



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110313894 A

(43)申请公布日 2019.10.11

(21)申请号 201910298194.0

(22)申请日 2019.04.15

(71)申请人 四川大学

地址 610064 四川省成都市武侯区望江路
29号

(72)发明人 李智 牟文锋 李健

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

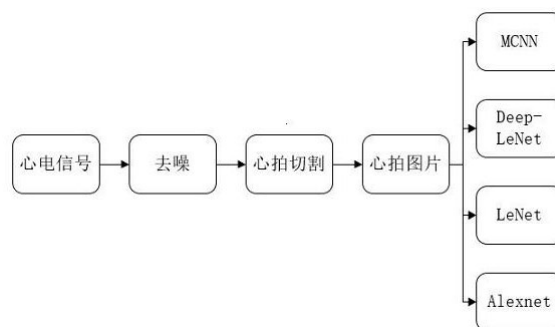
权利要求书2页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

基于卷积神经网络的心率失常分类算法

(57)摘要

本发明公开了一种基于卷积神经网络的心律失常分类算法,包括提出的适用于心电信号这一稀疏图像的小尺度类型的Deep-LeNet网络,利用小卷积核的特点,使得网络的分类耗时更短,得到的准确率很高。其次,还提出了多尺度卷积神经网络,不但能够增加网络的宽度,还增加了网络对尺度大小的适应性,使得网络更适用于稀疏图像的识别。在极小的增加网络耗时的情况之下,能够极大的增加网络的分类准确率,而且这样一体的识别与分类流程,更能够用于家庭医疗级诊断,对心律失常的准确识别有着重要的意义。



1. 基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征是,包括以下几个步骤:

步骤1:使用小波变换的方法,对心电信号进行降噪;

步骤2:心电信号由多个心拍构成,通过R波定位算法,将心电信号分割为单个心拍;

步骤3:将一维信号转为二维图片,并分别构建训练集和测试集;

步骤4:将训练数据集的一部分输入分别输入到Deep-LeNet和多尺度卷积神经网络(multiscale convolution neural network,MCNN)进行训练,构建一种适用于心拍图片分类的卷积神经网络模型;

步骤5:将训练集的另外一部分输入到构建好的网络模型中,用于验证网络对于其他数据的分类性能,并对网络模型的参数进行优化调整,获取性能最佳的分类模型;

步骤6:再将测试集输入到步骤5中得到的分类模型中,对测试集进行识别,对比两个网络的分类结果;

一种基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:针对二维心电信号这一稀疏图像,来搭建出适用于这一图像分类的卷积神经网络模型,首先在保证网络分类耗时的情况下,尽可能的提高网络的分类准确率,使得搭建的卷积神经网络更能够抓取到心电图图像的特征,其次搭建一个深度卷积神经网络,来实现更高准确率的分类效果,最终得到适用于心电图图像识别的二维卷积神经网络。

2. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:保证分类耗时的情况下,在LeNet网络的基础上,搭建出Deep-LeNet网络,网络相比,具有更小的卷积核,在处理稀疏图像上有很大优势。

3. 根据权利要求1或2所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:在改进的Deep-LeNet网络中,我们使用小尺度卷积核堆叠的方式代替传统网络中的大卷积核,不但能够保证其局部感受野不变,而且小尺度卷积核有更多的非线性,使得判别函数更加具有判别性,而且相比小尺寸卷积神经网络有更少的参数,能够使网络模型速度提升。

4. 根据权利要求3所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:Deep-LeNet网络由四层 3×3 的卷积核以及两层池化层所构成,MCNN网络在Deep-LeNet网络的基础上加入了inception层,对网络进行了极大的改进。

5. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:在不针对网络耗时的情况下,我们构建出深度卷积神经网络模型,多尺度卷积神经网络(Multiscale Convolutional Neural Network,MCNN),极大的提升了分类准确率。

6. 根据权利要求1或5所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:我们构建的MCNN网络模型中,加入了inception层,也就是使用了多尺度卷积核的方法,一方面增加了网络的宽度,一方面针对稀疏图像,增加了网络对尺度的适应性,其中还加入了 1×1 的卷积核,目的是为了降低特征图厚度的作用,使得网络的计算量大大减少。

