

抑郁症疗效评价预测神经网络模型研究

车丽丽¹ 杨平²

(1. 长春中医药大学附属医院 长春 130011 2. 长春工业大学数学与统计学院 长春 130012)

摘要：本文重点研究了人工神经网络理论在抑郁症疗效评价问题中的应用，主要选取 RBF 神经网络作为建模方法，以影响抑郁症治疗效果的多种因素作为预测因子，以 HAMD 和 SDS 量表的减分率作为预测目标，对长春中医药大学附属医院提供的抑郁症治疗病例进行训练、拟合，建立了抑郁症疗效评价的仿真模型。通过对疗程末期的疗效进行预测，为制定和调整治疗方案，提高临床疗效提供了量化依据。

关键词：RBF 神经网络；HAMD 量表；SDS 量表；抑郁症疗效评价

CHE Li-li¹, YANG Ping²

1. Affiliated Hospital of Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun 130011

2. Institute of Applied Mathematics, ChangChun University of Technology, Changchun 130012

The research on neural network in Predictive model for evaluation of Depression

ABSTRACT: This paper focuses on the application of artificial neural network in the evaluation of Depression, RBF neural network is selected as the modeling method, factors affecting the treatment of Depression were selected as predictor, the reduction rate of HAMD and SDS Depression scale was used as the forecast goal, The training model of melancholia in the Affiliated Hospital of Changchun University of Traditional Chinese Medicine was trained and fitted. Through the prediction of the effect of the end of the course of treatment, provide a quantitative basis for the formulation and adjustment of treatment programs, improve clinical efficacy.

Keywords: RBF ANN, hamilton Depression scale, SDS scale, Efficacy evaluation of depression

中图分类号: O29

文献标识码: A

0 引言

抑郁症是一类高致死致残率的多发性精神疾患，近十几年来在不同国家迅速蔓延。据 WHO 相关资料显示，当前全球范围内有 4%~5% 的抑郁症患者，并且抑郁症大规模爆发的危险率为 15%~20%。目前最为普遍的抑郁症治疗方法是药物疗法和心理疗法。包括针刺疗法在内的传统医药治疗，作为一种非主流疗法，以其显著的临床疗效和较少的不良反应，正日益受到医学界的关注。对抑郁症治疗效果产生影响的因素复杂多样，疾病状态本身的特点，患者个人差异，自然和社会环境，治疗手段的差异等等，以及各影响因素的相互作用，都会从生理学、心理学到社会学各个方面对抑郁症的治疗效果产生影响^[1]。

目前中医学包括药物、针灸等临床研究中，关于疗效评价的方法学研究欠缺。抑郁症的治疗效果与多种影响因素之间的关系属于复杂非线性问题的范畴，对现代数理统计、复杂性方法的吸收和利用不足，影响了临床研究的可靠性和指导性，也制约了临床事业的发展效果。对疾病的治疗效果的预测问题的解决办法和方式可以分为统计技术、专家系统法和神经网络方法等 3 种。统计技术中所用的预测模型一般为时间序列模型、回归模型、灰色模型等。统计模型最大的优点在于其具有明显的解释性，存在的缺陷在于其过于严格的前提条件。专家系统法利用了专家的经验知识和推理规则，可以使多种复杂情况下的疗效预测精度得到提高，但是，把专家知识和经验等准确地转化为一系列规则是非常不容易的。人工神经网络是一种模拟人脑信息处理方法的非线性系统，具有较强的处理非线性问题能力，比较适合于一些信息复杂、知识背景不清楚和推理规则不明确问题的建模^[2]。

因此，本文研究引入了 RBF 神经网络方法进行抑郁症临床疗效研究。基于临床试验，选择与抑郁症针刺治疗效果密切相关的因素以及体现中医学整体思想的疾病状态、社会功能、生活质量等指标作为神经网络的输入变量，将其量化数据赋予网络的输入层，将经治疗后量表的评定结果作为输出变量值。收集病例形成神经网络的训练测试样本，进行网络的训练和测试，建立了抑郁症疗效评价预测的仿真模型。通过数据测试，证明可以得到准确的评价结果^[3]。

1 基本理论、模型

RBF 神经网络是一种适用于分类问题的径向基 (RBF) 神经网络。将复杂的模式分类问题非线性地投射到高维空间将比投射到低

维空间更可能是线性可分的，这也正是 RBF 神经网络解决非线性分类问题的原理：RBF 网络用隐层单元先将非线性可分的输入空间设法变换到线性可分的特征空间（通常是高维空间），然后用输出层来进行线性划分，完成分类功能^[4]。

