

51-54

模糊系统与神经网络的融合

TP18

周长久 (大连铁道学院 大连116022)

摘 要

In this paper, based on the analysis of contact point of Fuzzy System(FS) and Neural Networks(NN), several fusion methods of FS and NN are proposed. Problems of the fusion technology are studied. Applications of the fusion technology are showed to emphasize its advantages. Finally, some problems to be solved are proposed, and the future prospects are described.

1. 引言

近年来,模糊系统 FS(Fuzzy System) 与神经网络 NN (Neural Network) 的研究取得了很大进展。FS的显著特点是它能直接地表示逻辑,适于直接的或高一级的知识表达;而 NN则是通过学习功能获得用数据表达的知识,这种知识在 NN 中是隐含表达的,难以对其进行分析。可以这样说,FS 比较适于自顶向下过程,而 NN 则更适于自低向上过程。随着研究范围的扩大,逐渐改变了上述两个领域之间相互独立的关系,即一个领域的固有缺乏可以通过另一个领域的优点来补偿,这就导致了一个新的领域的产生,即 FS与 NN 的融合(fusion)技术。

最早将模糊思想引入到神经网络的论文是由 S.C.Lee^[1]发表的。但直到近几年 FS与 NN 两个领域飞速发展,人们才开始特别关注 FS与 NN 的关系。例如, Kosko^[2]建议在专家系统推理中把 NN与 FS结合起来,

Shiue^[3]和 Keller^[4]利用模糊集理论来设计 NN的学习算法, Keller^[5]还提出了一种能完成模糊推理的 NN 结构, C.T.Lin^[6]研究了基于 NN 的模糊控制器。其中,大多数研究是将 NN 的学习功能融合到 FS 中,而将 FS 渗透到 NN 中的研究却很少^[7]。

本文在分析 FS与 NN 关系的基础上,回顾了融合技术的发展,并重点研究了 FS与 NN 融合的主要途径,最后,展望了一些可能的应用并提出一些尚需进一步探讨的问题。

2. FS与 NN 的联系

设神经元有 n 个输入 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 则其输出为:

$$y = f(\sum w_i x_i - \theta) \quad (1)$$

其中 f 为阈值函数。

对于一个有 n 个输入的模糊逻辑系统,其 i 条规则为: ($i=1, 2, \dots, L$)

IF x_1 is A_{1i} AND $\dots$ x_n is A_{ni}
THEN y is B_i

周长久 硕士,讲师,副主任,主要研究方向为模糊系统及控制,神经网络和专家系统等。

参 考 文 献

- [1] 唐常杰等,历史数据的前兆依赖及其数学性质,中国科学(A辑),2(1989)
- [2] 史忠植,智能决策,国家智能计算机研究中心

- [3] 张师超,一个预测模型及其性质,计算机学报,4(1992)
- [4] 张师超,前非依赖的取值及数据划分,计算机学报,3(1993)

根据模糊推理

$$\mu_r(y) = \bigvee_i (\mu_{A_{i1}}(x_1) \wedge \cdots \wedge \mu_{A_{in}}(x_n)) \wedge \mu_R(x_1, \dots, x_n, y) \quad (2)$$

其中 R 为模糊关系。

比较(1)与(2)可以发现:

a. 由于神经元的阈值函数为S型(图1), 使神经元输出响应为 $[0, 1]$ 区域上的连续值, 它与FS的隶属函数是相似的。

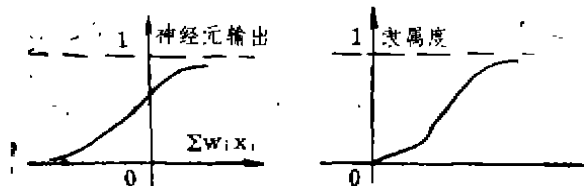


图1 神经元输出特性与隶属函数关系

b. 在模糊推理中, 规则前提部分(IP部分)的极小运算相当于神经元输入信号与加权系数的积($w_i x_i$)。

c. 由推理规则的结论部分(THEN部分)获得最后推理值的极大运算相当于神经元内的输入信号求和(Σ)。

根据上述分析, 我们可以把FS与NN的联系总结为表1。

表1 FS与NN的联系

	神经网络 NN	模糊系统 FS
不同点	学习功能	逻辑功能
相似点	输出特性	隶属函数
	积-和运算	最大-最小运算

3. FS与NN融合的途径

从不同的角度出发, 基于不同的联系点, FS与NN可以采用多种方式融合, 以适应不同的应用要求, 但从总体看, 不外乎有以下两种融合模式。

3.1 基于不同点的融合模式

这种模式是将两者的优势结合起来, 使FS或NN在保持原有功能的基础上扩充额外的特殊功能(图2)。

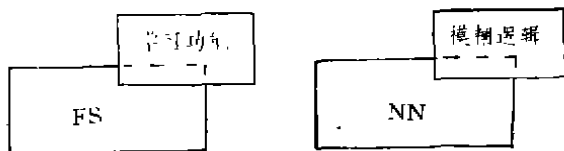


图2 基于不同点的融合模式

a. NN向FS的融合。这种模式是把NN的学习功能赋予FS, 使FS能够自动地从经验中获取模糊规则。这种给FS以学习功能是融合的主要用途之一, 但是, 我们必须意识到, 给FS以学习功能的不只是神经网络, 也可以使用其它学习方法。

b. FS向NN的融合。这种模式是把模糊逻辑插入到NN结构中, 使NN亦具有逻辑推理功能, 也可以利用模糊逻辑提高NN的学习速度。应该注意的是, 这种把FS插入NN的研究者仍处于少数^[7]。

3.2 基于相似点的融合方式

这种模式是利用FS与NN在某一相似点的重叠使两者融为一体(图3)。

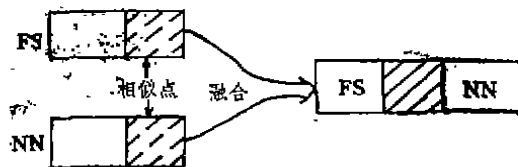


图3 基于相似点的融合模式

a. 利用NN输出特性与FS隶属函数重叠的融合方式。由于调整神经元(网络)的输出特性即相当于调整隶属函数的形状, 所以这种融合方式可以用于隶属函数的自动设计^{[7], [8]}。应该注意的是, 这种融合可能与聚类有关, 基于这种融合所设计的模糊聚类系统在用于字母数字符号的识别中取得较好的效果^[7]。

b. 利用NN的积-和运算与FS的最大-最小运算重叠的融合方式。这种融合可以构成模糊神经网络FNN, 而FNN可以直接采用最大-最小运算来完成模糊推理。应强调一点, 在这种融合方式下, 隶属函数可以看成

是神经元的突触。

c. 上述两个相似点同时重叠的融合方式。这种融合方式有待于做深入的研究。

4. FS与NN融合技术的应用

近几年来,人们应用FS与NN的不同融合方式,获得了较多的研究成果,其中一些成果已成功地应用于实际工作中。例如D.L.Hundson等人将NN与模糊专家系统结合起来诊断肺癌,基本上取消了专家问诊^[8]。日本的由尼西斯公司将技术处理后的结果输入神经网络系统,将其输出结果——买卖能力作为模糊推理的输入信号的一部分,建立了股份买卖判别专家系统,这个系统曾在1988年计算机世界展览会上展出。

下面通过利用NN实现模糊集隶属函数的自动设计说明融合技术的具体应用。

大家知道,隶属函数是模糊理论中的一个重要概念,然而其设计却是一个薄弱环节。通常采用的人工试凑法,模糊聚类法均有一定的局限性,然而NN与FS的融合在这类问题中可以起重要的作用,这个作用是通过定性概念提供定量表达和在整个语言符号定性处理过程中正确地保持定量表达而实现的。

对于NN,当给定一定数量的函数采样值时,就可以产生一个连续函数的网络表达^[9],这意味着NN可以用有限个采样点,在很宽的可能性范围内,以有效的方法来建立一个可以表达所讨论概念的隶属函数。用这种方式建立隶属函数不是随意的,而是受制约的,例如,各种集合运算,扩展原理等都要用NN和网络的输入-输出模式来表达。

例如,要找一个“高个子”(tall)且“不笨手笨脚”(not clumsy)的人,其模糊逻辑描述为: $\mu_{tall \wedge not\ clumsy}(h) = \min(\mu_{tall}(h), \mu_{not\ clumsy}(h))$,其中 h 为身高。其NN实现如图4所示。图中三个子网络的输出分别对应三个隶属函数,利用NN的学习功能,可以自动地获得这三个隶属函数。应该注意到,用NN不仅表达了模糊集合,而且也表达

