



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107518894 A

(43)申请公布日 2017. 12. 29

(21)申请号 201710949223.6

G06K 9/00(2006.01)

(22)申请日 2017.10.12

G06K 9/62(2006.01)

(71)申请人 公安部南昌警犬基地

地址 330100 江西省南昌市新建区兴国路
518号

申请人 北京翼石科技有限公司

(72)发明人 马长书 赵仑 王博 闫天翼

石国伟

(74)专利代理机构 北京慧智兴达知识产权代理

有限公司 11615

代理人 韩龙 王晨曦

(51)Int. Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/16(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

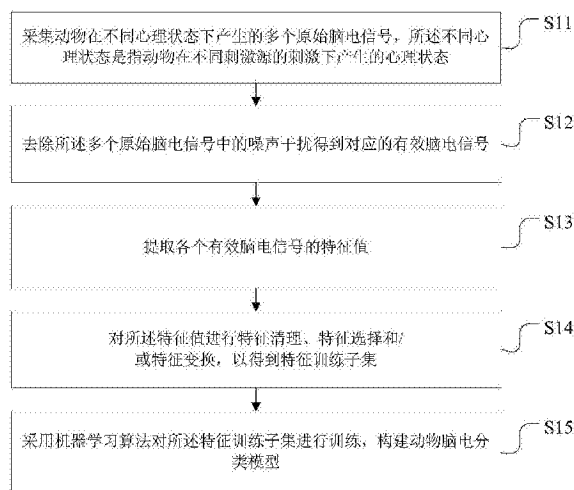
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

一种动物脑电分类模型的构建方法及装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种动物脑电分类模型的构建方法及装置,该方法包括:采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态;去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号;提取各个有效脑电信号的特征值;对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。本发明实施例能够构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型,进而准确地实现脑电信号对应心理状态的分析,对于电信号的分析和研究具有重要意义。



1. 一种动物脑电分类模型的构建方法,其特征在于,包括:

采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态;

去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号;

提取各个有效脑电信号的特征值;

对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;

采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号,包括:

对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,得到初滤脑电信号;

对所述初滤脑电信号进行小波去噪,得到修正脑电信号;

根据预设的限定幅值,对所述修正脑电信号进行挑选,去除修正脑电信号超出所限定幅值的数据段,得到基准数据段;

计算所述基准数据段的均值,用所述修正脑电信号减去所述均值;

对减去均值后的修正脑电信号进行去除基线漂移处理;

对去除基线漂移后的修正脑电信号进行滤波,得到有效脑电信号。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,包括:

截取一特定长时的所述原始脑电信号,作为原始基准信号;

对所述原始基准信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波以得到基准初滤脑电信号;

将所述基准初滤脑电信号各数据点幅值与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当某一数据点幅值由小于预设眼电噪声幅度阈值变为等于预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的一特定时长为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的一特定时长为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段及所述第二测试眨眼时段构成第一测试眨眼周期;提取所述第一测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号作为该第一测试眨眼周期内的第一眨眼信号;

将所述特定时长内的所有第一测试眨眼周期内的所述第一眨眼信号进行平均,得到第一眼电噪声平均波形;

将所述原始脑电信号与所述第一眼电噪声平均波形相叠加,以抵消所述第一测试眨眼周期内的噪声干扰,得到初滤脑电信号。

4. 如权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述提取各个有效脑电信号的特征值至少可通过以下方法实现,包括:

提取各个有效脑电信号的能量谱分布状态,将各个有效脑电信号的能量谱分布状态作为该有效脑电信号的特征值,或

提取各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态,将各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态作为该有效脑电信号的特征值,或

计算各个有效脑电信号的LzC复杂度,将各个有效脑电信号的LzC复杂度作为该有效脑电信号的特征值,或

获取各个有效脑电信号的对应的AR模型系数,将各个有效脑电信号的AR模型系数作为

该有效脑电信号的特征值。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述机器学习算法包括K最近邻分类算法、支持向量机、决策树、贝叶斯分类算法、人工神经网络、卷积神经网络、集成学习中的至少一个。

6. 一种动物脑电分类模型的构建装置,其特征在于,包括:

脑电采集模块,用于采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态;

预处理模块,用以去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号;

特征提取模块,用于提取各个有效脑电信号的特征值;

训练集生成模块,用于对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;

模型训练模块,用于采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述预处理模块,包括:

去眼电单元,用于对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,得到初滤脑电信号;

小波降噪单元,用于对所述初滤脑电信号进行小波去噪,得到修正脑电信号;

数据段提取单元,用于根据预设的限定幅值,对所述修正脑电信号进行挑选,去除修正脑电信号超出所限定幅值的数据段,得到基准数据段;

去均值单元,用于计算所述基准数据段的均值,用所述修正脑电信号减去所述均值;

去基线漂移单元,用于对减去均值后的修正脑电信号进行去除基线漂移处理;

滤波单元,用于对去除基线漂移后的修正脑电信号进行滤波,得到有效脑电信号。

8. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述去眼电单元,包括:

信号截取子单元,用于截取一特定长时的所述原始脑电信号,作为原始基准信号;

滤波子单元,用于对所述原始基准信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波以得到基准初滤脑电信号;

比较子单元,用于将所述基准初滤脑电信号各数据点幅值与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当某一数据点幅值由小于预设眼电噪声幅度阈值变为等于预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的一特定时长为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的一特定时长为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段及所述第二测试眨眼时段构成第一测试眨眼周期;提取所述第一测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号作为该第一测试眨眼周期内的第一眨眼信号;

