



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106175726 A

(43)申请公布日 2016. 12. 07

(21)申请号 201610543416.7

(22)申请日 2016.07.11

(71)申请人 夏茂

地址 230031 安徽省合肥市蜀山区淠河路
150号理想年代家园6幢501室

(72)发明人 夏茂 魏亚龙

(74)专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务
所(普通合伙) 34118

代理人 王挺

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/16(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

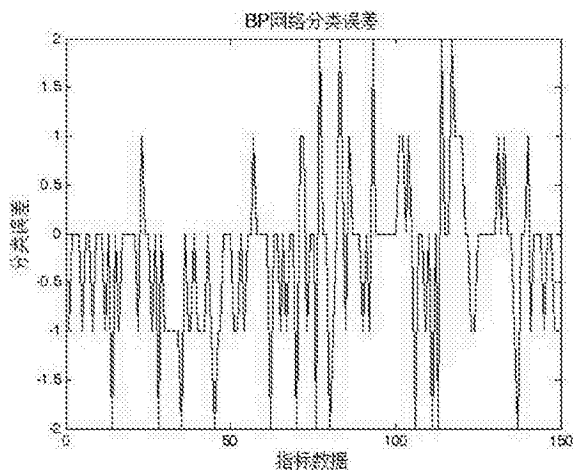
权利要求书5页 说明书18页 附图2页

(54)发明名称

基于BP神经网络的人体健康状况识别方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,包括如下步骤:S1、将未患有重大疾病的人群的生理、心理和行为方式指标实际测量值进行处理得到各指标的归一化值;S2、BP神经网络结构初始化;S3、BP神经网络识别训练;S4、对待识别人体进行测量测试,得到选定人体指标的实际测量值;S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别。本发明将多个反应人体健康状况的生理、心理、行为方式指标值进行有效的融合,并通过BP神经网络模型给出健康状况识别结果,不但使人体健康状态的识别结果更加简单和直观,而且评估结果可以使非专业人员清晰、明确地了解自身健康状况,对人体相关生命活动的调整甚至疾病的预防甚至治疗有重要指导意义。



1. 一种基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,其特征在于包括如下步骤:

S1、将已知的不包括患有重大疾病者的人群的生理、心理和行为方式的指标实际测量值进行归一化处理,得到各指标的归一化值;

S2、BP神经网络结构初始化;

S3、将前述人群的各指标的归一化值输入BP神经网络,对BP神经网络进行识别训练;

S4、对待识别人进行测量与测试,得到选定人体指标的实际测量值;

S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别。

2. 根据权利要求1所述的基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,其特征在于包括如下步骤:

S1、测量未患有重大疾病者的人群的年龄、性别、肺活量、握力、红细胞数、反应时、台阶测试、体重指数(BMI)、空腹血糖(FPG)、心率、血脂、白细胞数、骨密度、腰臀比值、餐后2h血糖(2hPPG)、舒张压、收缩压、血小板数、血清总胆固醇、汉密尔顿抑郁量表(HAMD)、汉密尔顿焦虑量表(HAMA)、YALE-BROWN强迫量表、SCL90症状自评量表、匹茨堡睡眠质量指数量表(PSQI)、密西根酒精依耐筛查量表MAST(加权法)、尼古丁依赖程度评估表(FTND)和每日平均工作时长共27个指标的数值,此时 $n=27$,并设 i 为按照前述顺序排列的第 i 个指标的序号;对各个指标的数值进行归一化处理;

其中,所述肺活量或握力或台阶测试的数值采用升半梯形分布函数进行归一化处理,所述升半梯形分布函数的公式如下:

$$f_i(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq a_i^{(1)} \\ \frac{x_i - a_i^{(1)}}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & a_i^{(1)} < x_i < a_i^{(2)} \\ 1 & x_i \geq a_i^{(2)} \end{cases} \quad i = 3, 4, 7 \quad (1)$$

式(1)中,

x_i 为人体肺活量或握力或台阶测试的实际测量值,

$a_i^{(1)}$ 为预设的肺活量或握力或台阶测试的下限阈值,

$a_i^{(2)}$ 为预设的肺活量或握力或台阶测试的上限阈值,

$f_i(x_i)$ 为人体肺活量或握力或台阶测试的实际测量值归一化后的值;

所述反应时或腰臀比值或汉密尔顿抑郁量表(HAMD)或汉密尔顿焦虑量表(HAMA)或YALE-BROWN强迫量表或SCL90症状自评量表或匹茨堡睡眠质量指数量表(PSQI)或密西根酒精依耐筛查量表MAST(加权法)或尼古丁依赖程度评估表(FTND)或每日平均工作时长共10个指标的数值采用降半梯形分布函数进行归一化处理,所述降半梯形分布函数的公式如下:

$$f_i(x_i) = \begin{cases} 1 & x_i \leq a_i^{(1)} \\ \frac{a_i^{(2)} - x_i}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & a_i^{(1)} < x_i < a_i^{(2)}, i = 6, 14 \text{ 或 } 20 \leq i \leq 27。 \\ 0 & x_i \geq a_i^{(2)} \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中,

x_i 为上述10个指标中的第*i*个指标的实际测量值,

$a_i^{(2)}$ 为上述10个指标中的第*i*个指标的下限阈值,

$a_i^{(1)}$ 为上述10个指标中的第*i*个指标的上限阈值,

$f_i(x_i)$ 为上述10个指标中的第*i*个指标的实际测量值归一化后的值;

所述红细胞数或体重指数(BMI)或血糖或心率或血脂或白细胞数或骨密度或餐后2小时血糖(2hPPG)或舒张压或收缩压或血小板数或血清总胆固醇共12个指标的数值采用梯形分布函数进行归一化处理,所述梯形分布函数的公式如下:

$$f_i(x_i) = \begin{cases} \frac{x_i - a_i^{(1)}}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & x_i \in [a_i^{(1)}, a_i^{(2)}) \\ 1 & x_i \in [a_i^{(2)}, a_i^{(3)}] \\ \frac{a_i^{(4)} - x_i}{a_i^{(4)} - a_i^{(3)}} & x_i \in (a_i^{(3)}, a_i^{(4)}] \\ 0 & x_i \in (-\infty, a_i^{(1)}) \cup (a_i^{(4)}, +\infty) \end{cases} \quad \begin{matrix} i=5 \text{ 或} \\ 8 \leq i \leq 13 \text{ 或} \\ 15 \leq i \leq 19, \end{matrix} \quad (3)$$

式(3)中,

x_i 为上述12个指标中的第*i*个指标的实际测量值,

$f_i(x_i)$ 为上述12个指标中的第*i*个指标的实际测量值的归一化后的值,

$a_i^{(1)}, a_i^{(2)}, a_i^{(3)}, a_i^{(4)}$ 分别为上述12个指标中的第*i*个指标的极限低值、下限阈值、上限阈值和极限高值;

所述年龄按照如下公式进行归一化处理:

$$f_1(x_1) = \frac{x_1 - a_1^{(1)}}{a_1^{(2)} - a_1^{(1)}}, \quad (4)$$

式(4)中,

x_1 为数据中年龄的实际测量值,

$f_1(x_1)$ 为数据中年龄的实际测量值的归一化后的值,

$a_1^{(1)}, a_1^{(2)}$ 分别为数据中年龄的第*i*个指标的极限低值和极限高值;

所述性别按照如下公式进行归一化处理:

$$f_2(x_2) = \begin{cases} 1 & x_2 = \text{男} \\ 0 & x_2 = \text{女} \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中,

x_2 为性别的实际测量值,

$f_2(x_2)$ 为性别的实际测量值的归一化后的值;

S2、BP神经网络模型包括输入层、隐含层和输出层;

根据输入序列 X 确定输入层节点数即指标个数 n , $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$;

根据输出序列 Y 确定输出层节点个数 $m=3$, $Y = (Y_1, Y_2, Y_3)$, 健康状况识别为三类: 健康、亚健康 and 慢性病, 其中健康对应的输出序列为 $(1, 0, 0)$, 亚健康对应的输出序列为 $(0, 1, 0)$, 慢性病对应的输出序列为 $(0, 0, 1)$;

根据如下经验公式确定隐含层节点数 I : I 为接近 $\sqrt{n+m}$ 的整数;

初始化输入层神经元 i 和隐含层神经元 j 之间的连接权值 ω_{ij} ,

初始化隐含层神经元 j 和输出层神经元 k 之间的连接权值 μ_{jk} ,

初始化隐含层阈值 $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_l)$, 输出层阈值 $\beta = (\beta_1, \beta_2, \beta_3)$, 给定学习速率 η ,

给定隐含层激励函数和输出层激励函数如下:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, \text{ 其中 } x \text{ 为隐含层输入或者输出层输入};$$

