



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107468243 A

(43)申请公布日 2017.12.15

(21)申请号 201710778478.0

(22)申请日 2017.09.01

(71)申请人 北京大智商医疗器械有限公司

地址 100176 北京市北京经济技术开发区
文化园西路8号院26号楼1603-1室

(72)发明人 闫天翼 李章平 耿境泽 沈亚奇
冯元

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11371

代理人 唐维虎

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

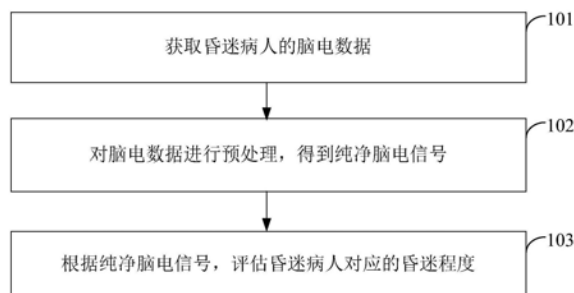
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种评估昏迷程度的方法及装置

(57)摘要

本发明提供了一种评估昏迷程度的方法及装置,该方法包括:获取昏迷病人的脑电数据;对脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;根据纯净脑电信号,评估昏迷病人对应的昏迷程度。本发明根据昏迷病人的纯净脑电信号,自动评估昏迷病人的昏迷程度,降低昏迷程度评估过程中的人工干预,避免评估过程受医护人员的主观因素影响,避免人为误判,降低评估误差,提高评估准确性。将样本熵值应用到评估昏迷程度中,计算纯净脑电信号对应的样本熵值,根据该样本熵值所在的阈值范围来评估昏迷程度,实现对昏迷程度的量化评估,大大提高评估效率。同时根据纯净脑电信号进行自动预后判断,将样本熵值应用到昏迷病人的预后判断中,提高预后判断的效率及准确性。



1. 一种评估昏迷程度的方法,其特征在于,所述方法包括:
获取昏迷病人的脑电数据;
对所述脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;
根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对所述脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号,包括:
去除所述脑电数据中的线性趋势、直流分量及工频干扰;
对去除操作后的所述脑电数据进行预设频率范围的滤波处理;
从滤波处理后的所述脑电数据中剔除眼电数据,并进行小波变换去噪,得到纯净脑电信号。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度,包括:
根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的昏迷样本熵值;
确定所述昏迷样本熵值所处的昏迷阈值范围;
将所述昏迷阈值范围对应的昏迷程度确定为所述昏迷病人对应的昏迷程度。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度,包括:
根据所述纯净脑电信号,计算信号能量及所述昏迷病人对应的昏迷样本熵值;
获取所述信号能量在时域和频域的分布特点;
绘制所述纯净脑电信号对应的脑电图,提取所述脑电图的波形特征;
将所述纯净脑电信号与预设正常脑电信号对比,得到比较结果;
根据所述昏迷样本熵值、所述分布特点、所述波形特征及所述比较结果,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度,包括:
根据所述纯净脑电信号,计算信号能量及所述昏迷病人对应的昏迷样本熵值;
绘制所述纯净脑电信号对应的脑电图,从所述脑电图中提取波段的幅值及频率;
将所述昏迷样本熵值、所述信号能量、所述幅值及所述频率输入预先训练的昏迷机器学习模型,得到所述昏迷病人对应的昏迷程度。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的预后样本熵值;
确定所述预后样本熵值所处的预后阈值范围;
将所述预后阈值范围对应的预后等级确定为所述昏迷病人对应的预后等级。
7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述评估所述昏迷病人对应的昏迷程度之后,还包括:
根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的预后样本熵值;
提取所述纯净脑电信号中包括的睡眠纺锤波;
根据所述预后样本熵值、所述信号能量、所述幅值、所述频率及所述睡眠纺锤波,通过预先训练的预后机器学习模型评估所述昏迷病人对应的预后等级。

8. 根据权利要求6或7任一项所述的方法, 其特征在于, 所述评估所述昏迷病人对应的昏迷程度之后, 还包括:

显示所述昏迷程度、所述预后等级、所述昏迷病人对应的脑电图及各波段图。

9. 一种评估昏迷程度的装置, 其特征在于, 所述装置包括:

获取模块, 用于获取昏迷病人的脑电数据;

预处理模块, 用于对所述脑电数据进行预处理, 得到纯净脑电信号;

评估模块, 用于根据所述纯净脑电信号, 评估所述昏迷病人对应的昏迷程度。

10. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括:

预后模块, 用于根据所述纯净脑电信号, 计算所述昏迷病人对应的预后样本熵值; 确定所述预后样本熵值所处的预后阈值范围; 将所述预后阈值范围对应的预后等级确定为所述昏迷病人对应的预后等级。

一种评估昏迷程度的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术领域,具体而言,涉及一种评估昏迷程度的方法及装置。

背景技术

[0002] 昏迷是完全意识丧失的一种类型,是临床上的危重症。为了缩短病人昏迷时间,提高昏迷病人的生存率,需要确定昏迷病人的昏迷程度、预后情况及当前状态等。

[0003] 当前,医学上通常使用格拉斯哥昏迷评分方式来评估病人的昏迷程度。格拉斯哥昏迷指数的评估有睁眼反应、语言反应和肢体运动三个方面,将这三个方面的评估分数加和得到的总分即为最终的昏迷指数。而医护人员对病人进行这三方面的测试,是通过观察病人的反应来做判断的,因此容易受到医护人员主观因素的影响,造成误判,准确性很低,不能如实反映病人昏迷程度的真实情况。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明实施例的目的在于提供一种评估昏迷程度的方法及装置,以解决现有技术存在的以下问题:当前由医护人员通过观察病人的反应来做判断,易受医护人员主观因素影响,造成误判,准确性很低,不能如实反映病人昏迷程度的真实情况。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种评估昏迷程度的方法,所述方法包括:

[0006] 获取昏迷病人的脑电数据;

[0007] 对所述脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;

[0008] 根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度。

[0009] 结合第一方面,本发明实施例提供了上述第一方面的第一种可能的实现方式,其中,所述对所述脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号,包括:

[0010] 去除所述脑电数据中的线性趋势、直流分量及工频干扰;

[0011] 对去除操作后的所述脑电数据进行预设频率范围的滤波处理;

[0012] 从滤波处理后的所述脑电数据中剔除眼电数据,并进行小波变换去噪,得到纯净脑电信号。

[0013] 结合第一方面,本发明实施例提供了上述第一方面的第二种可能的实现方式,其中,所述根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度,包括:

[0014] 根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的昏迷样本熵值;

[0015] 确定所述昏迷样本熵值所处的昏迷阈值范围;

[0016] 将所述昏迷阈值范围对应的昏迷程度确定为所述昏迷病人对应的昏迷程度。

[0017] 结合第一方面,本发明实施例提供了上述第一方面的第三种可能的实现方式,其中,所述根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度,包括:

[0018] 根据所述纯净脑电信号,计算信号能量及所述昏迷病人对应的昏迷样本熵值;

[0019] 获取所述信号能量在时域和频域的分布特点;

[0020] 绘制所述纯净脑电信号对应的脑电图,提取所述脑电图的波形特征;

- [0021] 将所述纯净脑电信号与预设正常脑电信号对比,得到比较结果;
- [0022] 根据所述昏迷样本熵值、所述分布特点、所述波形特征及所述比较结果,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度。
- [0023] 结合第一方面,本发明实施例提供了上述第一方面的第四种可能的实现方式,其中,所述根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度,包括:
- [0024] 根据所述纯净脑电信号,计算信号能量及所述昏迷病人对应的昏迷样本熵值;
- [0025] 绘制所述纯净脑电信号对应的脑电图,从所述脑电图中提取波段的幅值及频率;
- [0026] 将所述昏迷样本熵值、所述信号能量、所述幅值及所述频率输入预先训练的昏迷机器学习模型,得到所述昏迷病人对应的昏迷程度。
- [0027] 结合第一方面,本发明实施例提供了上述第一方面的第五种可能的实现方式,其中,所述方法还包括:
- [0028] 根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的预后样本熵值;
- [0029] 确定所述预后样本熵值所处的预后阈值范围;
- [0030] 将所述预后阈值范围对应的预后等级确定为所述昏迷病人对应的预后等级。
- [0031] 结合第一方面的第三种可能的实现方式,本发明实施例提供了上述第一方面的第六种可能的实现方式,其中,所述评估所述昏迷病人对应的昏迷程度之后,还包括:
- [0032] 根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的预后样本熵值;
- [0033] 提取所述纯净脑电信号中包括的睡眠纺锤波;
- [0034] 根据所述预后样本熵值、所述信号能量、所述幅值、所述频率及所述睡眠纺锤波,通过预先训练的预后机器学习模型评估所述昏迷病人对应的预后等级。
- [0035] 结合第一方面,本发明实施例提供了上述第一方面的第七种可能的实现方式,其中,所述评估所述昏迷病人对应的昏迷程度之后,还包括:
- [0036] 显示所述昏迷程度、所述预后等级、所述昏迷病人对应的脑电图及各波段图。
- [0037] 第二方面,本发明实施例提供了一种评估昏迷程度的装置,所述装置包括:
- [0038] 获取模块,用于获取昏迷病人的脑电数据;
- [0039] 预处理模块,用于对所述脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;
- [0040] 评估模块,用于根据所述纯净脑电信号,评估所述昏迷病人对应的昏迷程度。
- [0041] 结合第二方面,本发明实施例提供了上述第二方面的第一种可能的实现方式,其中,所述装置还包括:
- [0042] 预后模块,用于根据所述纯净脑电信号,计算所述昏迷病人对应的预后样本熵值;确定所述预后样本熵值所处的预后阈值范围;将所述预后阈值范围对应的预后等级确定为所述昏迷病人对应的预后等级。
- [0043] 在本发明实施例中,获取昏迷病人的脑电数据;对脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;根据纯净脑电信号,评估昏迷病人对应的昏迷程度。本发明根据昏迷病人的纯净脑电信号,自动评估昏迷病人的昏迷程度,降低昏迷程度评估过程中的人工干预,避免评估过程受医护人员的主观因素影响,避免人为误判,降低评估误差,提高评估准确性。将样本熵值应用到评估昏迷程度中,计算纯净脑电信号对应的样本熵值,根据该样本熵值所在的阈值范围来评估昏迷程度,实现对昏迷程度的量化评估,大大提高评估效率。同时根据纯净脑电信号进行自动预后判断,将样本熵值应用到昏迷病人的预后判断中,提高预后判断的

效率及准确性。

[0044] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，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，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0046] 图1示出了本发明实施例1所提供的评估昏迷程度的方法所基于的硬件结构示意图；

[0047] 图2示出了本发明实施例所提供的一种评估昏迷程度的方法流程图；

[0048] 图3示出了本发明实施例1所提供的一种用于评估昏迷程度的应用程序的底层流程示意图；

[0049] 图4示出了本发明实施例1所提供的另一种用于评估昏迷程度的应用程序的底层流程示意图；

[0050] 图5示出了本发明实施例2所提供的一种评估昏迷程度的装置结构示意图。

具体实施方式

[0051] 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。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例，本领域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。

[0052] 考虑到当前采用格拉斯哥昏迷评分方式，由医护人员通过观察病人的反应来做判断，易受医护人员主观因素影响，造成误判，准确性很低，不能如实反映病人昏迷程度的真实情况。同样地，采用格拉斯哥昏迷评分方式对昏迷病人进行预后判断的准确性也很低。基于此，本发明实施例提供了一种评估昏迷程度的方法及装置，下面通过实施例进行描述。