计算子单元,用于将所述特定时长内的所有第一测试眨眼周期内的所述第一眨眼信号进行平均,得到第一眼电噪声平均波形;

叠加子单元,用于将所述原始脑电信号与所述第一眼电噪声平均波形相叠加,以抵消所述第一测试眨眼周期内的噪声干扰,得到初滤脑电信号。

9. 如权利要求6-8任一项所述的装置,其特征在于,所述特征提取模块,具体用于通过以下执行以下至少一种操作实现来提取各个有效脑电信号的特征值,包括:

提取各个有效脑电信号的能量谱分布状态,将各个有效脑电信号的能量谱分布状态作

为该有效脑电信号的特征值,或

提取各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态,将各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态作为该有效脑电信号的特征值,或

计算各个有效脑电信号的LzC复杂度,将各个有效脑电信号的LzC复杂度作为该有效脑电信号的特征值,或

获取各个有效脑电信号的对应的AR模型系数,将各个有效脑电信号的AR模型系数作为该有效脑电信号的特征值。

10. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述机器学习算法包括K最近邻分类算法、支持向量机、决策树、贝叶斯分类算法、人工神经网络、卷积神经网络、集成学习中的至少一个。

一种动物脑电分类模型的构建方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及脑电数据分析领域,尤其涉及一种动物脑电分类模型的构建方法及装置。

背景技术

[0002] 在脑机接口技术领域中,现有技术以人为对象设计可穿戴设备进行脑波分析。中国专利文献CN 105011932 A公开了一种基于冥想度与专注度的疲劳驾驶脑电监测方法,利用TGAM芯片输出的专注度参数、冥想度参数,结合原始脑电信号的平均值,对驾驶员的疲劳脑电信号进行监测。但是,现有技术采用TGAM芯片输出的专注度参数、冥想度参数,仅能够以1赫兹的频率计算脑波参数,而如心理状态等脑电状态的变化往往是转瞬即逝的,需要更高的时间分辨率才能检测出来。

[0003] 另外,现有技术中对原始信号中的眼电噪声等进行去除后的数据信噪比低,可靠性差,且其他现有技术中眼电噪声的去除依赖主成分分析和独立成分分析方法,需要单独的设置位于眼睛周围的眼电采集电极,增加了设备的复杂性,同时这两种去噪的方法均需要较长的时长,难以满足实时性的要求。在分类方法上,采用PCA降维常常导致信号中的细节信息的丢失,难于捕捉细微的心理状态变化。

[0004] 再者,现有的脑电分析设备或方法一般止步于得到去噪后的脑电数据,将这些数据作为科学试验的中间环节,即数据往往只作为科研使用,并不能给社会应用带来有益效果。可见,如何提供一种动物脑电分类模型的构建方法,对于电信号的分析和研究具有重要意义。

发明内容

[0005] 鉴于上述问题,本发明实施例提出了一种动物脑电分类模型的构建方法及装置,通过对多种刺激模式下的情绪脑电进行分析和特征提取,在建模过程中对不同刺激模式下的特征进行融合,增强分类器的学习能力,能够构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型,进而准确地实现脑电信号对应心理状态的分析,对于电信号的分析和研究具有重要意义。

[0006] 本发明的一个方面,提供了一种动物脑电分类模型的构建方法,所述方法包括:

[0007] 采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态;

[0008] 去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号;

[0009] 提取各个有效脑电信号的特征值;

[0010] 对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;

[0011] 采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。

[0012] 其中,所述去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号,包括:

[0013] 对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,得到初滤脑电信号;

- [0014] 对所述初滤脑电信号进行小波去噪,得到修正脑电信号;
- [0015] 根据预设的限定幅值,对所述修正脑电信号进行挑选,去除修正脑电信号超出所限定幅值的数据段,得到基准数据段;
- [0016] 计算所述基准数据段的均值,用所述修正脑电信号减去所述均值;
- [0017] 对减去均值后的修正脑电信号进行去除基线漂移处理;
- [0018] 对去除基线漂移后的修正脑电信号进行滤波,得到有效脑电信号。
- [0019] 其中,所述对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,包括:
- [0020] 截取一特定长时的所述原始脑电信号,作为原始基准信号;
- [0021] 对所述原始基准信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波以得到基准初滤脑电信号;
- [0022] 将所述基准初滤脑电信号各数据点幅值与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当某一数据点幅值由小于预设眼电噪声幅度阈值变为等于预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的一特定时长为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的一特定时长为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段及所述第二测试眨眼时段构成第一测试眨眼周期;提取所述第一测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号作为该第一测试眨眼周期内的第一眨眼信号;
- [0023] 将所述特定时长内的所有第一测试眨眼周期内的所述第一眨眼信号进行平均,得到第一眼电噪声平均波形;
- [0024] 将所述原始脑电信号与所述第一眼电噪声平均波形相叠加,以抵消所述第一测试眨眼周期内的噪声干扰,得到初滤脑电信号。
- [0025] 其中,所述提取各个有效脑电信号的特征值至少可通过以下方法实现,包括:
- [0026] 提取各个有效脑电信号的能量谱分布状态,将各个有效脑电信号的能量谱分布状态作为该有效脑电信号的特征值,或
- [0027] 提取各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态,将各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态作为该有效脑电信号的特征值,或
- [0028] 计算各个有效脑电信号的LzC复杂度,将各个有效脑电信号的LzC复杂度作为该有效脑电信号的特征值,或
- [0029] 获取各个有效脑电信号的对应的AR模型系数,将各个有效脑电信号的AR模型系数作为该有效脑电信号的特征值。
- [0030] 其中,所述机器学习算法包括K最近邻分类算法、支持向量机、决策树、贝叶斯分类算法、人工神经网络、卷积神经网络、集成学习中的至少一个。
- [0031] 本发明的又一个方面,提供了一种动物脑电分类模型的构建装置,所述装置包括:
- [0032] 脑电采集模块,用于采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态;
- [0033] 预处理模块,用以去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号;
- [0034] 特征提取模块,用于提取各个有效脑电信号的特征值;
- [0035] 训练集生成模块,用于对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;

