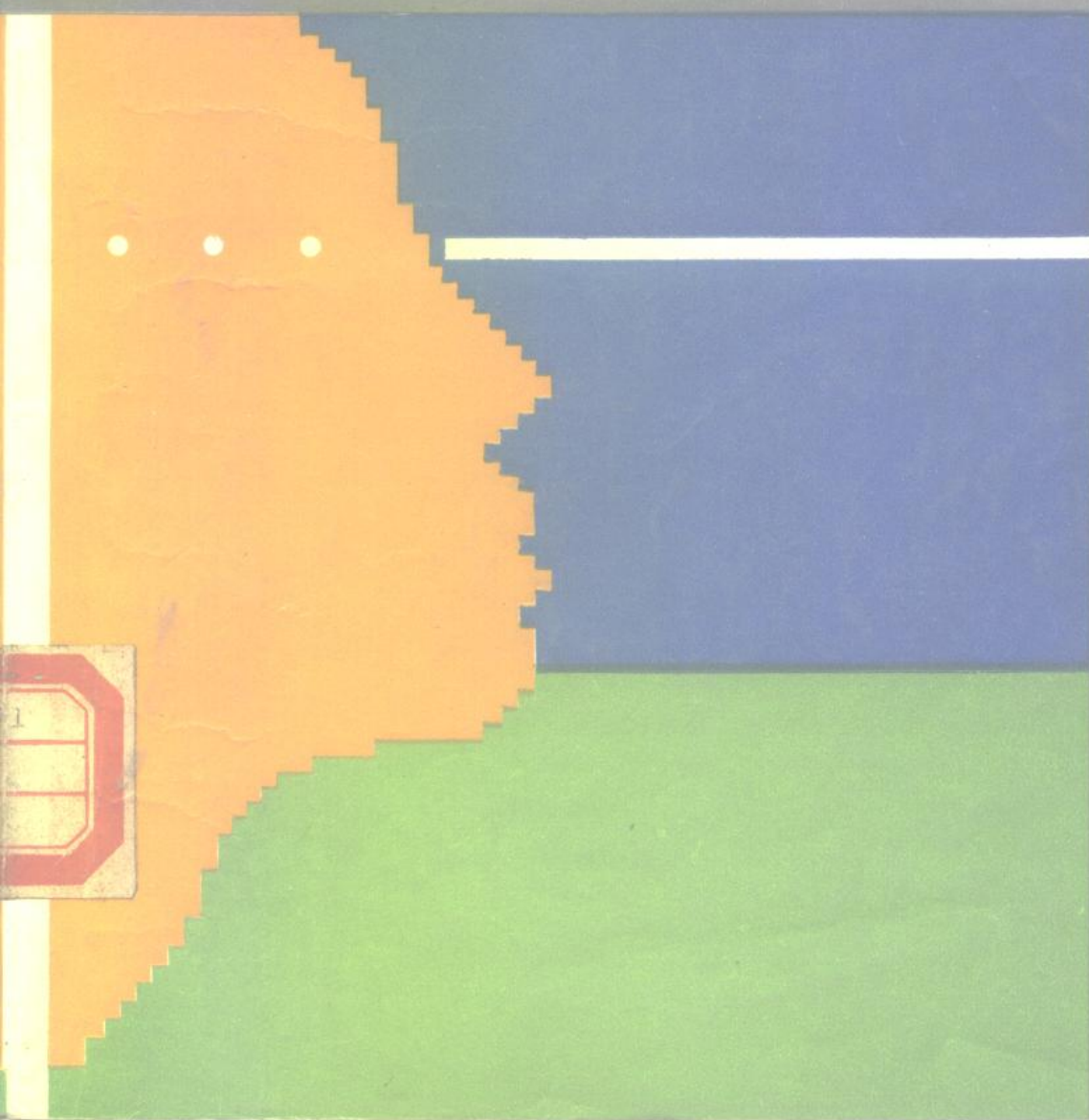


科学普及出版社

人工神经网络

——第六代计算机的实现

周继成 等编著



03-121
212

神经网络 ——第六代计算机的实现

周继成 周青山 韩飘扬 编著
胡健栋 主审

科学普及出版社

内 容 提 要

通俗地介绍人工神经网络的基本概念与知识,诸如什么是人工神经网络,它是如何构成的,如何工作的,又是如何实现的,以及它有什么用途,如何应用等问题,在本书中均可找到答案。在人工神经网络基本知识的基础上,展示了目前国际流行的人工神经网络模型和它们的训练学习方法,并结合实际介绍了一些应用实例,同时也指出了目前存在的一些问题和解决这些问题的方向,最后阐述了人工神经网络的发展前景。

