

深度学习

初识深度学习(Deep Learning, DL)

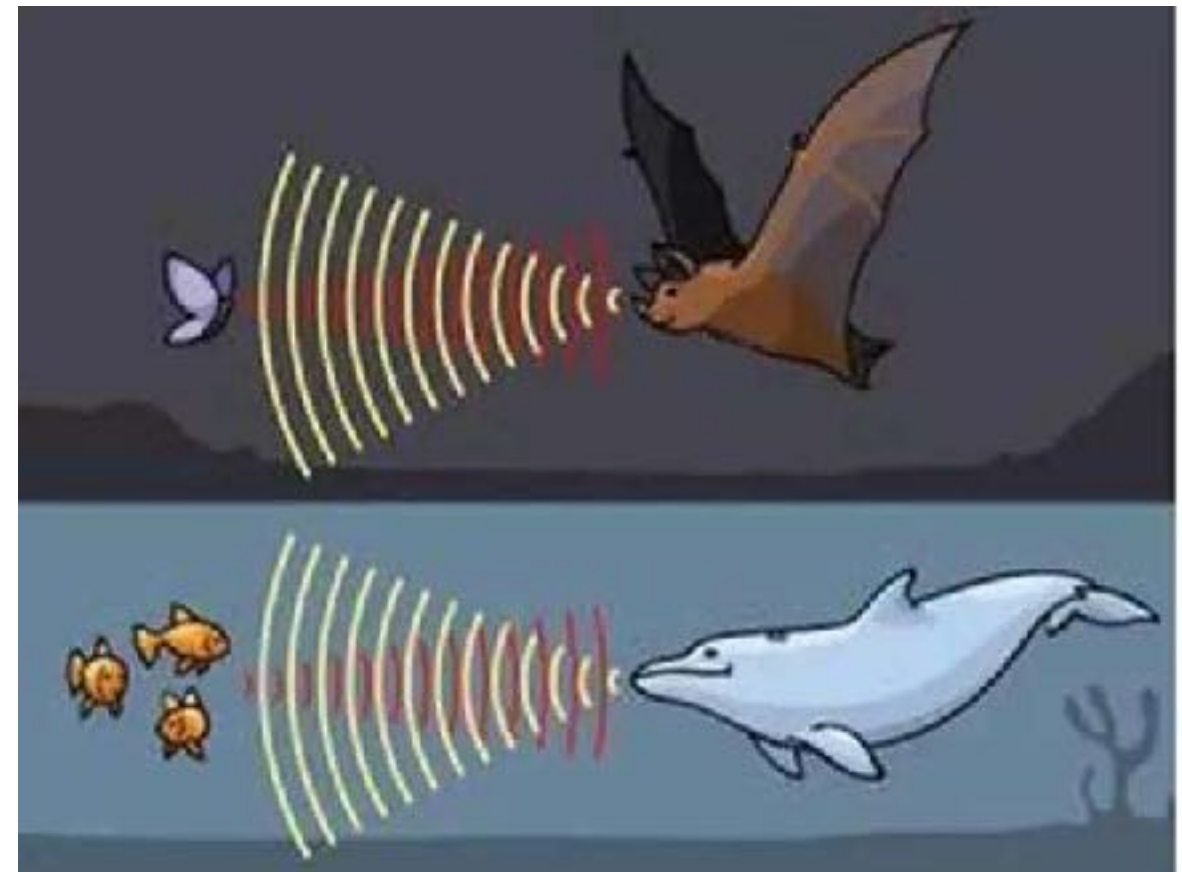
概览

1. 人工神经网络的来源。
2. 人工神经网络的基本结构。
3. 人工神经网络的性质与能力。
4. 人工神经网络的分类。
5. 人工神经网络与深度学习的关系。
6. 常见的深度学习算法。
7. 深度学习的应用与前景。

1. 人工神经网络的来源

雷达

人类仿造蝙蝠、海豚等动物的超声波定位能力发明了雷达



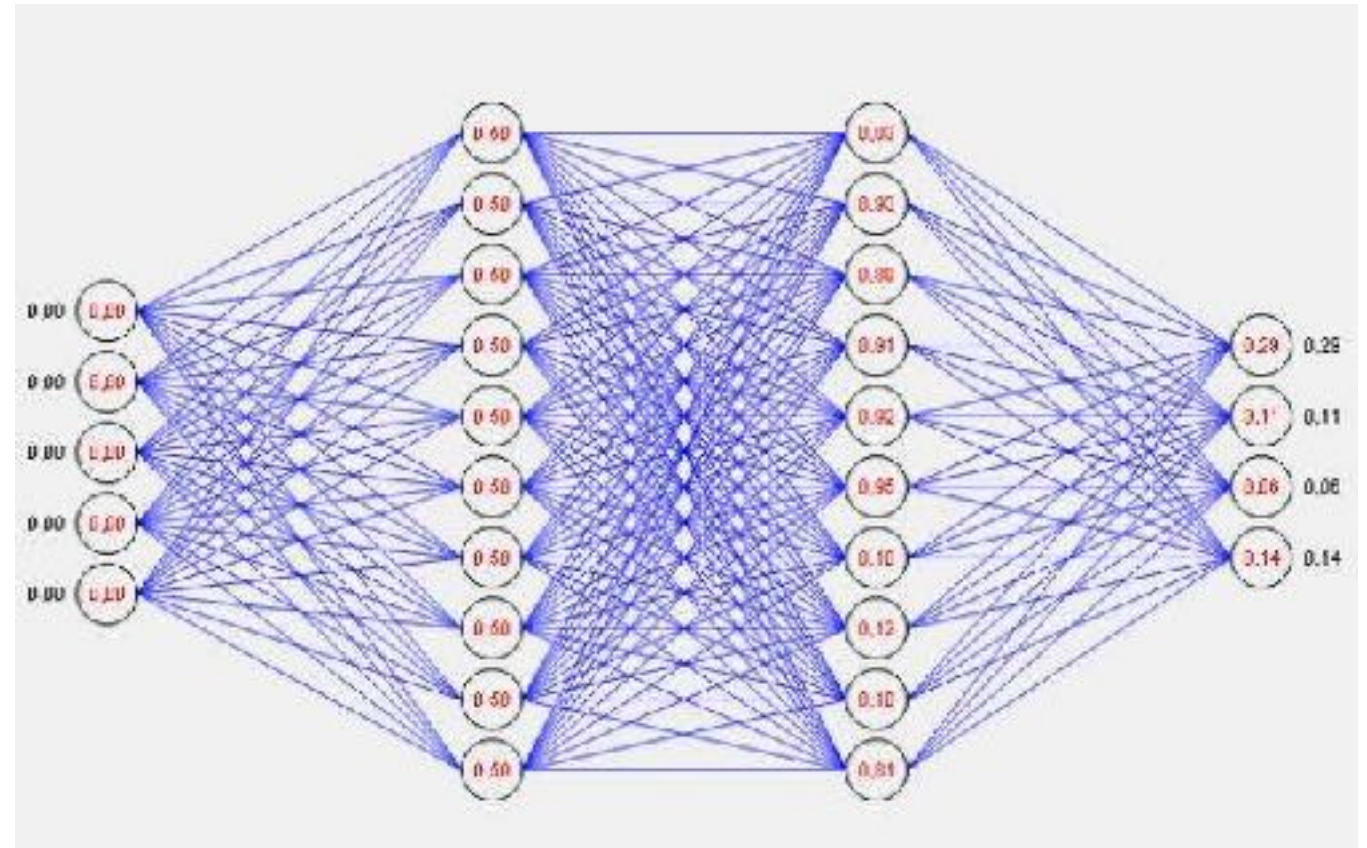
冷光

根据萤火虫的生物发光现象，
发明了无需通电，无电磁干
扰的高效冷光灯。



人工神经网络

仿照生物神经系统，计算机科学家发明了人工神经网络。

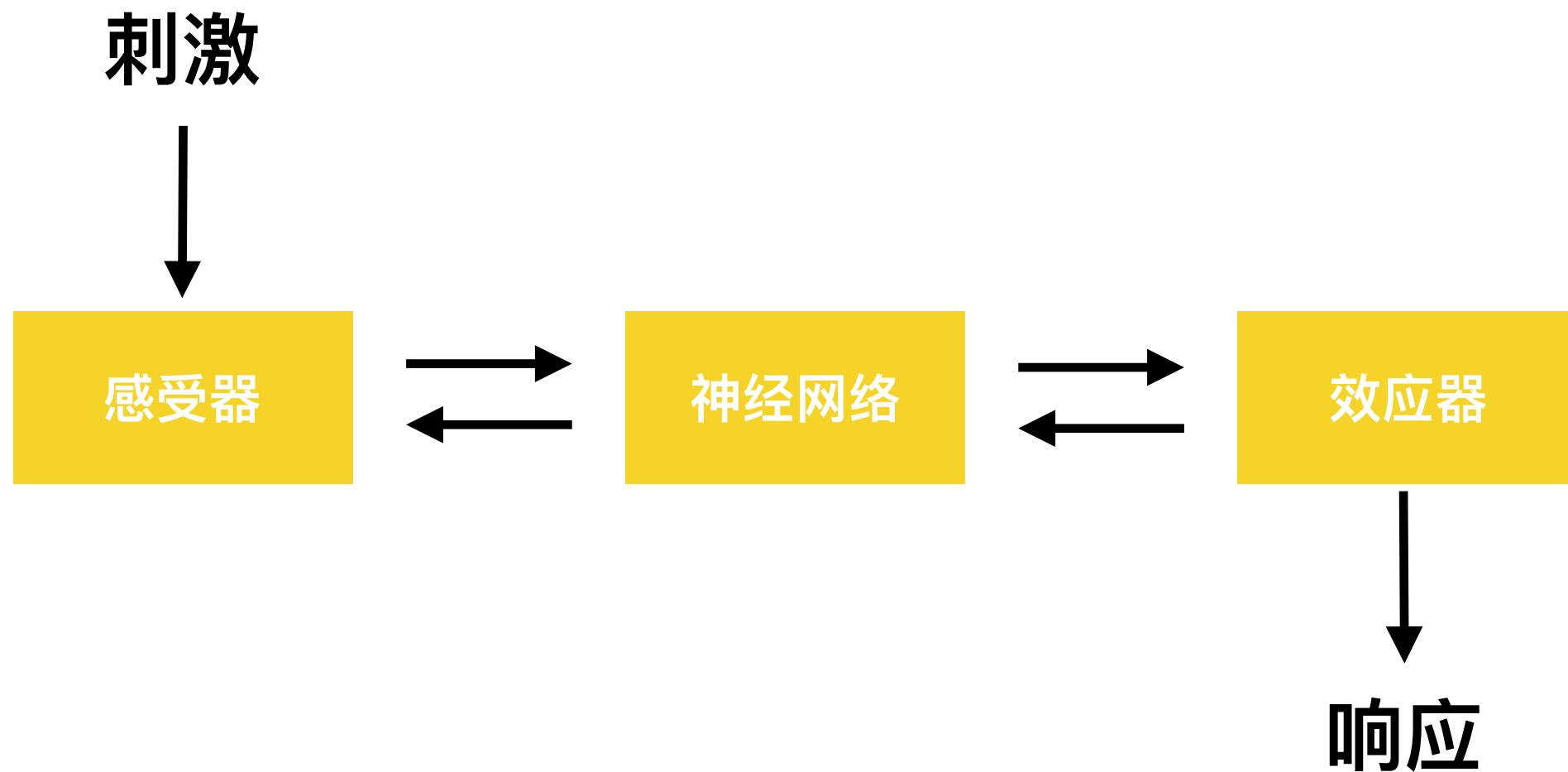


人工神经网络

人工神经网络 (artificial neural network, ANN) ,
简称神经网络 (neural network, NN) 。是一种模
仿生物神经网络(动物的中枢神经系统, 特别是大
脑)的结构和功能的数学模型或计算模型, 用于对函
数进行估计或近似。

