



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110338760 A

(43)申请公布日 2019.10.18

(21)申请号 201910585116.9

G06K 9/62(2006.01)

(22)申请日 2019.07.01

G16H 50/20(2018.01)

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 章敏敏 潘常春 王宏武 刘海春
杨根科

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 郑立

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/04(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/048(2006.01)

A61B 5/16(2006.01)

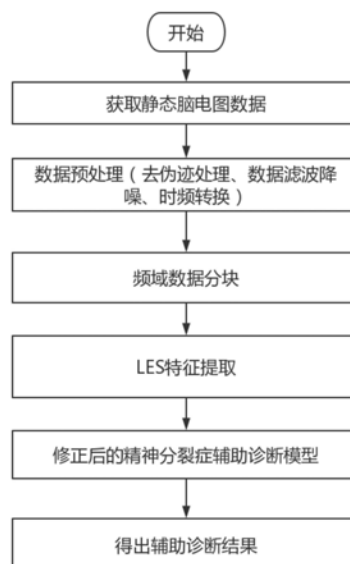
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,涉及精神分裂症辅助诊断分类领域。所述方法利用自发脑电技术,以在没有诱导的情况下获得受外界干扰较小的脑电图作为精神分裂症辅助诊断的数据来源,通过初始化数据处理后,将脑电图时域数据转换为频域数据,再对脑电图频域数据进行频段划分,将分段的数据分别作为矩阵处理,得到数量可控的LES特征,使用基于二次规划的频段权重分配算法得到分类效果最好的频域权重,利用支持向量机分类算法进行基于脑电图频域数据的精神分裂症的首阶段、健康阶段和临床高危综合征阶段的分类。通过本发明的实施,能够对精神分裂症进行科学而准确的分类,实现基于脑电图数据的精神分裂症辅助诊断。



1. 一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1、数据采集:利用自发脑电波技术,使用电极帽,获得个体的脑电图时域数据;

步骤2、数据预处理:对所述脑电图时域数据进行数据预处理,所述数据预处理包括数据去噪,时频变换与滤波,得到所述脑电图频域数据,对所述脑电图频域数据进行数据分块,得到分块频域矩阵;

步骤3、特征提取:计算所述分块频域矩阵的各个子块的协方差矩阵后,计算各个所述协方差矩阵的LES,并将所述LES作为分类特征;

步骤4、如果所述脑电图时域数据为训练样本数据,则转步骤5,否则转步骤6;

步骤5、分类算法构建与修正,得到修正后的精神分裂症辅助诊断模型;

所述分类算法构建包括以各频段的LES特征和主分类器为基础构建分类算法,依照机器学习算法的流程,完成对所述分块频域矩阵的初步分类;

所述分类算法修正包括采用分频段权重分配算法,根据不同EEG的数据频段对分类精度的贡献,对所述分类算法进行修正,最后得到修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型;

步骤6、将经过所述步骤1、所述步骤2和所述步骤3处理过的所述脑电图频域数据输入经过修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型,得到精神分裂症三分类的分类结果。

2. 如权利要求1所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤2具体包括如下步骤:

步骤2.1、通过fast-ICA算法获取64通道独立成分,通过ADJUST插件探测伪迹干扰并置零,再进一步逆变换回时域信号,去除伪迹干扰;

步骤2.2、用快速傅里叶变换将时域数据转换为频域数据,并去除基线漂移干扰;

步骤2.3、采用高通滤波的方式将低于0.5HZ的基线漂移信号滤除,采用低通滤波的方式滤去高于49.5HZ的频段,去除工频干扰,得到频域数据矩阵;

步骤2.4、以频率为基准将所述频域数据矩阵依据不同的频段范围进行区块划分,得到所述分块频域矩阵。

3. 如权利要求2所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤3具体包括如下步骤:

步骤3.1,分块数据标准化处理;提取所述分块频域矩阵的某个子块矩阵,以变量为单位,按行进行z-score标准化,取样本点均值为0、方差为1,得到所述子块矩阵对应的标准化后的所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$;

步骤3.2,计算所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的样本协方差矩阵;

步骤3.3,计算所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的所述样本协方差矩阵的LES;

步骤3.4,重复所述步骤3.1至所述步骤3.3,依次计算所述分块频域矩阵各个所述子块矩阵对应的所述样本协方差矩阵的LES,进而得到所述分块频域矩阵的特征集。

4. 如权利要求3所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤3.3包括如下步骤:

步骤3.3.1、计算所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的所述样本协方差矩阵的特征值 $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p\}$,式中 p 为所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 的行数;

