



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109480825 B

(45) 授权公告日 2021.08.06

(21) 申请号 201811530312.8

(22) 申请日 2018.12.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109480825 A

(43) 申请公布日 2019.03.19

(73) 专利权人 武汉中旗生物医疗电子有限公司  
地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开发区高新二路380号

(72) 发明人 罗伟 朱涛 李毅 张玮 朱佳兵

(74) 专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理事务所(普通合伙) 11371  
代理人 唐维虎

(51) Int. Cl.  
A61B 5/318 (2021.01) (续)

(56) 对比文件  
CN 108647614 A, 2018.10.12  
CN 103815897 A, 2014.05.28  
CN 105748063 A, 2016.07.13  
CN 104523266 A, 2015.04.22

CN 108875575 A, 2018.11.23

CN 108464827 A, 2018.08.31

CN 108937915 A, 2018.12.07

CN 102038497 A, 2011.05.04

CN 105962926 A, 2016.09.28

US 2018228444 A1, 2018.08.16

CN 108647565 A, 2018.10.12

CN 106805965 A, 2017.06.09

CN 106214145 A, 2016.12.14

US 2017039358 A1, 2017.02.09

CN 108523869 A, 2018.09.14

陈永波,等.基于改进K均值聚类生成匹配模板的心搏分类方法.《传感器与微系统》.2018,第37卷(第4期),全文.

张亚梅.心电图的诊断算法研究.《电子测试》.2018,全文.

王海龙,等.基于卷积神经网络的ECG信号个性化分类方法.《中国自动化学会、济南市人民政府:中国自动化学会》.2017,全文. (续)

审查员 林晨

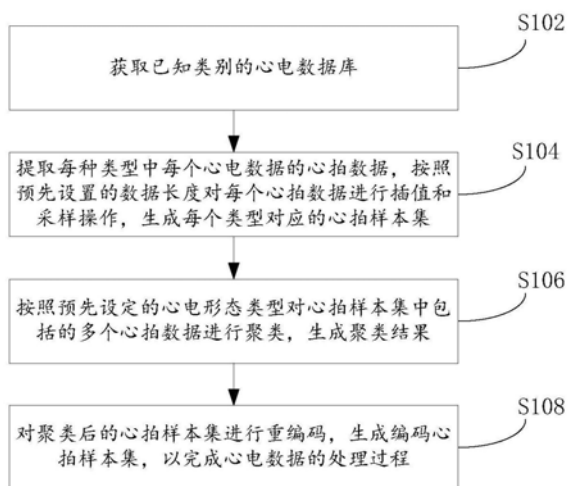
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称  
心电数据的处理方法及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种心电数据的处理方法及装置,涉及数据处理的技术领域,能够获取已知类别的心电数据库,其中,心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个心电数据携带有诊断标记;提取每种类型中每个心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作,生成每个类型对应的心拍样本集,按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类生成聚类结果,对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,利用编码心拍样本集训练神经网络模型,实现对待测心电数据进行准确分类,有效缓解了当前依赖机器给出诊断结果容易造成心电

数据误诊的技术问题。



CN 109480825 B

[接上页]

(51) Int.Cl.

*A61B 5/352* (2021.01)

*A61B 5/363* (2021.01)

*A61B 5/358* (2021.01)

*G06K 9/62* (2006.01)

*G06N 3/04* (2006.01)

*G06N 3/08* (2006.01)

(56) 对比文件

Özbay Y, 等. A fuzzy clustering neural

network architecture for classification of ECG arrhythmias.《Computers in Biology and Medicine》.2006,全文.

Zhang C, 等. Patient-specific ECG classification based on recurrent neural networks and clustering technique.《2017 13th IASTED International Conference on Biomedical Engineering》.2017,全文.

1. 一种心电数据的处理方法,其特征在于,所述方法包括:

获取已知类别的心电数据库,其中,所述心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种所述类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个所述心电数据携带有诊断标记;

提取每种所述类型中每个所述心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个所述心拍数据进行插值和采样操作,生成每个所述类型对应的心拍样本集,其中,所述心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据;

按照预先设定的心电形态类型对所述心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,所述聚类结果包含所述心电形态类型,以及,每个所述心电形态类型包含的心拍数据;

对聚类后的所述心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,以完成所述心电数据的处理过程;

其中,所述对聚类后的所述心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集的步骤包括:

将每个所述心电形态类型包含的心拍数据进行求和平均计算,以获取每个所述心电形态类型包含的新的的心拍数据;

