



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108209870 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201711420380.4

(22)申请日 2017.12.25

(71)申请人 河海大学常州校区

地址 213022 江苏省常州市新北区晋陵北路200号

(72)发明人 刘小峰 邹朗 周旭 蒋爱民

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 丁涛

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

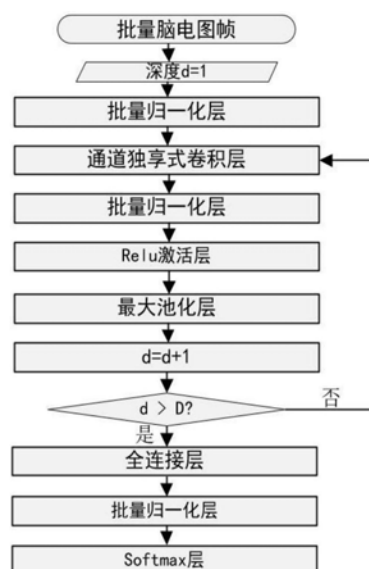
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,所述步骤如下:对癫痫病人长程多通道脑电图信号进行同步分帧取样,并标签化;使用带通滤波对每帧脑电图信号做去噪处理;构建通道独享式卷积神经网络;训练网络,得到检测器。本发明提供的通道独占式卷积神经网络收益于深度学习技术,利用层层卷积相关运算得到脑电图模式的深度抽象,实现对癫痫发作的自动检测。



1. 一种基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,其特征在于所述步骤如下:

- (1)、对癫痫病人的脑电图信号进行预处理;
- (1.1)、对癫痫病人长程多通道脑电图信号进行同步分帧取样,并标签化;
- (1.2)、使用带通滤波对每帧脑电图信号做去噪处理;
- (2)、构建通道独享式卷积神经网络;
- (3)、训练网络,得到检测器。

2. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,其特征在于:所述步骤(1.1)中同步分帧取样,并标签化的过程包括如下步骤:

- (a1)、确定帧长和帧移;
- (a2)、对脑电图信号中所有通道进行时间同步的分帧,得到N个多通道脑电图帧;
- (a3)、为每个帧标签化为发作期“0”或间歇期“1”。

3. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,其特征在于:所述步骤(1.2)中脑电图信号做去噪处理方法是采用带宽为0.5-100Hz的巴特沃夫滤波器对N个脑电图帧信号进时域滤波。

4. 根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,其特征在于:所述步骤(2)中的通道独享式卷积神经网络的构建包括如下步骤:

- (c1)、确定卷积深度D;
- (c2)、将N个脑电图帧等分为n个批次,每个批次含有b个脑电图帧;
- (c3)、构造批归一化层,对每个批次样本帧进行批归一化处理;
- (c4)、构造通道独享卷积层,确定特征核的长度与数量并初始化,对每个批次样本帧进行卷积运算,执行(c2)步骤;
- (c5)、添加relu激活层,进行稀疏处理;
- (c6)、构造最大池化层,确定最大值降采样比例,对(c3)的结果进行池化处理;
- (c7)、重复(c2)-(c6)步骤D-1次;
- (c8)、添加全连接层,执行(c2)步骤;
- (c9)、添加sigmoid输出决策层。

5. 根据权利要求4所述的基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,其特征在于:所述步骤(c4)中卷积运算的步骤如下:

对于每帧脑电图信号为X,卷积核大小为W,通道到独享式卷积定义为: $Y=X \otimes W$, 令 $m=s-1+1$, 则有

$$X[i,j]=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{c1} & x_{c2} & \cdots & x_{cs} \end{bmatrix} \quad W[i,j]=\begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1l} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2l} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{c1} & w_{c2} & \cdots & w_{cl} \end{bmatrix} \quad Y[i,j]=\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{c1} & y_{c2} & \cdots & y_{cm} \end{bmatrix}$$

$$\text{其中, } y_{i,j} = \sum_{(p,q)=(j,1)}^{(j+l-1,l)} x_{c,p} \times w_{c,q}$$

s表示帧长,l表示特征核的长度,c表示脑电图通道数,m表示卷积后的帧长,i,j为X、W、Y的索引下标,Y为卷积特征图。

6.根据权利要求1所述的基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,其特征在于:所述步骤(3)中的训练网络使用批量梯度下降法对网络参数进行优化,得到检测器。

基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,属于癫痫发作临床检测技术领域。

背景技术

[0002] 自动癫痫检测是从多通道脑电图中提取区分癫痫发作期和间歇期的显著特征进行分类识别,在癫痫发作临床诊断中具有重要意义,为癫痫病实时辅助治疗提供可靠方法。

[0003] 多通道脑电、图信号具有低信噪比、高复杂度的特点,基于特征提取的自动检测方法有很多,比如样本熵分析、小波神经网络、经验模态分解等等。这些方法在不同的受试者数据集上都表现出不错的检测效果,但是仍然难以避免地出现一些漏检、错检情况。此外,人工提取的特征依赖于大量的先验知识并且不能保证是最具有代表性的。

