

中医舌诊八纲辨证神经网络知识库构建*

吴 芸¹, 周昌乐¹, 张志枫²

(1. 厦门大学 人工智能研究所, 福建 厦门 361005; 2. 上海中医药大学 基础医学院, 上海 201203)

摘要: 根据中医诊断推理对知识的不确定性、不完全性和逻辑推理的模糊性及“软计算”技术的特点出发, 探讨了利用“软计算”的方法构建中医诊断神经网络知识库的基本设想, 最后在 MATLAB 中利用现有结构固定的三种神经网络模型分别粗略地构造了中医“八纲辨证”神经网络, 并分析其计算结果。说明采用神经网络技术构建中医诊断知识库是完全可行的。

关键词: 软计算; 神经网络; 中医诊断; 中医“八纲辨证”知识库

中图法分类号: TP391.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)06-0188-02

NN Knowledge Based to TCM Tongue Diagnosis Eight Principal Syndromes

WU Yun¹, ZHOU Chang-le¹, ZHANG Zhi-feng²

(1. Institute of Artificial Intelligence, Xiamen University, Fujian Xiamen 361005, China; 2. College of Basic Medical Science, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China)

Abstract: Traditional Chinese-Medical diagnosis has the characteristic of uncertainty, imperfection and illegibility, and the soft compute has the same characteristic. Form the point of view, we discuss the thought that use the technology of soft compute to construct the Traditional Chinese-Medical NN(Neural Network) knowledge base. In the thesis, we also use three models of neural network, which have the fixed frame, to construct the neural network of the TCM tongue diagnosis eight principal syndromes, and analyses the result. So it's feasible that using the NN technology to construct the TCMD knowledge base.

Key words: Soft Compute; NN; TCMD(Traditional Chinese-Medical Diagnosis); TCM Eight Principal Syndromes NN Knowledge Base

随着社会各方面的信息化, 其概念已刻不容缓地进入了医学领域。在计算机的帮助下, 西方医学在各个方面的研究成果日益显著, 医务人员的工作效率日渐提高。作为另一大医学理论体系的中医学仍然沿袭着上古的方法为大众服务, 并没有从根本上解决中医辨证论治的逻辑形式化描述问题, 这成为了医务人员的学习和工作, 以及将中医推向世界的障碍。中医学是在古代的唯物论和辩证法思想的影响和指导下, 通过长期的医疗实践, 逐步形成并发展成为独特的医学理论体系的。实践证明, 贯穿中医学基本理论的诊病方法和辩证思维不能完全照搬西方医学所采用的计算机信息技术来实现中医学的智能信息化^[1]。基于中医诊断推理对知识的不确定性、不完全性和逻辑推理的模糊性等特点决定了要实现中医诊断的信息化必须从计算机“软计算”技术方面入手。

1 软计算与中医诊断

软计算也称为“计算智能”或“不确定性计算”, 旨在通过不精确性和不确定性计算来解决常规计算(“硬计算”)难以处理的复杂问题。“神经网络”、“遗传算法”、“概率推理”、“模糊推理”、“决策技术”等都是从不同角度试图在信息不完全、不精确的情况下, 根据已有数据进行训练、挖掘新的数据关系,

从而产生合理的推理方案。在这些方法中, 各种方法之间的关系是协同互补的而不是竞争的。这里“不确定性”是在广义上使用的。涵盖模糊性、随机性、不精确性、不完整性、部分真值以及近似表达等, 均属于广义模糊认知的范畴。其中, 神经网络可以作为联想记忆器, 或分类器、聚类器^[2]。

中医诊断主要就是根据病人的病“症”(即“症状”、“体征”)与相应的病证进行对映, 其实也就是对各种各样的病“症”进行分类, 每一类病“症”对应一个病证。这一特点, 就可以利用软计算方法与技术构建根据病人病“症”进行病证分类的神经网络来初步解决病症—病证组合分类的问题。

2 中医“八纲辨证”神经网络知识库构建

中医诊断知识非常丰富, 要让计算机根据中医知识进行自动诊断, 还需要一个庞大的中医知识库。如果将中医临床中出现的每一种病例都列入知识库中, 而知识库自身毫无自我学习和调整功能, 其规模是十分庞大的。而且在中医诊断推理中还会时常出现病“症”的相互矛盾, 这样的知识就无法同时收集在一般的知识库中。鉴于以上因素, 可采用一个或一类中医病证对应构建一个神经网络, 利用病证的典型病例对其进行构造和训练网络的方法, 使一个神经网络对应一个或一类病证。例如, 在中医诊断时, 可以先确定八纲病证(表证、里证、寒证、热证、虚证、实证)后再定病变部位(气血、脏腑等), 利用合适的神经网络模型构造其对应的神经网络。因此“八纲辨证”神经网络知识库是中医诊断神经网络知识库的第一部分。

