

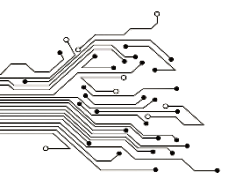


# 深度学习与神经网络

@八斗学院--王小天(Michael)

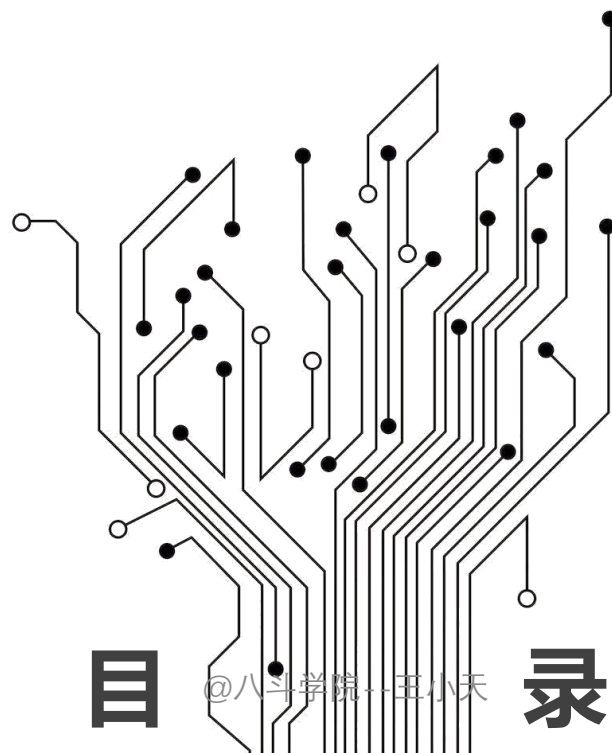
2021/8/1

@八斗学院--王小天

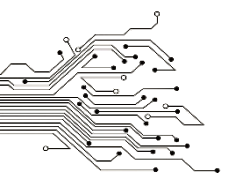


---八斗人工智能，盗版必究---

1. 神经网络
2. 激活函数
3. 深度学习



@八斗学院--王小天

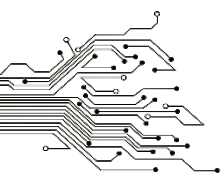


## 深度学习

---八斗人工智能，盗版必究---

- 机器学习是人工智能的核心，研究如何使用机器来模拟人类学习活动的一门学科。
- 深度学习（多层人工神经网络）是机器学习的分支，对数据进行表征学习的方法。





# 人工智能关系圈

---八斗人工智能，盗版必究---



## 机器学习：一种实现人工智能的方法。

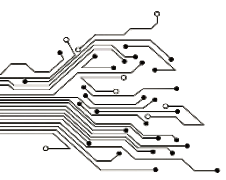
是一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、算法复杂度理论等多门学科。机器学习是人工智能的核心，是使计算机具有智能的根本途径，其应用遍及人工智能的各个领域，它主要使用归纳、综合而不是演绎。

## 深度学习：一种实现机器学习的技术。

是利用深度的神经网络，将模型处理得更为复杂，从而使模型对数据的理解更加深入，是机器学习中一种**基于对数据进行表征学习的方法**。其动机在于建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络，它模仿人脑的机制来解释数据，例如图像，声音和文本。深度学习的实质，是通过构建具有**很多隐层**的机器学习模型和海量的训练数据，来学习更有用的特征，从而最终提升分类或预测的准确性。

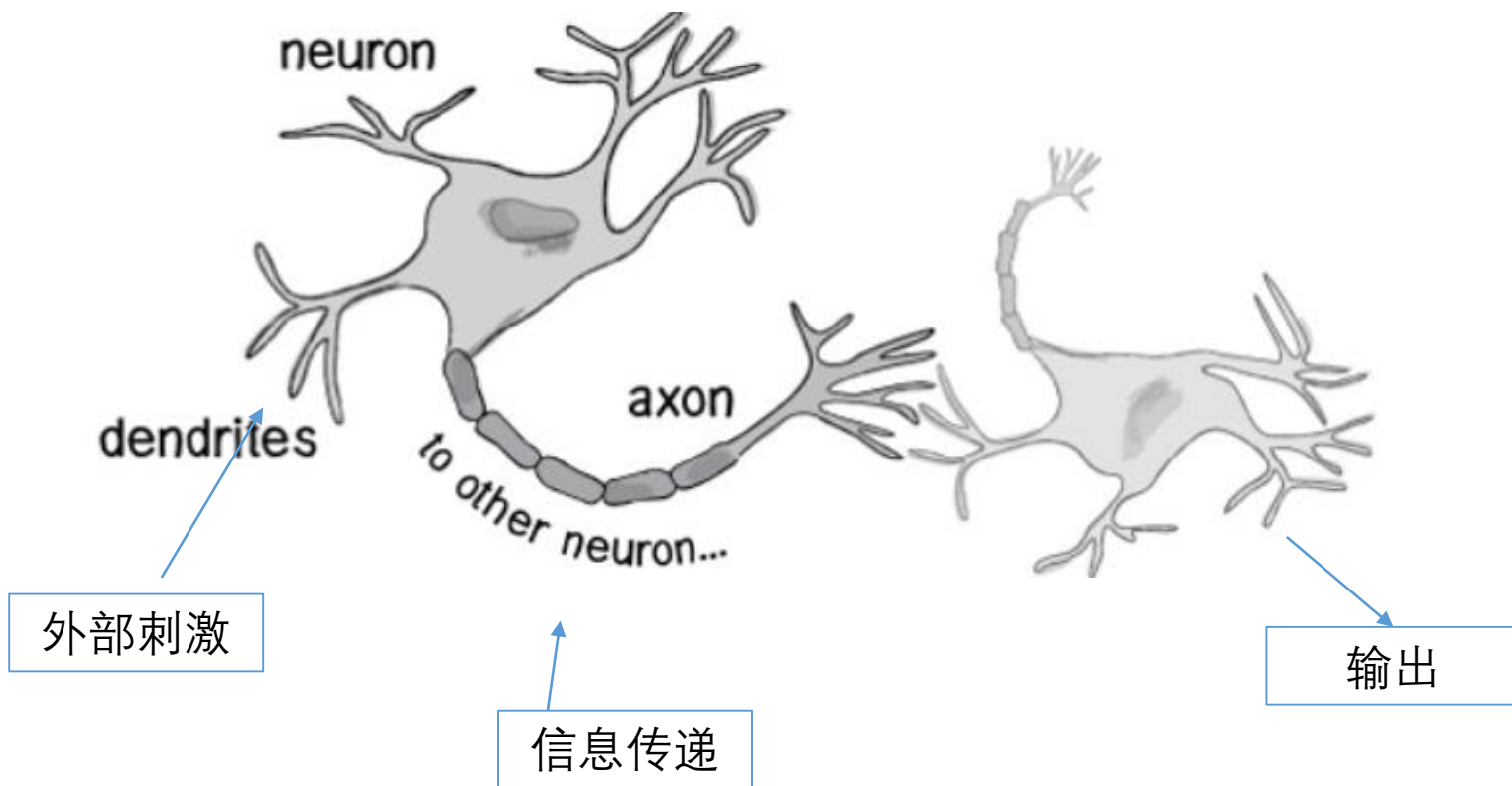
## 人工神经网络：一种机器学习的算法。

神经网络一般有输入层->隐藏层->输出层，一般来说隐藏层数量多于两层的神经网络就叫做深度神经网络，深度学习就是采用像深度神经网络这种深层架构的一种机器学习方法。



## 什么是神经网络?

### 人是怎么思考的? --生物神经网络



#### 感知器:

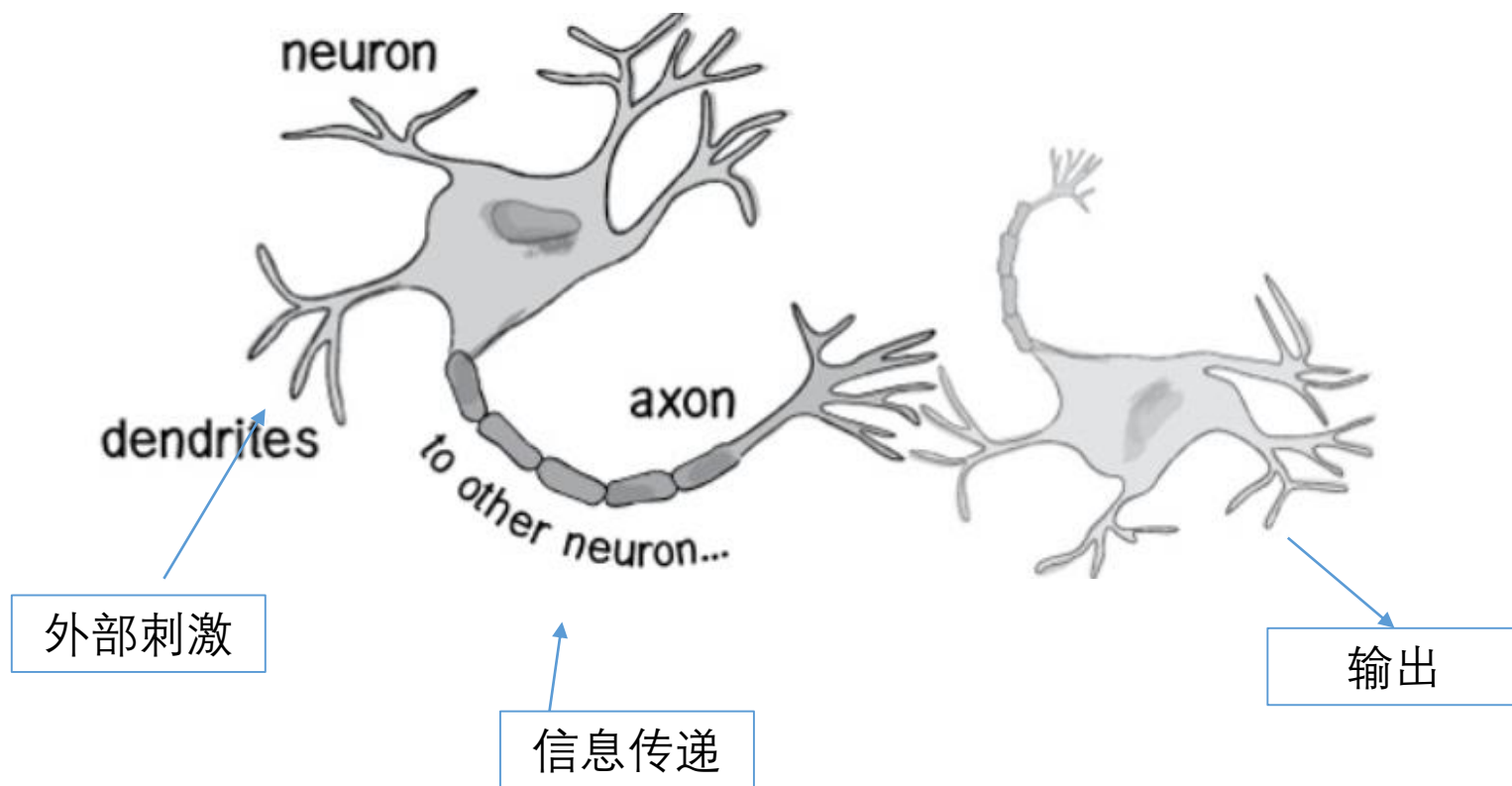
- 1, 外部刺激通过神经末梢, 转化为电信号, 转导到神经细胞 (又叫神经元)
- 2, 无数神经元构成神经中枢
- 3, 神经中枢综合各种信号, 做出判断
- 4, 人体根据神经中枢的指令, 对外部刺激做出反应