步骤3.3.2、将所述特征值代入检验函数;

步骤3.3.3、将所有所述检验函数的结果求和,得到所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的所述

样本协方差矩的LES。

5. 如权利要求4所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤3.3.2中采用冯·诺依曼熵作为所述检验函数,所述步骤3.3.3中的所有所述检验函数的结果求和公式如下式所示:

$$\varphi(\lambda) = \sum_{i=1}^n (-\lambda_i \log \lambda_i), \text{ 式中 } n \text{ 为所述子块标准矩阵 } X_{p \times n} \text{ 的列数。}$$

6. 如权利要求1或5所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤5中所述分类算法构建中的所述主分类器为SVM分类器,所述SVM分类器核函数采用高斯核函数,所述分类算法的优化目标中添加松弛变量。

7. 如权利要求6所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤5中所述分类算法修正包括如下步骤:

步骤5.1:采用基于集成学习的加权投票法重新构建若干个子分类器,获取各个所述子分类器的分类结果;

步骤5.2:采取基于有约束和无约束的二次规划的权重分配方法获取频段特征权重;

步骤5.3:对得到的所述频段特征权重进行后续处理;

步骤5.4:根据所述步骤5.3的结果对所述分类算法进行修正,得到修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型。

8. 如权利要求7所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤5.3中的所述后续处理包括如下:

步骤5.3.1:权重值离散化;对所述频段特征权重的初始权重值进行离散化处理;所述离散化处理包括如下操作:

将所述初始权重值分为m个层级;

对所述初始权重值的最低值的所述层级赋值为1,所述初始权重值的最高值的所述层级赋值为m;

根据所述初始权重值所落的所述层级所在的区间对其划分到不同的层级,进而得到以单次分类为基准的相对权重;

步骤5.3.2:特征集增广;处于所述层级为1的层级的特征将从所述特征集中排除,而对处于其他权重层级的特征将予以特征数目的倍增;

步骤5.3.3:再分类:按照比例增广后的所述特征集,重新采用所述主分类器进行分类。

9. 如权利要求8所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤5.3.2中的所述特征倍增的方法为:基于所述相对权重所在的层级i,对所述层级i区间内的特征数目增广i-1倍,所述i小于等于所述m,且大于1。

10. 如权利要求2或9所述的基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,所述步骤2.4中所述频域数据矩阵的区块划分包括如下步骤:

步骤2.4.1:所述频域数据矩阵从左到右依据频率由低到高依次排列;

步骤2.4.2:以列为基准,将所述频域数据矩阵划分为若干个频段,相邻所述频段的频率覆盖范围连续,划分的区块数与频段满足如下关系:

$$F = \sum_{k=1}^B \Delta f_k, \text{ 式中, } B \text{ 为划分的区块数, } \Delta f_k \text{ 表示第 } k \text{ 个区块的频段范围, } F \text{ 为所述频域数}$$

据矩阵的频率范围。

一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法

技术领域

[0001] 本发明涉及精神分裂症辅助诊断分类领域,尤其涉及一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法。

背景技术

[0002] 精神分裂症是由一组症状群所组成的临床综合征,涉及思维和行为等多方面的障碍以及精神活动的不协调,已经成为一种对社会、家庭产生高负担的疾病。在这样的情形下,对于精神分裂症的研究与治疗显得尤为重要。

[0003] 目前,广泛应用于精神疾病临床和科研方面的脑电生理技术主要分为诱发脑电技术和自发脑电技术。诱发脑电技术是在视觉、听觉等外部任务刺激下产生的有规律的脑部生物电位变化,包括视觉诱发电位(VEP)、听觉诱发电位(AEP)、P300等,其在精神分裂症的诊断中的作用较多地体现在患者对任务的完成情况分析;自发脑电技术是指在不施加外部刺激的情形下人类脑部活动时自发产生的生物电位变化,通常包含静息态脑电图、脑地形图、多导睡眠图等。两者相比,自发脑电技术在诊断中是一种更新颖的方式,在没有诱导的情况下获得的脑电数据更能代表受试者自主的脑部活动情况,有利于获得受外界干扰较小的脑波特征并进一步探寻疾病发作的病理。

[0004] 脑电图(Electroencephalography, EEG)数据更加集中于时间序列的脑部变化情况,更加符合思维或行动相关的、基于脑部活动而非脑部静态结构的精神分裂症研究和诊断,因此有理由相信精神疾病各阶段的特征与临床表现的差异可以通过脑电图数据体现出来。

