



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110507315 A

(43)申请公布日 2019. 11. 29

(21)申请号 201910916700.8

(22)申请日 2019.09.26

(71)申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发区  
白杨街道2号大街

(72)发明人 洪慧 钱升谊

(74)专利代理机构 浙江千克知识产权代理有限公司 33246

代理人 周希良

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0452(2006.01)

A61B 5/0472(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

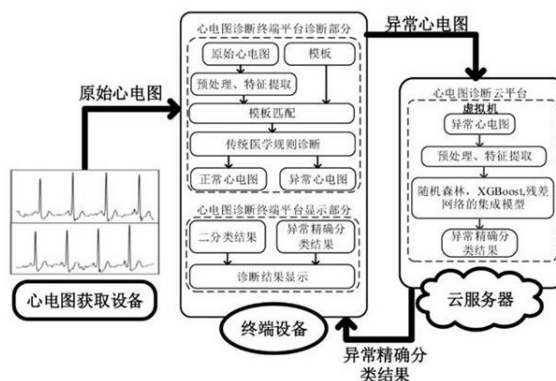
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

## (54)发明名称

一种高效的心电图诊断系统

## (57)摘要

本发明公开了一种高效心电图诊断系统。该系统布置在终端设备和云服务器上,由心电图诊断终端平台诊断部分、显示部分以及心电图诊断云平台三部分组成。该系统结合云计算与边缘计算的优点,在终端设备上实现传统医学诊断规则和机器学习结合的二分类,再由云服务器对异常分类的心电图做出基于深度学习的多分类,从而给出最终的诊断结果。心电图诊断终端平台诊断部分结合模板匹配和传统诊断规则快速地将心电图分为正常、异常两类。心电图诊断云平台通过集合随机森林、XGBoost和残差网络三个模型的方法并结合自身计算机资源灵活可调的优点,降低了模型过拟合的风险,提高了模型对异常心电图精确分类的准确率和诊断速度。



1. 一种高效的心电图诊断系统,其特征在于,包括:

心电图诊断终端平台,主体是微型电脑,分为诊断部分和显示部分,诊断部分用于简单诊断心电图,筛选出异常心电图并快速反馈初步诊断结果;显示部分整合终端平台诊断部分和云平台的反馈结果,并在微型电脑上显示最终的诊断结果;

心电图诊断云平台,主体是云服务器,用于对由终端平台诊断部分筛选出的异常心电图进行精确诊断,并反馈具体的异常信息。

2. 根据权利要求1所述的一种高效的心电图诊断系统,其特征在于:所述的心电图诊断终端平台的诊断部分处理待诊断的心电图得到心拍特征,包括单心拍时间序列,P、Q、R、S、T波峰幅值及位置,PR间期、QS间期、RT间期,RR间期;然后终端平台诊断部分采用模板匹配以及传统医学诊断规则对得到的心拍特征进行判断,快速给出正常异常二分类诊断结果。

3. 根据权利要求1所述的一种高效的心电图诊断系统,其特征在于:所述的心电图诊断终端平台显示部分主要是微型电脑先接收终端平台诊断部分分类得到的初步结果,显示正常与异常,然后对于异常结果,进一步给出由云平台诊断得到的具体异常分类。

4. 根据权利要求1所述的一种高效的心电图诊断系统,其特征在于:所述的心电图诊断云平台在云服务器上部署由XGBoost,随机森林和残差网络stacking集成训练得到的模型,对终端平台诊断为异常的心电图进行结果预测,给出详细的异常分类。

## 一种高效的心电图诊断系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于心电图智能诊断技术领域,具体为一种基于机器学习、深度学习和云-边缘计算的高效心电图诊断系统。

### 背景技术

[0002] 心电图属于四大常规检查技术之一,具有包含信息多、非侵入、廉价等特点,是目前医生诊断心脏疾病的重要依据。由于人们越来越关注自身健康,家庭医疗已然成为一种趋势。心电图诊断作为家庭医疗不可或缺的一环,其必要条件是能够实时监测心电图并快速准确地给出诊断结果。因为医疗资源有限,医生无法在有限时间内对大量的心电图做出诊断,所以心电图自动诊断系统将成为新的一种手段。但是家庭医疗的心电诊断终端设备受便携性约束,本地计算资源有限,同时终端设备获取的全时心电数据量大,多用户数据传至云服务器计算过程中易受云端通信带宽瓶颈的限制,亟需一种高效的心电图诊断系统来解决这一矛盾。

[0003] 另一方面,随着机器学习和深度学习技术的发展进步,其在图像识别、自然语言处理等方面都被大规模运用,通过机器学习与深度学习的结合实现系统的自主心电图诊断成为可能。因为传统的心电图诊断规则仍然是医生们去诊断心电图的主要依据,仍然有可取之处。如何结合机器学习、深度学习以及传统医学诊断规则来解决高效的远程医疗自动诊断成为了一大难题。