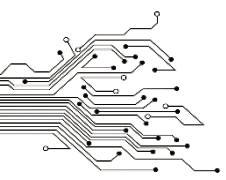


## 什么是神经网络?

生物神经网络的基本工作原理:

一个神经元的输入端有多个树突，主要是用来接收输入信息的。输入信息经过突触处理，将输入的信息累加，当处理后的输入信息大于某一个特定的阈值，就会把信息通过轴突传输出去，**这时称神经元被激活**。相反，当处理后的输入信息小于阈值时，神经元就处于抑制状态，它不会像其他神经元传递信息。或者传递很小的信息。



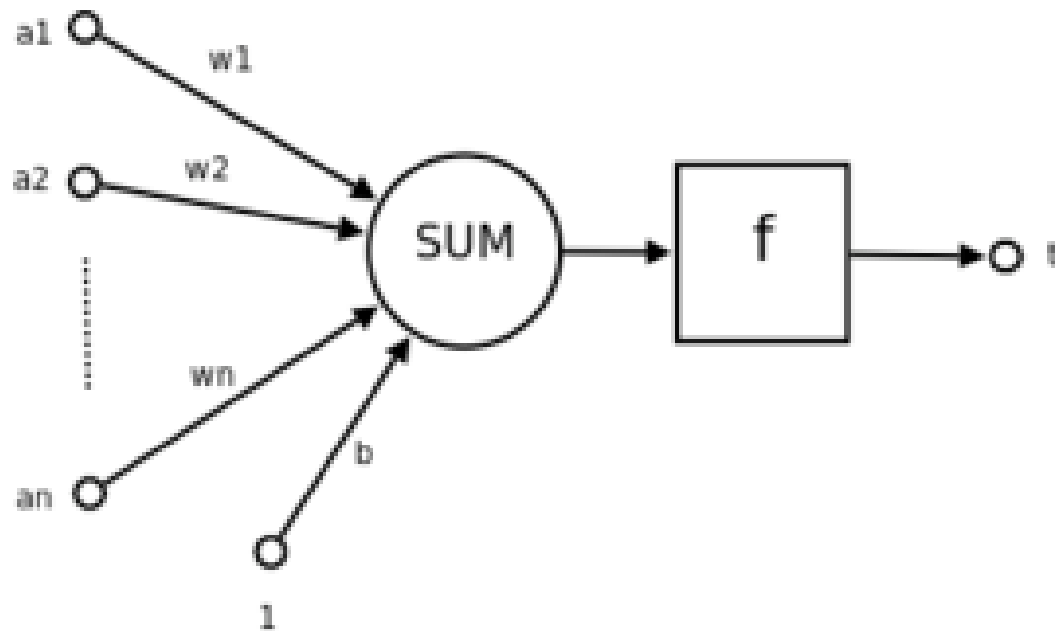


## 什么是神经网络?

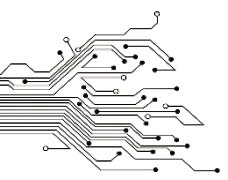
人工神经网络分为两个阶段:

1: 接收来自其他 $n$ 个神经元传递过来的信号, 这些输入信号通过与相应的权重进行加权求和传递给下个阶段。(预激活阶段)

2: 把预激活的加权结果传递给激活函数



sum :加权  
f:激活函数

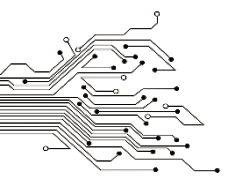


# 什么是神经网络?

---八斗人工智能，盗版必究---

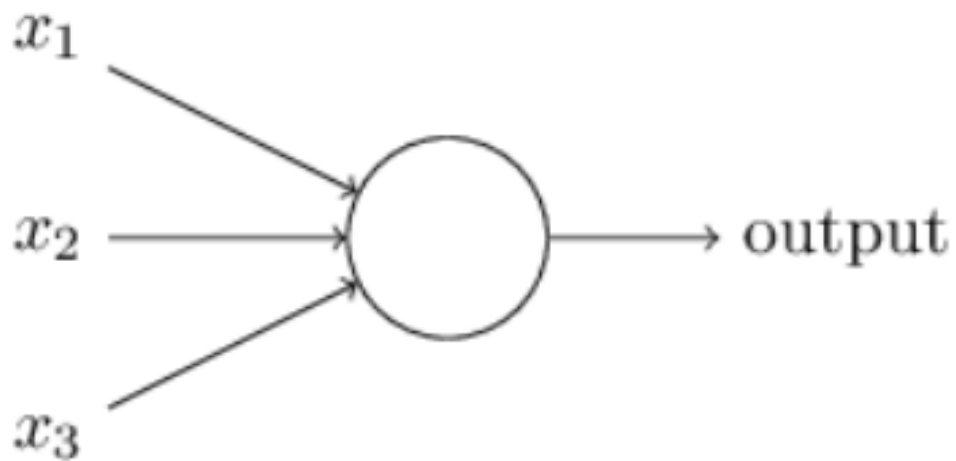
生物神经网络	人工神经网络
细胞核	神经元
树突	输入
轴突	输出
突触	权重





## 什么是神经网络?

### 机器要怎么思考的? --人工神经网络



输入

感知机

输出

### 人造神经元

输入:  $x_1, x_2, x_3$

输出: output

简化模型: 约定每种输入只有两种可能为1 或 0

所有输入都是1, 表示各种条件都成立, 输出就是1;  
所有输入都是0, 表示条件都不成立, 输出就是0

#### 【举例一】

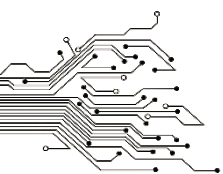
西瓜好坏?

颜色: 青绿; 根蒂: 蜷缩; 敲声: 浊响。---好瓜

#### 【举例二】

家庭春游?

价格: 高低; 天气: 好坏; 家人: 是否可同行



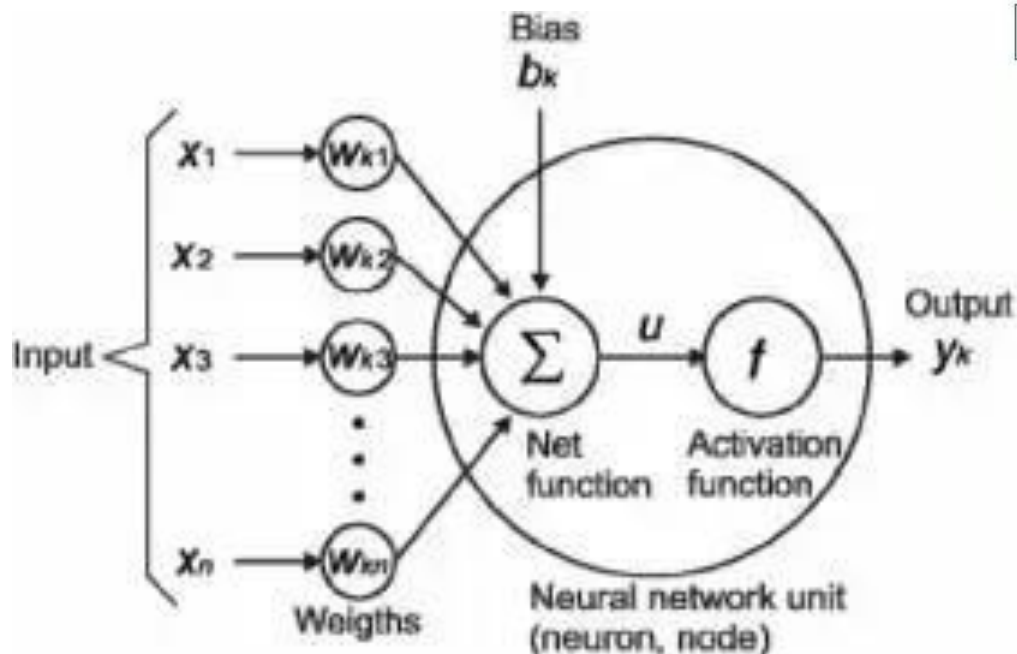
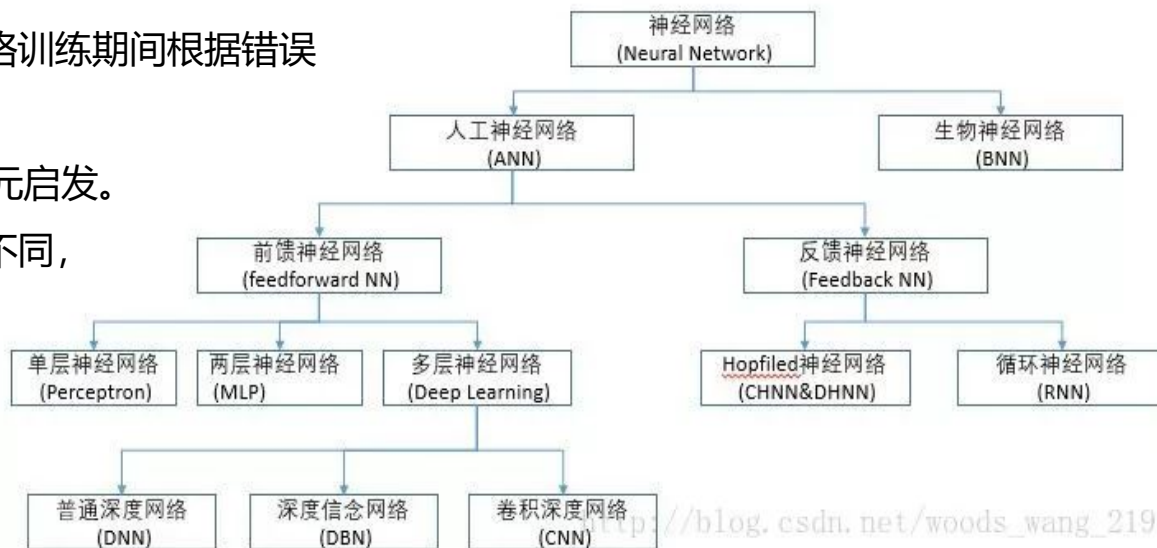
# 什么是神经网络

## 什么是神经网络？

它由相互联系的神经元形成，这些神经元具有权重和在网络训练期间根据错误来进行更新的偏差，目标是找到一个**未知函数的近似值**。

其原理是**受我们大脑的生理结构**——互相交叉相连的神经元启发。

但与大脑中一个神经元可以连接一定距离内的任意神经元不同，人工神经网络具有离散的层、连接和数据传播的方向。



$x_1 \cdots x_n$ : 输入       $W_{k1} \cdots W_{kn}$ : 权重  
 $b_k$ : 偏差       $f$ : 激活函数  
 $Y_k$ : 输出       $Y_k = f(U) \quad U = \sum W_{xi} * X_i + b_k$