[0053] 实施例1

[0054] 本发明实施例提供了一种评估昏迷程度的方法。昏迷是完全意识丧失的一种类型，是临床上的危重症。昏迷的发生，提示患者的脑皮质功能发生了严重障碍。医学上将昏迷的程度分为：轻度昏迷、中度昏迷、重度昏迷、过度昏迷。本发明实施例通过利用昏迷病人的脑电信号，自动评估昏迷病人的昏迷程度，并对昏迷病人进行预后判断，提高了昏迷程度评估的准确性及效率。

[0055] 如图1所示，本发明实施例所基于的硬件系统包括脑电采集设备和评估终端。脑电采集设备包括采集模块、脑电数据处理模块、数据发送模块和电源模块。电源模块包括电池、电源开关和电量提示灯，电池向脑电采集设备各组成部分提供稳压电源。电量提示灯提

示当前电量是否充足,如电量充足时电量指示灯提示绿色,电量不足时提示红色。

[0056] 其中,采集模块包括采集电极和参考电极。采集电极是可拓展的,如可以从1个拓展到20个,而且采集电极是可拆卸可移动的,能够根据采集区域的不同等要求来移动采集电极。在本发明实施例中,采集电极采用的是爪式电极,爪式电极的主要材料为可3D(三维)打印的硅类材质,具有良好的弹性。在使用时爪式电极可以被脑电帽轻易的按压在昏迷病人的头皮上,与头皮紧密接触并避开头发。同时爪式电极的每个爪尖都镀银,且与爪式电极爪内的导电材料骨架相连,具有良好的导电性。爪式电极配合后续放大器超高的输入阻抗,可以敏锐感受到脑电细小的变化。参考电极为2个圆形纽扣电极,通过耳夹分别固定在昏迷病人的左右耳垂。

[0057] 在通过上述采集电极采集昏迷病人的脑电数据时,将脑电采集设备与上述评估终端有线连接或无线连接。然后将采集电极与昏迷病人的头皮接触连接,并将参考电极固定在昏迷病人的耳垂上。在采集脑电数据的过程中,需要剔除坏导,即去除与头皮连接不稳定的采集电极,或者没有连接上的电极。对于连接良好的采集电极,脑电采集设备发送第一预设命令给终端。对于连接不稳定的采集电极,脑电采集设备发送第二预设命令给终端。终端根据脑电采集设备发送的命令来确定每个采集电极的连接情况,并提示用户调整连接不稳的采集电极。例如,对于没有连接上或连接不稳定的采集电极,终端显示红色;对于连接良好的采集电极,终端显示绿色。用户看到某个电极对应为红色时,调整该电极,直至该电极连接良好。上述第一预设命令可以为数字0命令,上述第二预设命令可以为非0命令。

[0058] 脑电采集设备包括的脑电数据处理模块包括放大电路、滤波电路及A/D转换电路。由于脑电信号频率很低,放大电路使得脑电信号在低频时 also 具有很高的输入阻抗,从而具有较强的交流耦合能力,可以在抑制直流干扰的情况下提供较高的共模抑制比。放大电路可以为前置差分放大电路、电压放大电路或低频放大电路。

[0059] 采集电极采集到昏迷病人的脑电信号后,将脑电信号输入放大电路中进行放大,然后由滤波电路对脑电信号进行滤波,降低噪声对脑电信号的干扰,提高脑电信号的信噪比。脑电信号的频率范围为0.5Hz~35Hz,本发明实施例中滤波电路分别用巴特沃斯带通滤波器、陷波滤波器,去除脑电信号以外的高频干扰、低频干扰和50Hz工频干扰。

[0060] 通过滤波电路对脑电数据滤波之后,通过A/D转换电路将脑电信号转换为数字信号。及A/D转换电路经取样、保持、量化及编码,将时间、幅值连续的模拟脑电信号转换为时间与幅值均离散的数字脑电信号。A/D转换电路每秒输出离散脑电数字信号值的个数为512点,即脑电采集设备的采样频率为512Hz。

[0061] 脑电采集设备包括的数据发送模块主要包含管理控制芯片和无线射频发送器。管理控制芯片除了控制脑电采集设备各组成部分之间的互相通讯外,还与无线射频发送器连接,并控制无线射频发送器中转数据,将接收到的数字形式的脑电信号传输给无线射频发送器,由无线射频发送器发送给评估终端。

[0062] 脑电采集设备采集到昏迷病人的脑电数据,并对采集的脑电数据进行放大及滤波,然后将脑电数据转换为数字形式的脑电数据后,将脑电数据传输给评估终端。评估终端即为本发明实施例的执行主体,如图2所示,评估终端通过如下步骤101-103的操作来自动评估昏迷病人的昏迷程度。

[0063] 步骤101:获取昏迷病人的脑电数据。

[0064] 评估终端从脑电采集设备获取脑电数据。获取到脑电数据后,评估终端还将脑电数据存储于数据库,或者将脑电数据存储于某个文件路径下,以用于后期对脑电数据进行非实时线下分析。

[0065] 步骤102:对脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号。

[0066] 虽然脑电采集设备对采集到的脑电信号进行了放大、滤波等处理,抑制了一些噪声干扰,但脑电信号中依旧不可避免的混入一些噪声和干扰,所以评估终端获取到脑电数据后,首先对脑电数据进行预处理,进一步去除噪声、干扰,以得到纯净脑电信号,具体包括:

[0067] 去除脑电数据中的线性趋势、直流分量及工频干扰;对去除操作后的脑电数据进行预设频率范围的滤波处理;从滤波处理后的脑电数据中剔除眼电数据,并进行小波变换去噪,得到纯净脑电信号。

[0068] 本发明实施例中,采用50Hz带阻滤波器来去除工频干扰。采用带通滤波器对上述去除线性趋势的脑电信号进行滤波处理,如采用巴特沃斯带通滤波器进行0.5Hz-30Hz的滤波。采用软阈值函数对去除线性趋势、滤波并剔除眼电数据的脑电信号进行小波变换去噪去除高频噪声的干扰,最终得到纯净脑电信号。

