

## 专栏——现代信息技术在临床诊疗中的应用研究

**编者按：**现代信息技术已深入到医疗健康领域的各个环节，并在临床疾病的诊断、治疗及预警中发挥着极其重要的作用。医学信号采集、图像处理及可视化等技术与现代信息技术紧密相关，将成为多学科交叉的新兴学科。利用数据挖掘技术和医疗仪器的辅助检查可缩短临床诊断时间，避免疏漏，以便尽快为临床治疗方案提供依据；依靠大数据和人工智能技术研制的影像辅助诊疗系统，诊断速度快，考虑的因素全面，逻辑判断严谨，提出的诊断意见和治疗方案更加准确。现代信息技术中的开源系统与嵌入式技术在医疗系统中的广泛应用，提高了医学数据处理速度，在减少各项成本的同时，为科研提供了大量的原始数据，同时促进了可穿戴设备在生命体征检测方面的快速发展。



**栏目主编：韦哲**

韦哲，医学工程学博士，全军医学工程及信息领域专家，现任联勤保障部队第九四〇医院信息科高级工程师，兰州理工大学研究生导师，中国医学装备协会理事会理事，甘肃省医学工程专业委员会主任委员。先后被评为中国医院优秀CIO、甘肃省优秀信息化工作者。担任《中国医学装备》《中国医疗设备》《西北国防医学杂志》等国内多种学术期刊编委和审稿专家。承担军队、省部级重点科研课题10项，主编专著2部，发表150余篇学术论文，获国家专利8项、军队科技进步三等奖2项以及甘肃省科学技术进步三等奖3项。从事医学工程、信息工程与管理等工作。

# 基于思维进化算法优化的BP神经网络对糖尿病并发症的预测研究\*

韦哲<sup>①</sup> 石栋栋<sup>①</sup> 王能才<sup>②</sup> 赵刚<sup>②</sup> 王玉珍<sup>②\*</sup> 石恒兵<sup>②</sup>

[文章编号] 1672-8270(2020)10-0001-04 [中图分类号] R318.04 [文献标识码] A

**[摘要] 目的：**利用基于思维进化算法优化的反向传播(BP)神经网络模型，预测2型糖尿病患者处于并发症的各阶段，从而达到预防的目的。**方法：**针对大量的糖尿病并发症的电子病例进行数据分析和挖掘，通过思维进化算法优化的BP神经网络进行建模与分析。通过对数据的分析以及医学标准，选取与研究相关的16个特征数值作为模型进行输入，获取5种糖尿病并发症作为输出内容。**结果：**通过BP神经网络与Logistic回归进行实验对比，选择出了最佳的预测模型，并进行了优化。**结论：**通过输入2型糖尿病患者相关医疗数据，可以通过预测模型判断出患者所处的并发症阶段，可辅助医生进行相关的治疗，从而预防并减缓并发症对其身体带来的危害，以达到早发现及早治疗的目的。

**[关键词]** 数据预处理；思维进化算法；糖尿病并发症的预测

**DOI: 10.3969/J.ISSN.1672-8270.2020.10.001**

**Study on the prediction of BP neural network based on mind evolutionary algorithm for the diabetic complications/WEI Zhe, SHI Dong-dong, WANG Neng-cai, et al//China Medical Equipment,2020,17(10):1-4.**

**[Abstract] Objective:** To predict various stage of the complication of patients with type 2 diabetes by using the BP neural network model based on the mind evolutionary algorithm so as to achieve the purpose of prevention.

**Methods:** data analysis and mining of a large number of electronic medical record (EMR) of diabetic complications were implemented, and the back propagation (BP) neural network was optimized by the mind evolution algorithm was used for modeling and analysis. Through data analysis and medical standards, 16 researched and selected characteristic values were used as model to input, and 5 kinds of diabetic complications were obtained as outputted content. **Results:** The experiment comparisons were implemented by BP neural network and Logistic regression, and the best predictive model was obtained, and the optimization was implemented. **Conclusion:** The predictive model can determine the stage of complications of patients by inputting the relevant medical data of patients with type 2 diabetes, can it can also assist doctor to implement relevant treatment so as to prevent and reduce the harm caused by complications to the body for achieving the purpose of early detection and early treatment.