将每个所述心电形态类型包含的新的的心拍数据以及所述心拍样本集中的每个心拍的标识数值进行融合,生成所述编码心拍样本集。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

利用所述编码心拍样本集对神经网络模型进行训练,以生成用于对待测心电数据进行分类的心电信号分类模型。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述利用所述编码心拍样本集对神经网络模型进行训练的步骤包括:

设置所述神经网络模型的输入层、隐藏层和输出层;

其中,所述输出层的长度至少包括以下类型的输出层:正常心电、心律失常、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移;所述心律失常包括室内传导阻滞。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述提取每种所述类型中每个所述心电数据的心拍数据的步骤包括:

对获取的所述心电数据样本中包括的多个所述心电数据进行滤波处理;

查找滤波处理后的所述心电数据中的R波峰值点,以获取所述心电数据的R峰位置序列;

提取所述R峰位置序列中相邻两个所述R波峰值点,将相邻两个所述R波峰值点分别作为单个心拍的首尾点,相邻两个所述R波峰值点之间的心电数据作为一个周期的心拍,生成每个所述心电数据的心拍数据。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述按照预先设置的数据长度对每个所述心拍数据进行插值和采样操作的步骤包括:

对每个所述心拍数据进行插值处理;

利用预先设置的数据长度和插值处理后所述心拍数据计算采样间隔;

根据所述采样间隔对插值处理后的所述心拍数据进行采样处理,以生成长度一致的心拍数据。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述按照预先设定的心电形态类型对所述

心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类之后,所述方法还包括:

将所述心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量进行比较;

如果所述心拍样本集中的心拍数量等于所述预先设定的心拍数量,将所述心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识;

如果所述心拍样本集中的心拍数量大于所述预先设定的心拍数量,按照所述心电数据的R峰位置序列顺序去掉所述心拍样本集中比所述预先设定的心拍数量多的心拍,使所述心拍样本集中的心拍数量与所述预先设定的心拍数量相同,并将所述心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识;

如果所述心拍样本集中的心拍数量小于所述预先设定的心拍数量,按照所述心电数据的R峰位置序列顺序扩大所述心拍样本集中比所述预先设定的心拍数量少的心拍,使所述心拍样本集中的心拍数量与所述预先设定的心拍数量相同,并将所述心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识。

7. 一种心电数据的处理装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,用于获取已知类别的心电数据库,其中,所述心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种所述类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个所述心电数据携带有诊断标记;

提取模块,用于提取每种所述类型中每个所述心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个所述心拍数据进行插值和采样操作,生成每个所述类型对应的心拍样本集,其中,所述心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据;

聚类模块,用于按照预先设定的心电形态类型对所述心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,所述聚类结果包含所述心电形态类型,以及,每个所述心电形态类型包含的心拍数据;

编码模块,用于对聚类后的所述心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,以完成所述心电数据的处理过程;

其中,编码模块,还用于,将每个所述心电形态类型包含的心拍数据进行求和平均计算,以获取每个所述心电形态类型包含的新的的心拍数据;

将每个所述心电形态类型包含的新的的心拍数据以及所述心拍样本集中的每个心拍的标识数值进行融合,生成所述编码心拍样本集。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

训练模块,用于利用所述编码心拍样本集对神经网络模型进行训练,以生成用于对待测心电数据进行分类的心电信号分类模型。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述训练模型用于:

设置所述神经网络模型的输入层、隐藏层和输出层;

其中,所述输出层的长度至少包括以下类型的输出层:正常心电、心律失常、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移;所述心律失常包括室内传导阻滞。

## 心电数据的处理方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术领域,尤其是涉及一种心电数据的处理方法及装置。

### 背景技术

[0002] 心电图是由窦房结自主起搏后,一系列的电位变化通过传导系统,传导至心脏各部分形成心肌的电生理活动。按照心脏激发的时间顺序,将体表电位的变化记录下来,形成的连续曲线即为心电图。典型的心电图包括P波、QRS波、T波。P波反映心房除极过程的电位变化;P-R间期代表激动从窦房结通过房室交界区到心室肌开始除极的时限;QRS波群反映心室除极过程的电位变化;T波代表心室肌复极过程中的电位变化。