[0036] 模型训练模块,用于采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。

[0037] 其中,所述预处理模块,包括:

[0038] 去眼电单元,用于对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,得到初滤脑电信号;

[0039] 小波降噪单元,用于对所述初滤脑电信号进行小波去噪,得到修正脑电信号;

[0040] 数据段提取单元,用于根据预设的限定幅值,对所述修正脑电信号进行挑选,去除修正脑电信号超出所限定幅值的数据段,得到基准数据段;

[0041] 去均值单元,用于计算所述基准数据段的均值,用所述修正脑电信号减去所述均值;

[0042] 去基线漂移单元,用于对减去均值后的修正脑电信号进行去除基线漂移处理;

[0043] 滤波单元,用于对去除基线漂移后的修正脑电信号进行滤波,得到有效脑电信号。

[0044] 其中,所述去眼电单元,包括:

[0045] 信号截取子单元,用于截取一特定长时的所述原始脑电信号,作为原始基准信号;

[0046] 滤波子单元,用于对所述原始基准信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波以得到基准初滤脑电信号;

[0047] 比较子单元,用于将所述基准初滤脑电信号各数据点幅值与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当某一数据点幅值由小于预设眼电噪声幅度阈值变为等于预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的一特定时长为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的一特定时长为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段及所述第二测试眨眼时段构成第一测试眨眼周期;提取所述第一测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号作为该第一测试眨眼周期内的第一眨眼信号;

[0048] 计算子单元,用于将所述特定时长内的所有第一测试眨眼周期内的所述第一眨眼信号进行平均,得到第一眼电噪声平均波形;

[0049] 叠加子单元,用于将所述原始脑电信号与所述第一眼电噪声平均波形相叠加,以抵消所述第一测试眨眼周期内的噪声干扰,得到初滤脑电信号。

[0050] 其中,所述特征提取模块,具体用于通过以下执行以下至少一种操作实现来提取各个有效脑电信号的特征值,包括:

[0051] 提取各个有效脑电信号的能量谱分布状态,将各个有效脑电信号的能量谱分布状态作为该有效脑电信号的特征值,或

[0052] 提取各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态,将各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态作为该有效脑电信号的特征值,或

[0053] 计算各个有效脑电信号的LzC复杂度,将各个有效脑电信号的LzC复杂度作为该有效脑电信号的特征值,或

[0054] 获取各个有效脑电信号的对应的AR模型系数,将各个有效脑电信号的AR模型系数作为该有效脑电信号的特征值。

[0055] 其中,所述机器学习算法包括K最近邻分类算法、支持向量机、决策树、贝叶斯分类算法、人工神经网络、卷积神经网络、集成学习中的至少一个。

[0056] 本发明实施例提供的动物脑电分类模型的构建方法及装置,通过对多种刺激模式

下的脑电信号进行去噪和特征提取,在建模过程中对不同刺激模式下的脑电信号对应的特征值进行融合,增强分类器的学习能力,构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型。本发明实施例能够快速、准确地实现脑电信号对应心理状态的分析,对于电信号的分析和研究具有重要意义。

[0057] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

附图说明

[0058] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0059] 图1为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建方法的流程图;

[0060] 图2为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建方法中步骤S12的细分流程图;

[0061] 图3为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建装置的结构框图;

[0062] 图4为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建装置中预处理模块的内部结构框图。

具体实施方式

[0063] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0064] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语),具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语,应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非被特定定义,否则不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0065] 图1为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建方法的流程图。参照图1,本发明实施例的动物脑电分类模型的构建方法具体包括以下步骤:

[0066] 步骤S11、采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态。

[0067] 本发明实施例中,通过设置在动物身体上的至少一个电极采集动物在不同心理状态下产生的脑号信号,并将其作为原始脑电信号,该原始脑电信号一般具有较低的信噪比。

[0068] 在实际应用中,为了确保构建的动物脑电分类模型的准确性,可以通过采集不同品种、不同年龄动物的脑电信号作为原始脑电数据。

[0069] 步骤S12、去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号。

[0070] 由于原始脑电信号一般具有较低的信噪比,因此,在得到原始脑电信号之后,还包括去除原始脑电信号中的噪声干扰,以得到对应的有效脑电信号。

[0071] 步骤S13、提取各个有效脑电信号的特征值。

[0072] 本发明实施例中,脑电信号的特征值可以为能量分布状态、信号幅值分布的变化状态、LzC复杂度或AR模型系数中的至少一个。其中,提取各个有效脑电信号的特征值可通过以下方式实现:计算所述有效脑电信号中的功率谱密度、小波熵、Renyi熵、Tsallis熵、LzC复杂度、AR参数模型系数中的至少一个。