[0069] 步骤103:根据纯净脑电信号,评估昏迷病人对应的昏迷程度。

[0070] 在本发明实施例中,对于轻度昏迷、中度昏迷、重度昏迷及过度昏迷这几个不同的昏迷程度,分别设置有每个昏迷程度对应的昏迷阈值范围。评估终端根据纯净脑电信号,计算昏迷病人对应的昏迷样本熵值。确定该昏迷样本熵值所处的昏迷阈值范围,将确定出的昏迷阈值范围对应的昏迷程度确定为昏迷病人对应的昏迷程度。

[0071] 为了进一步提高评估昏迷程度的准确性,除上述仅根据昏迷样本熵值来评估昏迷程度的方式外,还结合纯净脑电信号的信号能量及各波段特征等综合评估昏迷病人的昏迷程度,具体包括:

[0072] 根据纯净脑电信号,计算信号能量及昏迷病人对应的昏迷样本熵值;获取信号能量在时域和频域的分布特点;绘制纯净脑电信号对应的脑电图,提取脑电图的波形特征;将纯净脑电信号与预设正常脑电信号对比,得到比较结果;根据昏迷样本熵值、信号能量的分布特点、波形特征及与预设正常脑电信号之间的比较结果,评估昏迷病人对应的昏迷程度。

[0073] 上述提取出的脑电图的波形特征包括各个波段的波形特征,若昏迷病人的纯净脑电信号中包括睡眠纺锤波,则提取的波形特征中还包括睡眠纺锤波的特征。

[0074] 评估终端根据纯净脑电信号画出昏迷病人的脑电图,确定昏迷病人脑电信号中是否包含睡眠纺锤波,如果是,则从纯净脑电信号中提取睡眠纺锤波。若从昏迷病人的纯净脑电信号中提取到睡眠纺锤波,且睡眠纺锤波是对称出现的,则表明昏迷病人的昏迷程度较轻,觉醒度较高。另外,从纯净脑电信号中分别提取各个波段的波形特征,提取的各个波段包括:频率为0.5~3Hz的 δ 波、频率为4~7Hz的 θ 波、频率为8~13Hz的 α 波以及频率为14~30Hz的 β 波。在大多数情况下,脑电图改变与脑功能损伤的程度具有很好的相关性,可反映昏迷的深度及脑功能的损伤程度。提取出上述各波段后,记录 θ 波、 δ 波的出现频率,计算 θ 波、 δ 波的波幅,波幅大小即脑电数据大小, θ 波、 δ 波的出现频率越慢,波幅越低则昏迷程度越深。在本发明实施例中,还分别设置各个不同昏迷程度对应的幅值阈值范围。计算昏迷病人的 θ 波及 δ 波脑电幅值大小,判断脑电幅值所在的幅值阈值范围,将该幅值阈值范围对应

的昏迷程度确定为昏迷病人对应的昏迷程度。

[0075] 在时域和频域高频部分对应的能量越低,则昏迷程度越深,如 α 波或 β 波段对应的能量越低,则昏迷程度越深。在本发明实施例中,分别设置各个不同昏迷程度对应的能量阈值,计算脑电信号的能量值,将计算的能量值与各个昏迷程度对应的能量阈值对比来评估出昏迷病人的昏迷程度。

[0076] 评估终端还计算纯净脑电信号的信号能量,并分析信号能量在时域和频域的分布特点。以及将昏迷病人各个波段的波形特征与预设正常脑电信号的各个波段的波形特征进行比较,得到比较结果,根据该比较结果辅助评估昏迷病人的昏迷程度。上述预设正常脑电信号可以为清醒正常人的脑电信号。

[0077] 按照上述方式通过昏迷样本熵值、信号能量在时域和频域的分布特点、波形特征及与预设正常脑电信号之间的比较结果能够分别评估出病人的昏迷程度,如此分别评估出的昏迷程度可能相同,也可能不相同。当分别评估出的昏迷程度均相同时,该昏迷程度即为最终评估出的昏迷程度。当分别评估出的昏迷程度不相同,将评估出的多个昏迷程度中相同数目最多的昏迷程度确定为最终的昏迷程度,如根据昏迷样本熵值评估出昏迷程度为轻度昏迷,根据信号能量的分布特点评估出的昏迷程度为轻度昏迷,根据波形特征评估出的昏迷程度为中度昏迷,则将轻度昏迷确定为该昏迷病人的昏迷程度。如果分别评估出的昏迷程度各不相同,无法确定出相同数目最多的昏迷程度,则将根据昏迷样本熵值评估出的昏迷程度确定为最终的昏迷程度。

[0078] 在本发明实施例中,除通过上述方式来评估昏迷程度外,还可以预先采用大量脑电样本数据训练出用于自动评估昏迷程度的昏迷机器学习模型。昏迷机器学习模型的具体训练可以选择决策树或支持向量机的方式来训练。以基于决策树算法的昏迷机器学习模型训练为例:

[0079] 首先,采集不同昏迷程度的病人的脑电数据,计算脑电数据对应的昏迷样本熵、信号能量、幅值及频率,将计算得到的数据整理成 $m \times n$ 的特征矩阵。其中, m 为病人数, n 为特征的个数。同时针对不同昏迷程度进行编码,如轻度昏迷为类别0,中度昏迷为类别1,重度昏迷为类别2,过度昏迷为类别3,以此类推。如此得到 $m \times 1$ 的类别矩阵。决策树以代表训练样本的单个结点(根节点)开始,通过选取最有分类能力的属性作为分割点,根据当前决策结点属性取值的不同,将当前样本数据分为若干子集,具有相同范围的特征值的样本形成一个分枝,若样本都在同一个类,则该结点成为树叶,并用该类标记。在决策树的节点分裂挑选特征时,有多种指标可供选择,如基尼系数、信息熵增益等。决策树算法在每次分裂时均选取当前可用的特征中效果最佳的那个特征进行分离。在确定分裂指标后,决策树会从根节点开始不断的迭代分裂,直到满足算法的停止条件。

