



(21) 申请号 202411275729.X

(22) 申请日 2024.09.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118797560 A

(43) 申请公布日 2024.10.18

(73) 专利权人 北京大学第三医院(北京大学第三临床医学院)

地址 100191 北京市海淀区花园北路49号

(72) 发明人 汪京嘉 唐熠达 王旭梁 邢国刚
程凯 王文尧 孟祥彬 李凯伟
宋震

(74) 专利代理机构 北京中和立达知识产权代理有限公司 11756

专利代理师 张可

(51) Int.Cl.

G06F 18/25 (2023.01)

G06F 18/214 (2023.01)

G06F 18/21 (2023.01)

G06F 18/22 (2023.01)

G06F 17/18 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112200066 A, 2021.01.08

US 2015142082 A1, 2015.05.21

审查员 王佳

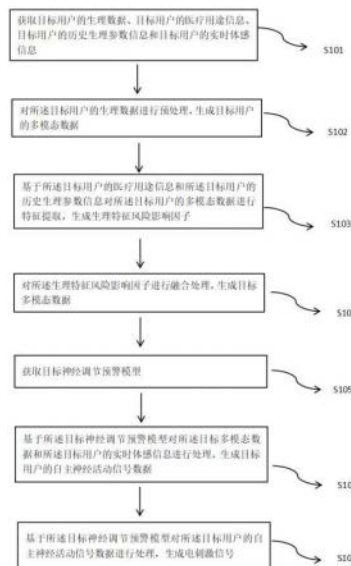
权利要求书3页 说明书14页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备

(57) 摘要

本发明提供了一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备,应用于数据处理技术领域。本申请获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;对目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据;基于目标用户的医疗用途信息和目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子;对生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据;对目标多模态数据和目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;基于目标神经调节预警模型对目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号。



1. 一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法,其特征在于,包括:

获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;

对所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,其中,所述目标用户的多模态数据包括目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信号数据和目标用户的心音信号数据;

基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子;

对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据;

获取目标神经调节预警模型;

基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;

基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号,其中,所述电刺激信号用于对目标用户进行自主神经调控;

基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子,包括:

对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征分类信息,其中,所述生理特征分类信息包括若干类型所对应的生理特征数据;

基于所述目标用户的医疗用途信息对所述生理特征分类信息进行处理,生成目标生理特征数据;

基于所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标生理特征数据进行处理,生成生理特征风险影响因子;

基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据,包括:

基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据进行处理,生成目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息;

基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的皮肤收缩信息;

基于所述目标用户的皮肤收缩信息对所述目标用户的皮肤电导变化信息和所述目标用户的皮肤温度变化信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,包括:

对所述目标用户的生理数据进行去噪处理,生成目标用户的生理属性信息,其中,所述目标用户的生理属性信息为信噪比高于预设阈值的生理数据;

对所述目标用户的生理属性信息进行归一化处理,生成目标用户的多模态数据。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,对所述目标用户的多模态数据进行特征提取处理,生成生理特征分类信息,包括:

对所述目标用户的多模态数据进行处理,生成目标用户的生物体征属性信息;

对所述目标用户的生物体征属性信息进行特征提取处理,生成若干特征样本类型;

对所述若干特征样本类型进行特征筛选处理,生成实时特征样本数据;

基于若干实时特征样本数据生成生理特征分类信息。

4.如权利要求1所述的方法,其特征在于,对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据,包括:

基于预设长短时记忆网络模型对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成初始生理特征向量,其中,所述初始生理特征向量由若干模态的生理特征风险影响因子拼接而成;

基于预设权重特征处理规则对所述初始生理特征向量进行处理,生成目标生理特征向量,其中,目标生理特征向量为对不同模态的生理特征风险影响因子基于目标权重相加所得;

基于预设长短时记忆网络模型对所述目标生理特征向量进行处理,生成多模态数据的预测结果;

对所述多模态数据的预测结果进行处理,生成目标多模态数据;

所述方法还包括用于获取目标生理特征向量的计算公式,所述计算公式为:

$$f_{target} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i;$$

其中, f_{target} 是目标生理特征向量, w_i 是第*i*个特征的权重, f_i 是第*i*个特征的风险影响因子。

5.如权利要求1所述的方法,其特征在于,获取目标神经调节预警模型,包括:

对所述生理特征风险影响因子进行处理,生成标识信息,其中,所述标识信息用于表征生理特征风险影响因子处于异常状态;

获取与所述标识信息相匹配的初始神经调节预警模型和与所述初始神经调节预警模型相匹配的训练样本集;

基于预设处理规则对训练样本集进行处理,生成训练集和验证集;

基于所述训练集和所述验证集对所述初始神经调节预警模型进行处理,生成目标神经调节预警模型。

6.一种基于脑机接口的生成电刺激信号的装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,用于获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;获取目标神经调节预警模型;

处理模块,用于对所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,其中,所述目标用户的多模态数据包括目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信号数据和目标用户的心音信号数据;基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子;对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号,其中,所述电刺激信号用于对目标用户进行自主神经调控;

基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标

用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子,包括:对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征分类信息,其中,所述生理特征分类信息包括若干类型所对应的生理特征数据;基于所述目标用户的医疗用途信息对所述生理特征分类信息进行处理,生成目标生理特征数据;基于所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标生理特征数据进行处理,生成生理特征风险影响因子;

基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据,包括:基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据进行处理,生成目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的皮肤收缩信息;基于所述目标用户的皮肤收缩信息对所述目标用户的皮肤电导变化信息和所述目标用户的皮肤温度变化信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据。

7.一种电子设备,其特征在于,包括:

第一处理器;以及存储器,用于存储所述第一处理器的可执行指令;

其中,所述第一处理器配置为经由执行所述可执行指令来执行权利要求1~5中任意一项所述的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

8.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被第二处理器执行时实现权利要求1~5中任意一项所述的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备

技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术领域,特别涉及一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备。

背景技术

[0002] 自主神经功能紊乱特别是交感神经过度激活,可以导致人体各器官系统出现功能性以及器质性疾病,目前的治疗方式包括有药物治疗如 β 受体阻滞剂,非药物治疗则包括了星状神经节阻滞术及耳迷走神经刺激术等。但传统药物治疗存在诸多局限性以及弊端,如临床医生在应用 β 受体阻滞剂时,主要需根据患者的心率快慢来调整药物剂量,存在主观依赖性,且在调整药物剂量后,起效时间的快慢影响了患者的治疗效果,而当药物过量后,药物的代谢时间快慢又影响了患者的安全性。