**[Key words]** Data preprocessing; Mind evolutionary algorithm; Prediction of diabetes complications

**[First-author's address]** College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China.

据不完全统计，全球乃至我国每年有10.7%的人死于糖尿病，因此糖尿病是危害人类健康的杀手之一<sup>[1]</sup>。患者<sup>[2-3]</sup>。由于糖尿病并发症早期不易发现，从而错过了最佳的治疗方案；而糖尿病并发症一旦产生，很难根据目前的医疗条件与水平，还未达到完全治愈糖尿病治愈，会给人体的各个器官带来损伤，且并发症的产

\*基金项目：全军后勤科研重大项目(AWS14R010)“可穿戴智能生命追踪与救助系统的研究”

①兰州理工大学电气工程与信息工程学院 甘肃 兰州 730050

②联勤保障部队第九四〇医院信息科 甘肃 兰州 730050

\*通信作者：245891156@qq.com

作者简介：韦哲，男，(1963- )，博士，高级工程师，从事医学工程和信息工程专业工作。



生并不是简单的一种，而会伴随着一系列症状出现<sup>[4-6]</sup>。为此，本研究利用基于思维进化算法优化的反向传播(back-propagation, BP)神经网络模型，对糖尿病并发症的预测进行研究。

### 1 糖尿病并发症的预测研究方法

#### 1.1 数据分析

医院电子病历中记载着大量的医疗数据，从整理的病历数据中显示，糖尿病的数据<sup>[7-9]</sup>可以分为3个方面：①患者个人基本信息，其中包括姓名、性别以及年龄等；②患者检查信息，其中包括收缩压、舒张压、空腹血糖、糖化血红蛋白等；③患者诊疗数据，其中包括诊疗过程中的用药、症状反应以及家族遗传等信息<sup>[10-12]</sup>。

#### 1.2 数据处理方法

从医院电子病历系统中获取的原始数据存在着许多问题，如数据重复，数据缺失，数据错误等情况。需要经过一系列的处理才能使用，而最终需要在矩阵实验室(matrix laboratory, MATLAB)中进行相关的分析与预测<sup>[13]</sup>。数据缺失是困扰数据分析的主要因素，如果处理不当就可能对后面的预测造成很大的影响。因此，在采集数据时应该加大数据样本，从而在同等情况下，可以减少预测的容错率。数据转化为计算机能够识别的语言，计算机通常识别的为计算器语言，而电子病历中的数据大多不能直接使用，需要根据相关医学标准来转化为计算机能够识别的语言。在电子病历中发现某人在数月内进行多次治疗，每次治疗都会记录在电子病历中，从而造成数据的重复，所以必须要找出并合并这类信息。数据预处理的流程见图1。



图1 数据预处理流程图

## 2 思维进化算法的选择与改进

### 2.1 算法选择

深度学习与人工智能发展迅速，在疾病预测方面也起到至关重要的作用。通过对比Logistic回归模型和BP神经网络两种模型，并将模型预测结果与传统的Logistic回归模型预测结果进行分析发现，基于BP神经网络建立2型糖尿病预测模型较好，最终选择BP神经网络作为糖尿病并发症的预测模型<sup>[14]</sup>。

### 2.2 算法基本思路

在思维进化算法的解空间内，由于思维进化算法

(mind evolutionary algorithm, MEA)可以记忆不止一代的进化信息，因此会随机产生不同规模大小的个体，根据这一特点可以在解空间中搜索出得分最高的、性能最好的临时个体和优胜个体。将得分最高的临时个体与优胜个体作为整个解空间的中心点，并在其周围产生和包裹一层层的新的个体。可以在整个解空间内进行子群体内部执行趋同操作，直至解空间的所有个体基本成熟后，并以该子群体中最优个体(即中心)的得分作为该子群体的得分。将整个解空间分为临时个体和优胜个体两个部分，因此其趋同与异化操作可以同时进行，互不影响和干扰，并可分别提高准确率，从而为改进BP神经网络的权值和阈值起到至关重要的作用。

### 2.3 算法改进

查阅相关资料和文献，BP神经网络能够对输入的数据进行自组织，自学习，从而更好对输入的数据进行训练，并能根据给定的输入输出样本的结果，可自动调整模型的网络参数，从而使得输入与输出之间有良好的非线性关系，并在存储上采用分布式并行存储，极大加快了数据处理的速度<sup>[15]</sup>。