[0080] 训练好的昏迷机器学习模型可以看成是一棵二叉树,根节点中包含了所有的训练样本,新样本在预测时,从根节点开始,按照新样本的特征值的范围选择进入哪一个子节点,比如新样本的能量值大于训练时的选定的分裂值,则新样本进入右侧子节点,若小于,则进入左侧子节点,从根节点开始,新节点一步步的判断,最终被归入到一个叶子节点,该节点中的训练样本全部是一个类别的,比如该节点中的训练样本全部是重度昏迷,则该新样本也被预测为重度昏迷。

[0081] 通过上述方式训练出昏迷机器学习模型后,在对昏迷病人进行昏迷程度评估时,

根据纯净脑电信号,计算信号能量及昏迷病人对应的昏迷样本熵值。绘制纯净脑电信号对应的脑电图,从脑电图中提取波段的幅值及频率。将昏迷病人对应的昏迷样本熵值、信号能量、幅值与频率输入预先训练的昏迷机器学习模型中,由昏迷机器学习模型自动评估并输出该昏迷病人对应的昏迷程度。昏迷机器学习模型输出的结果可以为0、1、2或3,分别代表轻度昏迷、中度昏迷、重度昏迷、过度昏迷。

[0082] 在本发明实施例中,综合昏迷样本熵值、信号能量在时域和频域的分布特点、波形特征及与预设正常脑电信号之间的比较结果来评估昏迷病人的昏迷程度,大大提高了评估的准确性。

[0083] 在本发明实施例中,评估昏迷病人的昏迷程度的同时,还需对昏迷病人的预后情况进行判断,预后情况用于预测昏迷病人的可能病程和结局。本发明实施例中将预后情况划分为5个等级,一级表示清醒,恢复工作;二级表示中残,生活能自理;三级表示重残,生活需要他人照顾;四级表示昏迷或植物状态;五级表示死亡。其中,一级和二级为预后良好,三级、四级和五级为预后不良。本发明实施例分别设置了各个预后等级对应的预后阈值范围。

[0084] 评估终端根据纯净脑电信号,计算昏迷病人对应的预后样本熵值;确定预后样本熵值所处的预后阈值范围;将确定的预后阈值范围对应的预后结果确定为昏迷病人对应的预后结果。

[0085] 本发明实施例中,还可以在评估出昏迷病人的昏迷程度后,参考评估的昏迷程度来进行预后判断,昏迷程度越深,则判断出的预后级别越高。在进行预后判断时,还可以根据昏迷程度、信号能量在时域和频域的分布特点、昏迷病人脑电信号的波形特征及与预设正常脑电信号之间的比较结果,综合进行预后判断。

[0086] 若昏迷病人脑电信号的波形特征显示出广泛性的中—高幅 θ 波、 δ 波活动,阵发性 θ 波、 δ 波活动,则表明是一种觉醒反应,预后情况良好。而睡眠周期及上述波形特征包括的睡眠纺锤波的对称出现亦表明脑电觉醒度增加,这一反应的存在提示预后相对较好。慢波型昏迷时,出现慢波的程度,包括频率、指数和分布的广泛性,与意识障碍的程度有密切关系。频率较快,波幅较高则提示预后良好;频率越慢,波幅越低则提示昏迷的程度越深,而脑波呈抑制、平坦波或“爆发—抑制”波型的则提示预后不良。

[0087] 在本发明实施例中,除通过上述方式来判断昏迷病人的预后等级外,还可以预先采用大量脑电样本数据训练出用于自动判断预后等级的预后机器学习模型。在训练预后机器学习模型时,根据脑电样本数据,计算信号能量及预后样本熵值。绘制脑电样本数据对应的脑电图,从脑电图中提取波段的幅值及频率,以及提取脑电样本数据中包括的睡眠纺锤波。根据计算得到的信号能量、预后样本熵值、幅值、频率及睡眠纺锤波,按照训练上述昏迷机器学习模型的相同方式训练出预后机器学习模型,在此不再赘述。在对昏迷病人进行预后等级判断时,根据纯净脑电信号,计算信号能量及昏迷病人对应的昏迷样本熵值;绘制纯净脑电信号对应的脑电图,从脑电图中提取波段的幅值及频率;提取纯净脑电信号中包括的睡眠纺锤波。将上述预后样本熵值、信号能量、幅值、频率及与睡眠纺锤波输入预先训练的预后机器学习模型中,由预后机器学习模型自动判断并输出该昏迷病人对应的预后等级。预后机器学习模型输出的结果可以为0、1、2、3或4,分别代表一到五级的预后等级。

[0088] 本发明实施例中,通过上述方式评估出昏迷病人的昏迷程度及预后等级后,还显示该昏迷程度、预后等级、昏迷病人对应的脑电图及各波段图。即显示昏迷病人的评估报

告,该评估报告包含昏迷程度、预后等级、昏迷病人对应的脑电图及各波段图等。

[0089] 在本发明实施例中,评估终端中安装有用于评估昏迷程度的应用程序,如图3所示的该应用程序的底层实现流程,该应用程序包括原始数据保存模块、预处理模块、数据分析模块和显示结果模块。原始数据保存模块用于存储步骤101获取到的脑电数据,以用于线下非实时性分析。预处理模块用于通过步骤102的操作来对昏迷病人的脑电数据进行去除线性趋势、滤波、去除眼电数据及小波变换去噪,得到纯净脑电信号。数据分析模块用于通过步骤103的操作根据纯净脑电信号评估昏迷病人的昏迷程度及预后等级。显示结果模块用于显示昏迷病人的评估报告,该评估报告包含昏迷病人的昏迷程度、预后等级及脑电图等。