[0003] 非药物治疗方面目前措施也非常有限,且例如临床目前开展的星状神经节阻滞术,需要在颈部进行有创性操作,患者不易接受,且需要反复至医院就诊,因此临床开展受限。

[0004] 近年来随着人工智能、大脑-计算机接口(脑机接口,Brain-computer interfaces,BCI)及类器官等技术领域的快速发展,脑电信号及对应脑区的功能定位等理论被逐渐阐明,也为无创式自主神经系统功能的定量及定性评估带来了新的希望。传统的大多数脑机接口多为基于帽子的非侵入性式、基于头带的商业产品或基于微针的侵入性方法,但由于使用不便、炎症甚至是对人体组织的不可逆损伤,这些方法都并不适合日常使用。

[0005] 需要说明的是,在上述背景技术部分公开的信息仅用于加强对本公开的背景的理解,因此可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0006] 本申请的目的在于提供一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备,至少在在一定程度上克服现有技术存在的问题,通过综合分析目标用户的生理数据、医疗用途信息、历史生理参数信息和实时体感信息,生成目标用户的多模态数据,包括脑电信号、心电信号和心音信号数据,这些数据经过特征提取和融合处理后,可以形成生理特征风险影响因子。利用目标神经调节预警模型,对这些多模态数据和用户的实时体感信息进行深入分析,生成自主神经活动信号数据。最终,模型处理这些信号数据生成电刺激信号,实现对目标用户进行自主神经调控的目的。

[0007] 本申请的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然,或部分地通过本发明的实践而习得。

[0008] 根据本申请的一个方面,提供一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法,包括:获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;对所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,其中,所述目标用户的多模态数据包括目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信

号数据和目标用户的心音信号数据;基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子;对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据;获取目标神经调节预警模型;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号,其中,所述电刺激信号用于对目标用户进行自主神经调控。

[0009] 在本申请的一个实施例中,所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,包括:对所述目标用户的生理数据进行去噪处理,生成目标用户的生理属性信息,其中,所述目标用户的生理属性信息为信噪比高于预设阈值的生理数据;对所述目标用户的生理属性信息进行归一化处理,生成目标用户的多模态数据。

[0010] 在本申请的一个实施例中,基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子,包括:对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征分类信息,其中,所述生理特征分类信息包括若干类型所对应的生理特征数据;基于所述目标用户的医疗用途信息对所述生理特征分类信息进行处理,生成目标生理特征数据;基于所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标生理特征数据进行处理,生成生理特征风险影响因子。

[0011] 在本申请的一个实施例中,对所述目标用户的多模态数据进行特征提取处理,生成生理特征分类信息,包括:对所述目标用户的多模态数据进行处理,生成目标用户的生物体征属性信息;对所述目标用户的生物体征属性信息进行特征提取处理,生成若干特征样本类型;对所述若干特征样本类型进行特征筛选处理,生成实时特征样本数据;基于若干实时特征样本数据生成生理特征分类信息。

[0012] 在本申请的一个实施例中,对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据,包括:基于预设长短时记忆网络模型对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成初始生理特征向量,其中,所述初始生理特征向量由若干模态的生理特征风险影响因子拼接而成;基于预设权重特征处理规则对所述初始生理特征向量进行处理,生成目标生理特征向量,其中,目标生理特征向量为对不同模态的生理特征风险影响因子基于目标权重相加所得;基于预设长短时记忆网络模型对所述目标生理特征向量进行处理,生成多模态数据的预测结果;对所述多模态数据的预测结果进行处理,生成目标多模态数据;所述方法还包括用于获取目标生理特征向量的计算公式,所述计算公式为:

$$\mathbf{f}_{\text{target}} = \sum_{i=1}^n \mathbf{w}_i \cdot \mathbf{f}_i$$
;其中, $\mathbf{f}_{\text{target}}$ 是目标生理特征向量, $\mathbf{w}_i$ 是第 i 个特征的权重, $\mathbf{f}_i$ 是第 i 个特征的风险影响因子。

[0013] 在本申请的一个实施例中,获取目标神经调节预警模型,包括:对所述生理特征风险影响因子进行处理,生成标识信息,其中,所述标识信息用于表征生理特征风险影响因子处于异常状态;获取与所述标识信息相匹配的初始神经调节预警模型和与所述初始神经调节预警模型相匹配的训练样本集;基于预设处理规则对训练样本集进行处理,生成训练集和验证集;基于所述训练集和所述验证集对所述初始神经调节预警模型进行处理,生成目标神经调节预警模型。

[0014] 在本申请的一个实施例中,基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数

据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据,包括:基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据进行处理,生成目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的皮肤收缩信息;基于所述目标用户的皮肤收缩信息对所述目标用户的皮肤电导变化信息和所述目标用户的皮肤温度变化信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据。

[0015] 本申请的另一个方面,一种基于脑机接口的生成电刺激信号的装置,其特征在于,包括:获取模块,用于获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;获取目标神经调节预警模型;处理模块,用于对所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,其中,所述目标用户的多模态数据包括目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信号数据和目标用户的心音信号数据;基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子;对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号,其中,所述电刺激信号用于对目标用户进行自主神经调控。

[0016] 根据本申请的再一个方面,一种电子设备,其特征在于,包括:第一处理器;以及存储器,用于存储所述第一处理器的可执行指令;其中,所述第一处理器配置为经由执行所述可执行指令来执行实现上述的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

[0017] 根据本申请的又一个方面,提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被第二处理器执行时实现上述的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

[0018] 根据本申请的又一个方面,提供一种计算机程序产品,包括计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被第三处理器执行时实现上述的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

[0019] 本申请所提供的一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备,由服务器通过综合分析目标用户的生理数据、医疗用途信息、历史生理参数信息和实时体感信息,生成目标用户的多模态数据,包括脑电信号、心电信号和心音信号数据,这些数据经过特征提取和融合处理后,可以形成生理特征风险影响因子。利用目标神经调节预警模型,对这些多模态数据和用户的实时体感信息进行深入分析,生成自主神经活动信号数据。最终,模型处理这些信号数据生成电刺激信号,实现对目标用户进行自主神经调控的目的。

[0020] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本公开。

附图说明

[0021] 图1示出本申请一实施例所提供的一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法的流程图;