BP神经网络对初始权值和阈值非常敏感，并且很容易收敛于局部最小的特点。若出现稍微的变动，可以对预测的结果产生很大的影响。为了更好的预测模型，在BP神经网络算法中融入了思维进化算法。算法改进流程见图2。

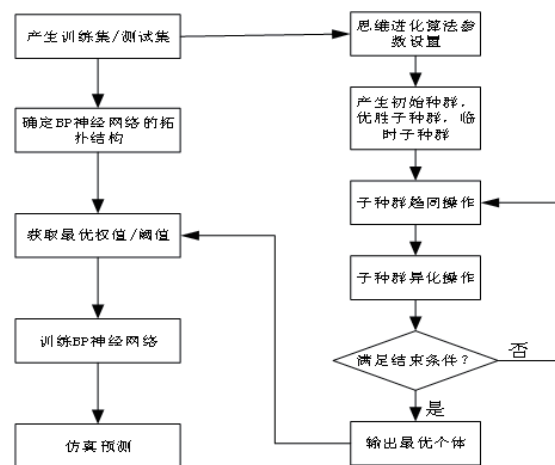


图2 BP神经网络算法改进流程图

## 3 BP神经网络模型的建立

### 3.1 模型建立资料

选取联勤保障部队第九四〇医院的电子病历资料，经过系列数据集成、数据筛选及离散化等处理，最终选取了2000条数据作为预测的总数据，其中患

有2型糖尿病患者数据样本1500个作为训练样本，剩余500个样本作为测试样本。在1500个训练样本中，包括300个正常样本，400个肾病样本，300个视网膜样本，300个脑血管样本，200个神经病变样本；在500个测试样本中，包括100个正常的的数据，100个神经病变的样本，100个肾病样本，100个视网膜样本，100个脑血管样本。根据电子病历和相关医学标准，进行糖尿病并发症的特征选择，最终从数十个影响因素中选取16个与糖尿病并发症密切相关的特征指标，分别为年龄、性别、空腹血糖、糖化血红蛋白、尿微量白蛋白、收缩压特征、舒张压特征、身体质量指数(body mass index, BMI)特征、空腹胰岛素特征、餐后2 h血糖特征、餐后2 h胰岛素特征、空腹C肽特征、癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)特征、糖化血红蛋白(glycated hemoglobin, GHb)特征、胆固醇特征、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)特征等相关标签。在随后的研究中将使用这16个指标作为模型的输入特征。整理得到的数据见图3。

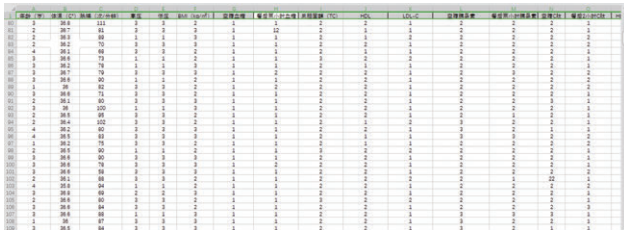


图3 模型数据处理界面图

### 3.2 模型建立方法

(1)查阅电子病历和相关医学标准。选取与糖尿病并发症密切相关的16个影响因素作为特征值，由于特征值的数量值较多，可以考虑将糖尿病并发症相关的特征分为3个大组，第一组是CEA特征、GHb特征、胆固醇特征以及LDL-C特征；第二组是空腹血糖特征、空腹胰岛素特征、餐后2 h血糖特征、餐后2 h胰岛素特征以及空腹C肽特征；第三组是年龄特征、收缩压特征、舒张压特征以及BMI特征。每个组均对应各自的网络，第一组用N1表示，第二组用N2表示，第三组用N3表示。每组中的每个神经网络的预期输出设定为：(0.9,0.1,0.1,0.1,0.1)T, (0.1,0.9,0.1,0.1,0.1)T, (0.1,0.1,0.9,0.1,0.1)T, (0.1,0.1,0.1,0.9,0.1)T, (0.1,0.1,0.1,0.1,0.9)T, T为脑血管疾病、神经病变、肾病并发症、视网膜并发症和正常的5种诊断结果。

