

人工神经网络和模式识别

蔡连成 邓学荣 滕健

(自动化系)

摘 要

80年代重新兴起的人工神经网络已成为世界人工智能研究的热门课题之一。本文介绍了人工神经网络的一般结构及其算法,着重介绍人工神经网络在模式识别方面的作用及用作模式识别的人工神经网络分类器。希望能给读者了解这一当今世界科学前沿热门课题起一介绍作用。

关键词: 人工神经网络, 模式识别, 分类器

Artificial Neural Nets and Pattern Recognition

Cai Liancheng Deng Xuerong Teng Jian

(Department of Automation)

Abstract

Artificial Neural Nets became a hot topic in research on Artificial Intelligence in the 1980s. This paper introduces the normal architecture of artificial neural nets and its algorithm. The applications of artificial neural nets on pattern recognitions are emphasized in this paper. So is that artificial neural nets are used as the classifiers of pattern recognitions in this paper. Hopefully readers can understand the hot topic in the frontier of contemporary science after reading this paper.

Key words: Artificial Neural Nets, Pattern Recognition, Classifier

1 人工神经网络发展简史

人们对人工神经网络 (Artificial Neural Net 简作 ANN, 也称神经网络) 的研究可追溯到 40 年前。初期人们致力于建立较为详细的、仿生的 (模仿人的神经元) 神经网络的数学模型。50 年代至 60 年代有人便试图建立结构上类于人脑的计算机。但由于当时集成电路、计算机及人工智能等方面技术的限制使得这种尝试未获成功, 而且使这方面的工作几乎停顿了近 20 年。直到 80 年代, 超大规格集成电路、人工智能、计算机技术及拓扑学算法的发展使得人工神经网络重新兴起并很快地蓬勃发展成了当今世界的一大热门课题。尤其是人们希望人工神经网络能在语音和图象识别 (Speech and image Recognition) 方面达到完成人类的功能。使得人工神经网络在这方面有了不少应用成果。1987 年 6 月在美国圣地亚哥召开的第一届国际神经网络年会 (ICNN, International Conference on Neural Network) 重新揭开了人类向神经网络大规模进军的战幕, 据有关人士预料, 今后新一代计算机将是以神经网络为基础的, 具有高度并行处理能力, 具有自适应能力的新一代的计算机。

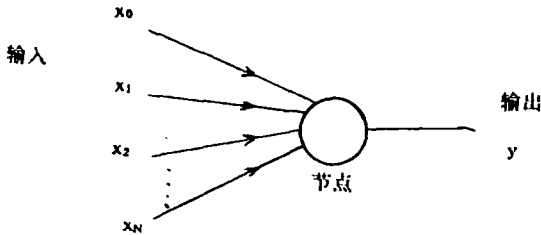
从当前研究的热点看主要有下列几个方面: 一是各种神经网络模型的研究, 包括生物物理模型, 数学模型等。二是在数字机上进行模拟以探讨各类模型的特点、性能等。三是各种训练、学习规则的研究。四是神经网络在工作中的自适应能力的研究。五是硬件实现。国际上在这几方面的研究都尚属初级阶段, 尚有一些硬件实现和初步的应用成果。国内的研究则刚刚起步不久。

本文介绍人工神经网络模型的一般结构及算法, 同时在和传统分类器 (Classifier) 比较的基础上介绍用于模式识别的人工神经网络分类器的结构和工作过程。

2 神经网络模型的一般结构及算法

语音识别和图象识别的处理信息量很大, 要求高速的运算和并行处理, 这恰恰是当前系统之不足。如若和人类在这方面的功能相比, 当前的系统更是望尘莫及, 原因在于传统的冯·诺依曼机只能以串行的方式执行指令。正是这样以对生物神经系统理解为基础的人工神经网络模型 (Artificial Neural Net Model) 应运而生。人工神经网络在语音识别和图象识别有非常强的功能。通常人工神经网络模型都是由简单的节点 (Node) 及其相互间的联系 (Connection) 所构成。节点的输入、输出关系通常是非线性的, 输入、输出量通常也不只是开关量, 而是模拟量。最简单的节点模型可有 N 个加权的输入, 通过一个非线性的关系产生一个输出。其结构可用图一来表示。