S3、开始训练BP神经网络,

计算隐含层输出 H :

$$H_j = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij} x_i - \alpha_j\right), \quad j=1, 2, \dots, l; \quad (6)$$

式(6)中,

H_j 为隐含层第 j 个节点的输出值,

x_i 为受试者第 i 项指标,

α_j 为隐含层第 j 个节点的阈值;

计算输出层输出 O :

$$O_k = f\left(\sum_{j=1}^n H_j \mu_{jk} - \beta_k\right), \quad k=1, 2, \dots, m; \quad (7)$$

式(7)中,

O_k 为输出层第 k 个节点的输出值,

β_j 为输出层第 j 个节点的阈值;

计算误差 e_k :

$$e_k = Y_k - O_k, \quad k=1, 2, \dots, m; \quad (8)$$

式(8)中,

Y_k 为输出层第 k 个节点的实际值;

更新权值 $\tilde{\omega}_{ij}, \tilde{\mu}_{jk}$:

$$\tilde{\omega}_{ij} = \omega_{ij} + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m \omega_{jk} e_k, \quad i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,l; \quad (9)$$

式(9)中,

$\tilde{\omega}_{ij}$ 为计算后的输入层神经元i和隐含层神经元j之间的连接权值;

$$\tilde{\mu}_{jk} = \mu_{jk} + \eta H_j e_k, \quad j=1,2,\dots,l; k=1,2,\dots,m; \quad (10)$$

式(10)中,

$\tilde{\mu}_{jk}$ 为计算后的隐含层神经元j和输出层神经元k之间的连接权值;

更新阈值 $\tilde{\alpha}_j, \tilde{\beta}_j$:

$$\tilde{\alpha}_j = \alpha_j + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m \mu_{jk} e_k, \quad j=1,2,\dots,l, \quad (11)$$

式(11)中,

$\tilde{\alpha}_j$ 为计算后的隐含层第j个节点的阈值;

$$\tilde{\beta}_k = \beta_k + e_k, \quad k=1,2,\dots,m; \quad (12)$$

式(12)中,

$\tilde{\beta}_k$ 为计算后的输出层第j个节点的阈值;

判断算法是否结束:

如果误差 $\sum_{k=1}^m e_k^2 < c$, c为计算精度,或者算法迭代次数大于N,则训练结束,得到输入

层神经元i和隐含层神经元j之间的连接权值最终值 ω_{ij}^F ,隐含层神经元j和输出层神经元k之间的连接权值最终值 μ_{jk}^F ,隐含层阈值最终值 α^F ,输出层阈值最终值 β^F ;否则用 $\tilde{\alpha}_j$ 替换 α_j ,用 $\tilde{\beta}_j$ 替换 β_j ,返回计算隐含层输出,重复上述计算步骤;

S4、对待识别人进行测量与测试,得到选定上述27项人体指标的实际测量值 $Z=(z_1, z_2, \dots, z_{27})$;

S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别:

计算隐含层输出 H^Z :

$$H_j^Z = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij}^F z_i - \alpha_j^F\right), \quad j=1,2,\dots,l; \quad (13)$$

H_j^Z 为受试者z相应的隐含层第j个节点的输出值;

计算输出层输出 O^Z :

$$O_k^Z = f \left(\sum_{j=1}^n H_j^Z \omega_{jk}^F - \beta_k^F \right), \quad k=1,2,\dots,m \quad (14)$$

O_k^Z 为受试者z相应的输出层第k个节点的输出值。

3. 根据权利要求2所述的基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,其特征在于:步骤S2中, $I=6$, $\omega_{ij}=1$, $\omega_{jk}=1$, $\alpha=(1,1,1,1,1,1)$, $\beta=(1,1,1)$, $\eta=0.5$ 。

4. 根据权利要求2所述的基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,其特征在于:步骤S3中, $c=0.0001$, $N=10000$ 。

基于BP神经网络的人体健康状况识别方法

技术领域

[0001] 本发明属于人体健康状况识别技术领域,具体涉及一种基于BP神经网络的人体健康状况识别方法。

背景技术

[0002] 随着人们医疗保健意识的提高,人们越来越注重身体健康。华盛顿大学、南加州大学和科罗拉多大学的联合研究表明,随着未来几十年老龄化的发展,对于人体健康状态的评估变得越发重要。与此同时,随着医学的不断进步,越来越多的人逐渐将关注点从后期的诊断治疗逐渐地向前期的预防方向推移。

[0003] 基于目前生物医学领域的研究现状可知:人体的体重指数(BMI)、体温、血压、血脂、血糖、红细胞数以及白细胞数等生理参数对人体健康状况有着重要的影响。但目前的医疗机构以及相关的健康机构仅仅局限于提供各个人体指标参数的监测值,所提供的监测值也是供医疗人员阅读的最原始的专业数据,对于没有太多临床经验的医学工作者以及非专业人员而言,很难根据这些未经过处理的专业数据简单、直观、准确地了解人体当前的健康状况。

[0004] 基于目前心理学领域的研究现状可知:心理状态对人的健康状况有重大影响。但是目前的医疗机构以及相关的健康机构或是学术机构在研究人体整体的健康状况时并没有综合考虑心理量表与生理参数的作用。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术中的不足,本发明要解决的技术问题是提供一种基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,本评价方法整合了目前用于评估人体生理和心理健康状况的体重指数(BMI)、体温、血压、血脂、血糖、红细胞数以及白细胞数等人体生理参数信息和汉密尔顿抑郁量表(HAMD),汉密尔顿焦虑量表(HAMA),YALE-BROWN强迫量表,SCL90症状自评量表以及尼古丁依赖程度评估表(FTND)等心理或行为方式量表,通过信息融合方式给出不包括患有重大疾病在内的人群的健康状况识别,有效地削弱了传统基于单个参量评估所引起的误差,既可以使得单一个体用户能够实时了解其身体的健康状况,也可以实现大密度某特征群体性的身体健康状况识别筛选,同时避免了对大型远程医用服务器或者数据库的过分依赖。本评价方法简单可靠,可有效提高人体健康状况识别方法的实用性、有效性以及特殊环境下的适用性。

[0006] 为了实现上述目的,本发明通过以下技术方案实现:

[0007] 一种基于BP神经网络的人体健康状况识别方法,包括如下步骤:

[0008] S1、将已知的不包括患有重大疾病者的人群的生理、心理和行为方式指标实际测量值进行归一化处理,得到各指标的归一化值;

[0009] S2、BP神经网络结构初始化;

[0010] S3、将前述人群的各指标的归一化值输入BP神经网络,对BP神经网络进行识别训

练；

[0011] S4、对待识别人进行测量与测试，得到选定人体指标的实际测量值；

[0012] S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别。

[0013] 作为本发明的优选方案，具体步骤如下：

[0014] S1、测量未患有重大疾病者的人群的年龄、性别、肺活量、握力、红细胞数、反应时、台阶测试、体重指数(BMI)、空腹血糖(FPG)、心率、血脂、白细胞数、骨密度、腰臀比值、餐后2h血糖(2hPPG)、舒张压、收缩压、血小板数、血清总胆固醇、汉密尔顿抑郁量表(HAMD)、汉密尔顿焦虑量表(HAMA)、YALE-BROWN强迫量表、SCL90症状自评量表、匹茨堡睡眠质量指数量表(PSQI)、密西根酒精依赖筛查量表MAST(加权法)、尼古丁依赖程度评估表(FTND)和每日平均工作时长共27个指标的数值，此时 $n=27$ ，并设 i 为按照前述顺序排列的第 i 个指标的序号；对各个指标的数值进行归一化处理；

[0015] 其中，所述肺活量或握力或台阶测试的数值采用升半梯形分布函数进行归一化处理，所述升半梯形分布函数的公式如下：

$$[0016] \quad f_i(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq a_i^{(1)} \\ \frac{x_i - a_i^{(1)}}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & a_i^{(1)} < x_i < a_i^{(2)} \\ 1 & x_i \geq a_i^{(2)} \end{cases} \quad i = 3, 4, 7 \quad (1)$$

