



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117860266 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 12

(21) 申请号 202410214435.X

A61B 5/262 (2021.01)

(22) 申请日 2024.02.27

A61B 5/263 (2021.01)

(71) 申请人 厦门狄耐克智能科技股份有限公司

A61B 5/259 (2021.01)

地址 361000 福建省厦门市中国(福建)自
由贸易试验区厦门片区海景北二路8
号

A61B 5/291 (2021.01)

A61B 5/00 (2006.01)

(72) 发明人 缪国栋

(74) 专利代理机构 福州市海峡之星知识产权代
理事务所(普通合伙) 35318

专利代理师 卢美凤

(51) Int. Cl.

A61B 5/369 (2021.01)

A61B 5/372 (2021.01)

A61B 5/386 (2021.01)

A61B 5/256 (2021.01)

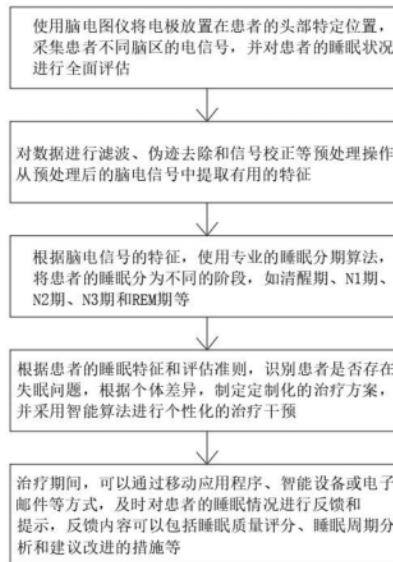
权利要求书4页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方
法和装置

(57) 摘要

本发明公开了基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法和装置,其智能失眠治疗方法包括以下步骤:S1:使用电脑图仪将电极放置在患者的头部特定位置,采集患者不同脑区的电信号,并对患者的睡眠状况进行全面评估;S2:对数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作,从预处理后的脑电信号中提取有用的特征。本发明通过对患者的脑区信号进行采集分析,可制定出符合患者的个性化的治疗方案,并采用智能算法进行个性化的治疗干预,从而能够提高治疗效果,且能够将治疗的结果反馈给患者,方便患者清楚了解自己的情况。



1. 基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:使用脑电图仪将电极放置在患者的头部特定位置,采集患者不同脑区的电信号,并对患者的睡眠状况进行全面评估;

S2:对数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作,从预处理后的脑电信号中提取有用的特征;

S3:根据脑电信号的特征,使用专业的睡眠分析算法,将患者的睡眠氛围不同的阶段,如清醒期、N1期、N2期、N3期和REM期等;

S4:根据患者的睡眠特征和评估准则,识别患者是否存在失眠问题,根据个人差异,制定定制化的治疗方案、并采用智能算法进行个性化的治疗干预;

S5:治疗期间,可以通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式,及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示,反馈内容可以包括睡眠质量评分、睡眠周期分析和建议改进的措施等。

2. 根据权利要求1所述的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法,其特征在于,所述S1中,使用脑电图仪采集患者不同脑区的电信号,其获取逻辑如下:

定位电极位置:根据国际10-20系统,确定电极在头皮上放置的相应位置,并将头皮划分为不同的区域,通过测量头围并使用标志点的位置,可以确定电极放置的具体位置;

准备电极和电极帽:将电极连接到电极帽上,并确保电极与患者头皮紧密贴合,其中电极可以是金属盘或针状电极,它们通过导电胶贴在头皮上;

清洁头皮:在头皮上涂抹去脂洗发剂或酒精,可以去除头皮油脂,以确保良好的接触质量;

将电极连接到放大器:通过导线将电极连接到放大器或记录设备,放大器将接收和放大电极捕获的微弱电信号,以便后续处理和分析;

采集电信号:在患者进行特定任务(如眼睛闭合、放松等)或进行特定刺激(如光闪烁、听觉刺激等)时,开始采集电信号,采集的电信号会通过电极传输到放大器,并记录下来;

数据分析与解释:采集到的电信号可以经过处理和分析,以获取各种脑电图特征,并进行事件相关电势分析。

3. 根据权利要求1所述的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法,其特征在于,所述S2中,对数据进行预处理和特征提取的具体步骤如下:

(1)、数据预处理步骤:

数据滤波:使用数字滤波器对采集到的脑电信号进行滤波处理,以去除高频噪声和低频噪声;

信号去噪:采用去噪算法来降低脑电信号中的各种噪声成分,例如电力线干扰、肌电干扰等;

伪迹去除:根据脑电信号的采样频率以及可能出现的伪迹干扰,使用滤波器或者其他方法进行伪迹去除;

伪体运动去除:对于头部运动引起的脑电信号波动,可以通过信号处理技术实现伪体运动去除;

(2)、特征提取的步骤:

时域特征提取:从原始的时间序列脑电信号中,提取一系列的时域特征,例如平均能

量、方差、峰值等；

频域特征提取：通过进行傅里叶变换频谱分析方法，将脑电信号转换到频域，并提取一系列频域特征，例如幅度谱密度、频带功率比等，其在分析时使用的数学表达式为：

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-i2\pi ft} dt$$
，其中 $X(f)$ 是频域上的频谱， $x(t)$ 是时域上的信号， f 是频率， e 是自然对数的底数 e ；