[0003] 心电图具有很强的复杂性,不同种族、性别、年龄的人在各种病理情况下的差异性很大,即使同一人在不同时刻的心电图表现的类型也不一样。目前,由于医生的知识专业性和经验积累不足,常常会过于依赖机器给出的自动诊断结果,很容易造成心电数据的误诊。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种心电数据的处理方法及装置,以缓解上述的技术问题。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种心电数据的处理方法,其中,该方法包括:获取已知类别的心电数据库,其中,心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个心电数据携带有诊断标记;提取每种类型中每个心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作,生成每个类型对应的心拍样本集,其中,心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据;按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包含的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,聚类结果包含心电形态类型,以及,每个心电形态类型包含的心拍数据;对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,以完成心电数据的处理过程。

[0006] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第一种可能的实施方式,其中,上述方法还包括:利用编码心拍样本集对神经网络模型进行训练,以生成用于对待测心电数据进行分类的心电信号分类模型。

[0007] 结合第一方面的第一种可能的实施方式,本发明实施例提供了第一方面的第二种可能的实施方式,其中,利用编码心拍样本集对神经网络模型进行训练的步骤包括:设置神经网络模型的输入层、隐藏层和输出层;其中,输出层的长度至少包括以下类型的输出层:正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移。

[0008] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第三种可能的实施方式,其中,提取每种类型中每个心电数据的心拍数据的步骤包括:对获取的心电数据样本中包括的多个心电数据进行滤波处理;查找滤波处理后的心电数据中的R波峰值点,以获取心电数据的R峰位置序列;提取R峰位置序列中相邻两个R波峰值点,将相邻两个R波峰值点分别作为单个心拍的首尾点,相邻两个R波峰值点之间的心电数据作为一个周期的心拍,生成每个心电数

据的心拍数据。

[0009] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第四种可能的实施方式,其中,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作的步骤包括:对每个心拍数据进行插值处理;利用预先设置的数据长度和插值处理后心拍数据计算采样间隔;根据采样间隔对插值处理后的心拍数据进行采样处理,以生成长度一致的心拍数据。

[0010] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第五种可能的实施方式,其中,按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类之后,该方法还包括:将心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量进行比较;如果心拍样本集中的心拍数量等于预先设定的心拍数量,将心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识;如果心拍样本集中的心拍数量大于预先设定的心拍数量,按照心电数据的R峰位置序列顺序去掉心拍样本集中比预先设定的心拍数量多的心拍,使心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量相同,并将心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识;如果心拍样本集中的心拍数量小于预先设定的心拍数量,按照心电数据的R峰位置序列顺序扩大心拍样本集中比预先设定的心拍数量少的心拍,使心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量相同,并将心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识。

[0011] 结合第一方面,本发明实施例提供了第一方面的第六种可能的实施方式,其中,对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集的步骤包括:将每个心电形态类型包含的心拍数据进行求和平均计算,以获取每个心电形态类型包含的新的心拍数据;将每个心电形态类型包含的新的心拍数据以及心拍样本集中的每个心拍的标识数值进行融合,生成编码心拍样本集。

[0012] 第二方面,本发明实施例还提供一种心电数据的处理装置,其中,该装置包括:获取模块,用于获取已知类别的心电数据库,其中,心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个心电数据携带有诊断标记;提取模块,用于提取每种类型中每个心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作,生成每个类型对应的心拍样本集,其中,心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据;聚类模块,用于按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,聚类结果包含心电形态类型,以及,每个心电形态类型包含的心拍数据;编码模块,用于对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,以完成心电数据的处理过程。

[0013] 结合第二方面,本发明实施例提供了第二方面的第一种可能的实施方式,其中,上述装置还包括:训练模块,用于利用编码心拍样本集对神经网络模型进行训练,以生成用于对待测心电数据进行分类的心电信号分类模型。

[0014] 结合第二方面的第一种可能的实施方式,本发明实施例提供了第二方面的第二种可能的实施方式,其中,训练模型用于:设置神经网络模型的输入层、隐藏层和输出层;其中,输出层的长度至少包括以下类型的输出层:正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移。

[0015] 本发明实施例带来了以下有益效果:

[0016] 本发明实施例提供的一种心电数据的处理方法及装置,能够获取已知类别的心电

数据库,其中,心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个心电数据携带有诊断标记;提取每种类型中每个心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作,生成每个类型对应的心拍样本集,其中,心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据;按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,聚类结果包含心电形态类型,以及,每个心电形态类型包含的心拍数据;对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,以完成心电数据的处理过程,利用编码心拍样本集训练神经网络模型,实现对待测心电数据进行分类,有效缓解了当前依赖机器给出诊断结果容易造成心电数据误诊的技术问题。

