



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109935327 A

(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201910197108.7

A61B 5/00(2006.01)

(22)申请日 2019.03.15

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/021(2006.01)

(71)申请人 南方医科大学顺德医院(佛山市顺德区第一人民医院)

地址 528300 广东省佛山市顺德区荔村甲子路1号

(72)发明人 黄裕立 陈莹 梁小燕 吕伟标  
杜振江 胡允兆 朱海兰 刘心悦  
郑好孝

(74)专利代理机构 重庆市信立达专利代理事务  
所(普通合伙) 50230

代理人 包晓静

(51)Int.Cl.

G16H 50/30(2018.01)

G16H 50/20(2018.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图2页

## (54)发明名称

基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法

## (57)摘要

本发明属于高血压患者心血管危险分层评估技术领域,公开了一种基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法,所述基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统包括:血管参数采集模块、脉搏检测模块、心率检测模块、主控模块、患者档案创建模块、分层模型构建模块、高血压风险预测模块、检测数据存储模块、显示模块。本发明通过分层模型构建模块利用有创属性和无创属性的结合,得出的针对心血管病患者的健康分层模型,其准确性更高,效率也更高,克服了以往模型建立的缺点;同时,通过高血压风险预测模块预测准确,针对每个用户量身定做神经网络模型。



1. 一种基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法,其特征在于,所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法包括:

第一步,利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数进行检测;

第二步,利用脉搏计检测患者脉搏数据;利用心率检测设备检测患者心率数据;

第三步,利用心血管疾病管理智能决策技术支持程序创建患者健康档案;

第四步,利用计算机通过数据处理程序构建心血管病患者的健康分层模型;

第五步,利用预测程序根据检测的参数对高血压患者的心血管风险进行预测;具体包括:

(1)、获取医院高血压治病病因病理数据源与病人日常监控数据,从而建立高血压日常数据数据库;

(2)、根据步骤(1)建立的高血压日常数据数据库以离线的方式对神经网络模型进行训练,以得到训练好的高血压病理神经网络模型;

(3)、通过智能监控设备对用户的日常生活数据进行采集,并将采集的日常生活数据发送至服务器,服务器将用户的日常生活数据保存至用户日常数据记录表中;

(4)、从用户日常数据记录表中提取当日数据,形成n维向量,并对n维向量做归一化处理后输入步骤(2)中训练好的高血压病理神经网络模型中进行高血压危险程度概率预测,得到高血压概率结果数组P,服务器将数组P中最高概率对应的高血压危险程度值W传送给智能家庭高血压护理设备;

(5)、智能家庭高血压护理设备接收服务器传送的高血压危险程度值W后,判断高血压危险程度值W是否大于等于3,如果大于等于3,则警示器警示以提醒用户,如果小于3,则警示器不警示;

(6)、当用户接收到警示器警示时,用户自行去医院检查,并将检查结果通过智能家庭高血压护理设备传送回服务器,服务器判断检查结果是否正确,如果检查结果错误,则说明高血压病理神经网络模型预测不准确,如果检查结果正确,则说明高血压病理神经网络模型预测准确;

(7)、当检查结果错误时,从用户日常数据记录表中抽取m天内的记录保存至增量数据表中,当增量数据表中的记录数量大于h条时,执行增量式算法,对高血压病理神经网络模型进行动态修正;

(8)、重复步骤(3)~(7);

第六步,利用存储器采用神经网络方法对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据进行存储;

第七步,通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据。

2. 如权利要求1所述的基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法,其特征在于,所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数参数进行检测,具体步骤为:

参数的数据序算法如下:

$$X^{(0)} = \left\{ \begin{array}{l} x_j^{(0)} \mid i \in I = (1, 2, 3, 4), \\ X_i^{(0)} = (x_i^{(0)}(1), x_i^{(0)}(2), \dots, x_i^{(0)}(n)) \end{array} \right\}$$

$$X^{(1)} = \left\{ \begin{array}{l} x_j^{(1)} \mid i \in I = (1, 2, 3, 4), \\ X_i^{(1)} = X_i^{(0)} D = (x_i^{(1)}(1)d, x_i^{(1)}(2)d, \dots, x_i^{(1)}(n)d) \end{array} \right\}$$

式中,  $x^{(1)}(k)d = \sum_{j=1}^k x^{(0)}(j)$   $k=1, 2, 3, \dots, n$ , 称D为 $X^{(0)}$ 的一次累加生成算子。