2. 人工神经网络的基本结构

人的神经系统



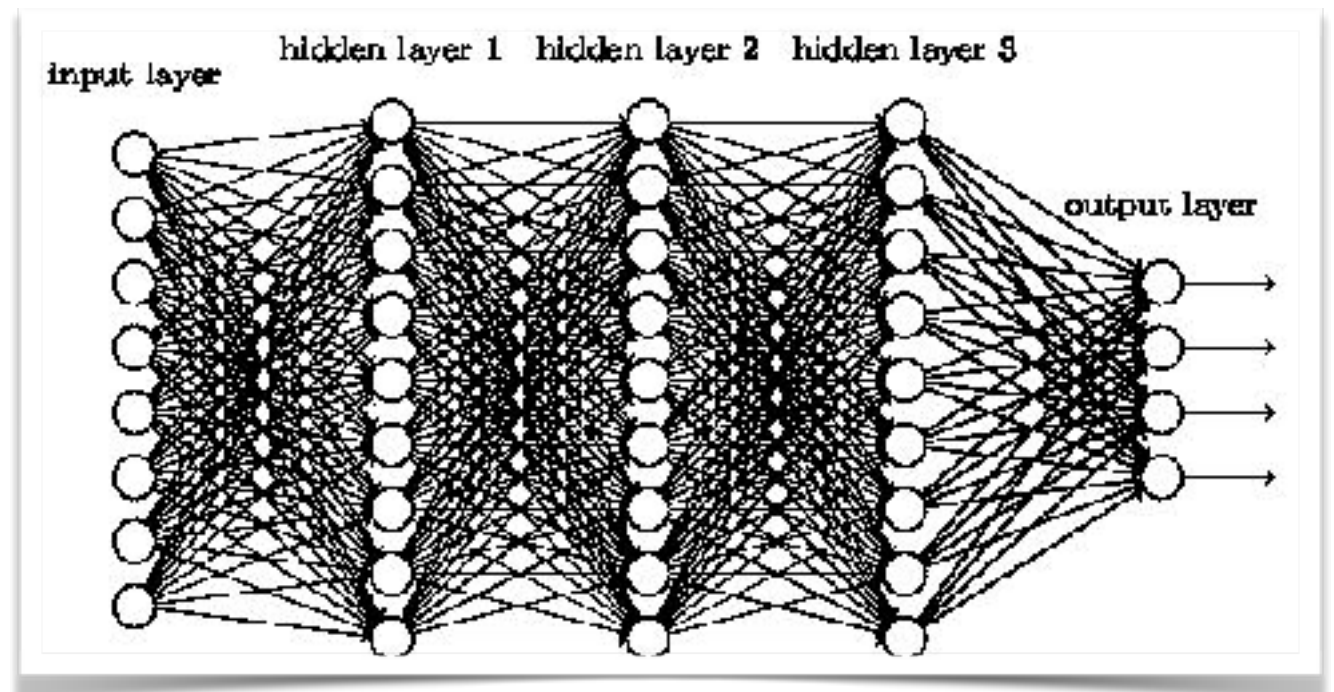
人工神经网络



神经网络由不同功能区构成

每个功能区包含一些神经元

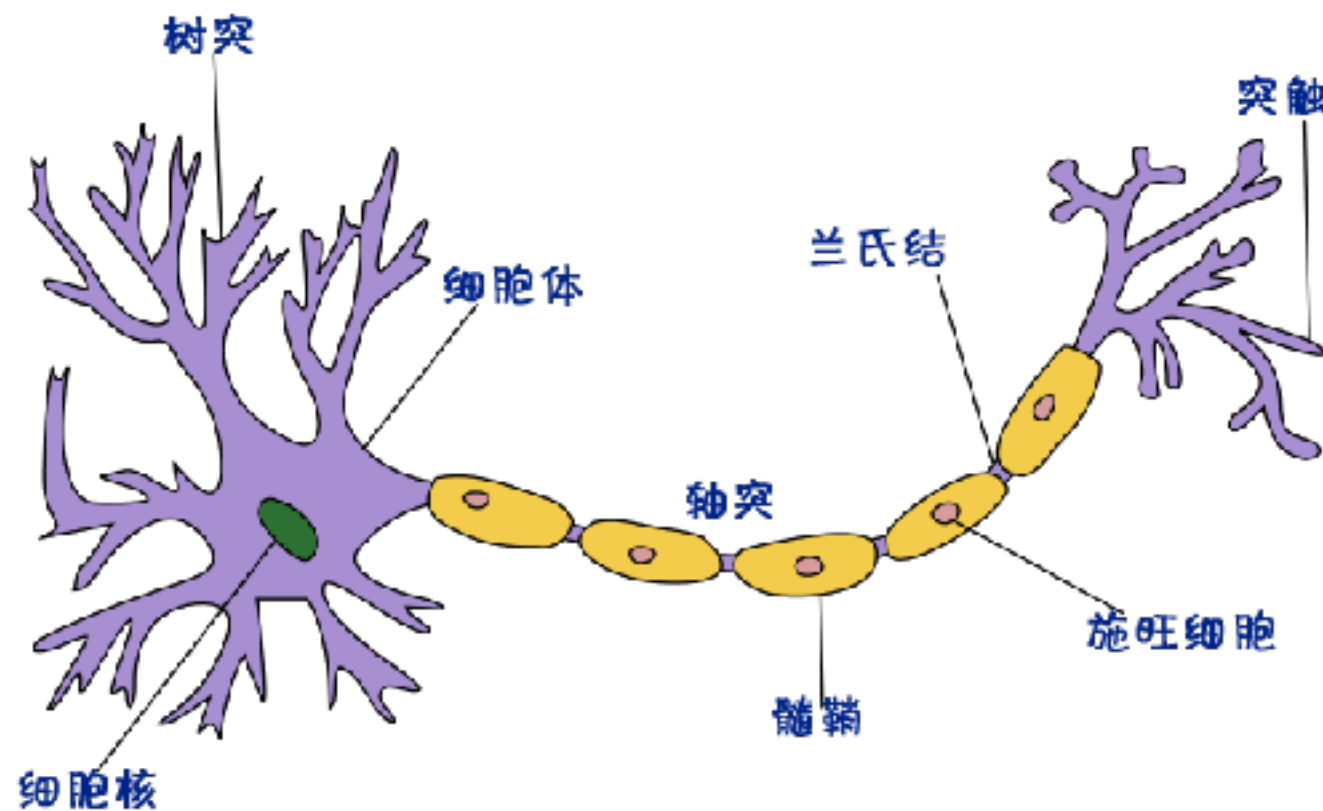
不同神经元以复杂多样的方式互联



多个人工神经元构成神经网络的一个层

多个层构成一个人工神经网络

生物神经元的基本结构

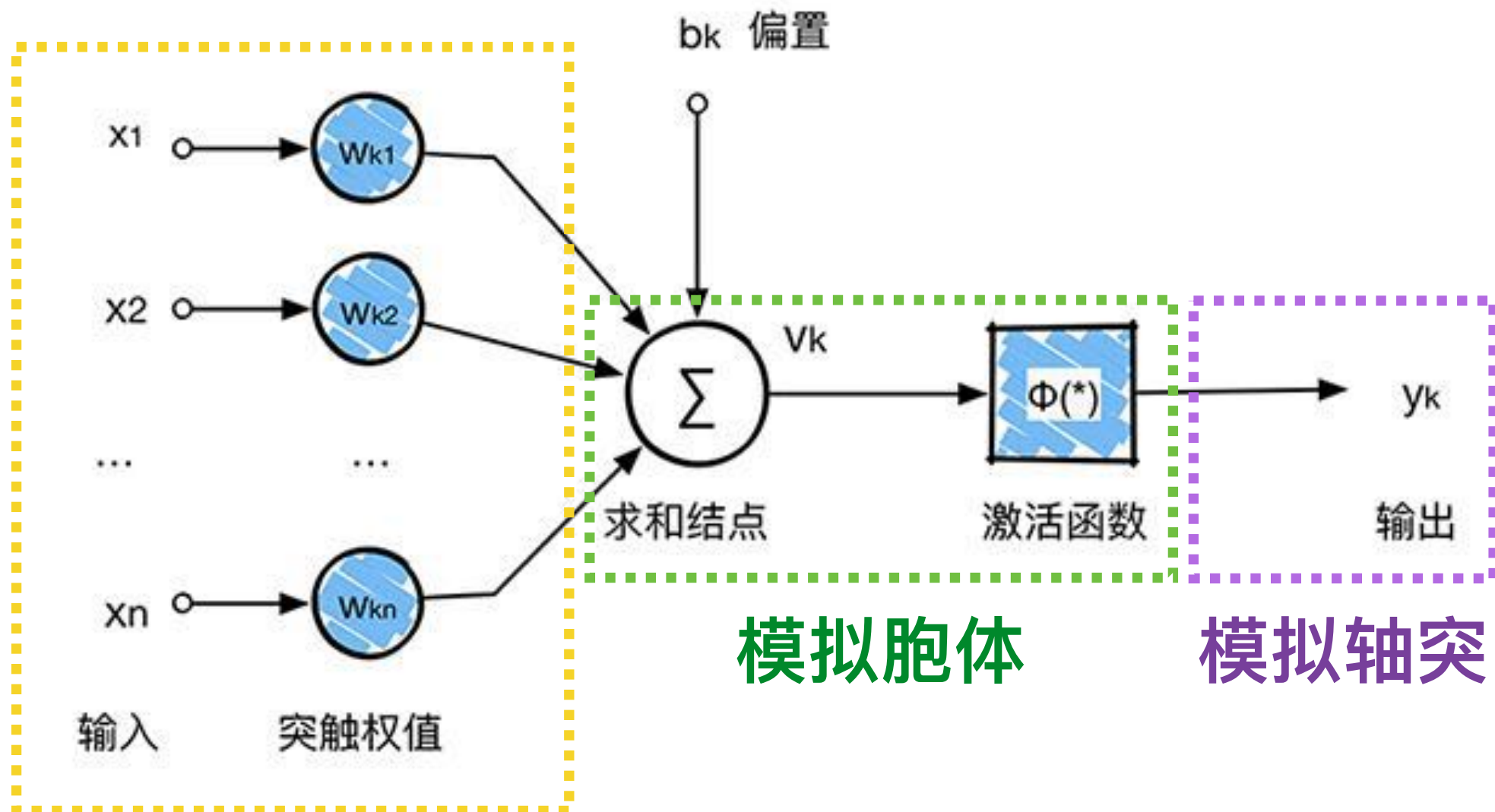


树突：收集电流

胞体：聚集电流

轴突：传出电流

模拟一个生物神经元



模拟树突

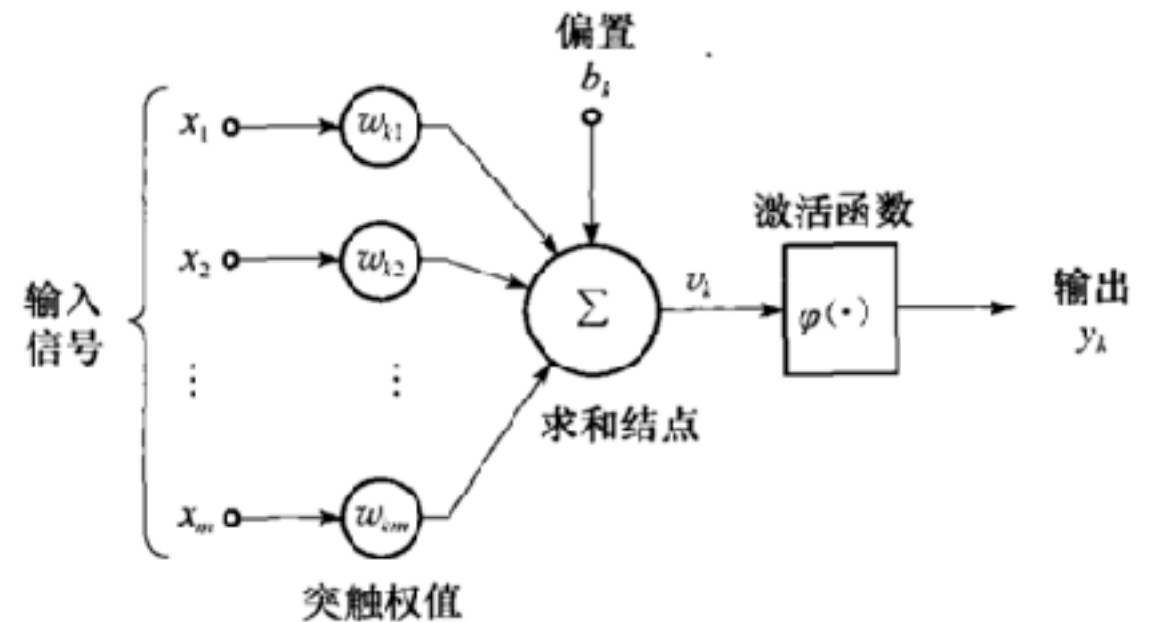
模拟胞体

模拟轴突

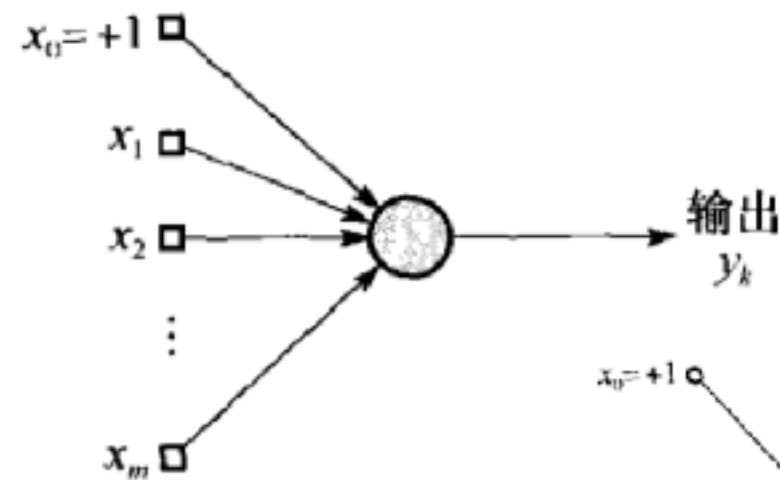
感知机的激活函数是“阶跃函数”