[0073] 其中,小波熵反映了对信号谱能量在各个子空间分布的有序或无序程度。采用某一小波基函数,固定分解深度,对信号进行小波分解,计算每一节点的能量并求和,得到总能量并求出熵值。Renyi熵和Tsallis熵均反应脑电信号序列幅值的分布变化情况。通过不同方式计算得到脑电信号的熵值,作为信号的特征。LzC复杂度从一维角度反应时间序列的复杂性及有序程度。

[0074] 本实施例中的提取各个有效脑电信号的特征值至少可通过以下方法实现,包括:

[0075] 提取各个有效脑电信号的能量谱分布状态,将各个有效脑电信号的能量谱分布状态作为该有效脑电信号的特征值,或,提取各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态,将各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态作为该有效脑电信号的特征值,或,计算各个有效脑电信号的LzC复杂度,将各个有效脑电信号的LzC复杂度作为该有效脑电信号的特征值,或,获取各个有效脑电信号的对应的AR模型系数,将各个有效脑电信号的AR模型系数作为该有效脑电信号的特征值。

[0076] 步骤S14、对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;

[0077] 步骤S15、采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。

[0078] 其中,本发明实施例中的机器学习算法包括K最近邻分类算法、支持向量机、决策树、贝叶斯分类算法、人工神经网络、卷积神经网络、集成学习中的至少一个。

[0079] 本发明实施例提供的动物脑电分类模型的构建方法,通过对动物在多种刺激模式下对应的不同心理状态下产生的多个原始脑电信号进行采集,并对采集的脑电信号进行去噪和特征提取,以在建模过程中对不同刺激模式下的脑电信号对应的特征值进行融合,增强机器学习算法的学习能力,构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型。本发明实施例能够快速、准确地实现脑电信号对应心理状态的分析,对于电信号的分析 and 研究具有重要意义。

[0080] 图2为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建方法中步骤S12的细分流程图。参见图2,本发明实施例中的步骤S12,具体包括以下步骤:

[0081] 步骤S121、对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,得到初滤脑电信号。

[0082] 本步骤中去除眼电噪声的方法包括:

[0083] 首先,截取一特定时长的待测脑电信号,作为原始基准信号。

[0084] 其次,对所述原始基准信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波以得到基准初滤脑电信号;

[0085] 再次,将所述基准初滤脑电信号各数据点幅值 x_n 与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当某一数据点幅值 x_n 由小于预设眼电噪声幅度阈值变为等于预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的一特定时长为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的一特定时长为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段及所述第二测试眨眼时段构成第一测试眨

眼周期;提取所述第一测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号作为该第一测试眨眼周期内的第一眨眼信号;

[0086] 将所述特定时长内的所有第一测试眨眼周期内的所述第一眨眼信号进行平均,得到第一眼电噪声平均波形;

[0087] 然后,将待测脑电信号与所述第一眼电噪声平均波形相叠加,以抵消所述第一测试眨眼周期内的噪声干扰,从而得到初滤脑电信号。

[0088] 步骤S122、对所述初滤脑电信号进行小波去噪,得到修正脑电信号。

[0089] 本实施例中,小波去噪是通过三个基本步骤完成的。首先,对含有噪声的初滤脑电信号进行小波变换;其次,对变换得到的小波系数进行小波阈值去噪,去除初滤电信号所包含的噪声;再次,对去噪处理后的小波系数进行小波逆变换,从而得到修正脑电信号。小波去噪的好处在于去噪后能够成功地保留信号特征。

[0090] 步骤S123、根据预设的限定幅值,对所述修正脑电信号进行挑选,去除修正脑电信号超出所限定幅值的数据段,得到基准数据段。其中,预设的限定幅值优选为250mV。

[0091] 步骤S124、计算所述基准数据段的均值,用所述修正脑电信号减去所述均值;

[0092] 步骤S125、对减去均值后的修正脑电信号进行去除基线漂移处理。

[0093] 由于信道传感器的物理特性和环境因素而引起的零点漂移会影响信号的准确性及后续的数据处理,因此本实施例中,还包括对去均值后的修正脑电数据进行去漂移处理的步骤。

[0094] 步骤S126、对去除基线漂移后的修正脑电信号进行滤波,得到有效脑电信号。本实施控制,具体可通过1-30Hz的带通滤波器对去除基线漂移后的修正脑电数据进行滤波,以得到所需波段的纯化脑电数据。可理解的,在实际应用中,可根据实际滤波需求进行滤波器的设置,例如:通过1-50Hz的带通滤波器等得到其他波段,对此本发明实施例不做具体限定。

[0095] 本发明实施例中,步骤S14中的对得到的初始特征值进行特征清理,具体包括以下步骤:

[0096] 获取所述初始特征值中的极端特征值;

[0097] 删除所述初始特征值中的极端特征值,或,计算所述初始特征值的均值或中值,将所述初始特征值中的极端特征值更新为所述均值或中值,或删除所述初始特征值中的极端特征值对应的待测脑电信号。

[0098] 在一个具体实施例中,具体可以通过运用统计方法判断极端值,并去除。

[0099] 具体的,极值判断标准包括以下方法:

[0100] 1) 均值加减三倍标准差;

[0101] 2) 箱图。

[0102] 具体的,去除方法如下:

[0103] 1) 去除特征;

[0104] 2) 去除样本;

[0105] 3) 替换极端值,如用均值、中值等。

[0106] 在具体实现中,通过极值判断标准找到极端特征值后,需要去除。通过以下三种方式对其进行优化处理:第一、把找到的极端特征值去掉,比如小波熵发现极端值,则去除小