3. 如权利要求1所述的基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法, 其特征在于, 所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法利用存储器采用神经网络方法, 对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据的增益和偏移进行反馈修正后存储, 具体算法为:

(1) 输入第k帧信息, 对第k帧信息进行修正并输出:

$$Y_{ij} = G_{ij}X_{ij} + O_{ij}$$

式中:  $X_{ij}$ 为存储器单元(i, j)的实际输出值;  $G_{ij}$ 为该单元的增益系数;  $O_{ij}$ 为该单元的偏置系数;  $Y_{ij}$ 为该单元校正后的输出;

(2) 计算邻域平均值作为(i, j)点的真值:

$$\bar{Y}_{ij} = (Y_{i,j-1} + Y_{i-1,j} + Y_{i,j+1} + Y_{i+1,j}) / 4$$

式中:  $\bar{Y}_{ij}$ 为校正后信息的四邻域均值, 是校正后的期望输出;

(3) 计算误差函数:

$$F_{ij}(G_{ij}, O_{ij}) = (Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2$$

式中:  $F_{ij}$ 是输出值与期望输出之间的误差, 它是增益系数和偏置系数的函数;

(4) 采用最速下降法, 对每个对象的校正系数进行迭代更新:

$$G_{ij} = G_{ij} - \alpha \partial F_{ij} / \partial G_{ij} = G_{ij} - 2\alpha X_{ij}(Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$$

$$O_{ij} = O_{ij} - \beta \partial F_{ij} / \partial O_{ij} = O_{ij} - 2\beta(Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$$

式中:  $\alpha$ 、 $\beta$ 为神经网络的学习率;

(5) 回到(1), 对第k+1帧进行操作。

4. 如权利要求1所述的基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法, 其特征在于, 所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据, 通过非均匀性校正, 具体算法为:

$$y(n) = x(n) - f(n)$$

$$f(n) = \frac{1}{M}x(n) + (1 - \frac{1}{M})f(n-1)$$

式中,  $M$  为根据截止频率而预先设定的时间常量,  $x(n)$  为第  $n$  帧的输入,  $f(n)$  为第  $n$  帧的低通输出,  $y(n)$  为校正后输出。

5. 一种实现权利要求1所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法的基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统, 其特征在于, 所述基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统包括:

血管参数采集模块, 与主控模块连接, 用于通过血管检测设备检测患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数参数;

脉搏检测模块, 与主控模块连接, 用于通过脉搏计检测患者脉搏数据;

心率检测模块, 与主控模块连接, 用于通过心率检测设备检测患者心率数据;

主控模块, 与血管参数采集模块、脉搏检测模块、心率检测模块、患者档案创建模块、分层模型构建模块、高血压风险预测模块、检测数据存储模块、显示模块连接, 用于通过单片机控制各个模块正常工作;

患者档案创建模块, 与主控模块连接, 用于通过心血管疾病管理智能决策支持程序创建患者健康档案;

分层模型构建模块, 与主控模块连接, 用于通过数据处理程序构建心血管病患者的健康分层模型;

高血压风险预测模块, 与主控模块连接, 用于通过预测程序根据检测的参数对高血压患者的心血管风险进行预测;

检测数据存储模块, 与主控模块连接, 用于通过存储器存储检测的患者血管参数、脉搏、心率数据;

显示模块, 与主控模块连接, 用于通过显示器显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的患者血管参数、脉搏、心率数据。

6. 一种应用权利要求1~4任意一项所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法的疾病诊断控制系统。

## 基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于高血压患者心血管危险分层评估技术领域,尤其涉及一种基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法。

### 背景技术

[0002] 高血压(hypertension)是指以体循环动脉血压(收缩压和/或舒张压)增高为主要特征(收缩压 $\geq 140$ 毫米汞柱,舒张压 $\geq 90$ 毫米汞柱),可伴有心、脑、肾等器官的功能或器质性损害的临床综合征。高血压是最常见的慢性病,也是心脑血管病最主要的危险因素。正常人的血压随内外环境变化在一定范围内波动。在整体人群,血压水平随年龄逐渐升高,以收缩压更为明显,但50岁后舒张压呈现下降趋势,脉压也随之加大。近年来,人们对心血管病多重危险因素的作用以及心、脑、肾靶器官保护的认识不断深入,高血压的诊断标准也在不断调整,目前认为同一血压水平的患者发生心脑血管病的危险不同,因此有了血压分层的概念,即发生心血管病危险度不同的患者,适宜血压水平应有不同。血压值和危险因素评估是诊断和制定高血压治疗方案的主要依据,不同患者高血压管理的目标不同,医生面对患者时在参考标准的基础上,根据其具体情况判断该患者最合适的血压范围,采用针对性的治疗措施。然而,现有高血压患者心血管危险分层评估系统对心血管检测过程耗费,得到的结果指标却不多,导致结果不够准确;同时,不能及时准确的对高血压病症进行预测。

