



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110897630 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201910568842.X

(22)申请日 2019.06.27

(71)申请人 上海数创医疗科技有限公司

地址 200437 上海市杨浦区密云路1018号

复旦大学科技园7号楼703室

(72)发明人 朱俊江 璞玉 汪朝阳

(74)专利代理机构 苏州知途知识产权代理事务

所(普通合伙) 32299

代理人 马刚强 陈瑞洧

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

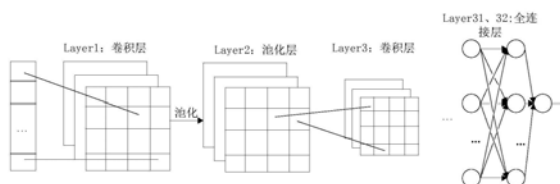
权利要求书5页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置

(57)摘要

本申请涉及一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置,将多导联心电图信号输入到训练好的SCNN神经网络中,根据SCNN神经网络的输出结果即可判断多导联心电图信号的类型;对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。通过两次训练,由第一次训练确定卷积层和池化层的参数,第二次训练确定全连接层的参数。因此,本申请在无需采集过多室性心动过速的心电信号的情况下,从而提供一种识别准确率高的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法。



1. 一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:获取多导联心电图信号;

S2:将多导联心电图信号输入到训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为 $[X, Y]$ 的SCNN神经网络中;

S3:若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号的类型为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号的类型为非室性心动过速;

其中,所述S2步骤中,对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。

2. 根据权利要求1所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,其特征在于,S2步骤中,对SCNN神经网络进行训练时包括以下步骤:

S21:收集充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号和室性心动过速的心电图信号,室性心动过速的心电图信号数量是非室性心动过速的心电图信号数量的0.02%以上;

S22:复制室性心动过速的心电图信号若干倍,使得室性心动过速的心电图信号的数量与训练时收集的非室性心动过速的心电图信号的数量之间相差不大于10%,定义收集和复制的室性心动过速的心电图信号为值Y,非室性心动过速的心电图信号为值X,以收集的非室性心动过速的心电图信号以及收集和复制的室性心动过速的心电图信号作为输入,相应心电图信号相对应的值X和值Y作为输出对SCNN神经网络进行训练;

S23:以收集的室性心动过速的心电图信号作为输入,值Y作为输出,固定步骤S22中训练出的SCNN的卷积层和池化层中的参数的值不变,导入SCNN神经网络中重新训练SCNN神经网络的全连接层中的参数,得到最终的训练好的SCNN神经网络。

3. 根据权利要求2所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,其特征在于,S21步骤中,收集的非室性心动过速的心电图信号的数量不低于10万条,收集的室性心动过速的心电图信号的数量不低于2000条。

4. 根据权利要求2所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,其特征在于,收集的非室性心动过速的心电图信号的类型至少包括正常心电图、窦性心动过缓、窦性心动过速、房颤、房扑和房室交界性心律,并且不同类型的心电信号数量之间相差不大于10%。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,其特征在于,

所述SCNN神经网络包括十五个卷积层、十五个池化层和两个全连接层;

其中,第一层为卷积层,包含12个滤波器,卷积核大小为 $(121, 12)$,步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第三层为卷积层,包含10个滤波器,卷积核大小为 $(91, 12)$,步长为1,激励函数为leakyReLU;

第四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第五层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为 $(71, 10)$,步长为1,激励函数为

leakyReLU;

第六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第七层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(51,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(41,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十一层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(21,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十五层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十七层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十一层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十五层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十七层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十九层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第三十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第三十一层为全连接层,输出神经元个数为10个,激励函数为线性激励函数;

第三十二层为全连接层,输出神经元个数为1个,激励函数为sigmoid函数。

6.一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,其特征在于,包括:

信号获取模块:获取多导联心电图信号;

信号识别模块:将多导联心电图信号输入到训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中;

结果输出模块:若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号的类型为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号的类型为非室性心动过速;

其中,所述信号识别模块中,对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。

7.根据权利要求6所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,其特征在于,信号识别模块中,对SCNN神经网络进行训练时包括以下步骤:

S21:收集充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号和室性心动过速的心电图信号,室性心动过速的心电图信号数量是非室性心动过速的心电图信号数量的0.02%以上;