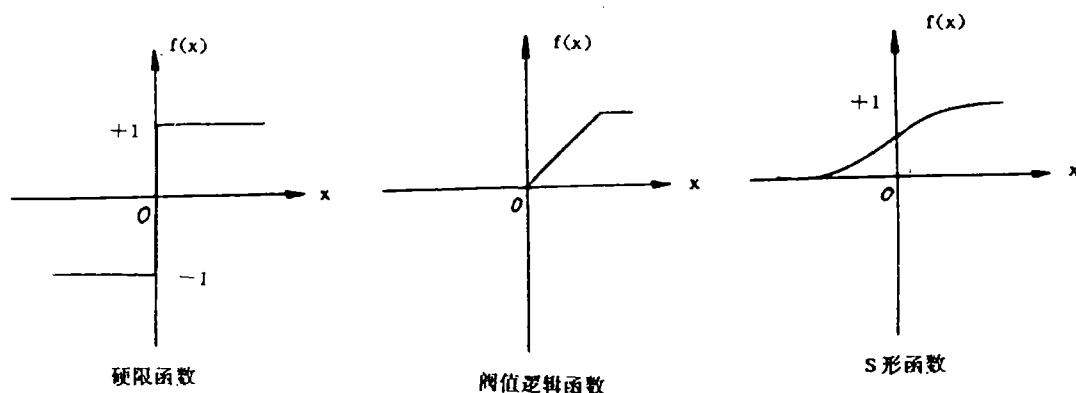
其中, $x_0, x_1, x_2, \dots, x_N$ 表示 N 个输入, y 表示输出。输入、输出关系可用函数关系表示成:



图一 最简节点模型示意图

$y = f\left(\sum_{i=0}^N \omega_i x_i - \theta\right)$, ω_i 为第 i 个输入的权重, θ 为阈域。这样, 每个节点模型都是用阈域 θ , 权重 ($\omega_i | i \in 1, \dots, N$) 及非线性关系来决定的。不同的非线性关系则定义了不同的模型。

常用的非线性关系有三种: 一种称为硬限幅 (Hard Limiter) 函数; 另一种称为阈值逻辑 (Threshold Logic) 函数; 第三种称为 S 形 (Sigmoid) 函数。它们的函数图象如图二所示。



图二 三种常用非线性函数的图象

更复杂的节点可以和时间相关, 它的输入、输出关系也可更为复杂。

通常人工神经网络在能识别之前, 需要用一些已知的输入模式对网络进行识别训练 (或称之为学习)。这样的训练——学习是在一组学习规则控制下进行的。初始的权重往往是由网络拓扑、节点特性和学习规则来规定的。学习规则除了控制训练、学习外, 还要说明在不断的学习过程中如何改进性能、改变权重。

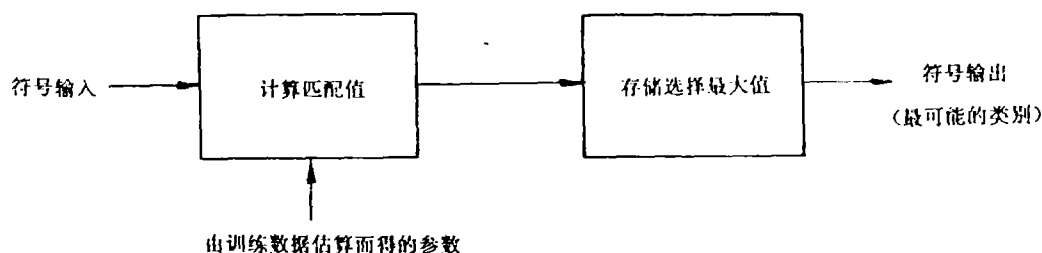
由于整个人工神经网络是由大量的具有处理能力的节点所组成, 而且节点间又有无数的联系。所以, 少数节点或联系的损坏并不影响大局。再加上不少人工神经网络的算法还不断地利用当前的结果来及时改善其性能。因此, 人工神经网络还具有自适应性, 并在容错方面比冯·诺彦曼机要强得多。

3 用作分类器的人工神经网络

在模式识别 (Pattern Recognition) 中通常用来将不同的输入模式进行分类, 以获得一正确的归类。为对人工神经网络在这方面的功能有一清楚的认识, 不妨把它和传统模式识别作一对比。

