



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110458066 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201910701028.0

(22)申请日 2019.07.31

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 何良华 任强

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 叶敏华

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

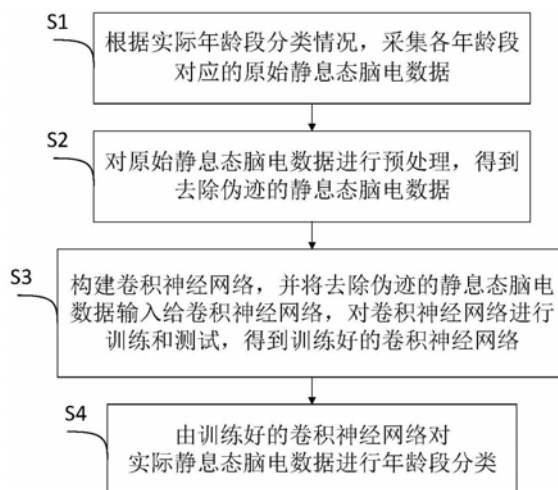
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,包括以下步骤:S1、采集各年龄段对应的原始静息态脑电数据;S2、对原始静息态脑电数据进行预处理,得到去除伪迹的静息态脑电数据;S3、构建卷积神经网络,并将去除伪迹的静息态脑电数据输入给卷积神经网络,对卷积神经网络进行训练和测试,得到训练好的卷积神经网络;S4、由训练好的卷积神经网络对实际静息态脑电数据进行年龄段分类。与现有技术相比,本发明将静息态脑电数据按脑区划分并进行去伪迹处理,通过卷积神经网络分别提取不同脑区上的特征,以根据不同脑区的特征进行年龄段分类,不仅降低了脑电数据预处理的复杂性,也解决了针对脑电数据无法选择合适模型的问题。



1. 一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - S1、根据实际年龄段分类情况,采集各年龄段对应的原始静息态脑电数据;
 - S2、对原始静息态脑电数据进行预处理,得到去除伪迹的静息态脑电数据;
 - S3、构建卷积神经网络,并将去除伪迹的静息态脑电数据输入给卷积神经网络,对卷积神经网络进行训练和测试,得到训练好的卷积神经网络;
 - S4、由训练好的卷积神经网络对实际静息态脑电数据进行年龄段分类。
2. 根据权利要求1所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括以下步骤:
 - S21、将原始静息态脑电数据进行脑区划分,得到包括F、C、P、O和T共五个脑区,其中,F脑区的脑电数据对应于视觉网络,C脑区的脑电数据对应于运动感知网络,P脑区的脑电数据对应于显著性网络,O脑区的脑电数据具有抗噪能力;
 - S22、将F、C、P和O这四个脑区中脑电数据的数据量统一化;
 - S23、去除F、C、P和O这四个脑区中脑电数据的眼电信号,得到去除伪迹的静息态脑电数据。
3. 根据权利要求2所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S23具体是采用独立成分分析法,对F、C、P和O这四个脑区的脑电数据进行分解,删除分解之后脑电数据中眼电信号对应的分量,以去除脑电数据的眼电信号,得到去除伪迹的静息态脑电数据。
4. 根据权利要求1所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括以下步骤:
 - S31、构建卷积神经网络,所述卷积神经网络包括依次连接的卷积层、平均池化层和softmax分类器;
 - S32、将去除伪迹的静息态脑电数据分为训练集和测试集;
 - S33、将训练集输入卷积神经网络,以预设的训练轮数进行训练;
 - S34、每完成一次预设的训练轮数,则将测试集输入卷积神经网络,记录一次卷积神经网络输出分类结果的准确率;
 - S35、重复步骤S34,并判断卷积神经网络输出分类结果的准确率是否收敛,若收敛,则该卷积神经网络已经训练好,否则返回步骤S33。
5. 根据权利要求4所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S31中卷积层用于对静息态脑电数据进行特征提取,所述卷积层由多个子卷积层组成。
6. 根据权利要求4所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S31中平均池化层用于对静息态脑电数据的特征进行降维处理,并将降维后的静息态脑电数据特征输入softmax分类器进行年龄段分类,以输出分类结果。
7. 根据权利要求4所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S34和步骤S35中卷积神经网络输出分类结果的准确率是通过比较卷积神经网络输出分类结果与测试集的真实年龄段类别得到的。
8. 根据权利要求4所述的一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,其特征在于,所述步骤S35中判断卷积神经网络输出分类结果的准确率是否收敛的具体过程为:记录N次准