时-频域特征提取：使用时频分析方法小波变换，获得脑电信号的时-频图像，并从中提取时-频域特征，例如能量分布、相位分布等，其中小波变换使用的表达式为： $CWT(a, b) = \int x(t) \cdot \psi^* \{(t-b)/a\} dt$ ，其中 $x(t)$ 表示连续时间信号， $\psi(a, b)$ 表示小波函数， a 表示尺度参数， b 表示平移参数， $*$ 表示卷积操作， ψ^* 表示小波函数的共轭；

非线性特征提取：通过引入非线性动力学模型—图像重建法，提取脑电信号的非线性特征，例如拟合度、分岔分析等，其使用到的数学表达式为： $y = f(Ax)$ ，其中 f 表示非线性函数， A 表示系统的测量矩阵， x 表示待重建的图像。

4. 根据权利要求1所述的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法，其特征在于，所述S3的具体步骤如下：

选择合适的深度学习模型，其模型为卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)或注意力机制中的一种，并构建相应的模型架构；

划分数据集：将数据集划分为训练集、验证集和测试集，其中训练集用于模型训练，验证集用于调整模型超参数和监控模型性能，测试集用于评估最终模型性能；

模型训练：使用训练集对模型进行迭代训练，通过优化损失函数来调整模型参数，以提高对睡眠分段的准确性，其使用的表达式为： $\theta^* = \operatorname{argmin}_L(y(x), y(x))$ ，其中 θ^* ：代表优化过程中求得的最优参数值， argmin ：表示求取最小值时对应的参数值， L ：代表损失函数，用于衡量模型的预测结果 $y(x)$ 与真实值 $y(x)$ 之间的差异或误差， $y(x)$ ：代表输入样本 x 对应的真实值或标签， $y(x)$ ：代表模型对输入样本 x 的预测值，它是通过模型参数 θ 调整后的模型的输出；

模型验证和调优：使用验证集评估模型的性能，并根据需要进行模型调优，如调整超参数、添加正则化、调整模型结构等；

模型测试和评估：使用测试集对最终训练好的模型进行评估，获取模型在新数据上的性能指标，如准确率、召回率、F1分数等；

模型应用和部署：将训练好的模型应用于新的睡眠数据，进行分段预测，并根据需要进行后续分析和处理，从而将整晚的睡眠分为不同的阶段，如清醒期、睡眠期(包括浅睡眠和深睡眠)以及REM睡眠。

5. 根据权利要求1所述的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法，其特征在于，所述S4中，识别患者是否存在失眠问题，获取逻辑如下：

从睡眠分期的结果中提取有助于失眠识别的特征，这些特征可以包括睡眠阶段的比例、睡眠深度指标、睡眠破碎性指标、睡眠质量评估指标等；

通过特征选择算法，同时结合使用统计分析法选择出对失眠识别最具有区分度和预测能力的特征；

使用机器学习或人工智能方法建立分类模型—支持向量机，将提取的特征作为输入，将患者划分为失眠组和非失眠组，其使用的数学表达式为： $f(x) = \operatorname{sign}(w \cdot x + b)$ ，其中 w 是

超平面的法向量, b 是超平面的偏置项, 对于输入样本 x , 计算其与超平面的距离, 若结果大于 0, 则样本属于正类 ($y=1$), 若结果小于 0, 则样本属于负类 ($y=-1$)。

6. 根据权利要求 1 所述的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法, 其特征在于, 所述 S4 中, 采用智能算法进行个性化的治疗干预, 其具体步骤如下:

算法模型选择: 根据特征提取结果, 选择合适的智能算法模型进行个性化分析和预测, 其智能算法模型可为机器学习算法 (如支持向量机、随机森林、神经网络等) 和深度学习算法 (如卷积神经网络、循环神经网络等) 中的一种;

建立个性化模型: 利用所选的算法模型, 根据个体的脑电信号特征和其他相关信息, 建立个性化的治疗模型, 该模型可以根据患者的实时数据进行预测, 评估患者的睡眠质量和失眠症状;

制定治疗方案: 基于个性化模型的预测结果, 制定针对性的治疗方案, 根据患者的需求和特点, 采用合适的治疗干预手段, 如声音、光线、呼吸训练、认知行为疗法等, 来改善患者的睡眠质量和缓解失眠症状;

实时监测和调整: 实施治疗干预方案后, 持续监测患者的脑电信号和治疗效果, 根据监测结果, 及时调整治疗方案, 以达到最佳效果。

7. 根据权利要求 6 所述的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法, 其特征在于, 所述支持向量机是一种监督学习模型, 通过构建一个或多个超平面, 将不同类别的样本分割开来支持向量机, 支持向量机的输入是一组特征向量, 这些特征向量可以用来描述样本的各种属性, 支持向量机的输出是对新样本的分类结果, 指示该样本属于训练数据中的哪个类别, 支持向量机的主要功能是进行二分类和多分类任务, 它可以适用于线性可分、线性不可分和非线性分类问题;

随机森林是一种集成学习方法, 通过建立多个决策树的集合来完成分类或回归任务, 随机森林的输入是一组特征向量, 这些特征向量被用于构建决策树的节点, 随机森林的输出是对新样本进行分类或回归预测的结果, 可以是离散类别标签或连续数值, 随机森林可以用于解决分类、回归和特征选择等问题, 它具有抗过拟合能力、处理高维数据能力等优势;

