

Application of BP Neural Network in the Cold of Insufficiency Type of Constitution of Yang Asthenia

Ruizhen Wang*, Siqu Zhao*, Hong Meng#

School of Science, Beijing Technology and Business University, Beijing
Email: 1360392136@qq.com, 861755076@qq.com, #menghong2000@163.com

Received: Sep. 1st, 2017; accepted: Sep. 15th, 2017; published: Sep. 21st, 2017

Abstract

Objective: Regarding a group of people with constitution of yin-yang harmony as control group to explore cold of insufficiency type of constitution of yang asthenia by using BP neural network. **Method:** Volunteers' skin data were strictly collected in Chinese cosmetic research center. After data collected, Matlab software was used to establish by BP neural network relationship between expert scoring (subject data) and indicators (object data). **Result:** The advantage of this method is quick analysis people's physique type and the accuracy of the result that classifying constitution of yin-yang harmony and constitution of yang asthenia is more than 90%. **Conclusion:** The advantage of this model is more objective and time-saving which not only can help consumers to choose appropriate cosmetic but also help cosmetic companies' development more targeted products for different constitutions consumers.

Keywords

Traditional Chinese Medicine Constitution Classification, Skin Condition, Expert Scoring, BP Neural Network, Principal Component Analysis

基于BP神经网络对阳虚质之虚寒症的模型研究

王瑞珍*, 赵斯琪*, 孟宏#

北京工商大学理学院, 北京
Email: 1360392136@qq.com, 861755076@qq.com, #menghong2000@163.com

收稿日期: 2017年9月1日; 录用日期: 2017年9月15日; 发布日期: 2017年9月21日

*第一作者。
#通讯作者。

摘要

目的:以平和质的人群为对照组,基于BP神经网络对阳虚质之虚寒证进行建模研究。**方法:**通过选取中国化妆品研究中心对皮肤状态相关指标的体质的实测数据,利用Matlab软件采用BP神经网络建立专家得分(因变量)与这些指标(自变量)的量化关系用以研究平和质和阳虚质的分类问题,进而说明阳虚质之虚寒证的指标特点。**结果:**利用BP神经网络模型对平和质和阳虚质进行分类的正确率均达到90%以上。**结论:**此模型相比于直接利用主观判定体质而言更为客观、省时,可与主观分类相辅相成;另外,利用此模型不仅可以帮助消费者根据自身体质选购化妆品,还可以帮助化妆品企业针对消费者的不同体质,开发更有针对性的产品。

关键词

传统中医体质类型, 皮肤状态, 专家得分, BP神经网络, 主成分分析

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

体质分类是中医体质学研究的基础与核心内容,是从复杂的体质现象中提炼出有关规律,最终建成体质分类系统。当前,体质分类主要依赖主观的调查问卷或专家对皮肤状态进行评分进行判定。王琦[1][2][3]经过近20多年的深入研究,将中医体质分为平和质、阳虚质等9种基本类型,但由于体质的间杂性,会使得普通人无法正确判断本身的体质。

众所周知,专家通过志愿者的皮肤状态,可以判定志愿者所属的体质类型。所以,以下实验将从影响皮肤状态的相关指标出发去研究志愿者的体质类型。而在本实验中,侧重分析阳虚质人群测试皮肤状态,进行客观仪器检测分析,由于阳虚体质又称为“虚寒体质”,常表现为怕冷、手脚凉,因此选取脸颊部分水分含量、经皮失水量、油脂及红外值进行试验设计与模型建立。

本文的研究是基于前人工作的基础上进行的,利用BP神经网络回归[4][5][6][7][8]和主成分回归方法[9][10][11]去研究体质,以反映其对应的体质类型。

2. 资料与方法

需要说明的是,本文所选用的志愿者指标数据均来自中国化妆品研究中心。

2.1. 观察对象(人)

入选条件: 1) 无严重系统疾病、无免疫缺陷或自身免疫性疾病者。2) 测试当天无感冒、头疼发热等症状,受试者应处于健康状态。3) 无活动性过敏性疾病者。4) 既往对护肤类化妆品无过敏史者。5) 近一月内未曾使用激素类药物及免疫抑制剂者。6) 未参加其它临床试验者。7) 志愿参加并能按试验要求完成规定内容者。