三种神经网络的表示方法

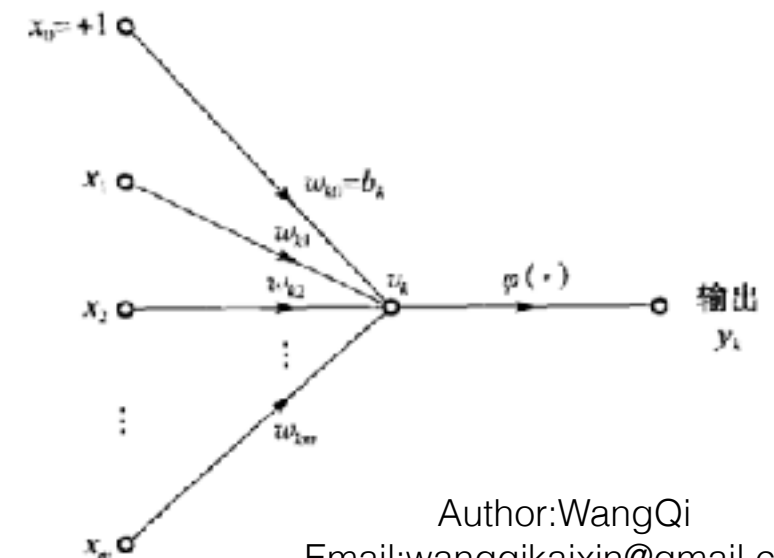
- 方框图，提供网络的功能描述。



- 结构图，描述网络布局。



- 信号流图，提供网络中完全的信号描述。



人工神经网络的结构

- **单层前馈网络**，即除却输入层以外只包含一层神经元，即输出层。
- **多层前馈网络**，包含一个或多个隐含层，每一层（除输出层外）的输出均是后一层的输入。
- **递归网络**，包含反馈连接的神经网络。

3. 人工神经网络 的性质与能力

神经网络具有的性质与能力

- 非线性 (nonlinearity)
- 输入输出映射 (input-output mapping)
- 自适应性 (adaptivity)
- 证据响应 (evidential response)
- 上下文信息 (contextual information)
- 容错性 (fault tolerance)

非线性

人工神经元可以是线性的，也可以是非线性的。非线性神经元构成的神经网络也是非线性的。这一特性可以用来拟合非线性物理过程。

输入输出映射

神经网络通过建立输入输出映射来从样例中学习。

自适应性

神经网络具有调整自身权值以适应外界环境变化的能力。在一个特定条件下接受训练的神经网络在环境条件变化不大的时可以很容易地重新训练。自适应性不一定总会导致鲁棒性。

证据响应

在模式分类问题中，神经网络可以设计成不仅提供选择哪一个特定模式的信息，还提供关于决策置信度信息。

上下文信息

神经网络的特定结构和激发状态代表知识。网络中每一个神经元都受网络中所有其它神经元全局活动的影响。因此，神经网络很自然的可以处理上下文信息。

知识：人或机器存储起来以备使用的信息或模型，用来对外部世界作出解释、预测和适应的反映。

容错性

神经网络具有鲁棒计算的能力，其性能在不利的运行条件下是逐渐下降的。即部分神经元的损坏不会造成灾难性的失败。

非分布式表征



表征

元素A表示颜色

元素B表示长度

元素C表示宽度

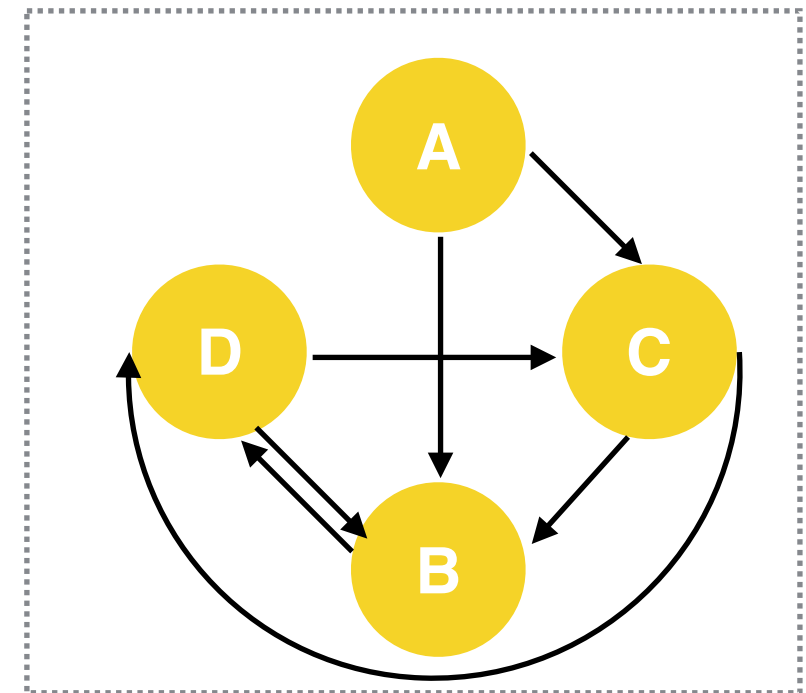
元素D表示型号

一个对象使用一个特征集合表述。集合中每一个元素都是独立的，存储特定信息的。丢失了一个信息就相当于丢失了一个特征。

分布式表征

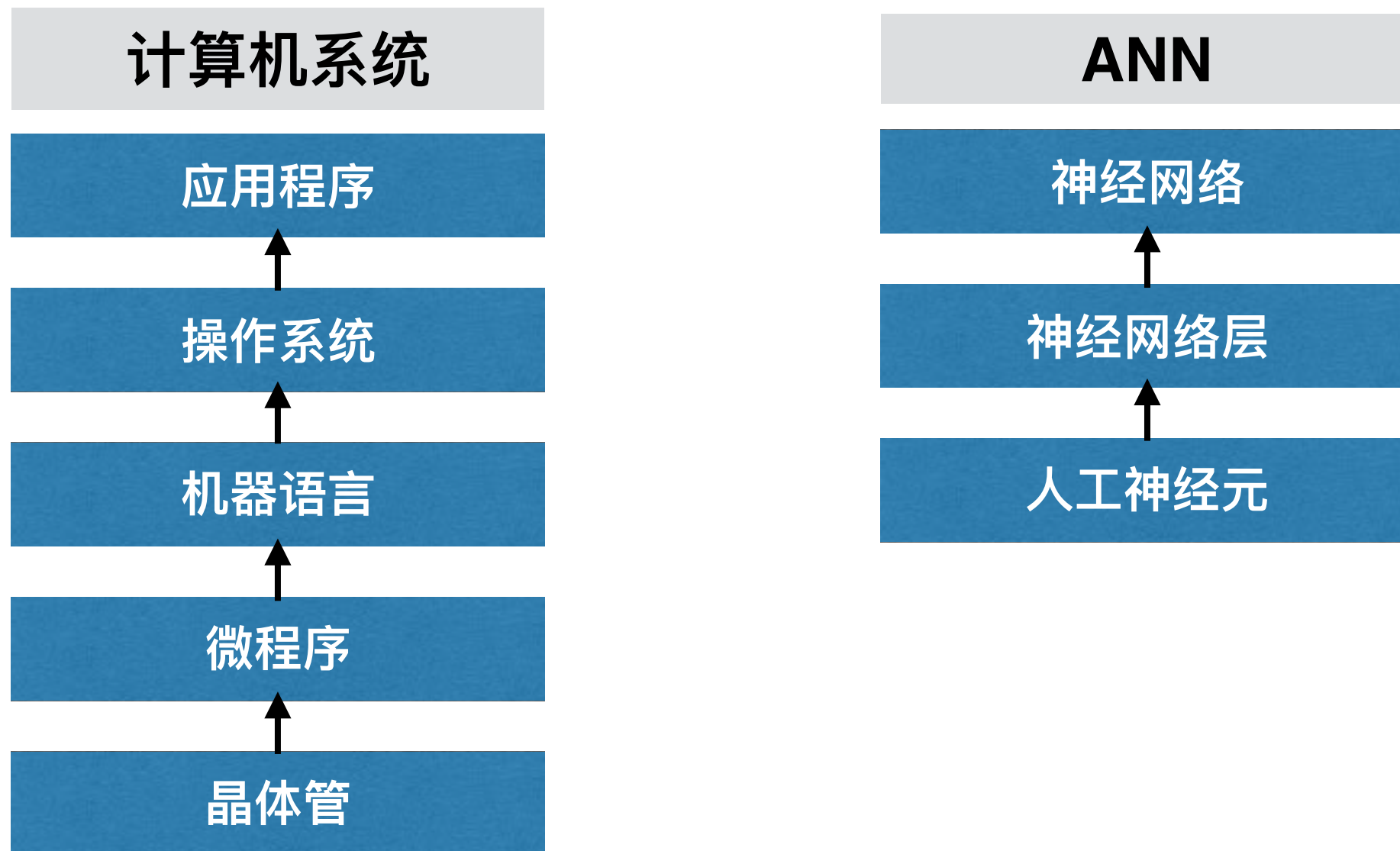


表征



一个对象使用一组无明显界限区分的特征进行表达。一个特征存储在多个元素内，同时每个元素也可以参与不同的特征表达。部分元素丢失，通常不影响表达能力。神经网络中信息是分布式表征的。