[0005] 公开号为CN104545939A的专利申请公开了“一种头戴式精神分裂症辅助诊断装置”,通过内置信号发生器触发50对80dB声压级(SPL)短音的click声刺激受试者,记录仪受试者收到刺激后所诱发的P50波幅以作为精神分裂症辅助诊断。

[0006] 专利号为201910140942.2的专利申请了“基于脑电图时域数据的精神分裂症辅助诊断分类方法”,通过自发脑电波技术获得脑电图多维时域数据,用神经网络对数据进行特征提取并进行FES(精神分裂症首阶段)与HC(健康阶段)二分类,作为精神分裂症辅助诊断。

[0007] 在现有条件下,为了标识慢性精神分裂症的患病状态,并排除后期治疗和情绪的干扰,受测人群通常被分类为FES(精神分裂症首阶段)、HC(健康阶段)和CHR(临床高危综合征阶段)。其中,CHR是介于FES和HC之间的暂态,在一段时期后将会发展为HC或者FES中的一类;关于CHR的相关研究对精神分裂症的产生原因有重要的作用,而这方面研究还没有广泛开展起来,因此对于精神分裂症进行科学且准确的分类是非常必要的。

[0008] 脑电波的频带范围较宽,在脑部神经与精神研究中较为重要的频带集中在0.5Hz—50Hz之间,医学中常表述为 δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波和 γ 波。各个波段在不同的脑区表现活跃并且代表着不同的脑部生理活动与功能。脑电图数据的频域特征显著,这为通过频域分析准确提取显著而稳定的EEG分类特征提供了可能性。

[0009] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分

类方法,不仅能够将精神分裂症科学地分成FES、HC和CHR三类,还具有准确性高,易推广运用的优点。

发明内容

[0010] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是怎样提供一种科学且准确的精神分裂症三分类方法。

[0011] 为实现上述目的,本发明提供了一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0012] 步骤1、数据采集:利用自发脑电波技术,使用电极帽,获得个体的脑电图时域数据;

[0013] 步骤2、数据预处理:对所述脑电图时域数据进行数据预处理,所述数据预处理包括数据去噪,时频变换与滤波,得到所述脑电图频域数据,对所述脑电图频域数据进行数据分块,得到分块频域矩阵;

[0014] 步骤3、特征提取:计算所述分块频域矩阵的各个子块的协方差矩阵后,计算各个所述协方差矩阵的LES(线性特征值统计量),并将所述LES作为分类特征;

[0015] 步骤4、如果所述脑电图时域数据为训练样本数据,则转步骤5,否则转步骤6;

[0016] 步骤5、分类算法构建与修正,得到修正后的精神分裂症辅助诊断模型;

[0017] 所述分类算法构建包括以各频段的LES特征和主分类器为基础构建分类算法,依照机器学习算法的流程,完成对所述分块频域矩阵的初步分类;

[0018] 所述分类算法修正包括采用分频段权重分配算法,根据不同EEG的数据频段对分类精度的贡献,对所述分类算法进行修正,最后得到修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型;

[0019] 步骤6、将经过所述步骤1、所述步骤2和所述步骤3处理过的所述脑电图频域数据输入经过修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型,得到精神分裂症三分类的分类结果。

[0020] 进一步地,所述步骤2具体包括如下步骤:

[0021] 步骤2.1、通过fast-ICA算法获取多通道独立成分,所述多通道的数量大于等于32,通过ADJUST插件探测伪迹干扰并置零,再进一步逆变换回时域信号,去除伪迹干扰;

[0022] 步骤2.2、用快速傅里叶变换(FFT)将时域数据转换为频域数据,并去除基线漂移干扰;

[0023] 步骤2.3、采用高通滤波的方式将低于0.5HZ的基线漂移信号滤除,采用低通滤波的方式滤去高于49.5HZ的频段,去除工频干扰,得到频域数据矩阵;

[0024] 步骤2.4、以频率为基准将所述频域数据矩阵依据不同的频段范围进行区块划分,得到所述分块频域矩阵。

[0025] 进一步地,所述步骤3具体包括如下步骤:

[0026] 步骤3.1,分块数据标准化处理;提取所述分块频域矩阵的某个子块矩阵,以变量为单位,按行进行z-score标准化,取样本点均值为0、方差为1,得到所述子块矩阵对应的标准化后的所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$;

[0027] 步骤3.2,计算所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的样本协方差矩阵;

[0028] 步骤3.3,计算所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的所述样本协方差矩阵的LES;

[0029] 步骤3.4,重复所述步骤3.1至所述步骤3.3,依次计算所述分块频域矩阵各个所述子块矩阵对应的所述样本协方差矩阵的LES,进而得到所述分块频域矩阵的特征集。

