



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112957050 A

(43) 申请公布日 2021.06.15

(21) 申请号 202110184658.2

(22) 申请日 2021.02.10

(71) 申请人 首都医科大学宣武医院
地址 100032 北京市西城区长椿街45号

(72) 发明人 郭建明 沈阳 卢树强

(74) 专利代理机构 上海谱璟专利代理事务所
(普通合伙) 31422

代理人 吕琳琳

(51) Int. Cl.

- A61B 5/256 (2021.01)
- A61B 5/291 (2021.01)
- A61B 5/378 (2021.01)
- A61B 5/372 (2021.01)
- A61B 5/16 (2006.01)
- A61B 5/00 (2006.01)

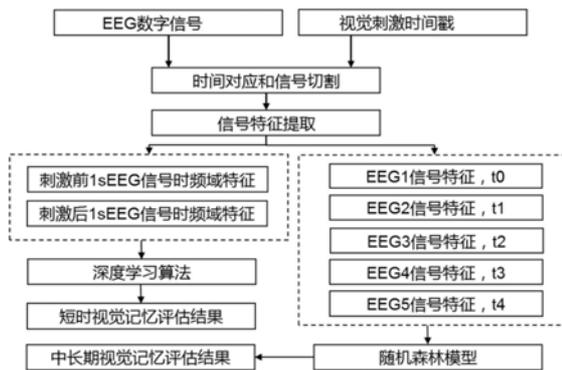
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置及方法

(57) 摘要

本发明公开一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置及方法:视觉刺激诱发装置每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块;脑机接口设备收集用户的EEG信号,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号;评测模块提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果。



1. 一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置,其特征在于,其包括供用户佩戴于头部的脑机接口设备、视觉刺激诱发装置和评测模块;

所述视觉刺激诱发装置用于每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块;

所述脑机接口设备用于收集用户的EEG信号和对应的信号时间戳,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号,并将EEG数字信号和对应的信号时间戳发给评测模块;

所述评测模块用于匹配视觉刺激时间戳和信号时间戳,提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

2. 如权利要求1所述的基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置,其特征在于,所述评测模块用于在第*i*次出现视觉刺激后1s的EEG数字信号的时频域特征为EEG_{*i*}信号特征,此时记录EEG_{*i*}信号特征和 $t(i-1)$, $1 \leq i \leq n$, n 为正整数, $t_0=0$, $t(i-1)$ 表示距离EEG_{*i-1*}信号测评的时间;

所述评测模块还用于将一维特征矩阵【EEG₁信号特征, t_0 , EEG₂信号特征, t_1 , EEG_{*i*}信号特征, $t(i-1)$, ……EEG_{*n*}信号特征, $t(n-1)$ 】输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

3. 一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测方法,其特征在于,其包括以下步骤:

S1、视觉刺激诱发装置每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块;

S2、脑机接口设备收集用户的EEG信号和对应的信号时间戳,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号,并将EEG数字信号和对应的信号时间戳发给评测模块;

S3、评测模块匹配视觉刺激时间戳和信号时间戳,提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

4. 如权利要求3所述的基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测方法,其特征在于,步骤S3之后包括以下步骤:

S4、所述评测模块在第*i*次出现视觉刺激后1s的EEG数字信号的时频域特征为EEG_{*i*}信号特征,此时记录EEG_{*i*}信号特征和 $t(i-1)$, $1 \leq i \leq n$, n 为正整数, $t_0=0$, $t(i-1)$ 表示距离EEG_{*i-1*}信号测评的时间;

S5、所述评测模块将一维特征矩阵【EEG1信号特征, t_0 , EEG2信号特征, t_1 , EEGi信号特征, $t_{(i-1)}$, ……EEGn信号特征, $t_{(n-1)}$ 】输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果, 测评结果为1~100的整数数值, 1表示记忆力差, 100表示记忆力好, 正常人水平为60分。

基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及视觉记忆能力评测技术领域,特别是涉及一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置及方法。

背景技术

[0002] 脑机接口设备(BCI):脑机接口设备是实现人或动物脑(或者脑细胞的培养物)与外界之间直接连接通路的设备,其中包括在大脑处的采集设备和在外部读取、分析和展示信号的外界设备两部分。