[0017] 式(1)中，

[0018] x_i 为人体肺活量或握力或台阶测试的实际测量值，

[0019] $a_i^{(1)}$ 为预设的肺活量或握力或台阶测试的下限阈值，

[0020] $a_i^{(2)}$ 为预设的肺活量或握力或台阶测试的上限阈值，

[0021] $f_i(x_i)$ 为人体肺活量或握力或台阶测试的实际测量值归一化后的值；

[0022] 所述反应时或腰臀比值或汉密尔顿抑郁量表(HAMD)或汉密尔顿焦虑量表(HAMA)或YALE-BROWN强迫量表或SCL90症状自评量表或匹茨堡睡眠质量指数量表(PSQI)或密西根酒精依赖筛查量表MAST(加权法)或尼古丁依赖程度评估表(FTND)或每日平均工作时长共10个指标的数值采用降半梯形分布函数进行归一化处理，所述降半梯形分布函数的公式如下：

$$[0023] \quad f_i(x_i) = \begin{cases} 1 & x_i \leq a_i^{(1)} \\ \frac{a_i^{(2)} - x_i}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & a_i^{(1)} < x_i < a_i^{(2)}, i = 6, 14 \text{ 或 } 20 \leq i \leq 27。 \\ 0 & x_i \geq a_i^{(2)} \end{cases} \quad (2)$$

[0024] 式(2)中，

[0025] x_i 为上述10个指标中的第 i 个指标的实际测量值，

[0026] $a_i^{(2)}$ 为上述10个指标中的第 i 个指标的下限阈值，

[0027] $a_i^{(1)}$ 为上述10个指标中的第i个指标的上限阈值,

[0028] $f_i(x_i)$ 为上述10个指标中的第i个指标的实际测量值归一化后的值;

[0029] 所述红细胞数或体重指数(BMI)或血糖或心率或血脂或白细胞数或骨密度或餐后2小时血糖(2hPPG)或舒张压或收缩压或血小板数或血清总胆固醇共12个指标的数值采用梯形分布函数进行归一化处理,所述梯形分布函数的公式如下:

$$[0030] \quad f_i(x_i) = \begin{cases} \frac{x_i - a_i^{(1)}}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & x_i \in [a_i^{(1)}, a_i^{(2)}] \\ 1 & x_i \in [a_i^{(2)}, a_i^{(3)}] \\ \frac{a_i^{(4)} - x_i}{a_i^{(4)} - a_i^{(3)}} & x_i \in (a_i^{(3)}, a_i^{(4)}] \\ 0 & x_i \in (-\infty, a_i^{(1)}) \cup (a_i^{(4)}, +\infty) \end{cases} \quad \begin{matrix} i=5 \text{ 或} \\ 8 \leq i \leq 13 \text{ 或} \\ 15 \leq i \leq 19, \end{matrix} \quad (3)$$

[0031] 式(3)中,

[0032] x_i 为上述12个指标中的第i个指标的实际测量值,

[0033] $f_i(x_i)$ 为上述12个指标中的第i个指标的实际测量值的归一化后的值,

[0034] $a_i^{(1)}, a_i^{(2)}, a_i^{(3)}, a_i^{(4)}$ 分别为上述12个指标中的第i个指标的极限低值、下限阈值、上限阈值和极限高值;

[0035] 所述年龄按照如下公式进行归一化处理:

$$[0036] \quad f_1(x_1) = \frac{x_1 - a_1^{(1)}}{a_1^{(2)} - a_1^{(1)}}, \quad (4)$$

[0037] 式(4)中,

[0038] x_1 为数据中年龄的实际测量值,

[0039] $f_1(x_1)$ 为数据中年龄的实际测量值的归一化后的值,

[0040] $a_1^{(1)}, a_1^{(2)}$ 分别为数据中年龄的第i个指标的极限低值和极限高值;

[0041] 所述性别按照如下公式进行归一化处理:

$$[0042] \quad f_2(x_2) = \begin{cases} 1 & x_2 = \text{男} \\ 0 & x_2 = \text{女} \end{cases} \quad (5)$$

[0043] 式(5)中,

[0044] x_2 为性别的实际测量值,

[0045] $f_2(x_2)$ 为性别的实际测量值的归一化后的值;

[0046] S2、BP神经网络模型包括输入层、隐含层和输出层;

[0047] 根据输入序列X确定输入层节点数即指标个数n, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$;

[0048] 根据输出序列Y确定输出层节点个数m=3, $Y = (Y_1, Y_2, Y_3)$, 健康状况识别为三类:健康、亚健康 and 慢性病, 其中健康对应的输出序列为(1,0,0), 亚健康对应的输出序列为(0,1,0), 慢性病对应的输出序列为(0,0,1);

[0049] 根据如下经验公式确定隐含层节点数I: I为接近 $\sqrt{n+m}$ 的整数;

- [0050] 初始化输入层神经元i和隐含层神经元j之间的连接权值 ω_{ij} ，
 [0051] 初始化隐含层神经元j和输出层神经元k之间的连接权值 μ_{jk} ，
 [0052] 初始化隐含层阈值 $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_l)$ ，输出层阈值 $\beta = (\beta_1, \beta_2, \beta_3)$ ，给定学习速率 η ，

[0053] 给定隐含层激励函数和输出层激励函数如下：

[0054] $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ ，其中x为隐含层输入或者输出层输入；

[0055] S3、开始训练BP神经网络，

[0056] 计算隐含层输出H：

[0057]
$$H_j = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij} x_i - \alpha_j\right), \quad j=1, 2, \dots, l; \quad (6)$$

[0058] 式(6)中，

[0059] H_j 为隐含层第j个节点的输出值，

[0060] x_i 为受试者第i项指标，

[0061] α_j 为隐含层第j个节点的阈值；

[0062] 计算输出层输出O：

[0063]
$$O_k = f\left(\sum_{j=1}^l H_j \mu_{jk} - \beta_k\right), \quad k=1, 2, \dots, m; \quad (7)$$

[0064] 式(7)中，

[0065] O_k 为输出层第k个节点的输出值，

[0066] β_j 为输出层第j个节点的阈值；

[0067] 计算误差 e_k ：

[0068] $e_k = Y_k - O_k, k=1, 2, \dots, m; \quad (8)$

[0069] 式(8)中，

[0070] Y_k 为输出层第k个节点的实际值；

[0071] 更新权值 $\tilde{\omega}_{ij}, \tilde{\mu}_{jk}$ ：

[0072]
$$\tilde{\omega}_{ij} = \omega_{ij} + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m \omega_{jk} e_k, \quad i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, l; \quad (9)$$

[0073] 式(9)中，

[0074] $\tilde{\omega}_{ij}$ 为计算后的输入层神经元i和隐含层神经元j之间的连接权值；

[0075]
$$\tilde{\mu}_{jk} = \mu_{jk} + \eta H_j e_k, \quad j=1, 2, \dots, l; k=1, 2, \dots, m; \quad (10)$$

[0076] 式(10)中，

[0077] $\tilde{\mu}_{jk}$ 为计算后的隐含层神经元j和输出层神经元k之间的连接权值；

[0078] 更新阈值 $\tilde{\alpha}_j, \tilde{\beta}_j$:

$$[0079] \quad \tilde{\alpha}_j = \alpha_j + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m \mu_{jk} e_k, j=1,2,\dots,l, \quad (11)$$

[0080] 式(11)中,

[0081] $\tilde{\alpha}_j$ 为计算后的隐含层第j个节点的阈值;

$$[0082] \quad \tilde{\beta}_k = \beta_k + e_k, k=1,2,\dots,m; \quad (12)$$

[0083] 式(12)中,

[0084] $\tilde{\beta}_k$ 为计算后的输出层第j个节点的阈值;

[0085] 判断算法是否结束:

[0086] 如果误差 $\sum_{k=1}^m e_k^2 < c$, c为计算精度,或者算法迭代次数大于N,则训练结束,得

到输入层神经元i和隐含层神经元j之间的连接权值最终值 ω_{ij}^F ,隐含层神经元j和输出层神经元k之间的连接权值最终值 μ_{jk}^F ,隐含层阈值最终值 α^F ,输出层阈值最终值 β^F ;否则用 $\tilde{\alpha}_j$ 替换 α_j ,用 $\tilde{\beta}_j$ 替换 β_j ,返回计算隐含层输出,重复上述计算步骤;

[0087] S4、对待识别人进行测量与测试,得到选定上述27项人体指标的实际测量值 $Z=(z_1, z_2, \dots, z_{27})$;

[0088] S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别:

[0089] 计算隐含层输出 H^Z :

$$[0090] \quad H_j^Z = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij}^F z_i - \alpha_j^F\right), j=1,2,\dots,l; \quad (13)$$

[0091] H_j^Z 为受试者z相应的隐含层第j个节点的输出值;

[0092] 计算输出层输出 O^Z :

$$[0093] \quad O_k^Z = f\left(\sum_{j=1}^l H_j^Z \omega_{jk}^F - \beta_k^F\right), k=1,2,\dots,m. \quad (14)$$

[0094] O_k^Z 为受试者z相应的输出层第k个节点的输出值。

[0095] 优选的,步骤S2中, $I=6$, $\omega_{ij}=1$, $\omega_{jk}=1$, $a=(1,1,1,1,1,1)$, $b=(1,1,1)$, $\eta=0.5$ 。