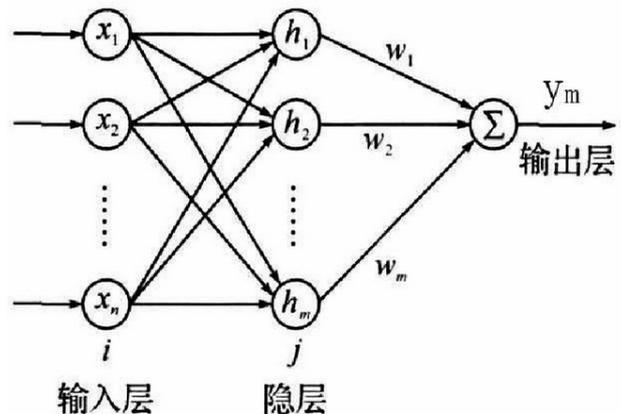


图 1 RBF 神经网络结构

如图 1 所示，RBF 网络结构与多层前向网络类似，是一种三层前向网络。第一层即输入层由信号源节点组成， $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ 为网络的输入向量；第二层为隐层，隐单元数视所描述的问题的需要而定，隐单元可表示为径向基向量 $H = [h_1, h_2, \dots, h_m]^T$ 。

$$h_j = \exp\left(-\frac{\|X - C_j\|^2}{2\sigma_j^2}\right), j = 1, 2, \dots, m$$

式中， $\|\cdot\|$ 表示欧式范数， h_j 为高斯基函数，表示以网络的第 j 个节点的中心 C_j 为中心径向对称且衰减的非线性函数，其中 σ_j 称为基函数的扩展常数或方差；第三层为输出层，是对隐层神经元输出的线性组合^[5]。如下式：

$$y = \sum_{j=1}^m h_j w_j \quad j = 1, 2, \dots, m$$

训练 RBF 网络通常采用两步

1) 确定神经元中心 C_j 和扩展常数 σ_j 的, 常用的方法有在样本中选取和 K-Means 聚类法^[6]。

2) 确定隐层到输出层的权重 w_j , 常用算法为 BP 算法。

2 抑郁症疗效评价预测建模及在 Matlab 的实现

依据文献综述和临床试验结果,本研究选取如表 5.1 所示的 10 个影响因素作为神经网络的输入变量应用到预测模型中,即输入层设定 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{10}$ 共 10 个神经元, 分别对应发病年龄, 既往发病次数, 家族史, 病情严重程度, 病程, 诱因, 既往是否有针灸治疗, 治疗前 HAMD 评分, 治疗前 SDS 评分, 治疗方法十个影响因素。输出层设定 y_1, y_2 , 分别是 HAMD 减分率和 SDS 减分率。本研究中以量表的减分率表征疗效。家族史、病情严重程度等输入参数为定性变量, 为了便于计算, 我们将其转化为定量变量, 转化规则见表 1。

表 1 模型输入输出参数转化规则表

序号	变量	意义	量化值
1	x_1	发病年龄	岁
2	x_2	既往发作次数	次数
3	x_3	家族史	有 1 无 0
4	x_4	病情严重程度	轻度 0 中度 0.5 重度 1
5	x_5	病程	月
6	x_6	诱因	无 0 疾病 0.5 其他 1
7	x_7	既往是否有针灸治疗	有 1 无 0
8	x_8	治疗前 HAMD 得分	分值
9	x_9	治疗前 SDS 得分	分值
10	x_{10}	治疗方法	药物 0 针刺疗法 1
11	y_1	HAMD 减分率	(治疗前得分-治疗后得分) / 治疗前总分
12	y_2	SDS 减分率	(治疗前得分-治疗后得分) / 治疗前总分

本文应用的数据是以长春中医药大学附属医院针灸科提供的抑郁症病例为依据, 对 110 组数据进行分析。基于 RBF 算法, 随机选取其中 70 组数据, 并将其作为训练样本集, 剩余的 40 组数据作为测试样本集。数据使用前, 需要进行最大-最小值标准化, 以消除不同因子之间的量纲影响。RBF 网络预测模型的建模流程如图 2, 包括 4 个基本步骤, 即创建、初始化、训练和仿真。

本文的径向基神经网络的构建与训练是基于 Matlab 的神经网络工具箱^[7]。主要的构建方法为 newrb(), 其主要格式为: net = newrb(P,T,GOAL,SPREED)

其中 P 为输入向量, T 为输出向量, GOAL 为均方误差的目标, SPREED 为径向基的扩展速度。返回值 net 是一个构建好的 RBF 网络^[8]。用 newrb() 创建的 RBF 网络是一个不断尝试的过程, newrb() 创建网络时, 一开始是没有 RBF 神经元的, 它先从输入数据中最大误差的那个样品着手, 增加一个 RBF 神经元, 得到相应的输出, 然后会重新设计网络线性层来逐步减小误差, 反过来又重复根据下一个最大误差的样品, 又增加一个神经元.....一直这样使误差减小,

