



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110353675 A

(43)申请公布日 2019.10.22

(21)申请号 201910747637.X

(22)申请日 2019.08.14

(71)申请人 东南大学

地址 211102 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

(72)发明人 郑文明 宋腾飞 刘素媛 宗源

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 冯艳芬

(51) Int. Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于图片生成的脑电信号情感识别方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其中方法包括:(1)获取用户处于不同情感时的原始脑电信号;(2)将原始脑电信号去噪后通过带通滤波器提取多个频段信号,并计算每个频段信号的微分熵作为脑电特征;(3)将每个脑电特征数据通过插值生成一张图片,将所有生成的图片串接起来作为脑电特征图片;(4)构建情感判别网络,包括主分支、注意力分支、特征提取单元、图卷积分支和全连接层;(5)将脑电特征图片输入所述情感判别网络进行训练;(6)按照步骤(1)-(3)提取待识别脑电信号的脑电特征图片,并输入到训练好的情感判别网络,选取概率最大的情感类别作为识别的情感类型。本发明识别准确率更高。



1. 一种基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其特征在于该方法包括:

(1) 获取用户处于不同情感时的原始脑电信号,所述原始脑电信号通过脑电采集设备的多个信号采集电极分布于用户的脑部不同位置进行采集得到;

(2) 将原始脑电信号去噪后通过带通滤波器提取多个频段信号,并计算每个频段信号的微分熵作为脑电特征;

(3) 将每个脑电特征数据通过插值生成一张图片,将所有生成的图片串接起来,作为脑电特征图片;

(4) 构建情感判别网络,所述情感判别网络包括主分支、注意力分支、特征提取单元、图卷积分支和全连接层,所述主分支用于采用卷积神经网络从脑电特征图片中获取初级特征,所述注意力分支用于生成一个与主分支输出大小一致的掩膜,所述特征提取单元用于采用掩膜从初级特征中提取局部特征,所述图卷积分支用于对局部特征采用图卷积得到全局特征,并根据残差结构将局部特征与全局特征融合以及拼接,得到混合特征,所述全连接层用于将混合特征作为输入,计算得到每个情感类别的概率;

(5) 将脑电特征图片输入所述情感判别网络进行训练,得到训练好的情感判别网络;

(6) 按照步骤(1)-(3)提取待识别脑电信号的脑电特征图片,并输入到训练好的情感判别网络,输出为每个情感类别对应的概率值,选取概率最大的情感类别作为识别的情感类型。

2. 根据权利要求1所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其特征在于:步骤(3)具体包括:

将每个脑电特征数据通过Sibson插值生成一张 $n*n$ 像素的图片, n 为大于等于28小于等于128的偶数;

将所有图片串接起来,得到一个 $n*n*m$ 像素的脑电特征图片,其中, m 为脑电特征的个数。

3. 根据权利要求1所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其特征在于:步骤(4)中所述主分支的输入为脑电特征图片,具体包括依次连接的由4层卷积层级联形成的第一卷积层组、第一最大池化层、由2层卷积层级联形成的第二卷积层组、第二最大池化层、第三卷积层和第三最大池化层,最终输出大小为 $H*W*C$ 的图片,作为初级特征,其中,所有卷积层均为 $3*3$ 大小的卷积核, H 、 W 分别为图片的高和宽, C 为通道数。

4. 根据权利要求1所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其特征在于:步骤(4)中所述注意力分支的输入为脑电特征图片,具体包括依次连接的由4层卷积层级联形成的第一卷积层组、第一最大池化层、由2层卷积层级联形成的第二卷积层组、第二最大池化层、第三卷积层、第三最大池化层和一个sigmoid处理单元,其中,所述第一卷积层组的卷积层为 $1*1$ 大小的卷积核,其余卷积层为 $3*3$ 大小的卷积核,第三最大池化层的输出为一个与所述主分支输出大小一致的掩膜,sigmoid处理单元用于采用sigmoid函数将掩膜的值限制到(0,1)之间。

5. 根据权利要求1所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其特征在于:步骤(4)中所述特征提取单元具体用于:将掩膜和初级特征点乘,并将点乘结果与初级特征的对应位置相加,得到局部特征。

