

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2014.15.008

基于 BP 神经网络的中医脉诊体质类型判定

王颖纯, 白丽娜*

(天津理工大学管理学院, 天津市西青区宾水西道 391 号, 300384)

摘要 针对中医体质判定的特点, 进行网络结构设计、学习算法改进, 论证了 BP 神经网络应用于中医脉诊体质类型判定的合理性和优越性。与其他判定方法对比, 显示了该方法的优点, 且判定结果与中医的体质类型诊断结果相一致。这一方法的实现有利于中医学的广泛传播, 并且能够解决中医资源有限这一难题。

关键词 BP 神经网络; 脉诊; 体质类型; 学习算法

随着人们生活质量的提高, 养生保健“治未病”等理念受到越来越多人的关注。通过体质辨识可以了解发病倾向、降低患病率, 因此, 中医体质辨识在 2009 年底已被纳入《国家基本公共卫生服务规范》^[1]。通过体质辨识可以判定体质类型, 根据每种体质易患的病种, 在饮食起居等方面进行适当调整, 以降低患病的可能性。通过体质类型判定, 为大面积人群“治未病”提供了方法与途径, 从而使多数人摆脱亚健康状态。

脉诊是中医诊断疾病的重要手段之一, 脉诊的科学化和智能化能够有效地解决为大面积人群“治未病”时中医资源有限这一难题, 具有广阔的社会、经济效益和市场应用前景, 也适应了信息时代发展的要求, 可使中医药得到较好的传承与发展^[2]。针对同一患者不同的医生可判断出不同的脉象这一问题, 本研究利用精确脉象仪测定脉象, 设计了脉诊体质类型判定系统, 使判定结果具有客观性。该判定系统包含多项指标输入, 是较复杂的判定系统, 且各判定指标具有模糊性、不确定性, 判定指标数量较多, 彼此之间还存在非线性关联性, 而依据 BP 神经网络的理论, 对脉诊体质类型进行综合判定, 能够很好地解决此类问题。

目前对 BP 神经网络的研究文献较多^[3-5], 已经深入到众多领域, 但是将 BP 神经网络应用于中医脉诊体质类型判定的相关文献尚未发现。本研究利用神经网络进行体质判定时, 先由以往的测定历史数据组成训练样本集, 以每个测试者的身体状况作为输入, 以体质类型作为输出, 对选定的网络模

型进行训练。然后再对将测试人群的身体状况信息经输入节点输入到训练好的神经网络, 则可由输出节点得到测试者的体质类型。

本研究将 BP 神经网络应用于中医学, 通过编程实现后, 对人群进行测试, 并将测试结果与中医诊断结果做比较, 得出二者相一致的结论, 证实了该方法在中医临床上的可行性。通过与问诊、舌诊方法等的比较, 证实了该方法的优越性。本研究也证实了将 BP 神经网络应用于中医脉诊体质类型判定中的合理性与实用性。

1 基于 BP 神经网络的体质判定模型

1.1 模型结构设计

由于任意函数都可以被一个有三层单元的前馈网络逼近, 因此, 本方法亦采用三层 BP 神经网络。组成各层神经元数目不等, 包含正向传播和逆向传播。输入层节点数量由脉诊仪显示结果指标数量决定; 输出层节点数量由中医体质类型分类数决定; 隐含层节点数的确定, 先套用公式: $m = \sqrt{n_1}$, 确定大致节点数, 之后在此基础上探索 $m + 1$ 、 $m - 1$ 等节点数的网络, 直至得到最优结构性网络。其中 m 为隐节点数, n_1 为输入层节点数, l 为输出层节点数。设定的网络结构如图 1 所示。

隐含层节点的作用是从样本中提取并存储样本中内在规律, 隐含层节点数太少, 网络从样本中获取信息的能力就差, 不足以概括和体现训练集中的样本规律; 隐含层节点数太多, 又可能把样本中非规律性的内容如噪声等也学会记牢, 反而降低了泛化能力, 且还会增加训练时间^[6]。故隐含层节点数的选取需经过多次试验方可确定。