ANN与计算机系统的相似性



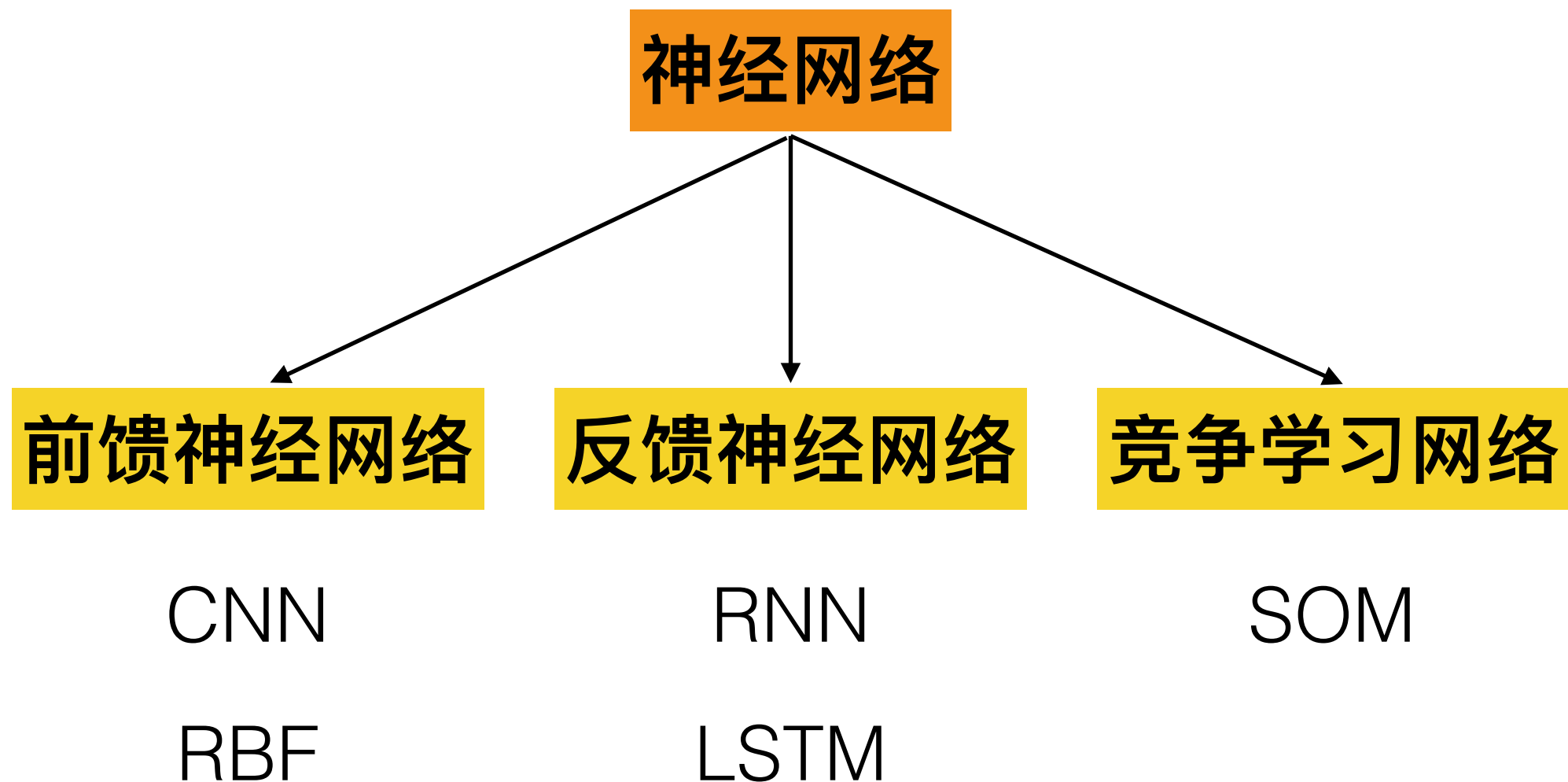
简单组件可以构成能够解决复杂问题的系统

ANN的万能近似性

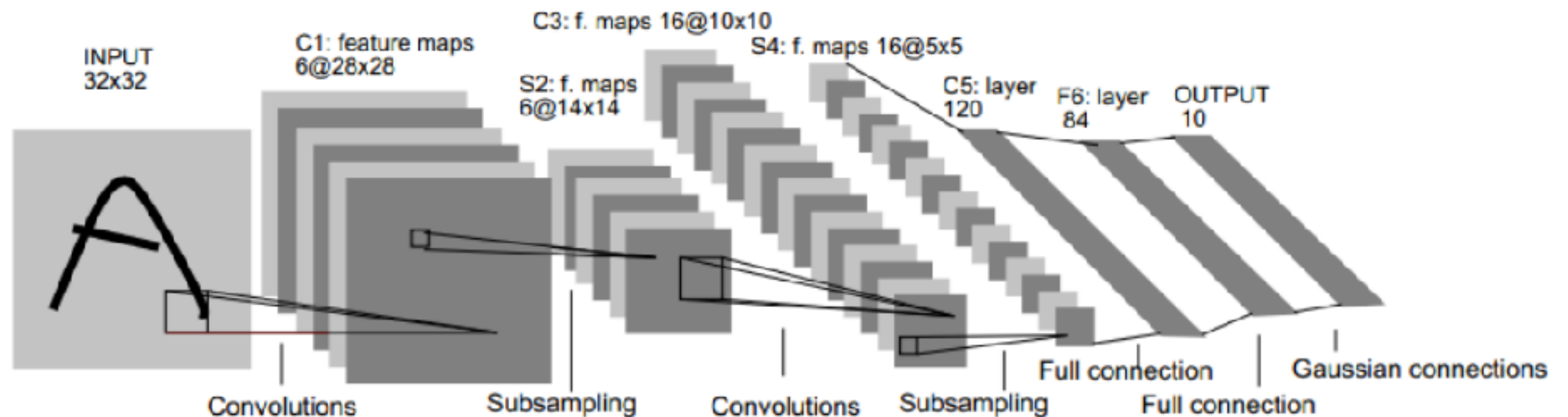
万能近似定理(**universal approximation theorem**): 一个前馈神经网络如果具有线性输出层和至少一层具有任何一种“挤压”性质的激活函数的隐藏层, 只要给予网络足够数量的隐藏单元, 它可以以任意的精度来近似任何从一个有限维空间到另一个有限维空间的 Borel 可测函数。在 R^n 的有界闭集上的任意连续函数是 Borel 可测的, 因此可以用神经网络来近似。

4. 人工神经网络的分类

人工神经网络的分类

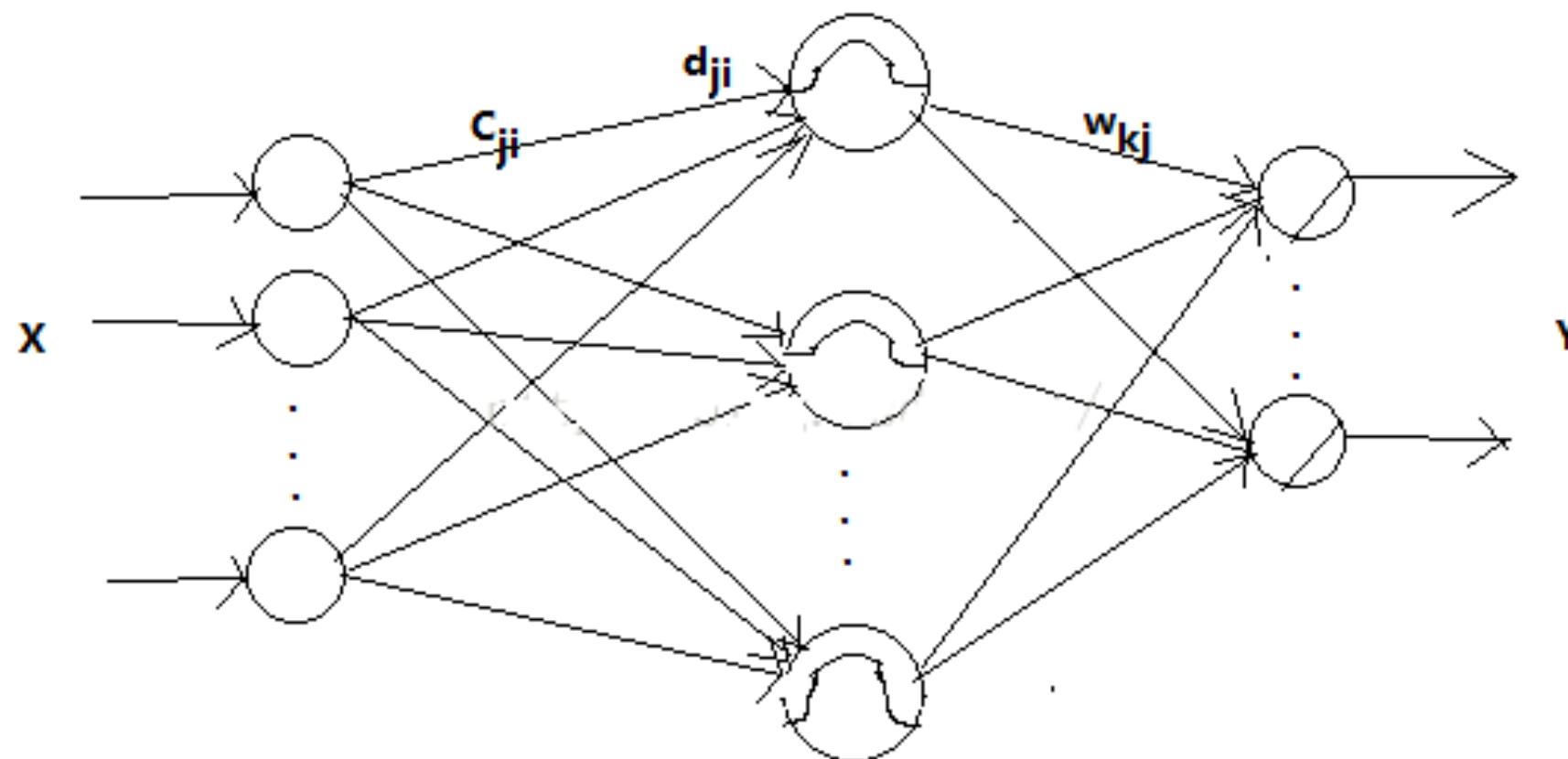


ANN模型



卷积神经网络 (Convolutional Neural Network, CNN)

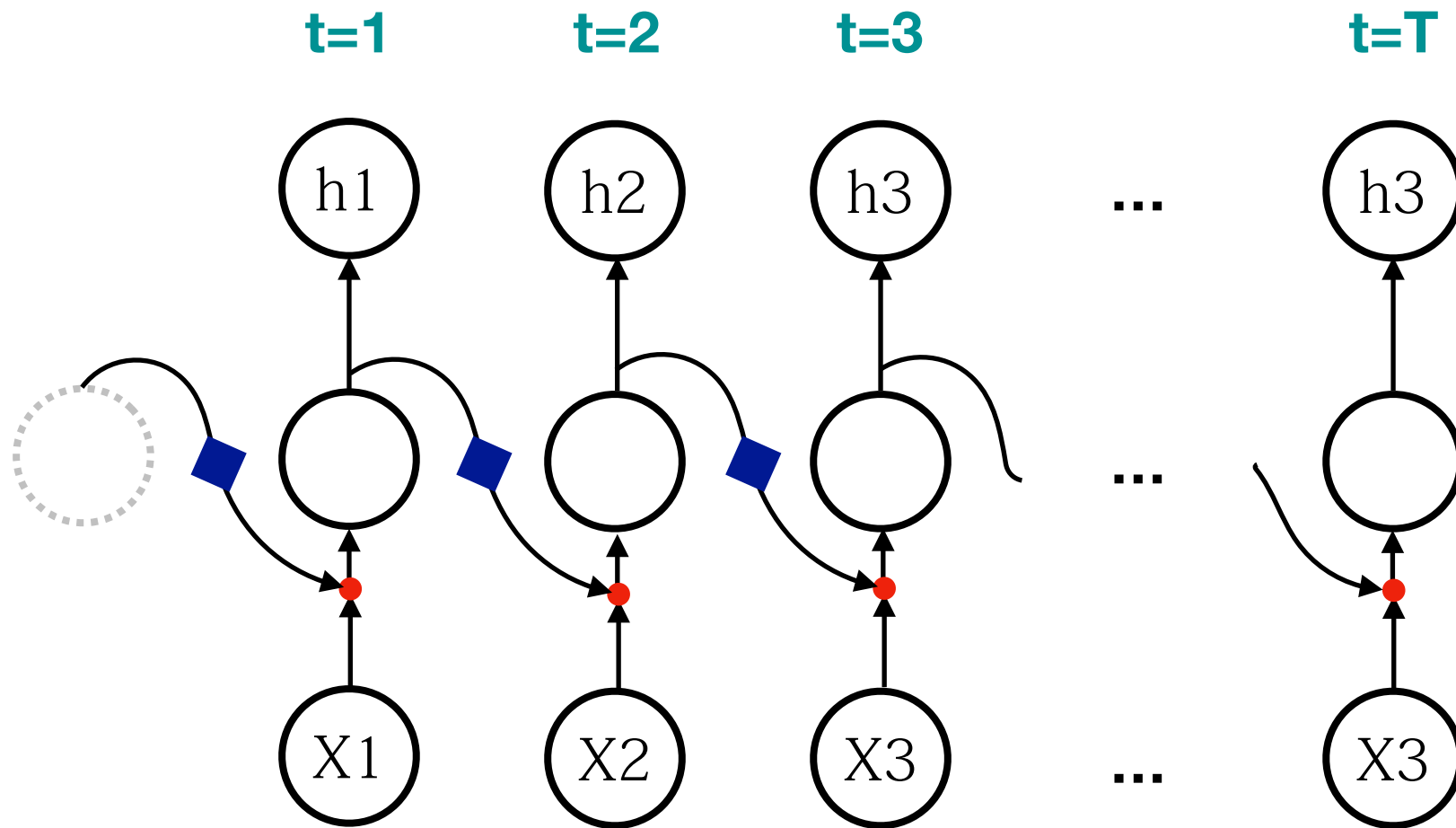
ANN模型



基于高斯核的RBF神经网络的拓扑结构

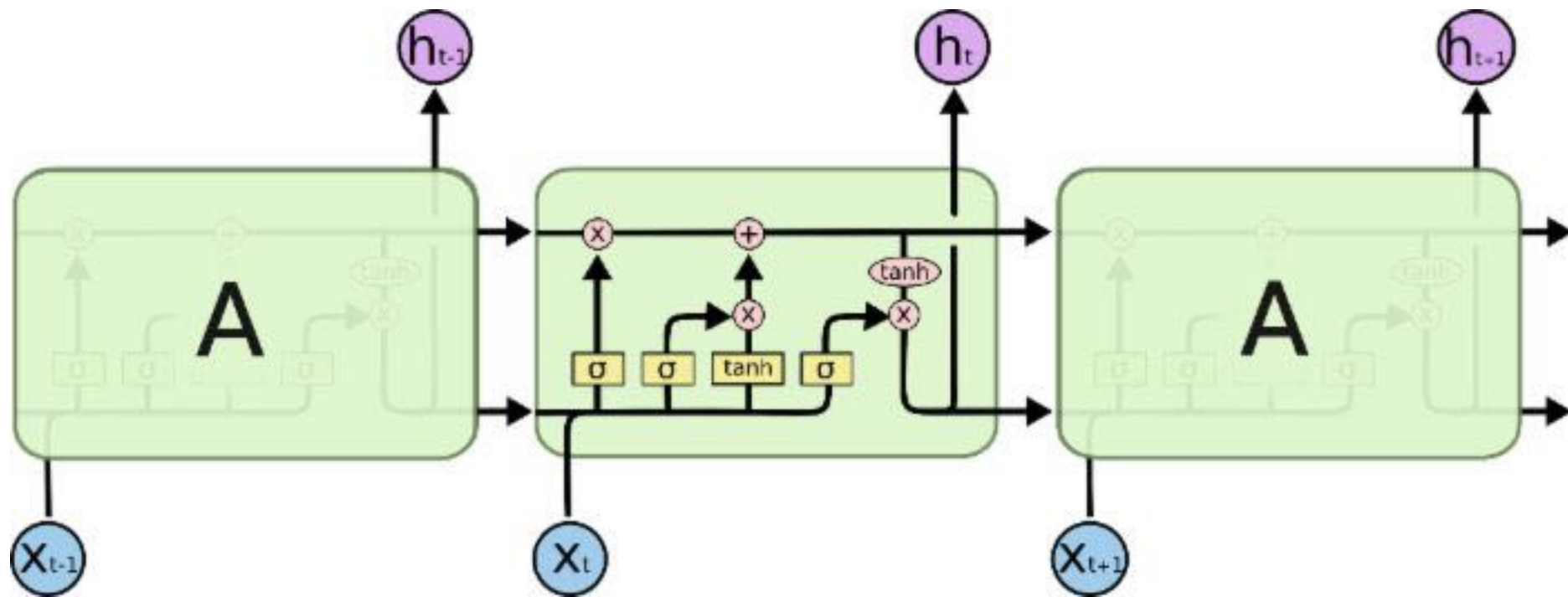
径向基神经网络 (Radial Basis Function, RBF)