6. 根据权利要求1所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法,其特征在于:步骤

(4) 中所述图卷积分支具体包括依次连接的：

维度变换单元，用于将输入的局部特征 F_{local} 变换到二维空间，得到 $N \times C$ 大小的局部特征 $F_{localReshape}$ ，其中， $N = H \times W$ ， H 、 W 分别为局部特征的高和宽；

第一图卷积层，用于对局部特征 $F_{localReshape}$ 进行图卷积，得到全局特征 F_{global} ；

融合单元，用于将局部特征 $F_{localReshape}$ 和全局特征 F_{global} 做融合，得到融合特征 $F_1 = F_{localReshape} + F_{global}$ ；

第二图卷积层，用于对融合特征 F_1 进行图卷积，得到融合特征 F_2 ；

拼接单元，用于将融合特征 F_1 和融合特征 F_2 拼接，得到混合特征 $F_{out} = F_1 \cup F_2$ ， U 表示两个特征的拼接。

7. 根据权利要求6所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法，其特征在于：所述第一图卷积层和第二图卷积层根据脑电采集设备的信号采集电极的邻接矩阵生成。

8. 一种基于图片生成的脑电信号情感识别装置，其特征在于：包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机程序，所述处理器用于执行所述计算机程序时实现权利要求1-7中任意一项所述的方法。

基于图片生成的脑电信号情感识别方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及情感识别技术,尤其涉及一种基于图片生成的脑电信号情感识别方法及装置。

背景技术

[0002] 随着人工智能技术的发展,人机交互也获得更多关注,其中关于情感判别分析是重要的组成部分。关于情感判别分析,常用的有表情、语音等方法,生理信号如脑电信号、心电信号等因其真实可靠而受到关注。脑电信号因识别准确率更高,获得更多的研究。但是当前脑电情感识别的效果还是不够理想。

发明内容

[0003] 发明目的:本发明针对现有技术存在的问题,提供一种基于图片生成的脑电信号情感识别方法和装置,识别准确率更高。

[0004] 技术方案:本发明所述的基于图片生成的脑电信号情感识别方法,该方法包括:

[0005] (1) 获取用户处于不同情感时的原始脑电信号,所述原始脑电信号通过脑电采集设备的多个信号采集电极分布于用户的脑部不同位置进行采集得到;

[0006] (2) 将原始脑电信号去噪后通过带通滤波器提取多个频段信号,并计算每个频段信号的微分熵作为脑电特征;

[0007] (3) 将每个脑电特征数据通过插值生成一张图片,将所有生成的图片串接起来,作为脑电特征图片;

[0008] (4) 构建情感判别网络,所述情感判别网络包括主分支、注意力分支、特征提取单元、图卷积分支和全连接层,所述主分支用于采用卷积神经网络从脑电特征图片中获取初级特征,所述注意力分支用于生成一个与主分支输出大小一致的掩膜,所述特征提取单元用于采用掩膜从初级特征中提取局部特征,所述图卷积分支用于对局部特征采用图卷积得到全局特征,并根据残差结构将局部特征与全局特征融合以及拼接,得到混合特征,所述全连接层用于将混合特征作为输入,计算得到每个情感类别的概率;

[0009] (5) 将脑电特征图片输入所述情感判别网络进行训练,得到训练好的情感判别网络;

[0010] (6) 按照步骤(1)-(3)提取待识别脑电信号的脑电特征图片,并输入到训练好的情感判别网络,输出为每个情感类别对应的概率值,选取概率最大的情感类别作为识别的情感类型。

[0011] 进一步的,步骤(3)具体包括:

[0012] 将每个脑电特征数据通过Sibson插值生成一张 $n*n$ 像素的图片, n 为大于等于28小于等于128的偶数;

[0013] 将所有图片串接起来,得到一个 $n*n*m$ 像素的脑电特征图片,其中, m 为脑电特征的个数。

[0014] 进一步的,步骤(4)中所述主分支的输入为脑电特征图片,具体包括依次连接的由4层卷积层级联形成的第一卷积层组、第一最大池化层、由2层卷积层级联形成的第二卷积层组、第二最大池化层、第三卷积层和第三最大池化层,最终输出大小为 $H*W*C$ 的图片,作为初级特征,其中,所有卷积层均为 $3*3$ 大小的卷积核, H 、 W 分别为图片的高和宽, C 为通道数。

