



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106974660 B

(45)授权公告日 2020.03.06

(21)申请号 201710259855.X

(22)申请日 2017.04.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106974660 A

(43)申请公布日 2017.07.25

(73)专利权人 重庆邮电大学
地址 400060 重庆市南岸区崇文路2号

(72)发明人 张旭 夏英 李含雨 柏琳娟
聂庄

(74)专利代理机构 重庆中流知识产权代理事务
所(普通合伙) 50214

代理人 陈立荣

(51)Int.Cl.

A61B 5/1455(2006.01) (续)

(56)对比文件

CN 102114322 A,2011.07.06,

CN 102715902 A,2012.10.10,

CN 105814571 A,2016.07.27,

US 2006106291 A1,2006.05.18,

CN 103976719 A,2014.08.13,

WO 0035344 A1,2000.06.22,

Song Zhou等.Processing of Prefrontal Cortex (PFC) to Different Emotion-Induced Materials:Progress of Research on fNIRS.《Advances in Psychology》.2014,第4卷第822-830页.

薛蕴菁等.轻度血管性认知障碍患者计算能力的功能MRI研究.《Clinical Articles》.2012,第3卷(第6期),第424-429页. (续)

审查员 刘统

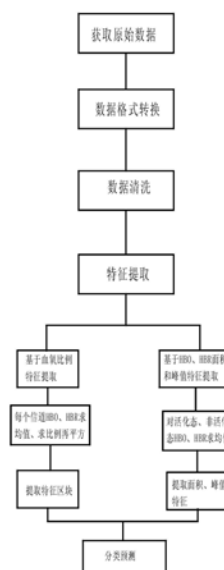
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,包括如下处理步骤:S1、获取原始数据,给若干被测试者布置心算任务,在心算任务中采集被测试者脑部的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR和总血红蛋白的浓度变化以得到原始数据;S2、数据格式转换,将获取的特定原始数据格式转换成能够支持的单一数据格式;S3、数据清洗,在数据采集过程中对由于生理活动产生的噪声进行去除,对运动假影进行矫正;S4、特征提取,对清洗后的最终数据进行特征提取;S5、分类预测性别,将步骤S4提取的特征与已知性别用户的特征库信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果。



CN 106974660 B

[接上页]

(51) Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

Keller K等.Gender differences in the functional and structural neuroanatomy of mathematical cognition.《Neuroimage》.2009,第47卷(第1期),第342-352页.

WILLIAMSON C S等.Influence of age and

sex on hemoglobin: A spectrophotometric analysis of nine hundred and nineteen cases.《Archives of Internal Medicine》.1916,第18卷(第4期),第505-528页.

Dujovny M,Lewis G D,Vinas F等.Cerebral oxygen saturation as a function of age,sex,and skin color.《Physiological Monitoring and Early Detection Diagnostic Methods》.1992,第1641卷第126-133页.

1. 一种基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,包括如下处理步骤:

S1、获取原始数据,给被测试者布置心算任务,在心算任务中采集被测试者脑部的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR和总血红蛋白的浓度变化以得到原始数据;

S2、数据格式转换,将获取的特定原始数据格式转换成能够支持的单一数据格式;

S3、数据清洗,在数据采集过程中对由于生理活动产生的噪声进行去除,对运动假影进行矫正;

S4、特征提取,对清洗后的最终数据进行特征提取;

所述步骤S4中对清洗后的最终数据进行特征提取,包括血氧比例特征、峰值和面积特征提取;其中,

所述血氧比例特征提取,包括如下步骤,

S401、对数据集,以时间为x轴,血氧浓度为y轴对每个通道的氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的曲线求面积,然后,将氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的面积求比后再平方,标记为ORA,即 $ORA = (C(\text{氧合血红蛋白HBO}) / C(\text{脱氧血红蛋白HBR}))^2$;将所有信道的ORA分为一个区块且定义为特征区块;

S402、提取特征,提取被测试者信道组M1和M2所对应的ORA,将此ORA作为该被测试者的血氧比例特征;