直到误差达到规定的误差性能时, 整个网络构建结束。

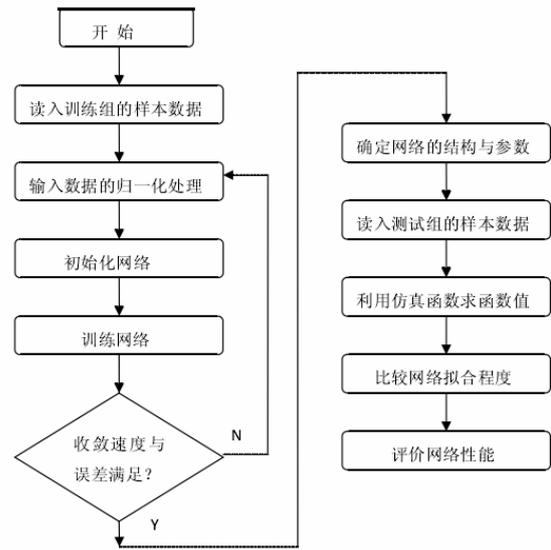


图 2: RBF 网络预测模型的建模流程

在本文中, 输入向量 P 和期望输出向量 T 的构建来自表 2 中的前 70 组样品数据, GOAL 设置为 0.001 SPREED 设置为 3。如图 3 所示, 在训练到第 26 代时, 即隐层神经元增加到 26 个时, 网络的输出误差为 0.008, 小于预先设定的均方误差, 符合要求, 停止训练, 即神经网络构建完成。

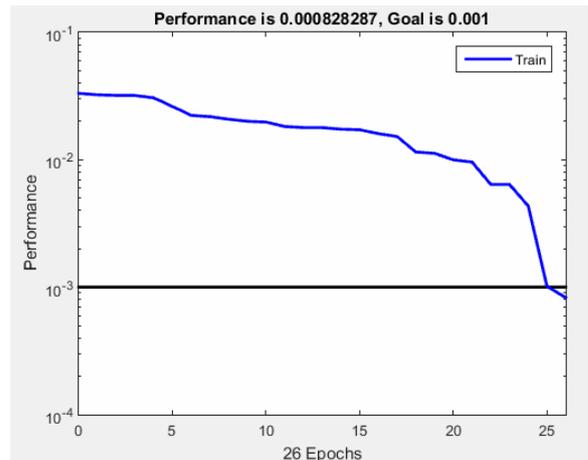


图 3 神经网络训练误差变化图

接下来通过测试样本集对网络进行测试, 看网络是否可以正确诊断评价抑郁症疗效。如果可以正确诊断出疗效, 则网络可以投入使用。网络运行的方法为:

$$y = \text{sim}(\text{net}, P)$$

其中: net 代表前一步已经建立好的网络, P 为测试的输入样本矩阵, y 表示实际数据结果, 与期望输出结果比对, 可比较是否正确。本例中的 P 来自表 2 的后 40 个样品数据, 测试结果见图 4:

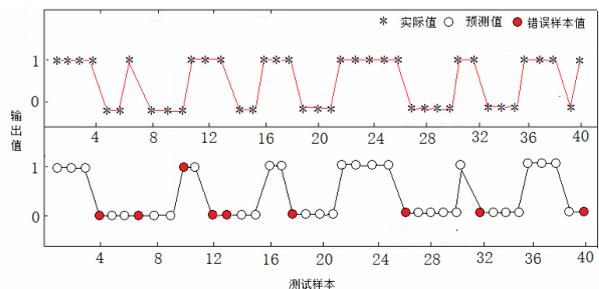


图 4 RBF 神经网络预测结果比较图

如图 4 所示,在总计 40 个测试样本中,有 31 个样本的预测结果值与实际值相符合,只有 9 个预测失败。样本预测正确率达到 77.5%。由此可见,模型的预测精度较高,可以符合实际要求,即 RBF 神经网络的抑郁症疗效评价模型是行之有效的,可以预测抑郁症治疗的有效情况,用于临床改善方案。

3. 结论

(1) RBF 神经网络模型的仿真结果覆盖了现有的绝大部分实测数据。表明了该方法抑郁症疗效评价领域上的有效性、优越性,同时对医学上的数据挖掘、无创诊断提供了一个新的方向,具有一定的推广价值。

(2) 基于 Matlab 神经网络工具箱的应用在很大程度上解决了神经网络训练和仿真过程中繁琐的数学计算问题,提供提高了诊断效率和水平。

参考文献:

[1] 杨秀岩.神经网络预测方法在抑郁症疗效评价中的应用研究[D].北京中医药大学,2008

[2] 高隼.神经网络原理及仿真实例[M].北京:机械工业出版社,2003

[3] 刘铭.若干混合智能计算方法及应用研究[D].吉林大学,2014.

[4] 吴开贵,王韶.基于 RBF 神经网络的电网可靠性评估模型研究[J].中国电机工程学报,2000,20(6):9-12.

[5] 李兴旺,董曼玲.地面水质评价的 RBF 神经网络方法[J].水土保持通报,2002,22(3):51-55.

[6] 张华.基于 RBF 神经网络的电力客户信用评估模型研究[D].中山大学,2008.

[7] 飞思科技.神经网络理论与 matlab 实现[M].电子工业出版社,2007.

[8] 刘安,刘春生.基于 RBF 神经网络的非线性系统故障诊断[J].计算机仿真,2007,24(2):141-144

【基金项目】国家自然科学基金项目(No.51278065)

【作者简介】卢海峰,(1978—),男,长春中医药大学附属医院信息中心,Email: 936342317@qq.com