[0096] 优选的,步骤S3中, $c=0.0001$, $N=10000$ 。

[0097] 本发明的有益效果在于:

[0098] 1)本发明将多个反应人体健康状况的生理、心理和行为方式参数指标值进行有效的融合,并最终通过BP神经网络模型呈现出健康状况识别结果,不但使人体健康状态的识

别结果更加简单和直观,而且给出的识别结果可以使非专业人员清晰、明确地了解自身健康状况,从而对人体相关生命活动的调整甚至疾病的预防甚至治疗有重要指导意义。

[0099] 2)本发明对不同的人体生理、心理和行为方式参数指标采用了不同的权重,即指标的权重BP神经网络训练进行相对应的设置,并且没有权重总和为1的限制,从而能够使对人体健康状况影响较大的指标更加凸显出来。作为一个思路,对于不同的地区的人群,由于生活习惯、行为习惯等的影响,可以选择不同的人体生理、心理和行为方式参数指标,并针对选定的指标设定适应地区特征的权重,从而使得本发明中的评价方法能够得到更为科学的评价结果。

[0100] 3)与评分模型相比,本发明中的技术方案利用大量的先验数据进行样本学习,不但能准确地对人体健康状态进行评价,而且matIab编程实现提高了对人体健康状态的评价效率。

附图说明

[0101] 图1为升半梯形分布函数示意图。

[0102] 图2为降半梯形分布函数示意图。

[0103] 图3为梯形分布函数示意图。

[0104] 图4为神经网络拓扑图。

[0105] 图5为识别误差图。

具体实施方式

[0106] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面对本发明作进一步地详细描述。

[0107] S1、已知数据中有1200组患者的年龄、性别、肺活量、握力、红细胞数、反应时、台阶测试、体重指数(BMI)、空腹血糖(FPG)、心率、血脂、白细胞数、骨密度、腰臀比值、餐后2h血糖(2hPPG)、舒张压、收缩压、血小板数、血清总胆固醇、汉密尔顿抑郁量表(HAMD)、汉密尔顿焦虑量表(HAMA)、YALE-BROWN强迫量表、SCL90症状自评量表、匹茨堡睡眠质量指数量表(PSQI)、密西根酒精依耐筛查量表MAST(加权法)、尼古丁依赖程度评估表(FTND)和每日平均工作时长共27个指标的数值,此时 $n=27$,并设 i 为按照前述顺序排列的第 i 个指标的序号,即参见表1:

[0108] 表1

[0109]	指标序号 i	指标含义	指标序号 i	指标含义
	1	年龄	15	餐后 2 小时血糖 2hPPG
	2	性别	16	舒张压
	3	肺活量(vital capacity, VC)	17	收缩压
	4	握力(Grip Strength)	18	血小板计数
	5	红细胞数(red blood cell count)	19	血清总胆固醇
	6	反应时(Reaction time)	20	汉密尔顿抑郁量表 (HAMD)
	7	台阶测试(Bench test)	21	汉密尔顿焦虑量表 (HAMA)
	8	体重指数 (BMI)	22	YALE-BROWN 强迫量表
	9	空腹血糖(FPG)	23	Sc190 症状自评量表
	10	心率(Heart Rate)	24	匹茨堡睡眠质量指数量表 (PSQI)
[0110]	11	血脂 (Blood fat)	25	密西根酒精依赖筛查量表 MAST (加权法)
	12	白细胞数(White blood cell count)	26	尼古丁依赖程度评估表 (FTND)
	13	骨密度(BMD , bone mineral density)	27	每日平均工作时长
	14	腰臀比值		

[0111] 对各个指标的数值进行归一化处理；

[0112] 其中,所述肺活量或握力或台阶测试的数值采用升半梯形分布函数进行归一化处理,所述升半梯形分布函数的公式如下:

$$[0113] \quad f_i(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq a_i^{(1)} \\ \frac{x_i - a_i^{(1)}}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & a_i^{(1)} < x_i < a_i^{(2)} \\ 1 & x_i \geq a_i^{(2)} \end{cases} \quad i = 3, 4, 7 \quad (1)$$

[0114] 式(1)中,

[0115] x_i 为人体肺活量或握力或台阶测试的实际测量值,

[0116] $a_i^{(1)}$ 为预设的肺活量或握力或台阶测试的下限阈值,

[0117] $a_i^{(2)}$ 为预设的肺活量或握力或台阶测试的上限阈值,

[0118] $f_i(x_i)$ 为人体肺活量或握力或台阶测试的实际测量值归一化后的值;

[0119] 所述反应时或汉密尔顿抑郁量表(HAMD)或汉密尔顿焦虑量表(HAMA)或YALE-

BROWN强迫量表或SCL90症状自评量表或匹茨堡睡眠质量指数量表(PSQI)或密西根酒精依赖筛查量表MAST(加权法)或尼古丁依赖程度评估表(FTND)或每日平均工作时长共10个指标的数值采用降半梯形分布函数进行归一化处理,所述降半梯形分布函数的公式如下:

$$[0120] \quad f_i(x_i) = \begin{cases} 1 & x_i \leq a_i^{(1)} \\ \frac{a_i^{(2)} - x_i}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & a_i^{(1)} < x_i < a_i^{(2)}, i = 6, 14 \text{ 或 } 20 \leq i \leq 27。 \\ 0 & x_i \geq a_i^{(2)} \end{cases} \quad (2)$$

[0121] 式(2)中,

[0122] x_i 为上述10个指标中的第*i*个指标的实际测量值,

[0123] $a_i^{(2)}$ 为上述10个指标中的第*i*个指标的下限阈值,

[0124] $a_i^{(1)}$ 为上述10个指标中的第*i*个指标的上限阈值,

[0125] $f_i(x_i)$ 为上述10个指标中的第*i*个指标的实际测量值归一化后的值;

[0126] 所述红细胞数或体重指数(BMI)或血糖或心率或血脂或白细胞数或骨密度或腰臀比值或餐后2小时血糖(2hPPG)或舒张压或收缩压或血小板数或血清总胆固醇共12个指标的数值采用梯形分布函数进行归一化处理,所述梯形分布函数的公式如下:

$$[0127] \quad f_i(x_i) = \begin{cases} \frac{x_i - a_i^{(1)}}{a_i^{(2)} - a_i^{(1)}} & x_i \in [a_i^{(1)}, a_i^{(2)}) \\ 1 & x_i \in [a_i^{(2)}, a_i^{(3)}] \\ \frac{a_i^{(4)} - x_i}{a_i^{(4)} - a_i^{(3)}} & x_i \in (a_i^{(3)}, a_i^{(4)}] \\ 0 & x_i \in (-\infty, a_i^{(1)}) \cup (a_i^{(4)}, +\infty) \end{cases} \quad \begin{matrix} i=5 \text{ 或} \\ 8 \leq i \leq 13 \text{ 或} \\ 15 \leq i \leq 19, \end{matrix} \quad (3)$$

[0128] 式(3)中,

[0129] x_i 为上述12个指标中的第*i*个指标的实际测量值,

[0130] $f_i(x_i)$ 为上述12个指标中的第*i*个指标的实际测量值的归一化后的值,

[0131] $a_i^{(1)}, a_i^{(2)}, a_i^{(3)}, a_i^{(4)}$ 分别为上述12个指标中的第*i*个指标的极限低值、下限阈值、上限阈值和极限高值;

[0132] 所述年龄按照如下公式进行归一化处理:

$$[0133] \quad f_1(x_1) = \frac{x_1 - a_1^{(1)}}{a_1^{(2)} - a_1^{(1)}}, \quad (4)$$

[0134] 式(4)中,

[0135] x_1 为数据中年龄的实际测量值,

[0136] $f_1(x_1)$ 为数据中年龄的实际测量值的归一化后的值,

[0137] $a_1^{(1)}, a_1^{(2)}$ 分别为数据中年龄的第*i*个指标的极限低值和极限高值;

[0138] 所述性别按照如下公式进行归一化处理:

$$[0139] \quad f_2(x_2) = \begin{cases} 1 & x_2 = \text{男} \\ 0 & x_2 = \text{女} \end{cases} \quad (5)$$

[0140] 式(5)中,

[0141] x_2 为性别的实际测量值,

[0142] $f_2(x_2)$ 为性别的实际测量值的归一化后的值;

[0143] S2、将步骤S1中的1200个患者分成训练组和测试组,其中训练组有1050个患者,测试组有150个患者。

[0144] BP神经网络模型包括输入层、隐含层和输出层;

[0145] 根据输入序列X确定网络输入层节点数即指标个数 n , $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$;

