



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109887595 A

(43)申请公布日 2019.06.14

(21)申请号 201910038442.8

(22)申请日 2019.01.16

(71)申请人 成都蓝景信息技术有限公司

地址 610041 四川省成都市武侯区武侯新城管委会武兴三路30号43号楼503、504号

(72)发明人 韩伟

(74)专利代理机构 成都中亚专利代理有限公司

51126

代理人 王岗

(51)Int.Cl.

G16H 50/20(2018.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

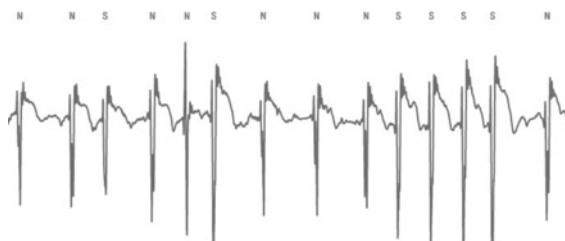
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于深度学习技术的心搏异常识别算法

(57)摘要

本发明公开了一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法;本专利将心博识别模型建模为序列标注问题,即输入为一系列心博对应的心电信号片段,输出为各心博对应的类型。针对心博识别任务的特点,本专利将识别过程分为两个阶段:特征提取阶段和分类阶段。另一方面,本专利针对的是贴片式长程心电图设备,该设备存在心电信号弱,干扰大,病人配搭方式不规范等问题,对于CAD的精度、稳定性等方面的要求更加苛刻。本专利旨在利用人工智能技术,在信号质量差、干扰大的心电信号中进行心搏异常识别方面达到高准确度、高健壮性,以大幅度降低后续的人力成本,同时缩短生成最终结论的周期。



1. 一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法,其特征在於,具有如下五个步骤:

(1) 对心电信号进行预处理:预处理是将原始的心电信号处理为波形干净、按心拍划分的心电片段序列,用于模型预测;

预处理主要包括去基线飘移、低通滤波、心拍分割;

(2) 提取间期特征:间期特征由相邻心博之间的时间距离决定,具有明确的含义,本专利直接将当前心博一定窗口范围内的心博距离作为特征,同时在数值上利用更长的时间窗口的平均心博距离信息对该特征进行了数值上的规范化;

(3) 根据CNN网络取波形特征:波形特征提取采用了一维的AlexNet网络结构,该结构是一种常见的卷积神经网络(Convolutional Neural Network,CNN);

该网络由多个层级构成,能够自动地提取波形特征;前面的层主要提取信号的平直、抬高、颤动等直观特征,靠后的层则提取出一些更抽象的特征;整个特征提取、选择的过程是自动化完成的;另外,为了增强模型的适用范围,本算法进行了数据增强,模拟了实际情况中容易出现的前置误差(滤波效果不理想,心博位置检测不准确等);

(4) 根据RNN网络进行心博分类:分类阶段采用了递归神经网络(Recurrent Neural Network,RNN)结构,该结构适用于序列分析问题;

该网络具有一个输入层,一个隐藏层(位于中间)和一个输出层;

首先,将波形特征和间期特征拼接起来,输入RNN网络;当前时刻的隐藏层接收来自上一时刻隐藏层的输出和当前时刻的输入,并将结果送给输出层和下一时刻的隐藏层;输出层根据隐藏层的输入对心博类型进行判断,给出最终结果;从模型结构来看,最终分析结果利用了当前时刻附近的信息,明显优于单独对单心拍进行分析;

(5) 根据简单、明确的医学规则进行后处理:后处理主要是结合具有明确定义的医学规则(如室早多为代偿完全)对明显的识别错误进行校正,进一步优化识别效果。

基于深度学习技术的心搏异常识别算法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种心搏异常识别算法,具体来讲是一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法。

背景技术

[0002] 据统计,我国每年约有54万人死于心脏性猝死,近九成猝死原因是心律失常。由此可知,心律失常对人体的危害是非常大的。心电图在心律失常检测方面,具有准确率高、价格实惠、无副作用等特点,是临床最常用的检查手段之一。常见的心电图分析系统通常先借助计算机辅助诊断(computer aided diagnosis,CAD)得到初步的结果,再由心电医生归并、校正得出最终结论。在CAD中,心搏(一个心动周期或一次心跳)分析是心律失常分析的基础。心搏识别的准确度,极大地影响了后续人工分析的效率。在CAD系统中,心搏的识别模块主要区分了室上性(用字母S表示)和室性(用字母V表示)心搏,以及窦性(用字母N表示)心搏和噪声(或其它,用字母Q表示)。