* 通讯作者: bailina921@163.com, 15822401586

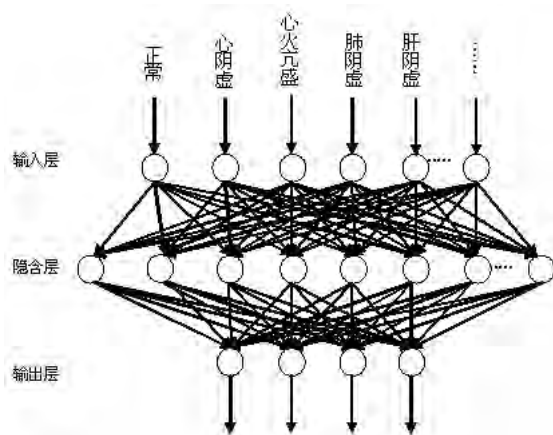


图1 三层BP神经网络结构

1.2 模型原理及具体算法

神经网络能反映人脑的许多功能，是通过大量的神经元广泛互联而成的网络，具有并行处理、自适应、自组织性和自学习能力，能够通过积累知识和经验，不断修正网络结构和权值。BP网络是通过误差逆传播算法（error back propagation training），从后向前计算而达到误差矫正的神经网络^[8]。

脉诊仪测试数据与各种体质类型之间有着必然的联系，可能是多个数据对应一种体质类型，也可以单一数据对应一种体质类型，通过隐含层加强或减弱某种联系，使这种联系与期望结果相一致。对BP网络进行训练时，首先为网络提供一定量的训练样本组，每组样本由输入样本数据和期望输出数据组成，通过修改权值使网络的期望输出和实际输出一致，当网络的最终实际输出与理想输出基本一致时，训练结束。

由于Sigmoid函数作为激活函数连续可微分且更接近生物神经元的信号输出形式，所以本研究中激活函数亦采用该函数^[9]。具体步骤如图2所示。

2 BP神经网络在中医脉诊体质类型判定中的应用

2.1 脉诊结果指标数据的量化

该网络输入数据是脉诊仪测定结果，输出为9种体质类型的分类结果^[10]。通过调查，利用统计软件SPSS分析得到能准确反映脉诊结果的20个指标。每项指标表示为身体的一种症状，并且均为定性指标。由于这些指标表示为有此症状和无此症状两种情况，所以可以对得到的指标进行量化处理。若用数字0、1来表示，则无需经过标准化处理，即可得规范输入数据，如表1所示。

按照先左后右，先上后下的顺序，上述表格数据转化为向量形式，依次是： $X_n = [X_1,$

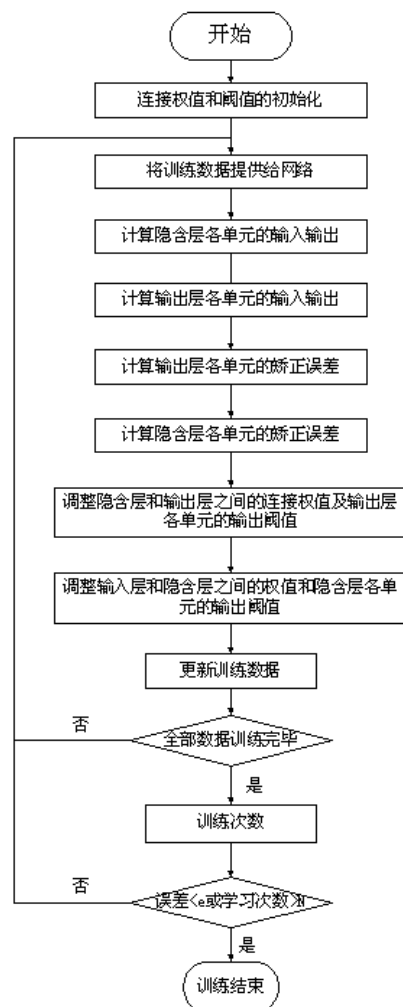


图2 BP神经网络体质判定模型
算法步骤流程图

$X_2, \dots, X_{20}, X_i, \dots,]$, X_i 表示第 i 个脉诊指标输入内容, $i = 1 \dots 20$ 。输出层设定为 4 个单元, 来表示 9 种体质类型, 每种体质类型只有是、否两种状况, 故可将结果信息量化为数据形式, 如表 2 所示。故输出层由 4 个节点组成, 表示出 9 种体质类型, 4 个节点转化为向量形式, 依次为: $Y = [Y_1, Y_2, Y_3, Y_4]$ 。

2.2 网络训练

具体算法步骤用计算机语言编程实现, 根据量化后的数据, 收集大量历史数据组进行网络训练。网络训练结构如图3所示。首先分别训练 (20-9-4)、(20-8-4)、(20-10-4), 全部训练 500 次后, 经过比较分析, (20-10-4) 全局误差最小, 再进行 (20-11-4) 结构型网络训练 500 次, 之后统计其全局误差, 其误差大于 (20-10-4)。由此可以判定 (20-10-4) 结构型网络是最优网络。