[0017] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点在说明书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0018] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

### 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明实施例提供的一种心电数据的处理方法的流程图;

[0021] 图2为本发明实施例提供的另一种心电数据的处理方法的流程图;

[0022] 图3为本发明实施例提供的一种心电数据的处理装置的结构示意图;

[0023] 图4为本发明实施例提供的另一种心电数据的处理装置的结构示意图。

### 具体实施方式

[0024] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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。

[0025] 目前,由于对心电数据的分析过分依赖于机器给出诊断结果很容易造成误诊的情况,因此,许多学者开始采用不同的方法对心电数据进行分析,对心电数据分析的本质是对心电数据进行分类,通常是寻找不同的心电数据在时域、频域里所包含的不同特征信息,特征提取的种类越多,分类的准确率越高。采用时域、频率的特征点作为网络的输入端,根据标签样本,进行有监督的学习,如模板匹配、最邻近算法、决策树、支持向量机、BP (Back Propagation,反向传播)神经网络的方法;或无监督的训练,聚类分析、隐马尔科夫模型、高斯混合模型。常见的方法均基于MIT的心律失常数据库中标记的心拍类型识别、正常异常信号识别或针对于某一种特殊的病理心电信号进行识别分类,受限于心电数据样本的个数,方法的普适性有很大的局限性,迟迟未有较大的进展,基于此,本发明实施例提供的一种心

电数据的处理方法及装置,可以实现对待测心电数据进行准确分类,有效缓解了当前依赖机器给出诊断结果容易造成心电数据误诊的技术问题。

[0026] 为便于对本实施例进行理解,首先对本发明实施例所公开的一种心电数据的处理方法进行详细介绍。

[0027] 实施例一:

[0028] 本发明实施例提供了一种心电数据的处理方法,如图1所示的一种心电数据的处理方法的流程图,该方法包括以下步骤:

[0029] 步骤S102,获取已知类别的心电数据库,其中,心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个心电数据携带有诊断标记。

[0030] 具体实现时,选取正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移七大类型的心电数据样本,每种类型样本50万,并对每个心电数据样本所属诊断类型进行标记。本发明实施例,不对心电数据样本所属诊断类型以及各个诊断类型选取的样本数量进行限定。

[0031] 步骤S104,提取每种类型中每个心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作,生成每个类型对应的心拍样本集,其中,心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据。

[0032] 具体地,以12导联心电图为例进行说明,心脏是一个立体的结构,为了反应心脏不同面的电活动,在人体不同部位放置电极,以记录和反应心脏的电活动。在常规心电图检查时,通常只安放4个肢体导联电极和V1~V6个胸前导联电极,两两电极之间或电极与中央电势端之间组成一个个不同的导联,通过导联线与心电图机电流计的正负极相连,记录心脏的电活动。两个电极之间组成了双极导联,一个导联为正极,一个导联为负极。双极肢体导联包括I导联、II导联和III导联;电极和中央电势端之间构成了单极导联,此时探测电极为正极,中央电势端为负极。avR、avL、avF、V1、V2、V3、V4、V5、和V6导联均为单极导联。I导联、II导联、III导联、avR导联、avL导联、avF导联、V1导联、V2导联、V3导联、V4导联、V5导联和

V6导联构成常规的12导联心电图,因此,每个心电数据data如下所示:  $data = \begin{bmatrix} sig1 \\ sig2 \\ \vdots \\ sig12 \end{bmatrix}$ , 其中,

sig1, sig2, ..., sig12分别表示I导联、II导联、III导联、avR导联、avL导联、avF导联、V1导联、V2导联、V3导联、V4导联、V5导联和V6导联的心电数据。在一定时间内从每个导联的心电数据中提取心拍构成单个导联的心拍样本集,12个导联的心拍样本集构成一个心电数据样本的整体心拍样本集,并对提取的每个心拍进行插值和采样处理,使得所有的心拍长度都为固定值N。在本发明实施例中,不对心电图的导联数量以及心拍长度进行限定。

[0033] 步骤S106,按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,聚类结果包含心电形态类型,以及,每个心电形态类型包含的心拍数据。

[0034] 在实际应用中,为了便于对提取的心拍进行处理,首先对每个导联提取出的心拍进行聚类,现阶段聚类算法的种类有很多,如:基于划分的k-means聚类、根据层次分解的层次聚类、基于神经网络的SOM(Self-organizing Maps,自组织映射)聚类、模糊聚类中的FCM