### 发明内容

[0004] 为了克服上述背景技术所存在的不足,本发明提供一种高效的心电图诊断系统。该系统结合云计算与边缘计算的优点,在终端平台实现传统医学诊断规则和机器学习结合的二分类(所需计算资源小),再由云平台对异常分类的心电图做出基于深度学习的多分类(分类精细且准确率高),从而给出最终的诊断结果。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

一种高效的心电图诊断系统,包括:

心电图诊断终端平台,主体是微型电脑,分为诊断部分和显示部分,诊断部分用于简单诊断心电图,筛选出异常心电图并快速反馈初步诊断结果;显示部分整合终端平台诊断部分和云平台的反馈结果,并在微型电脑上显示最终的诊断结果。

[0006] 心电图诊断云平台,主体是云服务器,用于对由终端平台诊断部分筛选出的异常心电图进行精确诊断,并反馈具体的异常信息。

[0007] 其中心电图诊断终端平台诊断部分具体是:

对30-60s不等,采样频率为300Hz的单导联心电图原始数据做预处理。预处理包括滤除基线漂移和工频干扰,矫正电极翻转。

[0008] 利用R峰检测算法获取a中预处理得到的心电图数据的R峰位置序列。然后继续提取心电图的波形特征,特征包括:P、Q、R、S、T波峰幅值及位置,PR间期、QS间期、RT间期,RR间

期等。

[0009] 根据得到的R峰位置序列,对每个R峰位置向前采样60点,向后采样60点组成120采样点长度的心拍数据。将这长度为120的心拍数据和由云服务器发送的标准心拍模板进行模板匹配,根据匹配结果将心电图分为异常心电图和待后续诊断的心电图。针对待后续诊断的心电图,采用传统医学诊断规则,结合得到的特征,将心电图分类正常和异常两个类别。

[0010] 其中心电图诊断云平台精确诊断具体是:

将异常心电图,经过预处理和特征提取(方法和终端不全相同),用预先训练好的由XGBoost,随机森林和残差网络stacking集成训练得到的模型对异常心电图进行精确的分类,分类结果发送到终端设备。

[0011] 本发明的有益效果是:

1、本发明采用云-边缘计算架构,在不降低自动诊断准确率的情况下节约了大量成本和计算机资源,同时提高了心电图诊断的速度。

[0012] 2、本发明有机地结合传统医学诊断规则,机器学习以及深度学习,极大地提高了心电图诊断的分类准确率。

[0013] 3、本发明在终端设备上采取简单二分类(正常、异常)可以有效减少云服务器的分类任务,这是因为在实际情况下正常心电图心拍数量占绝大多数。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明的整体流程框架图。

[0015] 图2为本发明的终端平台诊断部分的流程图。

[0016] 图3为本发明的终端平台显示部分的流程图。

[0017] 图4为本发明的云平台流程图。

## 具体实施方式

[0018] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0019] 图1为本发明一种高效的心电图诊断系统框架。如图1所示,首先由心电图获取设备采集用户的原始心电图,并将原始心电图发送到终端设备。终端设备上的终端平台诊断部分处理原始的心电图并给出初步二分类(正常、异常)诊断结果。然后终端设备将被判断为异常的心电图发送到云服务器,由云服务器上的心电图诊断云平台处理异常心电图,给出精确的分类结果。最后云服务器将异常精确分类结果发送给终端设备,由终端平台显示部分整合二分类结果与异常精确分类结果,并显示最终的诊断结果。

[0020] 以上所述是系统诊断心电图的整体流程,下面将介绍各平台的具体实施方案。如图2所示是心电图诊断终端平台诊断部分的具体工作流程。流程包括预处理、特征提取、模板匹配和传统医学规则诊断。

[0021] 1. 该部分将由心电图获取设备发送的原始心电图做如下预处理:1)去除基线漂移;2)去除工频干扰;3)矫正电极翻转。基线漂移的去除可以由低通滤波器实现,工频干扰的去除可以用带通滤波器实现,而电极翻转的矫正可以通过判断心电图最大值最小值的绝

对值以及相对位置来找出存在电极翻转的心电图,然后对该心电图的数据取反来实现矫正的效果。

[0022] 2. 完成预处理后,进行心电图数据的特征提取:首先通过R峰检测算法获取心电图数据的R峰位置序列,然后在此基础上提取P、Q、R、S、T波峰幅值及位置,PR间期、QS间期、RT间期,RR间期等心电图波形特征。

[0023] 3. 模板匹配是完成特征提取后的工作。根据R峰位置序列,对每个R峰位置向前采样60点,向后采样60点组成120采样点长度的心拍数据。然后将这长度为120的心拍数据和由云服务器发送的标准心拍模板进行模板匹配,根据匹配结果将心电图分为异常心电图I和待后续诊断的心电图。