[0090] 在本发明实施例中,当采用昏迷机器学习模型进行昏迷程度评估,及采用预后机器学习模型进行预后判断时,上述应用程序的底层实现流程如图4所示,该应用程序包括原始数据保存模块、预处理模块、特征提取模块、昏迷机器学习模型、预后机器学习模型和显示结果模块。原始数据保存模块用于存储步骤101获取到的脑电数据,以用于线下非实时性分析。预处理模块用于通过步骤102的操作来对昏迷病人的脑电数据进行去除线性趋势、滤波、去除眼电数据及小波变换去噪,得到纯净脑电信号。特征提取模块用于提取纯净脑电信号对应的样本熵、能量、幅值、频率或睡眠纺锤波等特征。昏迷机器学习模型用于根据特征提取模块提取的特征评估出昏迷病人的昏迷程度。预后机器学习模型用于根据特征提取模块提取的特征判断出昏迷病人的预后等级。显示结果模块用于显示昏迷病人的评估报告,该评估报告包含昏迷病人的昏迷程度、预后等级及脑电图等。

[0091] 在通过上述应用程序评估病人的昏迷程度时,为昏迷病人新建一个评估工程,新建评估工程时,需要填写昏迷病人的姓名、性别、年龄等个人信息。评估工程建完后会自动保存到默认目录,包括上述个人信息、新建时间,该评估工程后续有更新也会自动保存该默认目录。也可以对已有评估工程进行删除或重命名等操作。新建评估工程不影响以前其他评估工程的存在。所有评估工程均显示在工程列表里,当需要监测某个昏迷病人时,点击该昏迷病人对应的评估工程开始对该昏迷病人进行评估。

[0092] 上述应用程序还提供选择功能,用户可以通过该选择功能选择需要分析的脑电特征或涉及到的算法,如选择预处理后的动态脑电图、根据昏迷样本熵值及比较结果显示病人昏迷程度和预后等级、提取睡眠纺锤波结果和分析结果、显示各波段、时频分析图及分析结果等。

[0093] 在通过本发明实施例提供的方法评估昏迷病人的昏迷程度时,将脑电采集设备包括的采集电极及参考电极给病人带好,即采集电极安放在正确的采集位置,两个参考电极用夹子分别固定在左、右耳垂。然后打开评估终端中安装的上述应用程序,打开脑电采集设备的电源开关,脑电采集设备开始采集昏迷病人的脑电信号,采集的脑电信号经放大、滤波、模数转换等初步处理后由数据发送模块上传到评估终端,评估终端接收到昏迷病人的脑电数据,在上述应用程序中进行预处理、分析得出结果并可可视化展示。

[0094] 在本发明实施例中,获取昏迷病人的脑电数据;对脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;根据纯净脑电信号,评估昏迷病人对应的昏迷程度。本发明根据昏迷病人的纯净脑电信号,自动评估昏迷病人的昏迷程度,降低昏迷程度评估过程中的人工干预,避免评估过程受医护人员的主观因素影响,避免人为误判,降低评估误差,提高评估准确性。将样本熵值应用到评估昏迷程度中,计算纯净脑电信号对应的样本熵值,根据该样本熵值所在的

阈值范围来评估昏迷程度,实现对昏迷程度的量化评估,大大提高评估效率。同时根据纯净脑电信号进行自动预后判断,将样本熵值应用到昏迷病人的预后判断中,提高预后判断的效率及准确性。

[0095] 实施例2

[0096] 参见图5,本发明实施例提供了一种评估昏迷程度的装置,该装置用于执行上述实施例1所提供的评估昏迷程度的方法,该装置包括:

[0097] 获取模块20,用于获取昏迷病人的脑电数据;

[0098] 预处理模块21,用于对脑电数据进行预处理,得到纯净脑电信号;

[0099] 评估模块22,用于根据纯净脑电信号,评估昏迷病人对应的昏迷程度。

[0100] 上述评估模块22包括:

[0101] 计算单元,用于根据纯净脑电信号,计算昏迷病人对应的昏迷样本熵值;

[0102] 确定单元,用于确定昏迷样本熵值所处的昏迷阈值范围;将昏迷阈值范围对应的昏迷程度确定为昏迷病人对应的昏迷程度。

[0103] 为了进一步提高评估昏迷程度的准确性,评估模块22除仅根据昏迷样本熵值来评估昏迷程度外,还结合纯净脑电信号的脑电能量、信号能量及各波段特征等综合评估昏迷病人的昏迷程度。具体的,上述评估模块22用于根据纯净脑电信号,计算信号能量及昏迷病人对应的昏迷样本熵值;获取信号能量在时域和频域的分布特点;绘制纯净脑电信号对应的脑电图,提取脑电图的波形特征;将纯净脑电信号与预设正常脑电信号对比,得到比较结果;根据昏迷样本熵值、分布特点、波形特征及比较结果,评估昏迷病人对应的昏迷程度。

[0104] 在本发明实施例中,上述评估模块22,还用于根据纯净脑电信号,计算信号能量及昏迷病人对应的昏迷样本熵值;绘制纯净脑电信号对应的脑电图,从脑电图中提取波段的幅值及频率;将昏迷样本熵值、信号能量、幅值及频率输入预先训练的昏迷机器学习模型,得到昏迷病人对应的昏迷程度。

[0105] 上述预处理模块21,用于去除脑电数据中的线性趋势;对去除操作后的脑电数据进行预设频率范围的滤波处理;从滤波处理后的脑电数据中剔除眼电数据,并进行小波变换去噪,得到纯净脑电信号。

[0106] 在本发明实施例中,该装置还包括:预后模块,用于根据纯净脑电信号,计算昏迷病人对应的预后样本熵值;确定预后样本熵值所处的预后阈值范围;将预后阈值范围对应的预后等级确定为昏迷病人对应的预后等级。