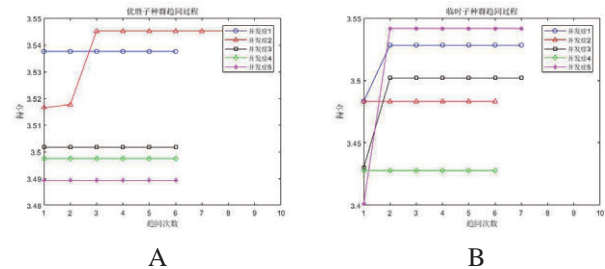
(2)根据糖尿病并发症的预测模型，其模型的输入总共可以分为3个大层，其中根据输入特征值为16个：第一层输入特征值为6个，第二层的输入特征值为5个，第三层的输入特征值为5个，其输出都是5个(即5种糖尿病并发症)。因此，反向传播网络(back propagation networks, BPN)-N1的输入层节点数为6，输出层节点数为5，BPN-N2的输入层节点数为5，输出层节点数为5，BPN-N3的输入层节点数为5，输出层的节点数为5。对于隐层的节点数而言，其节点个数不宜太多也不宜太少。因此，经过多次试验得到最佳的隐层节点数的范围。在此节点数范围之内预测的准确率最高。神经网络隐层节点数见表1。

表1 神经网络预测模型各隐层节点数(个)

网络层数	输入层节点	隐层节点数范围	躯体疼痛
BPN-N1	6	4~13	5
BPN-N2	5	4~13	5
BPN-N3	5	4~13	5

### 4 BP神经网络模型的应用结果

通过对糖尿病并发症的模型建立，经过MATLAB进行仿真，从而可以得到仿真结果。输入5种糖尿病并发症的相关数据，经过模型的仿真与调试。从结果中不难发现，利用思维优化算法优化后的初始权值和阈值，BP神经网络的泛化性能更高，测试端的预测误差更低。与上述过程对应的初始优胜子种群和临时子种群的趋同过程见图4。



注：图中A为初始优胜子种群趋同过程；B为初始临时子种群趋同过程

图4 思维优化算法趋同过程示图

### 5 结论

本研究提出BP算法和MEC算法动态优化的神经网络结构，预测模型不受初始群体规模大小的限制，从而可以更好的学习训练，且学习速度较快。BP神经网络模型的预测精度要求可以满足糖尿病并发症的预测，极大降低网络复杂性，针对不同的问题，均可找到合适的神经网络结构来进行学习，具有很好的拓展性，从而更好的预防糖尿病并发症的发生，为糖尿病患者早期诊断和治疗提供依据。





# 基于等级保护要求的三级医院信息安全平台设计\*

王能才<sup>①</sup> 王玉珍<sup>①\*</sup> 冯宝义<sup>①</sup> 韦哲<sup>①②</sup> 李洪威<sup>①</sup>

[文章编号] 1672-8270(2020)10-0004-04 [中图分类号] R-058 [文献标识码] A

**[摘要]** 目的: 设计基于等级保护要求的三级医院信息安全平台, 确保医院信息系统(HIS)安全防护, 做好医院医疗数据安全存储和容灾备份。方法: 通过部署态势感知系统、数据库审计、边界防火墙、安全沙箱等软件和硬件设备, 对医院全网进行分区分域安全设计, 结合物理区域监控、防盗报警系统, 阻止非法用户的各种临近攻击。结果: 医院信息安全平台能够检测、监控来自内部操作性攻击、外部黑客的恶意攻击和系统漏洞侦查, 保障HIS免受各种威胁。结论: 三级医院信息安全平台的建立, 能够有效防控患者医疗信息泄露, 并在威胁造成损害后, 安全平台能够迅速使医院业务系统恢复正常运行。

**[关键词]** 三级医院; 三级等级保护; 信息安全平台; 安全策略

**DOI: 10.3969/J.ISSN.1672-8270.2020.10.002**

**Design of the platform of information safety of tertiary hospital on the basis of the requirement of grade protection/WANG Neng-cai, WANG Yu-zhen, FENG Bao-yi, et al//China Medical Equipment,2020,17(10):4-7.**

**[Abstract] Objective:** To design a platform of information safety of the tertiary hospital based on the requirement of grade protection so as to ensure the safety protection of hospital information system, and realize well secure storage and disaster recovery backup for medical data of hospital. **Methods:** The safety of the whole network of hospital was designed as separate district and separate domain through deploying a series of software and hardware equipment such as situation awareness system, database audit, boundary firewall, security sandbox and others. And these could combine with physical region monitoring and guard against theft and alarm system to hold back various close-in attacks of illegal users. **Results:** The platform of information safety of hospital could test and monitor the operational attack from interior, the hostile attack of external hackers and system vulnerability investigation so as to guarantee HIS to avoid various threats. **Conclusion:** The establishment of information safety platform of the tertiary hospital can effectively prevent and control the leakage of medical information of patients, and can quickly restore the normal operation of the business system of hospital after the threat causes the damage.