所述信道组M1和M2采用以下方法确定:提取若干已知性别被测试者的氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR数据,采用步骤S401方法求得所有信道的ORA;将男性所有通道的ORA的平均值设为K1,女性所有通道的ORA的平均值设为K2;将男性ORA大于K1和女性ORA小于K2的分为一个特征区块;将男性ORA小于K1和女性ORA大于K2的分为一个特征区块;确定特征信道,取男性ORA大于K1的特征区块的信道与女性ORA小于K2的特征区块的信道相同的信道作为一个新的特征信道组M1;取男性ORA小于K1的特征区块的信道与女性ORA大于K2的特征区块的信道相同的信道作为另一个新的特征信道组M2;同时,将所述信道组M1和M2所对应的ORA作为性别特征库中的血氧比例特征信息;

所述面积和峰值特征提取,包括如下步骤,

S403、以时间为x轴,血氧浓度为y轴,在氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的曲线中分别取面积和取峰值进行计算;

S404、采用无监督学习的聚类算法将所有曲线的面积和峰值数据分为若干类,以聚类后每一类氧合血红蛋白HBO求均值,以所有类求均值后的最大值为基准认定为活化态下氧合血红蛋白HBO特征,以聚类后每一类脱氧血红蛋白HBR求均值,以所有类求均值后的最小值为基准认定为活化态下脱氧血红蛋白HBR特征,将这两个数值一起作为样本活化通道下的变化,以聚类后每一类氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR均值向量分别求欧式距离,即若聚类数为N,若氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR聚类数相同,则需要分别求 $N*N$ 次欧式距离,求出最小欧式距离;以欧式距离最小值为基准,将对应最小欧式距离的脱氧血红蛋白HBR、氧合血红蛋白HBO分别求平均值且将其认定为静息态下通道变化,并以此求得氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积特征和峰值特征;

S405、提取若干已知性别被测试者的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR数据,按性别分组分别求得男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR曲线的峰值和面积,

按照步骤S404方法分别求得男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积和峰值特征,并将所求得的面积和峰值特征作为性别特征库中的面积和峰值特征信息;

S5、分类预测性别,将步骤S4提取的被测试者的特征与性别特征库中的信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果。

2. 根据权利要求1所述基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,所述步骤S1中采用连续波系统BNCI Horizon2020记录的脑血氧数据,所述连续波系统采用由16个探测器和17个光发射器组成的多通道系统,有52个通道,采样率设置为10赫兹,对被测试者脑部的氧合血红蛋白、脱氧血红蛋白和总血红蛋白的浓度变化进行采集。

3. 根据权利要求1所述基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,所述步骤S3中对生理噪声去除的方法包括带通滤波、自适应滤波,PCA和ICA;对运动假影进行矫正的方法包括有PCA、ICA、CBSI和小波滤波。

4. 根据权利要求1所述基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,所述将被测试者的特征与性别特征库中的信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果,包括:

S51、将被测试者的面积和峰值特征与性别特征库中的面积和峰值特征信息进行比对,得到被测试者的初步性别判定结果;

S52、将被测试者的血氧比例特征与性别特征库中的血氧比例特征信息进行比较,得到被测试者的最终性别判定结果。

基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及非侵入式脑功能活动检测中的性别判定技术,具体涉及一种基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法。

背景技术

[0002] 非侵入式脑功能活动检测在脑功能成像技术中是一个不断发展的研究领域,至今已成功开发了许多脑功能检测技术,其中主流的技术包括以下三种,功能性磁共振成像(fMRI,functional magnetic resonance imaging)、脑电图(EEG,Electroencephalogram)以及功能性近红外光谱技术(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)。

[0003] 功能性磁共振成像(fMRI)是以核磁共振现象作为物理学基础,利用磁场与射频脉冲是人体组织产生射频信号,经计算机处理而成像。其中对脑功能的研究主要使用任务激活的图像(task activation MRI),测定大脑血液的氧合水平(Blood Oxygenation Level-dependent, BOLD)。