波熵特征值；二是把找到的极端特征值对应的待测脑电信号样本去掉；三是把特征中的极端值用均值或中值进行替换。

[0107] 需要说明的是,在实际应用中可根据具体需求采用其中的一种或多种方式来实现对初始特征值的特征清理。

[0108] 本发明实施例中,步骤S14中的对得到的初始特征值进行特征选择,具体包括以下步骤:

[0109] 根据各个初始特征值的发散性和/或特征值与目标值之间的相关性,从所述初始特征值中选取发散性高于第一预设阈值和/或特征值与目标值之间的相关性高于第二预设阈值的特征值,或

[0110] 将所述初始特征值进行随机组合,得到多种特征组合,分别对每一特征组合进行目标模型训练,计算每一特征组合对应的评估指标,查找评估指标高于第三预设阈值的至少一个特征组合,从所述初始特征值中选取查找到的至少一个特征组合中的特征值,或

[0111] 采用预设的机器学习算法对各个初始特征值进行训练,得到每一初始特征值对应的权值系数,选择权值系数高于第四预设阈值或按照权值系数由大到小的顺序选取预设数量的特征值。

[0112] 在实际应用中,特征选择的目的是用于提高学习算法,也叫特征子集选择,是指从已有的M个特征中选择N个特征,使得系统的特定指标最优化,是从原始特征中选择出一些最有效特征以降低数据集维度的过程,是提高学习算法性能的一个重要手段,也是模式识别中关键的数据预处理步骤。对于一个学习算法来说,好的学习样本是训练模型的关键。

[0113] 具体的,当数据完成去噪等相关预处理之后,需要选择有意义的特征输入机器学习的算法和模型进行训练。通常来说,可以从以下两个方面考虑来选择特征:

[0114] 1) 特征是否发散:如果一个特征不发散,例如方差接近于0,也就是说样本在这个特征上基本上没有差异,这个特征对于样本的区分并没有什么用。

[0115] 2) 特征与目标的相关性:这点比较显见,与目标相关性高的特征,应当优先选择。除方差法外,其他方法大都从相关性考虑。

[0116] 本发明实施例中,可分别通过以下方法实现对得到的初始特征值进行特征选择。

[0117] 第一,根据各个初始特征值的发散性和/或特征值与目标值之间的相关性,从所述初始特征值中选取发散性高于第一预设阈值和/或特征值与目标值之间的相关性高于第二预设阈值的特征值。具体可通过过滤法(Filter)实现,即按照发散性或者相关性对各个特征进行评分,设定阈值或者待选择阈值的个数,选择特征。

[0118] 在一个具体示例中,从一段脑电信号中求得特征值A、B、C、D、E,这五种特征都各自包含有一组数值,分别计算五种特征的方差或者相关系数(如皮尔逊系数和互信息系数),设定方差或相关系数的阈值为P,大于此阈值范围的特征为A、C、D,小于P的为B、E,则选取A、C、D为之后机器学习所用的特征。

[0119] 第二,将所述初始特征值进行随机组合,得到多种特征组合,分别对每一特征组合进行目标模型训练,计算每一特征组合对应的评估指标,查找评估指标高于第三预设阈值的至少一个特征组合,从所述初始特征值中选取查找到的至少一个特征组合中的特征值。具体可通过包装法(Wrapper)实现,即根据目标函数(通常是预测效果评分的目标模型训练),每次选择若干特征,或者排除若干特征。其中,可通过递归消除特征,使用一个基模型

来进行多轮训练,每轮训练后,消除若干权值系数的特征,再基于新的特征集进行下一轮训练。将特征集的选择视为一个搜索问题,会先准备若干种特征的组合方案,然后评估,相互比较,评价高的特征被优先挑选。该方法需要选定一种评估模型效果的指标,如Area Under the Curve (AUC)、Mean Absolute Error (MAE) 或Mean Squared Error (MSE)。

[0120] 在一个具体示例中,五种特征A、B、C、D、E,采用前向特征选择法或后向特征选择法进行特征的组合,对于每一种组合进行模型训练并根据评估指标进行计算,准确率高的则被挑选。

[0121] 第三、采用预设的机器学习算法对各个初始特征值进行训练,得到每一初始特征值对应的权值系数,选择权值系数高于第四预设阈值或按照权值系数由大到小的顺序选取预设数量的特征值。具体可通过嵌入法 (Embedded) 实现,即先使用某些机器学习的算法和模型进行训练,得到各个特征的权值系数,根据系数从大到小选择特征。类似于Filter方法,但是通过训练来确定特征的优劣。

[0122] 在一个具体示例中,五种特征A、B、C、D、E,先使用机器学习的算法和模型进行训练,得到各个特征的权值系数,根据系数从大到小选择特征,权值系数大的特征被优先挑选。

[0123] 本发明实施例中,步骤S14中的对得到的初始特征值进行特征变换,具体包括以下步骤:采用线性归一化法、标准差标准化法或非线性归一化法对所述初始特征值进行归一化处理。

[0124] 在实际应用中,得到初始特征值之后,进一步可以通过对初始特征值进行特征变换,以将特征的值域限定在一定范围,进而更加有利于提高脑电信号分析精度。

[0125] 在实际应用中,一些分类器需要计算样本之间的距离(如欧氏距离),例如KNN。如果一个特征值域范围非常大,那么距离计算就主要取决于这个特征,从而与实际情况相悖(比如这时实际情况是值域范围小的特征更重要)。因此,本发明实施例中通过对提取出来的初始特征值进行归一化处理,以更好地实现特征值的优化。归一化方法具体如下:

[0126] 1) 线性归一化。这种归一化方法比较适用在数值比较集中的情况。这种方法有个缺陷,如果max和min不稳定,很容易使得归一化结果不稳定,使得后续使用效果也不稳定。实际使用中可以用经验常量来替代max和min。

[0127] 2) 标准差标准化。经过处理的数据符合标准正态分布,即均值为0,标准差为1,其转化函数为:

$$[0128] \quad x^* = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

[0129] 其中, μ 为所有样本数据的均值, σ 为所有样本数据的标准差。

[0130] 3) 非线性归一化。经常用在数据分化比较大的场景,有些数值很大,有些很小。通过一些数学函数,将原始值进行映射。该方法包括log、指数,正切等。需要根据数据分布的情况,决定非线性函数的曲线。

[0131] 需要说明的是,在实际应用中可根据得到的初始特征值的数据特点,选取其中的相适应的一种方式来实现对初始特征值的归一化处理,以得到更好地效果。

[0132] 下面的实施例以警犬为数据采集对象,对本发明实施例提供的动物脑电分类模型的构建方法进行解释说明。

[0133] 首先,挑选健康的犬龄在8个月以上的不同年龄、不同品种的警用犬。然后,对它们的脑电信号进行分时、逐个采集处理。例如,将脑电采集模块的至少一个电极佩戴在第一只警用犬的身上,然后给该警用犬各种不同的嗅觉上的刺激(如闻各种气味的物品),并采集该警用犬在嗅到这些气味后所产生的脑电信号。每天定时定点通过本发明的分析装置进行采集,以保证对该警用犬在不同状态下所采集数据的稳定性。例如,分不同次给该警用犬闻醋、香油、毒品、爆炸物等。本发明实施例首先调用脑电采集模块采集该警用犬嗅到上述物品时的脑电数据,再调用预处理模块对脑电采集模块所采集的脑电数据进行挑选及去噪处理,通过特征提取模块计算并提取出去噪后的纯化脑电数据的特征值,然后通过训练集生成模块304对上述特征值以至少一种分类算法进行计算,从而得到该警用犬的至少一个计算结果。再用同样方法对其它不同品种不同年龄的警用犬进行脑电信号的采集、提纯、计算,从而得到多个计算结果。根据所有警用犬的计算结果优选出一个最佳分类算法作为分类模型。该实施例中,采集的数据需要达到一定量级。

[0134] 最终的分类模型可以通过上述方式获得,还可以先通过对一条警用犬的脑电信号进行采集、处理然后建立初始分类模型,再通过对同品种不同年龄的多条警用犬进行脑电信号的采集、处理来修正分类模型,再对不同品种的警用犬进行脑电信号的采集、处理来进一步完善分类模型,最后得到特征值较为全面的最终分类模型。

[0135] 对于方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本发明实施例并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本发明实施例,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作并不一定是本发明实施例所必须的。

[0136] 图3为本发明实施例提供的一种动物脑电分类模型的构建装置的结构框图。参照图3,本发明实施例的动物脑电分类模型的构建装置具体包括脑电采集模块301、预处理模块302、特征提取模块303、训练集生成模块304以及模型训练模块305,其中:所述的脑电采集模块301,用于采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号,所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态;所述的预处理模块302,用以去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号;所述的特征提取模块303,用于提取各个有效脑电信号的特征值;所述的训练集生成模块304,用于对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换,以得到特征训练子集;所述的模型训练模块305,用于采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练,构建动物脑电分类模型。

[0137] 其中,本实施例中的机器学习算法包括K最近邻分类算法、支持向量机、决策树、贝叶斯分类算法、人工神经网络、卷积神经网络、集成学习中的至少一个。

[0138] 本发明实施例提供的动物脑电分类模型的构建装置,通过对动物在多种刺激模式下对应的不同心理状态下产生的多个原始脑电信号进行采集,并对采集的脑电信号进行去噪和特征提取,以在建模过程中对不同刺激模式下的脑电信号对应的特征值进行融合,增强机器学习算法的学习能力,构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型。本发明实施例能够快速、准确地实现脑电信号对应心理状态的分析,对于电信号的分析 and 研究具有重要意义。

[0139] 本发明实施例中,如图4所示,所述预处理模块302,包括去眼电单元3021、小波降噪单元3022、数据段提取单元3023、去均值单元3024、去基线漂移单元3025以及滤波单元3026,其中:所述的去眼电单元3021,用于对所述多个原始脑电信号去除眼电噪声处理,得

到初滤脑电信号;所述的小波降噪单元3022,用于对所述初滤脑电信号进行小波去噪,得到修正脑电信号;所述的数据段提取单元3023,用于根据预设的限定幅值,对所述修正脑电信号进行挑选,去除修正脑电信号超出所限定幅值的数据段,得到基准数据段;所述的去均值单元3024,用于计算所述基准数据段的均值,用所述修正脑电信号减去所述均值;所述的去基线漂移单元3025,用于对减去均值后的修正脑电信号进行去除基线漂移处理;所述的滤波单元3026,用于对去除基线漂移后的修正脑电信号进行滤波,得到有效脑电信号。