确率数值,并依次比较第 i 个准确率数值与第 $i-1$ 个准确率数值的变化率,得到 $N-1$ 个变化率,判断这 $N-1$ 个变化率是否均小于或等于预设的收敛阈值,若判断为是,则卷积神经网络输出分类结果的准确率已经收敛,否则判断不收敛,其中, $N \geq 5, i \in N$ 。

一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法

技术领域

[0001] 本发明涉及深度学习神经网络和脑科学技术领域,尤其是涉及一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法。

背景技术

[0002] 在脑科学中,已经有大量研究表明不同年龄阶段的大脑是存在差异的,2017年发表的Nature期刊上,有文章对286名受试者的大脑进行了研究,这些受试者的年龄分布在20~65岁之间,这些受试者按照年龄被划分为三组(年轻组、中年组和老年组),将每组受试者的不同脑区激活状态进行可视化,结果表明,处于不同年龄阶段的大脑在视觉网络、运动感知网络以及显著性网络方面均存在差异,随着年龄的增长,这些网络中的功能连接呈现出逐渐下降的趋势,具体表现为:随着年龄的增长,大脑组成成分中神经细胞的大小、数量以及神经胶质上都会产生差异,并且随着脑容量、血流量的变化,大脑的认知能力也会随之下降。

[0003] 由于不同脑区的激活程度能够体现在静息态脑电数据中,因此静息态脑电数据能够作为年龄段分类的一个可靠依据,但脑电数据通常没有规范的采集步骤,且具有表现抽象、难于预处理的特点,所以在利用机器学习方法对脑电数据进行分析时,无法找到一个合适的模型:首先,脑电数据的采集过程中会伴随很多噪声,在预处理过程中很难对其进行过滤;其次,在选择机器学习分类器的时候,比如SVM或者决策树,不同的数据预处理对模型的结果会产生不同的影响。

[0004] 通过大脑数据进行年龄段分类,目前主要借助fMRI技术对大脑组成成分进行研究,并通过观察受试者在某些任务下的表现以进行大脑认知能力的研究,但是这两种方法均无法使用静息态脑电数据进行分析研究,即无法通过静息态脑电数据进行年龄段的分类。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,包括以下步骤:

[0007] S1、根据实际年龄段分类情况,采集各年龄段对应的原始静息态脑电数据;

[0008] S2、对原始静息态脑电数据进行预处理,得到去除伪迹的静息态脑电数据;

[0009] S3、构建卷积神经网络,并将去除伪迹的静息态脑电数据输入给卷积神经网络,对卷积神经网络进行训练和测试,得到训练好的卷积神经网络;

[0010] S4、由训练好的卷积神经网络对实际静息态脑电数据进行年龄段分类。

[0011] 优选地,所述步骤S2具体包括以下步骤:

[0012] S21、将原始静息态脑电数据进行脑区划分,得到包括F、C、P、O和T共五个脑区,其

中,F脑区的脑电数据对应于视觉网络,C脑区的脑电数据对应于运动感知网络,P脑区的脑电数据对应于显著性网络,O脑区的脑电数据具有抗噪能力;

[0013] S22、将F、C、P和O这四个脑区中脑电数据的数据量统一化;

[0014] S23、去除F、C、P和O这四个脑区中脑电数据的眼电信号,得到去除伪迹的静息态脑电数据。

[0015] 优选地,所述步骤S23具体是采用独立成分分析法,对F、C、P和O这四个脑区的脑电数据进行分解,删除分解之后脑电数据中眼电信号对应的分量,以去除脑电数据的眼电信号,得到去除伪迹的静息态脑电数据。