[0022] 图2示出了本申请一实施例所提供的一种基于脑机接口的生成电刺激信号的装置

的结构示意图；

[0023] 图3示出了本申请一实施例所提供的一种电子设备的结构示意图；

[0024] 图4示出了本申请一实施例所提供的一种存储介质的示意图。

具体实施方式

[0025] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0026] 下面结合图1来描述根据本申请示例性实施方式的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。需要注意的是,下述应用场景仅是为了便于理解本申请的精神和原理而示出,本申请的实施方式在此方面不受任何限制。相反,本申请的实施方式可以应用于适用的任何场景。

[0027] 一种实施方式中,本申请还提出一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法及相关设备。图1示意性地示出了根据本申请实施方式的一种基于脑机接口的生成电刺激信号的方法的流程示意图。如图1所示,该方法应用于服务器,包括:

[0028] S101,获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息。

[0029] 一种实施方式中,使用各种生理监测仪器,例如无线生理分析系统PhysioLAB291,可以记录心电(ECG)、脑电(EEG)、肌电(EMG)、皮电(EDA)、血容量和脉搏、温度、呼吸、加速度等数据。目标用户的医疗用途信息可以根据其特定的需求和症状来确定,例如目标用户的医疗用途信息可以根据其特定的需求和症状来确定,以下是针对不同症状的应用场景:头痛、睡眠不足、心悸、乏力、记忆力不足等等,此外,如果对不同症状的发病持续时间以及当前预留用于治疗症状的时间不同,也将采用不同的手段对其进行处理,根据用户的具体健康状况和需求定制的,旨在提供个性化的健康管理和疾病预防、治疗解决方案。

[0030] 目标用户的历史生理参数信息对于个性化医疗和精准治疗至关重要。通过分析这些历史数据,医生能够更好地理解患者的健康状况,识别疾病模式,并制定出最合适的治疗计划。利用大数据技术使得医生能够分析目标用户的历史生理参数信息包括基因组数据、临床检验结果、医学影像资料在内的海量医疗数据,为患者设计出更加精准有效的治疗计划。通过分析患者的历史病史、生理数据和生活习惯,大数据技术有助于预测患者未来可能发生的疾病,优化医疗资源的配置,确保患者能够获得最合适的医疗资源,通过个人基因组和其他生物大数据的挖掘,为病人提供个体化的风险预测、诊断和治疗方案,优化医疗资源的配置。

[0031] 目标用户的实时体感信息,尤其是皮肤的反应和温度变化,对于评估其对当前治疗程度的接受能力至关重要。其中,皮肤温度的变化是血管反应的一种表现,受外界温度的影响,同时也受体内调节机制的控制。当外界温度降低时,皮下毛细血管收缩减少散热,导致皮肤温度降低;反之则增加散热,皮肤温度升高。皮肤温度的调节主要通过血管和汗腺反应来实现,是体温调节的重要环节。皮肤温度的变化可以反映出人体与环境的热交换情况,对于维持体温稳定具有重要意义。通过实时监测目标用户的皮肤温度和其它生理参数,医疗专业人员可以更准确地判断患者是否可以接受当前的治疗程度,并及时调整治疗方案。

[0032] S102,对所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据。

[0033] 一种实施方式中,对目标用户的生理数据进行去噪处理,生成目标用户的生理属性信息,其中,目标用户的生理属性信息为信噪比高于预设阈值的生理数据,对目标用户的生理属性信息进行归一化处理,生成目标用户的多模态数据,目标用户的多模态数据包括但不限于目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信号数据和目标用户的心音信号数据。

[0034] 具体的,通过各种传感器收集用户的生理数据,如心电、脑电、肌电等信号。对所收集的生理数据进行滤波、去伪迹等操作,以减少数据中的噪声成分。例如,在脑功能磁共振成像(fMRI)数据中,心脏和呼吸信号的生理干扰对数据质量有重大影响,需要采用数据驱动的去噪方法或使用滤波器(如低通滤波、高通滤波和带通滤波)来估计和消除这些噪声,从去噪后的信号中提取有用的生理特征,如心率变异性、脑电波形特征等。对去噪后的生理数据进行信噪比(SNR)评估,确保数据质量,信噪比是衡量信号中有用信号强度与背景噪声强度的比值,高信噪比意味着信号质量更好,将信噪比高于预设阈值的生理数据视为有效数据,进一步分析生成目标用户的生理属性信息。

[0035] 将生理属性信息进行归一化处理,以便不同来源或不同量纲的数据可以在相同尺度上进行比较和合并,对信号进行归一化处理,消除不同数据源之间的尺度差异,确保输入数据的一致性和可比性。归一化是将数据按比例缩放,使之落入特定范围,如[0,1]区间,而标准化则是通过减去平均值再除以标准差来实现数据的中心化和尺度统一。对归一化后的生理属性信息进行多模态数据生成,这可能包括脑电信号数据、心电信号数据和心音信号数据。多模态数据的生成有助于从不同角度综合评估用户的健康状况,在体电生理信号记录过程中,实时监控信号质量,并根据反馈进行调整,以确保数据的高信噪比。通过上述步骤,可以有效处理目标用户的生理数据,提取出高质量的生理属性信息,并为后续的分析 and 评估提供支持。

[0036] S103,基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子。

[0037] 一种实施方式中,对目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征分类信息,其中,生理特征分类信息包括若干类型所对应的生理特征数据,从心电信号中提取R-R间期、心率变异性等特征;从心音信号中提取S1、S2音峰值、音频频谱特征等;从脑电信号中提取 α 波、 β 波功率谱特征等。

[0038] 具体的,针对脑电信号的特征提取,可以采用快速傅里叶变换(FFT)将时域信号转化为频域信号,提取主要频率成分,可以采用下述计算公式实现将时域信号转化为频域信

号: $X(f) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-j2\pi fn/N}$;其中, $x(n)$ 为时域信号, $X(f)$ 为频域信号。采用小波变换(WT)对

脑电信号进行多尺度分解,提取不同频段的特征,小波变换可以对脑电信号进行多尺度分解,通过连续小波变换(CWT)或离散小波变换(DWT)来实现。分解后的信号可以在不同的时间和频率分辨率下进行分析,这有助于捕捉脑电信号中的非平稳特性和瞬时变化。从小波变换后的信号中可以提取多种特征,例如能量、频率分布、小波系数的统计特性等。这些特征反映了脑电信号在不同频段的活动强度和分布情况,对于理解大脑的工作状态和模式识别具有重要意义。