[0004] 脑电是人脑内部神经细胞群的电生理活动在大脑皮层的综合反映,利用头上安置的电极导出脑细胞电活动,选择适当的导联方式测量头皮电位,再经过放大滤波把电位与时间的关系记录下来的波形成为脑电图(EEG)。

[0005] 近红外光谱技术(NIRS)利用血液的主要成分对600-900nm近红外光的强散射性与低吸收性,以及生物组织中的氧合血红蛋白和还原血红蛋白具有不同的吸收光谱特性,从而获得大脑活动时氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的浓度变化情况。利用阵列式光源探测器布局的光学探头进行多通道的同步检测,可以实现近红外脑功能活动的光学成像。

[0006] 事实上,在心算任务中,男性与女性的脑部活动存在着较为明显的差异。在非侵入式脑功能活动检测中对性别差异所引起的各种特征进行分析,进而进行性别判定,可以使得整个检测更具有针对性,使得检测结果更具科学性。这对于未来应用到沉浸式游戏领域有很大帮助,它可以不用让玩家手动输入自身性别,而是直接让机器判断性别,然后提前为玩家进行游戏角色或游戏推荐,从而使游戏玩家的用户体验更佳,更有真实感。

发明内容

[0007] 鉴于以上技术问题,本发明提供一种特征提取方式简单、测试数据准确且具有普遍性的基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法。

[0008] 本发明是通过如下技术方案来实现的:

[0009] 一种基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,包括如下处理步骤:

[0010] S1、获取原始数据,给被测试者布置心算任务,在心算任务中采集被测试者脑部的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR和总血红蛋白的浓度变化以得到原始数据;

[0011] S2、数据格式转换,将获取的特定原始数据格式转换成能够支持的单一数据格式;

[0012] S3、数据清洗,在数据采集过程中对由于生理活动产生的噪声进行去除,对运动假

影进行矫正；

[0013] S4、特征提取,对清洗后的最终数据进行特征提取；

[0014] S5、分类预测性别,将步骤S4提取的被测试者的特征与性别特征库中的信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果。

[0015] 进一步地,所述步骤S1中采用连续波系统BNCI Horizon2020记录的脑血氧数据,所述连续波系统采用由16个探测器和17个光发射器组成的多通道系统,有52个通道,采样率设置为10赫兹,对被测试者脑部的氧合血红蛋白、脱氧血红蛋白和总血红蛋白的浓度变化进行采集。

[0016] 进一步地,所述步骤S3中对生理噪声去除的方法包括带通滤波、自适应滤波,PCA和ICA;对运动假影进行矫正的方法包括有PCA、ICA、CBSI和小波滤波。

[0017] 进一步地,所述步骤S4中对清洗后的最终数据进行特征提取,包括血氧比例特征、峰值和面积特征提取;其中,

[0018] 所述血氧比例特征提取,包括如下步骤,

[0019] S401、对数据集,以时间为x轴,血氧浓度为y轴对每个通道的氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的曲线求面积,然后,将氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的面积求比后再平方,标记为ORA,即 $ORA = (C(\text{氧合血红蛋白HBO}) / C(\text{脱氧血红蛋白HBR}))^2$;将所有信道的ORA分为一个区块且定义为特征区块;

[0020] S402、提取特征,提取被测试者信道组M1和M2所对应的ORA,将此ORA作为该被测试者的血氧比例特征;

[0021] 所述信道组M1和M2采用以下方法确定:提取若干已知性别被测试者的氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR数据,采用步骤S401方法求得所有信道的ORA;将男性所有通道的ORA的平均值设为K1,女性所有通道的ORA的平均值设为K2;将男性ORA大于K1和女性ORA小于K2的分为一个特征区块;将男性ORA小于K1和女性ORA大于K2的分为一个特征区块;确定特征信道,取男性ORA大于K1的特征区块的信道与女性ORA小于K2的特征区块的信道相同的信道作为一个新的特征信道组M1;取男性ORA小于K1的特征区块的信道与女性ORA大于K2的特征区块的信道相同的信道作为另一个新的特征信道组M2;同时,将所述信道组M1和M2所对应的ORA作为性别特征库中的血氧比例特征信息;