[0015] 进一步的,步骤(4)中所述注意力分支的输入为脑电特征图片,具体包括依次连接的由4层卷积层级联形成的第一卷积层组、第一最大池化层、由2层卷积层级联形成的第二卷积层组、第二最大池化层、第三卷积层、第三最大池化层和一个sigmoid处理单元,其中,所述第一卷积层组的卷积层为 $1*1$ 大小的卷积核,其余卷积层为 $3*3$ 大小的卷积核,第三最大池化层的输出为一个与所述主分支输出大小一致的掩膜,sigmoid处理单元用于采用sigmoid函数将掩膜的值限制到 $(0,1)$ 之间。

[0016] 进一步的,步骤(4)中所述特征提取单元具体用于:将掩膜和初级特征点乘,并将点乘结果与初级特征的对应位置相加,得到局部特征。

[0017] 进一步的,步骤(4)中所述图卷积分支具体包括依次连接的:

[0018] 维度变换单元,用于将输入的局部特征 F_{local} 变换到二维空间,得到 $N*C$ 大小的局部特征 $F_{localReshape}$,其中, $N=H*W$, H 、 W 分别为局部特征的高和宽;

[0019] 第一图卷积层,用于对局部特征 $F_{localReshape}$ 进行图卷积,得到全局特征 F_{global} ;

[0020] 融合单元,用于将局部特征 $F_{localReshape}$ 和全局特征 F_{global} 做融合,得到融合特征 $F_1 = F_{localReshape} + F_{global}$;

[0021] 第二图卷积层,用于对融合特征 F_1 进行图卷积,得到融合特征 F_2 ;

[0022] 拼接单元,用于将融合特征 F_1 和融合特征 F_2 拼接,得到混合特征 $F_{out} = F_1 U F_2$, U 表示两个特征的拼接。

[0023] 进一步的,所述第一图卷积层和第二图卷积层根据脑电采集设备的信号采集电极的邻接矩阵生成。

[0024] 本发明所述的基于图片生成的脑电信号情感识别装置包括存储器和处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述处理器用于执行所述计算机程序时实现上述方法。

[0025] 有益效果:本发明采用带有注意机制的卷积神经网络来提取局部特征,用图卷积提取全局特征,并对局部特征与全局特征做融合,充分利用各种信息,提高了脑电情感判别的准确率。

附图说明

[0026] 图1是本发明提供的基于图片生成的脑电信号情感识别方法的一个实施例的流程示意图;

[0027] 图2是脑电特征图片的生成步骤示意图;

[0028] 图3是局部特征提取流程图;

[0029] 图4是混合特征提取流程图。

具体实施方式

[0030] 本实施例提供了一种基于图片生成的脑电信号情感识别方法,如图1所示,包括:

[0031] (1) 获取用户处于不同情感时的原始脑电信号,所述原始脑电信号通过脑电采集

设备的多个信号采集电极分布于用户的脑部不同位置进行采集得到。

[0032] 本实施例采集时,用户佩戴脑电信号采集设备,集中注意力激发自己某种情感,得到处于不同情感时的原始脑电信号,将采集到的信号通过蓝牙或者USB设备传送到电脑端,获得原始脑电信号。

[0033] (2)将原始脑电信号去噪后通过带通滤波器提取多个频段信号,并计算每个频段信号的微分熵(Differential Entropy,DE)作为脑电特征。

[0034] 本实施例中,对原始信号滤波去除噪声,然后使用带通滤波器,根据频率划分为5个频段: δ (1-3Hz)、 θ (4-7Hz)、 α (8-13Hz)、 β (14-30Hz)、 γ (>30Hz),具体为采用一个1s长的非重叠滑动窗口和一个包含512个采样点的短时傅里叶变换来提取原始脑电信号的五个频带信号,之后计算每个频带信号的微分熵。

[0035] (3)将每个脑电特征数据通过插值生成一张图片,将所有生成的图片串接起来,作为脑电特征图片。

[0036] 其中,根据脑电特征数据生成图片的方法具体如下:

[0037] 首先,将信号采集电极的位置映射到二维平面中,由于信号采集电极大小固定,但不同被试者脑袋形状大小有差异,因此每个人信号采集电极位置坐标有微小差异。为此在电极的二维坐标中引入符合高斯分布的微小偏差量:

$$[\text{0038}] \quad (\tilde{x}_i, \tilde{y}_i) = (x_i + \varepsilon_{x_i}, y_i + \varepsilon_{y_i})$$

[0039] 式中, (x_i, y_i) 表示信号采集电极*i*的实际二维位置, $(\tilde{x}_i, \tilde{y}_i)$ 表示信号采集电极*i*的引入偏差后的坐标, ε_{x_i} 、 ε_{y_i} 为符合高斯分布的变量;

[0040] 其次,将坐标 $(\tilde{x}_i, \tilde{y}_i)$ 对应电极的特征值记为 $DE(\tilde{x}_i, \tilde{y}_i)$, 采用Sibson插值生成一张 $n*n$ 像素的图片, n 为大于等于28小于等于128的偶数,生成图片时,先将电极按照Voronoi图进行分区,那么生成的图片中,坐标为 (x, y) 对应的值计算如下:

$$[\text{0041}] \quad DE(x, y) = \sum_{i=1}^k \varphi_i(x, y) DE(\tilde{x}_i, \tilde{y}_i)$$

[0042] 其中 $\varphi_i(x, y)$ 为对应 $(\tilde{x}_i, \tilde{y}_i)$ 电极位置的特征值对应的权重,

$\varphi_i(x, y) = a_i(x, y) / \sum_{i=1}^k a_i(x, y)$, $a_i(x, y)$ 为在 (x, y) 区域内与自然领域点相邻的面积, k 为在同一个区域内的电极的数量。

[0043] 在本实施例中,一个原始脑电信号可以得到5个频段信号,每个频段信号得到一个脑电特征,因此,可以通过插值生成5张图片,如图2所示,每张图片设为 $32*32$,串接起来可以得到一张 $32*32*5$ 的图片,作为脑电特征图片。

[0044] (4)构建情感判别网络,所述情感判别网络包括主分支、注意力分支、特征提取单元、图卷积分支和全连接层.,所述全连接层用于将混合特征作为输入,计算得到每个情感类别的概率。

[0045] 下面对每个分支进行具体介绍。

[0046] 所述主分支用于采用卷积神经网络从脑电特征图片中获取初级特征,如图3所示,所述主分支的输入为脑电特征图片,具体包括依次连接的由4层卷积层级联形成的第一卷

积层组、第一最大池化层、由2层卷积层级联形成的第二卷积层组、第二最大池化层、第三卷积层和第三最大池化层,最终输出大小为 $H*W*C$ 的图片,作为初级特征,其中,所有卷积层均为 $3*3$ 大小的卷积核, H 、 W 分别为图片的高和宽, C 为通道数。本实施例中, $H=W=4$, $C=128$ 。

[0047] 所述注意力分支用于生成一个与主分支输出大小一致的掩膜,如图3所示,所述注意力分支的输入为脑电特征图片,具体包括依次连接的由4层卷积层级联形成的第一卷积层组、第一最大池化层、由2层卷积层级联形成的第二卷积层组、第二最大池化层、第三卷积层、第三最大池化层和一个sigmoid处理单元,其中,所述第一卷积层组的卷积层为 $1*1$ 大小的卷积核,其余卷积层为 $3*3$ 大小的卷积核,第三最大池化层的输出为一个与所述主分支输出大小一致的掩膜,sigmoid处理单元用于采用sigmoid函数将掩膜的值限制到 $(0,1)$ 之间。

[0048] 所述特征提取单元具体用于将掩膜和初级特征点乘,如图3所示,并将点乘结果与初级特征的对应位置相加,得到局部特征。将主分支输出与掩膜做点乘,适用于选取空间与频段的感兴趣区域对分类任务贡献比较大的区域,即使得贡献比较大的区域对应的数值变大,并抑制贡献较小区域的数值,得到一个大小为 $H*W*C$ 的输出,将点乘结果与主分支输出的初级特征做对应元素的相加,用来增加贡献比较大的区域对应的数值。最终得到的局部特征 F_{local} 大小为 $H*W*C$,本实施例中, $H=W=4$, $C=128$ 。