7. 根据权利要求6所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:使用Inception层后,可以代替人工确定卷积层中的过滤器类型或确定是否需要创建卷积层和池化层,由网络决定这些参数,可以给网络添加所有可能值,将输出连接起来,网络自己学习它需要什么样的参数。

8. 根据权利要求6所述的基于卷积神经网络的心律失常分类算法,其特征在于:在使用多尺度卷积核过后,我们还需要使用Concat层将多个维度的特征图进行拼接,使得我们在

后面的卷积网络中能够继续运算下去。

基于卷积神经网络的心率失常分类算法

技术领域

[0001] 本发明属于生物医学信号识别领域,涉及一种心电信号图像分类技术,尤其是一种基于卷积神经网络的心电信号图像特征提取与分类技术,具体涉及搭建适用于心电信号图像分类的卷积神经网络。

背景技术

[0002] 心电图包含了大量有关心脏活动的病理信息,其中最重要的分析是对心拍的分类,这对于检测心律失常非常重要。由于人为的分析长时心电信号来诊断心律失常是十分耗时且不实用的,因此使用自动算法来辅助诊断心律失常值得我们研究。

[0003] 卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)是深度学习的一种新形式,其中网络结构由许多隐藏层和参数组成。目前,CNN已经应用于多种场所,如目标识别、图像分类、手写体识别,还常被用于医学领域,作为一种自动诊断工具,以帮助临床医生。CNN不需要预处理和单独的特征提取技术,有助于减少训练过程中的负担,可以自动选择出最佳的特征提取技术来自动选择出最佳的特征提取技术。近年来CNN被广泛用于心电信号的自动分类,并且取得了不错的效果。但是,目前大多数团队仅仅对一维CNN环境下的心律失常分类进行研究,得到的准确率还有待提高。针对心电信号图像处理的方法,也多是使用普通的CNN网络进行分类,使得多类别心电信号的分类准确率有所限制。针对该问题的解决方案主要包括:

1. 基于多类型神经网络的分类方法:该方法利用循环神经网络在时序信号的优势,在卷积神经网络中加入长短期记忆网络,实现对分类准确率的提高;

2. 基于简单二维卷积神经网络的分类方法:该方法使用经典的CNN网络,例如:Alexnet网络、LeNet网络,能够实现对心电信号图像的分类,并提高其分类准确率。

[0004] 上述解决方案在一定程度上提升了心电信号的分类准确率,虽然所使用的方法不同,但是实质上都是基于卷积神经网络的利用。方案一中加入其它类型的神经网络,虽然能够实现一定的准确率提高,但是极大的提升了网络的复杂度,增加了网络的整体耗时。方案二中,经典的二维CNN网络,都是设计来对复杂的图像进行识别的,对于心电信号这一类稀疏图像得到的效果有所限制。这两个方案的弊端都不利于心电信号在家庭医疗级的推广和应用。

发明内容

[0005] 针对上述现有心律失常的识别的现状与存在的问题,本发明的目的旨在提出一种适用于心电信号分类的CNN网络,不但能够减少网络的整体耗时,还能够得到更高的准确率,克服目前心电信号分类技术存在的网络复杂,耗时等问题。

[0006] 本发明提出的基于卷积神经网络的心律失常识别与分类,其技术方案的构成主要包括:在提取出心电信号后,使用小波变换算法对心电信号进行去噪,去除心电信号中的肌电、基线漂移等。再通过R波定位算法,对心拍进行定位,将长时心电信号切割为单个心拍的

形式。

[0007] 在上述技术方案中,所述的单个心拍是由R波位置向左取100个采样点和向右取200个采样点所构成,其几乎能够全部包括单次心跳的所有病理信息。

[0008] 用于实验本发明所得到的心拍数据,由于我们使用的是二维CNN对图像识别的方法,所以需要将一维心拍信号转换为二维图片。

[0009] 在上述技术方案中,得到的二维图片,需要按照1:1的比例构建出训练集和测试集,以便我们在后面的网络中使用。

[0010] 构建出用于验证本发明的CNN网络,包括Deep-LeNet和多尺度卷积神经网络(Multiscale Convolutional Neural Network,MCNN)。Deep-LeNet网络中使用了小尺度卷积核堆叠的方式代替之前使用的大卷积核,在局部感受野大小不变的情况下,增加了网络的深度和减少了网络的参数。小卷积核的方式参数还能够增加网络的非线性,使得模型的泛化能力得到进一步的提高。上述方案中得到的训练集输入到构建好的CNN网络,从而构建出更适于心电图片分类的卷积神经网络模型。