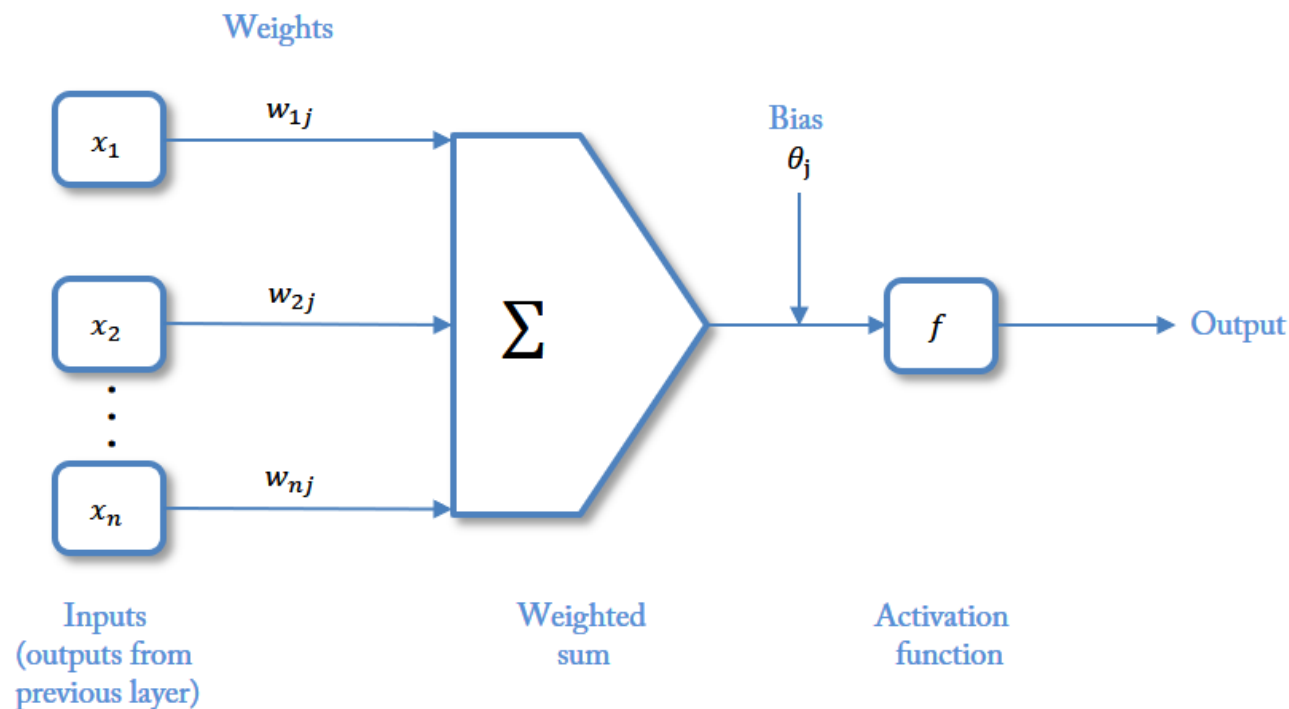


# 神经网络

---八斗人工智能，盗版必究---

## 神经元

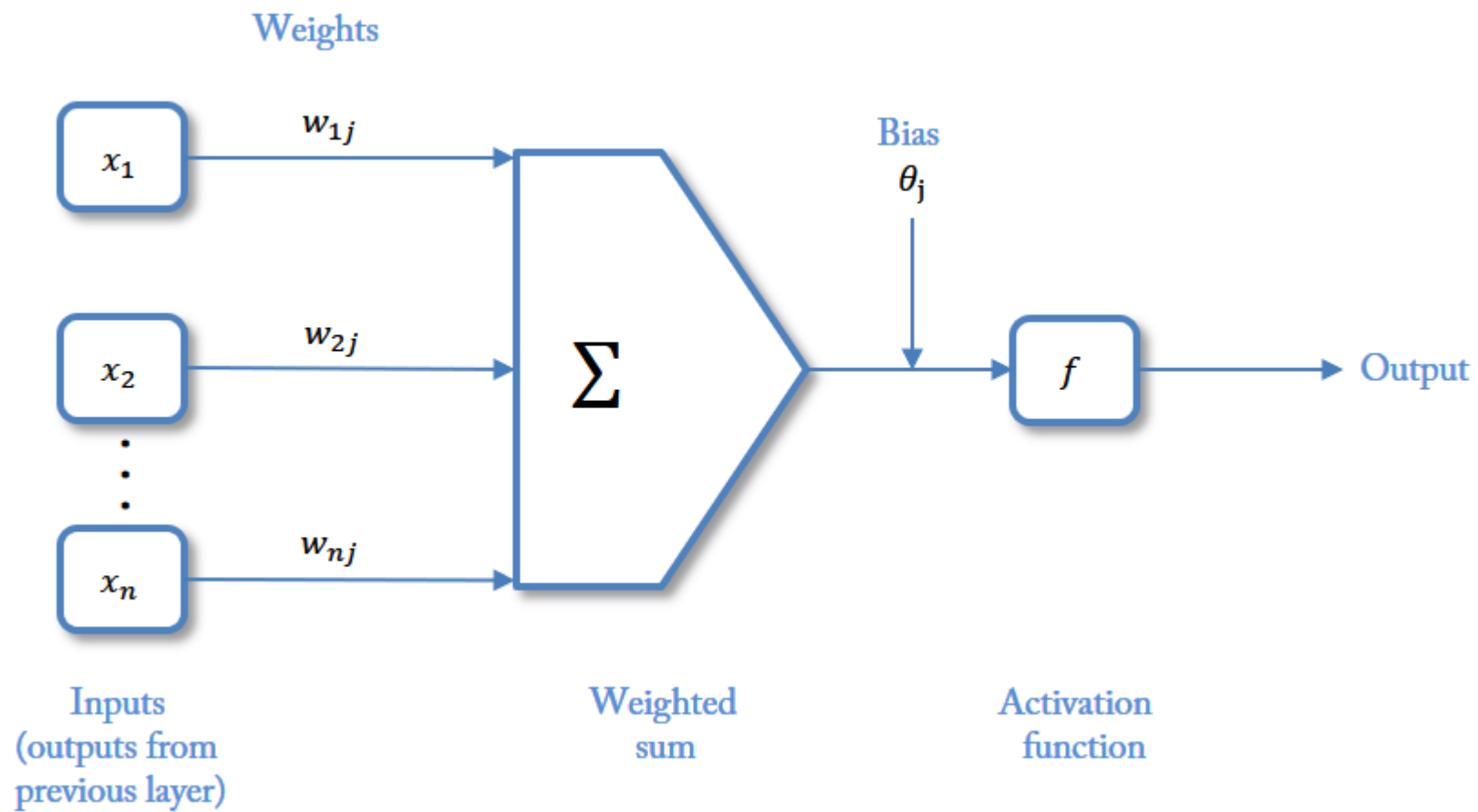
神经元是组成神经网络的最基本单位，它起初来源于人体，模仿人体的神经元，功能也与人体的神经元一致，得到信号的输入，经过数据处理，然后给出一个结果作为输出或者作为下一个神经元的输入。



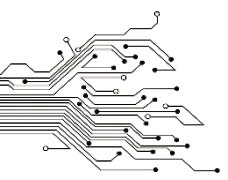


# 神经元

---八斗人工智能，盗版必究---



$$\text{sum} = WX + b$$



## 神经网络

---八斗人工智能，盗版必究---

- 输入：是特征向量。特征向量代表的是变化的方向。或者说，是最能代表这个事物的特征的方向。
- 权重（权值）：就是特征值。有正有负，加强或抑制，同特征值一样。权重的绝对值大小，代表了输入信号对神经元的影响的大小。





## 神经元

---八斗人工智能，盗版必究---

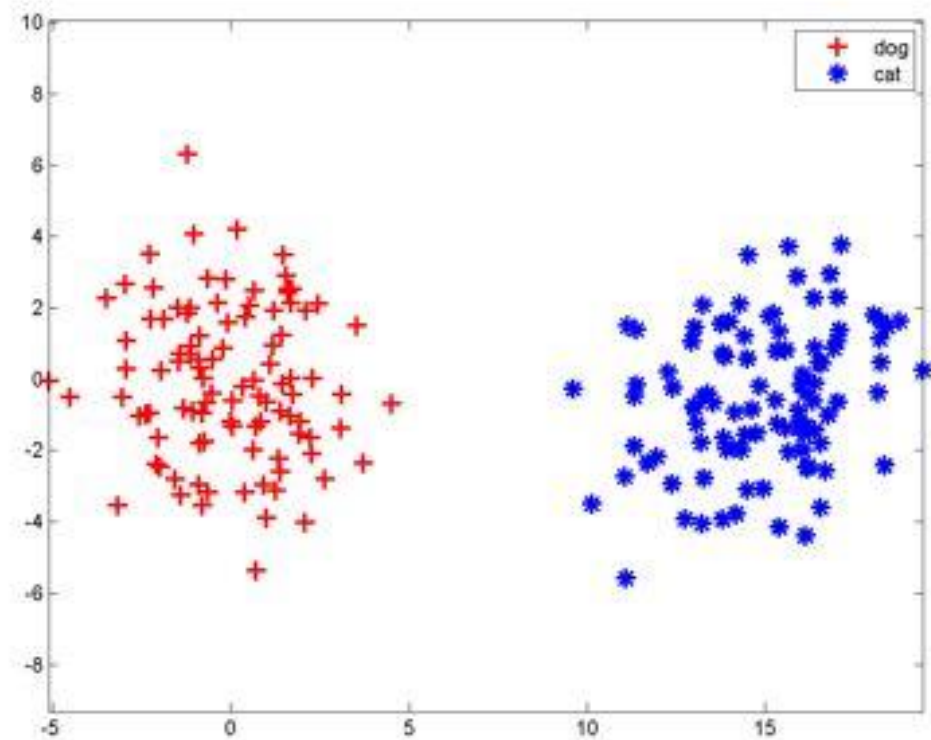
最简单的把这两组特征向量分开的方法？

$$ax_+by+c=0 \rightarrow y = kx+b \rightarrow y=wx+b$$

把上式推广到n维空间：

$$\rightarrow h = a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_nx_n+a_0 = 0$$

