

# 什么是人工神经网络

人类具有强大的智能，人工智能的研究者很早就希望通过模拟人类智能来实现机器智能。

那么，人类为什么能拥有如此强大的智能呢？这归因于我们有一个非常强大的大脑。研究表明，成年人大脑一般约为 4 千克，占身体重量的 2%，是所有动物中比例最高的。可别小看这 2%，我们的身体为此付出了超过 20% 的能量和氧气[1, 3]。换句话说，人类把更多的“精力”放在了修炼头脑上，这和很多动物修炼体型、修炼牙齿、修炼四肢完全不同。幸运的是，我们的祖先所选择的这条修炼之路看起来确实更胜一筹。

那么，我们的大脑是如何工作的呢？这个问题很复杂，到目前为止生理学家们也只是获得了部分答案。总体上，人类大脑的功能主要是由大量神经元来实现的。研究表明，成年人大脑包含超过一千亿个神经元，换算成计算机内存的话达到 76TB，非常强大。这些神经元本身并没有太大区别，但是当他们互相连接起来形成神经元网络以后，就可以完成记忆、感知、思考等强大的功能。特别重要的是，人在发育成长的过程中，这些神经细胞之间的连接并不是一成不变的，而是随着成长不断进行优化，因此人们才可以慢慢学会读书写字。

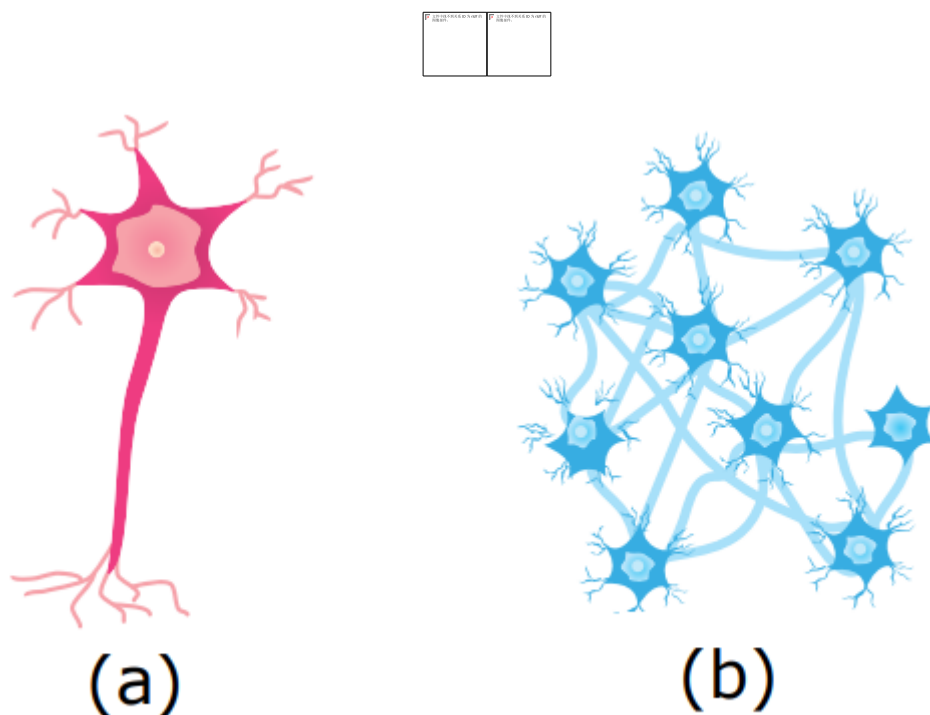


图 1：人类神经元 (a) 和神经网络 (b) 示意图 [4]

人脑这种独特的工作方式很早就吸引了人工智能的研究者：如果能设计出类似人类神经系统的网络结构，并通过自动学习的方式调整节点间的连接权重，那么是不是就可以让机器像人一样慢慢学习成长呢？早在 1943 年，McCulloch 和 Pitts 就提出了这一思路[5]，他们将若干

神经元的输出加和在一起，并通过一个非线性函数传到下一个神经元，从而实现了神经元的模拟。在此基础上，Rosenblatt 于 1957 年提出感知机模型，这一模型可以通过对若干例的学习获得识别字母的能力。这是个了不起的成就，证明了通过学习来实现智能是可行的。这一基于学习的方法和传统把知识灌输给机器的方法完全不同，为实现智能机器开辟了一条崭新的道路。感知机是第一个成功的人工神经网络（Artificial Neural Network, ANN）。后来，通过 Minsky, Hinton, Jordan, LeCun 等一大批研究者的努力，人工神经网络取得了辉煌的成就，并直接引发了近十年的深度学习热潮，把人工智能研究推向了一个新高度。