假设一个分类器有 N 个稳定的输入, 它可判断某一输入模式最可能对应 M 个类别中的那一类。在语音识别中, 输入可能是某一时刻声波的频谱, 而其分类结果则是某一元音。在图象识别中输入则可能是一幅由不同灰度等级像素点组成的图画, 而其结果可能是某一物体。这样的分类器的工作过程可用图三来描述。

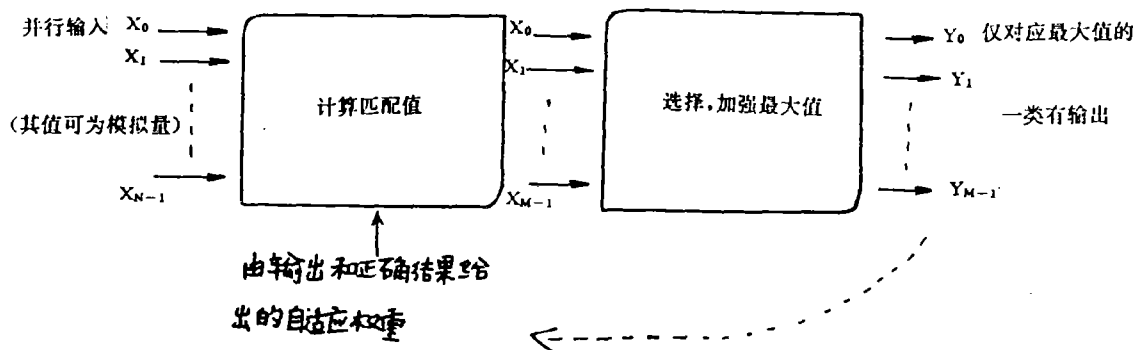
由图可见, 传统分类器可分成两级。第一级, 计算输入和可能输出每一类的匹配值 (该值反映了输入模式和输出类别的接近程度)。第二级, 选择匹配值最大的类。第一级的



图三 传统分类器的工作过程

输入是代表 N 个输入元素值的一些符号，这些符号是顺序、串行输入的，在这一级中分类器要将输入符号的外部形式转化成内部形式以用于算术、符号运算。这一级中的算法是用来计算 M 个可输出类别中每一类的匹配值。其值的大小表示输入和输出的接近程序，值越大越接近。很多情况下，分类器是利用概率模型来确定输出样本模型和输入模式的关系及匹配值。分布参数可由训练数据来估算，多变量高斯分布是一种较简便的算法。

第一级输出的匹配值仍是以符号表示的，仍是以顺序、串行的方法传递给第二级。通过符号译码，选择出具有最大值的类别。最后输出表示该类的符号，从而完成了整个分类工作。整个过程顺序、串行传递信息，速度慢，工作中无法自我改善，因此也无自适应能力。



图四 人工神经网络分类器的工作过程

图四描述了具有自适应功能的人工神经网络分类器的工作过程。

虽然也可将这种具有自适应能力的神经网络分类器的结构分成两级，但其工程过程和传统的分类器不大一样。首先通过 N 个输入连线并行地而不是串行地将输入模式送入第一级。每一连线输入的均为模拟值。对于二值输入，该值可取两个不同的数。对具有连续值的输入，则可在一大范围内变化。第一级的任务仍然是计算匹配值，并通过 M 根模拟的输出线将结果并行地传给下一级。这里不仅输入模式的输入和级间的信息传递都是并行的，另一方面也免除了外部表示，内部表示的互相转化。在第二级中不仅要选择最大的匹配值，而且还通过一定的算法对该最大匹配值还要使之扩大。在第一级对第二级的输入对 M 类中的每一类均有一个输入，但在分类结束时，仅仅对应最可能的那一类的输出为“强”（或

“高”), 其它输出均为“弱”(或“低”)。在这种模型中, 对每一类均有输出, 只要它们是“突出”的, 那末这些输出都必须被保存, 而且在下一级中进一步处理。在最简单的分类系统中, 这些输出可能直接接到标志着不同类别的灯泡上进行显示。这一些较为复杂的情况下, 这些输出线可能连到下一级(即这种情况不只限于两级), 而且下一级的输入可能是包含其它方式, 也可能是时变的。如果输出提供了正确的类别, 那末这些信息、分类器的输出可反馈到第一级, 利用某种学习的算法产生一个自适应的权重。这样产生的自适应性的权重可以使得结果更加令人满意。上述人工神经网络分类器能完成三种不同的用途。上面描述的是第一种, 分类器用来辨认哪一类(输出)最能代表输入模式。而且允许输入时有杂声干扰。