(京)新登字026号

0579/17

* * *

人工神经网络 ——第六代计算机的实现

周继成 周青山 韩飘扬 编著

胡健栋 主审

责任编辑:陈莉萍

封面设计:王序德

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京邮电学院出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:12.5 字数:320千字

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数:1—4,000册 定价:9.00元

ISBN 7-110-02873-9/TP·50

序

从20世纪中叶开始,由于信息科学的兴起,电脑得到飞速发展和广泛应用,渗透和影响到各行各业以至家庭,推动了社会性的变革,标志着信息时代的到来。在这个时代里,各种工作和运行的自动化和智能化是科学研究的一个重要目标。电脑给人们提供了各种自动化和智能化的手段,在信息处理、过程控制和判断决策等方面获得突破性的应用,特别是人工智能和专家系统的产生,使社会各个领域的智能化前进了一步。然而,电脑的运行没有跳出传统的数学和逻辑运算的规则,在很多方面还不能尽如人意,应用也受到限制。随着信息科学的进展,这方面的问题日趋尖锐,迫使科学专家和技术专家们找出路。

大自然造就了很多巧妙的手段和运行机制。向自然学习,模仿生物的运行机制,促使人们研究人工神经网络的可行性。随着对生物脑的研究和了解的深入,人工神经网络获得发展,它的功能逐步改善。反过来,人工神经网络机制的研究又启发和加深了对生物脑的运行机制的认识。几经周折,人工神经网络的研究已冲破了层层壁障,进入到蓬勃发展的青年时期,机制渐趋成熟,应用的领域日益扩大。相信,人工神经网络与专家系统和其它系统的结合,会使很多行业的智能化得到巨大的进展。

人工神经网络是一门新兴的学科。它的理论、模型、算法、应用和实现还有很多空白,需要探索、研究、开拓和开发。因此,在一些工业化国家,政府或企业都投入了大量资金,发动了众多科学技术专家对人工神经网络的广泛问题立项研究。从人工神经网络的模拟程序和专用芯片的不断推出、论文大量发表、各种应用的报导可以看到,在这个领域里一个百家争鸣、百花齐放的局面已经形成。这是人工智能的一个大会战,它的突破性成果已指日可望。我国也是一样,虽然起步较晚,但发展趋势喜人。很明显,人工神经网络将在人们科研、生产和生

活中产生普遍而巨大的影响，标志着一个新的人工智能时代的来临。

为了适应这个形势，推广人工神经网络的知识和实践，本书作者在北京邮电学院开设了人工神经网络的课程，在大学本科二年级和三年级学生中分别进行了讲授，它介绍了人工神经网络的基本原理、主要模型、重要算法、可能实现方法和典型应用等问题。其目的是使学生通过此课程对人工神经网络有一个基本了解，能进行初步的实践和设计，为以后深入研究和开发打下基础。课程内容的选择和编排注意到学生初次接触新概念的接受性和思维的逻辑性，受到学生的欢迎。本书就是根据教学工作和研究工作中积累的经验编写的。

在本书的编写中，作者注意到：

(1) 为了广大读者容易理解，尽量避免过深、过多的数学工具；

(2) 为了面向没有人工神经网络概念的读者，加强了举例和说明；

(3) 为了读者能作初步的应用设计，较详细地介绍基本设计方法和设计考虑。

(4) 为了不使读者望而生畏，尽量保持篇幅适中，注意选材的精练和重点突出。

我们希望，通过本书的学习，使读者知道了解人工神经网络的发展背景和存在问题，熟悉和理解它的基本原理和主要实践，懂得和掌握它的选型和应用设计。

由于人工神经网络是一门新学科，尚在不断发育和完善之中，有些理论还不成熟或者不完善，有些网络模型和学习算法还在生成或者改进，有些应用还在探索或者试验，加上作者的经验和水平有限，难免有不当之处，尚祈读者批评指正。

