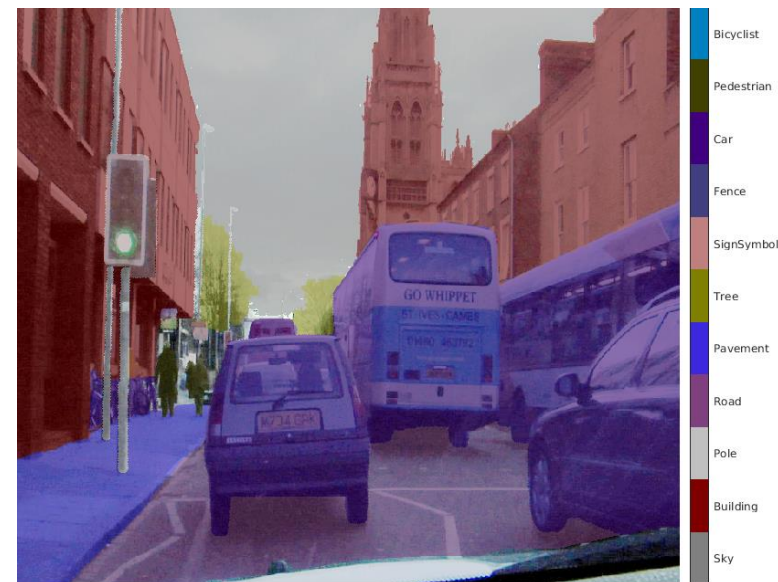
三、常用神经网络算法



4. 图像分割神经网络SegNet



(据Trokielewicz,2018)



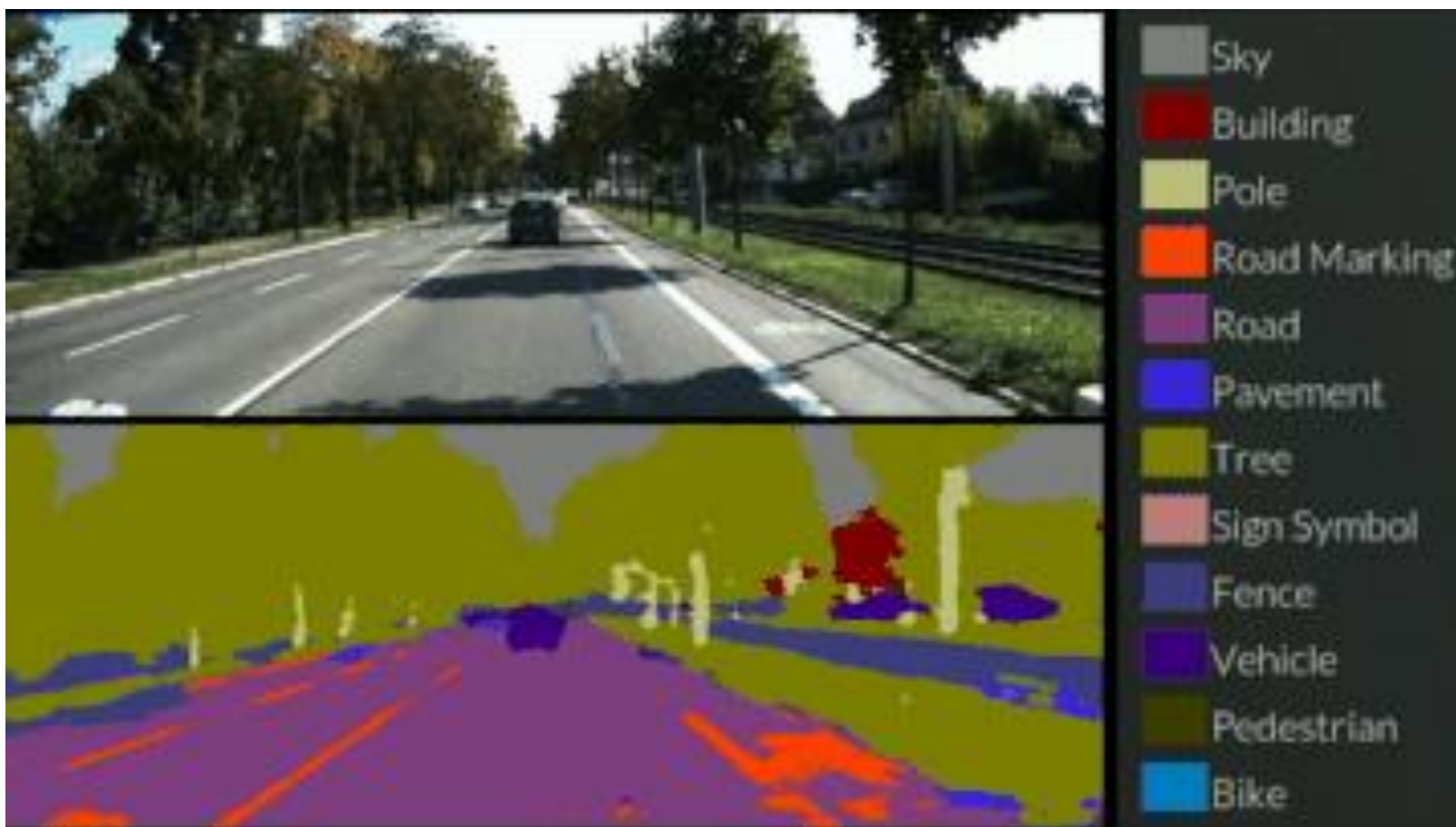
(据Matlab2018a)

三、常用神经网络算法



5. 图像分割神经网络SegNet

利用深度学习进行图像分割，即将图像划分成不同的区域，同一区域为相同事物。





本节课结束！
谢谢！