[0140] 进一步地,所述去眼电单元,包括信号截取子单元、滤波子单元、比较子单元、计算子单元以及叠加子单元,其中:所述的信号截取子单元,用于截取一特定长时的所述原始脑电信号,作为原始基准信号;所述的滤波子单元,用于对所述原始基准信号按照预设眼电噪声频率范围进行带通滤波以得到基准初滤脑电信号;所述的比较子单元,用于将所述基准初滤脑电信号各数据点幅值与预设眼电噪声幅度阈值进行比较,当某一数据点幅值由小于预设眼电噪声幅度阈值变为等于预设眼电噪声幅度阈值时,设定该数据点之前的一特定时长为第一测试眨眼时段,设定该数据点之后的一特定时长为第二测试眨眼时段,所述第一测试眨眼时段及所述第二测试眨眼时段构成第一测试眨眼周期;提取所述第一测试眨眼周期内的基准初滤脑电信号作为该第一测试眨眼周期内的第一眨眼信号;所述的计算子单元,用于将所述特定时长内的所有第一测试眨眼周期内的所述第一眨眼信号进行平均,得到第一眼电噪声平均波形;所述的叠加子单元,用于将所述原始脑电信号与所述第一眼电噪声平均波形相叠加,以抵消所述第一测试眨眼周期内的噪声干扰,得到初滤脑电信号。

[0141] 本发明实施例中,所述特征提取模块303,具体用于通过以下执行以下至少一种操作实现来提取各个有效脑电信号的特征值,包括:

[0142] 提取各个有效脑电信号的能量谱分布状态,将各个有效脑电信号的能量谱分布状态作为该有效脑电信号的特征值,或

[0143] 提取各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态,将各个有效脑电信号的信号幅值分布的变化状态作为该有效脑电信号的特征值,或

[0144] 计算各个有效脑电信号的LzC复杂度,将各个有效脑电信号的LzC复杂度作为该有效脑电信号的特征值,或

[0145] 获取各个有效脑电信号的对应的AR模型系数,将各个有效脑电信号的AR模型系数作为该有效脑电信号的特征值。

[0146] 本发明实施例中,训练集生成模块304,具体用于获取所述初始特征值中的极端特征值;删除所述初始特征值中的极端特征值,或,计算所述初始特征值的均值或中值,将所述初始特征值中的极端特征值更新为所述均值或中值,或,删除所述初始特征值中的极端特征值对应的待测脑电信号。

[0147] 本发明实施例中,训练集生成模块304,具体还用于根据各个初始特征值的发散性和/或特征值与目标值之间的相关性,从所述初始特征值中选取发散性高于第一预设阈值和/或特征值与目标值之间的相关性高于第二预设阈值的特征值,或,将所述初始特征值进行随机组合,得到多种特征组合,分别对每一特征组合进行目标模型训练,计算每一特征组合对应的评估指标,查找评估指标高于第三预设阈值的至少一个特征组合,从所述初始特征值中选取查找到的至少一个特征组合中的特征值,或,采用预设的机器学习算法对各个初始特征值进行训练,得到每一初始特征值对应的权值系数,选择权值系数高于第四预设

阈值或按照权值系数由大到小的顺序选取预设数量的特征值。

[0148] 本发明实施例中,训练集生成模块304,具体还用于采用线性归一化法、标准差标准化法或非线性归一化法对所述初始特征值进行归一化处理。

[0149] 对于装置实施例而言,由于其与方法实施例基本相似,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0150] 本发明实施例提供的动物脑电分类模型的构建方法及装置,通过对多种刺激模式下的脑电信号进行去噪和特征提取,在建模过程中对不同刺激模式下的脑电信号对应的特征值进行融合,增强分类器的学习能力,构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型。本发明实施例能够快速、准确地实现脑电信号对应心理状态的分析,对于电信号的分析和研究具有重要意义。

[0151] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0152] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0153] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在下面的权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0154] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