在本书的编写过程中，北京邮电学院图书馆情报部的同志曾提供了不少帮助，在此表示感谢。

胡健栋

1992.7

目 录

第一章 人工神经网络概述.....	(1)
1.1 什么是人工神经网络.....	(1)
1.2 人工神经网络有什么用处.....	(3)
1.2.1 已商品化的应用.....	(3)
1.2.2 样机和研究活动.....	(4)
1.2.3 潜在的应用范围.....	(5)
1.3 人工神经网络的发展史.....	(6)
1.3.1 MP模型的提出和人工神经网络的兴起.....	(6)
1.3.2 感知器模型和人工神经网络的第一次高潮.....	(7)
1.3.3 Minsky和Papert文章的冲击和神经网络的低潮.....	(7)
1.3.4 Hopfield 网络模型的出现和人工神经网络的复苏.....	(8)
1.4 人工神经网络有什么特点.....	(8)
1.4.1 固有的并行结构和并行处理.....	(8)
1.4.2 知识的分布存储.....	(9)
1.4.3 容错性.....	(9)
1.4.4 自适应性.....	(9)
1.4.5 图形识别能力.....	(10)
1.4.6 人工神经网络的局限性.....	(10)
1.5 神经网络与其它相关技术的关系.....	(11)
1.5.1 ANN与统计方法的比较.....	(11)
1.5.2 ANN与人工智能(AI)的关系.....	(11)
本章小结.....	(14)
第二章 人工神经网络基础.....	(15)
2.1 人工神经网络的生物原型——大脑.....	(15)
2.1.1 简单的神经元.....	(15)
2.1.2 神经元间的连接点——突触.....	(16)
2.1.3 大脑及大脑皮层的结构.....	(16)
2.2 人工神经网络处理单元.....	(17)
2.2.1 处理单元的基本结构和基本特性.....	(17)
2.2.2 转移函数.....	(18)
2.2.3 处理单元的一种简单硬件构成.....	(19)
2.3 人工神经网络的拓扑结构.....	(20)
2.3.1 单层网络.....	(20)
2.3.2 多层网络.....	(21)

2.3.3 回归型网络.....	(22)
2.4 存储和回忆的概念.....	(23)
2.4.1 ANN中存储图形的类型.....	(23)
2.4.2 回忆的概念.....	(23)
2.5 人工神经网络的训练(学习).....	(24)
2.5.1 有指导的训练.....	(25)
2.5.2 无指导的训练.....	(25)
2.5.3 训练算法.....	(26)
2.6 人工神经网络的稳定性.....	(28)
2.6.1 李亚普诺夫稳定性准则.....	(28)
2.6.2 李亚普诺夫能量函数的例子.....	(29)
本章小结.....	(30)
第三章 前馈神经网络.....	(31)
3.1 早期的ANN——感知器.....	(32)
3.1.1 符号单元.....	(32)
3.1.2 线性单元和自适应线性单元(ADALINE).....	(39)
3.1.3 非线性单元.....	(42)
3.1.4 举例及应用.....	(44)
3.2 误差反传训练算法(Back Propagation 缩写为BP).....	(47)
3.2.1 误差反传训练算法(BP).....	(47)
3.2.2 BP训练算法的改进和变形方案.....	(51)
3.2.3 BP网络的应用.....	(56)
本章小结.....	(65)
第四章 反馈网络.....	(67)
4.1 Hopfield 网络.....	(67)
4.1.1 网络拓扑结构.....	(67)
4.1.2 联想原理.....	(69)
4.1.3 基本学习规则.....	(74)
4.1.4 联想特性.....	(77)
4.1.5 存储容量分析.....	(80)
4.1.6 能量函数.....	(82)
4.1.7 若干改进的学习规则.....	(85)
4.1.8 高阶 Hopfield 网络.....	(90)
4.1.9 连续 Hopfield 网络.....	(93)
4.1.10 Hopfield网络应用.....	(97)
4.2 双向联想记忆网络.....	(104)
4.2.1 网络拓扑结构.....	(104)
4.2.2 学习规则及联想回忆.....	(105)
4.2.3 网络的稳定性及扩展形式.....	(106)

本章小结	(107)
第五章 随机神经网络	(108)
5.1 模拟退火算法	(108)
5.1.1 概述	(108)
5.1.2 模拟退火算法	(110)
5.1.3 改进的模拟退火算法	(111)
5.2 玻尔兹曼机	(113)
5.2.1 网络结构	(113)
5.2.2 学习算法	(114)
5.2.3 网络运行	(116)
5.3 柯西机	(116)
5.4 随机网络的应用	(117)
本章小结	(118)
第六章 自组织神经网络	(119)
6.1 无指导训练方法及应用	(119)
6.2 竞争学习	(121)
6.2.1 基本思想	(121)
6.2.2 竞争过程的权值调整——最佳匹配	(123)
6.2.3 竞争过程的网络组织——“胜者为王”	(125)
6.2.4 竞争学习的收敛性	(127)
6.2.5 竞争学习的计算应用	(128)
6.3 Hamming网络	(129)
6.3.1 拓扑结构	(129)
6.3.2 网络学习算法	(129)
6.3.3 网络运行过程	(130)
6.4 自组织特征映射神经网络	(131)
6.4.1 拓扑结构	(131)
6.4.2 网络自组织算法	(132)
6.4.3 网络应用	(134)
6.5 对传网络	(135)
6.5.1 拓扑结构	(135)
6.5.2 网络学习算法	(136)
6.5.3 网络应用	(137)
6.6 神经认知机	(139)
6.6.1 基本结构	(139)
6.6.2 训练过程	(140)
6.7 自适应共振理论	(141)
6.7.1 基本原理	(141)
6.7.2 基本结构	(142)