[0039] 针对心电信号的特征提取,可以采用潘-汤姆金斯算法进行QRS波群检测,提取心率和心率变异性(HRV),计算心率变异性的时间域指标,如标准差(SDNN)和均方根差(RMSSD),对应的计算公式分别如下: $SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (RR_i - \bar{RR})^2}{N-1}}$ 、 $RMSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}{N-1}}$ 。

[0040] 针对心音信号的特征提取,可以采用短时傅里叶变换(STFT)提取心音信号的时频特征,提取心音的峰值、能量、频率成分等特征,用于心音信号的分析。

[0041] 基于目标用户的医疗用途信息对生理特征分类信息进行处理,生成目标生理特征数据。目标用户的医疗用途信息可以根据其特定的需求和症状来确定。例如,如果目标用户在早晨遇到头痛问题,但需要在下午参加重要会议,那么他们可能需要一种能够快速缓解症状的治疗方案。在这种情况下,选择的生理特征数据将侧重于那些能够迅速反应并支持临时缓解头痛的特征,而不是长期治疗方案所需的数据。

[0042] 具体来说,如果目标是完全治愈头痛,可能需要一系列全面的生理特征数据,包括但不限于血压、心率、血氧饱和度等,这些数据可以通过各种医疗监测设备实时采集。然而,如果目标是临时缓解,可能只需要关注与头痛直接相关的几个关键生理特征数据,如心率变异性或特定的神经活动模式。

[0043] 基于目标用户的历史生理参数信息对目标生理特征数据进行处理,生成生理特征风险影响因子,其中,生理特征风险影响因子包括但不限于心率变异性、EEG频谱特征、PCG音频特征。主要通过分析个体的生理数据,识别出生理参数之间的异常偏差,从而评估和定位健康风险,通过统计分析或机器学习算法,识别哪些生理参数的变化超出了正常范围,或者参数之间的偏差过大。例如,可以使用Pan-Tompkins算法对心电图信号进行处理,提取心率和心率变异性(HRV),并分析这些参数的变化趋势,当检测到生理参数的异常变化时,及时发出预警信息,帮助用户或医生采取预防措施。此外,不同个体的生理参数基线可能存在差异,因此在风险评估时应考虑个体的特定情况,提供个性化的评估结果。可以有效地对用户的生理特征数据进行处理,生成具有临床意义的风险影响因子,为健康管理和疾病预防提供科学依据。

[0044] 另一种实施方式中,对目标用户的多模态数据进行特征提取处理,生成生理特征分类信息,具体可以参考以下内容所示:对目标用户的多模态数据进行处理,生成目标用户的生物体征属性信息,对目标用户的多模态数据进行处理,这包括脑电(EEG)、肌电(EMG)、心率(ECG)等信号的采集和预处理。例如,可以通过深度学习网络如ResNets-50对EEG信号进行特征提取,以及使用梅尔频率倒谱系数(MFCC)对EOG和EMG信号进行处理,其中,目标用户的生物体征属性信息用于表征目标用户当前的身体状态信息,即,目标用户当前存在什么症状、症状的反应和持续时间等。

[0045] 对目标用户的生物体征属性信息进行特征提取处理,生成若干特征样本类型。具体的,基于目标用户的身体状态选择相应的生理参数信息,在进行特征提取处理时,可以针对不同类型的生理信号采用相应的特征提取技术,以生成特征样本类型。其中,针对脑电信号的特征提取,可以采用以下方式,时域特征:例如过零率、标准差、最大/最小值、偏度、峰度等;频域特征:通过傅里叶变换得到的功率谱密度(PSD)、频带功率、频率峰值等;时频域特征:使用小波变换得到的时频表示,如小波能量、小波熵等;非线性特征:如近似熵、样本熵、Lyapunov指数等。针对肌电信号的特征提取,可以采用以下方式,时域特征:包括均值、

方差、均方根、波形因子、偏度、峰度等；频域特征：通过傅里叶变换得到的频率分布特征，如均值频率、中值频率、频带能量等；时频域特征：使用小波变换提取的时变特征；非线性动态特征：如Hjorth参数、相关维数等。针对心率信号的特征提取，可以采用以下方式，时域特征：心率、RR间期的标准差、最大/最小心率等；频域特征：心率变异性 (HRV) 指标，如SDNN、RMSSD、功率谱密度等；时频域特征：使用小波变换分析心率信号的非平稳特性；形态学特征：QRS波群的宽度、幅度、面积等。针对皮肤电活动的特征提取，可以采用以下方式，振幅、上升时间、恢复时间等；事件相关的皮肤电活动 (phasicEDA) 和非特异性皮肤电活动 (tonicEDA)。每种生理信号的特征提取都依赖于信号的特性和分析目的。特征提取后，可以生成多种特征样本类型，每种类型包含一组特定的特征，这些特征能够反映生理信号的不同方面。在实际应用中，根据具体任务的需求，可能会选择特定的特征类型进行分析，以实现最佳的性能。

[0046] 对若干特征样本类型进行特征筛选处理，生成实时特征样本数据，基于若干实时特征样本数据生成生理特征分类信息。在处理多模态生物体征属性信息的特征提取过程中，特征筛选是一个关键步骤，它有助于从大量特征中识别出对模型性能最为重要的特征，从而生成实时特征样本数据，并基于这些数据生成生理特征分类信息。其中，特征筛选可以通过多种方法实现，包括基于统计的方法（如相关性分析、互信息法）、基于模型的方法（如使用随机森林评估特征重要性）、以及嵌入式方法（如在神经网络训练过程中自动学习特征的重要性）。这些方法可以帮助申请人识别出对预测目标变量最有影响的特征。

[0047] 在特征筛选之后，申请人可以得到一个精简的特征集合，实时特征样本数据的生成需要考虑数据的时效性，确保特征能够及时反映用户的当前状态。这个过程可能涉及到使用主成分分析 (PCA) 等降维技术来去除冗余信息，并保留最具代表性的特征。利用筛选出的实时特征样本数据，可以构建分类模型来生成生理特征分类信息。这可能涉及到使用机器学习算法，如支持向量机 (SVM)、随机森林、深度学习等，来对特征数据进行分类和识别，分类结果可以为进一步的健康评估和疾病诊断提供依据，有效地处理多模态生物体征属性信息，筛选出关键特征，并生成实时的生理特征分类信息，为健康监测和疾病预防提供科学依据。