[0003] 心电图按检测时间长度不同可分为静态心电图、传统动态心电图、长程心电设备。其中传统动态心电图多指24小时心电图,长程心电图指7天以上的心电图。由于很多心律具有偶发性,静态心电图监测时长较短,很难捕获到异常。这方面,24小时动态心电图具有明显优势。然而,传统的动态心电图在捕获心律异常方面已存在一些不足:监测时长仍然不够,佩戴不方便,计算机辅助诊断系统效果差导致耗费较大人力等。

[0004] 针对动态心电图的诸多不足,我们采用了贴片式单导联长程心电图设备。目前,这类心电图设备也存在一些自动分析算法,主要包括基于模板匹配的算法、基于规则和基于传统机器学习技术的算法。基于模板匹配的算法旨在利用医生手动标注的若干异常心搏去自动匹配其它相似度较高的的心搏,其存在如下缺陷:由于过于简单的匹配操作导致算法对噪声特别敏感;纯模板匹配方式不能给医生一个完整的初步结果,医生的工作量极大。基于规则的算法旨在利用心电相关医学知识对心搏进行自动分析,其存在如下缺陷:规则本身由人为制定的,人类对于某种设备产生的心电图的知识本身可能是不全面的;另一方面心电图自身的不确定性导致规则中各参数普适性不强。基于传统机器学习技术的算法旨在利用特征工程、SVM分类等技术对心搏进行分析。该方法主要缺陷在于人工设计的特征不一定是最适用于心搏分析的特征,从而影响后续的分类效果。

[0005]

发明内容

[0006] 因此,为了解决上述不足,本发明在此提供一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法;本专利将心搏识别模型建模为序列标注问题,即输入为一系列心搏对应的心电信号片段,输出为各心搏对应的类型。针对心搏识别任务的特点,本专利将识别过程分为两个阶段:特征提取阶段和分类阶段。另一方面,本专利针对的是贴片式长程心电图设备,该设备存在心电信号弱,干扰大,病人配搭方式不规范等问题,对于CAD的精度、稳定性等方面的

要求更加苛刻。本专利旨在利用人工智能技术,在信号质量差、干扰大的心电信号中进行心搏异常识别方面达到高准确度、高健壮性,以大幅度降低后续的人力成本,同时缩短生成最终结论的周期。

[0007] 本发明是这样实现的,构造一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法,其特征在于,具有如下五个步骤:

(1) 对心电信号进行预处理:预处理是将原始的心电信号处理为波形干净、按心拍划分的心电片段序列,用于模型预测。预处理主要包括去基线飘移、低通滤波、心拍分割;

(2) 提取间期特征:间期特征由相邻心博之间的时间距离决定,具有明确的含义,本专利直接将当前心博一定窗口范围内的心博距离作为特征,同时在数值上利用更长的时间窗口的平均心博距离信息对该特征进行了数值上的规范化;

(3) 根据CNN网络取波形特征:波形特征提取采用了一维的AlexNet网络结构,该结构是一种常见的卷积神经网络(Convolutional Neural Network,CNN)。该网络由多个层级构成,能够自动地提取波形特征;前面的层主要提取信号的平直、抬高、颤动等直观特征,靠后的层则提取出一些更抽象的特征;整个特征提取、选择的过程是自动化完成的;另外,为了增强模型的适用范围,本算法进行了数据增强,模拟了实际情况中容易出现的前置误差(滤波效果不理想,心博位置检测不准确等);

(4) 根据RNN网络进行心博分类:分类阶段采用了递归神经网络(Recurrent Neural Network,RNN)结构,该结构适用于序列分析问题。该网络具有一个输入层,一个隐藏层(位于中间)和一个输出层。首先,将波形特征和间期特征拼接起来,输入RNN网络;当前时刻的隐藏层接收来自上一时刻隐藏层的输出和当前时刻的输入,并将结果送给输出层和下一时刻的隐藏层;输出层根据隐藏层的输入对心博类型进行判断,给出最终结果;从模型结构来看,最终分析结果利用了当前时刻附近的信息,明显优于单独对单心拍进行分析;

(5) 根据简单、明确的医学规则进行后处理:后处理主要是结合具有明确定义的医学规则(如室早多为代偿完全)对明显的识别错误进行校正,进一步优化识别效果。

[0008] 本发明具有如下优点:本发明在此提供一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法;本专利将心搏识别模型建模为序列标注问题,即输入为一系列心博对应的心电信号片段,输出为各心博对应的类型。针对心搏识别任务的特点,本专利将识别过程分为两个阶段:特征提取阶段和分类阶段。另一方面,本专利针对的是贴片式长程心电图设备,该设备存在心电信号弱,干扰大,病人配搭方式不规范等问题,对于CAD的精度、稳定性等方面的要求更加苛刻。本专利旨在利用人工智能技术,在信号质量差、干扰大的心电信号中进行心搏异常识别方面达到高准确度、高健壮性,以大幅度降低后续的人力成本,同时缩短生成最终结论的周期。本专利采用了诸多新思路和新技术,主要有以下优势:

(1) 将事件抽取建模为序列标注问题,利用了心博之间的相互约束关系,整体上优化了识别效果;

(2) 采用了深度学习技术,避免了人工构造特征。系统不受专家知识的约束,可以方便地拓展到其它类似任务中;

(3) 采用了针对数据集定制化的数据增强方案,使得模型适用范围更广;

(4) 保留了明确、简单的医学规则,进一步使得该模块更加准确、可靠。

附图说明

[0009] 图1是心博识别示例示意图；
图2是模型网络架构图。

具体实施方式

[0010] 下面将结合附图1-图2对本发明进行详细说明,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0011] 本发明通过改进在此提供一种基于深度学习技术的心博异常识别算法;本专利将心博识别模型建模为序列标注问题,即输入为一系列心博对应的心电信号片段,输出为各心博对应的类型,如图1所示;其中,波形代表心电图信号,字母代表对应的心博类型。

[0012] 针对心博识别任务的特点,本专利将识别过程分为两个阶段:特征提取阶段和分类阶段。总共可归纳为如下五个步骤:

(1) 对心电信号进行预处理:预处理是将原始的心电信号处理为波形干净、按心拍划分的心电片段序列,用于模型预测。预处理主要包括去基线飘移、低通滤波、心拍分割。

[0013] (2) 提取间期特征:间期特征由相邻心博之间的时间距离决定,具有明确的含义,本专利直接将当前心博一定窗口范围内的心博距离作为特征,同时在数值上利用更长的时间窗口的平均心博距离信息对该特征进行了数值上的规范化。

[0014] (3) 根据CNN网络取波形特征:波形特征提取采用了一维的AlexNet网络结构,该结构是一种常见的卷积神经网络(Convolutional Neural Network,CNN)。该网络由多个层级构成,能够自动地提取波形特征。前面的层主要提取信号的平直、抬高、颤动等直观特征,靠后的层则提取出一些更抽象的特征。整个特征提取、选择的过程是自动化完成的。另外,为了增强模型的适用范围,本算法进行了数据增强,模拟了实际情况中容易出现的前置误差(滤波效果不理想,心博位置检测不准确等)。

[0015] (4) 根据RNN网络进行心博分类:分类阶段采用了递归神经网络(Recurrent Neural Network,RNN)结构,该结构适用于序列分析问题。该网络具有一个输入层,一个隐藏层(位于中间)和一个输出层。首先,将波形特征和间期特征拼接起来,输入RNN网络。当前时刻的隐藏层接收来自上一时刻隐藏层的输出和当前时刻的输入,并将结果送给输出层和下一时刻的隐藏层。输出层根据隐藏层的输入对心博类型进行判断,给出最终结果。从模型结构来看,最终分析结果利用了当前时刻附近的信息,明显优于单独对单心拍进行分析。

[0016] (5) 根据简单、明确的医学规则进行后处理:后处理主要是结合具有明确定义的医学规则(如室早多为代偿完全)对明显的识别错误进行校正,进一步优化识别效果。

[0017] 专利的优点和有益效果体现为:本专利采用了诸多新思路和新技术,主要有以下优势:

(1) 将事件抽取建模为序列标注问题,利用了心博之间的相互约束关系,整体上优化了识别效果;

(2) 采用了深度学习技术,避免了人工构造特征。系统不受专家知识的约束,可以方便地拓展到其它类似任务中;

(3) 采用了针对数据集定制化的数据增强方案,使得模型适用范围更广;