[0030] 进一步地,所述步骤3.3包括如下步骤:

[0031] 步骤3.3.1、计算所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的所述样本协方差矩阵的特征值 $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p\}$,式中 p 为所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 的行数;

[0032] 步骤3.3.2、将所述特征值代入检验函数;

[0033] 步骤3.3.3、将所有所述检验函数的结果求和,得到所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的所述样本协方差矩的LES。

[0034] 进一步地,所述步骤3.3.2中采用冯·诺依曼熵作为所述检验函数,所述步骤3.3.3中的所有所述检验函数的结果求和公式如下式所示:

[0035] $\phi(\lambda) = \sum_{i=1}^n (-\lambda_i \log \lambda_i)$,式中 n 为所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 的列数。

[0036] 进一步地,所述步骤5中所述分类算法构建中的所述主分类器为SVM(支持向量机)分类器,所述SVM分类器核函数采用高斯核函数,所述分类算法的优化目标中添加松弛变量。

[0037] 进一步地,所述步骤5中所述分类算法修正包括如下步骤:

[0038] 步骤5.1:采用基于集成学习的加权投票法重新构建若干个子分类器,获取各个所述子分类器的分类结果;

[0039] 步骤5.2:采取基于有约束和无约束的二次规划的权重分配方法获取频段特征权重;

[0040] 步骤5.3:对得到的所述频段特征权重进行后续处理;

[0041] 步骤5.4:根据所述步骤5.3的结果对所述分类算法进行修正,得到修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型。

[0042] 进一步地,所述步骤5.3中的所述后续处理包括如下:

[0043] 步骤5.3.1:权重值离散化;对所述频段特征权重的初始权重值进行离散化处理;所述离散化处理包括如下操作:

[0044] 将所述初始权重值分为 m 个层级;

[0045] 对所述初始权重值的最低值的所述层级赋值为1,所述初始权重值的最高值的所述层级赋值为 m ;

[0046] 根据所述初始权重值所落的所述层级所在的区间对其划分到不同的层级,进而得到以单次分类为基准的相对权重;

[0047] 步骤5.3.2:特征集增广;处于所述层级为1的层级的特征将从所述特征集中排除,而对处于其他权重层级的特征将予以特征数目的倍增;

[0048] 步骤5.3.3:再分类:按照比例增广后的所述特征集,重新采用所述主分类器进行分类。

[0049] 进一步地,所述步骤5.3.2中的所述特征倍增的方法为:基于所述相对权重所在的层级 i ,对所述层级 i 区间内的特征数目增广 $i-1$ 倍,所述 i 小于等于所述 m ,且大于1。

[0050] 进一步地,所述步骤2.4中所述频域数据矩阵的区块划分包括如下步骤:

[0051] 步骤2.4.1:所述频域数据矩阵从左到右依据频率由低到高依次排列;

[0052] 步骤2.4.2:以列为基准,将所述频域数据矩阵划分为若干个频段,相邻所述频段的频率覆盖范围连续,划分的区块数与频段满足如下关系:

[0053]
$$F = \sum_{k=1}^B \Delta f_k$$
, 式中,B为划分的区块数, Δf_k 表示第k个区块的频段范围,F为所述频域数据矩阵的频率范围。

[0054] 与现有技术相比,通过本发明的实施,达到了以下明显的技术效果:

[0055] 1、本发明基于脑电图数据,提出了能够将精神分裂症科学地分成FES、HC和CHR三类的方法,具有准确性高,易推广运用的优点;

[0056] 2、本发明采用了脑电图信号的频域信息,有效地去除了以眼电为主的伪迹分量、基线漂移干扰和工频干扰,提高了精神分裂症分类方法的可靠性。

[0057] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0058] 图1是本发明一个较佳实施例的辅助诊断流程图;

[0059] 图2是本发明一个较佳实施例的脑电图采集导联空间与平面位置分布图;

[0060] 图3是本发明一个较佳实施例的频域数据分段示意图;

[0061] 图4是本发明一个较佳实施例的算法模型修正示意图;

[0062] 图5是本发明一个较佳实施例的频带对应特征划分多个分类器示意图。

具体实施方式

[0063] 以下参考说明书附图介绍本发明的多个优选实施例,使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现,本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。

[0064] 本实施例提供了一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法,如图1所示,包括如下步骤:

[0065] 步骤1、数据采集:利用自发脑电波技术,脑电图记录设备为国际脑电10-20系统,采用64导脑电图帽,空间示意图与对应的导联名称与位置平面图如图2所示,得到个体的脑电图数据,得到的原始数据为64个通道的时序信号数据,采集可用信号300秒,采集频率为1000Hz,故可以得到 $N \times T$ 的二维矩阵($N=64, T=300000$);