[0003] 综上所述,现有技术存在的问题是:现有高血压患者心血管危险分层评估系统对心血管检测过程耗费,得到的结果指标却不多,导致结果不够准确;同时,不能及时准确的对高血压病症进行预测。

[0004] 现有技术对不能实现血管检测设备的校正补偿,检测患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数数据的准确性较差,不能为高血压患者提供健康保障;现有技术中不能对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据的增益和偏移进行反馈修正后存储,降低血管参数、脉搏、心率数据存储的高准确性,不能为高血压患者心血管危险的准确预测提供保障;现有技术检测得到的数据不能进行有效的校正,使得显示内容的质量与真实度较差,降低了系统对高血压患者心血管危害的预测准确度。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法。

[0006] 本发明是这样实现的,一种基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法,所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法包括:

[0007] 第一步,利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数进行检测;

[0008] 第二步,利用脉搏计检测患者脉搏数据;利用心率检测设备检测患者心率数据;

[0009] 第三步,利用心血管疾病管理智能决策技术支持程序创建患者健康档案;

[0010] 第四步,利用计算机通过数据处理程序构建心血管病患者的健康分层模型;

[0011] 第五步,利用预测程序根据检测的参数对高血压患者的心血管风险进行预测;具体包括:

[0012] (1)、获取医院高血压治病病因病理数据源与病人日常监控数据,从而建立高血压日常数据数据库;

[0013] (2)、根据步骤(1)建立的高血压日常数据数据库以离线的方式对神经网络模型进行训练,以得到训练好的高血压病理神经网络模型;

[0014] (3)、通过智能监控设备对用户的日常生活数据进行采集,并将采集的日常生活数据发送至服务器,服务器将用户的日常生活数据保存至用户日常数据记录表中;

[0015] (4)、从用户日常数据记录表中提取当日数据,形成n维向量,并对n维向量做归一化处理后输入步骤(2)中训练好的高血压病理神经网络模型中进行高血压危险程度概率预测,得到高血压概率结果数组P,服务器将数组P中最高概率对应的高血压危险程度值W传送给智能家庭高血压护理设备;

[0016] (5)、智能家庭高血压护理设备接收服务器传送的高血压危险程度值W后,判断高血压危险程度值W是否大于等于3,如果大于等于3,则警示器警示以提醒用户,如果小于3,则警示器不警示;

[0017] (6)、当用户接收到警示器警示时,用户自行去医院检查,并将检查结果通过智能家庭高血压护理设备传回服务器,服务器判断检查结果是否正确,如果检查结果错误,则说明高血压病理神经网络模型预测不准确,如果检查结果正确,则说明高血压病理神经网络模型预测准确;

[0018] (7)、当检查结果错误时,从用户日常数据记录表中抽取m天内的记录保存至增量数据表中,当增量数据表中的记录数量大于h条时,执行增量式算法,对高血压病理神经网络模型进行动态修正;

[0019] (8)、重复步骤(3)~(7)。

[0020] 第六步,利用存储器采用神经网络方法对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据进行存储;

[0021] 第七步,通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据。

[0022] 进一步,所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数参数进行检测,具体步骤为:

[0023] 参数的数据序算法如下:

$$[0024] \quad X^{(0)} = \left\{ \begin{array}{l} x_j^{(0)} \mid i \in I = (1, 2, 3, 4), \\ X_i^{(0)} = (x_i^{(0)}(1), x_i^{(0)}(2), \dots, x_i^{(0)}(n)) \end{array} \right\}$$

$$[0025] \quad X^{(1)} = \left\{ \begin{array}{l} x_j^{(1)} \mid i \in I = (1, 2, 3, 4), \\ X_i^{(1)} = X_i^{(0)} D = (x_i^{(1)}(1)d, x_i^{(1)}(2)d, \dots, x_i^{(1)}(n)d) \end{array} \right\}$$



[0026] 式中,  $x^{(1)}(k)d = \sum_{j=1}^k x^{(0)}(j)$ ,  $k=1,2,3,\dots,n$ , 称D为 $X^{(0)}$ 的一次累加生成算子。