神经网络是由多个神经元组成的网络结构, 其中神经元之间通过连接权重进行信息传递和处理, 神经网络的输入是一组特征向量, 这些特征向量作为输入层的节点, 用来表示样本的输入特征, 神经网络的输出是对新样本进行分类、回归或其他任务的预测结果, 可以是离散类别标签或连续数值, 神经网络可以用于模式识别、分类、回归、聚类任务, 它具有强大的拟合能力和非线性建模能力;

卷积神经网络由卷积层 (Convolutional Layer)、池化层 (Pooling Layer) 和全连接层 (Fully Connected Layer) 组成, 卷积神经网络的输入是二维图像, 可以是灰度图像或彩色图像, 卷积神经网络的功能为: 在图像处理领域有出色的表现, 通过卷积层和池化层能够提取图像的局部特征和空间结构;

循环神经网络主要由一个或多个循环层组成, 其中激活函数会将前一时刻的输出作为当前时刻的输入, 循环神经网络的输入适用于序列数据的处理, 例如自然语言、时间序列数据等, 循环神经网络的功能为: 通过循环层的记忆单元, 能够捕捉并利用序列数据中之前的信息, 从而对未来的输出进行预测、分类或生成。

8. 基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗装置, 用于实现权利要求1-7任一项所述的方法, 其特征在于, 包括数据采集模块、数据预处理模块、特征提取模块、睡眠分期模块、失眠识别模块、治疗干预模块、反馈提示模块、数据储存和管理模块以及用户界面模块;

医护人员以及患者均可通过用户界面模块对系统进行操作;

所述数据采集模块用于采集患者不同脑区的电信号, 并通过数据储存和管理模块对数据进行储存管理;

所述数据预处理模块用于对采集的数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作, 并通过特征提取模块从预处理后的脑电信号中提取有用的特征;

所述睡眠分期模块根据脑电信号的特征, 使用专业的睡眠分析算法, 将患者的睡眠氛围不同的阶段;

所述失眠识别模块用于识别患者是否存在失眠问题;

所述治疗干预模块采用智能算法对患者进行个性化的治疗干预;

所述反馈提示模块可通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式, 及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示。

基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及失眠治疗技术领域,尤其涉及基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法和装置。

背景技术

[0002] 正常的睡眠一般都包括从清醒到入睡,从浅睡到深睡的过程,在此过程,脑电波呈现出明显的规律性,当出现睡眠障碍时,睡眠过程的某一阶段甚至整个睡眠过程的脑电活动将出现异常,睡眠障碍的第一种表现是难以入睡(即失眠症),患者从清醒到入睡这一阶段的时间漫长,此时脑电波频率逐渐变低的趋势缓慢而且不明显,并伴随出现不稳定的频率跳变,睡眠障碍的第二种表现为睡眠质量不佳,易醒多梦,患者感觉似睡非睡,似醒非醒,头昏脑胀,精神恍惚,此时的脑电信号多在 θ 波频段,以浅度睡眠我、第二期为主,深度睡眠第三,W期所占的比例很小;

[0003] 为了提高睡眠质量,患者通常采用磁场促眠仪进行促眠,现有的磁场促眠仪多以频率接近脑电波的某种波形,或事先保存在存储器中的脑电波产生相应波形的时变磁场,通过磁场能对患者的脑电波产生既定的影响,即能按理想的促眠步骤实现促眠;但是现有技术中的促眠方式在使用时存在以下不足:受到个体差异的影响很大,由于每个人的脑电模式和反应都是独特的,其不能够根据患者的情况,提出个体化的治疗方案来实现针对性治疗,相同的治疗方案,导致其治疗效果不理想,不能满足使用需求,综合上述情况,因此我们提出了基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法和装置。

发明内容

[0004] 基于背景技术存在的技术问题,本发明提出了基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法和装置。

[0005] 本发明提出的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法,包括以下步骤:

[0006] S1:使用电脑图仪将电极放置在患者的头部特定位置,采集患者不同脑区的电信号,并对患者的睡眠状况进行全面评估;

[0007] S2:对数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作,从预处理后的脑电信号中提取有用的特征;

[0008] S3:根据电脑信号的特征,使用专业的睡眠分析算法,将患者的睡眠氛围不同的阶段,如清醒期、N1期、N2期、N3期和REM期等;

[0009] S4:根据患者的睡眠特征和评估准则,识别患者是否存在失眠问题,根据个人差异,制定定制化的治疗方案、并采用智能算法进行个性化的治疗干预;

[0010] S5:治疗期间,可以通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式,及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示,反馈内容可以包括睡眠质量评分、睡眠周期分析和建议改进的措施等。

[0011] 优选地,所述S1中,使用电脑图仪采集患者不同脑区的电信号,其获取逻辑如下:

[0012] 定位电极位置:根据国际10-20系统,确定电极在头皮上放置的相应位置,并将头皮划分为不同的区域,通过测量头围并使用标志点的位置,可以确定电极放置的具体位置;

[0013] 准备电极和电极帽:将电极连接到电极帽上,并确保电极与患者头皮紧密贴合,其中电极可以是金属盘或针状电极,它们通过导电胶贴在头皮上;