[0016] 优选地,所述步骤S3具体包括以下步骤:

[0017] S31、构建卷积神经网络,所述卷积神经网络包括依次连接的卷积层、平均池化层和softmax分类器;

[0018] S32、将去除伪迹的静息态脑电数据分为训练集和测试集;

[0019] S33、将训练集输入卷积神经网络,以预设的训练轮数进行训练;

[0020] S34、每完成一次预设的训练轮数,则将测试集输入卷积神经网络,记录一次卷积神经网络输出分类结果的准确率;

[0021] S35、重复步骤S34,并判断卷积神经网络输出分类结果的准确率是否收敛,若收敛,则该卷积神经网络已经训练好,否则返回步骤S33。

[0022] 优选地,所述步骤S31中卷积层用于对静息态脑电数据进行特征提取,所述卷积层由多个子卷积层组成。

[0023] 优选地,所述步骤S31中平均池化层用于对静息态脑电数据的特征进行降维处理,并将降维后的静息态脑电数据特征输入softmax分类器进行年龄段分类,以输出分类结果。

[0024] 优选地,所述步骤S34和步骤S35中卷积神经网络输出分类结果的准确率是通过比较卷积神经网络输出分类结果与测试集的真实年龄段类别得到的。

[0025] 优选地,所述步骤S35中判断卷积神经网络输出分类结果的准确率是否收敛的具体过程为:记录N次准确率数值,并依次比较第i个准确率数值与第i-1个准确率数值的变化率,得到N-1个变化率,判断这N-1个变化率是否均小于或等于预设的收敛阈值,若判断为是,则卷积神经网络输出分类结果的准确率已经收敛,否则判断不收敛,其中, $N \geq 5$, $i \in N$ 。

[0026] 与现有技术相比,本发明将静息态脑电数据按脑区进行划分,并提取分别对应于视觉网络、运动感知网络和显著性网络的脑电数据,通过卷积神经网络提取不同脑区中脑电数据的抽象特征,实现了利用静息态脑电数据进行年龄段分类的目的;

[0027] 本发明通过保留具有抗噪能力的O脑区脑电数据,能够保证静息态脑电数据的完整性,同时对不同脑区的脑电数据进行去伪迹处理,有效减少了静息态脑电数据中的噪声,克服了静息态脑电数据预处理的复杂性;

[0028] 本发明利用卷积神经网络自身的拟合性、采用反向传播算法自动学习适合于脑电数据的参数,能够对表现抽象的静息态脑电数据进行建模分析,解决了静息态脑电数据无法获得合适模型的问题。

附图说明

[0029] 图1为本发明的方法流程示意图;

[0030] 图2为实施例中按脑区划分的静息态脑电数据示意图；

[0031] 图3为实施例中卷积神经网络输出分类结果的准确率示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0033] 如图1所示,一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法,包括以下步骤:

[0034] S1、根据实际年龄段分类情况,采集各年龄段对应的原始静息态脑电数据;

[0035] S2、对原始静息态脑电数据进行预处理,得到去除伪迹的静息态脑电数据;

[0036] S3、构建卷积神经网络,并将去除伪迹的静息态脑电数据输入给卷积神经网络,对卷积神经网络进行训练和测试,得到训练好的卷积神经网络;

[0037] S4、由训练好的卷积神经网络对实际静息态脑电数据进行年龄段分类。

[0038] 本实施例是从56名包含不同年龄段的受试者采集其静息态脑电数据,这56名受试者的年龄段分类以及数据集划分(分为训练集和测试集)情况如表1所示:

[0039] 表1

[0040]