神经元就是当 $h$ 大于0时输出1， $h$ 小于0时输出0这么一个模型，它的实质就是把特征空间一切两半，认为两半分别属于两个类。



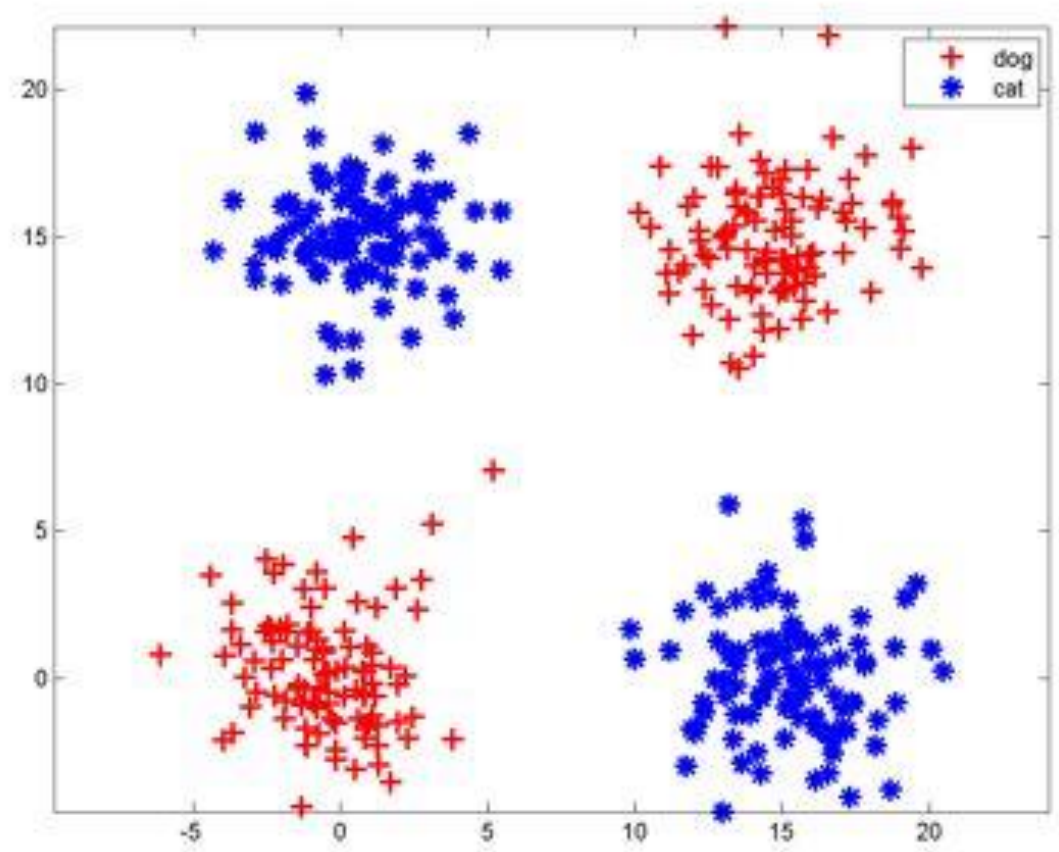


## 神经元

---八斗人工智能，盗版必究---

神经元的缺点：只能一刀切

解决方法->多层神经网络

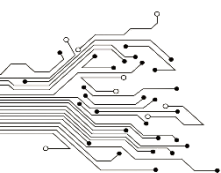




## 神经网络

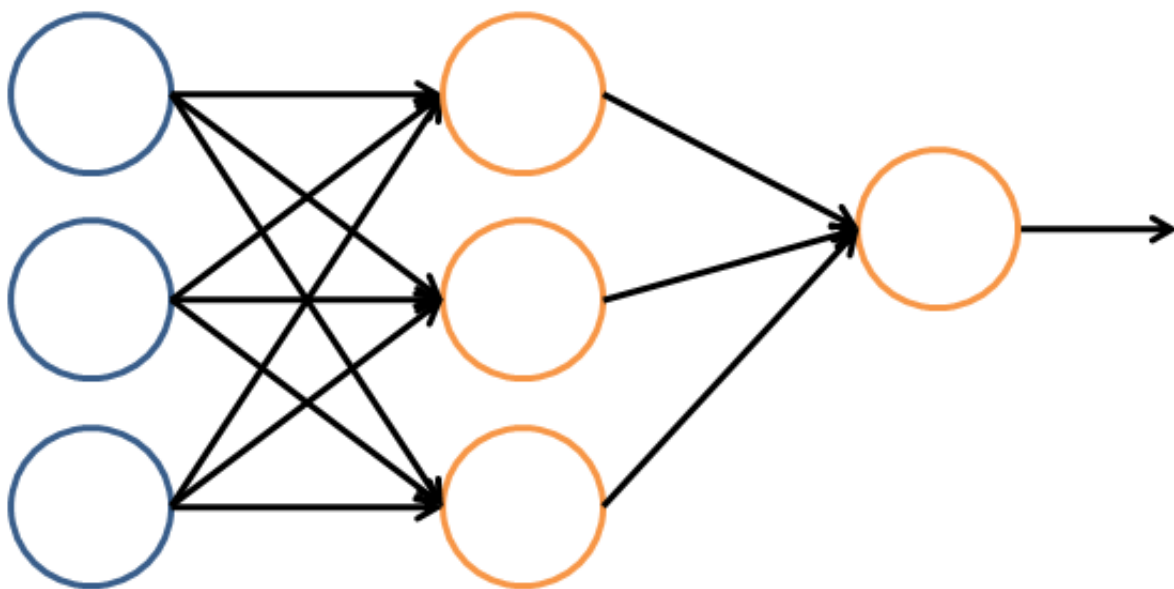
---八斗人工智能，盗版必究---

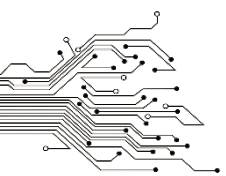
- 神经网络是一种运算模型，由大量的节点（**神经元**）和之间相互的联接构成。
- 每两个节点间的联接都代表一个对于通过该连接信号的加权值，称之为**权重**，这相当于人工神经网络的记忆。
- 网络的输出则依网络的连接方式，权重值和激励函数的不同而不同。而网络自身通常都是对自然界某种算法或者函数的逼近，也可能是对一种逻辑策略的表达。
- 单层神经网络（感知器）



## 多层神经网络

- 神经网络是由多个神经元组合而成，前一个神经元的结果作为后一个神经元的输入，依次组合而成。神经网络一般分为三层，第一层作为输入层，最后一层作为输出层，中间的全部是隐含层。
- 理论证明，任何多层网络可以用三层网络近似地表示。
- 一般凭经验来确定隐藏层到底应该有多少个节点，在测试的过程中也可以不断调整节点数以取得最佳效果。

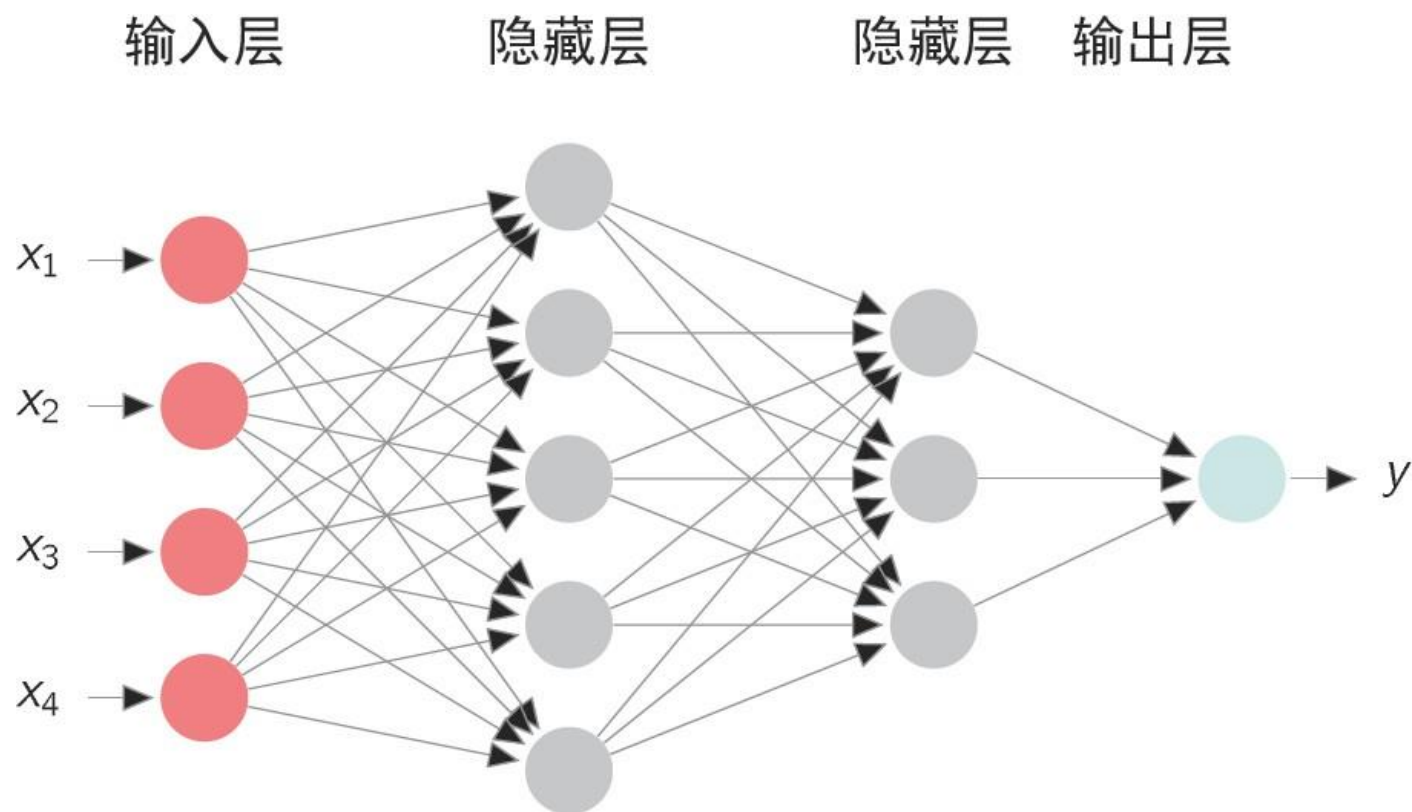




## 前馈神经网络

---八斗人工智能，盗版必究---

- 人工神经网络模型主要考虑网络链接的拓扑结构、神经元特征、学习规则等。
- 其中，前馈神经网络也称为**多层感知机**



$$h_j = \psi(z_j)$$
$$z_j = \sum w_{ij} x_i$$





## 激活函数

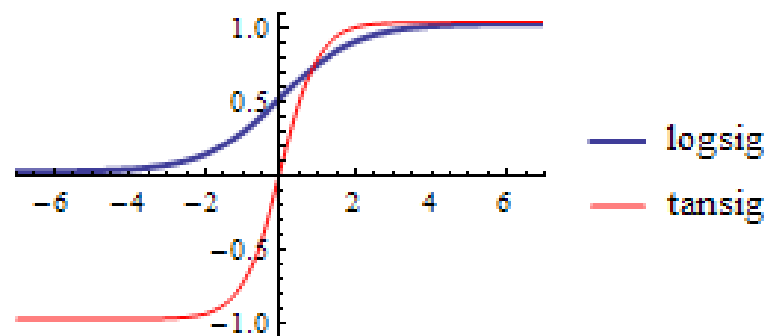
---八斗人工智能，盗版必究---

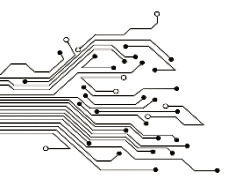
- 激活函数是神经网络设计的一个核心单元。
- 在神经网络中，把处于活跃状态的神经元称为激活态，处于非活跃状态的神经元称为抑制态。激活函数赋予了神经元自我学习和适应的能力。
- 激活函数的作用是为了在神经网络中引入非线性的学习和处理能力。
- 常用的激活函数（满足 1 非线性 2 可微性 3 单调性）

1 sigmoid函数  $y = \text{logsig}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$

2 tanh函数  $y = \text{tansig}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$