S22:复制室性心动过速的心电图信号若干倍,使得室性心动过速的心电图信号的数量与训练时收集的非室性心动过速的心电图信号的数量之间相差不大于10%,定义收集和复制的室性心动过速的心电图信号为值Y,非室性心动过速的心电图信号为值X,以收集的非室性心动过速的心电图信号以及收集和复制的室性心动过速的心电图信号作为输入,相应心电图信号相对应的值X和值Y作为输出对SCNN神经网络进行训练;

S23:以收集的室性心动过速的心电图信号作为输入,值Y作为输出,固定步骤S22中训练出的SCNN的卷积层和池化层中的参数的值不变,导入SCNN神经网络中重新训练SCNN神经网络的全连接层中的参数,得到最终的训练好的SCNN神经网络。

8.根据权利要求6所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,其特征在于,S21步骤中,收集的非室性心动过速的心电图信号的数量不低于10万条,收集的室性心动过速的心电图信号的数量不低于2000条。

9.根据权利要求6所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,其特征在于,收集的非室性心动过速的心电图信号的类型至少包括正常心电图、窦性心动过缓、窦性心动过速、房颤、房扑和房室交界性心律,并且不同类型的心电信号数量之间相差不大于10%。

10.根据权利要求6-9任一项所述的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,其特征在于,

所述SCNN神经网络包括十五个卷积层、十五个池化层和两个全连接层;

其中,第一层为卷积层,包含12个滤波器,卷积核大小为(121,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第三层为卷积层,包含10个滤波器,卷积核大小为(91,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第五层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(71,10),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第七层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(51,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(41,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十一层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(21,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十五层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十七层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第十九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十一层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十五层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十七层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第二十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

第二十九层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

第三十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
第三十一层为全连接层,输出神经元个数为10个,激励函数为线性激励函数;
第三十二层为全连接层,输出神经元个数为1个,激励函数为sigmoid函数。

一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置

技术领域

[0001] 本申请属于心电类型识别技术领域,尤其是涉及一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置。

背景技术

[0002] 室性心动过速(VT)是指发生在希氏束分叉以下的束支、心肌传导纤维、心室肌的快速性心律失常,室性心动过速可以起源于左心室及右心室,持续性发作时的频率常常超过100次/min,并可发生血流动力学状态的恶化,可能蜕变为室扑,室颤,导致心源性猝死,需要积极治疗。

[0003] 室性心动过速的信号在临床上比较难以获取,数据量较少,因此在采用基于数据驱动的方法对室性心动过速进行自动化诊断时,由于数据缺乏,导致模型过拟合严重,进一步导致识别的准确率低下。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是:为解决现有技术中因数据缺乏而对室性心动过速心律识别准确率不足的问题,从而提供一种识别准确率高的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 本发明还提供一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,包括以下步骤:

[0007] S1:获取多导联心电图信号;

[0008] S2:将多导联心电图信号输入到基于迁移学习的训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中;

[0009] S3:若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号的类型为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号的类型为非室性心动过速;

[0010] 其中,所述S2步骤中,对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。

[0011] 优选地,本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,S2步骤中,对SCNN神经网络进行训练时包括以下步骤:

[0012] S21:收集充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号和室性心动过速的心电图信号,室性心动过速的心电图信号数量是非室性心动过速的心电图信号数量的0.02%以上;

[0013] S22:复制室性心动过速的心电图信号若干倍,使得室性心动过速的心电图信号的数量与训练时收集的非室性心动过速的心电图信号的数量之间相差不大于10%,定义收集和复制的室性心动过速的心电图信号为值Y,非室性心动过速的心电图信号为值X,以收集

的非室性心动过速的心电图信号以及收集和复制的室性心动过速的心电图信号作为输入，相应心电图信号相对应的值X和值Y作为输出对SCNN神经网络进行训练；

[0014] S23:以收集的室性心动过速的心电图信号作为输入，值Y作为输出，固定步骤S22中训练出的SCNN的卷积层和池化层中的参数的值不变，导入SCNN神经网络中重新训练SCNN神经网络的全连接层中的参数，得到最终的训练好的SCNN神经网络。

[0015] 优选地，本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法，S21步骤中，收集的非室性心动过速的心电图信号的数量不低于10万条，收集的室性心动过速的心电图信号的数量不低于2000条。

[0016] 优选地，本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法，收集的非室性心动过速的心电图信号的类型至少包括正常心电图、窦性心动过缓、窦性心动过速、房颤、房扑和房室交界性心律，并且不同类型的心电信号数量之间相差不大于10%。