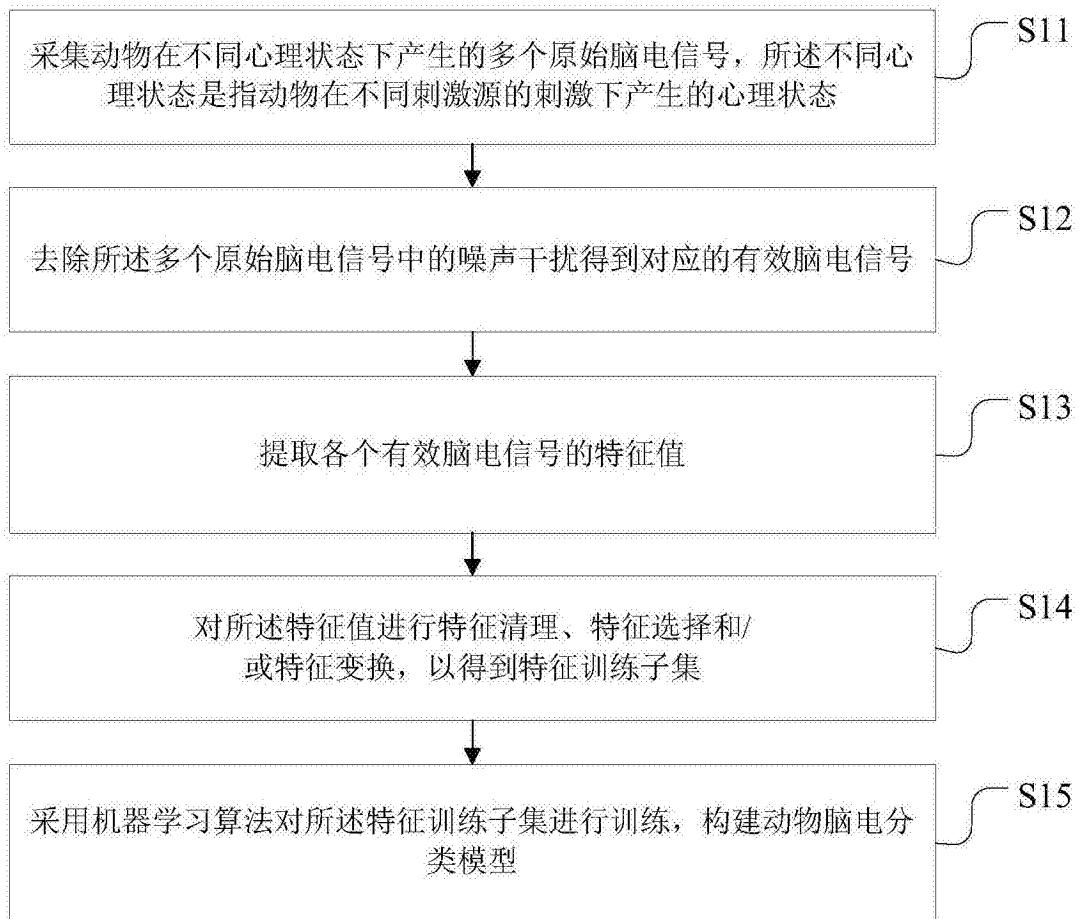


图1



图2

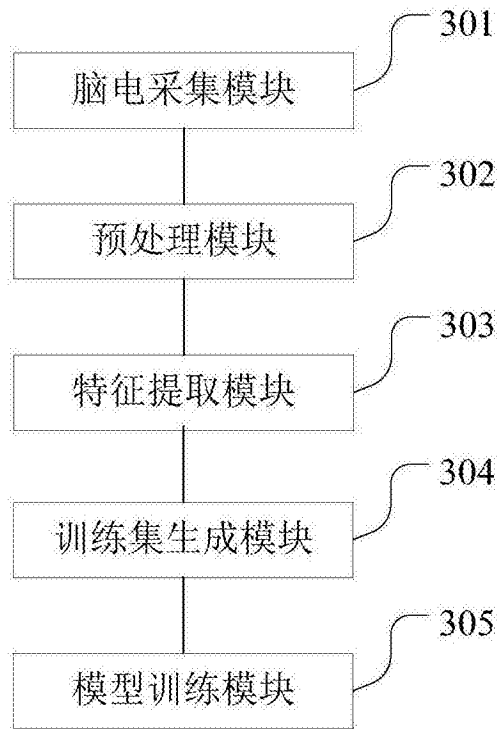


图3

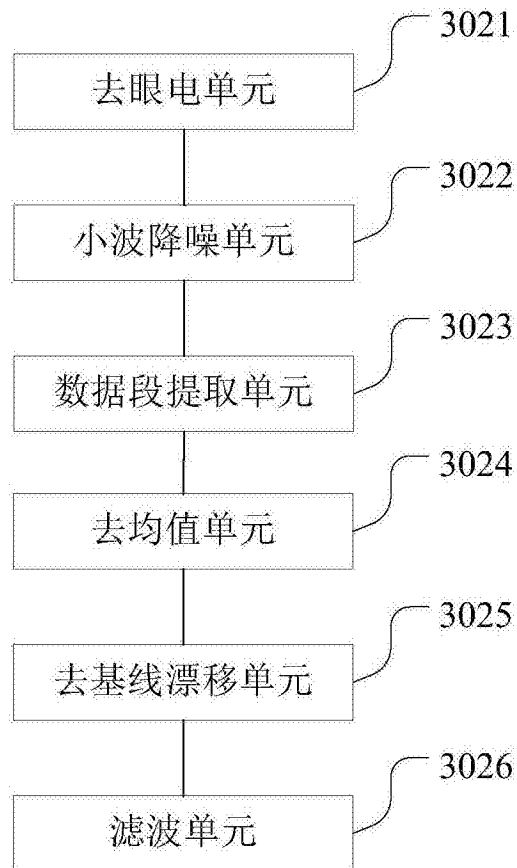


图4

专利名称(译)	一种动物脑电分类模型的构建方法及装置		
公开(公告)号	CN107518894A	公开(公告)日	2017-12-29
申请号	CN2017110949223.6	申请日	2017-10-12
[标]申请(专利权)人(译)	公安部南昌警犬基地		
申请(专利权)人(译)	公安部南昌警犬基地		
当前申请(专利权)人(译)	公安部南昌警犬基地		
[标]发明人	马长书 赵仑 王博 闫天翼 石国伟		
发明人	马长书 赵仑 王博 闫天翼 石国伟		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/16 A61B5/00 G06K9/00 G06K9/62		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/165 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/725 A61B5/7267 A61B2503/40 G06K9/00885 G06K9/6256 G06K9/6267 G06K9/629 G06K2009/00939		
代理人(译)	韩龙 王晨曦		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明实施例公开了一种动物脑电分类模型的构建方法及装置，该方法包括：采集动物在不同心理状态下产生的多个原始脑电信号，所述不同心理状态是指动物在不同刺激源的刺激下产生的心理状态；去除所述多个原始脑电信号中的噪声干扰得到对应的有效脑电信号；提取各个有效脑电信号的特征值；对所述特征值进行特征清理、特征选择和/或特征变换，以得到特征训练子集；采用机器学习算法对所述特征训练子集进行训练，构建动物脑电分类模型。本发明实施例能够构建一种稳定、可靠的动物脑电分类模型，进而准确地实现脑电信号对应心理状态的分析，对于电信号的分析和研究具有重要意义。