[0146] 根据输出序列Y确定输出层节点个数 $m=3$, $Y = (Y_1, Y_2, Y_3)$;健康状况识别为三类:健康、亚健康 and 慢性病,其中健康对应的输出序列为(1,0,0),亚健康对应的输出序列为(0,1,0),慢性病对应的输出序列为(0,0,1);

[0147] 根据如下经验公式确定隐含层节点数 I : I 为接近 $\sqrt{n+m}$ 的整数,取 $I=6$;

[0148] 初始化输入层神经元 i 和隐含层神经元 j 之间的连接权值 $\omega_{ij}=1$,

[0149] 初始化隐含层神经元 j 和输出层神经元 k 之间的连接权值 $\mu_{jk}=1$,

[0150] 初始化隐含层阈值 $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_I) = (1, 1, \dots, 1)$,输出层阈值 $\beta = (\beta_1, \beta_2, \beta_3) = (1, 1, 1)$,给定学习速率 $\eta=0.1$,

[0151] 给定隐含层激励函数和输出层激励函数如下:

$$[0152] \quad f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, x \text{ 为隐含层输入或输出层输入。}$$

[0153] S3、开始训练BP神经网络,

[0154] 计算隐含层输出 H :

$$[0155] \quad H_j = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij} x_i - \alpha_j\right), \quad j=1, 2, \dots, l; \quad (6)$$

[0156] 式(6)中,

[0157] H_j 为隐含层第 j 个节点的输出值,

[0158] x_i 为受试者第 i 项指标,

[0159] α_j 为隐含层第 j 个节点的阈值;

[0160] 计算输出层输出 O :

$$[0161] \quad O_k = f\left(\sum_{j=1}^n H_j \mu_{jk} - \beta_k\right), \quad k=1, 2, \dots, m; \quad (7)$$

[0162] 式(7)中,

[0163] O_k 为输出层第 k 个节点的输出值,

[0164] β_j 为输出层第 j 个节点的阈值;

[0165] 计算误差 e_k :

$$[0166] \quad e_k = Y_k - O_k, k=1, 2, \dots, m; \quad (8)$$

[0167] 式(8)中,

[0168] Y_k 为输出层第 k 个节点的实际值;

[0169] 更新权值 $\tilde{\omega}_{ij}, \tilde{\mu}_{jk}$:

$$[0170] \quad \tilde{\omega}_{ij} = \omega_{ij} + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m \omega_{jk} e_k, \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, l; \quad (9)$$

[0171] 式(9)中,

[0172] $\tilde{\omega}_{ij}$ 为计算后的输入层神经元 i 和隐含层神经元 j 之间的连接权值;

$$[0173] \quad \tilde{\mu}_{jk} = \mu_{jk} + \eta H_j e_k, \quad j = 1, 2, \dots, l; k = 1, 2, \dots, m; \quad (10)$$

[0174] 式(10)中,

[0175] $\tilde{\mu}_{jk}$ 为计算后的隐含层神经元 j 和输出层神经元 k 之间的连接权值;

[0176] 更新阈值 $\tilde{\alpha}_j, \tilde{\beta}_j$:

$$[0177] \quad \tilde{\alpha}_j = \alpha_j + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m \mu_{jk} e_k, \quad j = 1, 2, \dots, l, \quad (11)$$

[0178] 式(11)中,

[0179] $\tilde{\alpha}_j$ 为计算后的隐含层第 j 个节点的阈值;

$$[0180] \quad \tilde{\beta}_k = \beta_k + e_k, \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad (12)$$

[0181] 式(12)中,

[0182] $\tilde{\beta}_k$ 为计算后的输出层第 j 个节点的阈值;

[0183] 判断算法是否结束:

[0184] 如果误差 $\sum_{k=1}^m e_k^2 < c$, $c = 0.0001$ 为计算精度, 或者算法迭代次数大于 $N =$

10000, 则训练结束, 得到输入层神经元 i 和隐含层神经元 j 之间的连接权值最终值 ω_{ij}^F , 隐含层神经元 j 和输出层神经元 k 之间的连接权值最终值 μ_{jk}^F , 隐含层阈值最终值 α^F , 输出层阈值最终值 β^F ; 否则用 $\tilde{\alpha}_j$ 替换 α_j , 用 $\tilde{\beta}_j$ 替换 β_j , 返回计算隐含层输出, 重复上述计算步骤;

[0185] 通过matlab编程运算最终得到输入层神经元 i 和隐含层神经元 j 之间的连接权值最终值 ω_{ij}^F 组成的矩阵的转置为:

[0186]	-1.21	0.227	-0.17	0.123	-0.15	-0.13
	9	82	353	41	017	041
	0.006	-3.59	-0.43	-0.57	-4.45	-0.14
	004	11	746	213	75	13
	1.087	-0.40	-0.13	0.615	0.144	0.194
	8	371	271	45	39	56
	0.089	-0.09	0.320	0.463	0.247	-1.74
	716	845	34	03	7	15
	0.419	-0.67	0.733	-0.20	-1.45	0.396
	5	438	95	368	38	39
	-0.57	0.040	1.577	-0.67	0.522	-7.65
	577	195	5	978	73	2
	-0.03	1.988	-1.49	-0.12	-1.01	-0.16
	884	7	43	194	55	416
	-0.73	-0.75	0.599	-0.47	0.813	0.872
	199	427	46	662	59	81
	0.499	-0.41	-1.32	-0.69	0.003	0.955
	56	932	08	729	412	74
	-0.87	-0.26	1.415	-0.78	0.177	-0.75
	589	65	5	719	33	431
	-0.82	-0.36	0.035	0.584	-0.06	0.037
	242	617	723	7	022	069
	0.434	0.537	-0.06	0.755	-0.11	-0.51
	58	71	187	45	022	264
	-0.71	0.469	-3.52	-0.98	-0.74	1.840
	468	28	81	464	078	2
	-0.66	-0.18	-0.12	0.212	0.253	-0.75
	374	476	815	51	44	695
	-1.90	-1.31	-0.41	0.052	-0.67	0.578
	75	41	279	603	682	24
	0.149	2.439	-7.96	0.626	-4.94	5.581
	09	4	32	93	89	8
	-0.67	1.317	-2.32	-0.36	-2.13	1.246
	555	4	18	25	74	
	0.437	-2.27	1.660	-0.68	0.792	-0.32
	58	01	6	394	58	711

[0187]	0.923	0.708	8.054	-0.98	-1.68	-1.24
	06	54	9	135	47	07
	-1.12	-0.21	-0.14	-0.05	-0.47	-0.49
	17	377	056	059	415	827
	-0.11	0.022	1.455	-1.14	1.343	-1.46
	931	329	6	64	4	71
	0.509	-0.65	2.922	-1.01	0.775	-2.17
	58	989	4	55	05	23
	-0.02	0.295	-6.04	-0.17	0.147	2.935
	212	66	92	848	95	5
	-0.04	-1.17	0.690	-1.18	0.192	0.215
	468	38	96	47	8	74
	0.060	-0.79	1.882	-0.17	1.652	-3.44
	641	826	2	576	1	54
	0.376	0.874	-2.04	-0.22	1.041	0.984
	42	28	24	772	8	12
[0188]	0.280	-2.42	0.383	-0.46	1.139	1.202
	81	2	62	662	9	8

[0188] 隐含层神经元j和输出层神经元k之间的连接权值最终值 μ_{jk}^F 组成的矩阵为:

[0189]	0.82	-0.7	-0.0
	559	3546	8257
	-0.7	-0.2	0.95
	3071	2828	978
	-0.5	-0.3	0.89
	9498	0241	746
	0.16	-0.2	-0.3
	313	9631	8127
	1.16	-0.3	-0.8
	93	5845	0984
	-0.6	0.95	-0.3
	4959	573	0574

[0190] 隐含层阈值最终值为 $\alpha^F = (-1.0665, 0.3425, 2.3796, 0.52624, 0.57499, -0.78523)$, 输出层阈值最终值 β^F 的转置为 $(0.50152, 0.4253, 0.073401)$ 。

[0191] BP神经网络识别能力分析:

[0192] 用已有的150组患者数据(X,Y)对BP神经网络进行测试。

[0193] 计算隐含层输出 H^T :

$$[0194] \quad H_j^T = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij}^F x_i - \alpha_j^F\right), \quad j=1, 2, \dots, l;$$

[0195] 计算输出层输出 O^T :

$$[0196] \quad O_k^T = f\left(\sum_{j=1}^n H_j^T \omega_{jk}^F - \beta_k^F\right), \quad k=1,2,\dots,m。$$

$$[0197] \quad \text{设 } k_T \text{ 是使得 } O_k^T \text{ 最大的那个 } k, O_k^{TF} = \begin{cases} 1 & k = k_Z \\ 0 & k \neq k_Z \end{cases}。$$