[0017] 优选地，本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法，

[0018] 所述SCNN神经网络包括十五个卷积层、十五个池化层和两个全连接层；

[0019] 其中，第一层为卷积层，包含12个滤波器，卷积核大小为(121,12)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0020] 第二层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0021] 第三层为卷积层，包含10个滤波器，卷积核大小为(91,12)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0022] 第四层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0023] 第五层为卷积层，包含8个滤波器，卷积核大小为(71,10)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0024] 第六层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0025] 第七层为卷积层，包含8个滤波器，卷积核大小为(51,8)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0026] 第八层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0027] 第九层为卷积层，包含5个滤波器，卷积核大小为(41,8)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0028] 第十层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0029] 第十一层为卷积层，包含8个滤波器，卷积核大小为(21,5)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0030] 第十二层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0031] 第十三层为卷积层，包含5个滤波器，卷积核大小为(11,5)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0032] 第十四层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0033] 第十五层为卷积层，包含5个滤波器，卷积核大小为(11,5)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

[0034] 第十六层为池化层，池化窗大小为2，采用最大化池化方法池化；

[0035] 第十七层为卷积层，包含5个滤波器，卷积核大小为(11,5)，步长为1，激励函数为leakyReLU；

- [0036] 第十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0037] 第十九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0038] 第二十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0039] 第二十一层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0040] 第二十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0041] 第二十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0042] 第二十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0043] 第二十五层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0044] 第二十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0045] 第二十七层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0046] 第二十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0047] 第二十九层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0048] 第三十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0049] 第三十一层为全连接层,输出神经元个数为10个,激励函数为线性激励函数;
- [0050] 第三十二层为全连接层,输出神经元个数为1个,激励函数为sigmoid函数。
- [0051] 本发明还提供一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,包括:
- [0052] 信号获取模块:获取多导联心电图信号;
- [0053] 信号识别模块:将多导联心电图信号输入到基于迁移学习的训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中;
- [0054] 结果输出模块:若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号的类型为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号的类型为非室性心动过速;
- [0055] 其中,所述信号识别模块中,对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。
- [0056] 优选地,本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,信号识别模块中,对SCNN神经网络进行训练时包括以下步骤:
- [0057] S21:收集充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号和室性心动过速的心电图信号,室性心动过速的心电图信号数量是非室性心动过速的心电图信号数量的0.02%以上;
- [0058] S22:复制室性心动过速的心电图信号若干倍,使得室性心动过速的心电图信号的数量与训练时收集的非室性心动过速的心电图信号的数量之间相差不大于10%,定义收集

和复制的室性心动过速的心电图信号为值Y,非室性心动过速的心电图信号为值X,以收集的非室性心动过速的心电图信号以及收集和复制的室性心动过速的心电图信号作为输入,相应心电图信号相对应的值X和值Y作为输出对SCNN神经网络进行训练;

[0059] S23:以收集的室性心动过速的心电图信号作为输入,值Y作为输出,固定步骤S22中训练出的SCNN的卷积层和池化层中的参数的值不变,导入SCNN神经网络中重新训练SCNN神经网络的全连接层中的参数,得到最终的训练好的SCNN神经网络。

[0060] 优选地,本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,S21步骤中,收集的非室性心动过速的心电图信号的数量不低于10万条,收集的室性心动过速的心电图信号的数量不低于2000条。

[0061] 优选地,本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,收集的非室性心动过速的心电图信号的类型至少包括正常心电图、窦性心动过缓、窦性心动过速、房颤、房扑和房室交界性心律,并且不同类型的心电信号数量之间相差不大于10%。

[0062] 优选地,本发明的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,

[0063] 所述SCNN神经网络包括十五个卷积层、十五个池化层和两个全连接层;

[0064] 其中,第一层为卷积层,包含12个滤波器,卷积核大小为(121,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0065] 第二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0066] 第三层为卷积层,包含10个滤波器,卷积核大小为(91,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0067] 第四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0068] 第五层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(71,10),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0069] 第六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0070] 第七层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(51,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0071] 第八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0072] 第九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(41,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0073] 第十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0074] 第十一层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(21,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0075] 第十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0076] 第十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0077] 第十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0078] 第十五层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0079] 第十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0080] 第十七层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为

leakyReLU;