[0049] 所述图卷积分支用于对局部特征采用图卷积得到全局特征,并根据残差结构将局部特征与全局特征融合以及拼接,得到混合特征,如图4所示,具体包括依次连接的维度变换单元、第一图卷积层、融合单元、第二图卷积层、拼接单元,其中,维度变换单元用于将输入的局部特征 F_{local} 变换到二维空间,得到 $N*C$ 大小的局部特征 $F_{localReshape}$,其中, $N=H*W$, H 、 W 分别为局部特征的高和宽,本实施例中, $N=16$, $C=128$;第一图卷积层用于对局部特征 $F_{localReshape}$ 进行图卷积,得到全局特征 F_{global} ;融合单元用于将局部特征 $F_{localReshape}$ 和全局特征 F_{global} 做融合,得到融合特征 $F_1=F_{localReshape}+F_{global}$;第二图卷积层用于对融合特征 F_1 进行图卷积,得到融合特征 F_2 ;拼接单元用于将融合特征 F_1 和融合特征 F_2 拼接,得到混合特征 $F_{out}=F_1 \cup F_2$, \cup 表示两个特征的拼接。最终混合特征大小为 $4*4*128$,所述第一图卷积层和第二图卷积层根据脑电采集设备的信号采集电极的邻接矩阵生成,大小为 $N*N$ 。

[0050] (5) 将脑电特征图片输入所述情感判别网络进行训练,得到训练好的情感判别网络。训练时损失函数为真实情感类别与预测结果的交叉熵损失函数。

[0051] (6) 按照步骤(1)-(3)提取待识别脑电信号的脑电特征图片,并输入到训练好的情感判别网络,输出为每个情感类别对应的概率值,选取概率最大的情感类别作为识别的情感类型。

[0052] 本实施例还提供了一种基于图片生成的脑电信号情感识别装置,包括存储器和处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述处理器用于执行所述计算机程序时实现上述方法。