[0198] 统计三个识别中的 O^{TF} 与 Y 相同的个数 p_1, p_2, p_3 , 计算每个类别的正确率 $\frac{p_1}{150} \times 100\%, \frac{p_2}{150} \times 100\%, \frac{p_3}{150} \times 100\%$ 。

[0199] 利用已有数据,按照以上步骤计算得到每个类别的正确率分别为:80%,79.67%,72.73%。如果采集到大密度某特征群体性的身心指标数据,可以得到更高的准确率。

[0200] S4、对待识别人进行测量与测试,得到选定上述27项人体指标的实际测量值 $Z = (z_1, z_2, \dots, z_{27})$;

[0201] S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别:

[0202] 计算隐含层输出 H^Z :

$$[0203] \quad H_j^Z = f\left(\sum_{i=1}^n \omega_{ij}^F z_i - \alpha_j^F\right), \quad j=1,2,\dots,l; \quad (13)$$

[0204] H_j^Z 为受试者 z 相应的隐含层第 j 个节点的输出值;

[0205] 计算输出层输出 O^Z :

$$[0206] \quad O_k^Z = f\left(\sum_{j=1}^n H_j^Z \omega_{jk}^F - \beta_k^F\right), \quad k=1,2,\dots,m。 \quad (14)$$

[0207] O_k^Z 为受试者 z 相应的输出层第 k 个节点的输出值。设 k_Z 是使得 O_k^Z 最大的那个 k ,

$$O_k^{ZF} = \begin{cases} 1 & k = k_Z \\ 0 & k \neq k_Z \end{cases}; \text{如果 } O^{ZF} = (1, 0, 0), \text{ 则此人健康; 如果 } O^{ZF} = (0, 1, 0), \text{ 则此人亚健康;}$$

如果 $O^{ZF} = (0, 0, 1)$, 则此人患有慢性病。

[0208] 本发明中选定的27个指标的说明如下:

[0209] 表1本发明中的健康评价指标构成

指标 序号	指标含义	指标说明
1	年龄 (age)	不同年龄的人具有不同的健康状况。
2	性别 (sex)	不同性别的人具有不同的健康状况。

[0211]

3	肺活量 (vital capacity, VC)	肺活量代表一个人潜在的呼吸能力的大小，在某种程度上可以反映一个人的呼吸功能和健康状况。
4	握力 (Grip Strength)	握力主要是测试上肢肌肉群的发达程度，在体能测试中，它常以握力体重指数的形式体现，即把握力的大小与被测人的体重相联系，以获得最科学的体力评估。
5	红细胞数 (Red blood cell count)	正常情况下，红细胞的生成和破坏处于动态平衡，因而血液中红细胞的数量及质量保持相对稳定。无论何种原因造成的红细胞生成与破坏的失常，都会引起红细胞在数量上或质量上的改变，从而导致疾病的发生。
6	反应时 (Reaction time)	反应时是指从接受刺激到机体做出反应动作所需的时间，也就是从刺激到反应之间的时距。刺激引起了感觉器官的活动，经由神经系统传递给大脑，经过加工，再从大脑传递给效应器，作用于外界的某种客体。主要反映人体神经与肌肉系统的协调性和快速反应能力。
7	台阶测试 (Bench test)	台阶测试就是左右腿轮换在台阶上踏跳以测试心肺功能适应水平，反映人体心血管系统机能状况的重要指数。
8	体重指数 (BMI)	体重指数(BMI)= 体重(kg)/ 身高 ² (m ²)。它反映体重、身高与人体内含有脂肪多少的关系，用来界定肥胖、超重、正常与体重过轻。
9	空腹血糖 (FPG)	血液中的糖份统称为血糖，绝大多数情况下都是葡。体内各组织细胞活动所需的能量大部分来自葡萄糖，所以血糖必须保持一定的水平才能维持体内各器官和组织的需要。
10	心率 (Heart Rate)	是指心脏每分钟跳动的次数。非生理性的心率过缓或(和)过速都表明心脏有疾患。
11	血脂 (Blood fat)	血浆中所含脂类统称为血脂。血脂含量可以反映体内脂类代谢的情况。血脂异常，尤其是高血脂，是诱发心脑血管疾病的一个重要因素。
12	白细胞数 (White blood cell count)	指计数单位体积血液中所含的白细胞数目。旧称白血球，是机体防御系统的重要组成部分。白细胞数目减少见于某些病毒、细菌等的感染，增加见于急性炎症、化脓性感染、白血病、恶性肿瘤等。
13	骨密度 (BMD, bone mineral density)	它是骨质量的一个重要标志，反映骨质疏松程度，预测骨折危险性的重要依据。
14	腰臀比值 (Waist-to-Hip Ratio, WHR)	腰臀比值是预测肥胖的指标。比值越小，说明越健康。这是预测一个人是否肥胖及是否面临患心脏病风险的较佳方法。腰围尺寸大，表明脂肪存在于腹部，是危险较大的信号；而一个人臀围大，表明其下身肌肉发达，对人的健康有益。
15	餐后 2 小时血糖 (2hPPG)	餐后2小时血糖测定是诊断和发现糖尿病的另一种重要方法。它受所进食物的种类、胃肠蠕动快慢、饭后

		运动量和餐前血糖水平等多种因素影响。	
16	舒张压 (diastolic blood pressure, DP)	是心脏舒张末期, 血液暂时停止射入动脉, 而已流入动脉的血液靠血管壁的弹力和张力作用, 继续流动, 对血管壁仍有压力, 这时的血压称作舒张压。亦称低压。随着病程延长, 单纯舒张期高血压可以转变为经典性高血压。	
17	收缩压 (Systolic pressure)	是当心脏收缩时, 从心室射入的血液对血管壁产生的侧压力, 这时血压最大; 此时内壁的压力称为收缩压, 亦称高压。临床观察发现, 随着年龄增长而表现的单纯收缩压增高, 更易发生中风和冠脉急性事件。	
18	血小板计数 (PLT)	血小板计数, 指单位体积血液中所含的血小板数目。血小板是血液中最小的细胞, 可保护毛细血管的完整性。血小板计数有助于临床上止血和血栓性疾病的诊断和鉴别诊断。	
19	血清总胆固醇 (Serum concentrations of total cholesterol)	血清总胆固醇是指血液中的所有脂蛋白所含胆固醇之总和。总胆固醇包括游离胆固醇和胆固醇酯。胆固醇是合成肾上腺皮质激素、性激素、胆汁酸及维生素D等生理活性物质的重要原料, 也是构成细胞膜的主要成分, 其血清浓度可作为脂代谢的指标。指临床上将血总胆固醇增高称为高胆固醇血症。	
[0212]	20	汉密尔顿抑郁量表 (Hamilton Depression Scale, HAMD)	是临床上评定抑郁状态时应用得最为普遍的量表。这项量表由经过培训的两名评定者对患者进行HAMD联合检查, 一般采用交谈与观察的方式, 检查结束后, 两名评定者分别独立评分; 在治疗前后进行评分, 可以评价病情的严重程度及治疗效果。
	21	汉密尔顿焦虑量表 (Hamilton Anxiety Scale, HAMA)	最早是精神科临床中常用的量表之一。主要用于评定神经症及其他病人的焦虑症状的严重程度。
	22	YALE-BROWN 强迫量表	耶鲁布朗强迫量表是根据 DSM-III-R 诊断标准而制定的专门测定强迫症状严重程度的量表; 是临床上使用的评定强迫症的主要量表之一。
	23	Sc190 症状自评量表	是世界上最著名的心理健康测试量表之一, 是当前使用最为广泛的精神障碍和心理疾病门诊检查量表, 将协助测试者从十个方面来了解自己的心理健康程度。
	24	匹茨堡睡眠质量指数量表 (PSQI)	该量表适用于睡眠障碍患者、精神障碍患者评价睡眠质量, 同时也适用于一般人睡眠质量的评估。
	25	密西根酒精依耐筛查量表 MAST (加权法)	酒精依赖筛查量表主要用途是在人群中筛查出可能有酒精依赖问题的对象, 其敏感性非常高。常用于流行病学调查, 及精神科临床辅助诊断。本系统适用范围非常广泛, 适用于各种职业、文化阶层及各年龄段的正常人或各类科室病人。尤其是精神科病人
	26	尼古丁依赖程度评估表 (FTND)	尼古丁依赖检验量表主要评估吸烟者对烟草依赖程度。
[0213]	27	每日平均工作时长	工作时长较明显的影响身心健康。一般而言, 工作时间越长, 越有损于健康。

[0214] 表2本发明中的健康评价指标的正常医学参考范围

[0215]