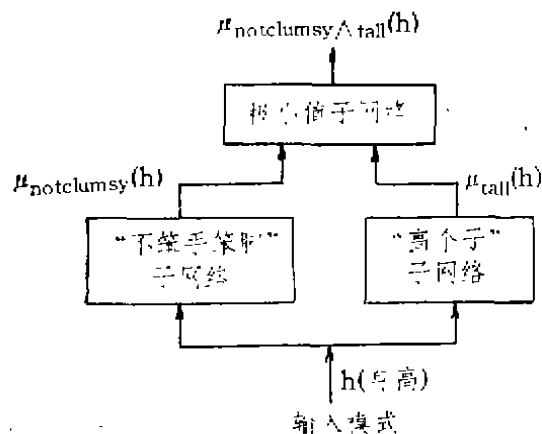


图4 “高个子”且“不笨手笨脚”的NN实现了模糊逻辑。

这种利用FS与NN融合来实现隶属函数的自动确定有许多优点:a)由于不是人工试凑,而是通过计算获得的,故缩短了设计时间;b)由于NN的非线性,可以设计出非线性隶属函数;c)由于NN的学习功能,能自动获取经验与方法;d)通过NN的学习功能,能动态地适应推理环境。这些优点从某种程度上反映出FS与NN融合技术的广阔应用前景。

5. 展望

尽管FS和NN的研究已取得了实质性进展,特别是在日本等已达到实际应用水平,但是,FS与NN融合概念的提出及其理论和应用的研究却是最近才开始的^[7]。因此,存在许多有待于进一步探讨和解决的问题。

(1) FS与NN融合的实质是形成一种功能更强的信息处理模式,因此应该相应研究一种适于这种模式的新的处理形态、算子等,这必将给FS与NN两个领域带来新的发展。

(2) FS与NN融合在解决专家系统的瓶颈问题——知识的表达与获取方面将很有作为,这就需要对用NN自动获取模糊推理规则问题做深入的研究。

(3) 随着时代的发展,人们已由针对大系统实施控制的作法改变为针对单个参数控制和满足大生产的需要。因此,研究一种

54-62

TP301.6

数据并行的计算模式、语言及其编译*

张可军 杨桃栏 陈福接

(国防科技大学计算机系 长沙410073)

摘 要

In this paper, we describe the concept of data parallel computation and prove that the data parallel computation model is prior to other parallel computation models. We also present the needed functions of the advanced languages which can be used to support the model. At last, we point out the technical difficulties and their solution of the corresponding compiler.

一、引 言

并行巨型机的发展与并行处理技术(并行性的开发和利用)的发展紧密相关。并行性种类繁多,目前并行处理中最重要的两种是:

(1) 控制并行性——允许多个不同操作同时进行,利用控制并行性的典型例子有流水线技术、多功能部件技术。

(2) 数据并行性——多个处理机同时对多个操作数进行同样的操作。

这两种并行性都可用于提高并行机速度,但实际上,利用数据并行性可获得最大效益。这是因为(1)数据并行性提供了最大的潜在并行性,其它并行性都会受到可同时处理的元素个数的限制,即相关性限制的流水线站数,能同时进行的不同的功能个

*)八五国防预研项目“向量识别与并行化技术”资助课题。张可军 讲师,在职博士生,主攻并行语言、编译及并行处理技术的应用。杨桃栏 教授,博士副导师,主攻并行巨型机的并行语言编译。陈福接 教授,博士导师,系主任兼研究所所长,主攻巨型机的研制、生产及应用。

能适应环境变化的自适应模糊推理方法是很必要的,这就需要研究一种新的学习方法,它能够部分修改NN中形成的函数,且能够放弃过去的学习数据。

(4) 如前所述,把NN向FS融合的研究者较多,而反之较少。人们已注意到把模糊推理嵌入NN将有利于其功能的改善,可以肯定,在NN设计中合理地使用模糊逻辑将是未来的发展趋势。

(5) 人们一直期待能把模糊理论引入NN的学习中,以实现NN高速学习,但这一研究工作刚刚起步^[6]。

此外,FS与NN融合系统的硬件实现,引入网络结构以实现高速模糊推理等均是有待解决的问题。

FS与NN的融合绝非简单的组合,许多理论与应用问题只能通过FS与NN等领域研究者的共同努力才能解决。笔者深信,FS与NN融合技术必将成为知识信息处理系统的强有力工具。

致谢 日本松下公司中央研究所的高木英行先生提供了有关论文,谨致谢忱。(参考文献共9篇略)