排除条件: 1) 妊娠或哺乳期妇女。2) 试验期间全身应用激素类、免疫制剂类药物者。3) 未按规定使用受试物或资料不全者。

2.2. 主要指标及仪器

阳虚体质人群畏寒怕冷,四肢不温,因此皮肤温度可能偏低,进而影响皮肤水分散失偏低,同时由于皮肤温度低,皮脂腺分泌降低,皮肤油脂分泌可能减少,因此,我们选取皮肤红外热成像来对阳虚质人群皮肤温度进行测量,同时通过测量皮肤水分含量、经皮失水量以及皮肤油脂分泌量来观察阳虚体质人群皮肤水分情况,探寻阳虚质人群皮肤温度与皮肤指标的规律。

为了准确地利用皮肤状态的相关指标去判定志愿者所属的体质类型,考虑到数据的可获得性,本实验选取以下指标(见表 1)作为解释变量。专家评分的平均得分作为因变量 Y 。数据部分可见附录。

2.3. 方法

2.3.1. 基于 BP 神经网络的结构设计

鉴于表 1,本文采用 3 层 BP 神经网络(输入层、隐含层、输出层)创建模型[12]。试验设计选取表 1 中所含的 4 个自变量,输入层神经元的数量为 4 个,目标函数为 1 个,输出层神经元的数量为 1 个, Y 为专家评分。需要着重指出的是,专家评分是我们邀请 10 位皮肤领域不同行业的专家根据多年对体质的研究所打出的分数,最后取平均值而得。隐含层神经元数量的计算公式[13]

$$p = \sqrt{n+q} + z$$

式中 p 为隐含层节点数, n 为输入层节点数, q 为输出层节点数, z 为经验值($1 \leq z \leq 10$)。经计算,本文中隐含层神经元数在 4~12 之间,通过网络性能测试确定隐含层神经元数量为 3。BP 神经网络的结构如图 1 所示。

2.3.2. BP 神经网络的拟合

为消除输入向量与输出向量的量纲影响,满足传递函数的值域区间,防止输入信号过大导致网络输出饱和,需对训练样本进行归一化处理到区间[-1,1]。

本文利用 Matlab R2009b 编写 BP 神经网络计算机程序,对归一化后的训练样本数据进行模型拟合,并与主成分回归模型拟合的结果进行比较。专家评分 Y 与 4 项测试指标的 BP 神经网络模型采用图 1 的网络结构,网络训练 1000 次显示一次结果,初始学习率为 0.05,规定训练次数为 50,000,网络输出误差为 0.65×10^{-3} 。

2.3.3. 置信区间的构造

专家评分 Y 为随机变量,在实际问题当中往往需要知道它的分布范围,即寻找一个区间 $[Y_{down}, Y_{up}]$,使得 Y 在其间的概率为 $1 - \gamma$ ($0 < \gamma < 1$)。下文在 $\gamma = 0.05$ 的条件下,计算该置信区间[14] [15] [16]。

此外,由于数据量相对较少,直接从这 4 个变量出发来评价各位志愿者的皮肤状态等发展情况比较复杂,而采用主成分分析和 BP 神经网络不仅可以把这些变量进行化简,同时,可以尽可能涵盖数据的大部分信息量。最后,利用回归模型和神经网络模型算出的专家得分判断其所在的置信区间,进而判断所属的体质。

Table 1. The meaning of selected indicators and required equipment of test

表 1. 选取的指标含义及测试所需设备

变量	含义	测试设备及规格型号
X1	皮肤水分含量	水分含量 Corneometer CM 825
X2	经皮失水含量	水分散失 Tewamater TM300
X3	油脂含量	油脂含量 Subumeter SM810
X4	面部温度	红外热成像 Vario CAM HD

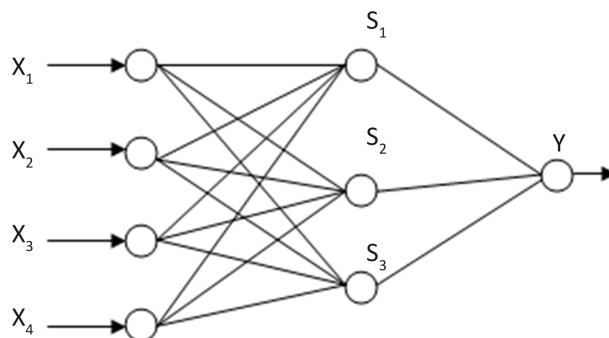


Figure 1. Structure of BP neural network
图 1. BP 神经网络结构图

3. 实证分析

3.1. 平和质

首先, 求取有关平和质的专家评分的置信度为 70% 的置信区间(6.53,6.69), 若在置信区间之内, 则认为正确。接着利用上述介绍的方法进行建立模型。

3.1.1. 建立主成分回归模型

主成分分析的原理是利用降维的思想, 在保证原始数据信息损失最小的前提下, 将原来指标重新组合成一组新的互相无关的几个综合指标[9]。

借助 R 软件进行主成分回归, 得到主成分回归统计预报模型:

$$Z = 12.4837 - 0.0039X_1 + 0.0059X_2 + 0.0080X_3 - 0.1850X_4$$

经计算可得, 方程所对应的 P 值为 $0.009063 < 0.01$, 因此, 方程是显著的。

拟合样本个数 50 个, 正确 31 个, 方程拟合率 62%; 检验样本个数 43 个, 正确 20 个, 检验准确率 46.51%。

3.1.2. 建立 BP 神经网络模型

1989 年 Robert HechiNilson 证明一个单隐含层的 BP 网络可以逼近任意连续函数[17], 从目前看隐含层的神经元数目选取具有一定任意性。在通过对不同隐含层节点数目 BP 网络测试后, 选定 3 层 BP 神经网络进行训练建立模型, 即输入层由 4 个节点组成、隐含层由 3 个节点组成、输出层由 1 个节点组成。初始化各层的连接权值及阈值, 赋予(-1,1)之间的随机值。

方法: 选用 Matlab 平台, 训练函数选用量化连续梯度 BP 训练函数, 激活函数选用 sigmoid, 训练次数 50,000, 学习率 0.05, 收敛误差 0.65×10^{-3} 。

结果: 拟合样本个数 50 个, 正确 50 个, 方程拟合率 100%; 检验样本个数 43 个, 正确 41 个, 检验准确率 95.35%。

3.2. 阳虚质

首先, 求取有关阳虚质的专家评分的置信度为 70% 的置信区间(6.69 6.90)。接着利用上述介绍的方法进行建立模型。

3.2.1. 建立主成分回归模型

同理可得主成分回归统计预报模型:

$$Z = 8.1861 + 0.0036X_1 - 0.0069X_2 + 0.0053X_3 - 0.0484X_4$$

经计算可得，方程所对应的 P 值为 $0.3821 > 0.05$ ，因此，方程是不显著的。

拟合样本个数 30 个，正确 14 个，方程拟合率 46.67%；检验样本个数 11 个，正确 4 个，检验准确率 36.36%。

3.2.2. 建立 BP 神经网络模型

同理，可得到以下结果：拟合样本个数 30 个，正确 30 个，方程拟合率 100%；检验样本个数 11 个，正确 9 个，检验准确率 82.82%。

4. 小结

由于体质类型和皮肤状态有着密不可分的关系，专家们也经常根据受试者的皮肤状态判断其体质类型。所以，本文主要是先将受试者进行分类，即分成不同的体质类型，然后根据采集到的皮肤数据及专家评价，用自助法求出在不同体质类型下专家评分的置信区间。但是，仅仅依靠专家对皮肤状态的观察来判断体质有些片面，所以本文通过仪器测试与体质有着紧密联系的皮肤状态相关指标，进而判断受试者的体质类型。这样就能够更加全面的了解皮肤状态，从整体观的角度判断皮肤的状态，进而更能深入的了解体质类型。

本实验所提供的一种基于皮肤测量的体质类型评估方法及评估系统。在该评估方法中，首先采用皮肤检测仪器对用户的皮肤状况进行测试，获得表征皮肤状态的多项生理指标；根据各项生理指标，采用 BP 神经网络和主成分分析法生成模型，将模型的评价结果与多位中医师的专家评分结果进行比较、优化；基于模型，可以对用户的体质类型进行综合评价。利用本实验结果，可以通过对皮肤状态的综合测量和评价，科学客观地判断出人的体质类型。该评估方法及评估系统不仅准确率高，而且可以利用现有的计算机设备独立进行，完全摆脱了对中医师个体经验的依赖，便于大规模推广应用。

并且，通过皮肤数据采集后，志愿者能够很清晰的了解到自身全面的皮肤状态，对于今后的护肤品的选择提供指导性的意见。此外，化妆品企业通过获得皮肤模型得分能够很清晰的了解到消费者的皮肤状态，通过消费者的皮肤状态的信息获得能够更有针对性的开发产品，并能够更有针对性的将此部分产品投向靶向市场。

5. 讨论

1) 由于样本较少，在训练 BP 神经网络模型时受到一定影响，导致部分检验和预报准确率不高。下一步打算：将各类体质数据继续收集，将重新训练 BP 神经网络模型，随着样本数的增加会得到准确度更高的预报模型。

