



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113208631 A

(43) 申请公布日 2021. 08. 06

(21) 申请号 202110365835.7

(22) 申请日 2021.04.06

(71) 申请人 北京脑陆科技有限公司

地址 100083 北京市海淀区中关村东路1号  
院8号楼三层B201A-2

(72) 发明人 马鹏程 卢树强 王晓岸

(51) Int. Cl.

A61B 5/374 (2021.01)

A61B 5/11 (2006.01)

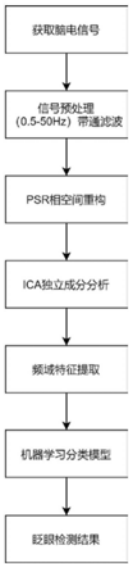
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

一种基于EEG脑波的眨眼检测方法及系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于EEG脑波的眨眼检测方法及系统,该方法包括BCI设备采集用户的脑电信号,并对信号进行传输;对所采集的脑电信号进行特征提取,并识别并去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号;利用机器学习工具,将计算得到的干净的脑电信号输入到分类模型,准确识别眨眼信号。该方法实现改善脑电信号中有效信号的质量,提高识别准确率,降低识别时间,提高眨眼检测效率。



1. 一种基于EEG脑波的眨眼检测方法,其特征在于,包括:

BCI设备采集用户的脑电信号,并对脑电信号进行传输,传输到数据分析系统;

数据分析系统对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号,并利用机器学习工具,将干净的脑电信号输入到分类模型,识别出眨眼信号。

2. 如权利要求1所述的基于EEG脑波的眨眼检测方法,其特征在于,所述脑电信号采集的是用户在静息状态主动眨眼任务下的脑电信号。

3. 如权利要求1所述的基于EEG脑波的眨眼检测方法,其特征在于,所述BCI设备为少通道脑电采集设备,电极为干电极,主要对称分布于前额叶或者额叶,电极点位左右对称分布。

4. 如权利要求1所述的基于EEG脑波的眨眼检测方法,其特征在于,采用相空间重构方法和ICA独立成分分析方法对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号。

5. 如权利要求4所述的基于EEG脑波的眨眼检测方法,其特征在于,所述相空间重构方法是将非线性EEG时间序列从 $d$ 维重构到 $k$ 维相空间中,其中 $k > 2d$ ,得到EEG信号重构后的相空间轨迹。

6. 如权利要求4所述的基于EEG脑波的眨眼检测方法,其特征在于,所述ICA独立成分分析方法是一种盲源分离算法,利用高阶统计量的衡量标准,从线性混合的信号中恢复统计独立的信号。

7. 一种基于EEG脑波的眨眼检测系统,其特征在于,用于实现如权利要求1至6中任意一项所述的方法,包括:

BCI设备,用于采集用户的脑电信号,并对脑电信号进行传输,传输到数据分析系统;

数据分析系统,用于对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号,并利用机器学习工具,将干净的脑电信号输入到分类模型,识别出眨眼信号。

## 一种基于EEG脑波的眨眼检测方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及EEG信号识别技术领域,特别是涉及一种基于EEG脑波的眨眼检测方法及系统。

### 背景技术

[0002] 眨眼检测的目的是区分出当前视频帧的人眼闭合状态,这项研究在疲劳检测,视觉交互领域有着广泛的应用。科学家们已经在频域、人眼建模、虹膜检测、条件随机场等方向对这个问题的解决进行了一定的探索。

[0003] 目前存在的眨眼检测方法都是基于多通道电极分布方法来分析特征值的,且不存在智能化分析脑电信号以判断眨眼的自动化设备和方法,一方面不方便用户使用,另一方面其检测也不够智能化,因此,如何从脑电信号识别眨眼是亟待解决的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于EEG脑波的眨眼检测方法、系统,以实现智能化分析脑电信号从而判断眨眼状态,提高识别准确率,降低识别时间。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种基于EEG脑波的眨眼检测方法,包括:

[0006] BCI设备采集用户的脑电信号,并对脑电信号进行传输,传输到数据分析系统;

[0007] 数据分析系统对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号,并利用机器学习工具,将干净的脑电信号输入到分类模型,识别出眨眼信号。

[0008] 优选的,所述脑电信号采集的是用户在静息状态主动眨眼任务下的脑电信号。

[0009] 优选的,所述BCI设备为少通道脑电采集设备,电极干电极,主要对称分布于前额叶或者额叶,电极点位左右对称分布。

[0010] 优选的,采用相空间重构方法和ICA独立成分分析方法对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号。

[0011] 优选的,所述相空间重构方法是将非线性EEG时间序列从d维重构到k维相空间中,其中 $k > 2d$ ,得到EEG信号重构后的相空间轨迹。

[0012] 优选的,所述ICA独立成分分析方法是一种盲源分离算法,利用高阶统计量的衡量标准,从线性混合的信号中恢复统计独立的信号。

[0013] 本发明还提供一种基于EEG脑波的眨眼检测系统,用于实现上述方法,包括:

[0014] BCI设备,用于采集用户的脑电信号,并对脑电信号进行传输,传输到数据分析系统;