[0027] 进一步,所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法利用存储器采用神经网络方法,对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据的增益和偏移进行反馈修正后存储,具体算法为:

[0028] (1) 输入第k帧信息,对第k帧信息进行修正并输出:

[0029]  $Y_{ij} = G_{ij}X_{ij} + O_{ij}$

[0030] 式中: $X_{ij}$ 为存储器单元(i,j)的实际输出值; $G_{ij}$ 为该单元的增益系数; $O_{ij}$ 为该单元的偏置系数; $Y_{ij}$ 为该单元校正后的输出;

[0031] (2) 计算邻域平均值作为(i,j)点的真值:

[0032]  $\bar{Y}_{ij} = (Y_{i,j-1} + Y_{i-1,j} + Y_{i,j+1} + Y_{i+1,j})/4$

[0033] 式中: $\bar{Y}_{ij}$ 为校正后信息的四邻域均值,是校正后的期望输出;

[0034] (3) 计算误差函数:

[0035]  $F_{ij}(G_{ij}, O_{ij}) = (Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2$

[0036] 式中: $F_{ij}$ 是输出值与期望输出之间的误差,它是增益系数和偏置系数的函数;

[0037] (4) 采用最速下降法,对每个对象的校正系数进行迭代更新:

[0038]  $G_{ij} = G_{ij} - \alpha \partial F_{ij} / \partial G_{ij} = G_{ij} - 2\alpha X_{ij}(Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$

[0039]  $O_{ij} = O_{ij} - \beta \partial F_{ij} / \partial O_{ij} = O_{ij} - 2\beta(Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$

[0040] 式中: $\alpha$ 、 $\beta$ 为神经网络的学习率;

[0041] (5) 回到(1),对第k+1帧进行操作。

[0042] 进一步,所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据,通过非均匀性校正,具体算法为:

[0043]  $y(n) = x(n) - f(n)$

[0044]  $f(n) = \frac{1}{M}x(n) + (1 - \frac{1}{M})f(n-1)$

[0045] 式中,M为根据截止频率而预先设定的时间常量, $x(n)$ 为第n帧的输入, $f(n)$ 为第n帧的低通输出, $y(n)$ 为校正后输出。

[0046] 本发明的另一目的在于提供一种实现所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法的基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统,所述基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统包括:

[0047] 血管参数采集模块,与主控模块连接,用于通过血管检测设备检测患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数参数;

[0048] 脉搏检测模块,与主控模块连接,用于通过脉搏计检测患者脉搏数据;

[0049] 心率检测模块,与主控模块连接,用于通过心率检测设备检测患者心率数据;

[0050] 主控模块,与血管参数采集模块、脉搏检测模块、心率检测模块、患者档案创建模块、分层模型构建模块、高血压风险预测模块、检测数据存储模块、显示模块连接,用于通过单片机控制各个模块正常工作;

[0051] 患者档案创建模块,与主控模块连接,用于通过心血管疾病管理智能决策支持程序创建患者健康档案;

[0052] 分层模型构建模块,与主控模块连接,用于通过数据处理程序构建心血管病患者的健康分层模型;

[0053] 高血压风险预测模块,与主控模块连接,用于通过预测程序根据检测的参数对高血压患者的心血管风险进行预测;

[0054] 检测数据存储模块,与主控模块连接,用于通过存储器存储检测的患者血管参数、脉搏、心率数据;

[0055] 显示模块,与主控模块连接,用于通过显示器显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的患者血管参数、脉搏、心率数据。

[0056] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法的疾病诊断控制系统。

[0057] 本发明的优点及积极效果为:本发明通过分层模型构建模块利用有创属性和无创属性的结合,得出的针对心血管病患者的健康分层模型,其准确性更高,效率也更高,克服了以往模型建立的缺点;同时,通过高血压风险预测模块建立高血压日常数据数据库;对神经网络模型进行训练;采集日常生活数据发送至服务器,保存至用户日常数据记录表;用户日常数据记录表中提取当日数据,形成 $n$ 维向量,做归一化处理后输入高血压病理神经网络模型中进行高血压危险程度概率预测;智能家庭高血压护理设备判断高血压危险程度值 $W$ 是否大于等于3;当用户接收到警示器警示时,用户自行去医院检查,将检查结果通过智能家庭高血压护理设备传回服务器,服务器判断检查结果是否正确;当检查结果错误时执行增量式算法,对神经网络模型进行动态修正;本发明预测准确,针对每个用户量身定做神经网络模型。