[0024] 4. 取待后续诊断的心电图的波性特征,根据传统的医学诊断规则,判断心电图的RR间期互差是否超过阈值,P波以及T波的幅值以及是否存在等情况来将待诊断心电图分为正常心电图和异常心电图II。异常心电图II和异常心电图I并称为异常心电图。

[0025] 如图3所示是心电图诊断系统终端平台显示部分的工作流程。二分类结果是终端平台诊断部分的诊断结果,包括正常诊断结果和异常诊断结果。异常精确分类结果是云平台的诊断结果,由云服务器发送给终端设备。整合正常诊断结果和异常精确分类结果为整个系统的最终诊断结果,然后由终端平台显示部分将结果显示反馈给用户。

[0026] 如图4所示是心电图诊断系统的云平台的工作流程,其中异常心电图是终端设备所发送。云平台的预处理和特征提取步骤和心电图终端诊断平台都包括基线漂移和工频干扰的去除,电极翻转的矫正,R峰值检测和心电图波形特征提取。唯一不同的是多出一个心电图数理特征的提取步骤,数理特征主要包括:心电图数据的均值、方差、最大值、最小值和能量熵。在完成对异常心电图的预处理和特征提取步骤后,将预处理后得到的心电数据和提取的特征作为集成模型的输入。集成的模型包括随机森林,XGBoost和残差网络,这样可以使得集成模型边界更加稳定,降低过拟合的风险,在异常心电图的分类上有更优的性能。最终通过集成模型可以得到异常心电图的精确分类结果,包括心房颤动,室性早搏,房性早搏,房室传导阻滞。

[0027] 综上,本发明所述的心电图诊断系统采用云-边缘计算架构,边缘端使用微型电脑作为主要的终端设备,其特点是体积小,且可以快速自主地执行小运算量的任务;云端使用云服务器作为主要的云设备,特点是计算机资源可灵活调配,主要执行大运算量的复杂任务。