收稿日期: 2005-05-05; 修返日期: 2005-06-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60275023); 厦门大学院士基金资助项目

中医诊断通过望、闻、问、切得到的病“症”数目繁多,而且每一个病“症”还有各种程度问题(如:舌的颜色——淡红、淡白、绛红),如果将所有临床病症及其病症程度都作为神经网络的一个输入神经元(即二进制形式的输入),构建的神经网络的输入神经元的个数将要达到上百个。为了减少输入神经元的个数,可以采用一个病症就对应一个输入神经元(即非二进制形式)和神经网络分级的策略。

首先把每一个临床病症作为一个输入神经元,输入值为整数,即需要把病“症”表现的程度划分为 n 级(依照中医专家的意见),每一级别对应地赋予一个自然数作为输入值(如 $1 \sim n$);其次把病证具有的临床病症按部位或诊法,或其他合理方式进行分类构建神经网络(如:把人体唯一可见的内脏器官——舌的病症特点和其对应的病证作为输入值构建和训练神经网络);最后把各类神经网络推理病证的结构结果进行协调处理。这样各个病“症”的神经网络知识库的合理集合就构成了我们需要的用于计算机进行中医“八纲辨证”诊断推理的神经网络知识库。知识库组织结构如图 1 所示。

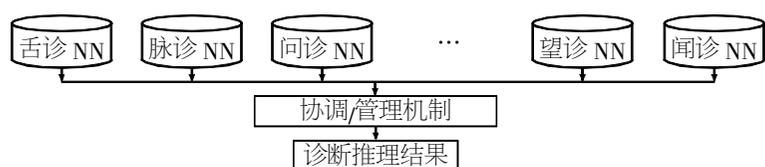


图 1 中医“八纲辨证”神经网络知识库组织结构

目前具有的神经网络模型各式各样,从线性的感知器到多层前馈网 BP,再到广义回归网络、概率神经网络和学习矢量量化神经网络。根据问题的不同特点和性质可以采用不同特点和用途的神经网络模型以达到问题的解决。而中医诊断推理中存在尤为突出的不确定性、不完全性和逻辑推理的模糊性,以及中医病“症”的程度问题,使得很多简单的、分类有限的神经网络模型不适合构建中医神经网络知识库。根据各类神经网络模型的功能和特点,以及我们对中医诊断知识的数据形式,我们首先选择“概率神经网络”、“广义回归神经网络”和“学习矢量量化神经网络”来构建基于舌诊的中医“八纲辨证”神经网络,以验证其可用性。

3 三种神经网络模型构建基于舌诊的中医“八纲辨证”神经网络的比较

(1) 我们以舌象这一病“症”为例来判断中医“八纲”的“表、里、寒、热、虚、实”。表 1 为舌象主要病“症”以及设定的病证对应值。

表 1 舌象主要病“症”及设定的病证对应值

病证	对应值	舌象				
		舌体			舌苔	
		舌色	舌形	舌态	苔色	苔质
表证	1	淡红	少变化	无变化	白、黄	薄
里证	2		多变化	多变化		厚
寒证	3	淡白			白	润滑
热证	4	红绛			黄	燥
虚证	5	淡白、红绛	嫩			剥
实证	6	青紫	老			厚、膩
不详	7					

注:空白处表明此项没有明显病“症”或对病证贡献不大;不详主要是指病“症”信息不足,而无法定病证;表 1 主要是为了验证神经网络技术的可用性^[3]。

(2) 对病“症”进行数据化。以下是病“症”的设定值:

- 舌色: 淡红(1)、淡白(2)、红绛(3)、青紫(4)
- 舌形: 少变化(1)、多变化(2)、嫩(3)、老(4)
- 舌态: 无变化(1)、多变化(2)
- 舌苔色: 白(1)、黄(2)
- 舌苔质: 薄(1)、厚(2)、润滑(3)、燥(4)、膩(5)、剥(6)

如果病证对应的病“症”处空白,设定其值为 0。

(3) 构建神经网络的输入 P 输出 T 的训练或构建样本格式

[舌色, 舌形, 舌态, 苔色, 苔质] / [八纲病证], 根据表 1 构建的样本如下:

- 表证: [1, 1, 1, 1, 1] / [1]; [1, 1, 1, 2, 1] / [1]
- 里证: [0, 2, 2, 0, 2] / [2]
- 寒证: [2, 0, 0, 1, 3] / [3]
- 热证: [3, 0, 0, 2, 4] / [4]
- 虚证: [2, 3, 0, 0, 6] / [5]; [3, 3, 0, 0, 6] / [5]
- 实证: [4, 4, 0, 0, 2] / [6]; [4, 4, 0, 0, 5] / [6]
- 不详: [0, 0, 0, 0, 0] / [7]

为了增加神经网络的输入样本的种类,我们摘录了参考文献[3]的有关资料并整理了作为笔者之一的临床实践,从而适当地增加了训练样本或构建样本的数量。

(4) 实验结果及其分析

以 MATLAB 作为实验工具,分别用非二进制样本(输入 P 输出 T)建立了“概率神经网络”、“广义回归神经网络”和“学习矢量量化神经网络”三种类型的神经网络。并使用一组测试值分别对构建的三种神经网络的性能进行了验证,从中选出几组典型结果如表 2 所示。

表 2 实验结果

序号	输入值 P_i	概率神经网络	广义回归神经网络	学习矢量量化神经网络
a	[1, 1, 1, 1, 1]	1	1.000	1
b	[0, 2, 2, 0, 2]	2	2.000	2
c	[2, 0, 0, 1, 3]	3	3.005	4
d	[3, 0, 0, 2, 4]	4	3.999 8	4
e	[3, 3, 0, 0, 6]	5	5.003 7	5
f	[4, 4, 0, 0, 5]	6	5.996 1	5
g	[0, 0, 0, 0, 0]	7	6.977 6	6
h	[0, 0, 0, 0, 6]	5	5.000 0	5
i	[0, 2, 2, 0, 0]	2	2.000	2
j	[3, 0, 0, 0, 4]	4	3.999 8	4
k	[3, 3, 0, 0, 0]	6	6.000 0	6
l	[1, 0, 0, 0, 1]	1	1.023 3	1
m	[2, 0, 0, 0, 3]	3	3.058 8	3
n	[4, 0, 0, 0, 0]	6	6.000 0	6
o	[0, 2, 0, 0, 2]	2	1.937 8	2

三种网络随着样本值的增多和相应参数的调整,其性能也会有所改进,例如“学习矢量量化神经网络”,适当地增加其竞争层的神经元个数能够起到增强其分类能力的作用,但是当其增加到一定数目时再增加神经元数目,其分类能力不但得到很大地改变,甚至会有下降趋势。本实验数据采集的是参数调整中,相对较优的一组数据。

实验结果表明现有固定结构的神经网络结构,对于样本输入值(如测试值 $a \sim g$)的计算结果和样本输入值基本没有很大异样,但在确定全局样本训练误差的情况下,训练后的“学习矢量量化神经网络”对样本输入值的测试还有异常情况,如测试值 c 是根据表 1 的样本,但将其作为测试输入后,“学习矢量量化神经网络”的输入和样本输出值就会有明显的误差。其他两类神经网络模型对于样本作为测试值,其结果没有很大误差。同时对于非样本测试值,其计算结果符合(下转第 198 页)

号与 S3C44B0X 系统的 LVTTIL 电路所定义的高、低电平信号完全不同, LVTTIL 的标准逻辑 “1” 对应 2V ~3.3V 电平, 标准逻辑 “0” 对应 0V ~0.4V 电平, 而 RS-232-C 标准采用负逻辑方式, 标准逻辑 “1” 对应 -5V ~ -15V 电平, 标准逻辑 “0” 对应 +5V ~+15V 电平, 显然如果两者之间要进行通信, 则必须经过信号电平的转换, 我们选用的电平转换芯片为较常用的 MAX232C。

2.3 软件设计

从总体来讲, 本监控系统的软件部分主要由上位机软件和终端软件两大部分组成。

由于我们在终端加入了实时操作系统 VxWorks, 所以终端软件主要包括板级支持包 (BSP) 的编写、操作系统的移植、在 VxWorks 平台上应用程序的编写等部分。其中板级支持包 (BSP) 的编写是终端软件设计的难点, 好在 VxWorks 一般都会提供相应的 BSP 模板, 我们只要看懂它并且针对我们具体的 ARM CPU 做一些裁剪和修改即可。应用程序部分主要是网络协议的实现, 由于 VxWorks 内核内置有标准的 TCP/IP、PPP 协议栈, 我们只要做一些简单的配置和数据的封装即可, 从而可大大缩短终端软件的开发周期。

上位机软件是采用 Visual Basic 6.0 编写而成的。它使用 WinSock 控件接收和发送数据, 能够将发送的一帧数据进行封装, 即自动添加 CRC 校验并压包; 接收到的数据也是已经解压且去除了 CRC 校验的一帧数据; 该控件提供了标准的事件处理函数、过程, 并通过属性的方法提供了串行通信口参数的设置, 实现功能完善的串口数据发送及接收。