年龄段	总人数	训练集人数	测试集人数
18~30	20	12	8
31~45	17	10	7
46~60	19	12	7

[0041] 本实施例中,步骤S2的具体过程为:在进行年龄段分类时,将静息态脑电数据按脑区进行划分,得到了如图2所示的F、C、P、O和T这五个脑区所对应的32个导联的脑电数据,其中,F脑区是额区、C脑区是中央区、P脑区是顶区、O脑区是枕区、T脑区是颞区,F、C、P这三个脑区分别对应于视觉网络、运动感知网络和显著性网络,O脑区的脑电数据具有抗噪能力,能够保持整个静息态脑电数据的完整性;

[0042] 本发明使用了F、C、P、O这四个脑区的脑电数据,实施例中P脑区的电极数量比其他脑区多出两个,为了保证各脑区脑电数据量的统一,将P脑区的P7和P8两个电极去除,待每个脑区所用电极确定之后,对原始脑电数据进行去伪迹处理,由于每次眨眼都会对采集到的静息态脑电数据产生影响,因此对采集到的脑电数据进行眼电去除操作是十分必要的,首先使用独立成分分析法对脑电数据进行分解,找到分解之后的脑电数据中眼电信号对应的分量,将眼电信号对应的分量从所有脑电数据中删除,就可以完成原始脑电数据中眼电的去除。

[0043] 本实施例中,步骤S3中的卷积神经网络结构如表2所示,包括了每一层卷积的卷积核大小、步长、输入卷积层的数据维度和输出卷积层的数据维度:

[0044] 表2

[0045]

卷积层	卷积核/个数	步长	输入数据维度	输出数据维度
1	3*3/64	[1,2]	(?,4,1000,7)	(?,2,499,64)
2_1	1*1/32	1	(?,2,499,64)	(?,2,499,32)
2_2	2*2/128	1	(?,2,499,32)	(?,1,498,128)
3	1*2/128	2	(?,1,498,128)	(?,1,249,128)
4_1	1*1/64	1	(?,1,249,128)	(?,1,249,64)
4_2	1*2/256	1	(?,1,249,128)	(?,1,248,256)

[0046]

5	1*2/256	2	(?,1,248,256)	(?,1,124,256)
6	1*2/3	1	(?,1,124,256)	(?,1,123,3)
平均池化层				
softmax 分类器				

[0047] 步骤S3的具体过程为:

[0048] 一、经过预处理之后,静息态脑电数据为28x 1000大小的数值矩阵,将其按照脑区分为四部分,转换成4x 1000x 7的矩阵,并输入卷积神经网络;

[0049] 二、由于第一个卷积层上每个卷积核的通道数为7,因此每进行一次卷积操作,卷积核都能完整观察到该脑区上所有导联的数据,完成对脑电数据的特征提取,年龄段分类网络中的参数设置如表2所示,经过实验证明,在这个参数配置下,卷积神经网络对静息态脑电数据的年龄段分类结果最好,首先数据的输入维度为(4,1000,7),卷积层1有64个3*3的卷积核,它的步长为[1,2],经过卷积层1的滤波后,输出数据维度为(2,499,64),接着数据输入给32个1*1卷积核的步长为1的卷积层2_1,得到维度(2,499,32)的数据,再依次输入给128个2*2卷积核的步长为1的卷积层2_2和128个1*2卷积核的步长为2的卷积层3,得到维度(1,249,128)的输出数据,随后数据依次输入给64个1*1卷积核和256个1*2卷积核,步长均为1的卷积层4_1和卷积层4_2,得到维度(1,248,256)的输出数据,最后,数据输入给256个1*2卷积核的步长为2的卷积层5和3个1*2卷积核的步长为1的卷积层6,得到维度(1,123,3)的输出数据,该维度为(1,123,3)的输出数据经过平均池化层输出到softmax分类器进行分类;