[0022] 所述面积和峰值特征提取,包括如下步骤,

[0023] S403、以时间为x轴,血氧浓度为y轴,在氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的曲线中分别取面积和峰值进行计算;

[0024] S404、采用无监督学习的聚类算法将所有曲线的面积和峰值数据分为若干类,以聚类后每一类氧合血红蛋白HBO求均值,以所有类求均值后的最大值为基准认定为活化态下氧合血红蛋白HBO特征,以聚类后每一类脱氧血红蛋白HBR求均值,以所有类求均值后的最小值为基准认定为活化态下脱氧血红蛋白HBR特征,将这两个数值一起作为该样本活化通道下的变化,以聚类后每一类氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR均值向量分别求欧式距离,即若聚类数为N,若氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR聚类数相同,则需要分别求 $N \times N$ 次欧式距离,求出最小欧式距离;以欧式距离最小值为基准,将对应最小欧式距离的脱氧血红蛋白HBR、氧合血红蛋白HBO分别求平均值且将其认定为静息态下通道变化,并以此求得氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积特征和峰值特征;

[0025] S405、提取若干已知性别被测试者的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR数据,按性别分组分别求得男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR曲线的峰值和面积,按照步骤S404方法分别求得男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积和峰值特征,并将所求得的面积和峰值特征作为性别特征库中的面积和峰值特征信息。

[0026] 进一步地,所述将被测试者的特征与性别特征库中的信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果,包括:

[0027] S51、将被测试者的面积和峰值特征与性别特征库中的面积和峰值特征信息进行对比,得到被测试者的初步性别判定结果;

[0028] S52、将被测试者的血氧比例特征与性别特征库中的血氧比例特征信息进行比较,得到被测试者的最终性别判定结果。

[0029] 本发明的有益效果是:根据在心算过程中男女脑部活动存在的差异性,即脑部血氧浓度的变化,通过提取血氧比例特征、面积和峰值特征,然后进行分类预测实现对男女性别的判别。特征提取过程简单,易操作,且准确率高。

附图说明

[0030] 图1为本发明的流程图;

[0031] 图2为采用基于血氧比例的特征提取的男女特征信道比例图;

[0032] 图3为采用基于面积和峰值的特征提取的处理后的男女氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR面积特征图;

[0033] 图4为采用基于面积和峰值的特征提取的处理后的男女氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR峰值特征图。

具体实施方式

[0034] 下面将结合具体实施例对本发明进行详细地描述:

[0035] 图1为本发明的流程图,如图所示,本发明基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法,其特征在于,包括如下处理步骤:

[0036] S1、获取原始数据,给被测试者布置心算任务,在心算任务中采集被测试者脑部的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR和总血红蛋白的浓度变化以得到原始数据;包括,采用连续波系统BNCI Horizon2020记录的脑血氧数据,所述连续波系统采用由16个探测器和17个光发射器组成的多通道系统,有52个通道,采样率设置为10赫兹,对被测试者脑部的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR和总血红蛋白的浓度变化进行采集;

[0037] S2、数据格式转换,将获取的特定原始数据格式转换成能够支持的单一数据格式;

[0038] S3、数据清洗,在数据采集过程中对由于生理活动产生的噪声进行去除,对运动假影进行矫正;包括,对生理噪声去除的方法包括带通滤波、自适应滤波,PCA和ICA;对运动假影进行矫正的方法包括有PCA、ICA、CBSI和小波滤波;

[0039] S4、特征提取,对清洗后的最终数据进行特征提取;包括血氧比例特征、峰值和面积特征提取;其中,

[0040] 所述血氧比例特征提取,包括如下步骤,

[0041] S401、对数据集,以时间为x轴,血氧浓度为y轴对每个通道的氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的曲线求面积,然后,将氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的面积求比后再平方,标记为ORA,即 $ORA = (C(\text{氧合血红蛋白HBO}) / C(\text{脱氧血红蛋白HBR}))^2$;将所有信道的ORA分为一个区块且定义为特征区块;