[0011] 在上述技术方案中,得到了适合稀疏图像分类的卷积神经网络模型,我们将之前构建的测试集数据输入到网络模型中,对分类结果进行整理。

[0012] 为了验证该网络的分类性能,我们将同样的数据输入到经典的CNN网络中,对比四个网络的分类性能和分类耗时。

[0013] 本发明构建的卷积神经网络对MIT-BIH(Massachusetts Institute of Technology and the Boston Hospital)中的心拍图片进行特征提取和分类,不但得到了92.73%的分类准确率,还使得分类流程更加简洁,对于家庭医疗有着十分重要的意义。

附图说明

[0014] 图1是本发明整体结构示意图。

[0015] 图2是LeNet和Deep-LeNet网络结构示意图。

[0016] 图3是MCNN网络结构示意图。

[0017] 图4是MCNN、Deep-LeNet、Alexnet和LeNet网络迭代准确率示意图。

[0018] 图5是MCNN、Deep-LeNet、Alexnet和LeNet网络分类准确率示意图。

[0019] 图6是MCNN、Deep-LeNet、Alexnet和LeNet网络分类耗时示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的详细说明,应当理解,以下所说明的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 本发明是对利用卷积神经网络对心律失常进行识别与分类,其结构框图如图1所示,具体包括以下三个阶段:

1. 预处理阶段:首先,在提取出心电信号数据后,使用小波变换在频域的分解与重构。我们选择‘bior2.6’为母小波函数,将提取到的心电信号分解为8层,将最高频和最低频的系数置为零,以此达到去除基线漂移和工频干扰的目的,然后对剩余信号进行重构,得到完整的心电信号。由于心电信号由心拍组成,心拍又由P、Q、R、S、T波组成,这里使用R波定位算法对心拍进行定位,通过截取R波位置向前100个采样点和向后200个采样点,共300个采样

点来组成一个心拍,使得每个心拍都能够包含一次心跳的大部分信息。然后,将我们提取到的一维心拍信号转换为二维图像,并以1:1的比例构建出训练集和测试集;

2.网络构建阶段:在经典网络LeNet网络的基础上,搭建针对图像的稀疏特性的Deep-LeNet网络。使用多层小卷积核进行叠加的方式,相比大尺寸的卷积核有更多的非线性,使得判别函数更加具有判决性。并且小卷积核在保持感受野范围不变的同时减少参数量,使得模型的泛化能力得到进一步的提高。LeNet和Deep-LeNet网络结构示意图如图2所示。为了进一步提高分类准确率,我们通过在CNN网络中加入多尺度卷积层,得到的MCNN网络一方面增加了网络的宽度,另一方面增加了网络对尺度的适应性,这更适合用于稀疏图像的识别,MCNN网络结构示意图如图3所示;

再将预处理阶段构建的训练集数据输入到CNN中,卷积层会对图片的各个局部特征进行提取,然后池化层保留主要的特征,同时会减少下一层的参数和计算量,防止过拟合,经过不断重复的卷积与池化过程,最后由全连接层将全部的局部特征进行提取,再将在连接层提取到的特征送入到softmax分类器中进行分类;

3.分类阶段:将预处理阶段中得到的测试集数据输入到训练好的Deep-LeNet和MCNN网络中,同时输入到经典的LeNet和Alexnet网络中进行对比。四个网络的在不同的迭代次数下的分类准确率如图4所示,可以看出,MCNN网络要优于其他网络,这是因为MCNN中加入了多尺度卷积层,使得网络对图像局部感受野的尺度适应性更强。同时,网络的分类准确率如图5所示,能够看出,MCNN和Deep-LeNet网络的分类准确率能够达到92.73%和89.65%,相比其他两个网络,得到的分类准确率更高。网络的分类耗时如图6所示,MCNN和Alexnet相比,不但分类耗时更短,得到的分类准确率也更高。而Deep-LeNet在耗时上和LeNet网络不相上下,但是得到的分类准确率更高。