表 1 脉诊指标量化数据

指标	量化数据		说明	指标	量化数据		说明
正常	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	肝血虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
心阴虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	脑供血不足	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
心火亢盛	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	肾阳虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
肺阴虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	脾阳虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
肝阴虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	心律不齐	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
肾阴虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	心肌缺血	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
胃阴虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	心脏供血不足	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
气郁	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	肺气虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
肝血虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	肝胆火旺	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有
心血虚	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有	肝阳上亢	0	1	0 表示无此特征, 1 表示有

表 2 9 种体质类型量化结果数据

体质类型	量化数据
平和质	[1000]
气虚质	[0000]
阳虚质	[0100]
阴虚质	[0010]
痰湿质	[0001]
湿热质	[0110]
血瘀质	[0101]
气郁质	[0011]
特禀质	[0111]

2.3 应用网络对体质类型进行判定

利用量化的指标和上述训练好的网络, 选取待测定样本数据 100 组, 进行体质类型的判定。以下列出部分待测定数据, 如表 3 所示:

样本组数据 X^i 由两部分组成, 样本值 X 和实际结果 Y 。样本值是收集的脉诊仪输出结果指标数据, 实际结果数据是由中医专家诊断后的数据。将样本值输入体质判定的 BP 神经网络中, 统计输出结果, 并与中医诊断结果对比分析。根据所得数据, 计算出全局误差, 如图 4 所示。

由图 4 可以看出, 全局误差都在 $[-0.150, 0.150]$ 范围之内。中医对人体的诊断结果往往不像西医那样唯一确定, 时常会出现不同的中医对同一患者的判定结果不同, 但大体上不会有特别大的差异。故对于该网络结构来讲, 判定人的体质类

型, 不可能训练到出现百分之百的属于某种体质类型, 在高于 85% 的正确率下, 已经可以说明属于那种体质类型, 该网络测定结果比较符合实际。

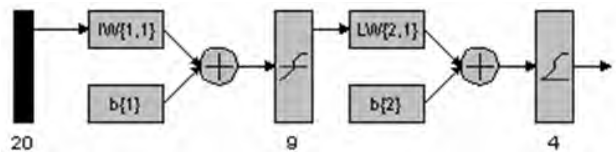


图 3 网络训练结构

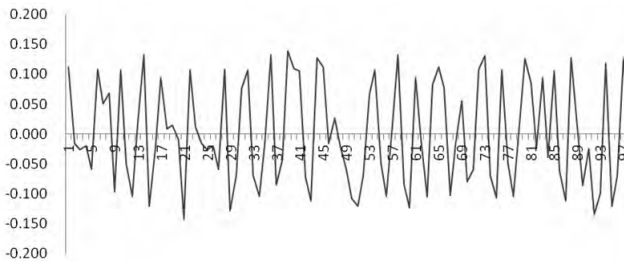


图 4 测定数据全局误差统计

3 结束语

本研究提出的基于 BP 神经网络的中医脉诊体质类型判定方法, 通过建立指标体系, 收集数据组, 经过网络训练, 确定了网络结构。在此基础上, 对待测试者体质类型进行判定, 在不用中医师亲历诊断下即可判定出测试个体的体质类型, 并根据相应体质类型提醒其易患疾病, 提前预防, 达到“治未病”的效果。

表 3 待测定样本数据

样本	样本值																				实际结果
X^1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	[1000]
X^2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	[0000]
X^3	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	[0100]
X^4	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	[0010]
X^5	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	[0001]
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
X^{100}	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	[0000]

本研究从指标收集到判定出结果均不受主观因素影响,使得基于该方法的体质判定更具有客观性。该判定方法得以应用的前提条件是要有能够反映身体全部证候的指标体系 and 对应于该指标体系的历史数据作为训练样本。如果没有健全的指标体系或历史数据较少,那么所训练的神经网络预测效果难以保证。因此,该方法仅适用于那些指标体系健全并且历史数据较多的 BP 神经网络。根据测试结果可以预言,将 BP 神经网络这一人工智能技术引入到中医体质判定系统中,建立脉诊体质判定系统,是一个客观且有效的方法。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. 国家基本公共卫生服务规范 (2009 年版). <http://www.nhfp.gov.cn/zhuzhan/wsb-mgz/201304/b175eb09dfd240f6bae36d2fb67c8619.shtml>.
- [2] 陈涛. 基于当代名医医案数据库的舌脉诊研究 [J].

北京:北京中医药大学,2006.