6.7.3 网络运行原理.....	(143)
6.7.4 网络学习算法.....	(144)
6.7.5 ART的扩展、应用及收敛性.....	(145)
本章小结	(146)
第七章 神经网络的应用开发设计	(147)
7.1 ANN应用的可行性.....	(147)
7.1.1 选用 ANN 技术还是其它技术.....	(147)
7.1.2 ANN 应用的特点.....	(148)
7.2 ANN 模型的选取.....	(149)
7.2.1 各种 ANN 模型的应用情况回顾.....	(149)
7.2.2 ANN 模型的选取原则.....	(151)
7.3 ANN 网络模型的设计.....	(153)
7.3.1 结节点级设计.....	(154)
7.3.2 网络级设计.....	(154)
7.4 ANN应用系统的评价	(158)
7.4.1 网络的大小.....	(158)
7.4.2 速度.....	(159)
7.4.3 完全训练标准.....	(159)
7.4.4 网络的实验.....	(159)
7.4.5 曲线识别网络实验方法.....	(160)
本章小结	(161)
第八章 神经网络的实现.....	(162)
8.1 概述.....	(162)
8.1.1 神经网络实现的发展简史.....	(162)
8.1.2 神经网络运算的特点.....	(162)
8.1.3 神经网络实现的比较标准.....	(163)
8.1.4 神经网络实现方案的分类.....	(163)
8.2 基于传统计算机的实现方案.....	(164)
8.2.1 软件模拟.....	(164)
8.2.2 并行处理器阵列.....	(165)
8.2.3 传统计算机的神经网络运算加强技术.....	(165)
8.3 基于硬件的实现方案.....	(166)
8.3.1 VLSI实现方法.....	(166)
8.3.2 光学器件.....	(166)
8.3.3 分子器件.....	(167)
本章小结	(167)
第九章 ANN 的当前动态和未来展望.....	(168)
9.1 ANN 的当前 研究动态.....	(168)
9.1.1 学习和训练.....	(168)

9.1.2 改进 ANN 计算模型	(170)
9.2 ANN 目前出现的新动向	(174)
9.2.1 速度和存储能力的改进	(174)
9.2.2 与当前技术的结合	(175)
9.3 ANN 的未来	(176)
9.3.1 对 ANN 的预言	(176)
9.3.2 ANN 将来的发展	(177)
本章小结	(178)
附录A 矩阵代数基本知识	(179)
附录B 优化与梯度下降法简介	(184)
参考文献	(189)

第一章 人工神经网络概述

自1945年第一台数字式电子计算机问世到现在,计算机已经历了几代的变化。第一代是电子管计算机,第二代是晶体管为基本元件的计算机,第三代计算机采用集成电路,第四代计算机的主要标志就是使用超大规模集成电路。计算机的发展在科学技术的各个领域都发挥了积极的促进作用。在此期间,人们也曾梦想建立一种机器,就像幻想小说所描述的,它可以帮助人们驾驶飞船,帮助我们同敌人作战,帮助搜捕在逃的罪犯,它可以鉴别不同人的声音,帮助人们做一些繁杂而乏味的工作等。这种机器能做的工作是人类擅长的智能性工作。不少人曾用计算机和编程方法开发这种机器,它是计算机科学的一个分支,称人工智能,(Artificial Intelligence,简称AI)也称为第五代计算机。由于计算机处理信息的方式是串行的。即一个时间只能作一件处理,对于复杂的智能性工作,人工智能就显得困难。因而,研究人员抛开了计算机的结构原理,仿照生物大脑的功能和结构建造了一种新型计算机,这就是第六代计算机。

1.1 什么是人工神经网络

上面所说的第六代计算机就是通常所说的人工神经网络,简称神经网络,简称为ANN(Artificial Neural Networks),所谓人工神经网络就是基于模仿生物大脑的结构和功能而构成的一种信息处理系统或计算机。

大家知道,人是地球上具有最高智慧的生物,而人的智能均来自大脑,人类靠大脑进行思考、联想、记忆和推理判断,这些功能是什么被称作“电脑”的一般计算机所无法取代的。长期以来,很多科学家一直在致力于人脑内部结构和功能的探讨研究,并试图建立模仿人类大脑的计算机,直到目前人们对大脑的内部工作机理还不甚清楚,但对其结构已有所了解,粗略的讲,大脑是由大量神经细胞或神经元组成的。每个神经元可看作一个小的处理单元,这些神经元按某种方式互相连接起来,形成大脑内部的生理神经网络,这些神经网络中各神经元间连接的强弱,按外部的激励信号做自适应变化,而每个神经元又随着所接收到多个激励信号的综合大小而呈现兴奋或抑制状态。现已明确大脑的学习过程就是神经元间连接强度随外部激励信息做自适应变化的过程,而大脑处理信息的结果则由神经元的状态表现出来。显然我们建立的信息处理系统实际就是模仿生理神经网络,所以称它为人工神经网络。同时也必须注意尽管ANN是大脑结构的模仿,但这种模仿目前还处于极低的水平。为了更确切起见,美国神经网络学家Hecht Nielsen给出了如下的定义:神经网络是由多个非常简单的处理单元彼此按某种方式相互连接而形成的计算机系统,该系统是靠其状态对外部输入信息的动态响应来处理信息的。可见这种人工神经网络与一般的计算机已完全不同了,在一般计算机中,通常有一中心处理器,它可访问其存储器。该处理器可取一条指令和该指令所需要的数据,并执行该指令,最后将计算结果存入指定的存储单元中。可见任何动作都按着确定的操作程序,并按串行方式进行的。神经网络中的操作却不是串行的,也不是