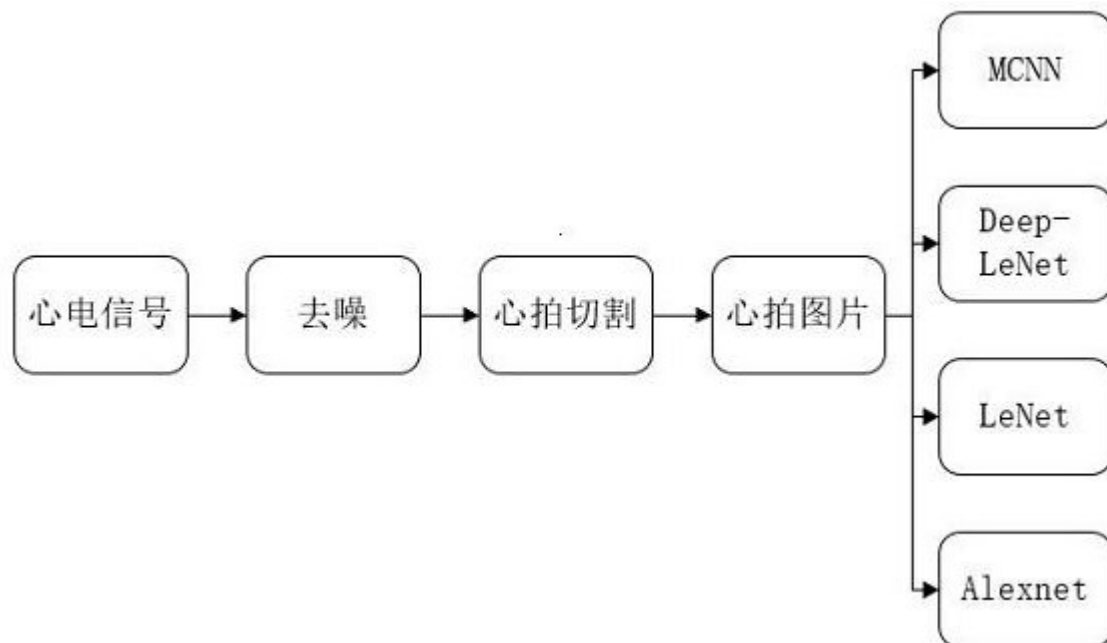


图1

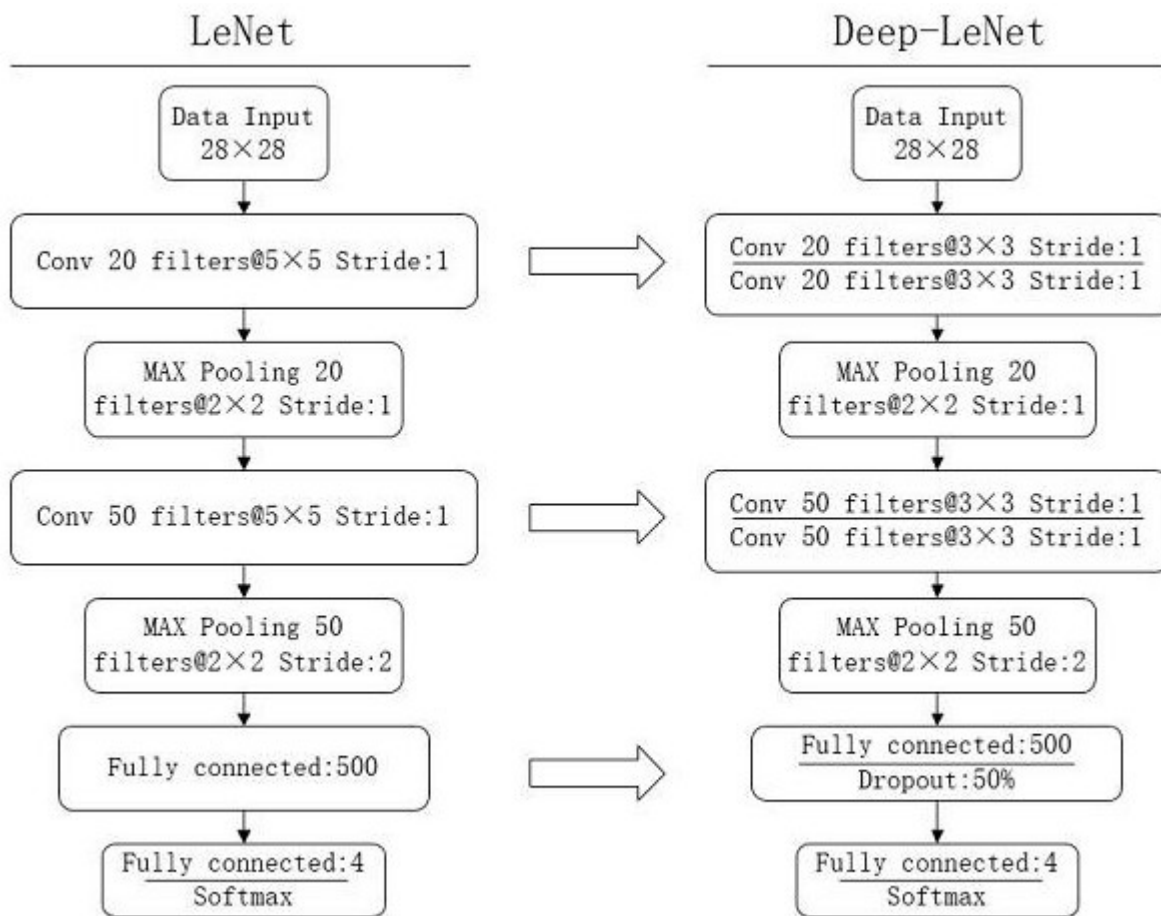


图2

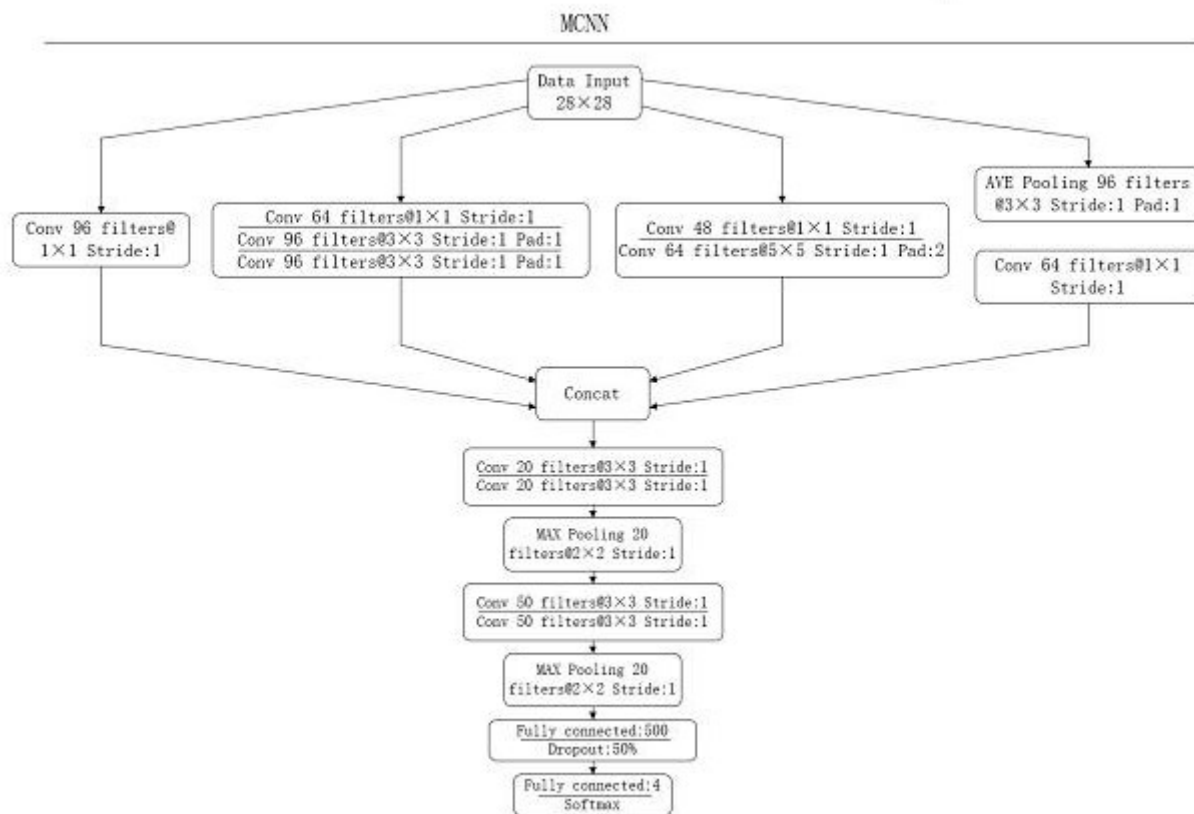


图3

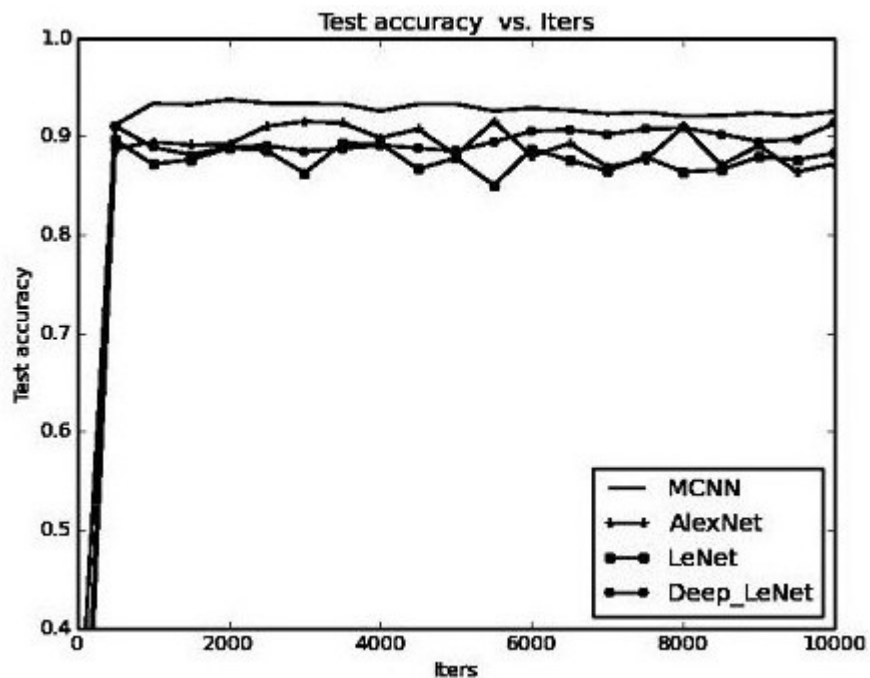


图4