[0014] 清洁头皮:在头皮上涂抹去脂洗发剂或酒精,可以去除头皮油脂,以确保良好的接触质量;

[0015] 将电极连接到放大器:通过导线将电极连接到放大器或记录设备,放大器将接收和放大电极捕获的微弱电信号,以便后续处理和分析;

[0016] 采集电信号:在患者进行特定任务(如眼睛闭合、放松等)或进行特定刺激(如光闪烁、听觉刺激等)时,开始采集电信号,采集的电信号会通过电极传输到放大器,并记录下来;

[0017] 数据分析与解释:采集到的电信号可以经过处理和分析,以获取各种脑电图特征,并进行事件相关电势分析。

[0018] 优选地,所述S2中,对数据进行预处理和特征提取的具体步骤如下:

[0019] (1)、数据预处理步骤:

[0020] 数据滤波:使用数字滤波器对采集到的脑电信号进行滤波处理,以去除高频噪声和低频噪声;

[0021] 信号去噪:采用去噪算法(如小波去噪、独立成分分析等)来降低脑电信号中的各种噪声成分,例如电力线干扰、肌电干扰等;

[0022] 伪迹去除:根据脑电信号的采样频率以及可能出现的伪迹干扰(如眨眼造成的眼电伪迹),使用滤波器或者其他方法进行伪迹去除;

[0023] 伪体运动去除:对于头部运动引起的脑电信号波动,可以通过信号处理技术(如矫正算法或者平均去除等)实现伪体运动去除;

[0024] (2)、特征提取的步骤:

[0025] 时域特征提取:从原始的时间序列脑电信号中,提取一系列的时域特征,例如平均能量、方差、峰值等;

[0026] 频域特征提取:通过进行傅里叶变换频谱分析方法,将脑电信号转换到频域,并提取一系列频域特征,例如幅度谱密度、频带功率比等,其在分析时使用的数学表达式为:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-i2\pi ft} dt$$
其中 $X(f)$ 是频域上的频谱, $x(t)$ 是时域上的信号, f 是频率, e 是自然对数的底数 e ;

[0027] 时-频域特征提取:使用时频分析方法小波变换,获得脑电信号的时-频图像,并从中提取时-频域特征,例如能量分布、相位分布等,其中小波变换使用的表达式为: $CWT(a,b) = \int x(t) * \psi\{(t-b)/a\} dt$,其中 $x(t)$ 表示连续时间信号, $\psi(a,b)$ 表示小波函数, a 表示尺度参数, b 表示平移参数, $*$ 表示卷积操作, ψ^* 表示小波函数的共轭;

[0028] 非线性特征提取:通过引入非线性动力学模型—图像重建法,提取脑电信号的非线性特征,例如拟合度、分岔分析等,其使用到的数学表达式为: $y = f(Ax)$,其中 f 表示非线性函数, A 表示系统的测量矩阵, x 表示待重建的图像。

[0029] 优选地,所述S3的具体步骤如下:

[0030] 选择合适的深度学习模型,其模型为卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)或注意力机制中的一种,并构建相应的模型架构;

[0031] 划分数据集:将数据集划分为训练集、验证集和测试集,其中训练集用于模型训练,验证集用于调整模型超参数和监控模型性能,测试集用于评估最终模型性能;

[0032] 模型训练:使用训练集对模型进行迭代训练,通过优化损失函数来调整模型参数,以提高对睡眠分段的准确性,其使用的表达式为: $\theta^* = \operatorname{argmin}_L(y(x), y(x))$,其中 θ^* :代表优化过程中求得的最优参数值, argmin :表示求取最小值时对应的参数值, L :代表损失函数,用于衡量模型的预测结果 $y(x)$ 与真实值 $y(x)$ 之间的差异或误差, $y(x)$:代表输入样本 x 对应的真实值或标签, $y(x)$:代表模型对输入样本 x 的预测值,它是通过模型参数 θ 调整后的模型的输出;

[0033] 模型验证和调优:使用验证集评估模型的性能,并根据需要进行模型调优,如调整超参数、添加正则化、调整模型结构等;

[0034] 模型测试和评估:使用测试集对最终训练好的模型进行评估,获取模型在新数据上的性能指标,如准确率、召回率、F1分数等;

[0035] 模型应用和部署:将训练好的模型应用于新的睡眠数据,进行分段预测,并根据需要进行后续分析和处理,从而将整晚的睡眠分为不同的阶段,如清醒期、睡眠期(包括浅睡眠和深睡眠)以及REM睡眠。

[0036] 优选地,所述S4中,识别患者是否存在失眠问题,获取逻辑如下:

[0037] 从睡眠分期的结果中提取有助于失眠识别的特征,这些特征可以包括睡眠阶段的比例、睡眠深度指标、睡眠破碎性指标、睡眠质量评估指标等;

[0038] 通过特征选择算法,同时结合使用统计分析法选择出对失眠识别最具有区分度和预测能力的特征;

[0039] 使用机器学习或人工智能方法建立分类模型—支持向量机,将提取的特征作为输入,将患者划分为失眠组和非失眠组,其使用的数学表达式为: $f(x) = \operatorname{sign}(w \cdot x + b)$,其中 w 是超平面的法向量, b 是超平面的偏置项,对于输入样本 x ,计算其与超平面的距离,若结果大于0,则样本属于正类($y=1$),若结果小于0,则样本属于负类($y=-1$)。