(4) 保留了明确、简单的医学规则,进一步使得该模块更加准确、可靠。

[0018] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

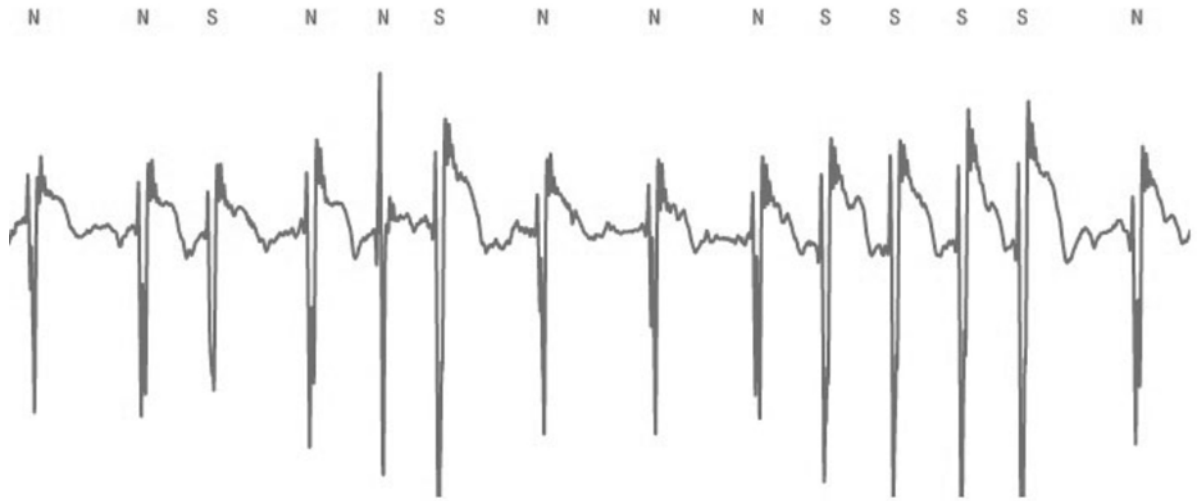


图1

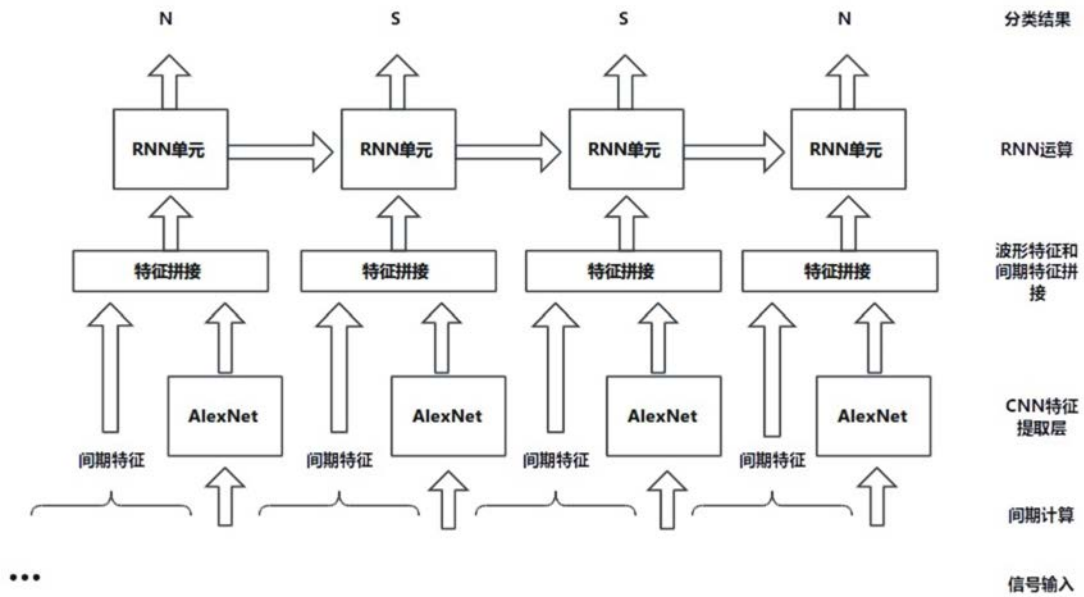


图2

| | | | |
|---------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 基于深度学习技术的心搏异常识别算法 | | |
| 公开(公告)号 | CN109887595A | 公开(公告)日 | 2019-06-14 |
| 申请号 | CN201910038442.8 | 申请日 | 2019-01-16 |
| [标]发明人 | 韩伟 | | |
| 发明人 | 韩伟 | | |
| IPC分类号 | G16H50/20 A61B5/00 A61B5/0402 | | |
| 代理人(译) | 王岗 | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了一种基于深度学习技术的心搏异常识别算法；本专利将心搏识别模型建模为序列标注问题，即输入为一系列心搏对应的心电信号片段，输出为各心搏对应的类型。针对心搏识别任务的特点，本专利将识别过程分为两个阶段：特征提取阶段和分类阶段。另一方面，本专利针对的是贴片式长程心电图设备，该设备存在心电信号弱，干扰大，病人配搭方式不规范等问题，对于CAD的精度、稳定性等方面的要求更加苛刻。本专利旨在利用人工智能技术，在信号质量差、干扰大的心电信号中进行心搏异常识别方面达到高准确度、高健壮性，以大幅度降低后续的人力成本，同时缩短生成最终结论的周期。