[0050] 三、输入到卷积神经网络模型中的静息态脑电数据尺寸为4x 1000x 7,每个batch的大小为32,卷积神经网络模型使用Adam优化方法进行模型参数更新,学习率初始值设置为0.03,实施例中没有使用正则化,结果如图3所示,图中横坐标代表训练的轮数,纵坐标代表卷积神经网络分类结果的准确率,本实施例预设的训练轮数为三轮,即每三轮记录一次卷积神经网络分类结果的准确率。模型训练过程中,每3个epoch的训练之后就在测试集上进行一次测试,从图3中可以看出,卷积神经网络经过30轮训练之后,其输出分类结果准确率达到收敛,卷积神经网络模型收敛之后输出分类结果的准确率在52%以上,并且该卷积神经网络模型训练过程中测试结果最高为60%。

[0051] 实施例的结果表明,除了去除伪迹,在没有其他机器学习常用数据预处理方法,比如归一化、标准化、降维等方法的使用,本发明提出的使用静息态脑电数据进行年龄段分类

的方法,在实施例上取得了较好的实验结果。本发明采用卷积神经网络进行静息态脑电数据的分析,根据不同年龄段的人脑区的激活状态的不同,又因为不同脑区的激活程度可以体现在静息态脑电数据之中,本发明提出了使用静息态脑电数据进行年龄段分类的方法:将静息态脑电数据按脑区划分,并进行去伪迹处理,然后使用卷积神经网络提取不同脑区的抽象特征,利用卷积神经网络自身对数据具有优秀的拟合性能,能够克服传统机器学习分类方法对数据预处理要求高的问题,特别是针对脑电数据这一种没有规范的采集步骤、难于预处理、表现抽象等特点的数据,能够通过卷积神经网络进行建模分析,从而实现了利用静息态脑电数据进行年龄段分类的目的。

