



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110812699 B

(45) 授权公告日 2021.09.28

(21) 申请号 201911221420.1

G06N 3/04 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.03

G06N 3/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G16H 50/50 (2018.01)

申请公布号 CN 110812699 A

A61B 5/318 (2021.01)

A61B 5/0205 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.02.21

A61B 5/346 (2021.01)

A61B 5/00 (2006.01)

(73) 专利权人 四川大学

地址 610044 四川省成都市武侯区一环路
南一段24号

(56) 对比文件

CN 1907214 A, 2007.02.07

CN 108186011 A, 2018.06.22

CN 107890348 A, 2018.04.10

CN 1723057 A, 2006.01.18

CN 104683474 A, 2015.06.03

CN 107510452 A, 2017.12.26

US 2003023175 A1, 2003.01.30

(72) 发明人 刘琦 谭家兴 王康 刘宇 刘颖
陈茂

(74) 专利代理机构 成都正华专利代理事务所
(普通合伙) 51229

代理人 李蕊

审查员 何焕文

权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(51) Int. Cl.

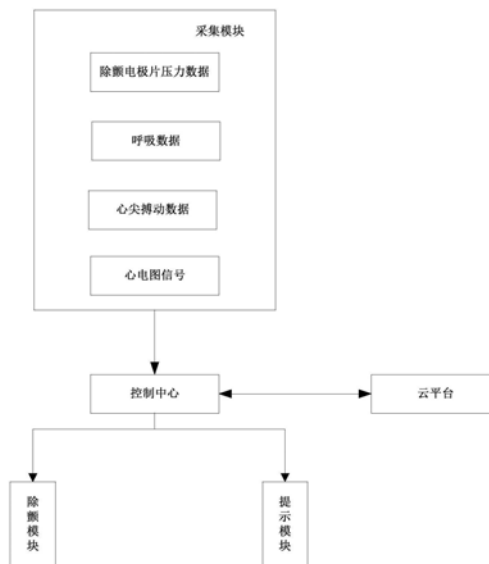
A61N 1/39 (2006.01)

(54) 发明名称

远程除颤防护系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种远程除颤防护系统及其控制方法,该系统包括采集模块,用于采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号;当控制中心在线时,将心电图信号传输至云平台,并接收来自云平台的预测结果,当控制中心离线时,将当前心电图信号输入室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且发生了室颤时,向除颤模块发送除颤指令,向提示模块发送启动指令;除颤模块,用于接收手动取消除颤的指令,若接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤。



1. 远程除颤防护系统,其特征在于,包括:

采集模块,用于采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号后发送至控制中心;

控制中心,用于分别根据除颤电极片压力数据、呼吸数据和心尖搏动数据判断除颤电极片是否脱落、是否存在呼吸和是否存在心尖搏动;当控制中心在线时,将心电图信号通过网络传输至云平台,并接收来自云平台的预测结果,当控制中心离线时,将当前心电图信号输入控制中心内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且预测结果为发生了室颤时,向除颤模块发送除颤指令,并向提示模块发送启动指令;

除颤模块,用于接收手动取消除颤的指令,若接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤;

提示模块,用于接收启动指令后执行语音提示以提示旁人勿触碰患者;

云平台,用于接收并存储心电图信号,并将当前心电图信号输入云平台内存储的所述室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果,若是,则向控制中心发送预测结果;

所述室颤预测模型通过深度学习算法得到;

室颤预测模型通过深度学习算法得到进一步包括:

采集设定数量的心电图信号,并对其进行预处理得到训练集;

定义CoSen-Bi-LSTM网络模型的网格参数损失函数和代价矩阵损失函数,并将训练集输入构建好的CoSen-Bi-LSTM网络模型中进行训练得到室颤预测模型,所述CoSen-Bi-LSTM网络模型包括依次连接的输入层、第一隐藏层、第二隐藏层、输出层以及代价敏感层;