3 ReLU函数  $f(x) = \max(0, x)$

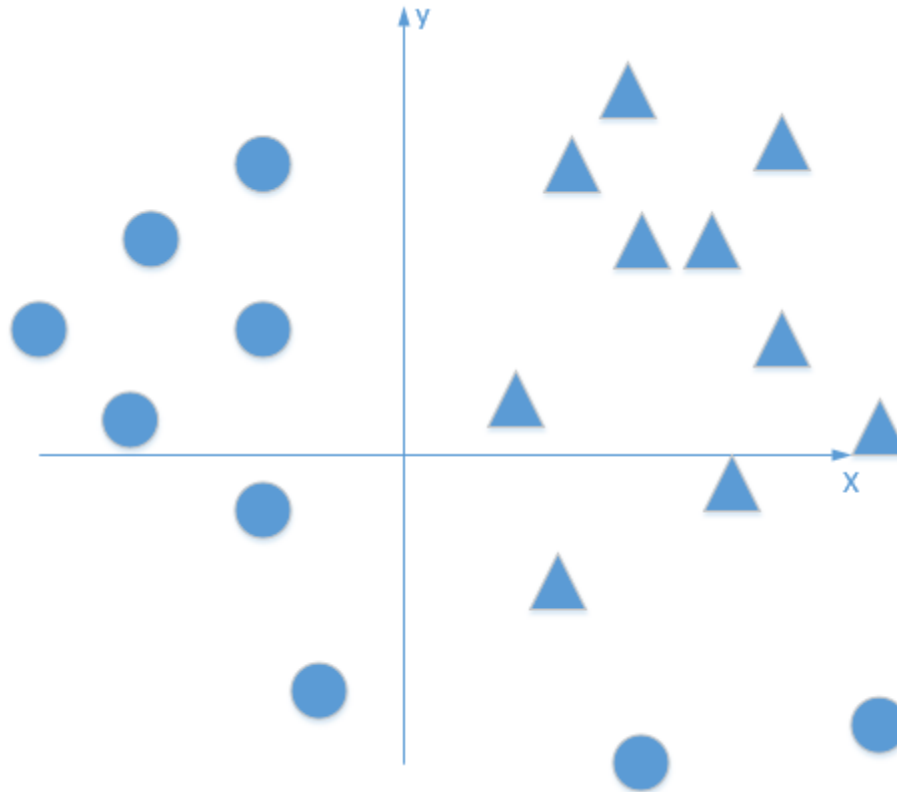


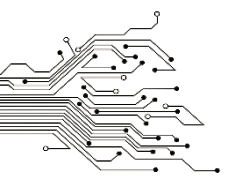


## 激活函数

---八斗人工智能，盗版必究---

激活函数的作用



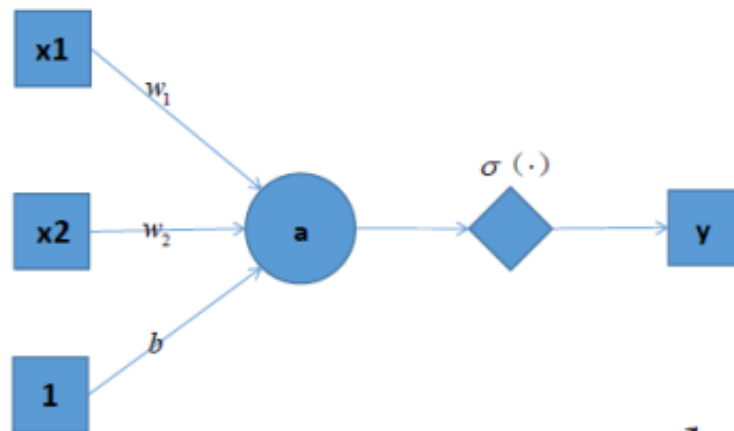


## 激活函数

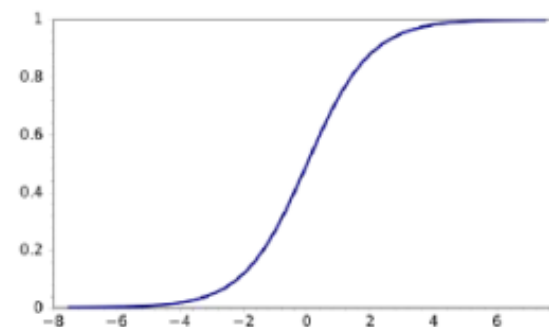
---八斗人工智能，盗版必究---

激活函数的作用：以sigmoid为例

### Perceptron with non-linear activation function



$$a = w_1 x_1 + w_2 x_2 + b$$
$$y = \sigma(a)$$



$\sigma(\cdot)$  is a non-linear activation function, sigmoid was the most popular one,

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



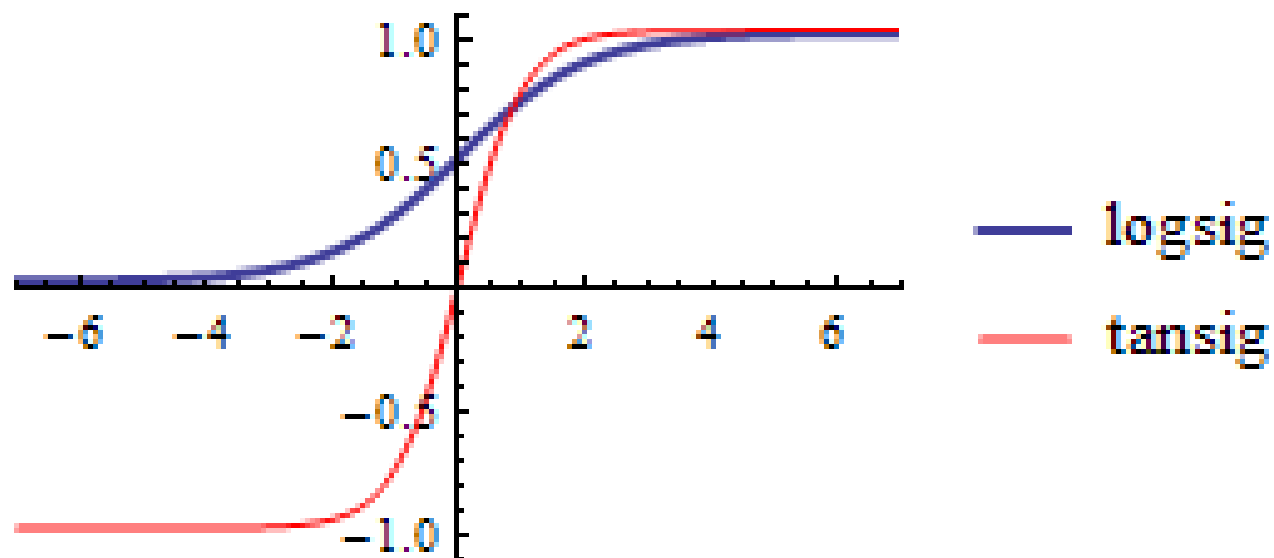
## 激活函数-sigmoid

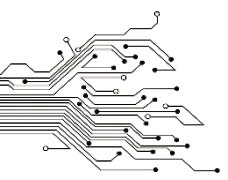
---八斗人工智能，盗版必究---

sigmoid主要有两个缺点:

1. 梯度饱和, 看图可知, 两边数值的梯度都为0;
2. 结果的平均值不为0, 这是我们不希望的, 因为这会导致后层的神经元的输入是非0均值的信号, 这会对梯度产生影响。