[0066] 步骤2、数据预处理:

[0067] 步骤2.1、通过fast-ICA算法获取多通道独立成分,所述多通道的数量大于等于32,通过ADJUST插件探测伪迹干扰并置零,再进一步逆变换回时域信号,去除伪迹干扰;

[0068] 步骤2.2、用快速傅里叶变换(FFT)将时域数据转换为频域数据,并去除基线漂移干扰;

[0069] 步骤2.3、采用高通滤波的方式将低于0.5HZ的基线漂移信号滤除,采用低通滤波的方式滤去高于49.5HZ的频段,去除工频干扰,得到频域数据矩阵;

[0070] 步骤2.4、以频率为基准将频域数据矩阵依据不同的频段范围进行区块划分,如图3所示,C为导联信息,每个样本以列为基准(即以频率为基准)被划分为B个子分块矩阵,每

个矩阵Z包含 Δf 的频段信息和C的导联信息,即有 $F = \Delta f \times B$,F的频率范围为大于等于0.5HZ且小于等于49.5HZ;各矩阵区别主要在于不同频段的不同幅值,得到分块频域矩阵;

[0071] 步骤3、特征提取:计算分块频域矩阵的各个子块的协方差矩阵后,计算各个协方差矩阵的LES(线性特征值统计量),并将所述LES作为分类特征;具体步骤如下:

[0072] 步骤3.1,分块数据标准化处理;提取分块频域矩阵的某个子块矩阵,以变量为单位,按行进行z-score标准化,取样本点均值为0、方差为1,得到子块矩阵对应的标准化后的子块标准矩阵 $X_{p \times n}$;

[0073] 步骤3.2,计算子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的样本协方差矩阵;

[0074] 步骤3.3,计算子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的样本协方差矩阵的LES;具体包括如下步骤:

[0075] 步骤3.3.1、计算子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的样本协方差矩阵的特征值 $\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p\}$,式中p为子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 的行数;

[0076] 步骤3.3.2、采用冯·诺依曼熵作为检验函数,将特征值代入检验函数;根据实验结果,冯·诺依曼熵对各分类器的分类都达到比较高的精确度;

[0077] 步骤3.3.3、将所有检验函数的结果求和,公式如下式所示:

[0078] $\varphi(\lambda) = \sum_{i=1}^n (-\lambda_i \log \lambda_i)$,式中n为所述子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 的列数;得到子块标准矩阵 $X_{p \times n}$ 对应的样本协方差矩的LES;

[0079] 步骤3.4,重复步骤3.1至步骤3.3,依次计算分块频域矩阵各个子块矩阵对应的样本协方差矩阵的LES,进而得到分块频域矩阵的特征集;

[0080] 步骤4、如图4所示,进行分类算法构建与修正:

[0081] 分类算法构建:利用已得到的脑电波数据样本,样本经过预处理和特征提取之后,依照机器学习算法的流程,以各频段的LES特征和支持向量机(SVM)分类器为基础构建分类算法以完成对精神分裂症受试者EEG数据的初步分类。其中SVM分类器使用了高斯核函数,将样本映射到高维特征空间,可以在类标和属性之间关系为非线性的情况下寻找超平面。在训练中考虑到特征空间可能出现离群点,而通过核函数升维的方式完全杜绝离群点的存在往往会导致过拟合,于是在原有的优化目标中添加松弛变量;

[0082] 分类算法修正:采用分频段权重分配算法,根据不同EEG的数据频段对分类精度的贡献,对分类算法进行修正,最后得到修正后的精神分裂症辅助诊断模型;具体包括如下步骤:

[0083] 步骤4.1:采用基于集成学习的加权投票法重新构建若干个子分类器,获取各个子分类器的分类结果;

[0084] 步骤4.2:采取基于有约束和无约束的二次规划的权重分配方法获取频段特征权重;

[0085] 步骤4.3:对得到的频段特征权重进行后续处理;后续处理如下:

[0086] 步骤4.3.1:权重值离散化;对频段特征权重的初始权重值进行离散化处理,如图5所示,离散化处理包括如下操作:

[0087] 将初始权重值分为m个层级;对初始权重值的最低值的层级赋值为1,初始权重值的最高值的层级赋值为m;根据初始权重值所落的层级所在的区间对其划分到不同的层级,