指标序号	指标含义	正常范围
1	年龄	本发明涉及年龄段为 18~60 岁
2	性别	男、女
3	肺活量 (vital capacity, VC)	男>3500 毫升 女>2500 毫升
4	握力 (Grip Strength)	男 $\geq$ 30kg 女 $\geq$ 25kg
5	红细胞数 (red blood cell count)	男: 4.0~5.5 $\times 10^{12}/L$ 女: 3.5~5.0 $\times 10^{12}/L$
6	反应时 (Reaction time)	女: 0.46~0.58 男: 0.44~0.54
7	台阶测试 (Bench test)	男: 52.1~58.7 女: 52.3~60.3
8	体重指数 (BMI)	18.56~24.16 kg/m ²
9	空腹血糖 (FPG)	3.9~6.0mmol/L
10	心率 (Heart Rate)	60~100 次/分
11	血脂 (Blood fat)	130~159mg/dL
12	白细胞数 (White blood cell count)	(4.0~10.0) $\times 10^9 / L$;
13	骨密度 (BMD, bone mineral density)	-1 至+1 之间
14	腰臀比值	亚洲男性平均为 0.81 亚洲女性平均为 0.73
15	餐后 2 小时血糖 2hPPG	3.9~7.8mmol/L
16	舒张压	58~89mmHg
17	收缩压	89~119mmHg
18	血小板计数	男性 (108~273) $\times 10^9/L$ 女性 (148~257) $\times 10^9/L$
19	血清总胆固醇	2.9~6.0mmol/L
20	汉密尔顿抑郁量表 (HAMD)	≤ 8
21	汉密尔顿焦虑量表 (HAMA)	≤ 7
22	YALE-BROWN 强迫量表	≤ 6
23	Sc190 症状自评量表	≤ 160
24	匹茨堡睡眠质量指数量表 (PSQI)	≤ 1
25	密西根酒精依耐筛查量表 MAST (加权法)	≤ 5
26	尼古丁依赖程度评估表 (FTND)	≤ 3

[0216]

27	每日平均工作时长	$\leq 8.5h$
----	----------	-------------

[0217] 结合上表,本发明中的所述评价指标中的预设的肺活量下限阈值,男性为2800毫升,女性为2000毫升,预设的肺活量上限阈值男性为3500毫升,女性为2500毫升;

[0218] 预设的握力下限阈值为22kg,预设的握力上限阈值为35kg;

[0219] 预设的红细胞数,女性的极限低值为 $3.0 \times 10^{12}/L$,下限阈值为 $3.5 \times 10^{12}/L$,上限阈值为 $5.0 \times 10^{12}/L$,极限高值为 $6.0 \times 10^{12}/L$;男性的极限低值为 $3.2 \times 10^{12}/L$,下限阈值为 $4.0 \times 10^{12}/L$,上限阈值为 $5.5 \times 10^{12}/L$,极限高值为 $6.5 \times 10^{12}/L$;

[0220] 预设的反应时,女性的极限低值为0.86,极限高值为0.40;男性的极限低值为0.78,极限高值为0.39;

[0221] 预设的台阶测试下限阈值,男性为41.3,女性为37,预设的肺活量上限阈值男性为52.1,女性为52.3;

[0222] 预设的体重指数(BMI)极限低值为 $14.85\text{kg}/\text{m}^2$,下限阈值为 $18.56\text{kg}/\text{m}^2$,上限阈值为 $24.16\text{kg}/\text{m}^2$,极限高值为 $28.99\text{kg}/\text{m}^2$;

[0223] 预设的空腹血糖的极限低值为 $1\text{mmol}/L$,下限阈值为 $3.9\text{mmol}/L$,上限阈值为 $6.0\text{mmol}/L$,极限高值为 $50\text{mmol}/L$;

[0224] 预设的心率的极限低值为30次/分,下限阈值为60次/分,上限阈值为100次/分,极限高值为200次/分;

[0225] 预设的血脂的极限低值为 $104\text{mg}/\text{dL}$,下限阈值为 $130\text{mg}/\text{dL}$,上限阈值为 $159\text{mg}/\text{dL}$,极限高值为 $190\text{mg}/\text{dL}$;

[0226] 预设的白细胞数的极限低值为 $3.0 \times 10^9/L$,下限阈值为 $4.0 \times 10^9/L$,上限阈值为 $10.0 \times 10^9/L$,极限高值为 $12 \times 10^9/L$;

[0227] 预设的骨密度的极限低值为-1.2,下限阈值为-1.0,上限阈值为1.0,极限高值为1.2。

[0228] 预设的腰臀比值,女性的极限低值为0.83,极限高值为0.63;男性的极限低值为0.91,极限高值为0.71;

[0229] 预设的餐后2小时血糖的极限低值为 $3\text{mmol}/L$,下限阈值为 $3.9\text{mmol}/L$,上限阈值为 $7.8\text{mmol}/L$,极限高值为 $10.0\text{mmol}/L$ 。

[0230] 预设的舒张压的极限低值为 20mmHg ,下限阈值为 58mmHg ,上限阈值为 89mmHg ,极限高值为 160mmHg 。

[0231] 预设的收缩压的极限低值为 30mmHg ,下限阈值为 89mmHg ,上限阈值为 119mmHg ,极限高值为 300mmHg 。

[0232] 预设的血小板计数,女性的极限低值为 $98 \times 10^9/L$,下限阈值为 $148 \times 10^9/L$,上限阈值为 $257 \times 10^9/L$,极限高值为 $307 \times 10^9/L$;男性的极限低值为 $58 \times 10^9/L$,下限阈值为 $108 \times 10^9/L$,上限阈值为 $273 \times 10^9/L$,极限高值为 $323 \times 10^9/L$ 。

[0233] 预设的血清总胆固醇的极限低值为 $1.9\text{mmol}/L$,下限阈值为 $2.9\text{mmol}/L$,上限阈值为 $6.0\text{mmol}/L$,极限高值为 $10\text{mmol}/L$ 。

[0234] 预设的汉密尔顿抑郁量表的下限阈值为20,上限阈值为8。

[0235] 预设的汉密尔顿焦虑量表的下限阈值为21,上限阈值为7。

[0236] 预设的YALE-BROWN强迫量表的下限阈值为16,上限阈值为6。

[0237] 预设的Sc190症状自评量表的下限阈值为300,上限阈值为160。

[0238] 预设的匹茨堡睡眠质量指数量表的下限阈值为16,上限阈值为5。

[0239] 预设的密西根酒精依赖筛查量表(加权法)的下限阈值为26,上限阈值为5。

[0240] 预设的尼古丁依赖程度评估表的下限阈值为7,上限阈值为3。

[0241] 预设的每日平均工作时长的下限阈值为12,上限阈值为8.5。

[0242] 下面结合实施例对本发明作进一步说明。

[0243] 实施例1

[0244] 某男,59岁,肺活量,握力,红细胞数,反应时,台阶测试,体重指数,空腹血糖,心率,血脂,白细胞数,骨密度,腰臀比值,2hPPG,舒张压,收缩压,血小板计数,血清胆固醇,HAMD,HAMA,Yale-Brown强迫量表,Sc190症状自评量表,PSQI,MAST,FTND和每日平均工作时长25个指标的实际测量值分别为3769.9mL,30.9kg, $5.8 \times 10^{12}/L$,0.45,43.11,19.9kg/m²,4.5mmol/L,87次/分,180.95mg/dL, $8.14 \times 10^9/L$, -0.59,0.77,7.1,71mmHg,100mmHg, $2.2 \times 10^{11}/L$,5.4mmol/L,3,3,4,34,4,3,1,11。他的测试结果为(0.5799,0.2747,0.1455),即为(1,0,0),属于健康一类。

[0245] 实施例2

[0246] 某男,51岁,肺活量,握力,红细胞数,反应时,台阶测试,体重指数,空腹血糖,心率,血脂,白细胞数,骨密度,腰臀比值,2hPPG,舒张压,收缩压,血小板计数,血清胆固醇,HAMD,HAMA,Yale-Brown强迫量表,Sc190症状自评量表,PSQI,MAST,FTND和每日平均工作时长25个指标的实际测量值分别为3936.4mL,24.1kg, $4.64 \times 10^{12}/L$,0.58,61.36,17.4kg/m²,3.4mmol/L,53次/分,147.99mg/dL, $5.46 \times 10^9/L$, -0.34,0.63,10.3,76mmHg,113mmHg, $2.3 \times 10^{11}/L$,3.7mmol/L,1,4,5,22,2,0,1,10。他的测试结果为(0.3721,0.5073,0.1205),即为(0,1,0),属于亚健康一类。