预先确定的，它根本没有确定的存储器，而是由许多互连的简单处理单元组成的。其中每个处理单元的处理功能只是求其所有输入信号的加权和，当该和值超过某一门限时，输出呈现兴奋状态（高电平）或低于门限时呈现抑制（低电平）状态。它并不执行指令序列，它对并行加入的输入信号也按并行方式来处理和响应，结果也不存在特定的存储单元中。但它达到某种平衡状态后，网络的整个状态就是所求的结果。为了硬件实现真正并行处理的 ANN，人们曾提出了各种 VLSI 实现，光学器件、分子器件实现等方案，但真正实用的产品（既能学习训练又能回忆操作）还没有推向市场，ANN 的硬件实现还有一段路要走。目前广泛应用的还是基于一般计算机的软件模拟实现，显然这并没有发挥 ANN 本来并行快速的特点（硬件实现的详见第八章）。

人工神经网络的操作有两种过程，一是训练学习，一是正常操作或称回忆。训练时，把要教给网络的信息（外部输入）作为网络的输入和要求的输出，使网络按某种规则（称训练算法）调节各处理单元间的连接权值，直到加上给定输入，网络就能产生给定输出为止。这时，各连接权已调节好，网络的训练完成了。所谓正常操作，就是对训练好的网络输入一个信号，它就可正确回忆出相应输出，所以也称回忆操作。这就像小孩认人一样。

为便于理解，下面举一个例子，在美国曾有人试验了一种文本朗读机，该装置是一个 ANN 模型其输入装置是一阅读窗口，当它沿文本的一行移动时，每次前移一个字母，但每个瞬间输入七个相邻的字母（包括空格和句号）信息。由于英文字母的发音与其前后字母有关，所以训练 ANN 时，只要求每次七个字母中的中间字母发音（靠 ANN 的输出响应状态驱动一个语声综合器发声）。训练时，将一篇有 1024 个字的文本一行一行的通过阅读窗口，并要求对应每个字母时 ANN 的输出结点能输出相应音素的状态值。这样通过十遍阅读（训练），就可达到输出可理解的语音，如果通过 50 遍，可达到 95% 的精确度。训练过程中听上去像小孩学说话一样，由不清楚到清楚，训练完成后，再让它阅读从未见过的课文时，朗读精度仍可达到 78%，完全可以听懂。

下面是一个图形识别的例子。ANN 特别适于图形识别，有的 ANN 模型可用于识别支票上的数字，也可为银行分析用户的签字，在有伪造签字的情况下，识别精度可达到 96~98%，在检查伪造者方面，比人做的还好。

在斯坦福大学，曾用 ANN 预报天气状况，它用了 30 天收集诸如大气压力、降雨量等数据去训练网络，这个网络的目标是预测降雨量，据说在两周的实验中，预报结果比气象员报的还准。

另一个实验是辨别人的面孔，实验中用了 10 个人的照片，每个人都在不同的角度照了 5 张照片，共有 50 张照片的输入信息，对 ANN 训练，每个照片信息作为输入时，代表 10 个人的 10 个结点中相应的一个结点输出最大，每个人的 5 张照片都对应着同一结点的最大输出。经训练后，再对原来 10 个人中的一个从不同的角度拍照（尺寸不变）再进行识别，看他像 10 个人中的那一个，结果还是他本人对应的结点的输出比其他 9 个结点的输出都高的多。

尽管 ANN 还是生物大脑的低水平的模仿，却在图象识别、语声识别、记忆、预测和优化等方面表现了很好的智能特性和极好的应用前景。它可以完成普通计算机不易实现的智能性工作。近几年来，人工神经网络的开发研究掀起了一股浪潮。目前人们热衷于研究 ANN 的另一个原因是因为现代的技术（均与计算机相联系）遇到了瓶颈效应，例如计算机的串行处理方式，限制了大量信息的快速通过和处理，即使用多个处理器并行工作，还是会把很多