定义CoSen-Bi-LSTM网络模型的网格参数损失函数和代价矩阵损失函数,CoSen-Bi-LSTM网络模型包括依次连接的输入层、第一隐藏层、第二隐藏层、输出层以及代价敏感层,网格参数为交叉熵损失函数,网格参数损失函数的表达式为:

$$L_{\theta}(d, y) = -\sum_n (d_n \log y_n)$$

其中, d_n 为真实标签, $y_n = \frac{\zeta_{p,n} \exp(o_n)}{\sum_k \zeta_{p,k} \exp(o_k)}$, o_n 和 o_k 为输出层的输出, y_n 为经过代价敏

感层修改后的输出;

代价矩阵损失函数的表达式为:

$$L_{\zeta}(\xi) = \|T - \xi\|_2^2 + E_{\text{val}}(\theta, \xi)$$

其中, E_{val} 为验证误差, θ 为网络的超参数, ξ 为代价矩阵,

$T = H \circ \exp\left(-\frac{(S - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \circ \exp\left(-\frac{(R - \mu_2)^2}{2\sigma_2^2}\right)$, μ_1 、 μ_2 、 σ_1 和 σ_2 为交叉验证的参数, R 为当前分

类错误的混淆矩阵, S 为类到类的可分性的矩阵, H 为用训练集类别分布直方图向量 h 定义的

矩阵, $H(p, q) = \begin{cases} \max(h_p, h_q) : p \neq q, (p, q) \in c \\ h_p : p = q, p \in c \end{cases}$, p 为 c 中的一个类别, q 为 c 中的一个类别,

h_p 为 p 类的直方图向量, h_q 为 q 类的直方图向量, c 为给定心电图数据集的所有类的集合。

2. 根据权利要求1所述的远程除颤防护系统,其特征在于,将训练集输入构建好的CoSen-Bi-LSTM网络模型中进行训练得到室颤预测模型进一步包括:采用随机梯度下降的方法训练网络,并采用SGD的方法来进行梯度更新,学习率为0.001。

3. 根据权利要求2所述的远程除颤防护系统,其特征在于,所述CoSen-Bi-LSTM网络模型的网格参数为交叉熵损失函数。

4. 根据权利要求2所述的远程除颤防护系统,其特征在于,并对其进行预处理得到训练集进一步包括:

S1、将每个心电图信号按每4个心跳依次切割为多个子心电图信号;

S2、利用高通滤波器对子心电图信号校正基线漂移后,采用基于小波变换的收缩方法去除高频噪声;

S3、赋予每个子心电图信号类标签得到训练集。

5. 根据权利要求4所述的远程除颤防护系统,其特征在于,所述高通滤波器的系统函数的计算公式为:

$$H(z) = \frac{0.9876z - 0.9876}{z - 0.9752}$$

其中,z为子心电图信号。

6. 权利要求1-5任一所述的远程除颤防护系统的控制方法,其特征在于,包括:

采集模块采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号后发送至控制中心;

控制中心分别根据除颤电极片压力数据、呼吸数据和心尖搏动数据判断除颤电极片是否脱落、是否存在呼吸和是否存在心尖搏动;

当控制中心在线时,将心电图信号通过网络传输至云平台,云平台接收并存储心电图信号,并将当前心电图信号输入云平台内存储的所述室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果,若是,则向控制中心发送预测结果;当控制中心离线时,将当前心电图信号输入控制中心内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;

当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且预测结果为发生了室颤时,控制中心向除颤模块发送除颤指令,并向提示模块发送启动指令;除颤模块在接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤;提示模块接收启动指令后执行语音提示以提示旁人勿触碰患者。

远程除颤防护系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗领域,具体涉及一种远程除颤防护系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 心血管疾病是全球患病率及死亡率最高的疾病,绝大部分心血管疾病患者死于心脏骤停。心脏骤停是指心脏突然停止射血,使重要器官(如脑)严重缺血、缺氧,进而导致生命终止。心脏骤停最有效的处理方法为电除颤,对于心脏骤停患者,3-5分钟内行有效电除颤是唯一有效降低患者死亡率的院前急救方法。

发明内容

[0003] 针对现有技术中的上述不足,本发明旨在提供一种能够提高发生心脏骤停患者生存可能性的远程除颤防护系统及其控制方法。

[0004] 为了达到上述发明创造的目的,本发明采用的技术方案为:

[0005] 提供一种远程除颤防护系统,其包括:

[0006] 采集模块,用于采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号后发送至控制中心;

[0007] 控制中心,用于分别根据除颤电极片压力数据、呼吸数据和心尖搏动数据判断除颤电极片是否脱落、是否存在呼吸和是否存在心尖搏动;当控制中心在线时,将心电图信号通过网络传输至云平台,并接收来自云平台的预测结果,当控制中心离线时,将当前心电图信号输入控制中心内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且预测结果为发生了室颤时,向除颤模块发送除颤指令,并向提示模块发送启动指令;

[0008] 除颤模块,用于接收手动取消除颤的指令,若接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤;

[0009] 提示模块,用于接收启动指令后执行语音提示以提示旁人勿触碰患者;

[0010] 云平台,用于接收并存储心电图信号,并将当前心电图信号输入云平台内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果,若是,则向控制中心发送预测结果。

[0011] 进一步地,室颤预测模型通过深度学习算法得到。

[0012] 进一步地,室颤预测模型通过深度学习算法得到进一步包括:

[0013] 采集设定数量的心电图信号,并对其进行预处理得到训练集;

[0014] 定义CoSen-Bi-LSTM网络模型的网格参数损失函数和代价矩阵损失函数,并将训练集输入构建好的CoSen-Bi-LSTM网络模型中进行训练得到室颤预测模型,CoSen-Bi-LSTM网络模型包括依次连接的输入层、第一隐藏层、第二隐藏层、输出层以及代价敏感层。

[0015] 进一步地,将训练集输入构建好的CoSen-Bi-LSTM网络模型中进行训练得到室颤预测模型进一步包括:采用随机梯度下降的方法训练网络,并采用SGD的方法来进行梯度更新,学习率为0.001。

- [0016] 进一步地,CoSen-Bi-LSTM网络模型的网格参数为交叉熵损失函数。
- [0017] 进一步地,并对其进行预处理得到训练集进一步包括:
- [0018] S1、将每个心电图信号按每4个心跳依次切割为多个子心电图信号;
- [0019] S2、利用高通滤波器对子心电图信号校正基线漂移后,采用基于小波变换的收缩方法去除高频噪声;
- [0020] S3、赋予每个子心电图信号类标签得到训练集。
- [0021] 进一步地,高通滤波器的系统函数的计算公式为:
- [0022]
$$H(z) = \frac{0.9876z - 0.9876}{z - 0.9752}$$
- [0023] 其中, z 为子心电图信号。
- [0024] 另一方面,本方案还提供一种本方案设计的远程除颤防护系统的控制方法,其包括:
- [0025] 采集模块采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号后发送至控制中心;
- [0026] 控制中心分别根据除颤电极片压力数据、呼吸数据和心尖搏动数据判断除颤电极片是否脱落、是否存在呼吸和是否存在心尖搏动;
- [0027] 当控制中心在线时,将心电图信号通过网络传输至云平台,云平台接收并存储心电图信号,并将当前心电图信号输入云平台内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果,若是,则向控制中心发送预测结果;当控制中心离线时,将当前心电图信号输入控制中心内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;
- [0028] 当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且预测结果为发生了室颤时,控制中心向除颤模块发送除颤指令,并向提示模块发送启动指令;除颤模块在接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤;提示模块接收启动指令后执行语音提示以提示旁人勿触碰患者。
- [0029] 本发明的有益效果为:通过采集并判断是否存在呼吸和是否存在心尖搏动与室颤预测模型预测结果相结合的方式增强了对心脏骤停判断的准确度。结合除颤模块上还用于接收手动取消除颤的指令,进而减小了除颤电极误放电的概率。同时通过采集并判断除颤电极片是否脱落,提高了电除颤的有效性。并通过提示模块在除颤前提示旁人勿触碰患者,从而保障了与患者接触的人的安全性的同时保障了有效除颤。

附图说明

- [0030] 图1为本发明的原理框图。

具体实施方式

- [0031] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式做详细说明,以便于本技术领域的技术人员理解本发明。但应该清楚,下文所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。在不脱离所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,本领域技术人员在没有做出任何创造性劳动所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。
- [0032] 如图1所示,该远程除颤防护系统包括:

[0033] 采集模块,用于采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号后发送至控制中心;

[0034] 控制中心,用于分别根据除颤电极片压力数据、呼吸数据和心尖搏动数据判断除颤电极片是否脱落、是否存在呼吸和是否存在心尖搏动;当控制中心在线时,将心电图信号通过网络传输至云平台,并接收来自云平台的预测结果,当控制中心离线时,将当前心电图信号输入控制中心内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且预测结果为发生了室颤时,向除颤模块发送除颤指令,并向提示模块发送启动指令;

[0035] 除颤模块,用于接收手动取消除颤的指令,若接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤;

[0036] 提示模块,用于接收启动指令后执行语音提示以提示旁人勿触碰患者;

[0037] 云平台,用于接收并存储心电图信号,并将当前心电图信号输入云平台内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果,若是,则向控制中心发送预测结果。

[0038] 采集模块、控制中心、除颤模块和提示模块均位于穿戴式除颤设备上。

[0039] 实施时,本方案优选控制单元通过蓝牙模块与移动终端(一般为患者手机)连接,通过移动终端将心电图信号发送至云平台。

[0040] 室颤预测模型通过深度学习算法得到,其进一步包括:

[0041] (1) 采集设定数量的心电图信号,并对其进行预处理得到训练集;

[0042] S1、将每个心电图信号按每4个心跳依次切割为多个子心电图信号;

[0043] S2、利用高通滤波器对子心电图信号校正基线漂移后,采用基于小波变换的收缩方法去除高频噪声;高通滤波器的系统函数的计算公式为: $H(z) = \frac{0.9876z - 0.9876}{z - 0.9752}$,其

中, z 为子心电图信号。

[0044] S3、赋予每个子心电图信号类标签得到训练集,标签包括房性心动过速、室颤、窦性心律不齐、房性心动过速、房颤、交界性心动过速、预激综合征、房室传导阻滞、室内传导阻滞、起搏器心律和正常心律。

[0045] (2) 定义CoSen-Bi-LSTM网络模型的网格参数损失函数和代价矩阵损失函数,CoSen-Bi-LSTM网络模型包括依次连接的输入层、第一隐藏层、第二隐藏层、输出层以及代价敏感层,网格参数为交叉熵损失函数,网格参数损失函数的表达式为:

$$[0046] \quad L_{\theta}(d, y) = -\sum_n (d_n \log y_n)$$

[0047] 其中, d_n 为真实标签, $y_n = \frac{\zeta_{p,n} \exp(o_n)}{\sum_k \zeta_{p,k} \exp(o_k)}$, o_n 和 o_k 为输出层的输出, y_n 为经过代价敏感层修改后的输出。

[0048] 代价矩阵损失函数的表达式为:

$$[0049] \quad L_{\zeta}(\xi) = \|T - \xi\|_2^2 + E_{\text{val}}(\theta, \xi)$$

[0050] 其中, E_{val} 为验证误差, θ 为网络的超参数, ξ 为代价矩阵,

$T = H \circ \exp\left(-\frac{(S - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \circ \exp\left(-\frac{(R - \mu_2)^2}{2\sigma_2^2}\right)$, μ_1 、 μ_2 、 σ_1 和 σ_2 为交叉验证的参数, R 为当前分类错误的混淆矩阵, S 为类到类的可分性的矩阵, H 为用训练集类别分布直方图向量 h 定义的

矩阵, $H(p, q) = \begin{cases} \max(h_p, h_q) : p \neq q, (p, q) \in c \\ h_p : p = q, p \in c \end{cases}$, p 为 c 中的一个类别, q 为 c 中的一个类别,

h_p 为 p 类的直方图向量, h_q 为 q 类的直方图向量, c 为给定心电图数据集的所有类的集合。

[0051] 并将训练集输入构建好的CoSen-Bi-LSTM网络模型中进行训练得到室颤预测模型。具体地,采用随机梯度下降的方法训练网络,并采用SGD的方法来进行梯度更新,学习率为0.001。