[0040] 优选地,所述S4中,采用智能算法进行个性化的治疗干预,其具体步骤如下:

[0041] 算法模型选择:根据特征提取结果,选择合适的智能算法模型进行个性化分析和预测,其智能算法模型可为机器学习算法(如支持向量机、随机森林、神经网络等)和深度学习算法(如卷积神经网络、循环神经网络等)中的一种;

[0042] 建立个性化模型:利用所选的算法模型,根据个体的脑电信号特征和其他相关信息,建立个性化的治疗模型,该模型可以根据患者的实时数据进行预测,评估患者的睡眠质量和失眠症状;

[0043] 制定治疗方案:基于个性化模型的预测结果,制定针对性的治疗方案,根据患者的需求和特点,采用合适的治疗干预手段,如声音、光线、呼吸训练、认知行为疗法等,来改善患者的睡眠质量和缓解失眠症状;

[0044] 实时监测和调整:实施治疗干预方案后,持续监测患者的脑电信号和治疗效果,根据监测结果,及时调整治疗方案,以达到最佳效果。

[0045] 优选地,所述支持向量机是一种监督学习模型,通过构建一个或多个超平面(分割

线或者曲面),将不同类别的样本分割开来支持向量机,支持向量机的输入是一组特征向量,这些特征向量可以用来描述样本的各种属性,支持向量机的输出是对新样本的分类结果,指示该样本属于训练数据中的哪个类别,支持向量机的主要功能是进行二分类和多分类任务,它可以适用于线性可分、线性不可分和非线性分类问题;

[0046] 随机森林是一种集成学习方法,通过建立多个决策树的集合来完成分类或回归任务,随机森林的输入是一组特征向量,这些特征向量被用于构建决策树的节点,随机森林的输出是对新样本进行分类或回归预测的结果,可以是离散类别标签或连续数值,随机森林可以用于解决分类、回归和特征选择等问题,它具有抗过拟合能力、处理高维数据能力等优势;

[0047] 神经网络是由多个神经元(或称为节点)组成的网络结构,其中神经元之间通过连接权重进行信息传递和处理,神经网络的输入是一组特征向量,这些特征向量作为输入层的节点,用来表示样本的输入特征,神经网络的输出是对新样本进行分类、回归或其他任务的预测结果,可以是离散类别标签或连续数值,神经网络可以用于模式识别、分类、回归、聚类等任务,它具有强大的拟合能力和非线性建模能力;

[0048] 卷积神经网络由卷积层(ConvolutionalLayer)、池化层(PoolingLayer)和全连接层(FullyConnectedLayer)组成,卷积神经网络的输入是二维图像,可以是灰度图像(单通道)或彩色图像(多通道),卷积神经网络的功能为:在图像处理领域有出色的表现,通过卷积层和池化层能够提取图像的局部特征和空间结构;

[0049] 循环神经网络主要由一个或多个循环层组成,其中激活函数会将前一时刻的输出作为当前时刻的输入,循环神经网络的输入适用于序列数据的处理,例如自然语言、时间序列数据等,循环神经网络的功能为:通过循环层的记忆单元,能够捕捉并利用序列数据中之前的信息,从而对未来的输出进行预测、分类或生成。

[0050] 本发明还提出了基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗装置,包括数据采集模块、数据预处理模块、特征提取模块、睡眠分期模块、失眠识别模块、治疗干预模块、反馈提示模块、数据储存和管理模块以及用户界面模块;

[0051] 医护人员以及患者均可通过用户界面模块对系统进行操作;

[0052] 所述数据采集模块用于采集患者不同脑区的电信号,并通过数据储存和管理模块对数据进行储存管理;

[0053] 所述数据预处理模块用于对采集的数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作,并通过特征提取模块从预处理后的脑电信号中提取有用的特征;

[0054] 所述睡眠分期模块根据脑电信号的特征,使用专业的睡眠分析算法,将患者的睡眠氛围不同的阶段;

[0055] 所述失眠识别模块用于识别患者是否存在失眠问题;

[0056] 所述治疗干预模块采用智能算法对患者进行个性化的治疗干预;

[0057] 所述反馈提示模块可通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式,及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示。

[0058] 与现有的技术相比,本发明的有益效果是:

[0059] 1、通过对患者脑区的电信号进行采集,并进行分析和评估,制定出符合患者的个性化的治疗方案,并采用智能算法进行个性化的治疗干预,从而能够提高治疗效果;

[0060] 2、通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式,及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示,方便患者清楚的了解自己的情况;

[0061] 本发明通过对患者的脑区信号进行采集分析,可制定出符合患者的个性化的治疗方案,并采用智能算法进行个性化的治疗干预,从而能够提高治疗效果,且能够将治疗的结果反馈给患者,方便患者清楚了解自己的情况。

附图说明

[0062] 图1为本发明提出的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法的流程图;

[0063] 图2为本发明提出的基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗装置的框图。

具体实施方式

[0064] 下面结合具体实施例对本发明作进一步解说。

[0065] 实施例

[0066] 参照图1,本实施例提出了基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗方法,包括以下步骤:

[0067] S1:使用脑电图仪将电极放置在患者的头部特定位置,采集患者不同脑区的电信号,并对患者的睡眠状况进行全面评估;其中使用脑电图仪采集患者不同脑区的电信号,其获取逻辑如下:

[0068] 定位电极位置:根据国际10-20系统,确定电极在头皮上放置的相应位置,并将头皮划分为不同的区域,通过测量头围并使用标志点的位置,可以确定电极放置的具体位置;

[0069] 准备电极和电极帽:将电极连接到电极帽上,并确保电极与患者头皮紧密贴合,其中电极可以是金属盘或针状电极,它们通过导电胶贴在头皮上;

[0070] 清洁头皮:在头皮上涂抹去脂洗发剂或酒精,可以去除头皮油脂,以确保良好的接触质量;

[0071] 将电极连接到放大器:通过导线将电极连接到放大器或记录设备,放大器将接收和放大电极捕获的微弱电信号,以便后续处理和分析;

[0072] 采集电信号:在患者进行特定任务(如眼睛闭合、放松等)或进行特定刺激(如光闪烁、听觉刺激等)时,开始采集电信号,采集的电信号会通过电极传输到放大器,并记录下来;

[0073] 数据分析与解释:采集到的电信号可以经过处理和分析,以获取各种脑电图特征,并进行事件相关电势分析;

[0074] S2:对数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作,从预处理后的脑电信号中提取有用的特征;其中对数据进行预处理和特征提取的具体步骤如下:

[0075] (1)、数据预处理步骤:

[0076] 数据滤波:使用数字滤波器对采集到的脑电信号进行滤波处理,以去除高频噪声和低频噪声;

[0077] 信号去噪:采用去噪算法(如小波去噪、独立成分分析等)来降低脑电信号中的各种噪声成分,例如电力线干扰、肌电干扰等;

[0078] 伪迹去除:根据脑电信号的采样频率以及可能出现的伪迹干扰(如眨眼造成的眼

电伪迹),使用滤波器或者其他方法进行伪迹去除;

[0079] 伪体运动去除:对于头部运动引起的脑电信号波动,可以通过信号处理技术(如矫正算法或者平均去除等)实现伪体运动去除;

[0080] (2)、特征提取的步骤:

[0081] 时域特征提取:从原始的时间序列脑电信号中,提取一系列的时域特征,例如平均能量、方差、峰值等;

[0082] 频域特征提取:通过进行傅里叶变换频谱分析方法,将脑电信号转换到频域,并提取一系列频域特征,例如幅度谱密度、频带功率比等,其在分析时使用的数学表达式为:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-i2\pi ft} dt$$
,其中 $X(f)$ 是频域上的频谱, $x(t)$ 是时域上的信号, f 是频率, e 是自然对数的底数 e ;

[0083] 时-频域特征提取:使用时频分析方法小波变换,获得脑电信号的时-频图像,并从中提取时-频域特征,例如能量分布、相位分布等,其中小波变换使用的表达式为: $CWT(a,b) = \int x(t) \cdot \psi^* \{(t-b)/a\} dt$,其中 $x(t)$ 表示连续时间信号, $\psi(a,b)$ 表示小波函数, a 表示尺度参数, b 表示平移参数, $*$ 表示卷积操作, ψ^* 表示小波函数的共轭;

[0084] 非线性特征提取:通过引入非线性动力学模型—图像重建法,提取脑电信号的非线性特征,例如拟合度、分岔分析等,其使用到的数学表达式为: $y=f(Ax)$,其中 f 表示非线性函数, A 表示系统的测量矩阵, x 表示待重建的图像;

[0085] S3:根据脑电信号的特征,使用专业的睡眠分析算法,将患者的睡眠氛围不同的阶段,如清醒期、N1期、N2期、N3期和REM期等,其具体步骤如下:

[0086] 选择合适的深度学习模型,其模型为卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)或注意力机制中的一种,并构建相应的模型架构;

[0087] 划分数据集:将数据集划分为训练集、验证集和测试集,其中训练集用于模型训练,验证集用于调整模型超参数和监控模型性能,测试集用于评估最终模型性能;

[0088] 模型训练:使用训练集对模型进行迭代训练,通过优化损失函数来调整模型参数,以提高对睡眠分段的准确性,其使用的表达式为: $\theta^* = \operatorname{argmin}_L(y(x), y(x))$,其中 θ^* :代表优化过程中求得的最优参数值, argmin :表示求取最小值时对应的参数值, L :代表损失函数,用于衡量模型的预测结果 $y(x)$ 与真实值 $y(x)$ 之间的差异或误差, $y(x)$:代表输入样本 x 对应的真实值或标签, $y(x)$:代表模型对输入样本 x 的预测值,它是通过模型参数 θ 调整后的模型的输出;

[0089] 模型验证和调优:使用验证集评估模型的性能,并根据需要进行模型调优,如调整超参数、添加正则化、调整模型结构等;

[0090] 模型测试和评估:使用测试集对最终训练好的模型进行评估,获取模型在新数据上的性能指标,如准确率、召回率、F1分数等;

[0091] 模型应用和部署:将训练好的模型应用于新的睡眠数据,进行分段预测,并根据需要进行后续分析和处理,从而将整晚的睡眠分为不同的阶段,如清醒期、睡眠期(包括浅睡眠和深睡眠)以及REM睡眠;