[0048] S104, 对所述生理特征风险影响因子进行融合处理，生成目标多模态数据。

[0049] 一种实施方式中，基于预设长短时记忆网络模型对生理特征风险影响因子进行融合处理，生成初始生理特征向量，其中，初始生理特征向量由若干模态的生理特征风险影响因子拼接而成。在获得生理特征风险影响因子后（如脑电图 (EEG)、肌电图 (EMG) 等），通过特征级融合将不同模态的特征数据组合成一个特征向量，然后送入分类器。需要注意的是，不同模态之间可能存在互补信息，合理利用这些信息可以有效地提高识别效果。同时，特征融合的方法可以是数据级、特征级、决策级或模型层的融合，具体选择哪种方法取决于数据的特性和识别任务的需求。通过这些步骤，可以有效地处理多模态数据，并生成有用的生理特征分类信息，以支持进一步的健康评估和疾病诊断。

[0050] 基于预设权重特征处理规则对初始生理特征向量进行处理，生成目标生理特征向量，其中，目标生理特征向量为对不同模态的生理特征风险影响因子基于目标权重相加所得。首先，需要识别和确定哪些生理特征是风险影响因子，例如心率、血压、呼吸频率等，为每个风险影响因子分配一个权重，这些权重反映了各个因子在整体风险评估中的重要性，

权重的分配可以基于专家知识、统计分析或机器学习模型的预测结果。

[0051] 由于不同生理特征的量纲和量值范围可能不同,需要对初始生理特征向量进行标准化处理,以确保在加权求和时每个特征的贡献是可比的,将每个生理特征的风险影响因子与其对应的权重相乘,然后将所有结果相加,得到目标生理特征向量。这个过程可以用以下数学公式表示: $f_{\text{target}} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i$; 其中, f_{target} 是目标生理特征向量, w_i 是第 i 个特征的权重, f_i 是第 i 个特征的风险影响因子。

[0052] 生成的目标生理特征向量应该能够反映个体的生理状态和健康风险。该向量可以用于进一步的分析,例如分类、聚类或作为机器学习模型的输入,在实际应用中,可能需要根据新的数据和反馈实时更新权重分配,并调整目标生理特征向量,以适应可能的变化和新的生理特征,可以有效地整合多模态生理数据,生成一个综合反映个体健康状况的特征向量,为健康风险评估和疾病诊断提供支持。

[0053] 基于预设长短时记忆网络模型对目标生理特征向量进行处理,生成多模态数据的预测结果,对多模态数据的预测结果进行处理,生成目标多模态数据。长短时记忆网络(LSTM)是一种强大的循环神经网络,能够处理序列数据,特别是对于具有长期依赖性的问题,在处理目标生理特征向量时,LSTM能够学习序列数据中的时间依赖性,并生成多模态数据的预测结果。该模型可以接收目标生理特征向量作为输入。模型的构建可能包括定义LSTM层的神经元数量、选择激活函数(如tanh或ReLU)以及确定输出层的配置,使用历史生理数据对LSTM模型进行训练。在训练过程中,LSTM将学习到特征之间的长期和短期依赖关系,从而能够对多模态数据进行有效预测,其中,目标多模态数据为基于目标用户当前急需解决的症状所生成的。

[0054] S105,获取目标神经调节预警模型。

[0055] 一种实施方式中,对生理特征风险影响因子进行处理,生成标识信息,其中,标识信息用于表征生理特征风险影响因子处于异常状态;获取与标识信息相匹配的初始神经调节预警模型和与初始神经调节预警模型相匹配的训练样本集;基于预设处理规则对训练样本集进行处理,生成训练集和验证集;基于训练集和验证集对初始神经调节预警模型进行处理,生成目标神经调节预警模型。

[0056] 另一种实施方式中,基于预设处理规则对训练数据集进行处理,生成训练集和验证集,具体包括:获取与标识信息相匹配的其他用户的生理特征风险影响因子;对其他用户的生理特征风险影响因子进行特征提取,生成特征数据集;获取特征数据集中任一数量的数据特征;基于任一数量的数据特征与同类别的其他数量的数据特征之间的距离,生成相邻特征,其中,相邻特征包括任一数量的数据特征的预设数量;基于训练集中各数据特征的数量,确定采样比例;基于采样比例,确定采样比率;基于采样比率对相邻特征进行采样,生成预设数量的采样特征;基于任一数据特征与每个采样特征,生成多组数据组,其中,每组数据组均包含预设数量的数据样本,其中,每组数据组均包含预设数量的数据样本,其中,至少一个数据样本包括标识信息;对多组数据组进行处理,生成训练集和验证集,其中,训练集和验证集均包括若干数据特征。

[0057] 具体的,在数据分析和机器学习中,基于训练集中数据特征的数量来确定采样比例和采样比率,通过统计训练集中各数据特征的数量,了解不同特征的分布情况,根据数据

特征的数量和数据集的规模,确定采样的比例。采样比例可以帮助我们决定从每个特征中抽取多少样本,根据采样比例,计算出具体采样比率。采样比率是实际采样数量与总数量的比值,利用采样比率对相邻特征进行采样,以生成预设数量的采样特征。这个过程确保了样本的代表性和多样性,通过采样过程,生成一组采样特征,这些特征将用于后续的数据分析和模型训练,基于任一数据特征与每个采样特征,构建多组数据组。每组数据组包含预设数量的数据样本。确保每组数据组中的样本具有多样性,至少包含一个具有标识信息的样本,这有助于模型学习到不同情况下的特征表现,利用这些数据组进行模型训练,评估不同特征对预测目标的贡献,使用采样特征集训练机器学习模型,并通过验证集来评估模型的性能,根据模型训练和验证的结果,可能需要调整采样比例和比率,以优化模型的预测能力。通过这种方法,可以有效地处理大规模数据集,同时保持数据的质量和模型的泛化能力,帮助识别潜在的安全风险和异常行为。

[0058] S106,基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据。

[0059] 一种实施方式中,基于目标神经调节预警模型对目标多模态数据进行处理,生成目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息。基于目标神经调节预警模型对目标多模态数据进行处理时,生成目标用户的皮肤电导变化信息和皮肤温度变化信息是两个关键的生理参数。皮肤电反应(GSR)是一种监测皮肤电导变化的方法,它能够反映交感神经的活动状态,当人体经历情绪变化或生理唤醒时,汗腺活动增加,导致皮肤电导的可测量变化。而皮肤温度的监测则通常通过接触式温度传感器实现,它能够间接反映自主神经的活动,因为皮肤温度的变化主要取决于通过皮肤的血流量,而血流量的大小受交感神经的兴奋性影响。