发明内容

[0004] 发明目的:为了克服现有方法的不足,本发明基于大数据,利用深度学习技术,提出一种基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,通过给每个通道信号单独分配多个“特征卷积核”,用于对脑电波进行多层短时滑动卷积运算,用运算结果去训练一个 Logistic 分类器对两种脑电模式(发作期、间隙期)进行决策,这些特征核通过批量梯度下降算法来确定。

[0005] 技术方案:为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,所述步骤如下:

[0007] (1)、对癫痫病人的脑电图信号进行预处理;

[0008] (1.1)、对癫痫病人长程多通道脑电图信号进行同步分帧取样,并标签化;

[0009] (1.2)、使用带通滤波对每帧脑电图信号做去噪处理;

[0010] (2)、构建通道独享式卷积神经网络;

[0011] (3)、训练网络,得到检测器。

[0012] 上述步骤(1.1)中同步分帧取样,并标签化的过程包括如下步骤:

[0013] (a1)、确定帧长和帧移;

[0014] (a2)、对脑电图信号中所有通道进行时间同步的分帧,得到N个多通道脑电图帧;

[0015] (a3)、为每个帧标签化为发作期“0”或间歇期“1”。

[0016] 上述步骤(1.2)中脑电图信号做去噪处理方法是采用带宽为0.5-100Hz的巴特沃夫滤波器对N个脑电图帧信号进时域滤波。

[0017] 上述步骤(2)中的通道独享式卷积神经网络的构建包括如下步骤:

[0018] (c1)、确定卷积深度D;

[0019] (c2)、将N个脑电图帧等分为n个批次,每个批次含有b个脑电图帧;

[0020] (c3)、构造批归一化层,对每个批次样本帧进行批归一化处理;

[0021] (c4)、构造通道独享卷积层,确定特征核的长度与数量并初始化,对每个批次样本

帧进行卷积运算,执行(c2)步骤;

[0022] (c5)、添加relu激活层,进行稀疏处理;

[0023] (c6)、构造最大池化层,确定最大值降采样比例,对(c3)的结果进行池化处理;

[0024] (c7)、重复(c2)-(c6)步骤D-1次;

[0025] (c8)、添加全连接层,执行(c2)步骤;

[0026] (c9)、添加sigmoid输出决策层。

[0027] 上述步骤(c4)中卷积运算的步骤如下:

[0028] 对于每帧脑电图信号为X,卷积核大小为W,通道到独享式卷积定义为: $Y=X \otimes W$,令 $m=s-l+1$,则有

$$[0029] \quad X[i,j]=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{c1} & x_{c2} & \cdots & x_{cs} \end{bmatrix} \quad W[i,j]=\begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1l} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2l} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{c1} & w_{c2} & \cdots & w_{cl} \end{bmatrix} \quad Y[i,j]=\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{c1} & y_{c2} & \cdots & y_{cm} \end{bmatrix}$$

$$[0030] \quad \text{其中, } y_{i,j} = \sum_{(p,q)=(j,l)}^{(j+l-1,l)} x_{c,p} \times w_{c,q}$$

[0031] s表示帧长,l表示特征核的长度,c表示脑电图通道数,m表示卷积后的帧长,i,j为X、W、Y的索引下标,Y为卷积特征图。

[0032] 上述步骤(3)中的训练网络使用批量梯度下降法对网络参数进行优化,得到检测器。

[0033] 本发明所达到的有益效果:

[0034] 本发明提供的通道独占式卷积神经网络收益于深度学习技术,利用层层卷积相关运算得到脑电图模式的深度抽象,实现对癫痫发作的自动检测。

附图说明

[0035] 图1是脑电图分帧方法;

[0036] 图2是通道独占式卷积神经网络的步骤图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0038] 一种基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法,所述步骤如下:

[0039] (1)、对癫痫病人的脑电图信号进行预处理;

[0040] (1.1)、对癫痫病人长程多通道脑电图信号进行同步分帧取样,并标签化;

[0041] (1.2)、使用带通滤波对每帧脑电图信号做去噪处理;

[0042] (2)、构建通道独占式卷积神经网络;

[0043] (3)、训练网络,得到检测器。

[0044] 上述步骤(1.1)中同步分帧取样,并标签化的过程包括如下步骤:

[0045] (a1)、确定帧长和帧移；

[0046] (a2)、对脑电图信号中所有通道进行时间同步的分帧，脑电图分帧方法如图1所示，采用滑动窗口的方式对多通道脑电图进行取样。窗口的长度为6秒，宽度为脑电图通道的数量。滑动的步长，即帧移为1秒。得到N个多通道脑电图帧；