[0058] 本发明利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数进行检测,有效实现血管检测设备的校正补偿,保证检测到高准确度的患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数数据,为高血压患者提供健康保障;本发明利用存储器采用神经网络方法,对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据的增益和偏移进行反馈修正后存储,保证血管参数、脉搏、心率数据存储的高准确性,有利于对高血压患者心血管危险的准确预测提供保障;本发明通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据,通过非均匀性校正,提高显示内容的质量与真实度,提高系统对高血压患者心血管危害的预测准确度。



## 附图说明

[0059] 图1是本发明实施例提供的基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法流程图；

[0060] 图2是本发明实施例提供的基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统结构示意图；

[0061] 图中：1、血管参数采集模块；2、脉搏检测模块；3、心率检测模块；4、主控模块；5、患者档案创建模块；6、分层模型构建模块；7、高血压风险预测模块；8、检测数据存储模块；9、显示模块。

## 具体实施方式

[0062] 为能进一步了解本发明的发明内容、特点及功效，兹例举以下实施例，并配合附图详细说明如下。

[0063] 下面结合附图对本发明的结构作详细的描述。

[0064] 如图1所示，本发明提供的基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法包括以下步骤：

[0065] S101：利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数进行检测；

[0066] S102：利用脉搏计检测患者脉搏数据；利用心率检测设备检测患者心率数据；

[0067] S103：利用心血管疾病管理智能决策技术支持程序创建患者健康档案；

[0068] S104：利用计算机通过数据处理程序构建心血管病患者的健康分层模型；

[0069] S105：利用预测程序根据检测的参数对高血压患者的心血管风险进行预测；

[0070] S106：利用存储器采用神经网络方法对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据进行存储；

[0071] S107：通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据。

[0072] 步骤S101，本发明实施例提供的利用血管检测设备采取GM(1,N)模型对患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数进行检测，有效实现血管检测设备的校正补偿，保证检测到高准确度的患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数数据，为高血压患者提供健康保障，具体步骤为：

[0073] 参数的数据序算法如下：

$$[0074] \quad X^{(0)} = \left\{ \begin{array}{l} x_j^{(0)} \mid i \in I = (1, 2, 3, 4), \\ X_i^{(0)} = (x_i^{(0)}(1), x_i^{(0)}(2), \dots, x_i^{(0)}(n)) \end{array} \right\}$$

$$[0075] \quad X^{(1)} = \left\{ \begin{array}{l} x_j^{(1)} \mid i \in I = (1, 2, 3, 4), \\ X_i^{(1)} = X_i^{(0)} D = (x_i^{(1)}(1)d, x_i^{(1)}(2)d, \dots, x_i^{(1)}(n)d) \end{array} \right\}$$

$$[0076] \quad \text{式中, } x^{(1)}(k)d = \sum_{j=1}^k x^{(0)}(j) \quad k=1, 2, 3, \dots, n, \text{ 称D为} X^{(0)} \text{ 的一次累加生成}$$

算子;通过数据的累加处理,提高了序列的光滑度,降低了原序列数据的离散度,使得原始数据的特性与规律更明显;

[0077] 温度传感器的灰色GM(1,N)模型及对应的白化方程为:

$$[0078] \quad x_1^{(0)}(k) + az_1^{(1)}(k) = \sum_{i=2}^4 b_i x_i^{(1)}(k)$$

$$[0079] \quad \frac{dx_1^{(1)}}{dt} + ax_1 = \sum_{i=2}^4 b_i x_i^{(1)}$$

[0080] 其中, $k=1,2,3,\dots,n$ , $a$ 为模型的发展系数, $b$ 为灰作用量,表达数据间

[0081] 的变化情况。

[0082] 步骤S106,本发明实施例提供的利用存储器采用神经网络方法,对检测的患者血管参数、脉搏、心率数据的增益和偏移进行反馈修正后存储,保证血管参数、脉搏、心率数据存储的高准确性,有利于对高血压患者心血管危险的准确预测提供保障,具体算法为:

[0083] (1) 输入第 $k$ 帧信息,对第 $k$ 帧信息进行修正并输出:

$$[0084] \quad Y_{ij} = G_{ij}X_{ij} + O_{ij}$$

[0085] 式中: $X_{ij}$ 为存储器单元 $(i,j)$ 的实际输出值; $G_{ij}$ 为该单元的增益系数; $O_{ij}$ 为该单元的偏置系数; $Y_{ij}$ 为该单元校正后的输出;