时间浪费在完成串行操作上，而且编写并行程序也是一个难题。虽然，今天已开发出超型机，其速度和容量都大得令人震惊，但它仍不能作诸如小孩子可以做到的事情，如认识面孔、学说话、学走路等。

另外，曾被认为能作各种智能事情的人工智能（AI）也没有达到预期的愿望。原来认为比较容易的事情，事实证明是困难的。因为在人工智能中，其表示方法必须满足一定的形式，而人并非那样行事。那种推理的机器虽可生产出来，却不善于处理图象和进行模仿。且在处理不精确的和模糊的信息方面受到了限制。然而 ANN 在解决当前的一些技术困难问题时表现出极大潜力。并且它们不需要特殊软件。

另外，当前硬件和软件技术的进步，使人们有条件对神经网络的某些模型进行实验和模拟。而且在做这些工作时，不必用大和中型机，在个人计算机上就可运行。这意味着任何人都有可能进行人工神经网络实验的实践。

1.2 人工神经网络有什么用处

人工神经网络的浪潮把很多人卷了进来，然而不少人仍抱着半信半疑的态度，怀疑人工神经网络是否有实用价值。对这一问题，行家普遍认为，人工神经网络应用的巨大潜力已越来越显露出来。甚至它还可以实时地解决一些任务，而这些任务用其它方法则要花费很长的时间。另外，我们也注意到，近来不仅科技研究人员对人工神经网络发生了兴趣，也得到公司和政府部门的极大重视，并为人工神经网络应用的商品化作出努力，虽然目前大多数应用还处在样机和实验室阶段，但商品化的产品已陆续出现了，相信还会越来越多。当然这些商品化的产品目前大多数是在计算机上运行的，用人工神经网络专用硬件的产品还不多。我们相信基于 ANN 硬件的产品不久将会出现。

1.2.1 已商品化的应用

1. 自适应回波抵消 “回波”是通信中的一种自然现象。不论在电话通信还是数据通信中，发送端自己的发送信号又漏到自己的接收支路上，这漏过来的信号通称“回波”。在长途通信中它将引起话路自激、无法通话，在数据通信设备（MODEM）中引起误码。为了消除这种“回波”，人们采用了一种自适应滤波器，实现自适应回波抵消。这种自适应滤波是由 Bernard Widrow 于1950年提出的，在一次有关神经网络的会议上，他向观众表演了他的一种装置，这种装置叫自适应线性元件（ADALINE），实际上这就是一种简单的 ANN 模型。这种模型已应用于通信领域20多年了。

2. 抵押风险评估 Nestor 公司（一个早期的神经网络公司）有一种产品称为“抵押风险评估器”。它可帮助贷款单位鉴定借贷人能否偿还借贷。该设备通过用几千个实际借贷人的偿还情况（一半成功，一半失败）的训练，就可进行借贷评估了。这种用 ANN 构成的评估设备与其它统计方法比较，具有自动化程度高，降低了评估成本，提高了精确度并防止了人为的差错。

AVCO 金融业务公司（美国加州 Zrvine）用人工神经网络进行信用保险分析。该系统用 10 000 个历史信用保险事件进行训练。据《纽约时报》报导，用 ANN 评估比用其它方

法将提高效益 27%。

3. 机场的安全检测系统 1989年8月,美国联邦航空局在纽约肯尼迪国际机场安装了一套新的炸弹检测系统。一般的检测方法有一定的限制,往往因检测员的疲倦而产生误检。科学应用国际公司接受一项工程,开发一种叫作热神经元分析器(Thermal Neutron Analysis)或更一般地称作探测器的神经网络。

这种系统总是在自动地运行。它是用 γ 射线照射获得的爆炸材料的特征参数对网络进行训练,使它能识别出爆炸物。比如,它可区分出是爆炸物中的氮,还是乳酪中的氮。一个2.5磅的炸药即可触发该系统。一分钟内,它可检测10个包裹,如果有行李不能被确切检测,就送到人员检查口去检查。检查的结果被存储,以便用来进一步改善系统的性能。其进一步改进的做法是将获得的新数据实时地存入系统。就像人能随时适应外部环境一样,人工神经网络具有学习的能力。随着ANN学习方法的改进,它将能够在学习期间,甚至在训练之后精炼它的知识和理解力。这正是它与一般标准的统计模型不同所在。

这个系统比用X射线的方法,对人及对胶卷、电磁材料、食物和药品更安全。但该系统价格昂贵,FAA的初始计划只安装在危险性较大的国际机场中的六个机场,现在美国国内机场也有一些安装了该系统。

4. 字词识别器 英特公司推出了一个小的应用,即语声字词识别。但它还有限制,在一个时间只能对单个说话人,同时要求字词不超过100个左右。经过说话人的训练,它的识别精度可达到99%。