上位机根据一定的通信协议与终端进行通信。其格式如下:

Head	Address	Data_len	Func_code	Data_area
16bits	16bits	8 bits	8 bits	N* 8bits

其中:

(1) Head 为帧间隙, 双字节。本系统设定为十六进制的 FAF A。

(2) Address 为标志终端的地址号。每个终端设定的地址号是唯一的。

(3) Data_len 为数据帧的长度, 即 Func_code 和 Data_area 中包含的字节数。

(4) Func_code 为本系统中定义的十六进制的各种功能代码。

(5) Data_area 为帧的数据区。最多有 N=46 个字节。

3 结束语

本系统实现了上位机与多个终端之间的图像实时监控、多路现场开关量 DI 的检测、多路继电器 DO 输出、多路 0V ~5V 电压模拟量检测和多路 4mA ~20mA 的电流模拟量检测, 在速度、安全性和运营费用方面都达到了较理想的效果。目前, 本系统已经完成最后的调试, 即将进入现场试运行。此外, 由于在软硬件设计上我们充分考虑了不同的应用场合, 留有充裕的扩展空间, 因此相信该系统将会有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 李驹光, 聂雪媛, 等. ARM 应用系统开发详解 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
 [2] 吕捷. GPRS 技术 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
 [3] 高月芳, 罗飞. Visual Basic 和 GPRS 环境下的远程监控系统 [J]. 计算机应用研究, 2005, 22(3): 192-193.

作者简介:

戢卫平 (1976-), 男, 硕士研究生, 研究方向为控制理论与控制工程; 罗飞 (1957-), 男, 教授, 博士生导师; 曹建忠 (1969-), 男, 博士研究生; 程杏慧 (1968-), 女, 工程师, 学士, 研究方向为电力系统自动化的管理和研究。

(上接第 189 页) 中医诊断的结果存在着差异, 如测试值 k: 说明病人的舌色为绛红色, 且舌态显为 “嫩”, 在没有其他辅助病症的信息下, 应该相对趋于将病证定为 “虚” 证 (5), 而不是 “实” 证 (6)。但是, 从 “概率神经网络” 和 “广义回归神经网络” 的结果来看, 对于非二进制的样本, 这两类神经网络除了能够准确计算出样本之外, 也能够计算出部分其他非样本测试值的合理结果。

4 总结

以上实验结果表明, 利用现有固定结构的神经网络模型构建中医诊断神经网络知识库, 能够根据样本值对网络的构造和训练, 对部分非样本测试值作出合理的诊断。从而说明采用神经网络技术构建中医诊断神经网络知识库是完全可行的。但是由于网络结构相对固定, 只是根据样本对其权值进行训练, 而不能根据样本动态地调整适合中医诊断推理的神经网络的结构, 达到神经网络权值、结构等整体的最优, 这就限制了中医诊断神经网络知识库中的神经网络有效提高诊断推理结果的准确率。所以, 首先需要从现有的神经网络模型中选择恰当的模型, 构建知识库中神经网络的初始结构及其权值, 再对其利用软计算中其他相互协同互补的方法, 如 “遗传算法” 对构建

的中医诊断知识库中的每一类神经网络进行优化^[4], 以达到针对一类病证诊断的神经网络的结构和权值最优。同时, 可以采用多级目录管理的方式对构建的各个神经网络和神经网络子库进行有效的管理和调用 (这也是我们下一步研究的工作), 从而构建适合中医诊断推理的神经网络知识库。

参考文献:

[1] 周志华. 神经网络及其应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004. 150-200.
 [2] 董长虹. MATLAB 神经网络与应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2005. 121-166.
 [3] 朱文锋. 中医诊断学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2004. 143-156.
 [4] Russell C Eberhart. The Role of Genetic Algorithms in Neural Network Query-based Learning and Explanation Facilities [J]. IEEE(5/92), 1992. 169-183.
 [5] 宋红. 用于医学辅助诊断的神经网络方法的应用研究 [J]. 生物医药工程杂志, 1996, 13(2): 141-144.
 [6] 樊晓平, 彭展, 杨胜跃, 等. 基于多层前馈型人工神经网络的抑郁症分类系统研究 [J]. 计算机工程与应用, 2004, 13: 205-208.

作者简介:

吴芸 (1979-), 女, 江西赣州人, 在读博士研究生, 主要研究方向为人工智能; 周昌乐 (1959-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为人工智能; 张志枫 (1959-), 男, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为中医诊断学。