(Fuzzy C-Means, 模糊聚类) 算法, 而在本发明实施例中采用运行效率高, 原理清晰, 实现方便的k-means算法对每个导联的心拍根据预先设定的聚类数量进行聚类。单个导联中每周期的心电形态类型数不大于3个, 在本发明实施例中将聚类类别数统一定为3类, 分别是正常心拍类型、异常心拍1类型以及异常心拍2类型, 并运用k-means算法分别对每个导联中的心拍样本集进行聚类运算, 得到3类经过聚类后的心拍数据以及每个心拍对应的所属聚类类型。本发明实施例, 不对聚类算法进行限定。

[0035] 步骤S108, 对聚类后的心拍样本集进行重编码, 生成编码心拍样本集, 以完成心电数据的处理过程。

[0036] 具体实现时, 将每个导联聚类出的三种类型心拍数据与每个心拍对应的所属聚类类型对应的标记数值进行融合, 构成新的心电数据, 去除了12导联数据中的冗余数据, 突出了心电数据的重要关注点, 为后面的模型训练做了充分的数据准备, 不仅大大减少了模型训练时的数据量, 而且极大的降低了训练时间, 提高心电数据分类的准确度。

[0037] 本发明实施例提供的一种心电数据的处理方法, 能够获取已知类别的心电数据库, 其中, 心电数据库包括多种类型的心电数据样本, 每种类型的心电数据样本包括多个心电数据, 每个心电数据携带有诊断标记; 提取每种类型中每个心电数据的心拍数据, 按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作, 生成每个类型对应的心拍样本集, 其中, 心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据; 按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类, 生成聚类结果, 其中, 聚类结果包含心电形态类型, 以及, 每个心电形态类型包含的心拍数据; 对聚类后的心拍样本集进行重编码, 生成编码心拍样本集, 以完成心电数据的处理过程, 利用编码心拍样本集训练神经网络模型, 实现对待测心电数据进行分类, 有效缓解了当前依赖机器给出诊断结果容易造成心电数据误诊的技术问题。

[0038] 进一步, 基于上述心电数据的处理方法的过程, 图2示出了另一种心电数据的处理方法的流程图; 其中, 步骤S202到步骤S208的过程可以参考上述图1中步骤S102到步骤S108对应的过程, 在此不再赘述。如图2所示, 该方法还包括以下步骤:

[0039] 步骤S210, 利用编码心拍样本集对神经网络模型进行训练, 以生成用于对待测心电数据进行分类的心电信号分类模型。

[0040] 通常, 在机器学习中, 计算的过程将输入信号进行一系列的计算操作, 完成从输入空间到输出空间的映射和变换, 具体为升维、降维、放大、缩小、旋转、平移、弯曲这些元素的相似、组合、非线性的计算; 传统的诊断也是对输入的心电信号的抽象组合。机器学习按照计算方法的不同, 将数据经过投影、变换、映射, 将输出空间的计算结果与输出标签进行不断的迭代、反向传播计算、修正, 最终得到一系列表征不同输出标签的数据分布组合。在本发明实施例中, 利用编码心拍样本集通过对CNN (Convolution Neural Network, 卷积神经网络) 模型进行训练得到心电信号分类模型, 以对待测心电数据进行分类。

[0041] 进一步, 利用编码心拍样本集对神经网络模型进行训练的步骤包括: 设置神经网络模型的输入层、隐藏层和输出层; 其中, 输出层的长度至少包括以下类型的输出层: 正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移。

[0042] 具体地, 在CNN整个网络中, 可以分为输入层、隐藏层、输出层三大的模块, 其中输入层中, 其卷积为64个12\*32的卷积核, 经过卷积后的数据进行max\_pooling池化; 隐藏层由

两层卷积层与一层神经元个数为1024的全连接层组成,由于心电数据类型有七大类型分别为:正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死以及心电轴偏移,因此,设置网络的输出层长度为7。

[0043] 在实际使用时,提取每种类型中每个心电数据的心拍数据的步骤包括:对获取的心电数据样本中包括的多个心电数据进行滤波处理;查找滤波处理后的心电数据中的R波峰值点,以获取心电数据的R峰位置序列;提取R峰位置序列中相邻两个R波峰值点,将相邻两个R波峰值点分别作为单个心拍的首尾点,相邻两个R波峰值点之间的心电数据作为一个周期的心拍,生成每个心电数据的心拍数据。