[0247] 实施例3

[0248] 某男,44岁,肺活量,握力,红细胞数,反应时,台阶测试,体重指数,空腹血糖,心率,血脂,白细胞数,骨密度,腰臀比值,2hPPG,舒张压,收缩压,血小板计数,血清胆固醇,HAMD,HAMA,Yale-Brown强迫量表,Sc190症状自评量表,PSQI,MAST,FTND和每日平均工作时长25个指标的实际测量值分别为4016.8mL,26.6kg, $4.38 \times 10^{12}/L$,0.45,35.85,22.6kg/m²,8.5mmol/L,98次/分,127mg/dL, $6.90 \times 10^9/L$, -0.09,0.71,5.5,139mmHg,178mmHg, $1.65 \times 10^{11}/L$,3.8mmol/L,6,5,3,32,2,4,2,8。他的测试结果为(-0.1246,0.1652,0.9595),即为(0,0,1),属于慢性病一类。

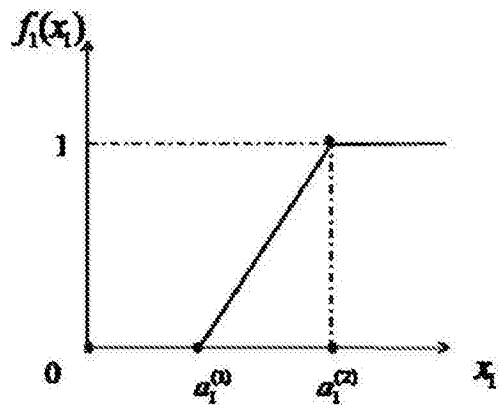


图1

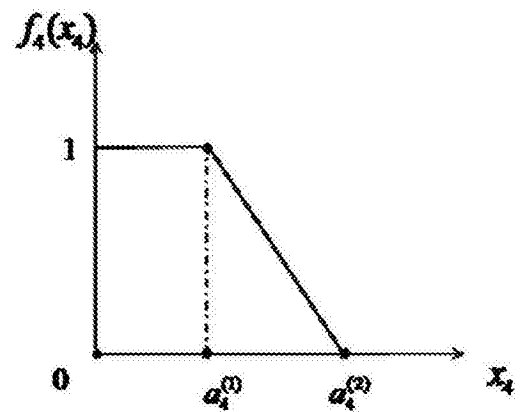


图2

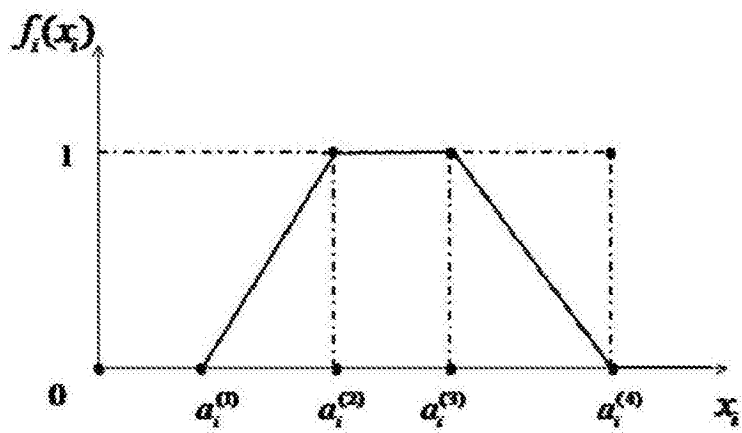


图3

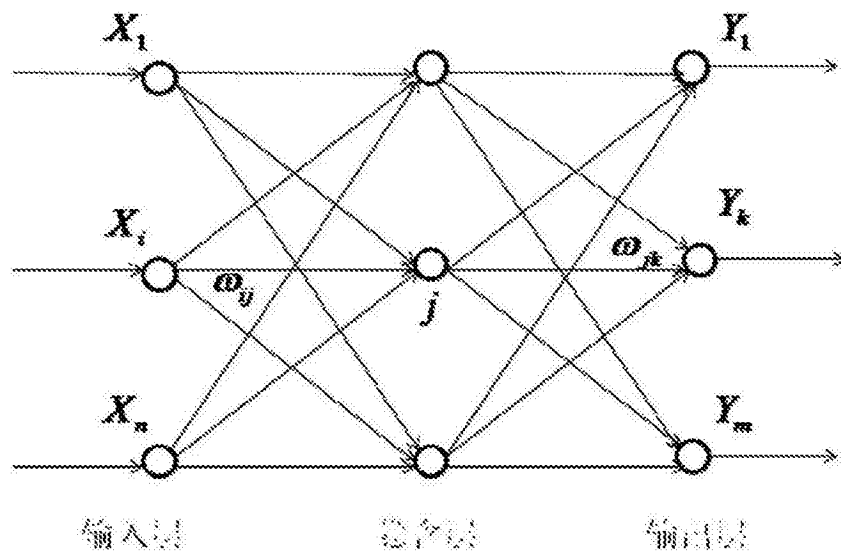


图4

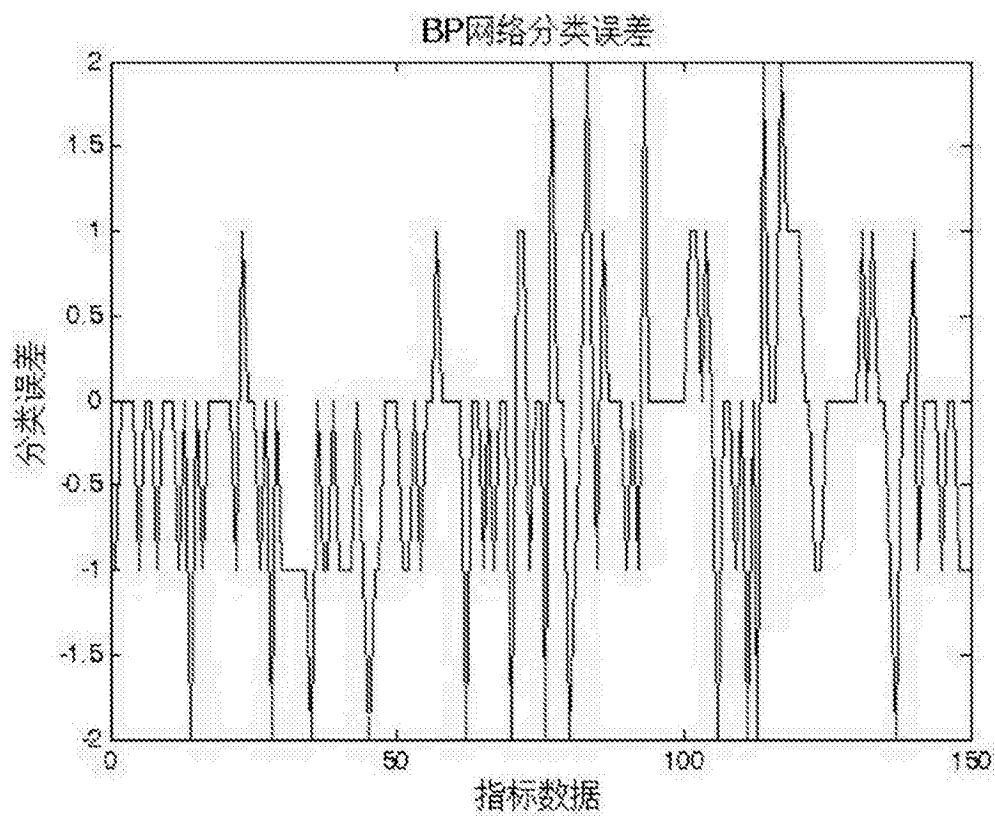


图5

专利名称(译)	基于BP神经网络的人体健康状况识别方法		
公开(公告)号	CN106175726A	公开(公告)日	2016-12-07
申请号	CN201610543416.7	申请日	2016-07-11
[标]申请(专利权)人(译)	夏茂		
申请(专利权)人(译)	夏茂		
当前申请(专利权)人(译)	夏茂		
[标]发明人	夏茂 魏亚龙		
发明人	夏茂 魏亚龙		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/16 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02055 A61B5/165 A61B5/7242		
代理人(译)	王挺		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于BP神经网络的人体健康状况识别方法，包括如下步骤：S1、将未患有重大疾病的人群的生理、心理和行为方式指标实际测量值进行处理得到各指标的归一化值；S2、BP神经网络结构初始化；S3、BP神经网络识别训练；S4、对待识别人体进行测量测试，得到选定人体指标的实际测量值；S5、利用训练好的BP神经网络对待识别人进行健康状况识别。本发明将多个反应人体健康状况的生理、心理、行为方式指标值进行有效的融合，并通过BP神经网络模型给出健康状况识别结果，不但使人体健康状态的识别结果更加简单和直观，而且评估结果可以使非专业人员清晰、明确地了解自身健康状况，对人体相关生命活动的调整甚至疾病的预防甚至治疗有重要指导意义。