[0052] 训练过程中,计算每层神经元的输入和输出,根据输入和输出计算网格参数损失函数和代价矩阵损失函数的梯度进行反向传播,判断网格参数损失函数的值是否小于给定误差,若是确定室颤预测模型结构,若否判断训练次数是否达到给定最大迭代次数,若达到确定模型结构,若否继续训练。

[0053] 另一方面,本方案还提供一种远程除颤防护系统的控制方法,其包括:

[0054] 采集模块采集除颤电极片压力数据、呼吸数据、心尖搏动数据和心电图信号后发送至控制中心;

[0055] 控制中心分别根据除颤电极片压力数据、呼吸数据和心尖搏动数据判断除颤电极片是否脱落、是否存在呼吸和是否存在心尖搏动;

[0056] 当控制中心在线时,将心电图信号通过网络传输至云平台,云平台接收并存储心电图信号,并将当前心电图信号输入云平台内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果,若是,则向控制中心发送预测结果;当控制中心离线时,将当前心电图信号输入控制中心内存储的室颤预测模型中得到是否发生室颤的预测结果;

[0057] 当除颤电极片未脱落、呼吸不存在、心尖未搏动且预测结果为发生了室颤时,控制中心向除颤模块发送除颤指令,并向提示模块发送启动指令;除颤模块在接收到除颤指令后的设定时间内未接收到手动取消除颤的指令,则执行除颤;提示模块接收启动指令后执行语音提示以提示旁人勿触碰患者。

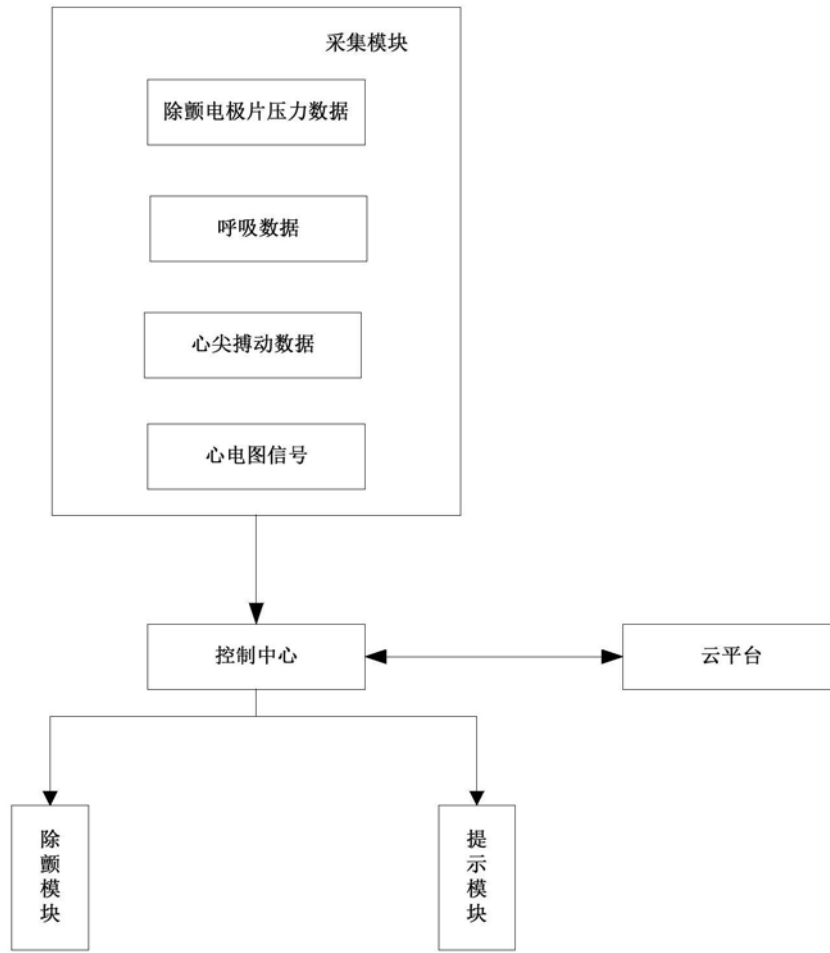


图1