

## 人工神经网络及其在舰船工程中的应用

□ 沈长云

人工智能(Artificial Intelligence)是计算机科学的一个重要分支,狭义地讲,它研究以类似于人类智能的方式完成某种功能的装置,如推理、学习和自我完善等。人工智能已有约半个世纪的发展历史,并取得了巨大成就。这些成就得益于计算机技术的发展,并为人工智能提供了强有力的物理的和数学的前提。

人工神经网络(Artificial Neural Net, 简称为ANN)是人工智能的一种研究方法,与人工智能几乎同时起步。但几经起伏,直到80年代中期,切实可行的人工神经网络算法找到以后,才重新引起人们的兴趣,导致人工神经网络研究的复兴。轰动一时的日本第五代计算机研究计划未达到预期目的,传统的人工智能又面临着各种困难,但客观上也为人工神经网络的研究带来了转机。

目前,人工神经网络在信号处理、模式识别、图象处理、自动控制、组合优化和机器人控制等各个领域都取得了相当大的进展,在军事领域的应用方面也卓有成效。国外预期,在今后15年左右的时间内,它可能成为一代新兴的产业,因而人工神经网络的研究前景是十分光明的。

### 人工神经网络基本概念

人工神经网络试图模仿人类大脑的生理结构来研究人的智能行为。人的大脑中借以记忆与思维的最基本单元是神经元(Neuron),人工神经网络中有称为节点(Node)的处理单元;神经通过突触(Synapse)互连形成网络,传递彼此间的兴奋与抑制,人工神经网络则用加权有向连接而形成网络,权值表示两个处理单元之间相互影响的强弱。

神经网络的处理单元可以分为三种类型:输入单元、输出单元和隐含单元。输入单元从外界环境接收信息,输出单元给出神经网络系统对外界环境的作用。隐含单元则处于神经网络元中,它从网络内部接收输入信息,所产生的输出则只作用于神经网络系统中的其它处理单元。隐含单元在神经网络中起着极为重要的作用。

人工神经网络有许多节点,即处理单元,各个节点之间通过有向连接形成一个网络拓扑,这个网络拓扑称为神经网络的互连模式。不同的神经网络有不同的网络结构和互连模式。神经网络以外的部分称为神经网络的环境。神经网络从环境中接收信息,对信息进行加工,再将输出加到环境中去。

神经网络往往是通过学习(或称训练)才能逐步具有从输入到输出的映射能力的。学习的方法可以分为有导师学习(亦称有监督学习)和无导师学习(亦称无监督学习)。简单地说,有监督学习需要一批正确反映输入和输出数据关系的样本。在开始学习时,对于一个理想输入,神经网络并不能立即给出所要求的输出(亦称为目标输出)。通过一定的学习算法,神经网络自动修正网络内互连的权值,逐步缩小实际输出和目标输出之间的误差。最终实际输出和目标输出之间的误差处于允许的范围之内。而无监督学习则仅有一批输入数据,通过学习算法,网络具备了某种特殊的“记忆”功能,甚至是“条件反射”。当用类似的输入去刺激经过学习的网络时,它能产生合理的输出。

目前,在研究和应用中经常使用的神经网络模型有数十种,它们包括自适应共振(ART),双向联想存储器,玻尔兹曼(Boltzmann)机,豪普菲尔德(Hopfield)网,反向传递(BP)网,自组织映射网,感知机和认知机等。

神经网络的工作过程如图所示。这是一个字符识别系统。该系统首先要接受训练(即有监督学习),即将 $16 \times 16$ 字符点阵信息送入网络,要求网络能够正确识别字符并给出相应的输出。学习过程中,神经网络内节点之间的连接权值发生变化,以便将字符信息存储到神经网络中去。学习完成后,该网络就可以用来识别字符。即给出一个 $16 \times 16$ 的点阵,网络就能给出相应的字符(如输出在显示屏上)。即使输入的字符点阵形式有一定的失真,网络仍能正确地加以识别并给出相应的结果。

### 人工神经网络在舰船工程中的应用

如前所述,人工神经网络在与模式识别、信息处理和自动控制等相关的技术领域中得到了很好的研究,在工业控制、环境保护等方面已取得了大量的应用成果或有良好的应用前景,所以将这些成果通过适应于军事系统的改造,应用到军事领域,包括舰船工程中去是完全可能的,也是有前途的。