自1983年以来,这种声控数据输入系统已用于各制造业领域。它是这样工作的:工厂的检查人员戴着接到双通道无线话机的帽式送受话器,可收到语声识别系统的提醒信号,而且识别系统可接收有关生产过程和产品的信息。检查人员巡回期间不必带书写板记录信息,手可做别的事。机器对检查人员的提醒可以保证检查过程的正确顺序和过程的完整性。最后的信息可立刻存入计算机,不需人工输入检查得到的数据,所以将它用于生产检查既简单又有效。

5. 吹风马达检测器 在德国有一个电气设备制造厂家遇到一个问题,在他们为福特汽车空调装置制造的吹风马达中,有些存在噪声而不合格。用人听测哪些不合格是非常乏味的工作,而且也不太成功。所以他们试用了ANN,经训练后检查所有马达,检出率在90%以上,结果甚为满意。

1.2.2 样机和研究活动

目前,很多ANN的应用例还处在样机或研究阶段。这些应用都是很吸引人的,同时也表现出了极大的应用潜力,在某些限定的环境里,工作得相当满意。当然,其结果与前面商品化的应用还不同,但当其性能改进完善后,其中总会有商品化的产品问世。

在美国Brown大学的内科医生们试用ANN进行诊断治病。该网络存储了病例、症状、治疗等相关信息的医疗知识。美国邮政部门正把ANN用于读取和识别邮政编码。司法部门试图用ANN确定犯有某些特种罪行的人的心理状态是否产生了某种变化。还有如文本语音变换装置,目标识别,“扫帚把”的平衡实验和快速图型搜索等应用。

1. 声纳分类器 在浅水域能遥测出海底的布雷,这对港口和海岸线的安全是非常重要的

的。因此，能有一个可靠的、自动的识别手段，将具有重大效益。

美国海军对 ANN 能借助声纳识别海底目标很感兴趣，它可以分辨海底的炸弹和形同炸弹的石头。声纳信号由潜水员携带的声纳枪得到，对海底每个目标在不同的角度射击100次，这些声纳的返回信号作为系统的输入。

区别是从炸弹返回的声纳信号，还是从海底石头或碎石返回的信号，是非常困难的。通过实验发现，用 ANN 分类器比训练过的监听人员或一般的识别技术要强。该 ANN 系统对于它学习过的数据的识别精度达99.8%，就算对从未见过的新的试验数据，其正确分类的比率也可达90%。

2. **Bellcore 芯片** Bellcore 是由贝尔电话公司所属的研究组开发的一个试验性神经网络芯片，对于执行同样的处理功能，它比用一般计算机模拟快 100 000 倍。它可实现并行处理，不像一般计算机那样，每个时间只能执行一步。该芯片可通过样本进行学习，而不必另行编程。它特别适于语声和图形识别的应用，使得 ANN 可与现存的处理技术结合在一起。同时，它在交换及路由选择的优化方面有应用的可能性。

1.2.3 潜在的应用范围

ANN 到底还能做些什么呢？我们说在各种不同的领域，有很多事情它可以做。有很多令人兴奋的研究工作正在进行中。下面将列出其可应用范围，以便使大家对 ANN 的应用潜力有个初步理解。

1. **生物学上的应用** 学习和理解关于大脑和其它系统模块像视网膜、耳蜗的更多知识。

2. **商业方面** 例如：

- 估算在地质岩层下存在石油的概率。
- 确定特定职务的合法候选人。
- 航班定座位和费用安排的优化。
- 识别手体字符，像汉字等。

3. **环境方面** 例如：

- 环境发展趋势和布局的分析。
- 天气预报。

4. **金融方面** 例如：

- 信用风险评估。
- 伪造签字和文件的识别。
- 解释手体格式。
- 估价投资和分析有价证券市场行情。

5. **制造业方面** 例如：

- 自动机器人和控制系统（具有机器视觉和对压力、温度、气体等敏感元件的系统）。
- 控制生产线的生产过程。
- 质量检查
- 在装配线上选择部件。

6. 在医学方面 例如:

- 深度耳聋者助听器中的语声分析。
- 根据症状诊断疾病、开药方。
- 监视外科手术。
- 预测药物的副作用。
- 读取和分析 X 射线照片。
- 弄清癫痫病发作的原因。

7. 在军事方面 例如:

- 雷达信号分类。
- 制造小型武器。
- 进行侦察
- 稀少资源的最佳利用。
- 识别和跟踪目标。

8. 通信方面 例如:

- 网络管理 (路由选择、流量控制等)。
- ISDN 中异步转移模式 (ATM), 窗口尺寸控制, 呼叫控制, 路由控制, 数据容量动态控制, 纠错编码技术及 MODEM, 数据压缩, 以及语声识别与综合等。