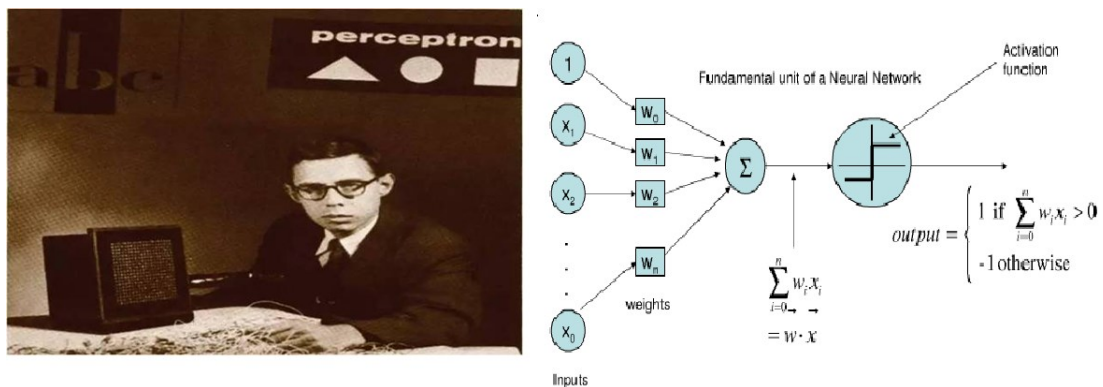


图 2： Rosenblatt 和他的感知机

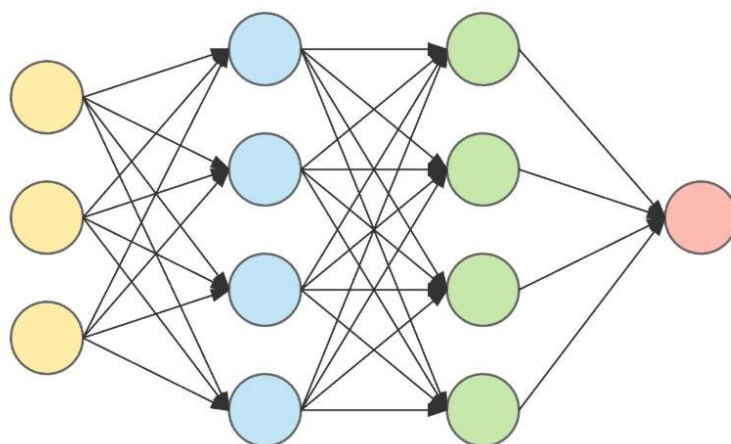


图 3： 一个包含两个隐藏层的人工神经网络

图 3 是一个典型的人工神经网络示意图，包含一个输入层（黄色节点），两个隐藏层（蓝色和绿色节点），一个输出层（红色节点）。每一层节点只和前后两层节点相连，同一层节点之间互不连接。这一结构一般称为多层感知器（Multi-Layer Perceptron, MLP）。在这一结构中，每个节点接受前一层节点的输出，把他们加和起来后，通过一个非线性函数（称为激发函数）变换以后传递到下一层。虽然每一个神经元的计算都很简单，但当很多神经元连接形成网络以后，就可以实现非常复杂的功能。后来，人们设计出更复杂的结构，以满足实际应用的需要，其中最著名的是卷积神经网络（Convolutional Neural Net, CNN）和递归神经网络（Recurrent Neural Net, RNN）。

总结起来，人工神经网络是模拟人类大脑工作方式而设计的计算模型。这一模型具有如下三个显著特点：首先，各个神经元是同质的。虽然也存在具有不同类型节点的网络，但总体来说单个节点在功能上是无法显著区分开的，换句话说，节点不具有个性；第二，连接决定功能。像人脑一样，人工神经网络通过节点间的连接来实现功能，而不是节点本身。因此，研究神经网络的学者也被称为连接学派；第三，强烈依赖学习。网络节点众多，连接复杂，指望人为设计显然是不现实的，只能依靠学习来获得希望的功能。

正是因为这些特点，人工神经网络具有很多天然优势。例如，因为节点简单同质，非常适合大规模硬件实现；因为连接复杂，表达能力极强，理论上几乎可以模拟任何功能；因为学习能力强，只要喂给它足够多的数据，就可以学到非常强大的能力。这些优势使得神经网络模型成为当前人工智能的主流模型：一方面，大规模集成电路的发展极大提高了计算机的性能，出现了 GPU 这样强大的计算设备，特别适合神经网络所需要的个体简单同质，但规模庞大的集成式计算；另一方面，互联网的发展积累了大量实际场景数据，使得大数据学习成为可能。归因于这些原因，人工神经网络模型近年来受到空前关注，成为当前人工智能研究最重要的方法。

当然，繁华背后也有让人担心的地方，特别是基于复杂网络的学习天然具有不可控性。就像我们无法理解自己的大脑一样，现在我们也无法理解人工神经网络这个人工大脑了。研究者开始反思并提出新的解决方案。尽管如此，没有人能否认连接学派的历史性功绩，人工神经网络这一模型作为人工智能的重要工具之一，注定会在人类追求机器智能的历史上留下浓墨重彩的一笔。

1. 人类大脑的容量有多大，相当于多少 G 的内存？答案你都不敢相

<https://xw.qq.com/amphtml/20191229A0DDU000>

2. 人体大脑与各种动物大脑，形状及大小比较，脑重和体重比

<https://www.bilibili.com/video/av82106067/>

3. 关于人类大脑的几点认知，

<https://jingyan.baidu.com/article/c843ea0bda0ad477921e4a67.html>

4. 王东，利节，许莎，《人工智能》，清华大学出版社

5. W. S. McCulloch and W. Pitts, "A logical calculus of the ideas immanent in neurons activity," Bull. Math. Biophys., vol. 5, pp. 115 - 133, 1943