[0003] EEG:脑电图是脑神经细胞电生理活动在大脑皮层或头皮表面的总体反映。脑电信号中包含了大量的生理与疾病信息,例如睡眠状态、注意力集中程度等。在睡眠方面,EEG是评估睡眠质量和研究睡眠过程的重要工具。

[0004] 长短期视觉记忆:视觉记忆力是感知记忆的一种,它通过看来保存事物的感性特征,具有典型的直观性。视觉记忆又叫做映像记忆(iconic memory),映像记忆的特征是使得大量信息在非常短暂的时间被存储,持续大约半秒钟。视觉记忆也存在抽象的长期部分,即将短时的丰富的视觉记忆特征抽象,并长期储存。

[0005] 现有评测长短期视觉记忆的方式和装置:

[0006] (1) 基于计算机游戏的视觉记忆测评,即利用按照认知心理学的学科范式编写的认知测评软件,装置为个人电脑。其原理主要为反复呈现若干视觉刺激,并通过主观问答和游戏解题等形式打分测评。

[0007] (2) 基于心理学专业测评软件,即利用心理学和认知神经科学原理,如配对联想学习等,设计标准量表或交互式的问答,通过个人电脑或者手机等设备实现。其原理与(1)类似,区别在于更全面和专业,但不适合对儿童或精神障碍人群进行测评。

[0008] (3) 利用带有特殊任务的脑电图分析,进行短时的视觉记忆力测评。即在进行与(2)中类似的心理测评交互时,评估脑电的特性和处理强度,通过特征分析等方式,如功率谱,结合心理学任务的打分,进行测评。

[0009] 针对上述基于计算机游戏的视觉记忆测评,其缺点为:需要被试主观上予以积极配合,测试结果与被试主观情绪和精神状况强相关。无法针对瞬时视觉记忆进行测评,其反应结果主要为中长期记忆。

[0010] 针对上述记忆心理学测试程序进行视觉记忆测评,其缺点为:一般仅适用于有完整认知能力的成年被试;其测试流程复杂,耗时多;其结果虽然相对于(1)更加客观,但仍然取决于被试的精神状态,是一种主观的测试方法。

[0011] 利用脑电图进行评估的方式,目前尚无成熟的方法,已有的尝试停留在理论和小规模实验阶段。目前尚无技术方案结合了完备的数据库和机器学习分析模型,对短时视觉记忆进行精准测评。

发明内容

[0012] 本发明针对现有技术存在的问题和不足,提供一种新型的基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置及方法。

[0013] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题的:

[0014] 本发明提供一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置,其特点在于,其包括供用户佩戴于头部的脑机接口设备、视觉刺激诱发装置和评测模块;

[0015] 所述视觉刺激诱发装置用于每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块;

[0016] 所述脑机接口设备用于收集用户的EEG信号和对应的信号时间戳,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号,并将EEG数字信号和对应的信号时间戳发送给评测模块;

[0017] 所述评测模块用于匹配视觉刺激时间戳和信号时间戳,提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0018] 较佳地,所述评测模块用于在第*i*次出现视觉刺激后1s的EEG数字信号的时频域特征为EEG_{*i*}信号特征,此时记录EEG_{*i*}信号特征和 $t(i-1)$, $1 \leq i \leq n$, n 为正整数, $t_0=0$, $t(i-1)$ 表示距离EEG_{*i-1*}信号测评的时间;

[0019] 所述评测模块还用于将一维特征矩阵【EEG₁信号特征, t_0 , EEG₂信号特征, t_1 , EEG_{*i*}信号特征, $t(i-1)$, ……EEG_{*n*}信号特征, $t(n-1)$ 】输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0020] 本发明还提供一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测方法,其特点在于,其包括以下步骤:

[0021] S1、视觉刺激诱发装置每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块;

[0022] S2、脑机接口设备收集用户的EEG信号和对应的信号时间戳,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号,并将EEG数字信号和对应的信号时间戳发送给评测模块;

[0023] S3、评测模块匹配视觉刺激时间戳和信号时间戳,提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0024] 较佳地,步骤S3之后包括以下步骤:

[0025] S4、所述评测模块在第*i*次出现视觉刺激后1s的EEG数字信号的时频域特征为EEG_{*i*}

信号特征,此时记录EEGi信号特征和 $t(i-1)$, $1 \leq i \leq n$, n 为正整数, $t_0=0$, $t(i-1)$ 表示距离EEG(i-1)信号测评的时间;

[0026] S5、所述评测模块将一维特征矩阵【EEG1信号特征, t_0 ,EEG2信号特征, t_1 ,EEGi信号特征, $t(i-1)$,……EEGn信号特征, $t(n-1)$ 】输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0027] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件,可任意组合,即得本发明各较佳实例。

[0028] 本发明的积极进步效果在于:

[0029] 本发明利用了视觉皮层脑电快速响应和回顾的原理,基于深度学习算法和特定视觉刺激下的EEG信号,对视觉记忆的短时能力进行测评;并通过长期关联回顾,对视觉记忆的长期能力进行评估;本发明无需被试主动反馈即可完成测评,且科学有效。

附图说明

[0030] 图1为本发明较佳实施例的脑机接口设备的主视图。

[0031] 图2为本发明较佳实施例的脑机接口设备的俯视图。

[0032] 图3为本发明较佳实施例的基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置的结构示意图。

[0033] 图4为本发明较佳实施例的基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测方法的流程图。

具体实施方式

[0034] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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的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。

[0035] 如图1-3所示,本实施例提供一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测装置,其包括供用户佩戴于头部的脑机接口设备1、视觉刺激诱发装置2和评测模块3。

[0036] 其中,脑机接口设备1:电极对称分布于前额叶或者额叶,电极点位左右对称分布;该设备主要由生物传感器、前端电路设备等组成。点位按照国际10-20系统分别为前额叶Fp3,Fp1,Fpz,Fp2,Fp4,额叶AF2,AF3,AF4,AF5,耳垂A1,A2。其中接地点位为Fpz;参考点位为A1,A2平均值,采用耳夹形式。具体见图1和图2,11表示头带,12表示额叶测量电极,13表示前额叶测量电极,14表示电极固定组件,15表示粘扣,16表示参考电极耳夹,17表示电路盒,18表示开关指示灯。

[0037] 视觉刺激诱发装置2:显示屏,用256k高清彩色数字屏幕,精准快速播放视觉刺激;视觉刺激引导模块,记录视觉刺激发生时点,发送相应时间戳到评测模块,与EEG的时间戳予以匹配。

[0038] 下面具体介绍各部件所具备的功能:

[0039] 所述视觉刺激诱发装置2用于每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,

并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块。

[0040] 所述脑机接口设备1用于收集用户的EEG信号和对应的信号时间戳,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号,并将EEG数字信号和对应的信号时间戳发给评测模块。

[0041] 所述评测模块3用于匹配视觉刺激时间戳和信号时间戳,提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0042] 其中,前1s的EEG数字信号的时域特征和频域特征依次作为二维特征矩阵的第一行,后1s的EEG数字信号的时域特征和频域特征依次作为二维特征矩阵的第二行,后1s的EEG数字信号的时域特征和频域特征与对应的前1s的EEG数字信号的时域特征和频域特征的差值作为二维特征矩阵的第三行,即二维特征矩阵的第二行与第一行的对应差值作为二维特征矩阵的第三行。

[0043] 所述评测模块3用于在第*i*次出现视觉刺激后1s的EEG数字信号的时频域特征为EEG_{*i*}信号特征,此时记录EEG_{*i*}信号特征和 $t(i-1)$, $1 \leq i \leq n$, n 为正整数, $t_0=0$, $t(i-1)$ 表示距离EEG_{*i-1*}信号测评的时间。如:在第二次出现刺激后1s的脑波时频域特征为EEG₂信号特征,距离EEG₁信号测评天数为 t_1 ,以此类推,长期记忆模型的输入为矩阵【EEG₁信号特征, t_0 , EEG₂信号特征, t_1 , EEG₃信号特征, t_2 , ……】。

[0044] 所述评测模块3还用于将一维特征矩阵【EEG₁信号特征, t_0 , EEG₂信号特征, t_1 , EEG_{*i*}信号特征, $t(i-1)$, ……EEG_{*n*}信号特征, $t(n-1)$ 】输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0045] 如图4所示,本实施例还提供一种基于脑机接口设备技术的视觉记忆能力评测方法,其包括以下步骤:

[0046] 1、用户将脑机接口设备进行佩戴,确保电极位置对应正确的头皮点位。

[0047] 2、视觉刺激诱发装置每隔一时间段诱发视觉刺激信号以刺激用户眼部,并将每次视觉刺激时间戳发送给评测模块。

[0048] 3、脑机接口设备收集用户的EEG信号和对应的信号时间戳,并对EEG信号进行滤波处理、信号放大和模数转换后获得EEG数字信号,并将EEG数字信号和对应的信号时间戳发给评测模块。

[0049] 4、评测模块匹配视觉刺激时间戳和信号时间戳,提取出每次视觉刺激时间戳前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号,对前1s的EEG数字信号和后1s的EEG数字信号均进行时频域特征提取,将提取出的前1s时频域特征、后1s时频域特征、后1s时频域特征与前1s时频域特征的差值合并为二维特征矩阵,并将二维特征矩阵输入深度学习算法模型中进行分析以获得短时视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0050] 5、评测模块在第*i*次出现视觉刺激后1s的EEG数字信号的时频域特征为EEG_{*i*}信号

特征,此时记录EEGi信号特征和 $t(i-1)$, $1 \leq i \leq n$, n 为正整数, $t_0=0$, $t(i-1)$ 表示距离EEG(i-1)信号测评的时间;

[0051] 6、评测模块将一维特征矩阵【EEG1信号特征, t_0 , EEG2信号特征, t_1 , EEGi信号特征, $t(i-1)$, ……EEGn信号特征, $t(n-1)$ 】输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果,测评结果为1~100的整数数值,1表示记忆力差,100表示记忆力好,正常人水平为60分。

[0052] 例如:评测模块进行了5次评测对应的一维特征矩阵【EEG1信号特征, t_0 , EEG2信号特征, t_1 , EEG3信号特征, t_2 , EEG4信号特征, t_3 , EEG5信号特征, t_4 】,将其输入至随机森林算法模型中进行分析以获得中长期视觉记忆的测评结果。

[0053] 本实施例中,第一次使用的用户,仅对于短时视觉记忆(视觉闪回)进行测试,在后续的使用过程中,将随机挑选前测试的若干刺激,进行重复,以测试中长期记忆能力。根据被试若干次测试结果,动态、长期调整其短期记忆、中长期记忆评估分数。

[0054] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这些仅是举例说明,本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下,可以对这些实施方式做出多种变更或修改,但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