[0015] 数据分析系统,用于对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号,并利用机器学习工具,将干净的脑电信号输入到分类模型,识别出眨眼信号。

[0016] 本发明所提供的一种基于EEG脑波的眨眼检测方法、系统,通过对接收到的脑电信

号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,获得干净的脑电信号,并将干净的脑电信号输入到分类模型,从而准确识别眨眼信号,实现眨眼检测的智能化、改善脑电信号中有效信号的质量,提高识别准确率,降低识别时间。

### 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明基于EEG脑波的眨眼检测方法的实施流程图;

[0019] 图2为原始眨眼EEG示意图;

[0020] 图3为滤波后眨眼EEG示意图;

[0021] 图4为本发明所提供的一种基于EEG脑波的眨眼检测系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0022] 本发明的核心是提供一种基于EEG脑波的眨眼检测方法、系统,以实现智能化分析脑电信号从而判断眨眼状态,提高识别准确率,降低识别时间。

[0023] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 本发明提供的一种基于EEG脑波的眨眼检测方法,包括以下步骤:

[0025] S11:BCI设备采集用户的脑电信号,并对脑电信号进行传输,传输到数据分析系统;

[0026] 其中,脑电信号采集的是用户在静息状态主动眨眼任务下的脑电信号。BCI设备为少通道脑电采集设备,属于干电极高精度EEG采集装置,电极为干电极,主要对称分布于前额叶或者额叶,电极点位左右对称分布,单通道电极具有较高的采样率,能够满足对脑电信号的精确刻画。

[0027] S12:数据分析系统对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号,并利用机器学习工具,将干净的脑电信号输入到分类模型,识别出眨眼信号。

[0028] 其中,采用相空间重构方法和ICA独立成分分析方法对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号。相空间重构方法是将非线性EEG时间序列从d维重构到k维相空间中,其中 $k > 2d$ ,得到EEG信号重构后的相空间轨迹。ICA独立成分分析方法是一种盲源分离算法,利用高阶统计量的衡量标准,从线性混合的信号中恢复统计独立的信号。

[0029] 可见,本方法通过对接收到的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,获得干净的脑电信号,并将干净的脑电信号输入到分类模型,从而准确识别眨眼信号,实现眨眼检测的智能化、改善脑电信号中有效信号的质量,提高识别准确率,降低识别时间。

[0030] 基于本方法,具体的,实施流程参考图1,包括如下步骤:

[0031] 1.获取脑电信号;

[0032] 其中,采集的是用户在静息状态下的主动眨眼任务下的脑电信号,信号采样率为250Hz,满足实验和数据分析要求。

[0033] 2.进行信号预处理;

[0034] 3.特征提取;

[0035] 其中,原始脑电信号中存在着大量的眨眼眼电伪迹,原始眨眼EEG信号如图2所示,处理后的脑电信号如图3所示,如此通过将眼电伪迹准确识别并去除,获得干净的脑电信号,提高任务识别准确率。步骤具体包括:

[0036] (1)相空间重构。1980年,Packard提出了相空间重构理论,可以将一个奇异吸引子生成的一个或几个时间序列重构出一个新的吸引子。Takens证明重构后新的吸引子系统与原始系统有着相同的动力学特性。再根据延迟定理可以将一个d维奇异吸引子重构到k维相空间,其中 $k > 2d$ 。

[0037] 根据上述相空间重构理论,本实施例对于非线性EEG时间序列采用相空间重构方法对其进行分析,增加数据维度。根据延迟定理,对于一个长度为N的一维EEG时间序列 $x(t) = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ ,它可以被重构到m维相空间中。重构后的相空间轨迹的具体表达式为:

$$[0038] \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & X_{1+\tau} & \cdots & X_{1+(m-1)\tau} \\ X_2 & X_{2+\tau} & \cdots & X_{2+(m-1)\tau} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_M & X_{M+\tau} & \cdots & X_{M+(m-1)\tau} \end{bmatrix}$$

[0039] 其中, $m = N - (m-1)\tau$ , $\tau$ 是延迟时间,m是嵌入维数。利用C-C法可以计算相关积分得到延迟时间和嵌入维数。

[0040] (2)ICA独立成分分析。描述了随机变量、观测数据和信号的隐藏成分。对于观测数据中线性或者非线性组合的未知独立变量,通过构建混淆矩阵,将未知独立变量分解出来。EEG信号中噪声、人工伪迹可以通过ICA去除,保证EEG信号的纯洁性。独立成分分析(ICA)是一种盲源分离算法,对于观测数据中线性或者非线性组合的未知独立变量,通过构建混淆矩阵,将未知独立变量分解出来。设备采集的原始EEG信号中包含眼电干扰信号,通过ICA可以将EEG信号中的伪迹和噪声剔除,保留有用的EEG信息。具体算法为:

[0041] 原始EEG信号 $X_{m \times n} (x_1, x_2, \dots, x_m)$ ,m为通道数,n为采样点数,混合矩阵A,独立未知源信号 $Y_{m \times n} (y_1, y_2, \dots, y_m)$ 。