$$y = \text{logsig}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



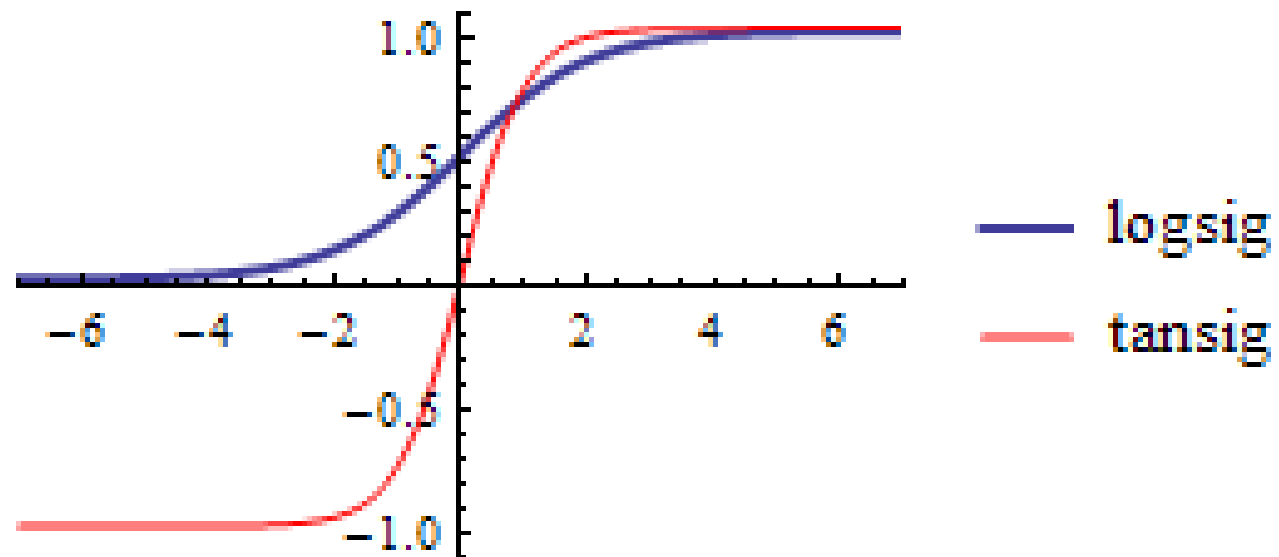


## 激活函数-tanh

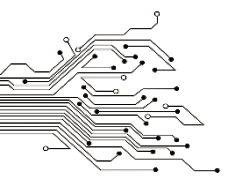
---八斗人工智能，盗版必究---

$$y = \text{tansig}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

$$\tanh(x) = 2\sigma(2x) - 1$$



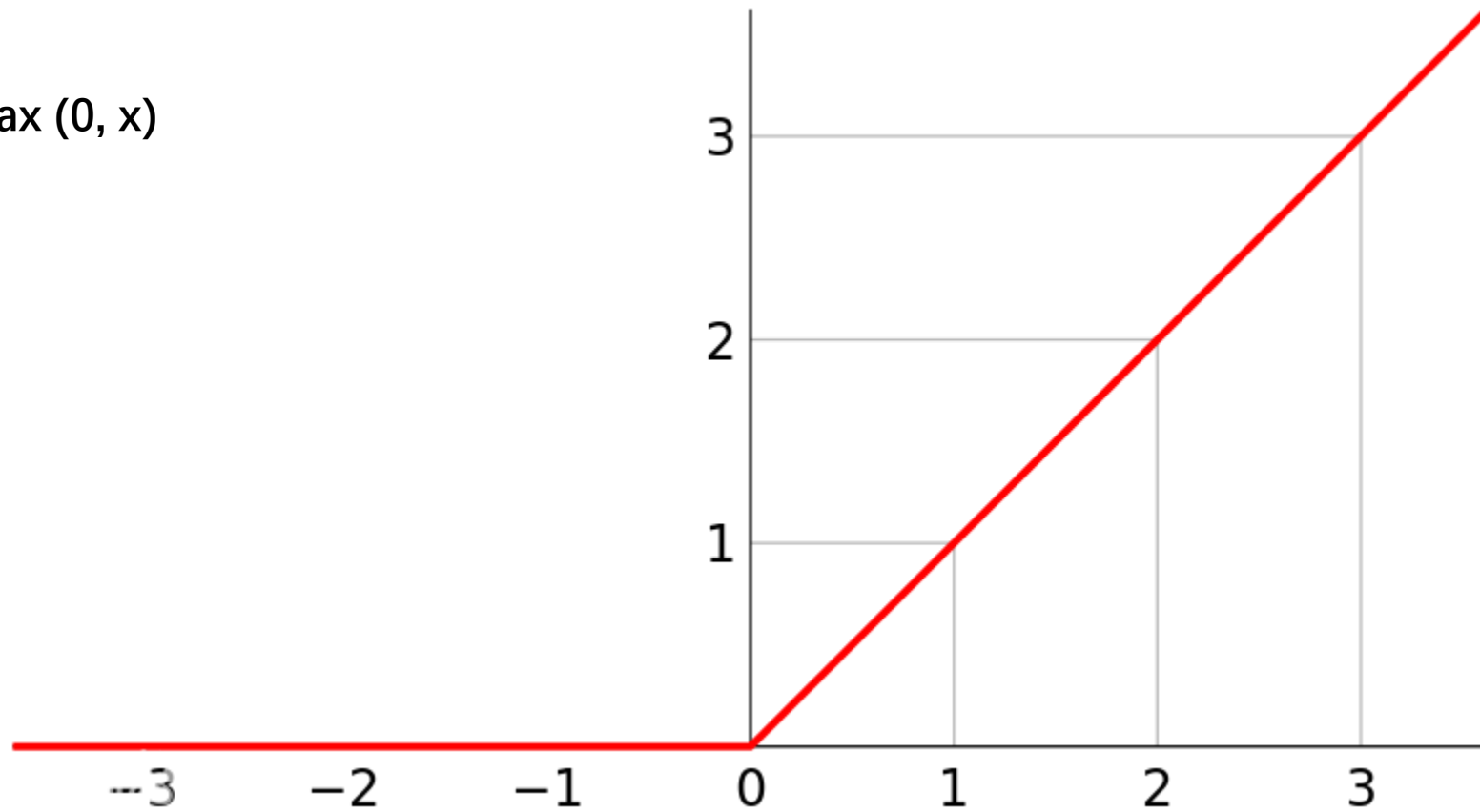




## 激活函数-线性整流层RELU

---八斗人工智能，盗版必究---

$$f(x) = \max(0, x)$$

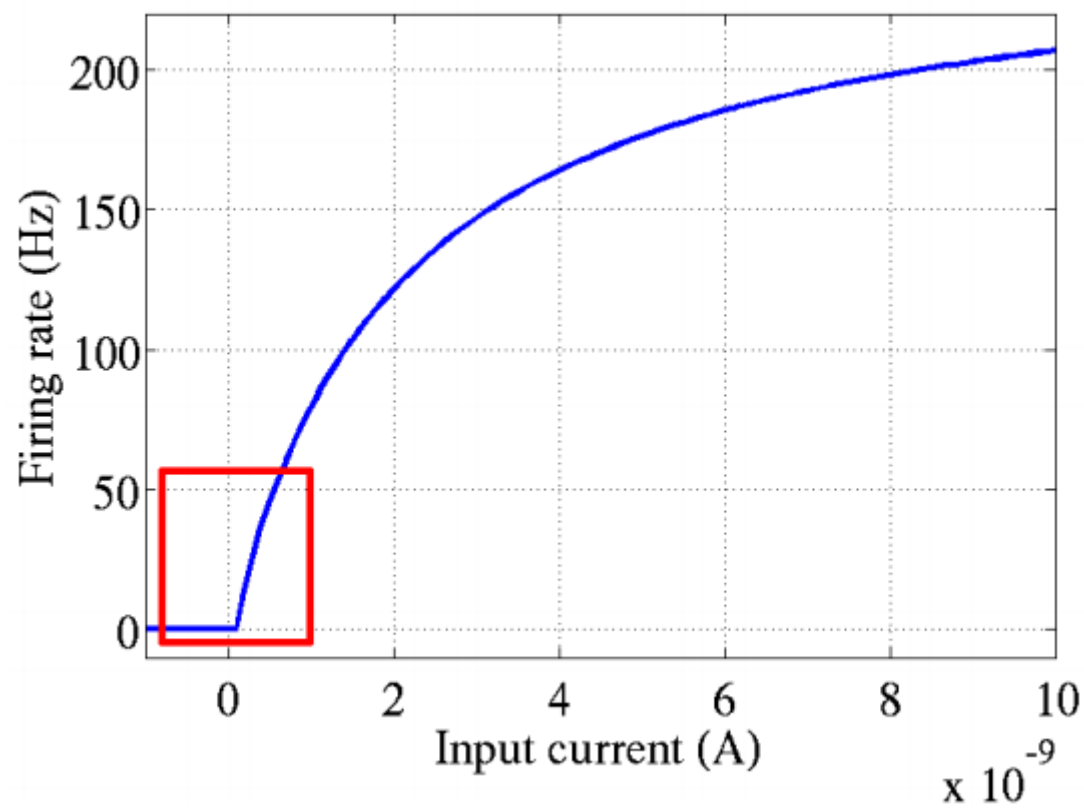


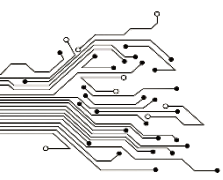


## 激活函数

---八斗人工智能，盗版必究---

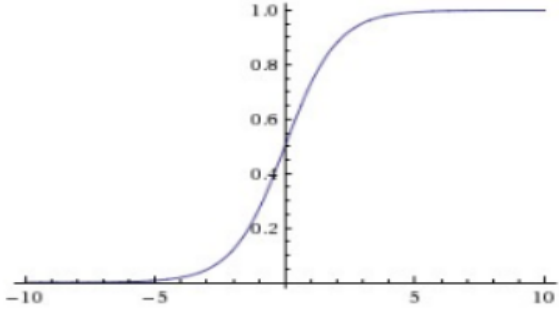
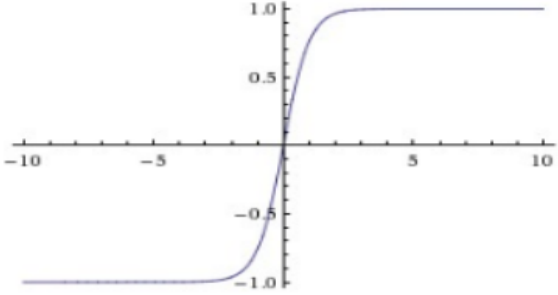
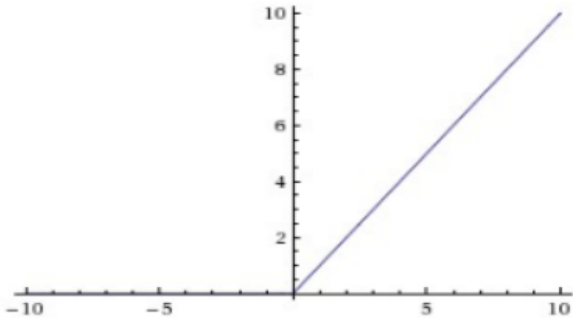
ReLU起源于神经科学的研究：2001年，Dayan、Abott从生物学角度模拟出了脑神经元接受信号更精确的激活模型：





## 激活函数

---八斗人工智能，盗版必究---

激活函数	公式	缺点	优点
Sigmoid	$\sigma(x) = 1/(1 + e^{-x})$ 	1、会有梯度弥散 2、不是关于原点对称 3、计算exp比较耗时	-
Tanh	$\tanh(x) = 2\sigma(2x) - 1$ 	梯度弥散没解决	1、解决了原点对称问题 2、比sigmoid更快
ReLU	$f(x) = \max(0, x)$ 	梯度弥散没完全解决，在(-)部分相当于神经元死亡而且不会复活	1、解决了部分梯度弥散问题 2、收敛速度更快



## 神经元稀疏

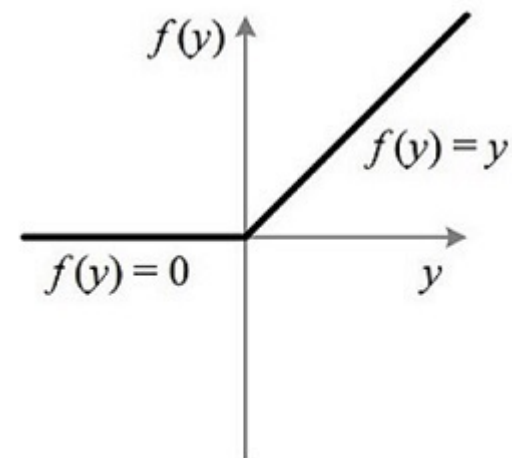
---八斗人工智能，盗版必究---

ReLU函数其实是分段线性函数，把所有的负值都变为0，而正值不变，这种操作被称为**单侧抑制**。

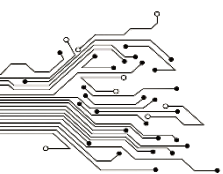
正因为有了这单侧抑制，才使得神经网络中的神经元也具有了稀疏激活性。

当模型增加N层之后，理论上ReLU神经元的激活率将降低2的N次方倍。

那么问题来了：这种稀疏性有何作用？换句话说，我们为什么需要让神经元稀疏？



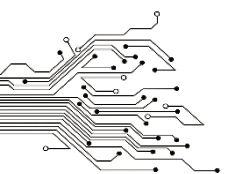
$$ReLU(x) = \begin{cases} x & \text{if } x > 0 \\ 0 & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$



- 任何算法得以运行，都必须依靠特定的数据结构，而用于将各种数据统一封装并输入网络模型的数据结构叫tensor,也就是张量。张量在不同的情况下存有不同的形式。
- 张量一大特征是维度，一个0维张量就是一个常量。在Python中，一个张量的维度可以通过读取它的ndim属性来获取。（我们常用的数组就等价与一维张量，一个二维数组就是一个二维张量）
- 所谓n维张量，其实就是一维数组，数组中的每个元素都是n-1维张量。由此可见，3维张量其实就是一个一维数组，数组中的每个元素就是2维数组。

```
In [8]: x = np.array([
        [
            [1,2],
            [3,4]
        ],
        [
            [5,6],
            [7,8]
        ],
        [
            [9,10],
            [11,12]
        ]
    ])
print(x.ndim)
```





## 张量tensor

---八斗人工智能，盗版必究---

- 一个n维张量经常用一组数据来表示，例如下面的3维张量，它可以用(3,2,2)这组数据结合起来表示，一个张量是几维度，那么括号里面就有几个数字。

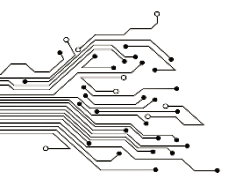
```
In [8]: x = np.array([
        [
            [1,2],
            [3,4]
        ],
        [
            [5,6],
            [7,8]
        ],
        [
            [9,10],
            [11,12]
        ]
    ])

print(x.ndim)
```

3



- 1、使用神经网络训练数据之前，必须确定神经网络的层数，以及每层单元的个数
- 2、特征向量在被传入输入层时通常要先标准化到0-1之间（为了加速学习过程）
- 3、离散型变量可以被编码成每一个输入单元对应一个特征值可能赋的值  
比如：特征值A可能取三个值 ( $a_0, a_1, a_2$ ), 可以使用3个输入单元来代表A。  
如果  $A=a_0$ , 那么代表  $a_0$  的单元值就取1, 其他取0; 1, 0, 0  
如果  $A=a_1$ , 那么代表  $a_1$  的单元值就取1, 其他取0, 以此类推 0,1,0
- 4、神经网络既可以用来做分类 (classification) 问题，也可以解决回归 (regression) 问题
  - (1) 对于分类问题，如果是2类，可以用一个输出单元表示 (0和1分别代表2类)；如果多于2类，则每一个类别用一个输出单元表示 1 0 0 0 1 0
  - (2) 没有明确的规则来设计最好有多少个隐藏层，可以根据实验测试和误差以及精准度来实验并改进。



## 对隐含层的感性认识

让我们从一个问题开始，假如区分以下三张图片哪个是人脸，也就是人脸识别，神经网络模型应该怎么建立呢？为了简单起见，输入层的每个节点代表图片的某个像素，个数为像素点的个数，输出层简单地定义为一个节点，标示“是”还是“不是”。