[0047] (a3)、为每个帧标签化为发作期“0”或间歇期“1”。

[0048] 上述步骤(1.2)中脑电图信号做去噪处理方法是采用带宽为0.5-100Hz的巴特沃夫滤波器对N个脑电图帧信号进时域滤波。

[0049] 如图2所示，上述步骤(2)中的通道独享式卷积神经网络的构建包括如下步骤：

[0050] (c1)、确定卷积深度D；

[0051] (c2)、将N个脑电图帧等分为n个批次，每个批次含有b个脑电图帧；

[0052] (c3)、构造批归一化层，对每个批次样本帧进行批归一化处理；

[0053] (c4)、构造通道独享卷积层，确定特征核的长度与数量并初始化，对每个批次样本帧进行卷积运算，执行(c2)步骤；

[0054] (c5)、添加relu激活层，进行稀疏处理；

[0055] (c6)、构造最大池化层，确定最大值降采样比例，对(c3)的结果进行池化处理；

[0056] (c7)、重复(c2)-(c6)步骤D-1次；

[0057] (c8)、添加全连接层，执行(c2)步骤；

[0058] (c9)、添加sigmoid输出决策层。

[0059] 上述步骤(c4)中卷积运算的步骤如下：

[0060] 对于每帧脑电图信号为X，卷积核大小为W，通道到独享式卷积定义为： $Y=X \otimes W$ ，令 $m=s-l+1$ ，则有

$$[0061] \quad X[i,j]=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{c1} & x_{c2} & \cdots & x_{cs} \end{bmatrix} \quad W[i,j]=\begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1l} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2l} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{c1} & w_{c2} & \cdots & w_{cl} \end{bmatrix} \quad Y[i,j]=\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{c1} & y_{c2} & \cdots & y_{cm} \end{bmatrix}$$

$$[0062] \quad \text{其中, } y_{i,j} = \sum_{(p,q)=(j,1)}^{(j+l-1,l)} x_{c,p} \times w_{c,q}$$

[0063] s表示帧长，l表示特征核的长度，c表示脑电图通道数，m表示卷积后的帧长，i，j为X、W、Y的索引下标，Y为卷积特征图。

[0064] 上述步骤(3)中的训练网络使用批量梯度下降法对网络参数进行优化，得到检测器。

[0065] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变形，这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

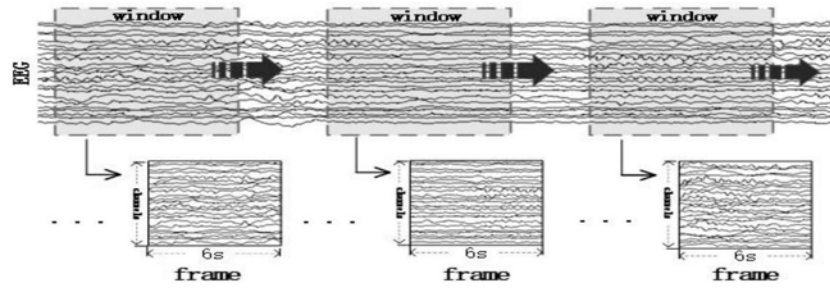


图1

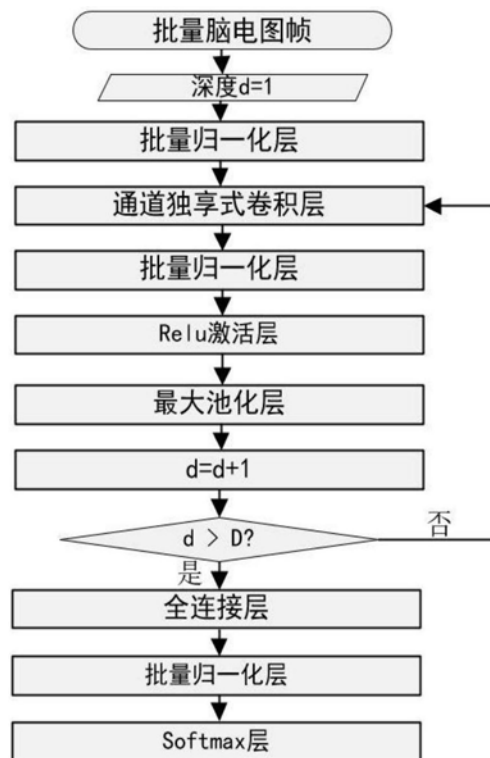


图2

专利名称(译)	基于卷积神经网络的长程脑电图自动癫痫检测方法		
公开(公告)号	CN108209870A	公开(公告)日	2018-06-29
申请号	CN201711420380.4	申请日	2017-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	河海大学常州校区		
申请(专利权)人(译)	河海大学常州校区		
当前申请(专利权)人(译)	河海大学常州校区		
[标]发明人	刘小峰 邹朗 周旭 蒋爱民		
发明人	刘小峰 邹朗 周旭 蒋爱民		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0476		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/4094 A61B5/7235 A61B5/7264		
代理人(译)	丁涛		
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长程脑电图自动癫痫检测方法，所述步骤如下：对癫痫病人长程多通道脑电图信号进行同步分帧取样，并标签化；使用带通滤波对每帧脑电图信号做去噪处理；构建通道独享式卷积神经网络；训练网络，得到检测器。本发明提供的通道独占式卷积神经网络收益于深度学习技术，利用层层卷积相关运算得到脑电图模式的深度抽象，实现对癫痫发作的自动检测。