[0107] 本发明实施例中,预后模块还可以在评估模块22评估出昏迷病人的昏迷程度后,参考评估的昏迷程度来进行预后判断,昏迷程度越深,则判断出的预后级别越高。上述预后模块,还用于根据昏迷程度、信号能量在时域和频域的分布特点、波形特征及与预设正常脑电信号之间的比较结果,评估昏迷病人对应的预后等级。

[0108] 预后模块,还用于根据纯净脑电信号,计算昏迷病人对应的预后样本熵值;提取纯净脑电信号中包括的睡眠纺锤波;根据预后样本熵值、信号能量、上述幅值、上述频率及睡眠纺锤波,通过预先训练的预后机器学习模型评估昏迷病人对应的预后等级。

[0109] 本发明实施例中还包括,显示模块,用于显示昏迷程度、预后等级、昏迷病人对应的脑电图及各波段图。

[0110] 在本发明实施例中,获取昏迷病人的脑电数据;对脑电数据进行预处理,得到纯净

脑电信号;根据纯净脑电信号,评估昏迷病人对应的昏迷程度。本发明根据昏迷病人的纯净脑电信号,自动评估昏迷病人的昏迷程度,降低昏迷程度评估过程中的人工干预,避免评估过程受医护人员的主观因素影响,避免人为误判,降低评估误差,提高评估准确性。将样本熵值应用到评估昏迷程度中,计算纯净脑电信号对应的样本熵值,根据该样本熵值所在的阈值范围来评估昏迷程度,实现对昏迷程度的量化评估,大大提高评估效率。同时根据纯净脑电信号进行自动预后判断,将样本熵值应用到昏迷病人的预后判断中,提高预后判断的效率及准确性。

[0111] 本发明实施例所提供的评估昏迷程度的装置可以为设备上的特定硬件或者安装于设备上的软件或固件等。本发明实施例所提供的装置,其实现原理及产生的技术效果和前述方法实施例相同,为简要描述,装置实施例部分未提及之处,可参考前述方法实施例中相应内容。所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,前述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,均可以参考上述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0112] 在本发明所提供的实施例中,应该理解到,所揭露装置和方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,又例如,多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0113] 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单元来实现本实施例方案的目的。

[0114] 另外,在本发明提供的实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0115] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明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计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个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、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0116] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释,此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0117] 最后应说明的是:以上所述实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,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: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,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻

易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

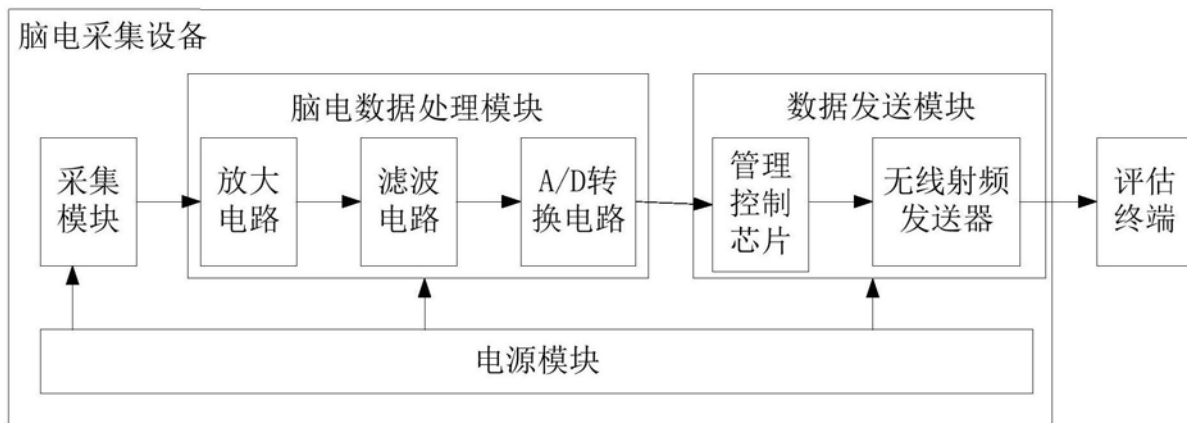


图1

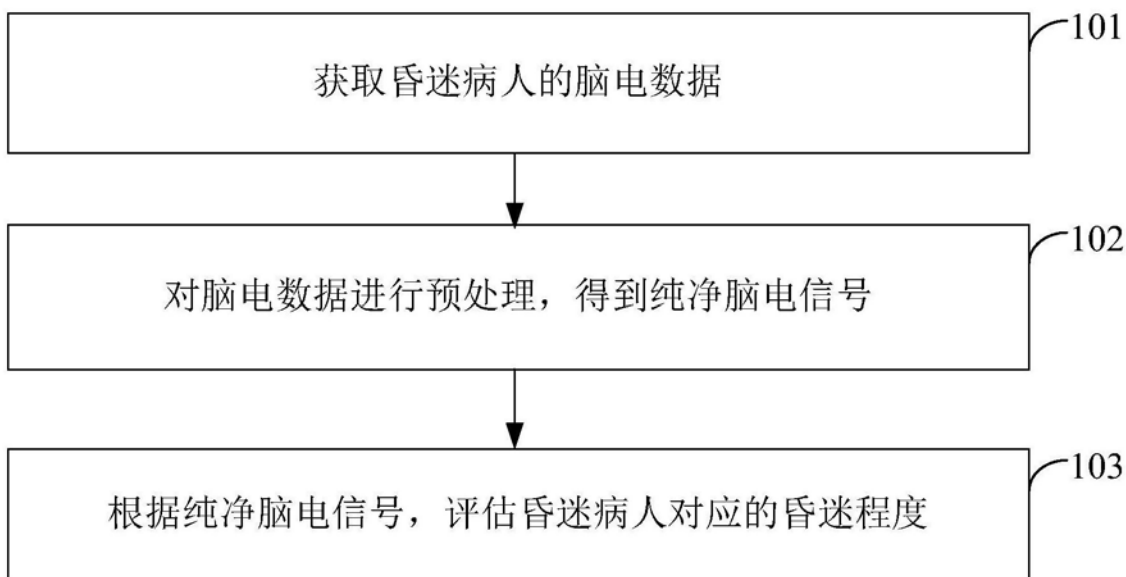


图2

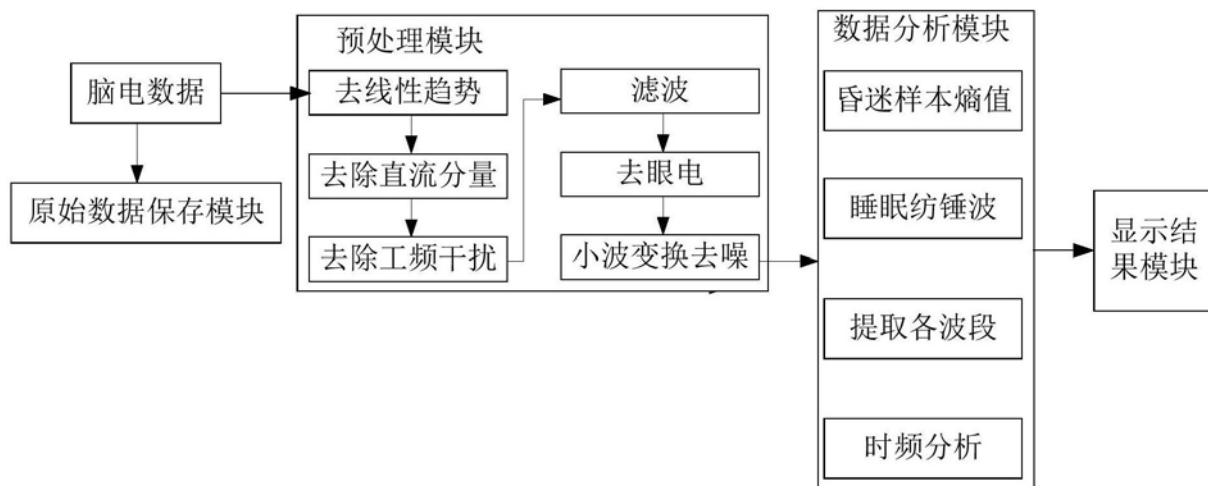


图3

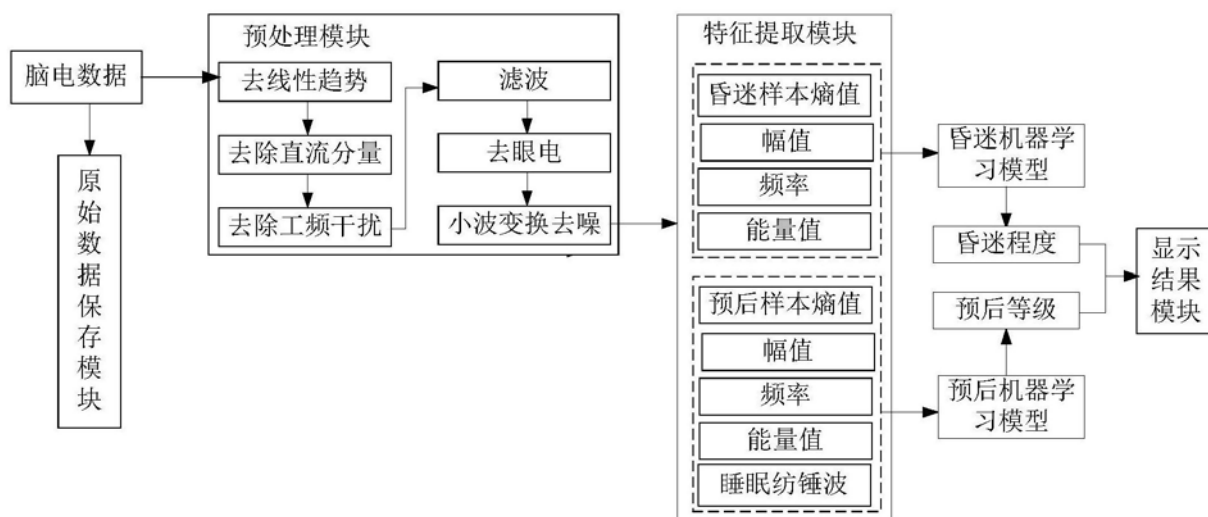


图4



图5

专利名称(译)	一种评估昏迷程度的方法及装置		
公开(公告)号	CN107468243A	公开(公告)日	2017-12-15
申请号	CN2017110778478.0	申请日	2017-09-01
[标]申请(专利权)人(译)	北京大智商医疗器械有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京大智商医疗器械有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京大智商医疗器械有限公司		
[标]发明人	闫天翼 李章平 耿境泽 沈亚奇 冯元		
发明人	闫天翼 李章平 耿境泽 沈亚奇 冯元		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/0006 A61B5/04012 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7253 A61B5/7264		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种评估昏迷程度的方法及装置，该方法包括：获取昏迷病人的脑电数据；对脑电数据进行预处理，得到纯净脑电信号；根据纯净脑电信号，评估昏迷病人对应的昏迷程度。本发明根据昏迷病人的纯净脑电信号，自动评估昏迷病人的昏迷程度，降低昏迷程度评估过程中的人工干预，避免评估过程受医护人员的主观因素影响，避免人为误判，降低评估误差，提高评估准确性。将样本熵值应用到评估昏迷程度中，计算纯净脑电信号对应的样本熵值，根据该样本熵值所在的阈值范围来评估昏迷程度，实现对昏迷程度的量化评估，大大提高评估效率。同时根据纯净脑电信号进行自动预后判断，将样本熵值应用到昏迷病人的预后判断中，提高预后判断的效率及准确性。

