

人工神经网络原理简介

李 晶 栾 爽 尤明慧

〔摘要〕人工神经网络简称神经网络 (NN)，是对人脑或自然神经网络若干基本特性的抽象和模拟，它在模式识别、聚类分析、专家系统等多方面显示出了新的前景和新的思路。本文主要对人工神经网络原理进行简要介绍。

〔关键词〕人工神经网络 原理

〔中图分类号〕TP183 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1005—5843 (2010) 01—0098—02

〔作者简介〕李晶，栾爽，尤明慧，空军航空大学 (吉林长春 130021)

人工神经网络 (Artificial Neural Networks, ANN) 简称神经网络 (NN)，是对人脑或自然神经网络若干基本特性的抽象和模拟，是一种基于连接学说构造的智能仿生模型，是由大量神经元组成的非线性动力系统。

一、人工神经元模型

人工神经元是对生物神经元的模拟与抽象，是神经网络的基本处理单元。目前人工神经网络模型大多采用由心理学家 W. McCulloch 和数理逻辑学家 W. H. Pitts 共同提出的 M-P 模型，图 1.1 表示一个人工神经元模型^①。

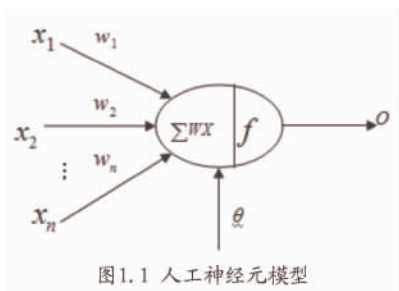


图 1.1 人工神经元模型

图中 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 为该神经元的 n 个输入，来自外部或者其它神经元的输出。 $W = (w_1,$

$w_2, \dots, w_n)$ 表示与该神经元相连的 n 个神经元之间的连接强度，称为权值； $\sum WX$ 称为激活值，表示这个人工神经元的输入总和； O 表示这个神经元的输出； θ 表示这个人工神经元的阈值。这个输入信号的加权和超过 C ，则人工神经元被激活。这样，人工神经元的输出可描述为：

$$O = F(\sum WX - \theta) \quad (1.1)$$

其中 $f(\cdot)$ 表示神经元输入——输出关系函数，称为激活函数或输出函数。阈值 θ 一般不是一个常数，它是随着神经元的兴奋程度而变化的。

二、激活函数

在神经网络中，网络解决问题的能力与效率除了与网络结构有关外，在很大程度上取决于网络所采用的激活函数。激活函数的选择对网络的收敛速度有较大的影响，针对不同的实际问题，激活函数的选择也应不同。常用的激活函数有以下几种形式^②：

1. 阈值函数 其表达式为：

$$p(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (1.2)$$

该函数通常也称为阶跃函数。当激活函数采用阶跃函数时,人工神经元模型即为 MP (McCulloch—Pitts) 模型。此时神经元的输出取 1 或 0,反应了神经元的兴奋或抑制。

2. 线性函数 (Linear) 其表达式为:

$$y = kx + b \quad (1.3)$$

该函数可以在输出结果为任意值时作为输出神经元的激活函数,但是当网络复杂时,线性激活函数大大降低网络的收敛性^③,故一般较少采用。

3. 对数 S 形函数 (Sigmoid) 其表达式为:

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)} \quad (1.4)$$

对数 S 形函数的输出介于 0~1 之间,常被要求为输出在 0~1 范围的信号选用。它是神经元中使用最为广泛的激活函数。

4. 双曲正切 S 形函数 其表达式为:

$$f(x) = \tanh(x) = \frac{1 - \exp(-x)}{1 + \exp(-x)} \quad (1.5)$$

双曲正切 S 形函数类似于被平滑的阶跃函数,形状与对数 S 形函数相同,以原点对称,其输出介于 -1~1 之间,常常被要求为输出在 -1~1 范围的信号选用。

三、人工神经网络的特点

1. 固有的并行结构和并行处理^④

人工神经网络和人类的大脑类似,不但结构上是并行的,它的处理顺序也是并行和同时的。在同一层内的处理单元都是同时操作的,即神经网络的计算功能分布在多个处理单元上,而一般计算机通常有一个处理单元,其处理顺序是串行的。

2. 知识的分布存储

在神经网络中,知识不是存储在特定的存储单元中,而是分布在整个系统中,要存储多个知识就需要很多链接。在计算机中,只要给定一个地址就可得

到一个或一组数据。在神经网络中要获得存储的知识则采用“联想”的办法,这类似人类和动物的联想记忆。人类善于根据联想正确识别图形,人工神经网络也是这样。

3. 容错性

人工神经网络具有很强的容错性。它可以从不完善的数据和图形中进行学习并做出决定。由于知识存在于整个系统中,而不只是一个存储单元中,预订比例的结点不参与运算,对整个系统的性能不会产生重大的影响。能够处理那些有噪声或不完整的数据,具有泛化功能和很强的容错能力。

4. 自适应性

自适应性根据所提供的数据,通过学习和训练,找出输入和输出之间的内在关系,从而求取问题的解,而不是依据对问题的经验知识和规则,因而具有自适应功能,这对于弱化权重确定人为因素是十分有益的。

5. 模式识别能力

目前有各种各样的神经网络模型,其中有很多网络模型善于模式识别。模式识别是 ANN 最重要的特征之一。它不但能识别静态信息,对实时处理复杂的动态信息(随时间和空间变化的)也具有巨大潜力^⑤。模式识别往往是非常复杂的,各个因素之间相互影响,呈现出复杂的非线性关系,人工神经网络为处理这类非线性问题提供了强有力的工具。

注释:

①王永庆. 人工智能原理与方法 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1994: 28—60.

②何华灿. 人工智能导论 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1988: 142—158.

③杨淑莹. 模式识别与智能计算—Matlab 技术实现 [M]. 电子工业出版社, 北京: 2008: 147—153.

④高隼. 人工神经网络原理及仿真实例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2003: 1—6, 43—62.

⑤叶晨洲, 廖金周, 梅帆. 车辆牌照字符识别系统 [J]. 计算机系统应用, 1999, (5): 10—13.

(责任编辑: 王庆玲)