[0081] 第十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0082] 第十九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0083] 第二十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0084] 第二十一层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0085] 第二十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0086] 第二十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0087] 第二十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0088] 第二十五层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0089] 第二十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0090] 第二十七层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0091] 第二十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0092] 第二十九层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0093] 第三十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0094] 第三十一层为全连接层,输出神经元个数为10个,激励函数为线性激励函数;

[0095] 第三十二层为全连接层,输出神经元个数为1个,激励函数为sigmoid函数。

[0096] 本发明的有益效果是:

[0097] 本申请的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置,将获取的多导联心电图信号输入到训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中;若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号为非室性心动过速;对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。通过使用两次训练,其中第一次训练确定卷积层和池化层的参数,实现特征的提取,第二次训练确定全连接层的参数,通过使用少量的数据即得到较高的准确率。因此,本申请在无需采集过多室性心动过速的心电信号的情况下,从而提供一种识别准确率高的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法。

附图说明

[0098] 下面结合附图和实施例对本申请的技术方案进一步说明。

[0099] 图1是本申请实施例的SCNN神经网络的结构示意图;

[0100] 图2是本申请实施例的SCNN神经网络的训练流程示意图;

[0101] 图3是本申请实施例的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法的流程示意图；

[0102] 图4是本申请实施例的基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置的流程结构图。

具体实施方式

[0103] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0104] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请的技术方案。

[0105] 实施例

[0106] 本实施例提供一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法,包括以下步骤:

[0107] S1:获取多导联心电图信号,比如可以是12导联信号;

[0108] S2:将多导联心电图信号输入到基于迁移学习的训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中,最简单的处理就可以直接将X设为0、Y设为1;

[0109] S3:若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,X设为0、Y设为1时大于等于0.5即可,则认为所述多导联心电图信号的类型为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号的类型为非室性心动过速。

[0110] S2步骤中,对SCNN神经网络进行训练时包括以下步骤:

[0111] S21:收集充分多条(不低于10万条)已知类型的非室性心动过速的心电图信号,非室性心动过速的心电图信号的类型至少包括正常心电图、窦性心动过缓、窦性心动过速、房颤、房扑和房室交界性心律,并且不同类型的心电信号数量之间相差不大于10%,收集室性心动过速的心电图信号,室性心动过速的心电图信号的数量不低于收集到的非室性心动过速的心电图信号数量的0.02%(不低于2000条);

[0112] S22:复制室性心动过速的心电图信号若干倍,使得室性心动过速的心电图信号的数量与训练时收集的非室性心动过速的心电图信号的数量之间相差不大于10%,定义收集和复制的室性心动过速的心电图信号为值Y,非室性心动过速的心电图信号为值X,以收集的非室性心动过速的心电图信号以及收集和复制的室性心动过速的心电图信号作为输入,相应心电图信号相对应的值X和值Y作为输出对SCNN神经网络进行训练;

[0113] S23:以收集的室性心动过速的心电图信号作为输入,值Y作为输出,固定步骤S22中训练出的SCNN的卷积层和池化层中的参数的值不变,导入SCNN神经网络中重新训练SCNN神经网络的全连接层中的参数,得到最终的训练好的SCNN神经网络。

[0114] S22和S23步骤中对SCNN神经网络进行训练时采用随机梯度下降算法、Adam算法、RMSProp算法、Adagrad算法、Adadelat算法、Adamax算法等中的任意一种。

[0115] S1步骤获取多导联心电图信号,以及S2步骤中训练时收集的非室性心动过速的心电图信号和收集的室性心动过速的心电图信号均需要进行预处理,上述心电图信号的数据采样频率建议为500Hz,如果非500Hz可以通过重采样变化为500Hz,并且还需要通过[0.5-50]Hz的带通滤波器进行滤波。

[0116] 作为一种具体的实施方式,所述SCNN神经网络包括十五个卷积层、十五个池化层

和二个全连接层;

[0117] 其中,第一层为卷积层,包含12个滤波器,卷积核大小为(121,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0118] 第二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0119] 第三层为卷积层,包含10个滤波器,卷积核大小为(91,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0120] 第四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0121] 第五层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(71,10),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0122] 第六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0123] 第七层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(51,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0124] 第八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0125] 第九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(41,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0126] 第十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0127] 第十一层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(21,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0128] 第十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0129] 第十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0130] 第十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0131] 第十五层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0132] 第十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0133] 第十七层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(11,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0134] 第十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0135] 第十九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0136] 第二十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0137] 第二十一层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0138] 第二十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0139] 第二十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0140] 第二十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0141] 第二十五层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;