[0092] S4:根据患者的睡眠特征和评估准则,识别患者是否存在失眠问题,根据个人差异,制定定制化的治疗方案、并采用智能算法进行个性化的治疗干预;

[0093] 其中识别患者是否存在失眠问题,获取逻辑如下:

[0094] 从睡眠分期的结果中提取有助于失眠识别的特征,这些特征可以包括睡眠阶段的比例、睡眠深度指标、睡眠破碎性指标、睡眠质量评估指标等;

[0095] 通过特征选择算法,同时结合使用统计分析法选择出对失眠识别最具有区分度和预测能力的特征;

[0096] 使用机器学习或人工智能方法建立分类模型—支持向量机,将提取的特征作为输入,将患者划分为失眠组和非失眠组,其使用的数学表达式为: $f(x) = \text{sign}(w \cdot x + b)$,其中 w 是超平面的法向量, b 是超平面的偏置项,对于输入样本 x ,计算其与超平面的距离,若结果大于0,则样本属于正类($y=1$),若结果小于0,则样本属于负类($y=-1$);

[0097] 采用智能算法进行个性化的治疗干预,其具体步骤如下:

[0098] 算法模型选择:根据特征提取结果,选择合适的智能算法模型进行个性化分析和预测,其智能算法模型可为机器学习算法(如支持向量机、随机森林、神经网络等)和深度学习算法(如卷积神经网络、循环神经网络等)中的一种;其中所述支持向量机是一种监督学习模型,通过构建一个或多个超平面(分割线或者曲面),将不同类别的样本分割开来支持向量机,支持向量机的输入是一组特征向量,这些特征向量可以用来描述样本的各种属性,支持向量机的输出是对新样本的分类结果,指示该样本属于训练数据中的哪个类别,支持向量机的主要功能是进行二分类和多分类任务,它可以适用于线性可分、线性不可分和非线性分类问题,本步骤中的随机森林是一种集成学习方法,通过建立多个决策树的集合来完成分类或回归任务,随机森林的输入是一组特征向量,这些特征向量被用于构建决策树的节点,随机森林的输出是对新样本进行分类或回归预测的结果,可以是离散类别标签或连续数值,随机森林可以用于解决分类、回归和特征选择等问题,它具有抗过拟合能力、处理高维数据能力等优势,本步骤中的神经网络是由多个神经元(或称为节点)组成的网络结构,其中神经元之间通过连接权重进行信息传递和处理,神经网络的输入是一组特征向量,这些特征向量作为输入层的节点,用来表示样本的输入特征,神经网络的输出是对新样本进行分类、回归或其他任务的预测结果,可以是离散类别标签或连续数值,神经网络可以用于模式识别、分类、回归、聚类任务,它具有强大的拟合能力和非线性建模能力,本步骤中的卷积神经网络由卷积层(Convolutional Layer)、池化层(Pooling Layer)和全连接层(Fully Connected Layer)组成,卷积神经网络的输入是二维图像,可以是灰度图像(单通道)或彩色图像(多通道),卷积神经网络的功能为:在图像处理领域有出色的表现,通过卷积层和池化层能够提取图像的局部特征和空间结构,本步骤中的循环神经网络主要由一个或多个循环层组成,其中激活函数会将前一时刻的输出作为当前时刻的输入,循环神经网络的输入适用于序列数据的处理,例如自然语言、时间序列数据等,循环神经网络的功能为:通过循环层的记忆单元,能够捕捉并利用序列数据中之前的信息,从而对未来的输出进行预测、分类或生成;

[0099] 建立个性化模型:利用所选的算法模型,根据个体的脑电信号特征和其他相关信息,建立个性化的治疗模型,该模型可以根据患者的实时数据进行预测,评估患者的睡眠质量和失眠症状;

[0100] 制定治疗方案:基于个性化模型的预测结果,制定针对性的治疗方案,根据患者的需求和特点,采用合适的治疗干预手段,如声音、光线、呼吸训练、认知行为疗法等,来改善

患者的睡眠质量和缓解失眠症状；

[0101] 实时监测和调整：实施治疗干预方案后，持续监测患者的脑电信号和治疗效果，根据监测结果，及时调整治疗方案，以达到最佳效果；

[0102] S5：治疗期间，可以通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式，及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示，反馈内容可以包括睡眠质量评分、睡眠周期分析和建议改进的措施等。

[0103] 该实施例通过对患者的脑区信号进行采集分析，可制定出符合患者的个性化的治疗方案，并采用智能算法进行个性化的治疗干预，从而能够提高治疗效果，且能够将治疗的结果反馈给患者，方便患者清楚了解自己的情况。

[0104] 实施例2

[0105] 参照图2，本实施例提出了基于实时脑电监测技术的智能失眠治疗装置，包括数据采集模块、数据预处理模块、特征提取模块、睡眠分期模块、失眠识别模块、治疗干预模块、反馈提示模块、数据储存和管理模块以及用户界面模块；