[0086] (2) 计算邻域平均值作为 $(i,j)$ 点的真值:

$$[0087] \quad \bar{Y}_{ij} = (Y_{i,j-1} + Y_{i-1,j} + Y_{i,j+1} + Y_{i+1,j}) / 4$$

[0088] 式中: $\bar{Y}_{ij}$ 为校正后信息的四邻域均值,是校正后的期望输出;

[0089] (3) 计算误差函数:

$$[0090] \quad F_{ij}(G_{ij}, O_{ij}) = (Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2$$

[0091] 式中: $F_{ij}$ 是输出值与期望输出之间的误差,它是增益系数和偏置系数的函数;

[0092] (4) 采用最速下降法,对每个对象的校正系数进行迭代更新:

$$[0093] \quad G_{ij} = G_{ij} - \alpha \partial F_{ij} / \partial G_{ij} = G_{ij} - 2\alpha X_{ij}(Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$$

$$[0094] \quad O_{ij} = O_{ij} - \beta \partial F_{ij} / \partial O_{ij} = O_{ij} - 2\beta(Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})$$

[0095] 式中: $\alpha$ 、 $\beta$ 为神经网络的学习率;

[0096] (5) 回到第1步,对第 $k+1$ 帧进行操作。

[0097] 步骤S107,本发明实施例提供的通过显示器通过时域高通滤波非均匀性校正算法显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的数据,通过非均匀性校正,提高显示内容的质量与真实度,提高系统对高血压患者心血管危害的预测准确度,具体算法为:

$$[0098] \quad y(n) = x(n) - f(n)$$

[0099] 
$$f(n) = \frac{1}{M}x(n) + (1 - \frac{1}{M})f(n-1)$$

[0100] 式中,  $M$  为根据截止频率而预先设定的时间常量,  $x(n)$  为第  $n$  帧的输入,  $f(n)$  为第  $n$  帧的低通输出,  $y(n)$  为校正后输出。

[0101] 如图2所示, 本发明实施例提供的基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统包括: 血管参数采集模块1、脉搏检测模块2、心率检测模块3、主控模块4、患者档案创建模块5、分层模型构建模块6、高血压风险预测模块7、检测数据存储模块8、显示模块9。

[0102] 血管参数采集模块1, 与主控模块4连接, 用于通过血管检测设备检测患者血管血压、血管硬化指数、血管阻力指数等参数;

[0103] 脉搏检测模块2, 与主控模块4连接, 用于通过脉搏计检测患者脉搏数据;

[0104] 心率检测模块3, 与主控模块4连接, 用于通过心率检测设备检测患者心率数据;

[0105] 主控模块4, 与血管参数采集模块1、脉搏检测模块2、心率检测模块3、患者档案创建模块5、分层模型构建模块6、高血压风险预测模块7、检测数据存储模块8、显示模块9连接, 用于通过单片机控制各个模块正常工作;

[0106] 患者档案创建模块5, 与主控模块4连接, 用于通过心血管疾病管理智能决策支持程序创建患者健康档案;

[0107] 分层模型构建模块6, 与主控模块4连接, 用于通过数据处理程序构建心血管病患者的健康分层模型;

[0108] 高血压风险预测模块7, 与主控模块4连接, 用于通过预测程序根据检测的参数对高血压患者的心血管风险进行预测;

[0109] 检测数据存储模块8, 与主控模块4连接, 用于通过存储器存储检测的患者血管参数、脉搏、心率数据;

[0110] 显示模块9, 与主控模块4连接, 用于通过显示器显示高血压患者心血管危险分层评估系统界面及检测的患者血管参数、脉搏、心率数据。

[0111] 本发明提供的分层模型构建模块6构建方法如下:

[0112] 1) 检测获得心血管病患者个体的有创属性和无创属性, 并记录足够多个个体的数据;

[0113] 2) 将上述步骤中的有创属性带入疾病预报模型, 从而得出对数据的评估结果;

[0114] 3) 将步骤1) 中的无创属性和步骤2) 中的评估结果保存至健康评估模型训练集;

[0115] 4) 分析计算健康评估模型训练集中的数据从而建立待测试健康分层模型;

[0116] 5) 使用步骤1) 中检测获得的数据测试上述待测试健康分层模型的外推精度, 若外推精度未达到指标, 则回到3) 步骤重新执行, 直至外推精度达到指标。

[0117] 本发明提供的步骤4) 具体为: 分析计算健康评估模型训练集中的数据, 执行基于机器学习的数据挖掘从而建立待测试健康分层模型; 将已获临床应用的疾病预测模型的结果作为数据挖掘的决策值集合。