当前,军事系统面临的挑战是:

- 信息量大,如不实时处理,可能导致重要情报的丢失。
- 信息不全,处于电子对抗和恶劣自然环境中的传感器,往往只能获取不完整或不精确的信息,如何处理这些信息,需要在信息处理系统中妥善地解决。
- 数据融合要求高,大量运动的传感器平台所接收的数据需要融合,才能正确提取目标,作出战术决策并实施武器指挥和控制。
- 战场决策难度大,多武器平台、软硬武器综合的决策系统,是根据专家知识建立起来的,而这种传统的专家系统难以应付如此复杂多变的战场态势。

以上这些特性,对于以非线性性和并列处理为基础的人工神经网络来说,具有很好的适应性。人工神经网络可以在以下军用技术领域内找到应用:

- 雷达、声纳的多目标识别和跟踪;
- 语音、图像信息的录取和处理;
- 信息的快速录取、分类和查询;
- 作战决策支持系统;
- 导弹智能化引导;

- 保密通信；
- 军用机器人控制等等。

在舰船工程方面，国内外都已开展了研究，有些已取得可喜的成果并进入了应用，有些则处于探索之中。例如：

- 声纳信号处理。大中型水面舰艇和潜艇一般都装有声纳，声纳分为主动式和被动式两类。主动声纳对目标的探测与雷达有相似之处，不过所使用的是声波。主动声纳对目标的识别主要是收听回波的多普勒频移，观察回波长度和形式的变化。被动声纳则是靠声纳员监听目标的噪音(包括音色、节拍和起伏)来判定。大型水面舰艇、小型水面舰艇、潜艇和其它水下目标都有各自的噪音特性。主动声纳的信号处理是信号处理范畴的问题，神经网络可以在信号检测和分析等方面起作用。而被动声纳的探测与语音识别问题类似，神经网络已在语音分类方面卓有成效。据报道，对产生回波的目标是潜艇还是水下礁石的辨别，神经网络的识别率已达到90%。

- 雷达辐射源识别。当代舰艇处在十分复杂的电磁环境之中，能否实时、准确地从密集的电磁信号中识别雷达的特性，是能否采取正确的电子战手段的前提，因而雷达辐射源识别为各国海军所重视。由于神经网络具有传统算法所不具备的自联想功能，所以经过训练的神经网络不仅能实时地识别雷达特性，而且即使收到的信号不完整时，神经网络也能通过联想功能，给出合理的结果。这方面研究已有成果出现。

- 舰船的动力定位。舰船在海上受风、浪和流等海洋环境力的作用，会产生漂移，因此舰船在海上确定位置的精确定位需要一套定位系统，而且要求有很高的定位精度。将神经网络与传统的PID控制技术相结合，可以达到令人满意的结果。这是因为神经网络可以根据不同的目标函数实施控制，同时它能适应不同的环境力变化，尤其是非线性的波浪力作用。这项技术还可以应用于舰船的自动驾驶技术中去。

- 此外，舰船作战系统中的飞行目标识别，目标的识别和跟踪，战术辅助决策，最佳战位选择和机动；舰船研制中的波浪特性短期预报，舰船结构的优化；造船工程中的最佳放样方案的选择；以及水下机器人运动的控制等等，都已经使用或正在研究使用神经网络技术。

作为一门发展中的学科，人工神经网络存在着大量有待解决的课题。例如，它尚未建立完整的理论体系，目前的网络模型是由节点及其互连构成的有向拓扑网，节点间互连强度所构成的权值矩阵，可通过某种学习策略建立。但这并不构成一个理论体系。在神经网络的结构形成中，大都依靠经验和试操，所以求解的结果往往不可预期，系统性能很难跟踪。此外，神经网络与传统的技术，如数值计算、逻辑运算等的结合等方面，还需要做大量的研究工作。

尽管如此，人工神经网络已经出现了良好的发展机遇。其一是它已有大量的应用成果，其二是现在神经科学、脑科学、心理学、认知学、计算机科学，乃至数理科学都关心这门“焦点”科学。所以可以预期，人工神经网络的发展前景是光明的。这一预测，也同样适用于它在舰船工程中的应用。

[选择本期文章题目](#)



**MSEO**