**[Key words]** Tertiary hospitals; Grade protection with three grades; Information safety platform; Security policy

**[First-author's address]** Department of Information, The 940<sup>th</sup> Hospital of PLA Joint Service Support Force, Lanzhou 730050, China.

近年来, 全国三百余家医院和院校遭到了勒索病毒(永恒之蓝、熊猫烧香)攻击和感染, 给电脑用户和医疗机构造成巨大损失。三级医院集成了各类信息系

统和复杂技术, 其安全保障事关重大。以往有效应对勒索病毒的攻击和感染, 大都针对性的更新Windows系统补丁和关闭445文件共享端口, 但医院安全问题

\*基金项目: 甘肃省民生课题(1303FCMA018)“远程会诊医疗信息服务平台建设与示范应用”

①联勤保障部队第九四〇医院信息科 甘肃 兰州 730050

②兰州理工大学电气工程与信息工程学院 甘肃 兰州 730050

\*通信作者: 245891156@qq.com

作者简介: 王能才, 男, (1987- ), 硕士, 工程师, 研究方向: 医学信息工程。

## 参考文献

- [1] 龚金玲, 王龚, 李佩惊. 肾脏CEUS分析对糖尿病肾病患者疾病进展风险的预测价值[J]. 中国医学装备, 2020, 17(5): 129-133.
- [2] 韦哲, 薛翔, 王能才. 人工智能在糖尿病诊断中的应用[J]. 中国医学装备, 2017, 14(12): 142-145.
- [3] 李克明, 马玉霞. II型糖尿病并发症分析[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2008, 11(3): 88-88.
- [4] 吴嘉瑞, 王凯欢, 纪凯, 等. 基于数据挖掘的中医治疗糖尿病处方用药规律分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(22): 214-217.
- [5] 沈丽容, 黄洪. 基于贝叶斯和可信度的糖尿病诊疗系统研究[J]. 计算机与数字工程, 2011, 39(11): 51-53.
- [6] 吴立旗. 基于数据挖掘的单纯冠心病与冠心病合并糖尿病的证治规律对比研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2013.
- [7] 韦哲, 于启炬, 辛迈. 基于Apriori算法的高危人群2型糖尿病预测研究[J]. 中国医学装备, 2015, 12(1): 45-47.
- [8] 孙飞. 门诊糖尿病患者血糖控制状况调查及血脂含量和人体测量学指标预测糖尿病的对比较分析[D]. 西安: 第四军医大学, 2014.
- [9] 国宏伟, 梁合兰, 刘燕驰, 等. 不规则时间序列距离的度量[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(35): 155-157.
- [10] 韦哲, 吕克难, 王能才. 基于K-means聚类分析算法的2型糖尿病动态血糖监测数据分析[J]. 中国医学装备, 2016, 13(11): 13-16.
- [11] 廖辉荣. 糖化血红蛋白检测在妊娠期糖尿病中的辅助诊断价值[J]. 医学信息, 2015(5): 95-96.
- [12] 韦哲, 张宇刚, 张秉玺, 等. 经穴电阻特异性在人体穴位识别中的应用研究进展[J]. 中国医学装备, 2019, 16(3): 165-167.
- [13] 丽玲, 陈婷, 金浩宇, 等. 基于支持向量机和自回归积分滑动平均模型组合的血糖值预测[J]. 中国医学物理学杂志, 2016, 33(4): 381-384.
- [14] 韦哲, 叶广健, 王能才. 基于频繁模式增长算法的2型糖尿病患病风险预测的分析研究[J]. 中国医学装备, 2016, 13(5): 45-48.
- [15] 吴雨晨. 基于信息融合的糖尿病风险识别系统研究与开发[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2017.

收稿日期: 2020-07-22