[0042] S402、提取特征,提取被测试者信道组M1和M2所对应的ORA,将此ORA作为该被测试者的血氧比例特征;

[0043] 所述信道组M1和M2采用以下方法确定:提取若干已知性别被测试者的氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR数据,采用步骤S401方法求得所有信道的ORA;将男性所有通道的ORA的平均值设为K1,女性所有通道的ORA的平均值设为K2;将男性ORA大于K1和女性ORA小于K2的分为一个特征区块;将男性ORA小于K1和女性ORA大于K2的分为一个特征区块;确定特征信道,取男性ORA大于K1的特征区块的信道与女性ORA小于K2的特征区块的信道相同的信道作为一个新的特征信道组M1;取男性ORA小于K1的特征区块的信道与女性ORA大于K2的特征区块的信道相同的信道作为另一个新的特征信道组M2;同时,将所述信道组M1和M2所对应的ORA作为性别特征库中的血氧比例特征信息。

[0044] 将信道组M1和M2所对应的ORA做直方图(如附图2所示),可以清晰的看到男ORA和女ORA具有明显区别特征信道组,即通过特征信道组M1和特征信道组M2的特征区块ORA进行比较,即可实现性别判定。

[0045] 另外,所述面积和峰值特征提取,包括如下步骤,

[0046] S403、以时间为x轴,血氧浓度为y轴,在氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的曲线中分别取面积和取峰值进行计算;

[0047] S404、采用无监督学习的聚类算法将所有曲线的面积和峰值数据分为若干类,以聚类后每一类氧合血红蛋白HBO求均值,以所有类求均值后的最大值为基准认定为活化态下氧合血红蛋白HBO特征,以聚类后每一类脱氧血红蛋白HBR求均值,以所有类求均值后的最小值为基准认定为活化态下脱氧血红蛋白HBR特征,将这两个数值一起作为该样本活化通道下的变化,以聚类后每一类氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR均值向量分别求欧式距离,即若聚类数为N,若氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR聚类数相同,则需要分别求 $N * N$ 次欧式距离,求出最小欧式距离;以欧式距离最小值为基准,将对应最小欧式距离的脱氧血红蛋白HBR、氧合血红蛋白HBO分别求平均值且将其认定为静息态下通道变化,并以此求得氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积特征和峰值特征;

[0048] S405、提取若干已知性别被测试者的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR数据,按性别分组分别求得男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR曲线的峰值和面积,按照步骤S404方法分别求得男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积和峰值特征,并将所求得的面积和峰值特征作为性别特征库中的面积和峰值特征信息。

[0049] 将步骤S405求得的男性组和女性组的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积和峰值特征分别做直方图(如附图3、4所示),可以清晰的看到男、女氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的面积,男、女氧合血红蛋白HBO和脱氧血红蛋白HBR的峰值均具有明显区别特征,通过氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR的面积和峰值特征的比较,即可实现性别判定。

[0050] 进一步地,所述将被测试者的特征与性别特征库中的信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果,包括:

[0051] S51、将被测试者的面积和峰值特征与性别特征库中的面积和峰值特征信息进行比对,得到被测试者的初步性别判定结果;

[0052] S52、将被测试者的血氧比例特征与性别特征库中的血氧比例特征信息进行比较,得到被测试者的最终性别判定结果。

[0053] 本发明的有益效果是:本发明的性别判别方法,根据在心算过程中男女脑部活动存在的差异性,即脑部血氧浓度的变化,通过提取血氧比例特征、面积和峰值特征,然后进行分类预测实现对男女性别的判别。特征提取过程简单,易操作,且准确率高。

[0054] 应理解实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作任何各种改动和修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限制。