ANN模型



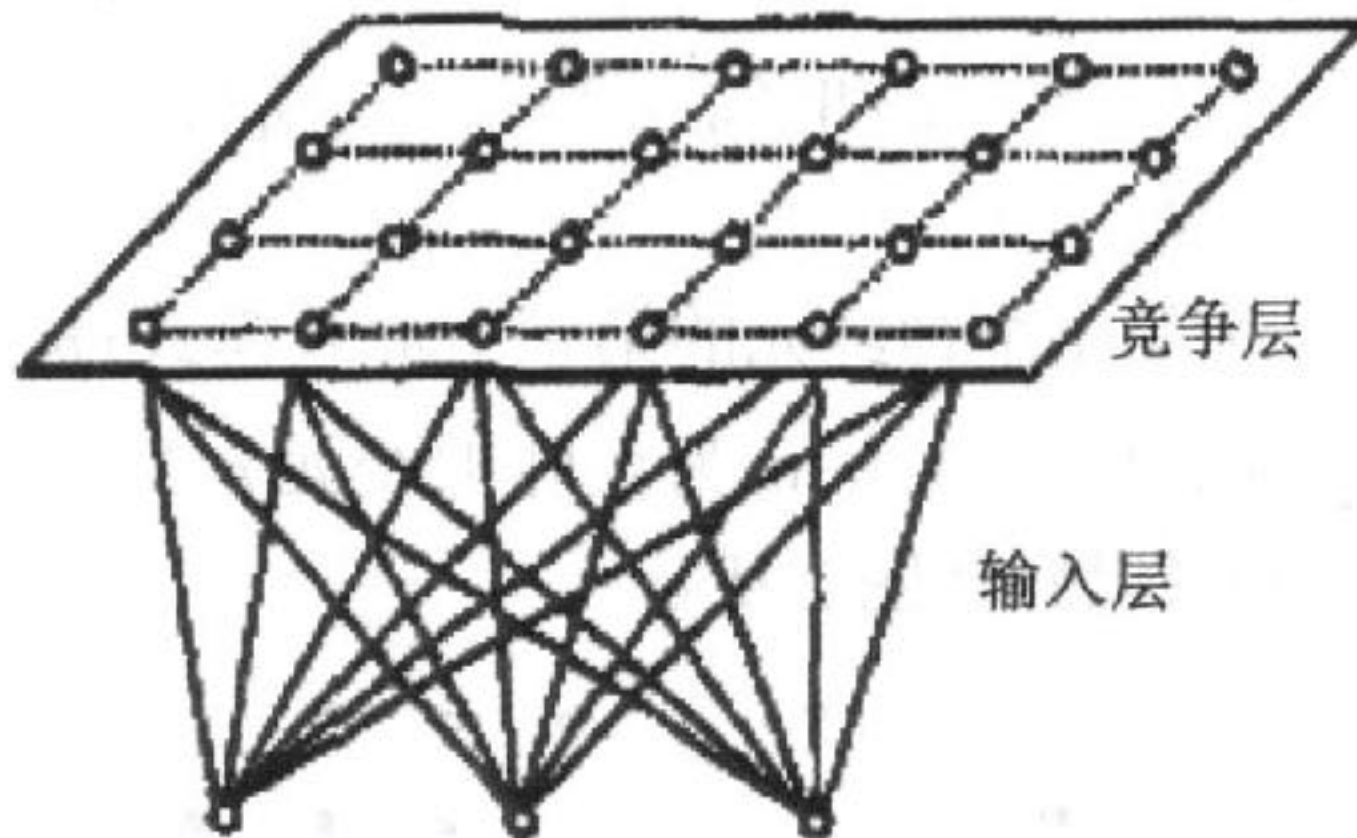
循环神经网络 (RNN, Recurrent Neural Networks)

ANN模型



长短期记忆网络 (Long Short-Term Memory, LSTM)

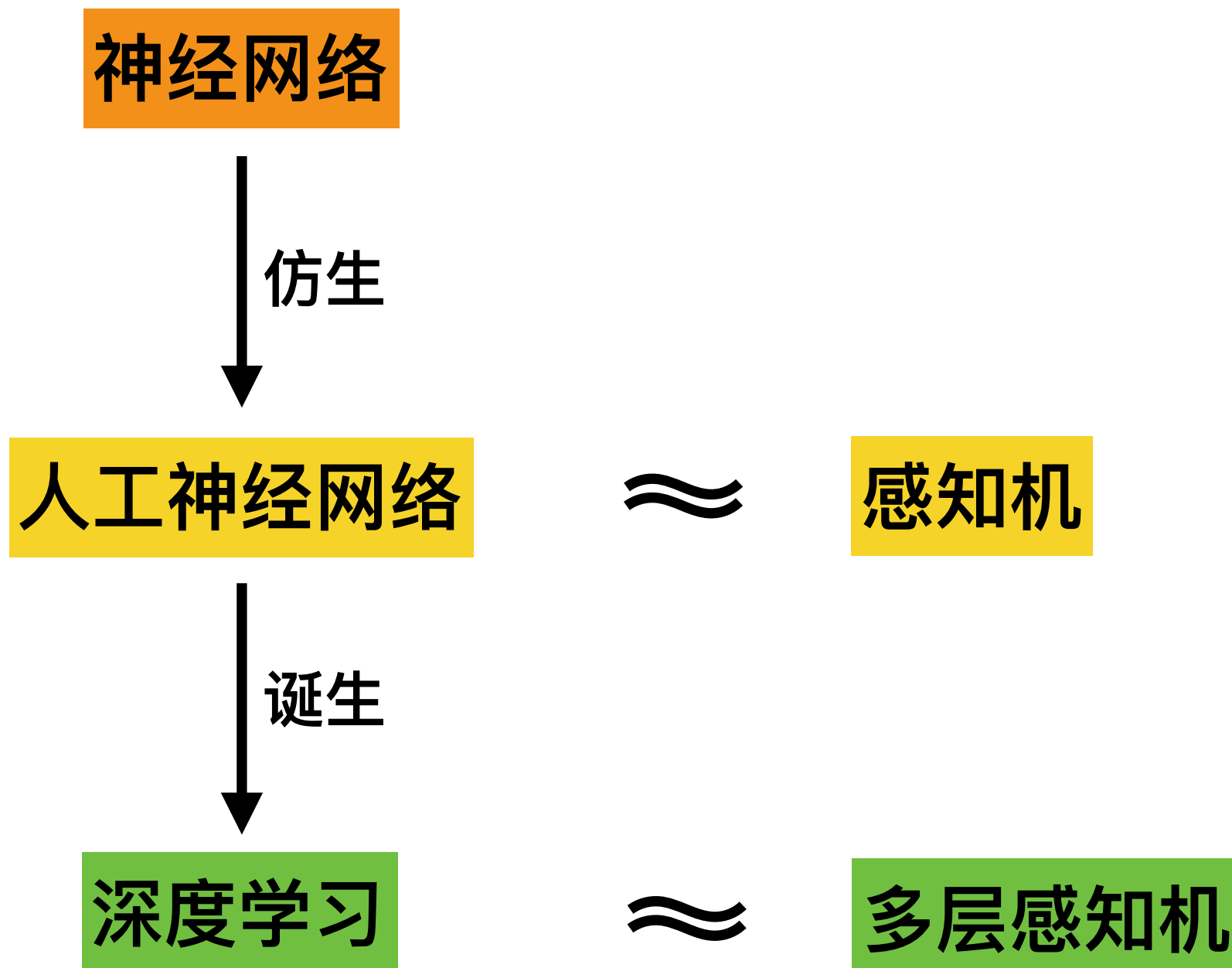
ANN模型



自组织映射网络(self-organizing map, SOM)

5. 人工神经网络 与深度学习的关系

深度学习与ANN的关系



深度学习

深度学习 (Deep Learning, DL) 是机器学习的一个分支，它试图使用包含复杂结构或由**多重非线性变换**构成的多个处理层对数据进行高层抽象的算法。——
Wikipedia

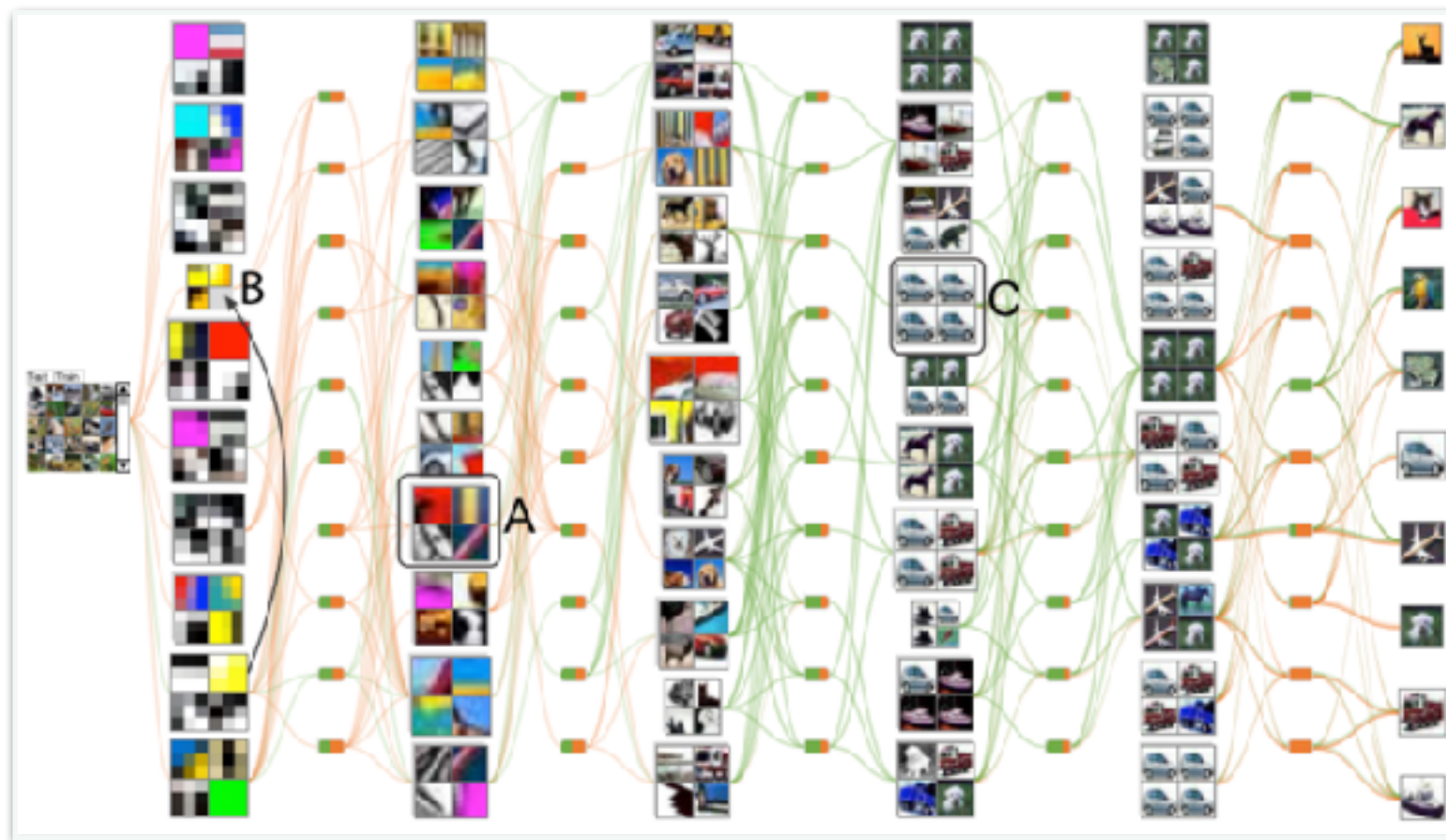
深度学习三次觉醒

第一次觉醒，20世纪40-60年代：控制论。第一次模拟与训练了单个神经元。

第二次觉醒，20世纪80-90年代中期：联结主义方法兴起。诞生了使用反向传播算法训练包含1-2个隐含层的神经网络。

第三次觉醒，2006-现今：深度学习大爆发。

“深度”与“学习”