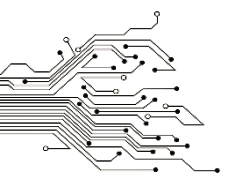


## 对隐含层的感性认识

那么隐含层怎么分析呢？我们先从感性地角度认识这个人脸识别问题，试着将这个问题分解为一些子问题，比如：

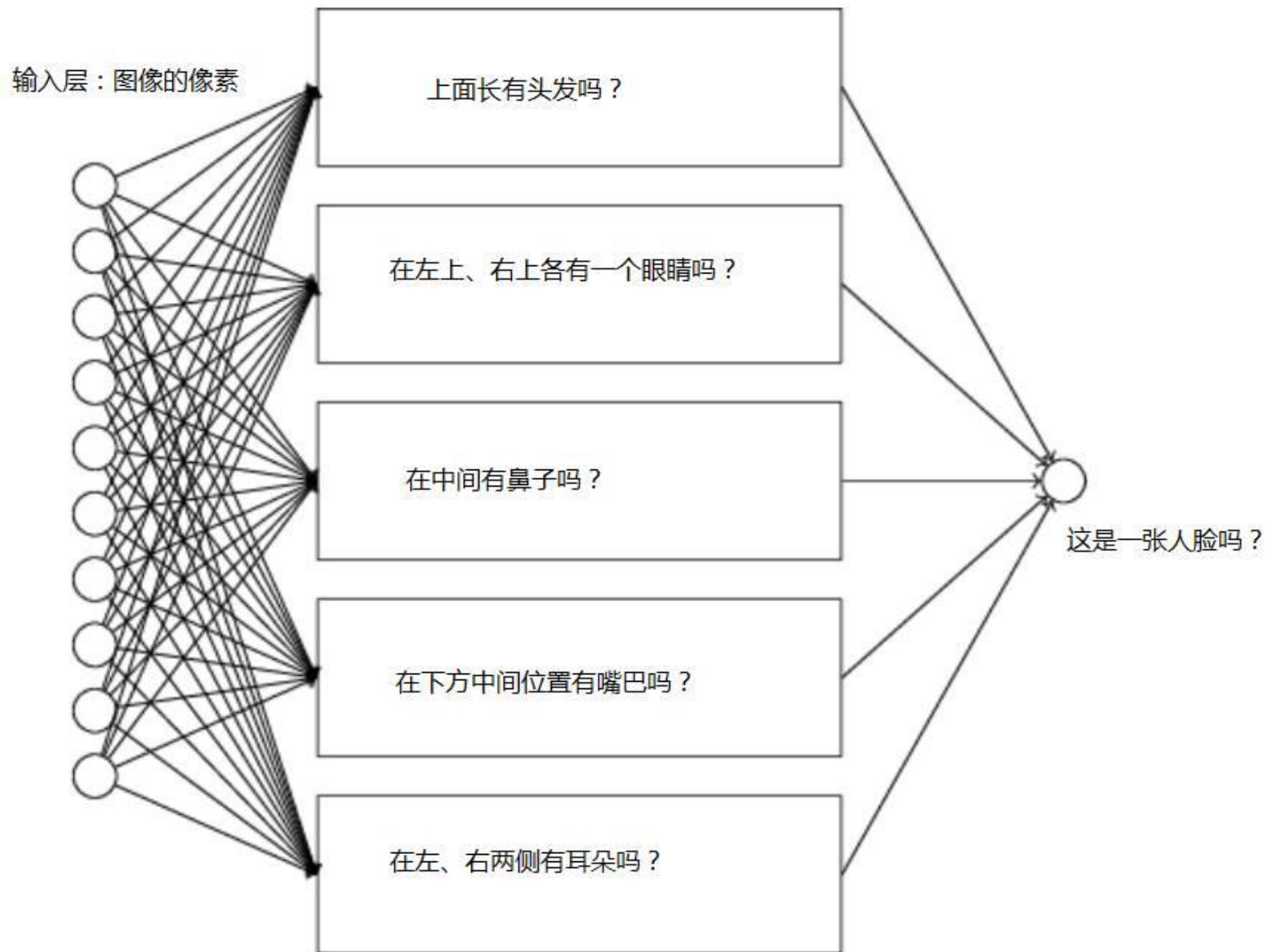
- 在上方有头发吗？
- 在左上、右上各有一个眼睛吗？
- 在中间有鼻子吗？
- 在下方中间位置有嘴巴吗？
- 在左、右两侧有耳朵吗？
- ...

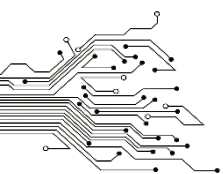
假如对以上这些问题的回答，都是“yes”，或者大部分都是“yes”，那么可以判定是人脸，否则不是人脸。



## 对隐含层的感性认识

---八斗人工智能，盗版必究---

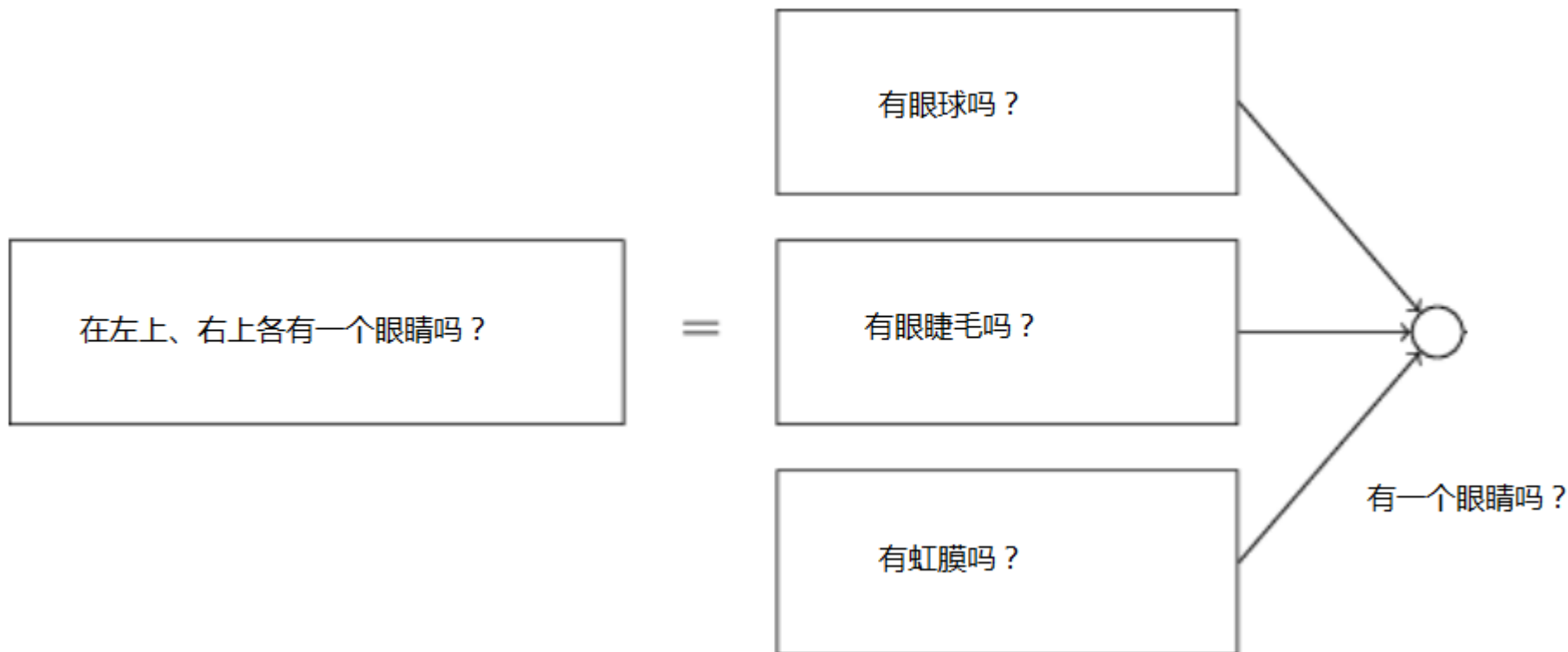




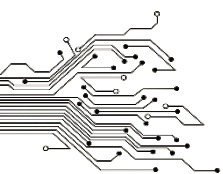
## 对隐含层的感性认识

以上每个子网络，还可以进一步分解为更小的问题，比如判断左上是一个眼睛吗的问题，可以分解为：

- 有眼球吗？
- 有眼睫毛吗？
- 有虹膜吗？
- .....



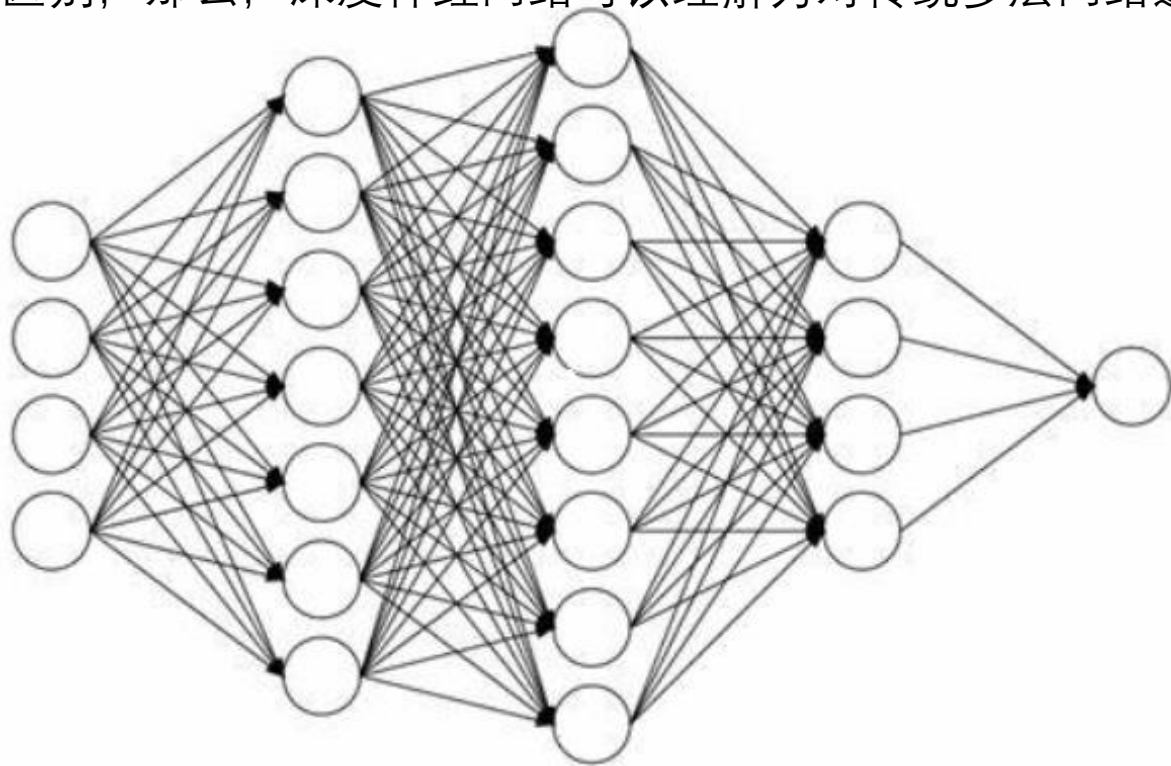
这个子网络还可以进一步分解，一层又一层地分解，直到回答的问题简单到能在一个单独的神经元上被回答。



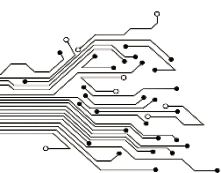
# 什么是深度学习（Deep Learning）？

## 深度神经网络&深度学习

- 传统的神经网络发展到了多隐藏层的情况，
- 具有多个隐藏层的神经网络被称为深度神经网络，基于深度神经网络的机器学习研究称之为深度学习。
- 如果需要细化和区分区别，那么，深度神经网络可以理解为对传统多层网络进行了结构、方法等方面的优化。







- 深度学习，就是多层人工神经网络

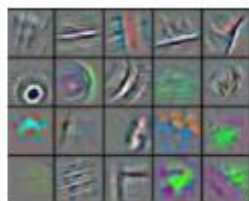
深度学习最重要的作用是**表征学习**，学习层级化的特征，“深度”这词指的就是很多层