[0118] 本发明提供的高血压风险预测模块7预测方法如下:

[0119] (1)、获取医院高血压治病病因病理数据源与病人日常监控数据, 从而建立高血压

日常数据数据库；

[0120] (2)、根据步骤(1)建立的高血压日常数据数据库以离线的方式对神经网络模型进行训练,以得到训练好的高血压病理神经网络模型；

[0121] (3)、通过智能监控设备对用户的日常生活数据进行采集,并将采集的日常生活数据发送至服务器,服务器将用户的日常生活数据保存至用户日常数据记录表中；

[0122] (4)、从用户日常数据记录表中提取当日数据,形成 $n$ 维向量,并对 $n$ 维向量做归一化处理后输入步骤(2)中训练好的高血压病理神经网络模型中进行高血压危险程度概率预测,得到高血压概率结果数组 $P$ ,服务器将数组 $P$ 中最高概率对应的高血压危险程度值 $W$ 传送给智能家庭高血压护理设备；

[0123] (5)、智能家庭高血压护理设备接收服务器传送的高血压危险程度值 $W$ 后,判断高血压危险程度值 $W$ 是否大于等于3,如果大于等于3,则警示器警示以提醒用户,如果小于3,则警示器不警示；

[0124] (6)、当用户接收到警示器警示时,用户自行去医院检查,并将检查结果通过智能家庭高血压护理设备传送回服务器,服务器判断检查结果是否正确,如果检查结果错误,则说明高血压病理神经网络模型预测不准确,如果检查结果正确,则说明高血压病理神经网络模型预测准确；

[0125] (7)、当检查结果错误时,从用户日常数据记录表中抽取 $m$ 天内的记录保存至增量数据表中,当增量数据表中的记录数量大于 $h$ 条时,执行增量式算法,对高血压病理神经网络模型进行动态修正；

[0126] (8)、重复步骤(3)~(7)。

[0127] 以上所述仅是对本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改,等同变化与修饰,均属于本发明技术方案的范围。