深度：

层数更深

变换更复杂

例如： AlexNet、 VGGNet、 GoogLeNet、 ResNet

“深度”与“学习”

思考： 大脑通过学习可以获得知识、技能、经验等，那么NN如何获得技能或知识呢？

大脑的学习：是神经元之间加强、减弱、建立、断开连接的过程。

ANN的学习：ANN要想获得技能、知识，也必须在神经元之间建立有效连接，类似于人的学习过程。我们把这一过程称之为训练。

学习过程

ANN学习过程主要有：

监督学习 (supervised learning)

→ 有教师学习

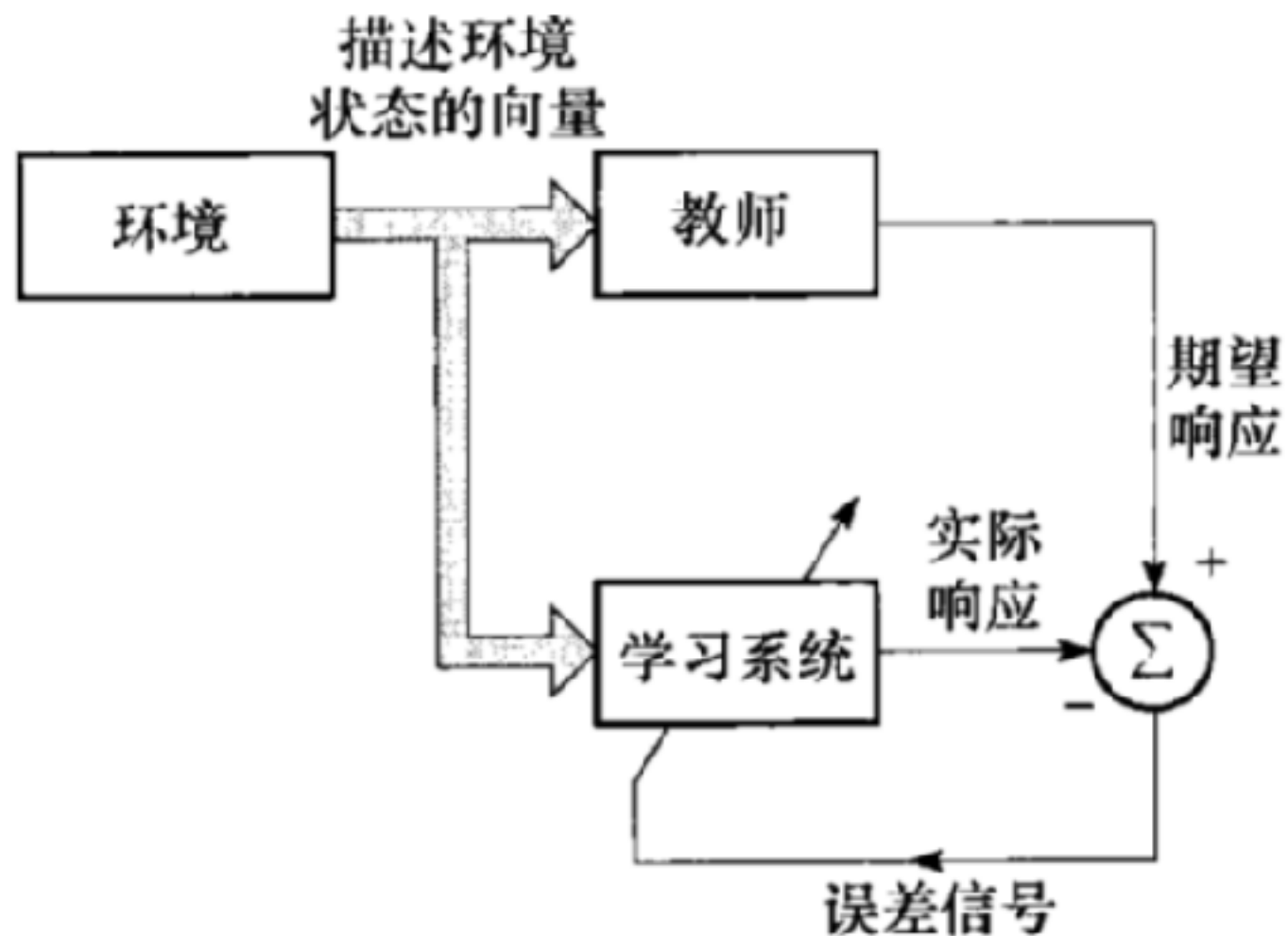
无监督学习 (unsupervised learning)

→ 无教师学习

强化学习 (reinforcement learning)