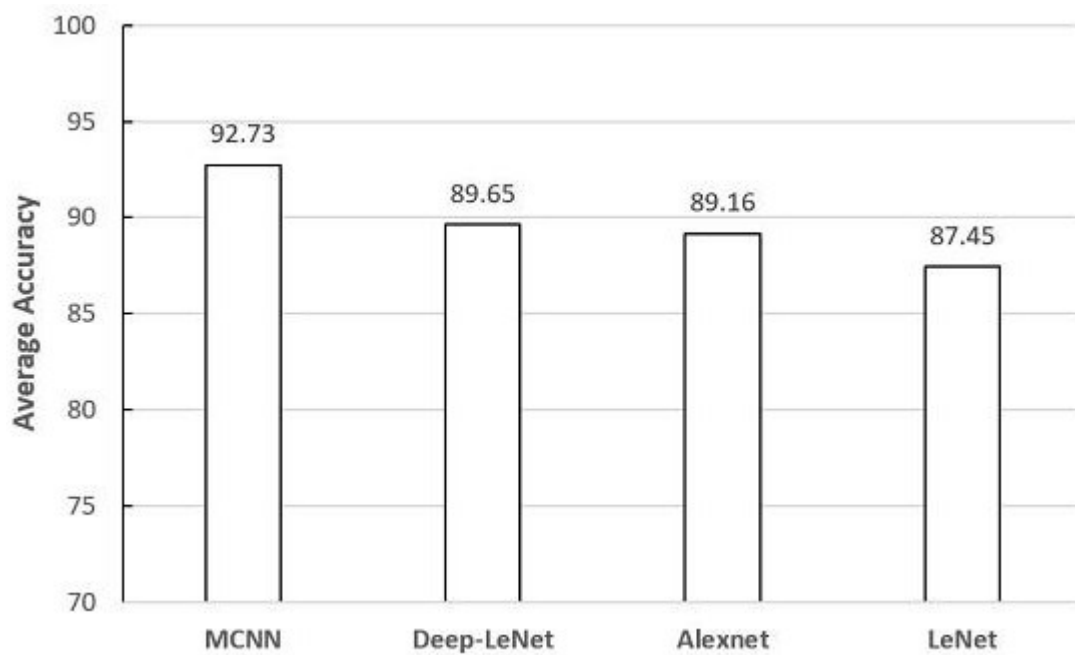


图5

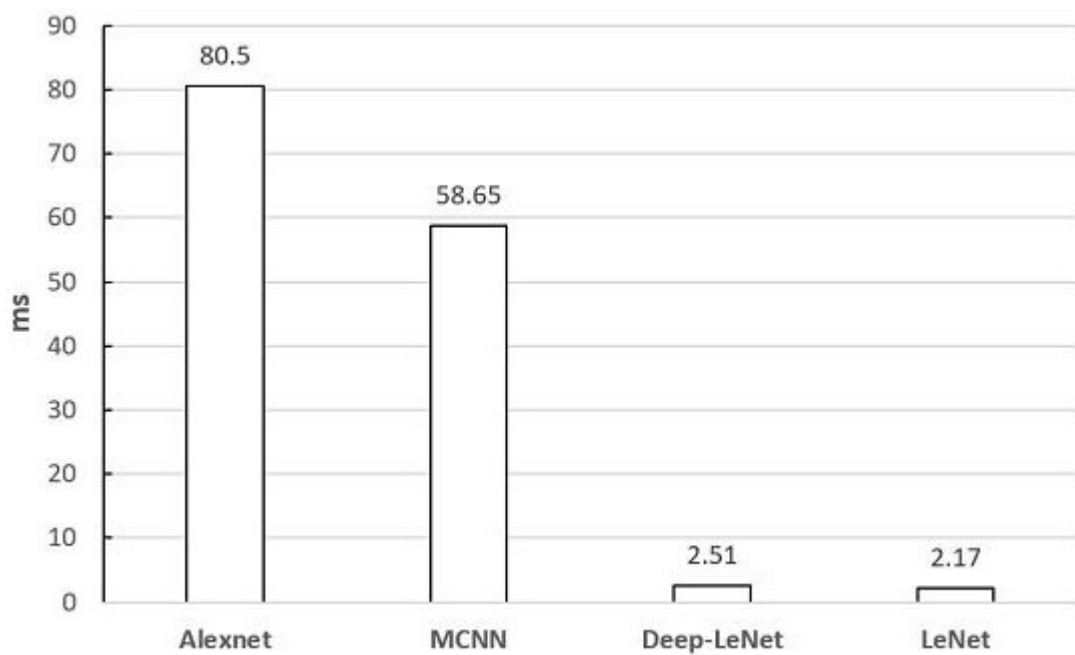


图6

专利名称(译)	基于卷积神经网络的心率失常分类算法		
公开(公告)号	CN110313894A	公开(公告)日	2019-10-11
申请号	CN201910298194.0	申请日	2019-04-15
[标]申请(专利权)人(译)	四川大学		
申请(专利权)人(译)	四川大学		
当前申请(专利权)人(译)	四川大学		
[标]发明人	李智 牟文锋 李健		
发明人	李智 牟文锋 李健		
IPC分类号	A61B5/00 G06N3/04		
CPC分类号	A61B5/7267 G06N3/0454		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于卷积神经网络的心律失常分类算法，包括提出的适用于心电信号这一稀疏图像的小尺度类型的Deep-LeNet网络，利用小卷积核的特点，使得网络的分类耗时更短，得到的准确率很高。其次，还提出了多尺度卷积神经网络，不但能够增加网络的宽度，还增加了网络对尺度大小的适应性，使得网络更适用于稀疏图像的识别。在极小的增加网络耗时的情况之下，能够极大的增加网络的分类准确率，而且这样一体的识别与分类流程，更能够用于家庭医疗级诊断，对心律失常的准确识别有着重要的意义。