[0028] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

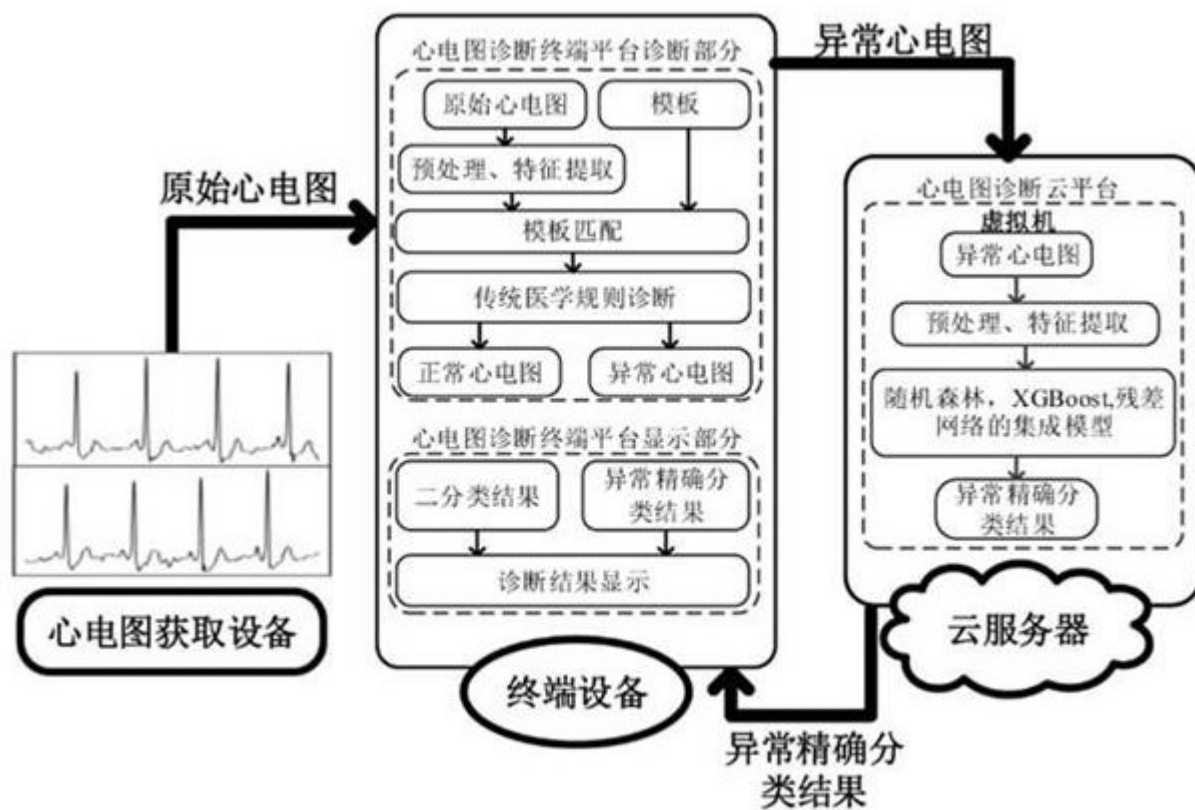


图1

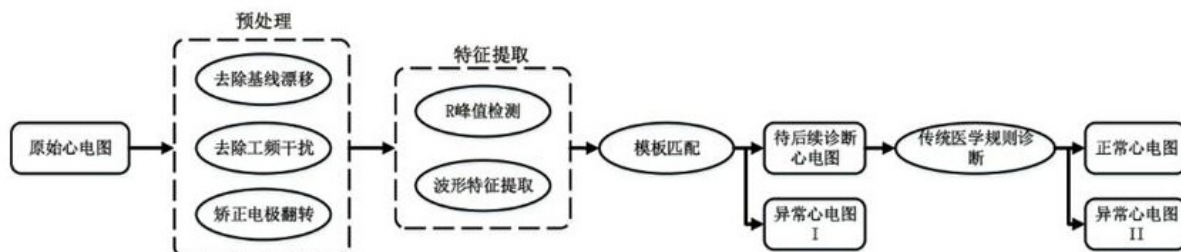


图2

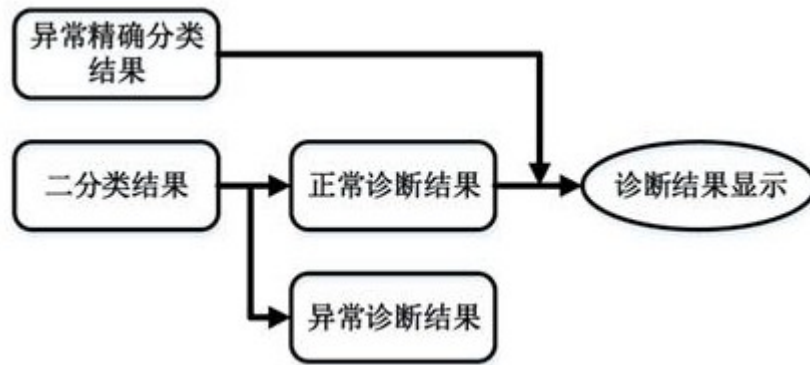


图3

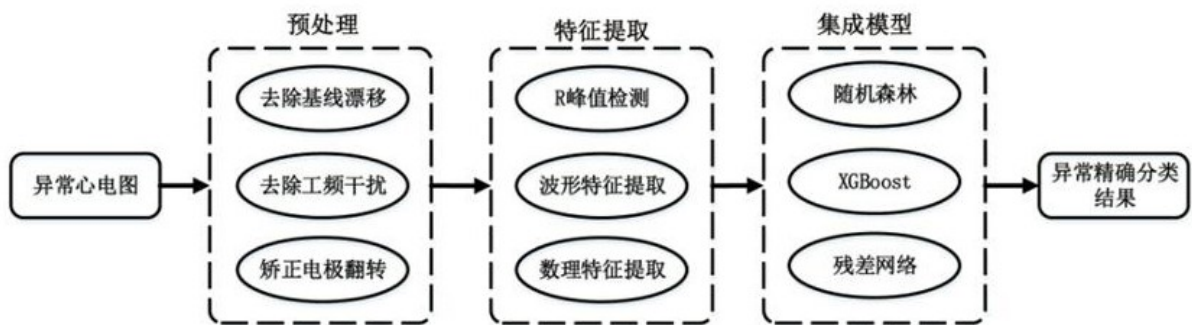


图4

专利名称(译)	一种高效的心电图诊断系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN110507315A</a>	公开(公告)日	2019-11-29
申请号	CN201910916700.8	申请日	2019-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	杭州电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	杭州电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	杭州电子科技大学		
[标]发明人	洪慧 钱升谊		
发明人	洪慧 钱升谊		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0452 A61B5/0472 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0452 A61B5/0472 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/725 A61B5/7267		
代理人(译)	周希良		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种高效心电图诊断系统。该系统布置在终端设备和云服务器上，由心电图诊断终端平台诊断部分、显示部分以及心电图诊断云平台三部分组成。该系统结合云计算与边缘计算的优点，在终端设备上实现传统医学诊断规则和机器学习结合的二分类，再由云服务器对异常分类的心电图做出基于深度学习的多分类，从而给出最终的诊断结果。心电图诊断终端平台诊断部分结合模板匹配和传统诊断规则快速地将心电图分为正常、异常两类。心电图诊断云平台通过集合随机森林、XGBoost和残差网络三个模型的方法并结合自身计算机资源灵活可调的优点，降低了模型过拟合的风险，提高了模型对异常心电图精确分类的准确率和诊断速度。