[0060] 在实际应用中,多模态数据融合技术可以有效地整合来自不同模态的信息,提高模型的性能,通过不同的方式将单模态特征投影到共享语义子空间中,实现特征的融合。这些技术可以应用于整合皮肤电导和皮肤温度等多模态生理数据,以生成更全面的生理特征分类信息。在监测皮肤温度变化方面,研究指出皮肤温度的升高可以作为评估区域阻滞效果的一个客观指标,尤其是在四肢远端的无毛皮肤上,交感神经阻滞皮肤温度的升高尤为明显,可以有效处理和分析皮肤电导和皮肤温度等生理参数,为神经调节预警模型提供准确的生理特征分类信息。

[0061] 基于目标神经调节预警模型对目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的皮肤收缩信息,基于目标用户的皮肤收缩信息对目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据。即,由于每个用户对神经反应均存在一定的差异性,例如针对同一个症状的反应,有些人可能症状刚开始其反应就很明显,而有些人可能等到症状持续发展到一定程度后才开始有反应,此时,通过对目标用户的皮肤电导变化信息和皮肤温度变化信息来判断用户症状的程度,并将参考每个用户的皮肤收缩信息来判断每个用户的反应情况,从而生成符合每个用户的自主神经活动信号数据。

[0062] S107,基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号。

[0063] 一种实施方式中,为了减少现有技术中启动时直接定目标电压电刺激使得患者

在毫无预兆的情况下感受到强烈的刺激,进而影响患者的舒适性。本方案接收到目标用户的自主神经活动信号数据时,将以,单次刺激由固定频率的多个脉冲波形所组成,其中,第一个脉冲波形为前半段的电压从0快速上升到患者的目标电压值。后续的脉冲波形中,均为目标电压的方波脉冲。本发明可有效提高患者对电压的适应性,有效缓解刺激器每次启动脉冲刺激时患者的刺激触电不适感。

[0064] 此外,本发明还包括了用于生成舒适电压值的计算公式,具体如下所示:

$$[0065] \quad f(t) = \begin{cases} A(1 - e^{-Bt}) & \text{if } 0 \leq t \leq 100\mu s \\ A & \text{if } 100\mu s < t \leq 200\mu s \end{cases}.$$

[0066] A是发放脉冲目标电压值,B是上升速率常数,默认为100,可通过更改B的值调整电压上升的快慢。

[0067] 入耳式脑机接口作为无创式脑机接口技术,作为一款操作简便,最易被患者接受的方式,其可检测到患者的脑电活动情况,在此基础上,通过对脑电信号、自主神经活动信号与心电信号包括心率变异性分析等反应自主神经功能状态的数据进行多模态数据拟合,可更准确的反映自主神经功能活动度,从而为耳迷走神经刺激提供更有效更安全的检测指标参考。

[0068] 与此同时,由于迷走神经耳支穿过耳郭软骨,分布于耳甲腔、耳后肌及耳背中上部(外耳道);也有分支到耳轮脚根部及三角窝、对耳轮及耳舟中部。入耳式的自主神经调控设备不仅可以通通过耳内的电极采集脑电信号,还可以通过连接在耳甲部的电极进行电刺激、激光刺激、毫米波刺激、超声刺激等方式激活迷走神经,抑制交感神经过度激活,从而调节自主神经再平衡,恢复机体的神经-体液-代谢调节的稳态。

[0069] 因此,本申请在柔性电极基础上对多模态数据进行采集,通过脑机接口及目标神经调节预警模型对数据进行交互整合分析,再利用不同的刺激方式对自主神经进行调节,具备很好的创新性及临床应用价值。

[0070] 通过应用以上技术方案,服务器获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;对目标用户的生理数据进行去噪处理,生成目标用户的生理属性信息,其中,目标用户的生理属性信息为信噪比高于预设阈值的生理数据;对目标用户的生理属性信息进行归一化处理,生成目标用户的多模态数据,其中,目标用户的多模态数据包括目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信号数据和目标用户的心音信号数据;对目标用户的多模态数据进行处理,生成目标用户的生物体征属性信息;对目标用户的生物体征属性信息进行特征提取处理,生成若干特征样本类型;对若干特征样本类型进行特征筛选处理,生成实时特征样本数据;基于若干实时特征样本数据生成生理特征分类信息,其中,生理特征分类信息包括若干类型所对应的生理特征数据;基于目标用户的医疗用途信息对生理特征分类信息进行处理,生成目标生理特征数据。

[0071] 基于目标用户的历史生理参数信息对目标生理特征数据进行处理,生成生理特征风险影响因子;基于预设长短时记忆网络模型对生理特征风险影响因子进行融合处理,生成初始生理特征向量,其中,初始生理特征向量由若干模态的生理特征风险影响因子拼接而成;基于预设权重特征处理规则对初始生理特征向量进行处理,生成目标生理特征向量,其中,目标生理特征向量为对不同模态的生理特征风险影响因子基于目标权重相加所得;

基于预设长短时记忆网络模型对目标生理特征向量进行处理,生成多模态数据的预测结果;对多模态数据的预测结果进行处理,生成目标多模态数据;对生理特征风险影响因子进行处理,生成标识信息,其中,标识信息用于表征生理特征风险影响因子处于异常状态;获取与标识信息相匹配的初始神经调节预警模型和与初始神经调节预警模型相匹配的训练样本集;基于预设处理规则对训练样本集进行处理,生成训练集和验证集;基于训练集和验证集对初始神经调节预警模型进行处理,生成目标神经调节预警模型。

[0072] 基于目标神经调节预警模型对目标多模态数据进行处理,生成目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息;基于目标神经调节预警模型对目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的皮肤收缩信息;基于目标用户的皮肤收缩信息对目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;基于目标神经调节预警模型对目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号,其中,电刺激信号用于对目标用户进行自主神经调控。通过综合分析目标用户的生理数据、医疗用途信息、历史生理参数信息和实时体感信息,生成目标用户的多模态数据,包括脑电信号、心电信号和心音信号数据,这些数据经过特征提取和融合处理后,可以形成生理特征风险影响因子。利用目标神经调节预警模型,对这些多模态数据和用户的实时体感信息进行深入分析,生成自主神经活动信号数据。最终,模型处理这些信号数据生成电刺激信号,实现对目标用户进行自主神经调控的目的。

[0073] 一种实施方式中,如图2所示,本申请还提供一种基于脑机接口的生成电刺激信号的装置,包括:

[0074] 获取模块201,用于获取目标用户的生理数据、目标用户的医疗用途信息、目标用户的历史生理参数信息和目标用户的实时体感信息;获取目标神经调节预警模型;

[0075] 处理模块202,用于对所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,其中,所述目标用户的多模态数据包括目标用户的脑电信号数据、目标用户的心电信号数据和目标用户的心音信号数据;基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子;对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据;基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的自主神经活动信号数据进行处理,生成电刺激信号,其中,所述电刺激信号用于对目标用户进行自主神经调控。

[0076] 在本申请的另外一种实施方式中,所述处理模块202,被配置为所述目标用户的生理数据进行预处理,生成目标用户的多模态数据,包括:对所述目标用户的生理数据进行去噪处理,生成目标用户的生理属性信息,其中,所述目标用户的生理属性信息为信噪比高于预设阈值的生理数据;对所述目标用户的生理属性信息进行归一化处理,生成目标用户的多模态数据。

[0077] 在本申请的另外一种实施方式中,所述处理模块202,被配置为基于所述目标用户的医疗用途信息和所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征风险影响因子,包括:

[0078] 对所述目标用户的多模态数据进行特征提取,生成生理特征分类信息,其中,所述

生理特征分类信息包括若干类型所对应的生理特征数据；

[0079] 基于所述目标用户的医疗用途信息对所述生理特征分类信息进行处理,生成目标生理特征数据；

[0080] 基于所述目标用户的历史生理参数信息对所述目标生理特征数据进行处理,生成生理特征风险影响因子。

[0081] 在本申请的另外一种实施方式中,所述处理模块202,被配置为对所述目标用户的多模态数据进行特征提取处理,生成生理特征分类信息,包括:

[0082] 对所述目标用户的多模态数据进行处理,生成目标用户的生物体征属性信息；

[0083] 对所述目标用户的生物体征属性信息进行特征提取处理,生成若干特征样本类型；

[0084] 对所述若干特征样本类型进行特征筛选处理,生成实时特征样本数据；

[0085] 基于若干实时特征样本数据生成生理特征分类信息。

[0086] 在本申请的另外一种实施方式中,所述处理模块202,被配置为对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成目标多模态数据,包括:

[0087] 基于预设长短时记忆网络模型对所述生理特征风险影响因子进行融合处理,生成初始生理特征向量,其中,所述初始生理特征向量由若干模态的生理特征风险影响因子拼接而成；

[0088] 基于预设权重特征处理规则对所述初始生理特征向量进行处理,生成目标生理特征向量,其中,目标生理特征向量为对不同模态的生理特征风险影响因子基于目标权重相加所得；

[0089] 基于预设长短时记忆网络模型对所述目标生理特征向量进行处理,生成多模态数据的预测结果；

[0090] 对所述多模态数据的预测结果进行处理,生成目标多模态数据。

[0091] 在本申请的另外一种实施方式中,所述处理模块202,被配置为获取目标神经调节预警模型,包括:

[0092] 对所述生理特征风险影响因子进行处理,生成标识信息,其中,所述标识信息用于表征生理特征风险影响因子处于异常状态；

[0093] 获取与所述标识信息相匹配的初始神经调节预警模型和与所述初始神经调节预警模型相匹配的训练样本集；

[0094] 基于预设处理规则对训练样本集进行处理,生成训练集和验证集；

[0095] 基于所述训练集和所述验证集对所述初始神经调节预警模型进行处理,生成目标神经调节预警模型。

[0096] 在本申请的另外一种实施方式中,所述处理模块202,被配置为基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据和所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据,包括:

[0097] 基于所述目标神经调节预警模型对所述目标多模态数据进行处理,生成目标用户的皮肤电导变化信息和目标用户的皮肤温度变化信息；

[0098] 基于所述目标神经调节预警模型对所述目标用户的实时体感信息进行处理,生成目标用户的皮肤收缩信息；

[0099] 基于所述目标用户的皮肤收缩信息对所述目标用户的皮肤电导变化信息和所述目标用户的皮肤温度变化信息进行处理,生成目标用户的自主神经活动信号数据。

[0100] 本申请实施例提供了一种电子设备,如图3所示,电子设备3包括第一处理器300,存储器301,总线302和通信接口303,所述第一处理器300、通信接口303和存储器301通过总线302连接;所述存储器301中存储有可在所述第一处理器300上运行的计算机程序,所述第一处理器300运行所述计算机程序时执行本申请前述任一实施方式所提供的所述基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

[0101] 其中,存储器301可能包含高速随机存取存储器(RAM;RandomAccessMemory),也可能还包括非不稳定的存储器(non-volatilememory),例如至少一个磁盘存储器。通过至少一个通信接口303(可以是有线或者无线)实现该系统网元与至少一个其他网元之间的通信连接,可以使用互联网、广域网、本地网、城域网等。

[0102] 总线302可以是ISA总线、PCI总线或EISA总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。其中,存储器301用于存储程序,所述第一处理器300在接收到执行指令后,执行所述程序,前述本申请实施例任一实施方式揭示的所述基于脑机接口的生成电刺激信号的方法可以应用于第一处理器300中,或者由第一处理器300实现。

[0103] 第一处理器300可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过第一处理器300中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的第一处理器300可以是通用处理器,包括中央处理器(CentralProcessingUnit,简称CPU)、网络处理器(NetworkProcessor,简称NP)等;还可以是数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现成可编程门阵列(FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器301,第一处理器300读取存储器301中的信息,结合其硬件完成上述方法的步骤。

[0104] 本申请的上述实施例提供的电子设备与本申请实施例提供的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法出于相同的发明构思,具有与其存储的应用程序所采用、运行或实现的方法相同的有益效果。

[0105] 本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,如图4所示,所述计算机可读存储介质401存储有计算机程序,所述计算机程序被第二处理器402读取并运行时,实现如前述的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法。

[0106] 本申请实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台电子设备(可以是空调器,制冷装置,个人计算机,服务器,或者网络设备等)或processor(处理器)执行本申请实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0107] 本申请的上述实施例提供的计算机可读存储介质与本申请实施例提供的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法出于相同的发明构思,具有与其存储的应用程序所采用、运行或实现的方法相同的有益效果。

[0108] 本申请实施例提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序,所述计算机程序被第三处理器执行实现如前述所述的方法。