第二种用途是用作联想记忆器(Content-Assessable/Associative Memory)。此时, 各类输出样本是理想的, 输入模式用来决定产生何种样本。这种联想记忆器对于信息残缺不全, 即只有部分信息而想获得全部信息时这就象只知作者名或文章名, 而想获得作者的全部信息(作者名, 文章名, 出版物, 出版时间, 页数, 起止页号…), 或象一张残缺的照片要复原的情况是一样的。当然这种分类器通常要对图四所示的分类器额外增加一级再产生最可能类别的样本。但对某些神经网络(如 Hopfield 网络)这第三级却不必要。

第三种用途是用作语音、图象识别的信息的压缩, 以减少传输模拟数据所需的比特(bit)数, 这种压缩数据量的办法, 既不能丢失信息, 又要能提高速度。

四 结束语

VLSI, 人工智能及网络拓扑算法的发展, 推动了人工神经网络的重新崛起, 迅速发展已成了当今世界人工智能的又一热点。人工神经网络由于它在并行处理和自适应方面的优良特性及在模式识别方面的应用成果已使人们对之刮目相看。

目前也已有多种重要的神经网络模型能用作模式分类器, 如 Hopfield 网络, Hamming 网络 Carpenter/Grossburg 分类器, 感知机(Perceptron), 多层感知机(Multilayer Perceptron)等。

人工神经网络方面的研究已吸引了物理、数学、神经学、生物学、心理学、计算机、人工智能等多种学科的科技人员。各种研究将导致实用的、实时的神经网络系统的出现, 导致一种与目前使用的, 传统的冯·诺依曼机完全不同的新型计算机的出现。

参 考 文 献

- 1 R. O. Duda and P. E. Hart, Pattern Classification and Scene Analysis, John Wiley & Sons, New York (1973)
- 2 J. J. Hofield, "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities," Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol79 2554-2558, April 1982
- 3 T. Kohonen, Self-Organization and Associative Memory, Springer-Verlag, Berlin (1984)
- 4 C. A. Mead, Analog VLSI and Neural Systems, Course Notes, Computer Science Dept., California Institute of Technology, 1986
- 5 R. R. Lippmaun, An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE ASSP MAGAZINE, April

- 6 J. S. Judd, Neural Network Design and the Complexity of Learning, MIT Press, 1990
- 7 傅就孙著 (戴汝为, 胡启恒翻译、整理), 模式识别及其应用, 科学出版社, 1983
- 8 蔡连成, 邓学荣, 王全. 神经网络系统. 新浪潮. 1989 年第 6 期

天津市第三届 科技期刊学术年会胜利召开

天津市第三届科技期刊学术年会于 1991 年 7 月 23 日, 在天津市科技情报研究所胜利召开。

年会入选论文 62 篇, 其中 23 篇获优秀论文奖, 有 8 篇论文在大会上进行了宣读交流。我院学报编辑部有六篇论文参加了评比研讨并全部入选, 其中:《孔丘编辑思想初探》(陈建国、赵建华、高宗文)、《试论高校学报编辑工作量制》(赵建华、陈建国)、《编务工作规律性的探讨》(赵建华、陈建国、高宗文)、三篇论文获优秀论文奖。

这次年会, 对全面交流研究成果和办刊经验, 以促进科技期刊编辑学会的研究和提高期刊质量水平, 进一步推动科技期刊更好地为国民经济建设与科技进步服务起到积极的作用, 这次年会是一次胜利的大会。

(晓溪)

京津编辑业务研讨会在京举行

1991 年 10 月 14 日至 18 日, 京津编辑业务研讨会在北京原子能科学研究院举行。参加会议的天津编辑负责人共有 60 人。会议对编辑业务问题做了深入、细致的讨论。中国科刊编辑学会副理事长鲁星编审向大会作了重要学术报告, 这次会议将对编辑业务起到重大的推动作用。本报陈建国副编审出席了这次会议。

(高宗文)