上面只是大概列出了 ANN 的可能应用。在这些应用中, 它们共同的特点是什么呢? 我们可以发现, 它们中大部分要进行图形识别, 它们要找出一系列样本的图形, 并将它们分类, 从部分样本找出完整的图形, 或从失真的图形恢复正确的图形。大多数样本数据是从知觉或感觉获得, 这包括视觉、听觉和别的信号。有些还涉及到将一组输入通过滤波或变换获得一组输出。一般, 这些样本表现出更多的是人的感知信号特征, 而不是计算机中的计算数据的特征。

1.3 人工神经网络的发展史

人工神经网络的发展不是一帆风顺的, 它既是一个使人兴奋的年代, 又是充满事端的年代, 甚至可以说是充满困难的年代。

1.3.1 MP模型的提出和人工神经网络的兴起

在1943年, 美国神经生理学家 Warren Mcculloch 和一数学家 Walter Pitts 合写了一篇关于神经元如何工作的开拓性文章。篇名为“A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity”。该文指出, 脑细胞的活动像断 / 通开关, 这些细胞可以按各种方式相互组合, 进行各种逻辑计算。按其想法, 他们还用电路构成了简单的神经网络模型。他们还预言大脑的所有活动最终将被解释清楚。虽然问题并非如此简单, 但它给人们一个信念, 即大脑的活动是靠脑细胞的组合连接实现的。当时, 不少研究人员转向解剖学和生理学去寻找建立智能机的思路。

在上述基础上, 心理学家 Donala Hebb 于1949年写了一本书, 名叫 “The Organization

of Behavior”。在书中他强调心理学与生理学间的联系与沟通。他还指出,脑细胞间的通路每当参与某种活动时将被加强。这就是后来所称的 Hebb 学习规则。目前有些神经网络模型仍然用这种学习规则。

到了50年代,随着计算机硬件和软件的进步,迎来了计算机模拟的时代,这使得有些神经系统功能的理论可以进行模拟实验,拓宽了研究的路子。当时 IBM 研究室的一些人,在 Hebb 工作的基础上,对神经网络模型进行了软件模拟。虽然他们开始失败了,但随着与 Hebb 及其他人的协调与沟通,使得模型像人那样适应环境的实验取得了一定程度上的成功。在这种情况下,人们开始酝酿人工智能(AI)的项目。

1956年,一个人工智能(AI)研究项目(称作Dartmouth Summer)给人工智能领域、同时给神经计算领域以巨大推动。人们不谋而合地提出两条路子:一是采用所谓高级(AI)方法,即试图建立描述智能机功能的计算机程序;另一个就是根据低水平的大脑的处理方式构成结构模型,以实现智能化。这也就宣告了神经网络的诞生。

1.3.2 感知器模型和人工神经网络的第一次高潮

1957年,计算机学家 Frank Rosenblatt 开始从事感知器的研究,并做成硬件,被认为是最早的神经网络模型。不久,两位电机工程师 Bernard Widrow 和 Marcian Haff 于 1959 年开发出一种叫作自适应线性单元(ADALINE)的网络模型。在他们的论文“Adaptive Switching Circuits”中描述了这种模型和它的学习算法(Widrow-Haff 算法)。网络通过训练后,可成功地用于抵消通信中的回波和噪声,也可用于天气预报,成为第一个用于实际问题的神经网络。

1962年,Rosenblatt 的一本名为“The Principles of Neurodynamics”的书出版了,在这本书中详述了他的感知器。感知器具有输入层,输出层和中间层,它可以模仿人的特性,并用它作了实验。他还断言,感知器可以学会任何它可以表示的功能。从1960年以来,在神经网络的研究中,还有一位重要人物 Stephen Grossberg,他是通过对生理学的研究来开发神经网络模型的。1967年,他提出一种网络称作 Avalanche(雪崩网),这种网络可以执行连续语音识别和控制机器人手臂的运动。

由于这些有志之士的工作,以及对神经网络的宣传,激起了更多人的兴趣,投入到这一研究领域。形成了研究 ANN 的第一次高潮。

1.3.3 Minsky 和 Papert 文章的冲击和神经网络的低潮

与此同时,由于当时对神经网络的乐观情绪的影响,有些人夸大了神经网络的潜力,使得一些人产生了怀疑和厌恶。比如,有人怀疑在21世纪会不会像科幻电影中描述的那样,制造机器人的人类将受到机器人的袭击呢?也有人因为没有实现 Rosenblatt 的断言而感到失望。

1969年,Marvin Minsky 和 Seymour Papert 合著的一本书“Perceptron”出版了。他们分析了简单感知器,指出它有非常严重的局限性,不能解决我们感兴趣的问题,甚至非常简单的“异或”问题,它都无能为力。这一有影响的书的问世,无疑是对 Rosenblatt 的“婴儿”——感知器判了“死刑”。由于这种批评的声音的高涨,导致了停止对 ANN 研究