底层特征



中层特征



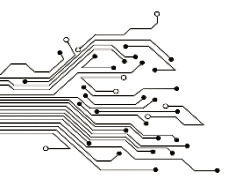
高层特征



训练分类器

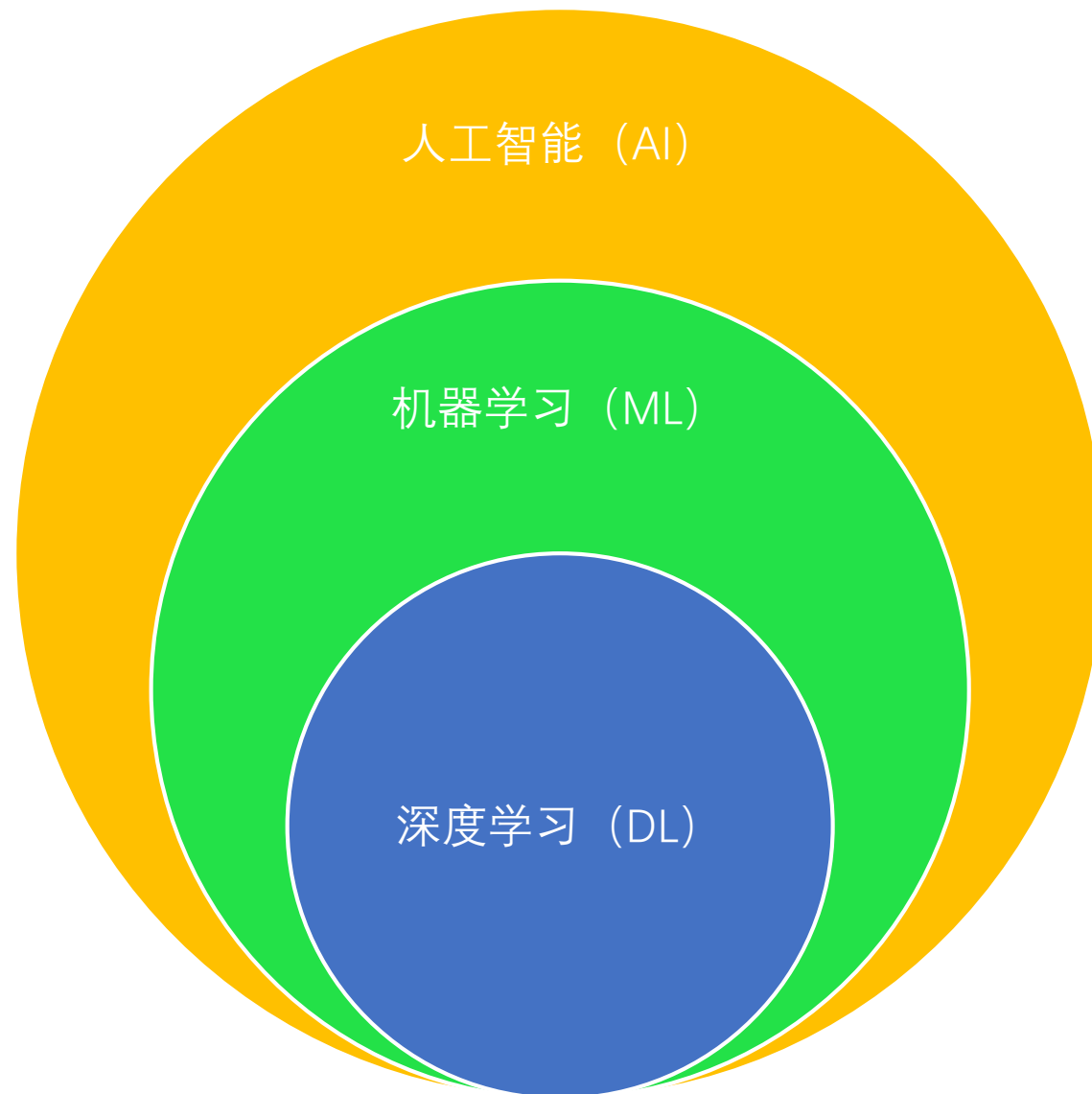
图像识别：像素->边缘->纹理->图形->局部->物体

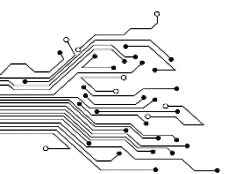
文字识别：字符->词->词组->子句->句子->故事



# 什么是深度学习?

---八斗人工智能，盗版必究---

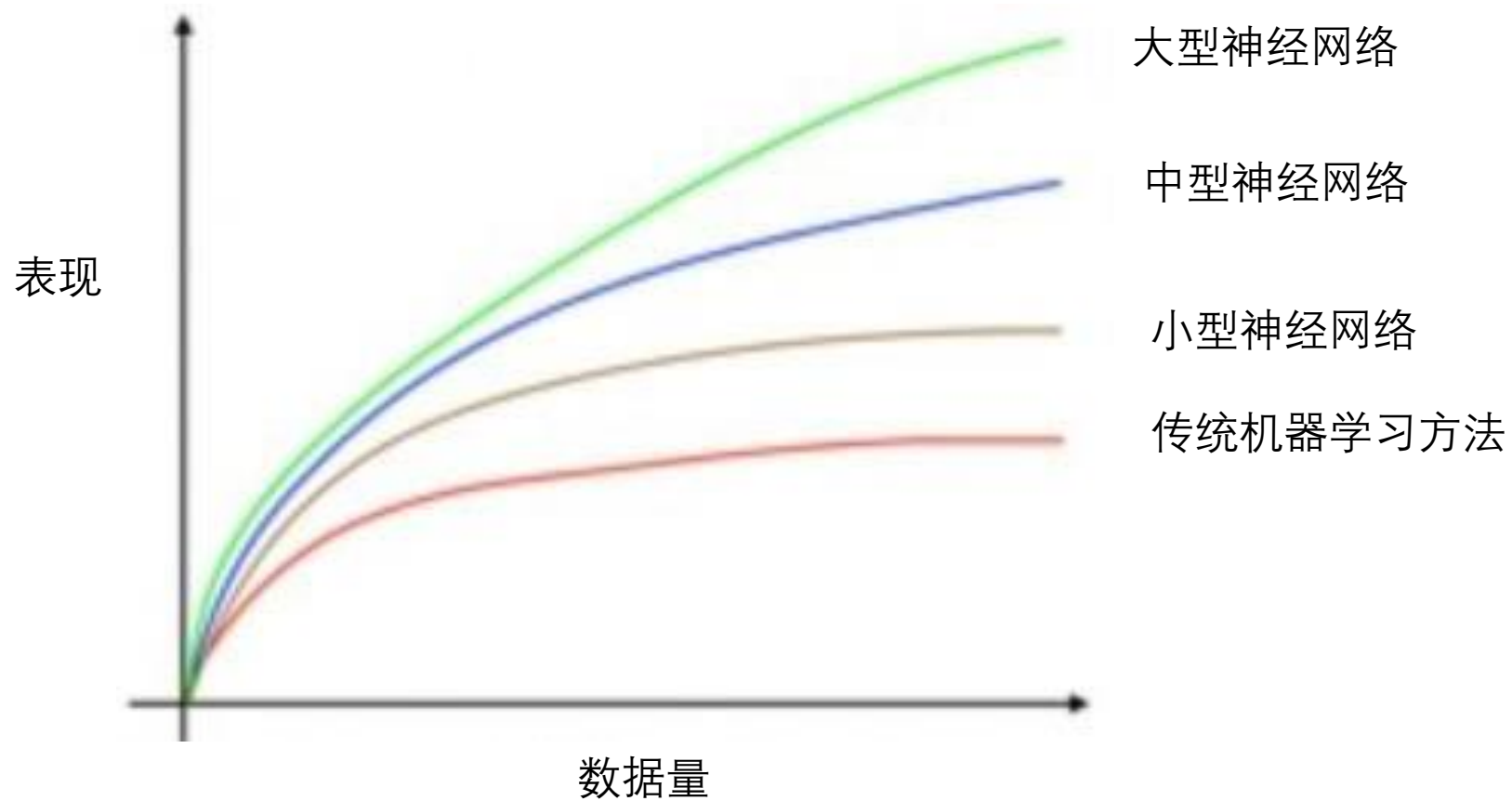


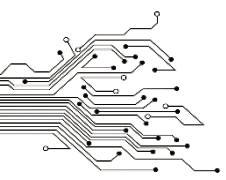


## 深度学习为何崛起

---八斗人工智能，盗版必究---

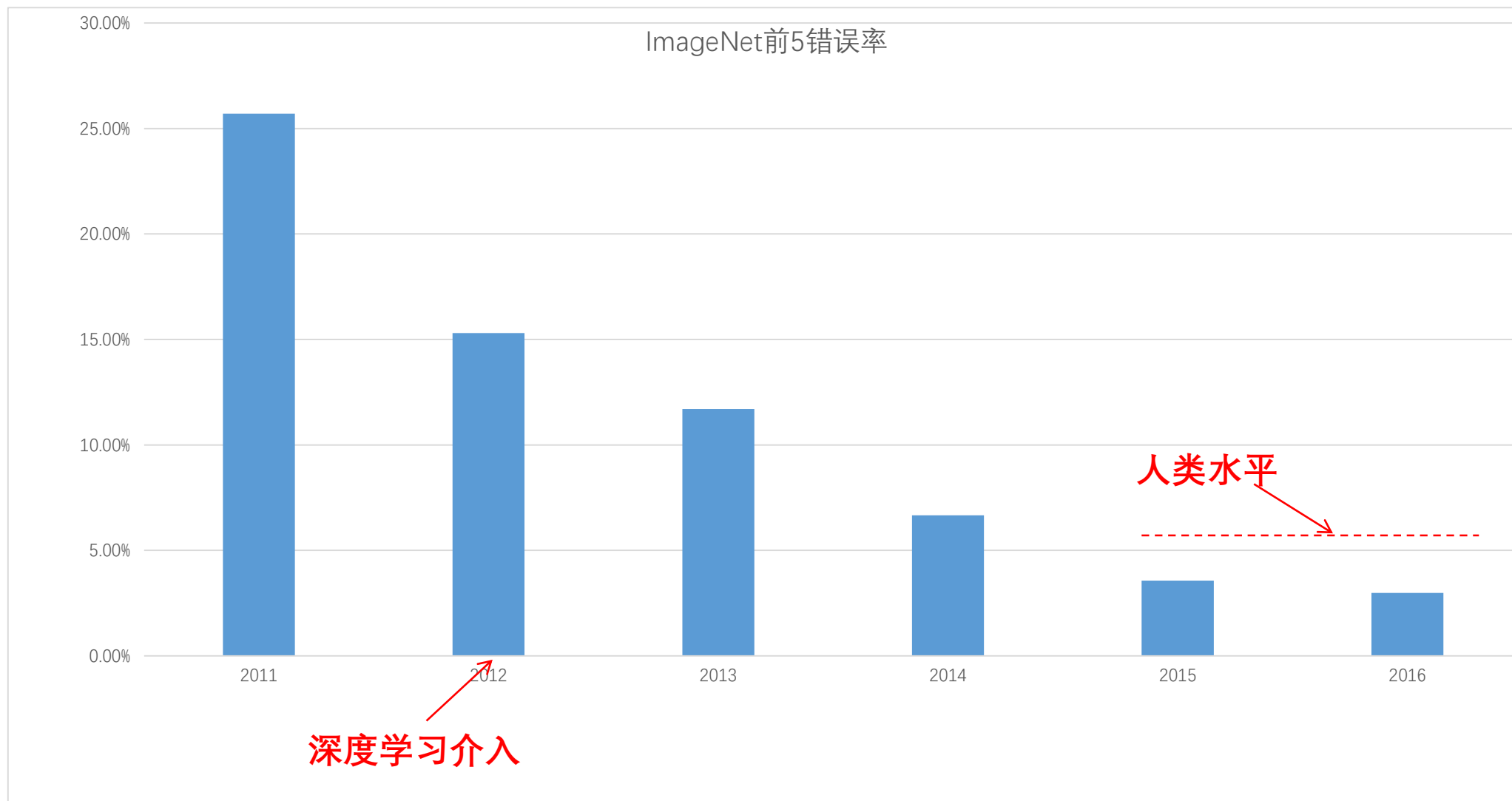
- 数据规模推动深度学习进步

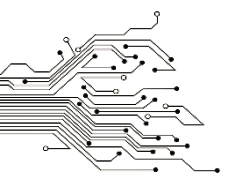




# 深度学习为何崛起

---八斗人工智能，盗版必究---





---八斗人工智能，盗版必究---