[0106] 医护人员以及患者均可通过用户界面模块对系统进行操作；

[0107] 所述数据采集模块用于采集患者不同脑区的电信号，并通过数据储存和管理模块对数据进行储存管理；

[0108] 所述数据预处理模块用于对采集的数据进行滤波、伪迹去除和信号校正等预处理操作，并通过特征提取模块从预处理后的脑电信号中提取有用的特征；

[0109] 所述睡眠分期模块根据脑电信号的特征，使用专业的睡眠分析算法，将患者的睡眠氛围不同的阶段；

[0110] 所述失眠识别模块用于识别患者是否存在失眠问题；

[0111] 所述治疗干预模块采用智能算法对患者进行个性化的治疗干预；

[0112] 所述反馈提示模块可通过移动应用程序、智能设备或电子邮件等方式，及时对患者的睡眠情况进行反馈和提示。

[0113] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

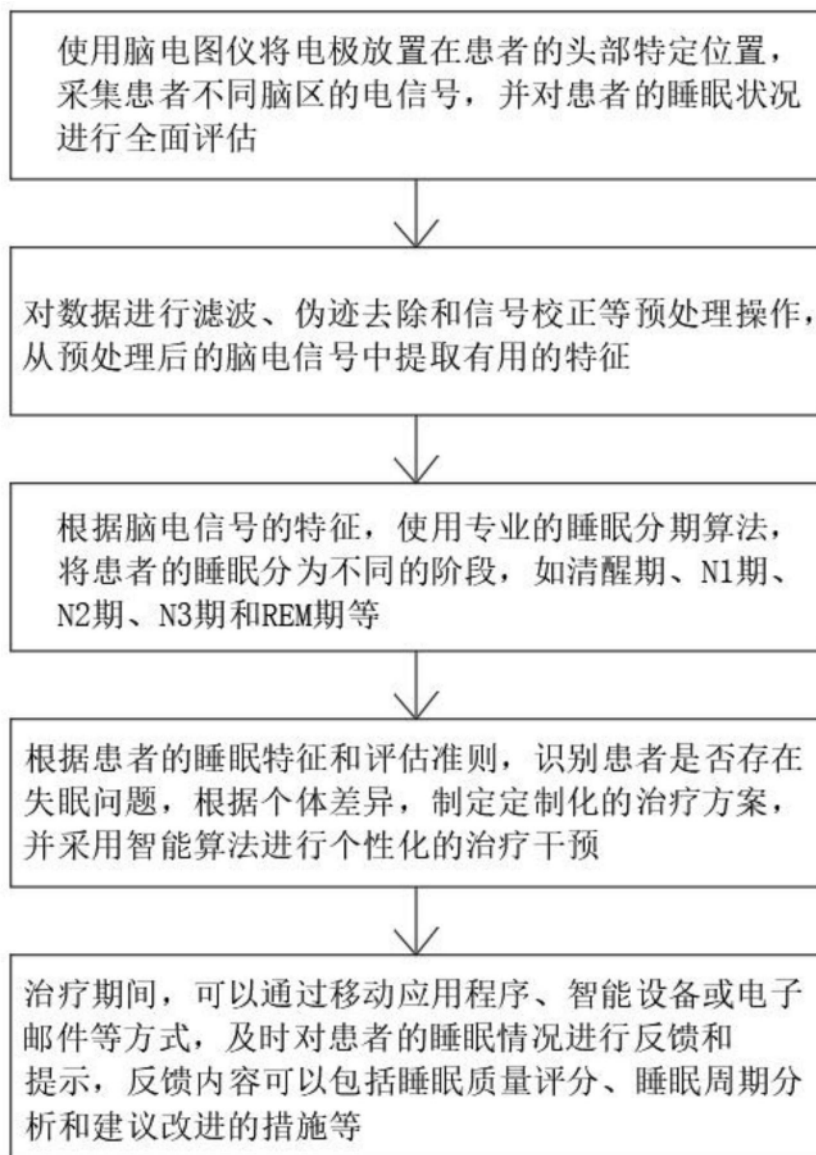


图1

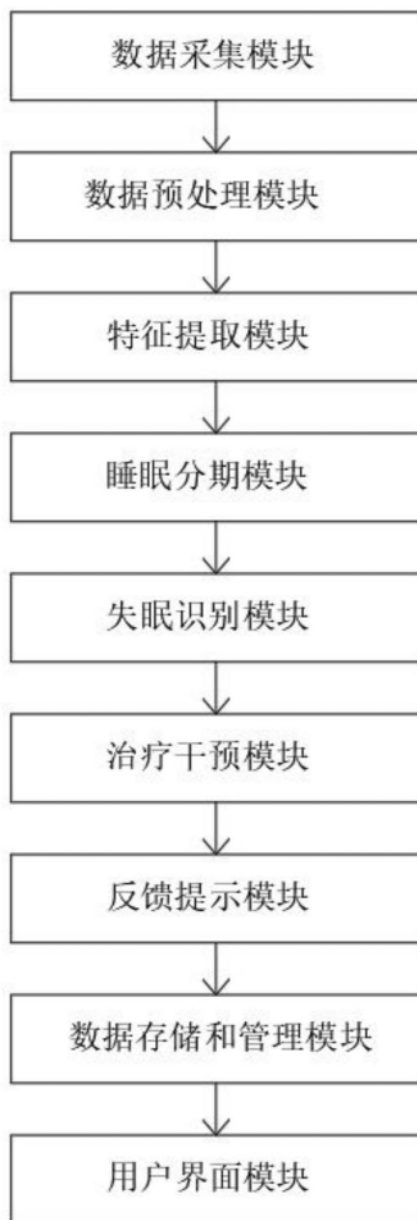


图2