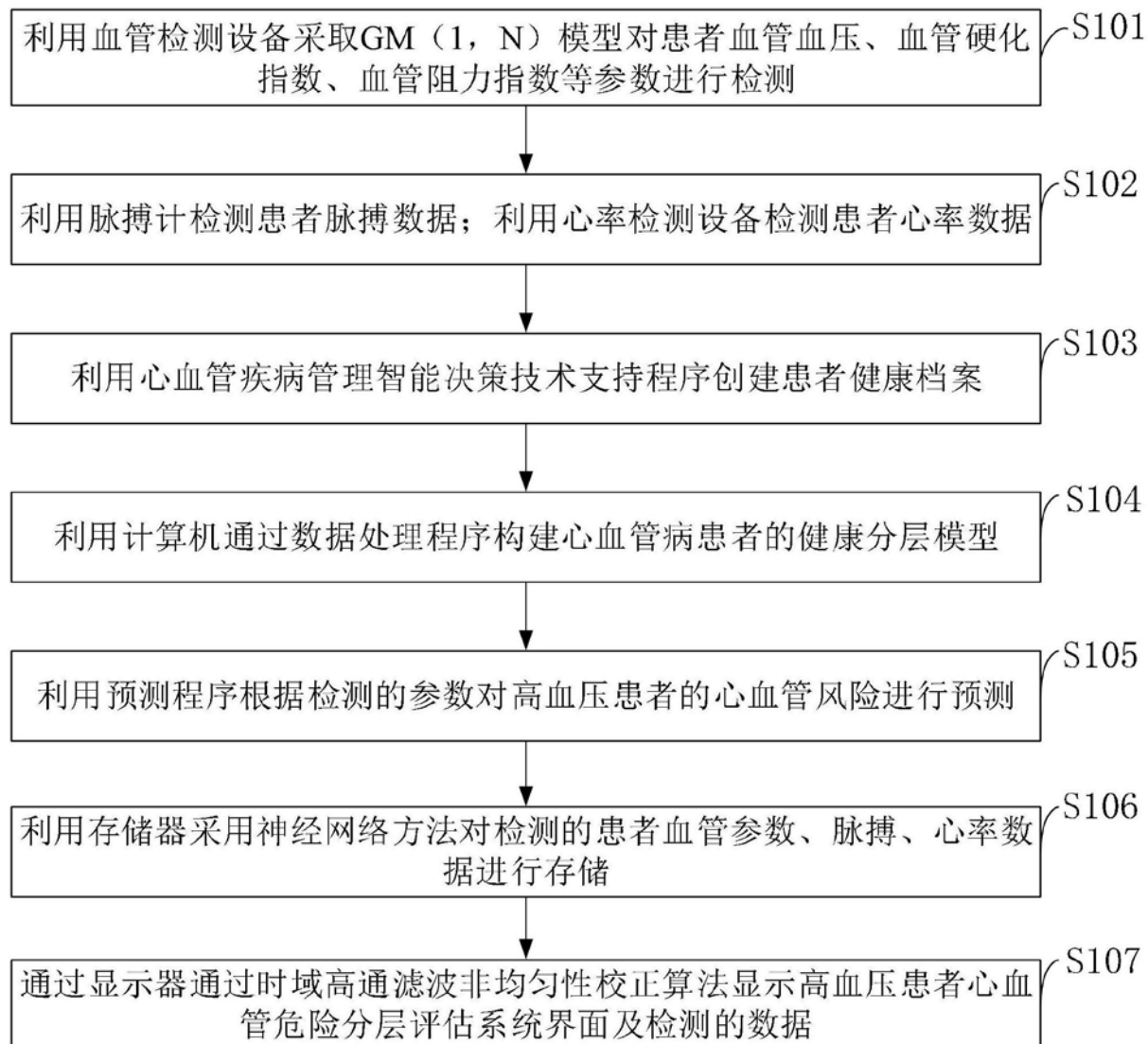


图1

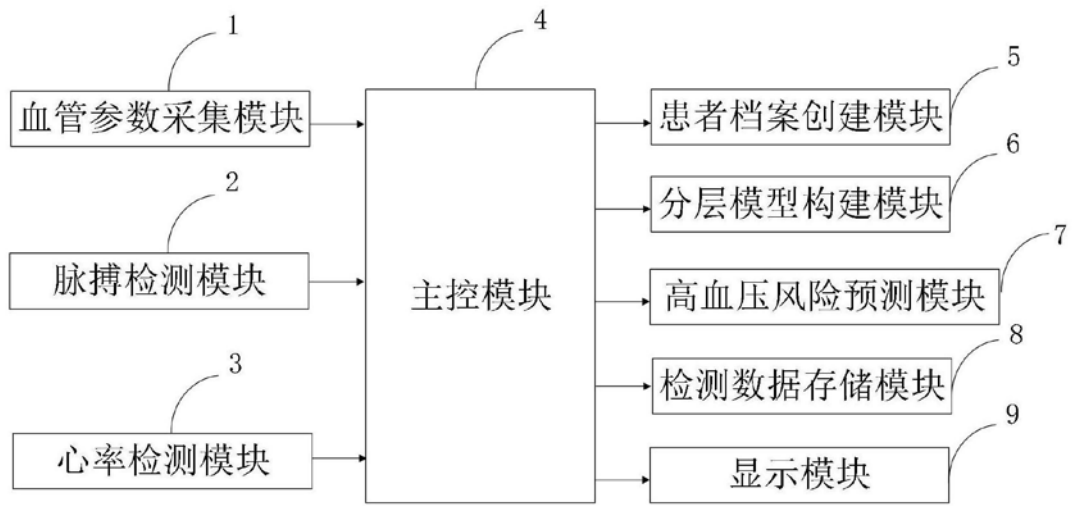


图2



专利名称(译)	基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109935327A</a>	公开(公告)日	2019-06-25
申请号	CN201910197108.7	申请日	2019-03-15
[标]发明人	陈莹 梁小燕 吕伟标 杜振江 朱海兰 刘心悦		
发明人	黄裕立 陈莹 梁小燕 吕伟标 杜振江 胡允兆 朱海兰 刘心悦 郑好孝		
IPC分类号	G16H50/30 G16H50/20 A61B5/00 A61B5/02 A61B5/021		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明属于高血压患者心血管危险分层评估技术领域，公开了一种基于智能决策支持的高血压患者心血管危险分层评估方法，所述基于智能决策支持技术的高血压患者心血管危险分层评估系统包括：血管参数采集模块、脉搏检测模块、心率检测模块、主控模块、患者档案创建模块、分层模型构建模块、高血压风险预测模块、检测数据存储模块、显示模块。本发明通过分层模型构建模块利用有创属性和无创属性的结合，得出的针对心血管病患者的健康分层模型，其准确性更高，效率也更高，克服了以往模型建立的缺点；同时，通过高血压风险预测模块预测准确，针对每个用户量身定做神经网络模型。