进而得到以单次分类为基准的相对权重；

[0088] 步骤4.3.2:特征集增广;处于层级为1的层级的特征将从特征集中排除,而对处于其他权重层级的特征将予以特征数目的倍增,特征倍增的方法为:基于相对权重所在的层级*i*,对层级*i*区间内的特征数目增广*i*-1倍;

[0089] 步骤4.3.3:再分类:按照比例增广后的特征集,重新采用支持向量机(SVM)分类器进行分类;

[0090] 基本的最小二乘法对于包含噪声的学习过程可能出现过拟合的问题,因为学习模型对于训练样本而言过于复杂;为了控制模型的复杂度,本实施例考虑带约束的最小二乘法;本实施例采用的最小二乘模型划定约束的方式是以实际情况作为考虑依据,去掉错判

带来的负权重,并且进行权重的归一化,增加等式约束和不等式约束: $w \geq 0, \sum_{i=1}^m w_i = 1$, w

为权重;即可获得与精神分裂症三个阶段脑波差异相关的重点频段信息,进而分析重点脑部活动区域,与此同时,基于权重分配来调整特征与分类器,以取得更好的分类效果;

[0091] 步骤4.4:根据步骤4.3的结果对所述分类算法进行修正,得到修正后的所述精神分裂症辅助诊断模型;

[0092] 步骤5、将经过步骤1、步骤2和步骤3处理过的脑电图频域数据输入经过修正后的精神分裂症辅助诊断模型,得到精神分裂症三分类的分类结果。

[0093] 经过实验,通过本实施例公开的方法,对精神分裂症三分类的准确度达到了92.5%。

[0094] 以上详细描述了本发明的算法模型和辅助诊断流程。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