- [0142] 第二十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0143] 第二十七层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0144] 第二十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0145] 第二十九层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0146] 第三十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0147] 第三十一层为全连接层,输出神经元个数为10个,激励函数为线性激励函数;
- [0148] 第三十二层为全连接层输出神经元个数为1个,激励函数为sigmoid函数。
- [0149] 本实施例还提供一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别装置,包括:
- [0150] 信号获取模块:获取多导联心电图信号;
- [0151] 信号识别模块:将多导联心电图信号输入到训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中;
- [0152] 结果输出模块:若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号的类型为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号的类型为非室性心动过速;
- [0153] 其中,所述信号识别模块中,对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。
- [0154] 信号识别模块中,对SCNN神经网络进行训练时包括以下步骤:
- [0155] S21:收集充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号和室性心动过速的心电图信号,室性心动过速的心电图信号数量是非室性心动过速的心电图信号数量的0.02%以上,收集的非室性心动过速的心电图信号的数量不低于10万条,收集的室性心动过速的心电图信号的数量不低于2000条;且收集的非室性心动过速的心电图信号的类型至少包括正常心电图、窦性心动过缓、窦性心动过速、房颤、房扑和房室交界性心律,并且不同类型的心电信号数量之间相差不大于10%。
- [0156] S22:复制室性心动过速的心电图信号若干倍,使得室性心动过速的心电图信号的数量与训练时收集的非室性心动过速的心电图信号的数量之间相差不大于10%,定义收集和复制的室性心动过速的心电图信号为值Y,非室性心动过速的心电图信号为值X,以收集的非室性心动过速的心电图信号以及收集和复制的室性心动过速的心电图信号作为输入,相应心电图信号相对应的值X和值Y作为输出对SCNN神经网络进行训练;
- [0157] S23:以收集的室性心动过速的心电图信号作为输入,值Y作为输出,固定步骤S22中训练出的SCNN的卷积层和池化层中的参数的值不变,导入SCNN神经网络中重新训练SCNN神经网络的全连接层中的参数,得到最终的训练好的SCNN神经网络。
- [0158] 一种具体的SCNN神经网络,包括十五个卷积层、十五个池化层和两个全连接层,第一次训练确定十五个卷积层、十五个池化层的参数,第二次训练确定两个全连接层的参数;
- [0159] 其中,第一层为卷积层,包含12个滤波器,卷积核大小为(121,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;

- [0160] 第二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0161] 第三层为卷积层,包含10个滤波器,卷积核大小为(9,12),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0162] 第四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0163] 第五层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(7,10),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0164] 第六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0165] 第七层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(5,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0166] 第八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0167] 第九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(4,8),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0168] 第十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0169] 第十一层为卷积层,包含8个滤波器,卷积核大小为(2,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0170] 第十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0171] 第十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(1,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0172] 第十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0173] 第十五层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(1,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0174] 第十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0175] 第十七层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(1,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0176] 第十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0177] 第十九层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0178] 第二十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0179] 第二十一层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0180] 第二十二层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0181] 第二十三层为卷积层,包含5个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0182] 第二十四层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0183] 第二十五层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,5),步长为1,激励函数为leakyReLU;
- [0184] 第二十六层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;
- [0185] 第二十七层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0186] 第二十八层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0187] 第二十九层为卷积层,包含3个滤波器,卷积核大小为(7,3),步长为1,激励函数为leakyReLU;

[0188] 第三十层为池化层,池化窗大小为2,采用最大化池化方法池化;

[0189] 第三十一层为全连接层,输出神经元个数为10个,激励函数为线性激励函数;

[0190] 第三十二层为全连接层,输出神经元个数为1个,激励函数为sigmoid函数。

[0191] 本实施例的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置,采用“普通卷积层+结构化的全连接层”构造改进的深度学习模型(SCNN,结构化卷积神经网络),采用“大数据训练+少量平衡数据微调”的方式训练SCNN神经网络,将获取的多导联心电图信号输入到训练好的具有若干卷积层、若干池化层和若干全连接层的输出值为[X,Y]的SCNN神经网络中;若SCNN神经网络的输出结果为大于等于 $(X+Y)/2$ 时,则认为所述多导联心电图信号为室性心动过速,否则认为所述多导联心电图信号为非室性心动过速;对SCNN神经网络进行训练时,先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定卷积层和池化层的参数,之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练,确定全连接层的参数。通过使用两次训练,其中第一次训练确定卷积层和池化层的参数,实现特征的提取,第二次训练确定全连接层的参数,通过使用少量的数据即得到较高的准确率。因此,本实施例在无需采集过多室性心动过速的心电信号的情况下(室性心动过速的心电信号的数量仅需非室性心动过速的心电信号的0.02%),从而提供一种识别准确率高的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法。