[0053] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。



图1

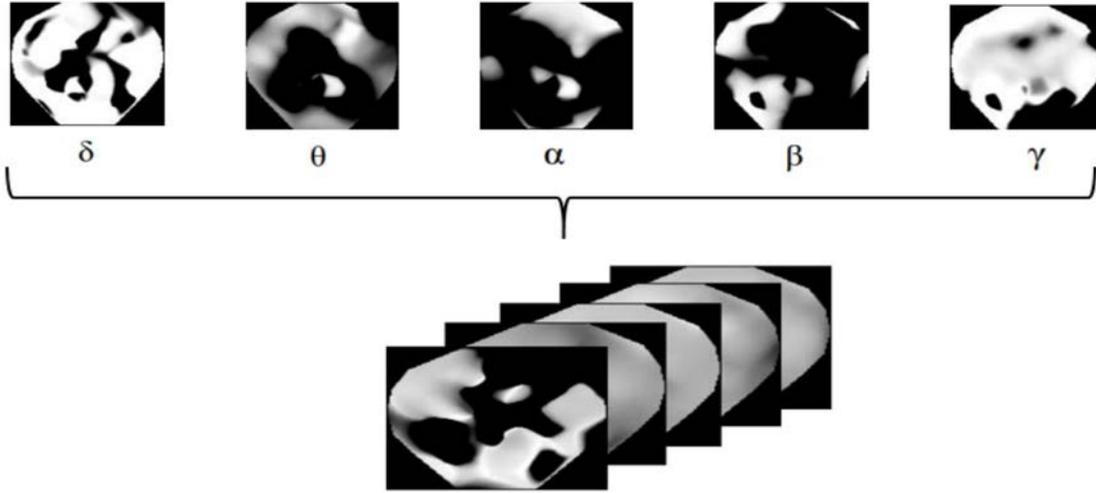


图2

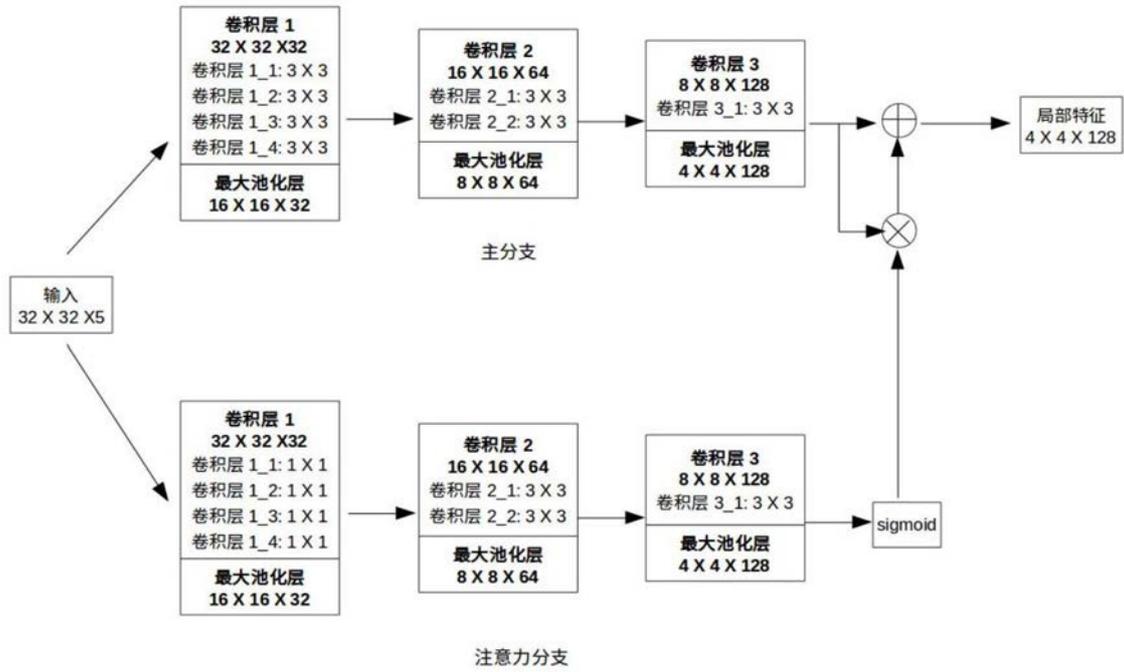


图3

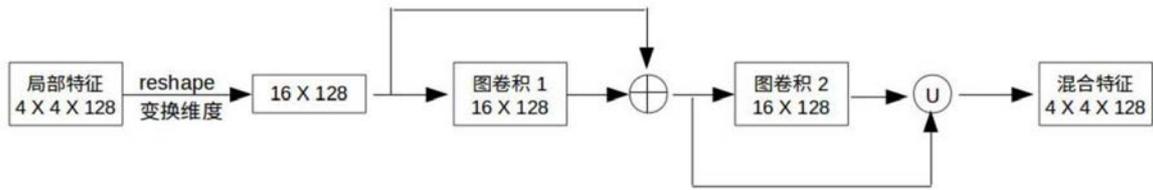


图4

专利名称(译)	基于图片生成的脑电信号情感识别方法及装置		
公开(公告)号	CN110353675A	公开(公告)日	2019-10-22
申请号	CN201910747637.X	申请日	2019-08-14
[标]申请(专利权)人(译)	东南大学		
申请(专利权)人(译)	东南大学		
当前申请(专利权)人(译)	东南大学		
[标]发明人	郑文明 宋腾飞 宗源		
发明人	郑文明 宋腾飞 刘素媛 宗源		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00 G06K9/62		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/7203 A61B5/725 A61B5/7267 G06K9/6256 G06K9/6267 G06K9/629		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于图片生成的脑电信号情感识别方法，其中方法包括：(1)获取用户处于不同情感时的原始脑电信号；(2)将原始脑电信号去噪后通过带通滤波器提取多个频段信号，并计算每个频段信号的微分熵作为脑电特征；(3)将每个脑电特征数据通过插值生成一张图片，将所有生成的图片串接起来作为脑电特征图片；(4)构建情感判别网络，包括主分支、注意力分支、特征提取单元、图卷积分支和全连接层；(5)将脑电特征图片输入所述情感判别网络进行训练；(6)按照步骤(1)-(3)提取待识别脑电信号的脑电特征图片，并输入到训练好的情感判别网络，选取概率最大的情感类别作为识别的情感类型。本发明识别准确率更高。