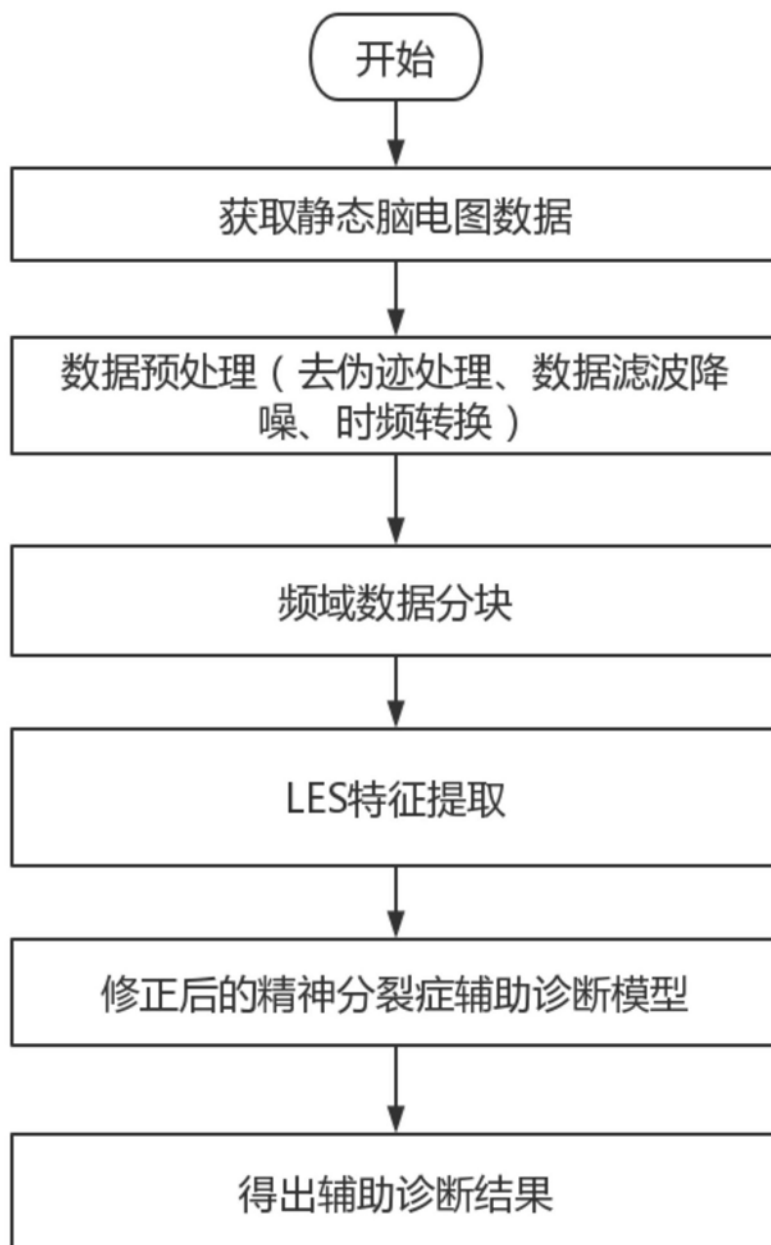


图1

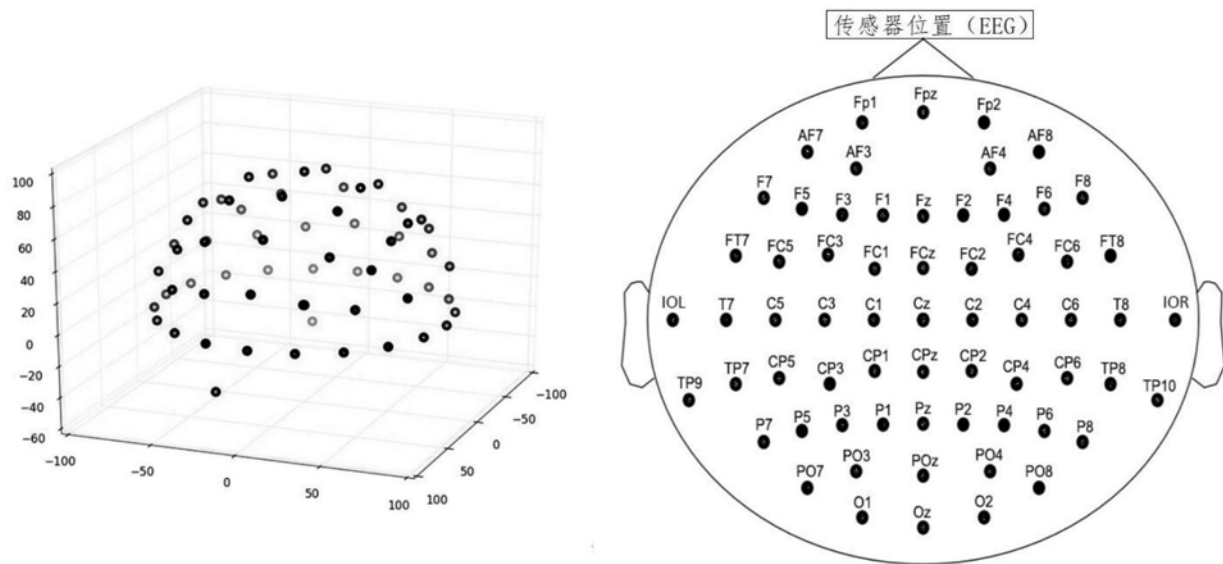


图2

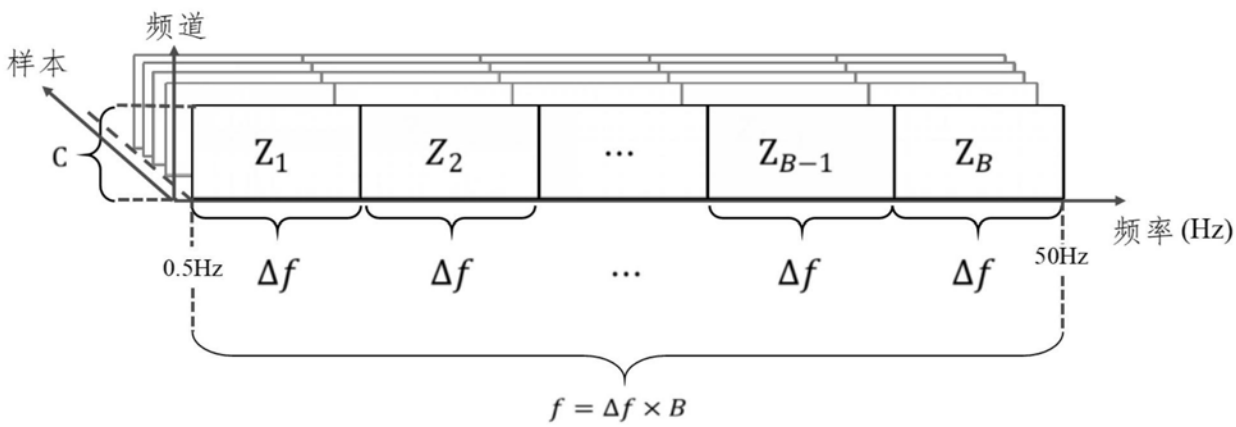


图3

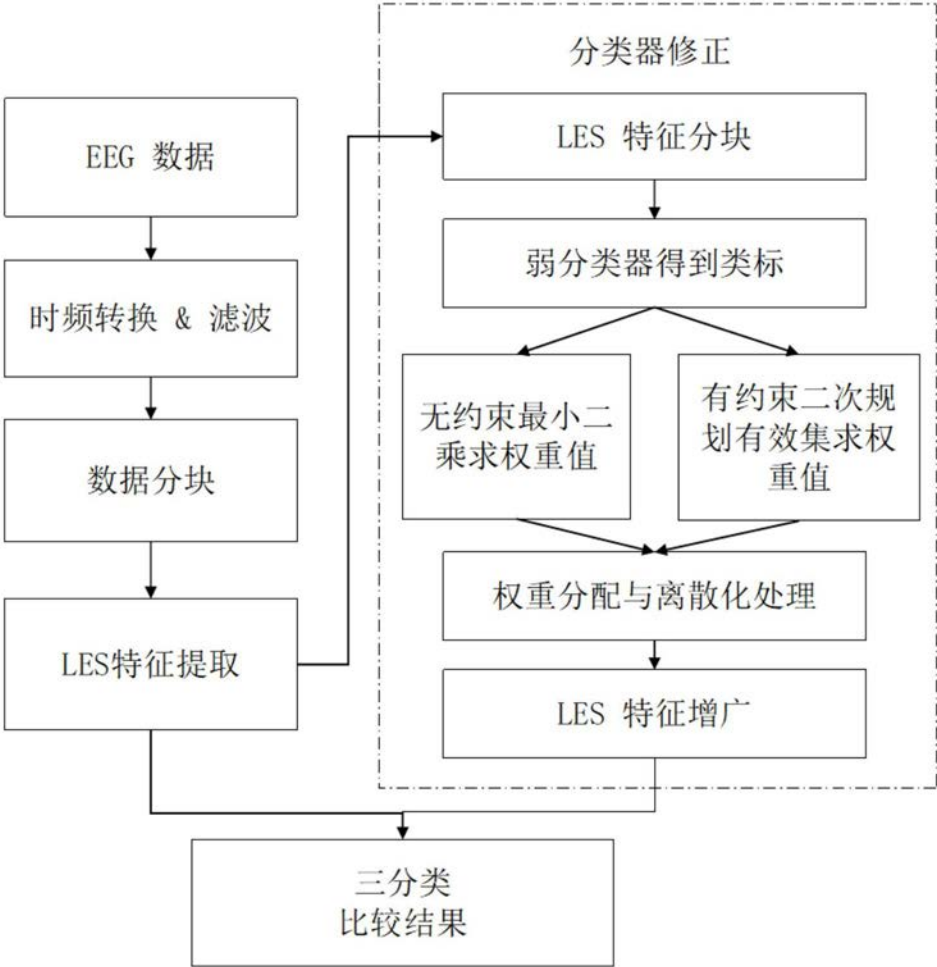


图4

δ 波	θ 波	α 波	低 β 波	高 β 波	低 γ 波	中 γ 波	脑波类型
0.5Hz	6.25Hz	12.5Hz	18.75Hz	25Hz	31.25Hz	37.5Hz	频率值
1-16	17-33	34-51	52-69	70-87	88-105	106-124	LES 特征序号
1	2	3	4	5	6	7	分类器序号 ν

图5

专利名称(译)	一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法		
公开(公告)号	CN110338760A	公开(公告)日	2019-10-18
申请号	CN201910585116.9	申请日	2019-07-01
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	章敏敏 潘常春 王宏武 刘海春 杨根科		
发明人	章敏敏 潘常春 王宏武 刘海春 杨根科		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/04 A61B5/0476 A61B5/048 A61B5/16 G06K9/62 G16H50/20		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0476 A61B5/048 A61B5/16 A61B5/165 A61B5/6803 A61B5/7267 G06K9/624 G06K9/6269 G16H50/20		
代理人(译)	郑立		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于脑电图频域数据的精神分裂症三分类方法，涉及精神分裂症辅助诊断分类领域。所述方法利用自发脑电技术，以在没有诱导的情况下获得受外界干扰较小的脑电图作为精神分裂症辅助诊断的数据来源，通过初始化数据处理后，将脑电图时域数据转换为频域数据，再对脑电图频域数据进行频段划分，将分段的数据分别作为矩阵处理，得到数量可控的LES特征，使用基于二次规划的频段权重分配算法得到分类效果最好的频域权重，利用支持向量机分类算法进行基于脑电图频域数据的精神分裂症的首阶段、健康阶段和临床高危综合征阶段的分类。通过本发明的实施，能够对精神分裂症进行科学而准确的分类，实现基于脑电图数据的精神分裂症辅助诊断。