- [3] 胥悦红,顾培亮. 基于 BP 神经网络的产品成本预测 [J]. 管理工程学报,2006(4):61-64.
- [4] 张绪锦,谭剑波,韩江洪. 基于 BP 神经网络的故障诊断方法 [J]. 系统工程理论与实践,2002(6):61-66.
- [5] 李鸿,陆小左. 脉诊研究 [J]. 湖北中医杂志,2010,32(7):27-28.
- [6] 文字桥,马将,李传芬. 智能中医脉诊系统研究 [J]. 内江科技,2011(1):122.
- [7] 韩立群. 人工神经网络教程 [M]. 北京:北京邮电大学出版社,2006:74-75.
- [8] 王旭,王宏,王文辉. 人工神经网络原理与应用 [M]. 沈阳:东北大学出版社,2007:51-59.
- [9] 黄竞伟,朱福喜,康立山. 计算智能 [M]. 北京:科学出版社,2010:133-152.
- [10] 中华中医药学会. 中医体质分类与判定 [J]. 世界中西医结合杂志,2009,4(4):303-304.

Determination of Constitution Type in TCM Pulse Examination Based on BP Neural Networks

WANG Yingchun, BAI Lina

(Tianjin University of Technology, Tianjin 300384)

ABSTRACT Based on the characteristics of TCM constitution type determination, design of network structure and improvement of learning algorithm, the rationality and superiority of neural networks applied to determine constitution type in TCM pulse examination was demonstrated. Comparing with other determination methods, this method was excellent and the determination result was consistent with TCM constitution type. This method was conducive to the wide spread of TCM and can expand the limited resources of TCM.

Keywords BP neural networks; pulse examination; constitution type; learning algorithm

(收稿日期:2013-12-14;修回日期:2014-01-20)

编辑:黄健

中医杂志社医海林音像书店邮购图书目录

●国医大师临床丛书
李济仁医论医选集 98
中医脾胃病学 (第二版) 158
张灿理医论医话集 168
李玉奇学术思想及临床医案 98
中医古籍文献学 (第2版) 228
张琪学术思想探赜 78
●名老中医方药心得丛书
周文泉老年病临证经验集 79
白兆芝临证经验集萃 88
祁宝玉眼科方药心得 50
姜良铎内科方药心得 68
徐福松男科纲目 88
晁恩祥临证方药心得 58
俞长荣临床经验集 68
段富津方剂学讲课实录 78
●重读中医经典丛书
内经临床精要 59
金匱要略临床运用 48
金匱要略临床精要 58
伤寒论临床精要 59
内经临床运用 79
伤寒论临床运用 59
伤寒论临床发挥 68

●中医药科学方法学研究系列丛书
中医药理论技术发展的方法学思考 118
古代中医名家学术思想与认识论 98
中医学科学方法特征与沿革 69
中医药临证特效实例与方法学思考 50
中医临床基础医学研究 128
当代中医药学家谈科学思维与方法 88
●其他图书
现代中成药的药材炮制 98
抗微生物药物合理应用手册 39
天然产物化学研究 198
病毒感染性疾病中医治疗学概要 54
常见肿瘤的非手术治疗 79
康复评定学 148
糖尿病饮食新概念 20
中药血清药物化学 188
现代脉诊学 148
岭南本草集锦 148
临床常见疾病影像诊断及治疗原则 128
广西特色中草药资源选编 498

中医学概论 (英文版) 68
中医学导论 69.8
病毒性传染病中医治疗概要 58
脊髓损伤的中西医结合治疗 98
中医学名词内科学妇科学儿科学 88
伤寒论方剂当代研究 128
手法治疗骨科软组织损伤图释 39.8
中国的藏医 (汉文、藏文、英文) 98
中药药对表解 (修订版) 39
中药微量元素分析 58
伦理委员会制度与操作规程 78
糖络杂论 (第2版) 128
药用植物教学践行录 98
藏医药临床实践方法汇集 98
当代中医药领域杰出人物案例研究 68
全国名老中医柴瑞霭临床经验集萃 78
章次公《药理学》点校 48
刘炳凡医论医案 118
林沛湘学术经验集 138
华廷芳学术经验集 128
黄德影医文精华 68

柴浩然医论医案集 128
陈雨苍中医妇科临床经验 68
何汝湛金匱要略探究 78
重订何子淮女科 98
章次公医案经验集 158
白清佐先生临床经验辑要 48
孟庆云讲中医经典 58
裘沛然讲《内经》 38
张琪讲临床 42
张灿理医论医案纂要 79
农村实用液体疗法 37
农村实用针灸技术 34
中药炮制实用技术 29.8
地方性疾病中西医结合诊疗技术 27
千金翼方译注 110
当代中医外治精要 48
济阴阴阳纲目 140

以上书均免费邮寄,欲购者请汇款至北京东直门内北新仓 18 号中医杂志社医海林音像书店图书部收,邮政编码:100700。电话:(010)64035632。请在汇款单附言栏写清所购书名、册数及邮编。