[0192] 以上述依据本申请的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完全可以在不偏离本项申请技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项申请的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

[0193] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0194] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0195] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0196] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计

算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

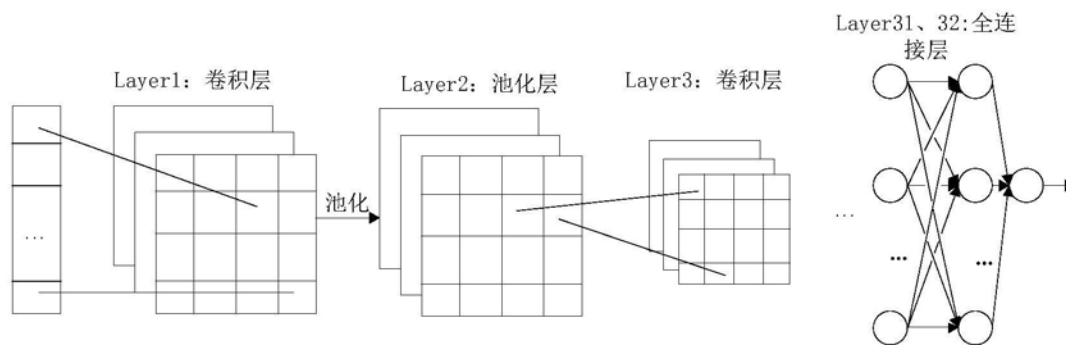


图1

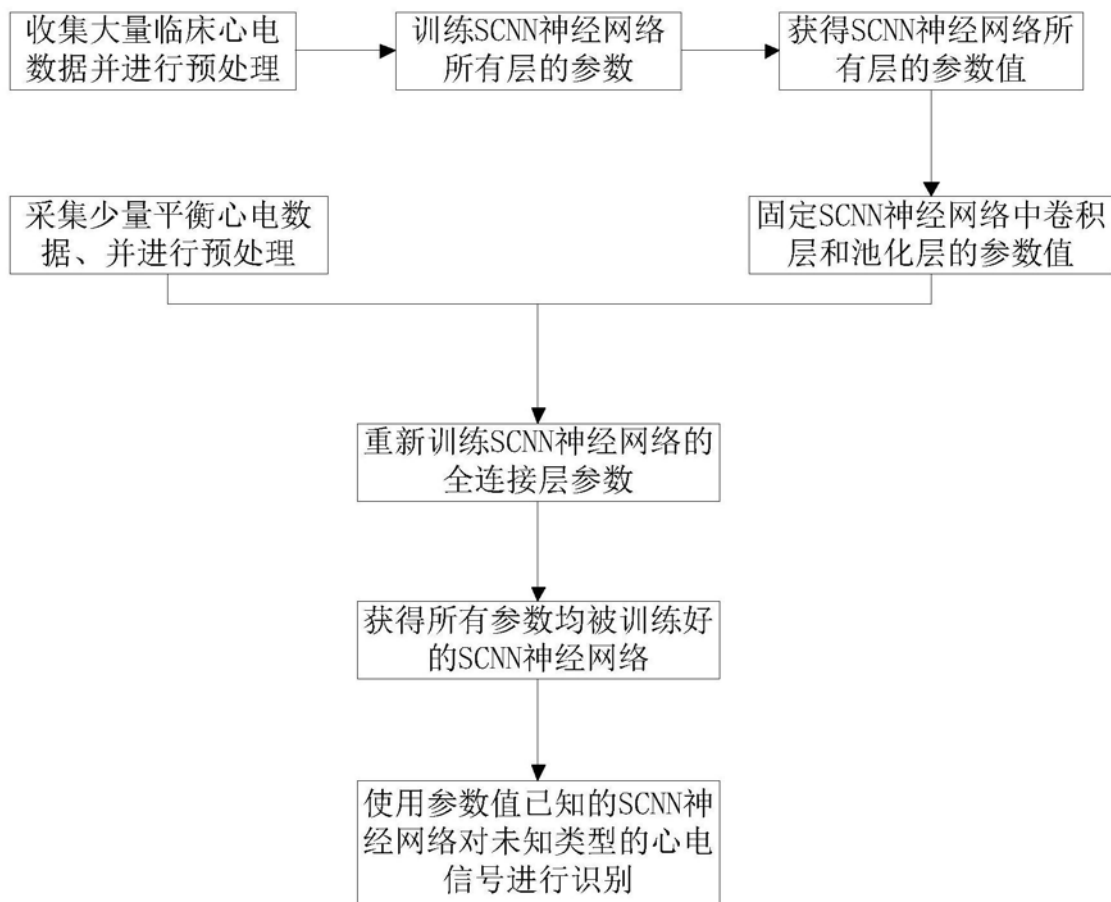


图2

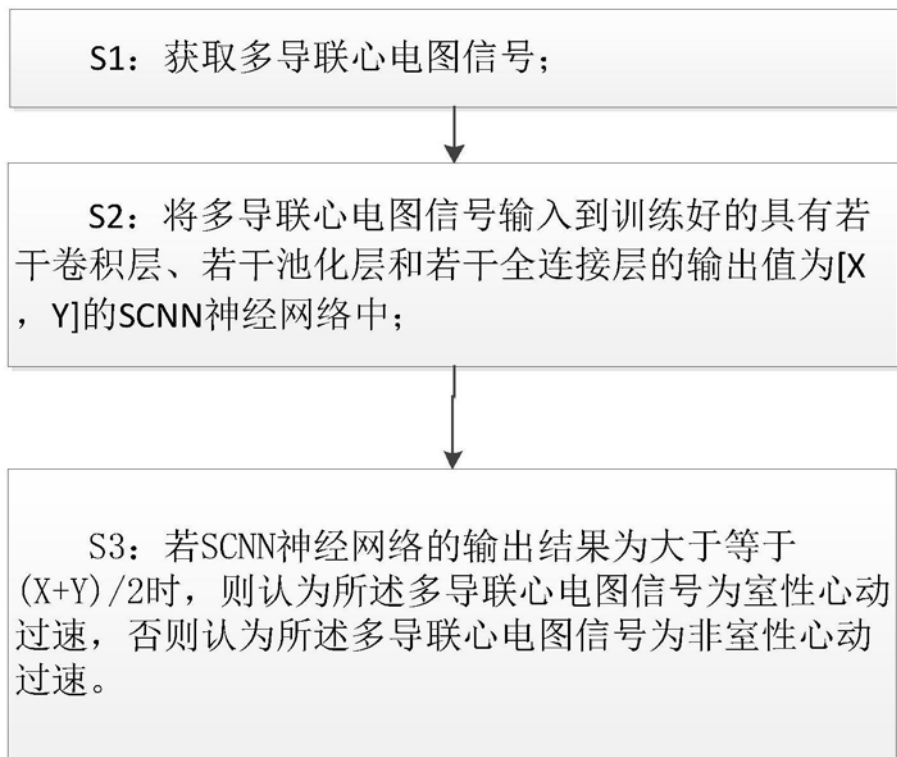


图3



图4

专利名称(译)	一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置		
公开(公告)号	CN110897630A	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201910568842.X	申请日	2019-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	上海数创医疗科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海数创医疗科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海数创医疗科技有限公司		
[标]发明人	朱俊江 汪朝阳		
发明人	朱俊江 璞玉 汪朝阳		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/7267		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请涉及一种基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法和装置，将多导联心电图信号输入到训练好的SCNN神经网络中，根据SCNN神经网络的输出结果即可判断多导联心电图信号的类型；对SCNN神经网络进行训练时，先采用充分多条已知类型的非室性心动过速的心电图信号以及收集并复制的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练，确定卷积层和池化层的参数，之后再通过收集的室性心动过速的心电图信号对SCNN神经网络进行训练，确定全连接层的参数。通过两次训练，由第一次训练确定卷积层和池化层的参数，第二次训练确定全连接层的参数。因此，本申请在无需采集过多室性心动过速的心电信号的情况下，从而提供一种识别准确率高的基于迁移学习的室性心动过速心律识别方法。