[0109] 本申请的上述实施例提供的计算机程序产品与本申请实施例提供的基于脑机接口的生成电刺激信号的方法出于相同的发明构思,具有与其存储的应用程序所采用、运行或实现的方法相同的有益效果。

[0110] 需要说明的是,在本申请中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者还是包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0111] 本申请中的各个实施例均采用相关的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于评估基于脑机接口的生成电刺激信号的方法、电子装置、电子设备、以及可读存储介质实施例而言,由于其基本相似于上述基于脑机接口的生成电刺激信号的方法的实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见上述基于脑机接口的生成电刺激信号的方法的实施例的部分说明即可。

[0112] 虽然本申请披露如上,但本申请并非限定于此。任何本领域技术人员,在不脱离本申请的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本申请的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

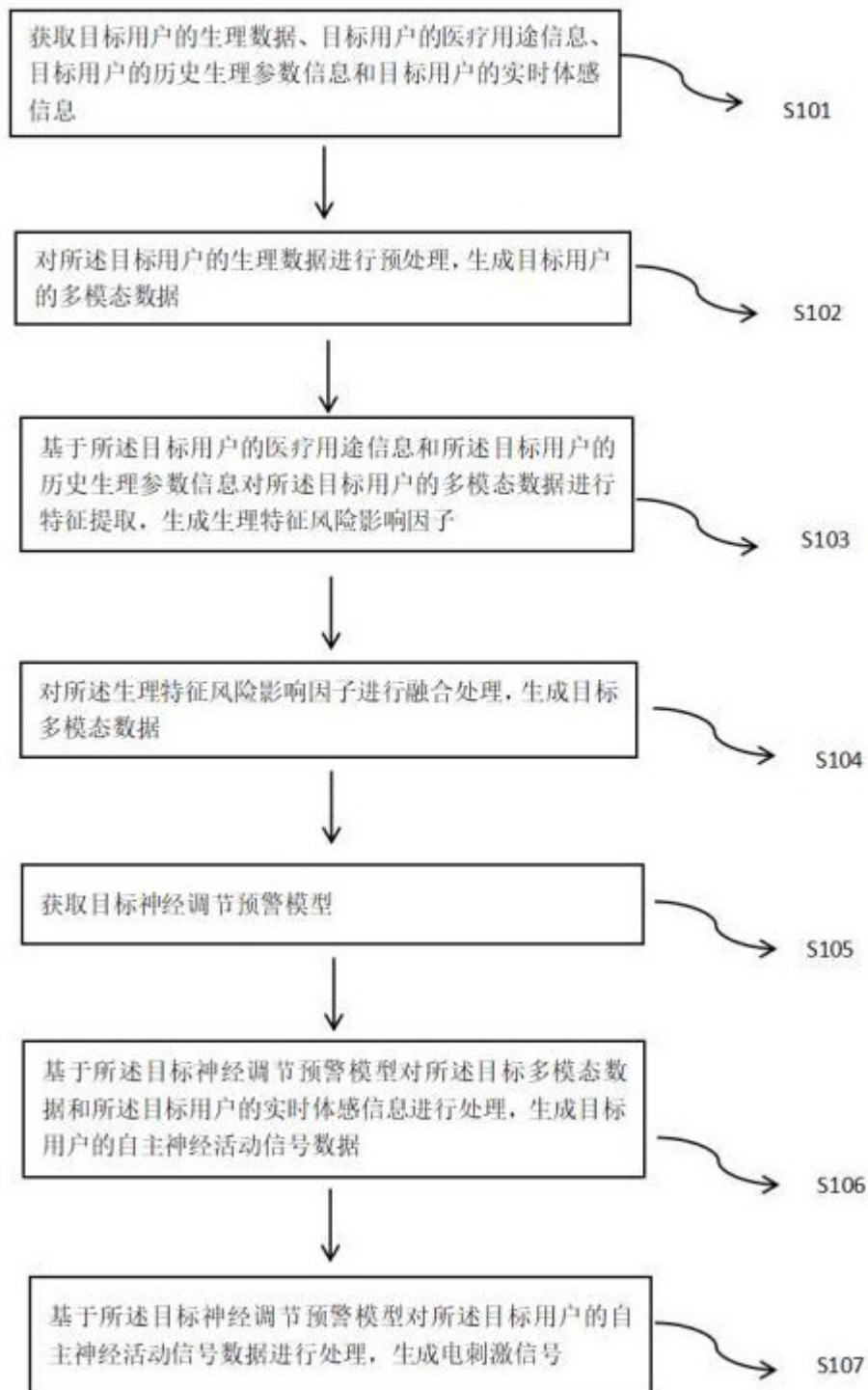


图 1

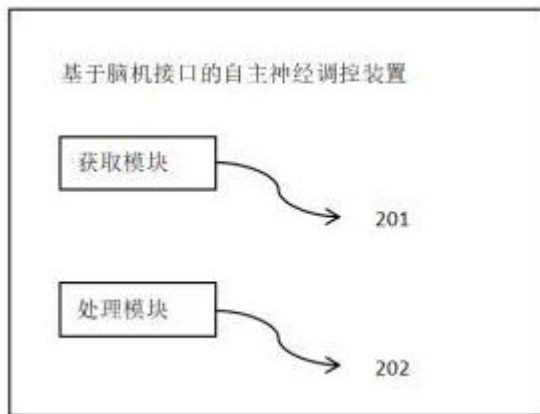


图 2

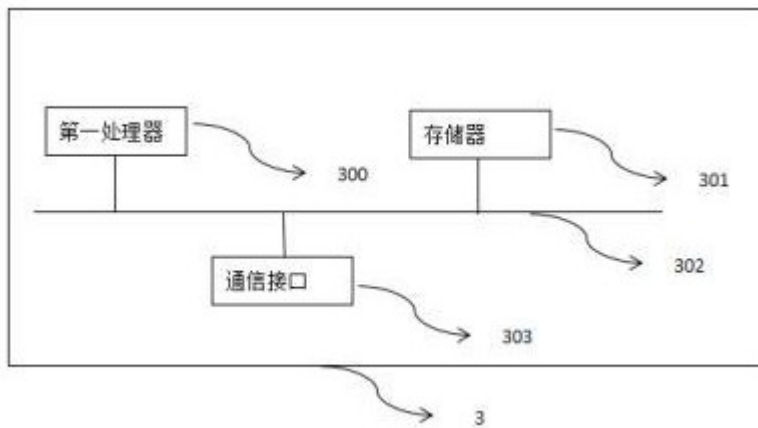


图 3



图 4