2) 本实验所用指标数据采用标准化处理，消除了量纲差异带来的影响，使拟合和预报效果均达到较好效果。但由于影响专家评分的因素很多，因此，如何充分考虑这些因素提高预报水平和准确率，有待进一步研究。

基金项目

2017 年研究生科研能力提升计划项目资助，科研基地建设 - 重点实验室 - 中国轻工业化妆品重点实验室 2017 (项目号：19008001349)。

参考文献 (References)

- [1] 王琦. 中医体质学说研究现状与展望[J]. 中国中医基础医学杂志, 2002, 8(2): 6-15.

-
- [2] 王琦. 9 种基本中医体质类型的分类及其诊断表述依据[J]. 北京中医药大学学报, 2005, 28(4): 1-8.
- [3] 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.
- [4] 陈艳霞, 刘挥. 基于 BP 神经网络的医学数据分析[J]. 中国实用医药, 2010, 5(18): 275-276.
- [5] 樊楚, 贺向前, 于跃, 等. 基于数据挖掘技术建立的 BP 神经网络模型鉴别儿童川崎病与发热性疾病的研究[J]. 中国循证儿科杂志, 2017, 1(12): 22-26.
- [6] 罗万春, 马翠, 周先东, 等. 阿尔茨海默病诊断的自适应 BP 神经网络模型[J]. 数学的实践与认识, 2017, 47(2): 124-129.
- [7] 陈海龙, 彭伟. 改进 BP 神经网络在交通事故预测中的研究[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2017(2): 61-68.
- [8] 薛佳殷, 何帅, 李苹, 等. 应用人工神经网络筛查胃癌高危人群的研究[J]. 现代预防医学, 2016, 43(2): 197-199, 210.
- [9] Haque, M.M., Rahman, A., Hagare, D., *et al.* (2013) Principal Component Regression Analysis in Water Demand Forecasting: An Application to the Blue Mountains, NSW, Australia. *Veterinary Pathology*, **45**, 842-848.
- [10] Netherlands (2014) Standardized Regression Coefficient. *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Springer Netherlands, Berlin, 6323.
- [11] 薛毅. 统计建模与 R 软件[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 100-105.
- [12] 苏高利, 邓芳萍. 论基于 MATLAB 语言的 BP 神经网络的改进算法[J]. 科技通报, 2003, 19(2): 130-135.
- [13] 韩力群. 人工神经网络教程[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006: 12.
- [14] 梁建英. 参数区间估计时置信区间的优选法[J]. 高等数学研究, 2006, 9(4): 118.
- [15] Altman, D.G. (1998) Confidence Intervals for the Number Needed to Treat. *BMJ*, **317**, 1309-1312. <https://doi.org/10.1136/bmj.317.7168.1309>
- [16] Newcombe, R.G. (1998) Two-Sided Confidence Intervals for the Single Proportion: Comparison of Seven Methods. *Statistics in Medicine*, **17**, 857-872. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0258\(19980430\)17:8<857::AID-SIM777>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0258(19980430)17:8<857::AID-SIM777>3.0.CO;2-E)
- [17] 李国勇. 智能预测控制及其 MATLAB 实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 16-24.

附录

平和质(仅选取部分样例)

皮肤水分含量	经皮失水含量	油脂含量	面部温度	专家评分
14.58	17.25	2	31.75	7.46
50.86	20.48	7	31.48	7.09
72.56	23.43	21	31.35	7.49
47.96	34.57	4	30.53	7.74
35.1	16.62	26	32.46	7.31
10.66	36.6	6	28.84	7.86
38.5	13.59	12	30.07	8.38
56.18	23.71	19	29.76	8.28
49.76	18.6	9	31.46	8.08
22.96	16.8	1	29.65	7.73

阳虚质(仅选取部分样例)

皮肤水分含量	经皮失水含量	油脂含量	面部温度	专家评分
50.14	23.01	10	31.76	8.63
5.2	14.16	1	32.1	7.69
43.28	10.21	1	29.19	7.83
65.44	16.45	17	29.46	7.68
24.48	15.66	1	31.13	7.9
27.4	13.68	1	33.07	6.08
63.4	4.39	0	30.05	6.98
64.5	12.64	27	32.67	6.6
51.92	25.55	1	33.22	5.88
40.58	28.41	4	30.82	5.95

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7991, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: aam@hanspub.org