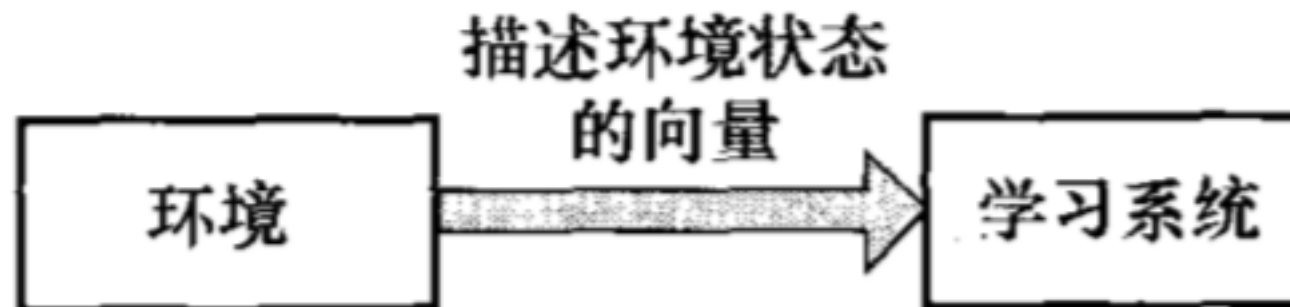
监督学习

也称为“有教师学习”，即在“外界”帮助下改正自己的错误。



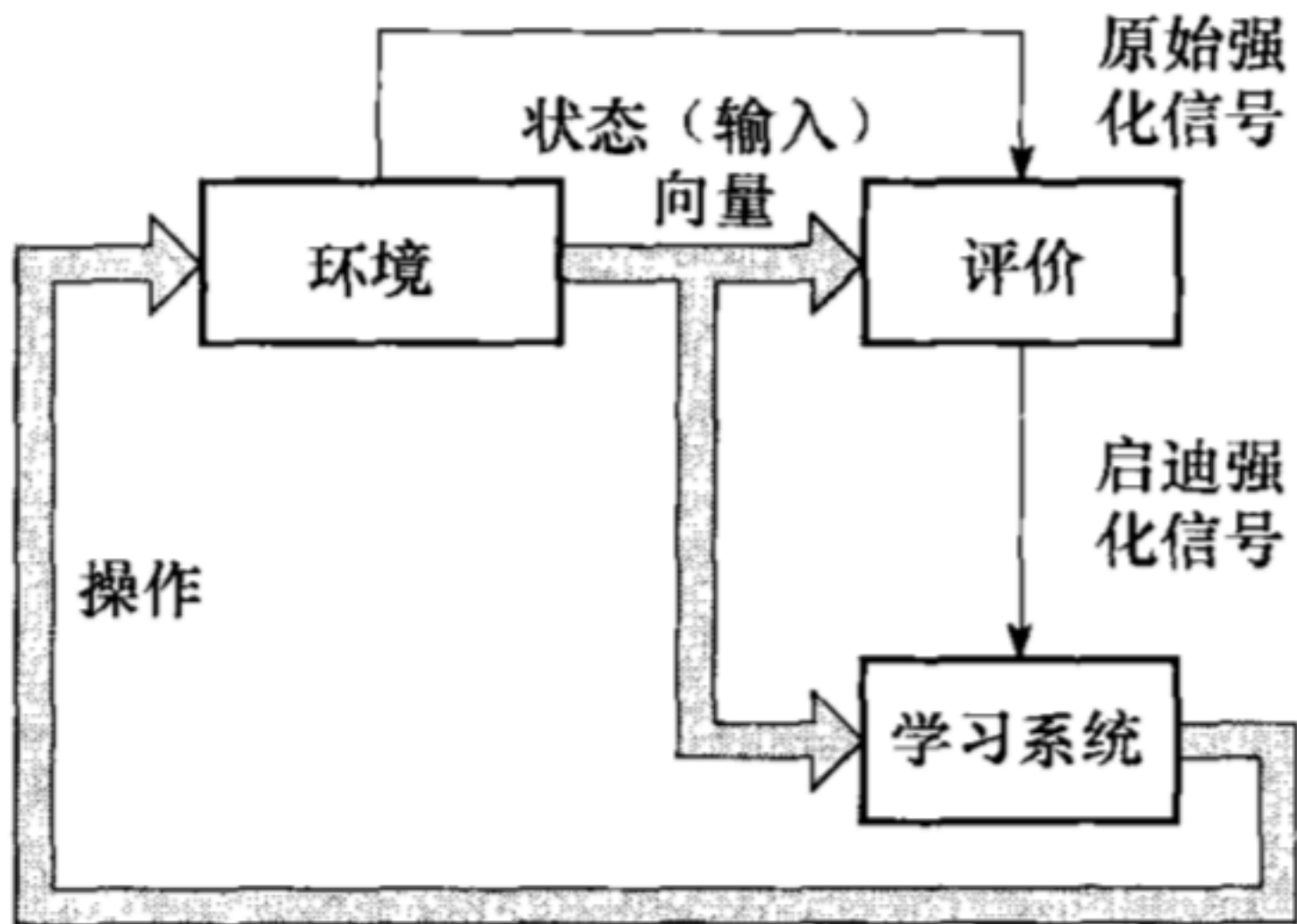
无监督学习

无需“外界”提供标准答案，自己总结数据中的规律



强化学习

基于环境而行动，以取得最大化的预期收益。

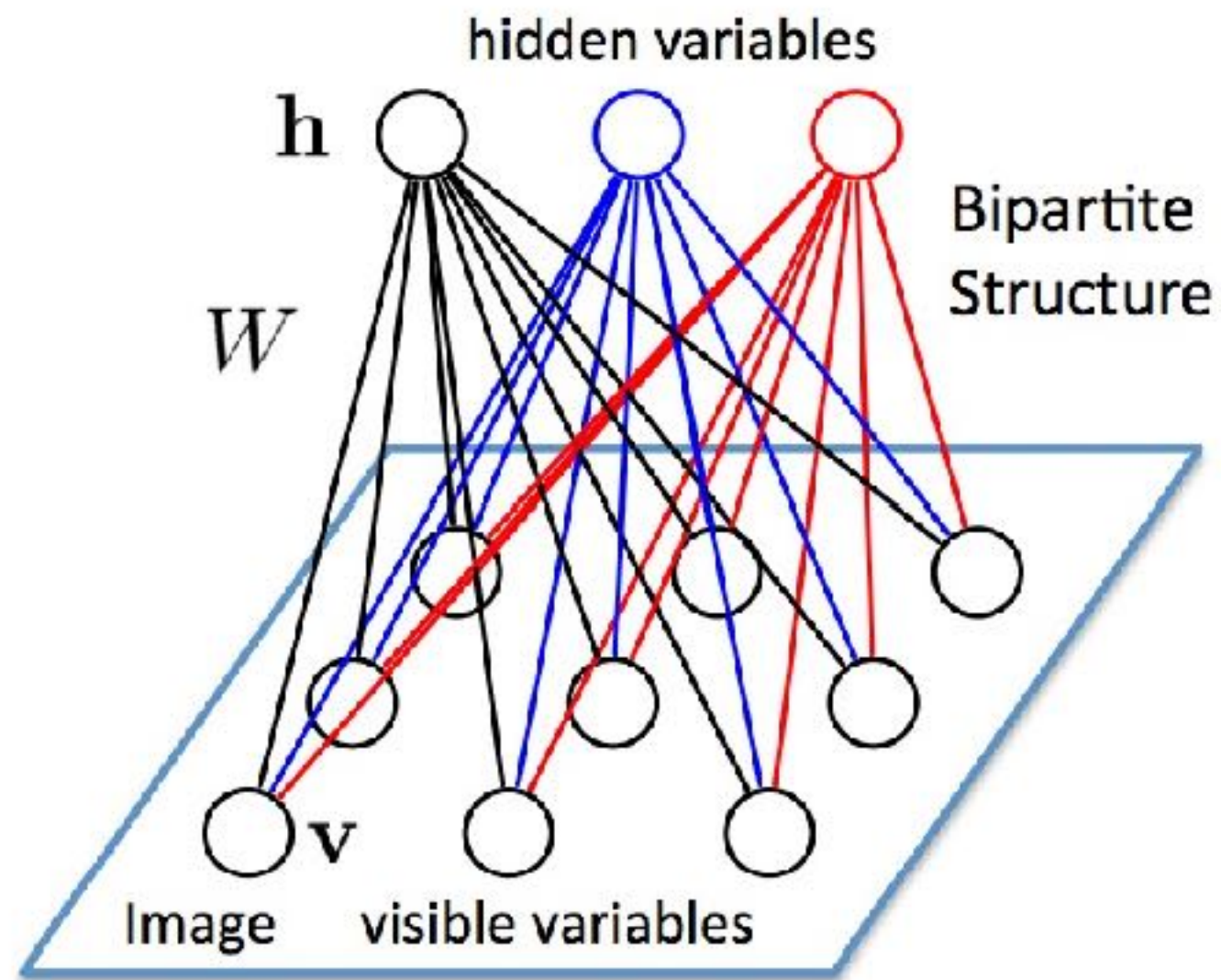


6. 深度学习常见算法

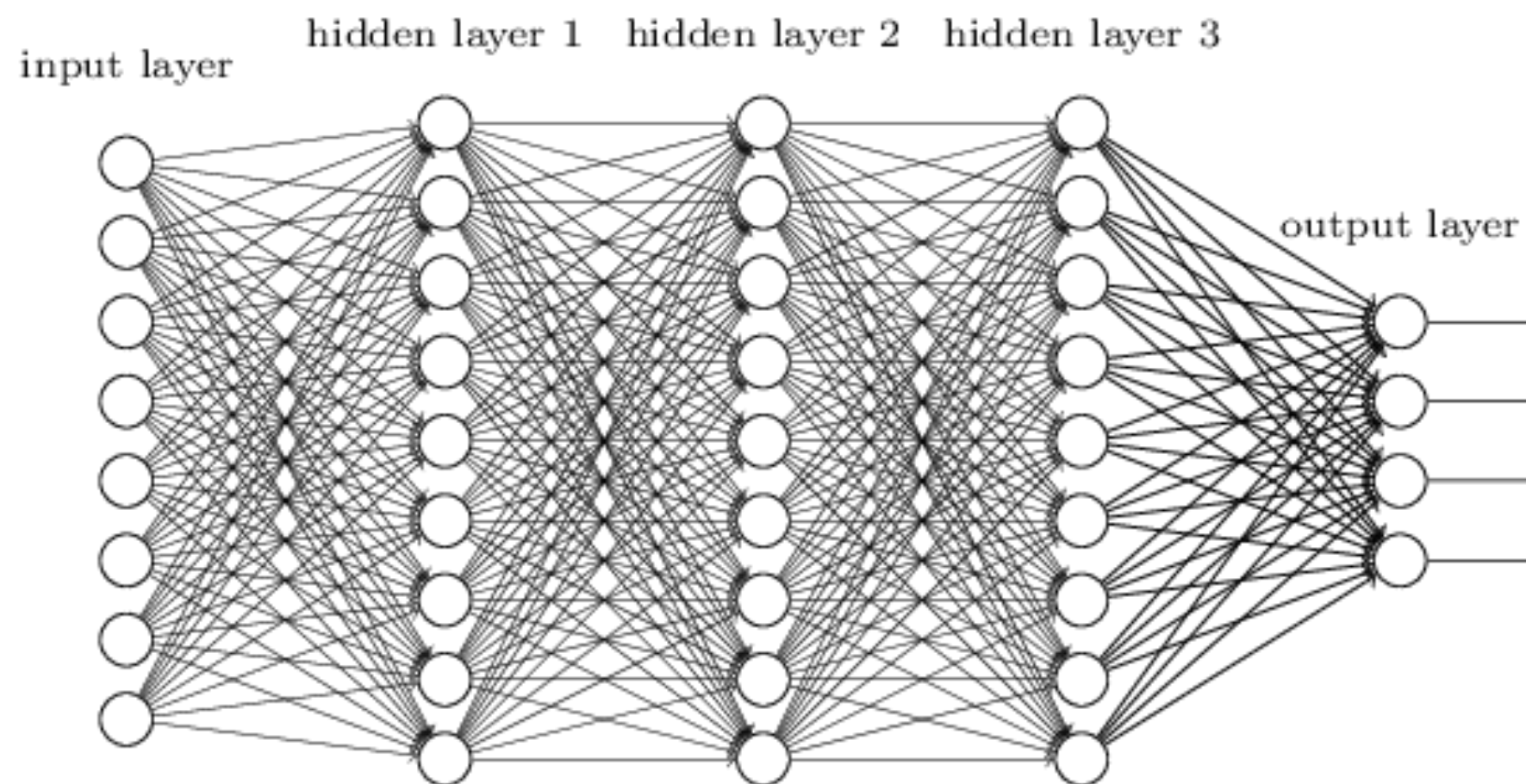
常见的DL算法

1. **受限玻尔兹曼机(Restricted Boltzmann Machine, RBM)**: 一种特殊的BM，它由一个可见单元层和一个隐单元层组成，而且每条边必须连接一个可见单元和一个隐单元，同层单元之间无连接。
2. **深度神经网络(Deep Neural Network, DNN)**: 一种具有多个隐层的多层感知器，层与层之间是全连接的。
3. **深度自编码器(Deep Autoencoder, AE)**: 一种“判别式”DNN，它的目标输出是数据本身。是一种无监督学习模型。当以除噪准则训练深度自编码器时，它也可看做是一个生成模型并能从中采样。
4. **卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)**: 是一种前馈神经网络。其利用卷积与池化技术处理特征，在大型图像处理等领域有出色的表现。
5. **循环神经网络(Recurrent Neural Network, RNN)**: 递归神经网络最常用的一种，可以实现记忆能力。在语音语义识别等领域应用广泛。