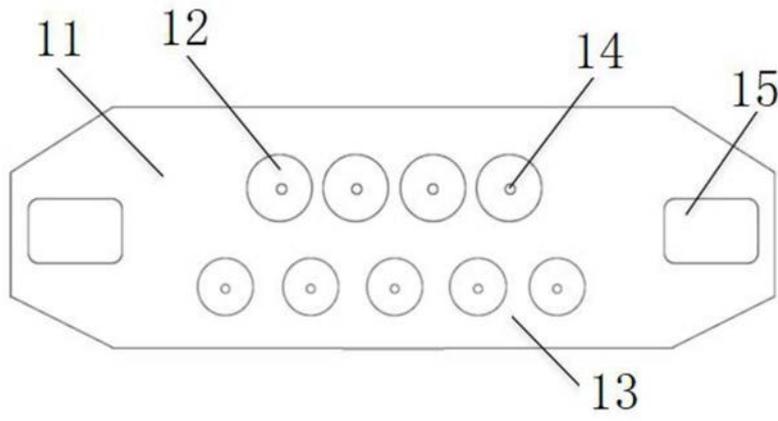


图1

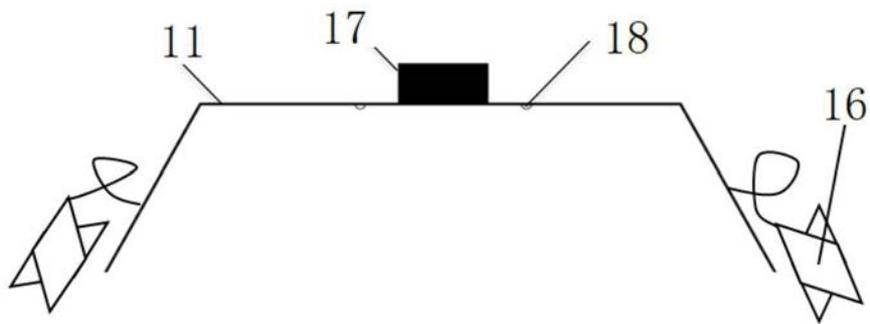


图2

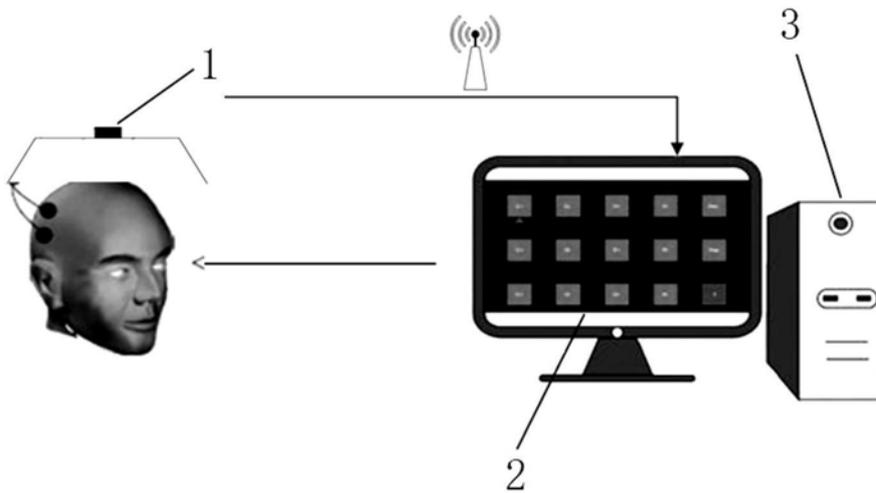


图3

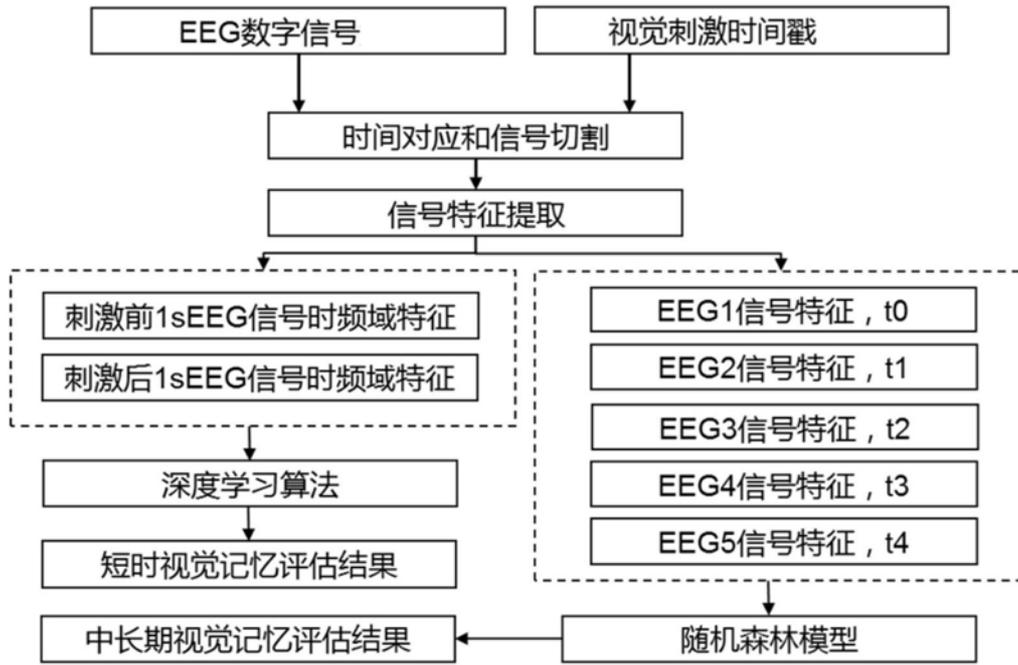


图4