[0044] 具体地,先对心电数据进行滤波,去除冗余数据,找出每导联的R波峰值点,进而得到每导联R峰位置序列,其中导联i的R峰位置序列为 $Rseq_i:Rseq_i=[R_{i,1},\dots,R_{i,M}]$ ,其中, $[R_{i,1},\dots,R_{i,M}]$ 分别表示的是导联i中各个R波峰处对应的位置;M表示导联i中R波峰数量。对每导联取R位置序列中两两相邻R波峰值点分别作为单个心拍的首尾点,两两相邻R波峰值点间数据作为一个周期的心拍。如 $Rseq_1$ 所示,则导联i中具有M-1个周期的心拍。则导联i中的各个心拍为:

[0045]  $[sigi(Rseq_1:Rseq_2),sigi(Rseq_2:Rseq_3),\dots,sigi(Rseq_{m-1}:Rseq_m)]$ ,其中, $sigi(Rseq_1:Rseq_2)$

[0046] 表示的是导联i的信号开始于 $Rseq_1$ ,结束于 $Rseq_2$ ,此为导联i中第一个心拍的数据。

[0047] 具体实现时,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作的步骤包括:对每个心拍数据进行插值处理;利用预先设置的数据长度和插值处理后心拍数据计算采样间隔;根据采样间隔对插值处理后的心拍数据进行采样处理,以生成长度一致的心拍数据。

[0048] 在实际使用时,由于采集到的心电数据均为临床采集所得,由于人体心脏信号的固有特性,不可能每个RR间期的长度完全一致,在此对每个心拍信号的进行插值后下采样,使得到的每个心拍信号数据长度一致,单心拍数据长度不妨设为N。具体的,导联i第1个心拍数据长度为 $Len\_Beat1=Rseq_2-Rseq_1$ ,首先对心拍数据 $sigi(Rseq_1:Rseq_2)$ 进行插值,插值后数据长度为两者的最小公倍数 $tmp\_num:tmp\_num=\min\_gongpei(Rseq_2-Rseq_1,N)$ ,其中, $\min\_gongpei$ 为求这两个数值的最小公倍数函数。然后对插值后数据进行下采样,下采样间隔为 $tmp\_num/N$ ,得到下采样后导联i第1个心拍长度为N;其他心拍重复以上操作,使得各个单心拍长度统一为N。

[0049] 具体地,按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类之后,该方法还包括:将心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量进行比较;如果心拍样本集中的心拍数量等于预先设定的心拍数量,将心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识;如果心拍样本集中的心拍数量大于预先设定的心拍数量,按照心电数据的R峰位置序列顺序去掉心拍样本集中比预先设定的心拍数量多的心拍,使心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量相同,并将心拍样本集中的每个心拍按照所属心电形态类型进行数值标识;如果心拍样本集中的心拍数量小于预先设定的心拍数量,按照心电数据的R峰位置序列顺序扩大心拍样本集中比预先设定的心拍数量少的心拍,使心拍样本集中的心拍数量与预先设定的心拍数量相同,并将心拍样本集中的每个心拍按

照所属心电形态类型进行数值标识。

[0050] 具体实现时,由于心电数据长短不一,有4个心拍的,有10个心拍的,为了使输入数据的大小一致,需要将每个导联的心拍设置为预先设定的心拍数量进行聚类类型标记,例如,预先设定是心拍数量为10个,首先将每个导联的心拍样本集中的心拍数量和这10个预先设定的心拍数量进行比较,如果数量相等,对每个心拍进行所属聚类类型的数值标识。比如,正常心拍对应是数值标识为1,异常心拍1对应是数值标识为2,异常心拍2对应是数值标识为3,例如,导联V1的心拍样本集中的第1个心拍、第3个心拍、第4个心拍、第6个心拍以及第9个心拍聚类为正常心拍类型,心拍样本集中的第2个心拍和第7个心拍聚类为异常心拍1类型,心拍样本集中的第5个心拍、第8个心拍以及第10个心拍聚类为异常心拍2类型,按照心电数据的R峰位置序列顺序对每个心拍进行聚类类型数值标识,标识结果为:kind\_label(V1)=[1,2,1,1,3,1,2,3,1,3],在本发明实施例中需要识别出病症类别为:正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移总共7个类,对上述病症依次编码为:1,2,3,4,5,6,7;由于聚类只能聚出3个类,使得聚类后的编码标签与病症标签无法对应,在具体实施过程中,对数据进行聚类后,通过相关领域专家对聚类后单个心拍进行标注,使聚类后的类别与实际病症类别相对应,例如,经专家标注后可知:类1对应病症1,类2对应病症5,类3对应病症7,因此,最终聚类后标签应为:[1,5,1,1,7,1,5,7,1,7]。其它导联的心拍标识重复以上操作得到kind\_label(i),其中,kind\_label(i)表示导联i中每个心拍所属聚类类型的标识数值,在此不再赘述。如果心拍样本集中的心拍数量大于预先设定的心拍数量,比如,心拍样本集中的心拍数量为12个多余预先设定的心拍数量2个,这时,按照心电数据的R峰位置序列顺序去掉最后两个心拍,在对剩余其它心拍根据上述标识方法对心拍样本集中的心拍进行数值标识。如果心拍样本集中的心拍数量小于预先设定的心拍数量,比如,心拍样本集中的心拍数量为6个多余预先设定的心拍数量4个,这时,按照心电数据的R峰位置序列顺序将心拍样本集中前4个心拍不到后4个,使得心拍样本集中的心拍数量也为10个,在对这10个心拍进行数值标识。