[0042]  $X = AY$

[0043] 通过解混矩阵 $W = A^{-1}$ ,对原始EEG信号进行线性变换,得到独立成分矩阵Z。

[0044]  $Z = WX = WAY$

[0045] 4.机器学习分类模型进行分析。利用机器学习工具,将计算得到的相空间重构信号和ICA后的频域特征,输入到分类模型,准确识别眨眼信号,获得眨眼检测结果。

[0046] 请参考图4,图4为本发明所提供的一种基于EEG脑波的眨眼检测系统的结构示意图,该系统用于实现上述方法,包括:

[0047] BCI设备101,用于采集用户的脑电信号,并对脑电信号进行传输,传输到数据分析系统;

[0048] 数据分析系统102,用于对所采集的脑电信号进行特征提取,识别去除眼电伪迹,以获得干净的脑电信号,并利用机器学习工具,将干净的脑电信号输入到分类模型,识别出眨眼信号

[0049] 可见,该系统通过对接收到的脑电信号进行特征提取,并识别并去除眼电伪迹,获得干净的脑电信号,并将干净的脑电信号输入到分类模型,从而准确识别眨眼信号,实现眨眼检测的智能化、提高识别准确率,降低识别时间。

[0050] 对于本发明提供的基于EEG脑波的眨眼检测系统的介绍请参照前述的基于EEG脑波的眨眼检测方法的实施例,本发明实施例在此不再赘述。本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其它实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似部分互相参见即可。对于实施例公开的系统而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0051] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0052] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0053] 以上对本发明所提供的一种基于EEG脑波的眨眼检测方法、系统进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。



图1

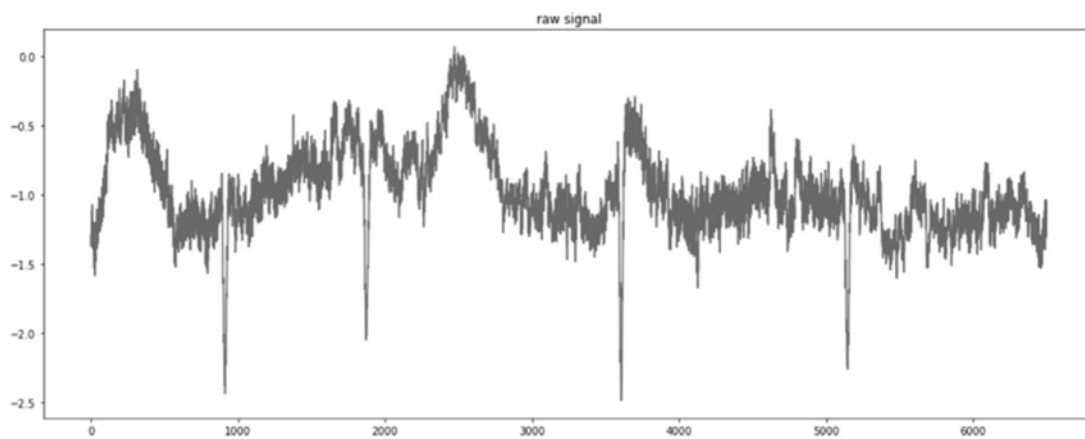


图2

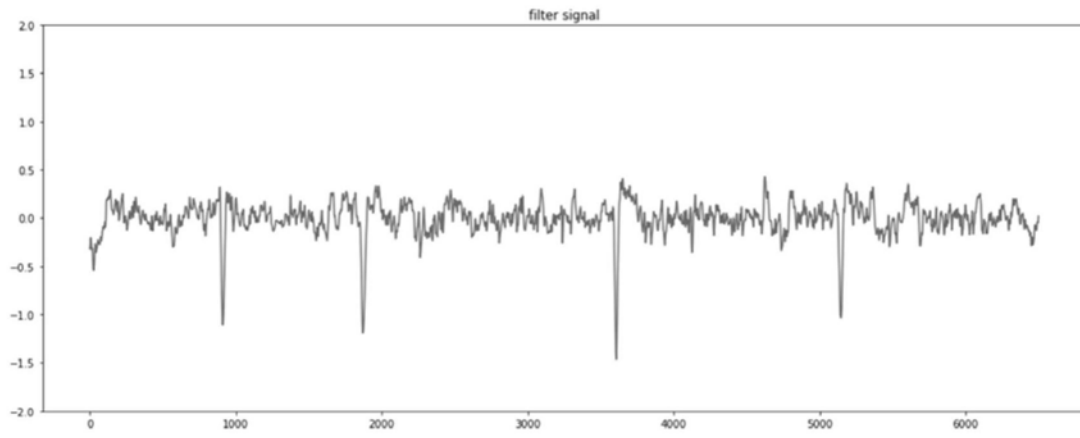


图3

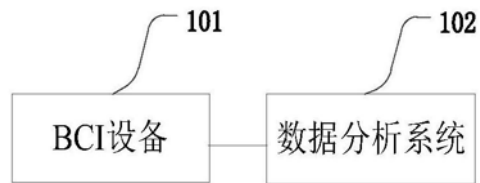


图4