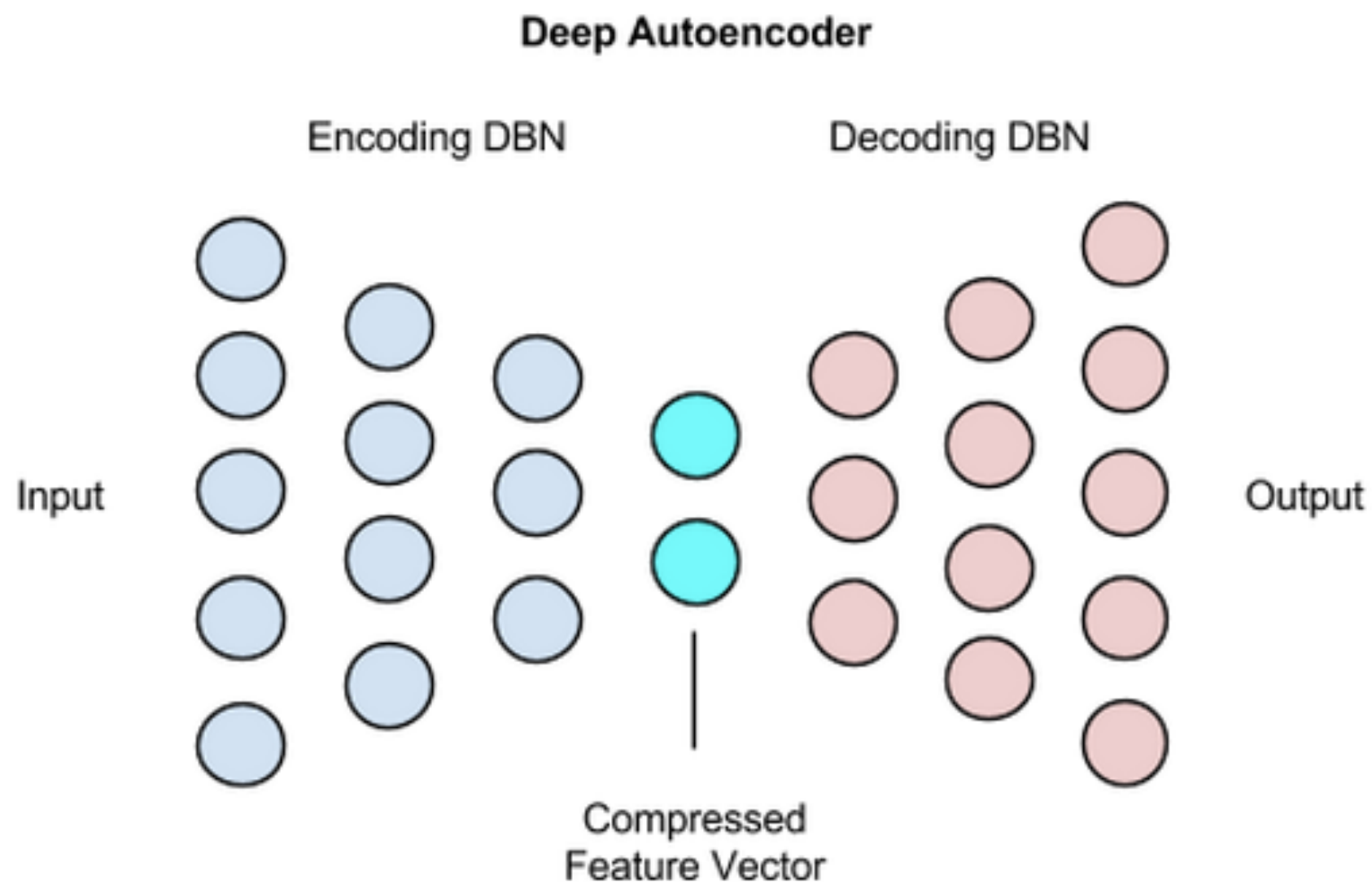
受限玻尔兹曼机



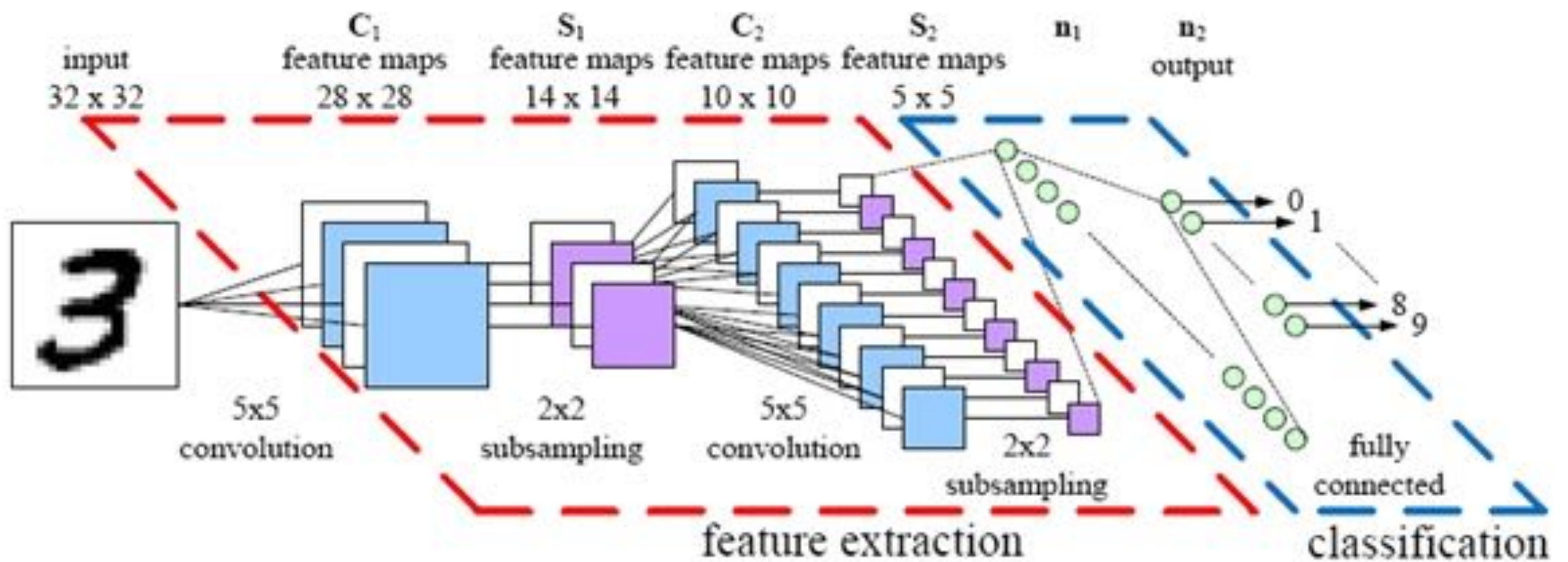
深度神经网络



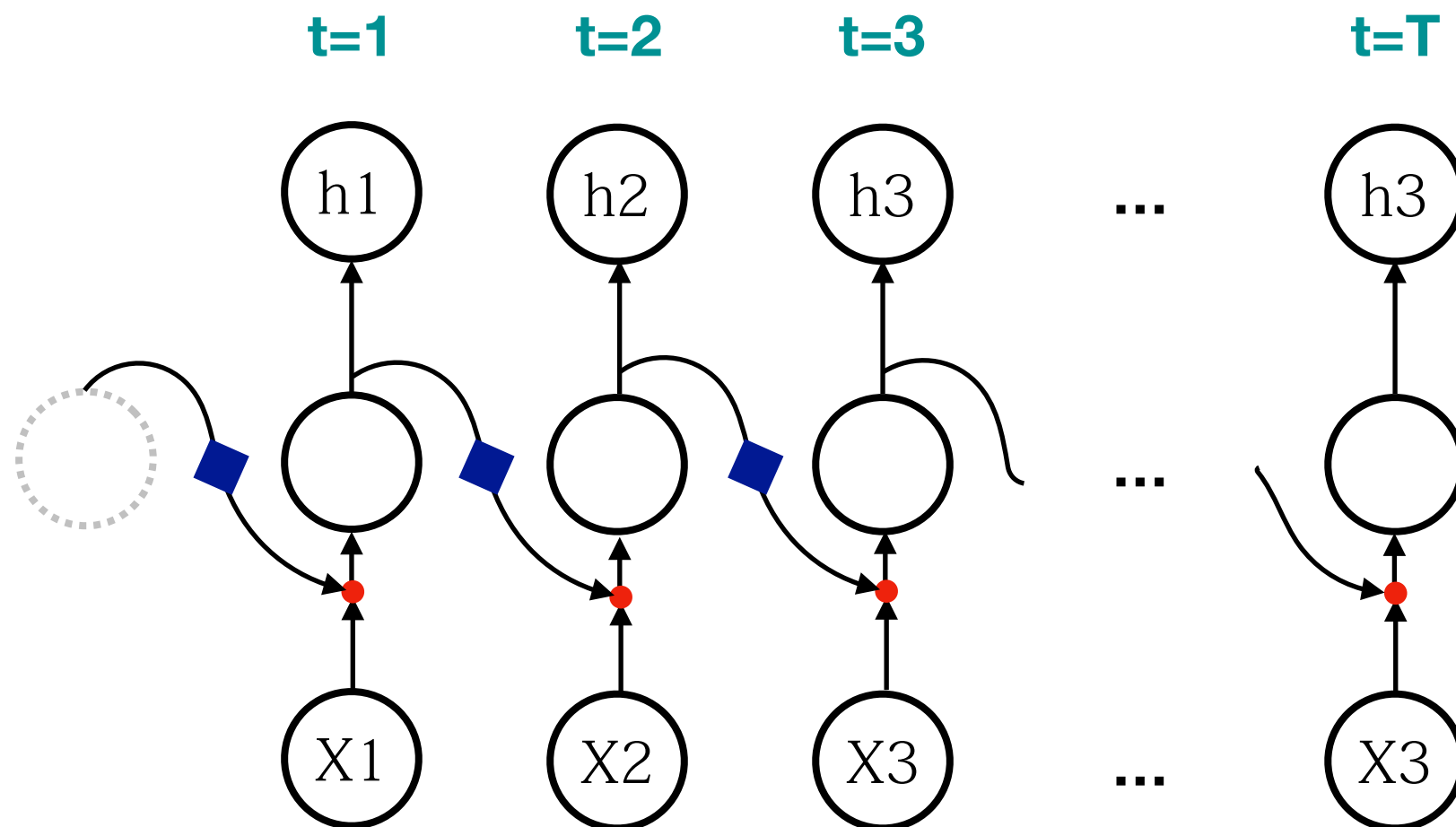
深度自编码器



卷积神经网络

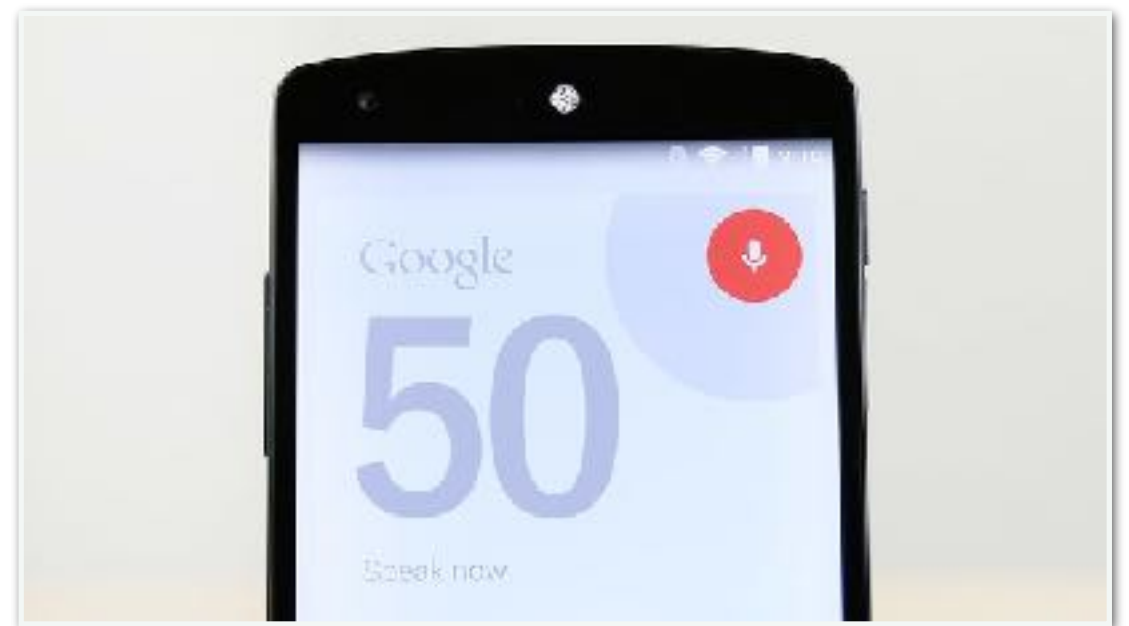
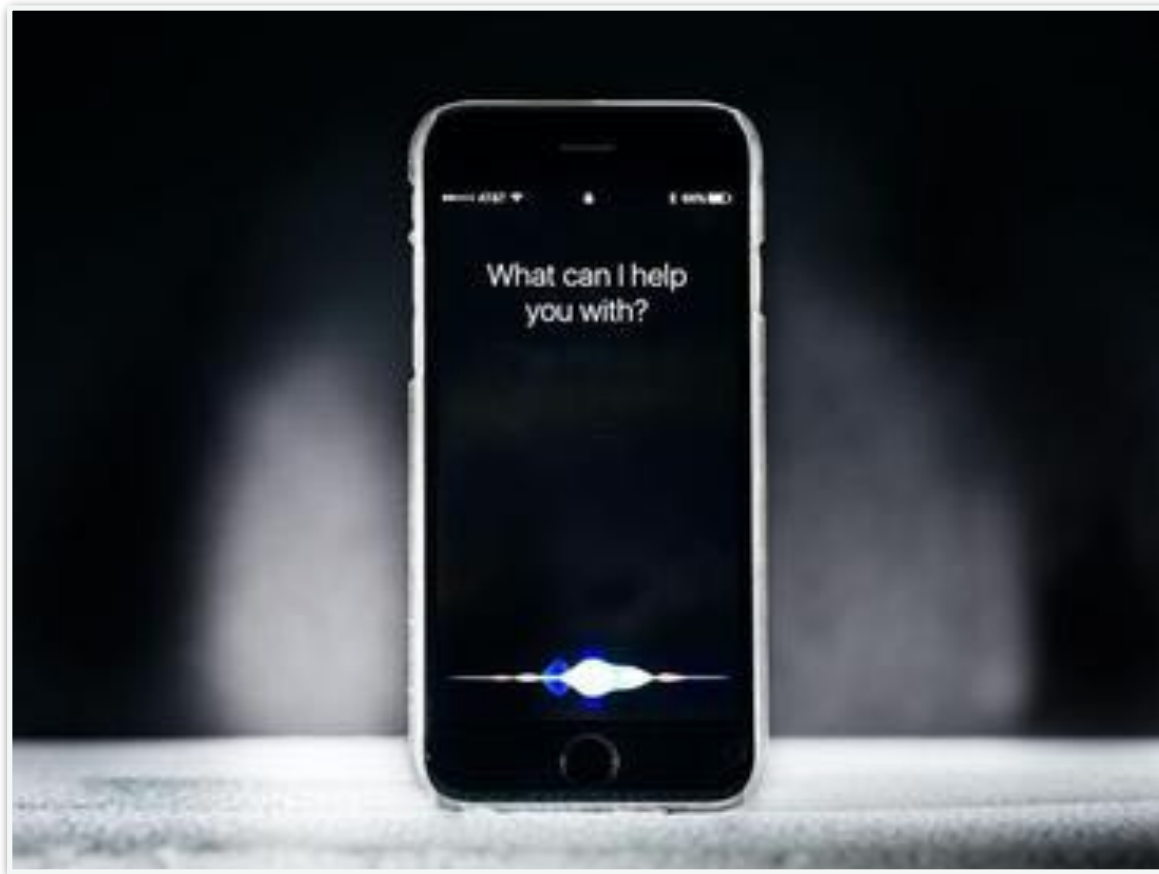


循环神经网络



7. 深度学习的应用与前景

深度学习的应用



语音识别

深度学习的应用



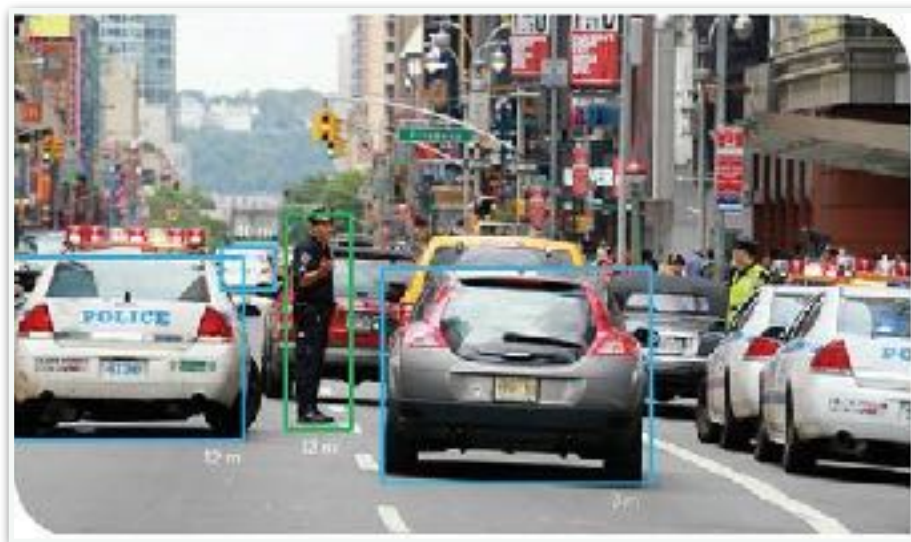
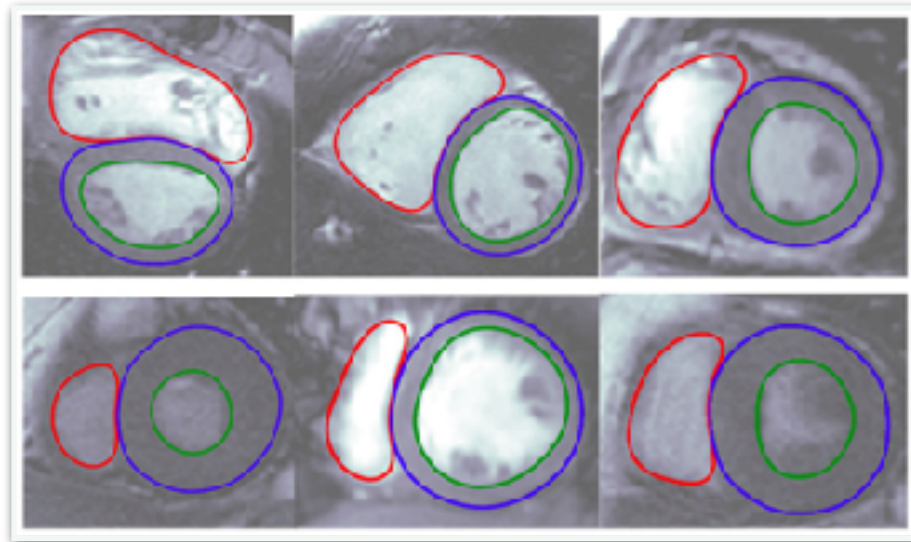
操作游戏：感知、控制、决策

深度学习的应用



自动驾驶

深度学习的应用



○ ○ ○ ○ ○ ○

深度学习前景

- 计算设备性能的不断提高是深度学习发展的保障。
- 快速更新的算法理论是深度学习的动力。
- 大数据技术的发展是深度学习的快速发展的催化剂。

小结

- **ANN拥有多层次结构。神经元是构成ANN的基本单元。神经元构成层，层与层构成NN，层与层之间通常采用全连接。**
- **ANN具有六大性质与能力。**
- **分布式表征是ANN最重要的特点之一。**
- **ANN的万能近似定理说明了ANN具有完成复杂任务的潜质。**
- **深度学习源于ANN，是其重要分支。**
- **常见的ANN与DL算法。**

THANKS