[0051] 通常,对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集的步骤包括:将每个心电形态类型包含的心拍数据进行求和平均计算,以获取每个心电形态类型包含的新的的心拍数据;将每个心电形态类型包含的新的的心拍数据以及心拍样本集中的每个心拍的标识数值进行融合,生成编码心拍样本集。

[0052] 具体实现时,正常心拍类型中包括V1导联中的第1个心拍、第3个心拍、第4个心拍、第6个心拍以及第9个心拍这5个心拍,设置这5个心拍包含的数据长度N为5个,也就是每个心拍包含5个数据,组成一个5\*5的数据矩阵,其中,每一行向代表每个心拍包含5个数据,每一纵向代表这5个心拍对应位置的数据,将每一纵向的数据进行求和平均,得到一个1\*5的数据矩阵,同理,分别可以得到异常心拍1类型和异常心拍2类型的一个1\*5的数据矩阵,具体地,导联i中各个心拍经过聚类后的结果为:kind\_sig(i)=[sigi1(1:N),sigi2(1:N),sigi3(1:N)]其中:kind\_sig(i)为导联i聚类后3种心拍类型数据,数据长度为N,也就是上面举例中的3个1\*5的数据矩阵数据。将导联i聚类后3种心拍类型数据与导联i心拍样本集中的每个心拍的标识数值进行融合,导联i在重新编码成新数据的形式为decode\_sig(i):decode\_sig(i)=[kind\_sig(i),kind\_label(i)],最后将所有导联重新编码后生成编码心

拍样本集的形式为decode\_data: 
$$\text{decode\_data} = \begin{bmatrix} \text{decode\_sig}(1) \\ \text{decode\_sig}(2) \\ \vdots \\ \text{decode\_sig}(12) \end{bmatrix}。$$

[0053] 利用上述方法对心电数据进行处理带来的有益效果为:去除了12导联数据中的冗余数据,突出了心电数据的重要关注点,为后面的模型训练做了充分的数据准备,不仅大大减少了模型训练时的数据量,而且极大的降低了训练时间,提高心电数据分类的准确度。

[0054] 实施例二:

[0055] 在上述实施例的基础上,本发明实施例还提供了一种心电数据的处理装置,如图3所示的一种心电数据的处理装置的结构示意图,该装置包括:

[0056] 获取模块302,用于获取已知类别的心电数据库,其中,心电数据库包括多种类型的心电数据样本,每种类型的心电数据样本包括多个心电数据,每个心电数据携带有诊断标记;

[0057] 提取模块304,用于提取每种类型中每个心电数据的心拍数据,按照预先设置的数据长度对每个心拍数据进行插值和采样操作,生成每个类型对应的心拍样本集,其中,心拍样本集中包含多个长度一致的心拍数据;

[0058] 聚类模块306,用于按照预先设定的心电形态类型对心拍样本集中包括的多个心拍数据进行聚类,生成聚类结果,其中,聚类结果包含心电形态类型,以及,每个心电形态类型包含的心拍数据;

[0059] 编码模块308,用于对聚类后的心拍样本集进行重编码,生成编码心拍样本集,以完成心电数据的处理过程。

[0060] 在图3的基础上,图4示出了另一种心电数据的处理装置的结构示意图,该装置还包括:

[0061] 训练模块402,用于利用编码心拍样本集对神经网络模型进行训练,以生成用于对待测心电数据进行分类的心电信号分类模型。

[0062] 进一步,训练模型402用于:设置神经网络模型的输入层、隐藏层和输出层;其中,输出层的长度至少包括以下类型的输出层:正常心电、心律失常、室内传导阻滞、心室肥大、ST段异常、心肌梗死、心电轴偏移。

[0063] 本发明实施例提供的心电数据的处理装置,与上述实施例提供的心电数据的处理方法具有相同的技术特征,所以也能解决相同的技术问题,达到相同的技术效果。

[0064] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的装置的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0065] 另外,在本发明实施例的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0066] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了

便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0067] 最后应说明的是:以上实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

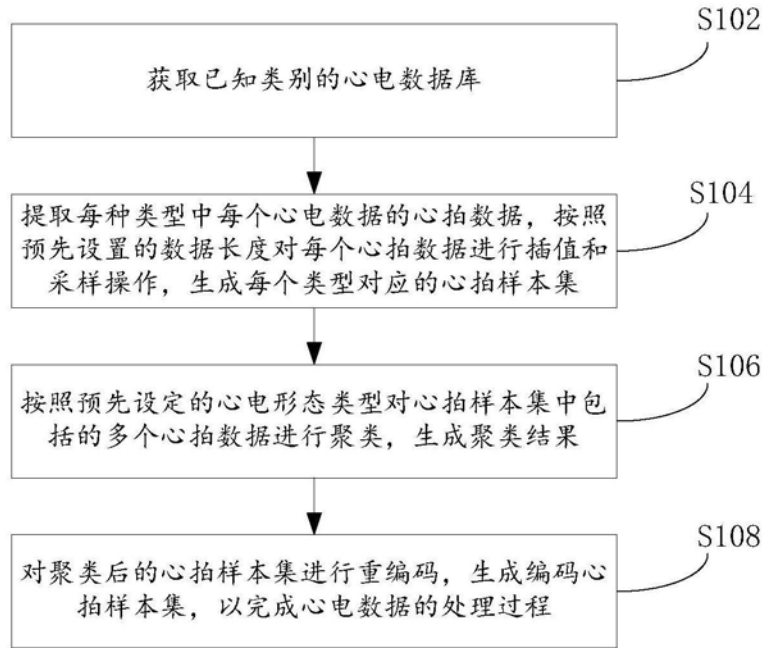


图1

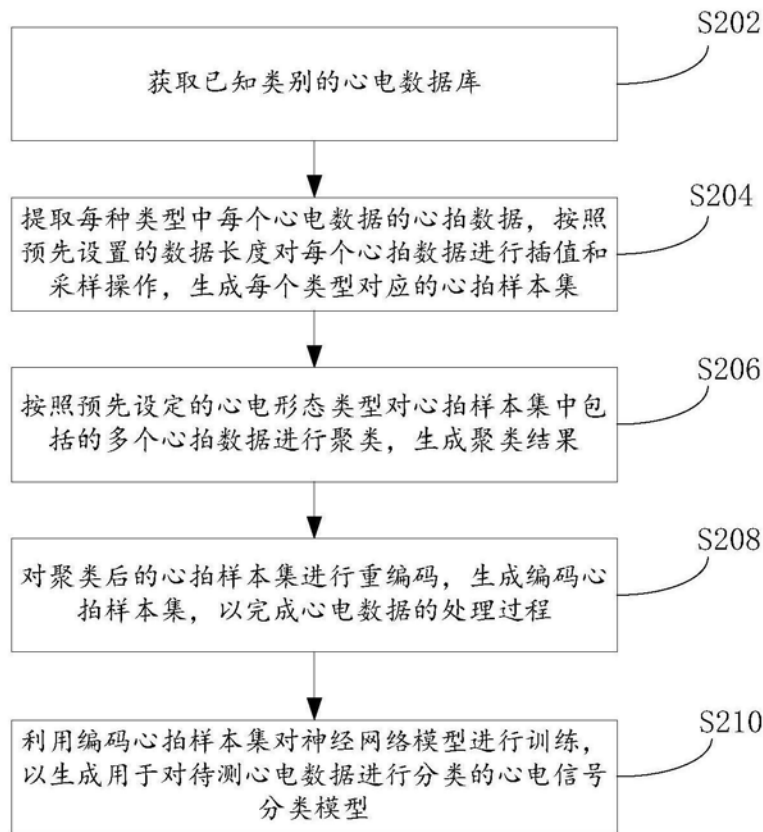


图2



图3



图4