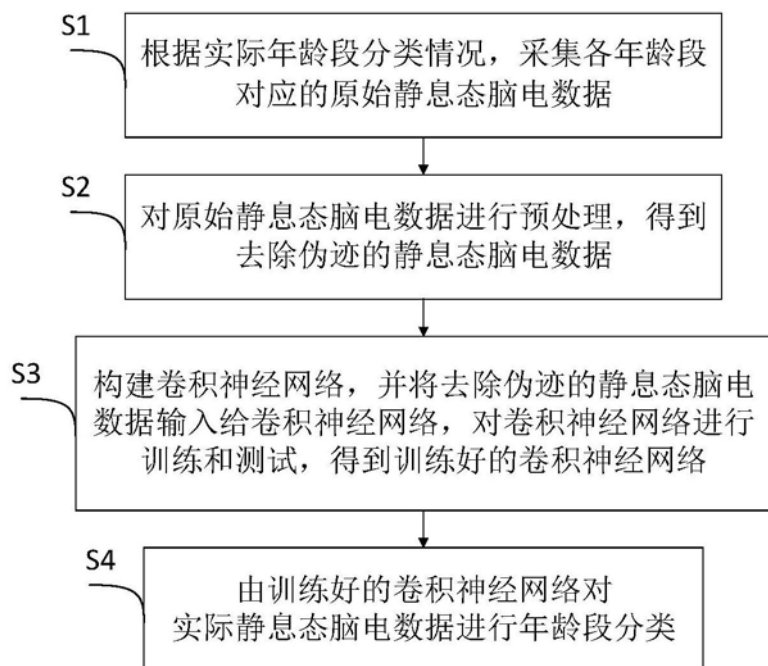


图1

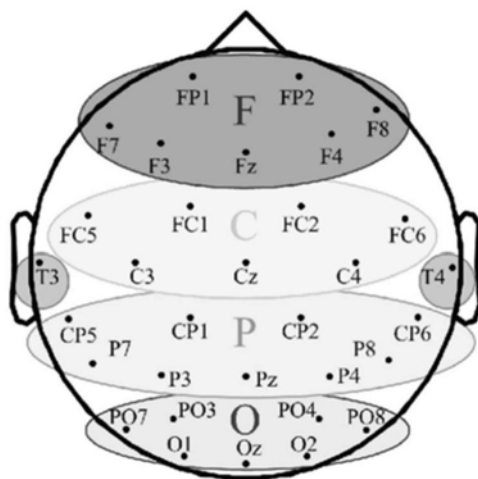


图2

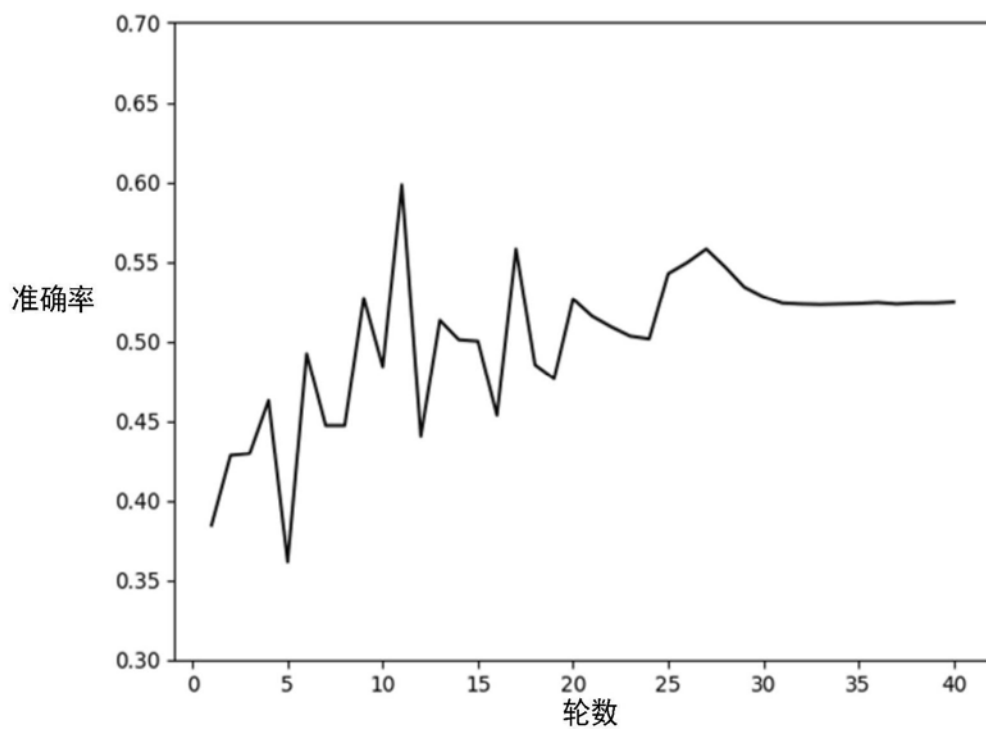


图3

专利名称(译)	一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法		
公开(公告)号	CN110458066A	公开(公告)日	2019-11-15
申请号	CN201910701028.0	申请日	2019-07-31
[标]申请(专利权)人(译)	同济大学		
申请(专利权)人(译)	同济大学		
当前申请(专利权)人(译)	同济大学		
[标]发明人	何良华 任强		
发明人	何良华 任强		
IPC分类号	G06K9/00 A61B5/00 A61B5/0476 G06K9/62 G06N3/04 G06N3/08		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/7203 A61B5/7264 G06K9/0051 G06K9/00536 G06K9/6256 G06K9/6269 G06N3/0454 G06N3/08		
代理人(译)	叶敏华		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于静息态脑电数据的年龄段分类方法，包括以下步骤：S1、采集各年龄段对应的原始静息态脑电数据；S2、对原始静息态脑电数据进行预处理，得到去除伪迹的静息态脑电数据；S3、构建卷积神经网络，并将去除伪迹的静息态脑电数据输入给卷积神经网络，对卷积神经网络进行训练和测试，得到训练好的卷积神经网络；S4、由训练好的卷积神经网络对实际静息态脑电数据进行年龄段分类。与现有技术相比，本发明将静息态脑电数据按脑区划分并进行去伪迹处理，通过卷积神经网络分别提取不同脑区上的特征，以根据不同脑区的特征进行年龄段分类，不仅降低了脑电数据预处理的复杂性，也解决了针对脑电数据无法选择合适模型的问题。