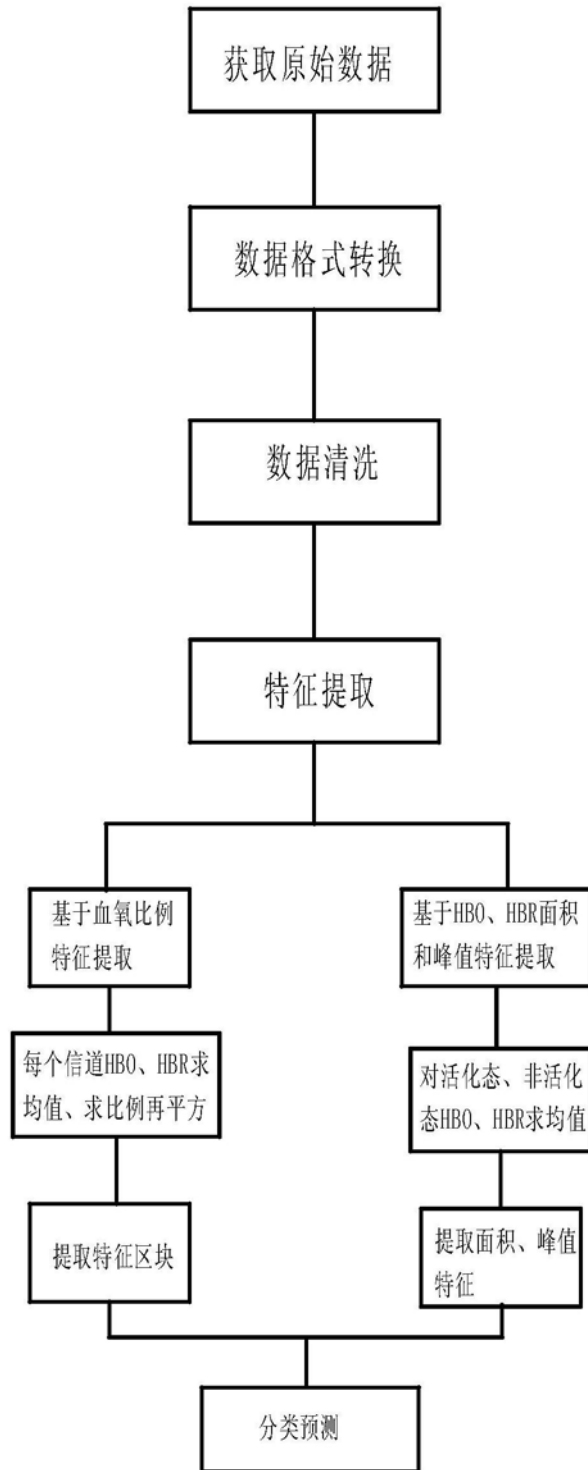


图1

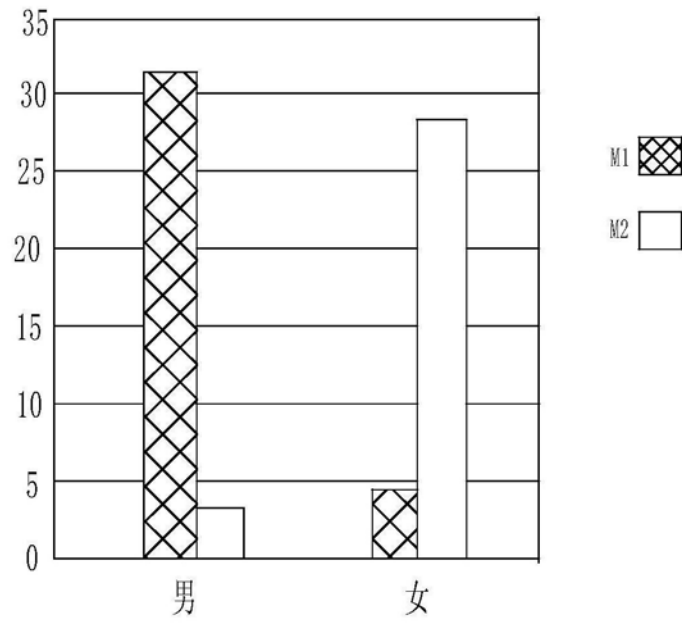


图2

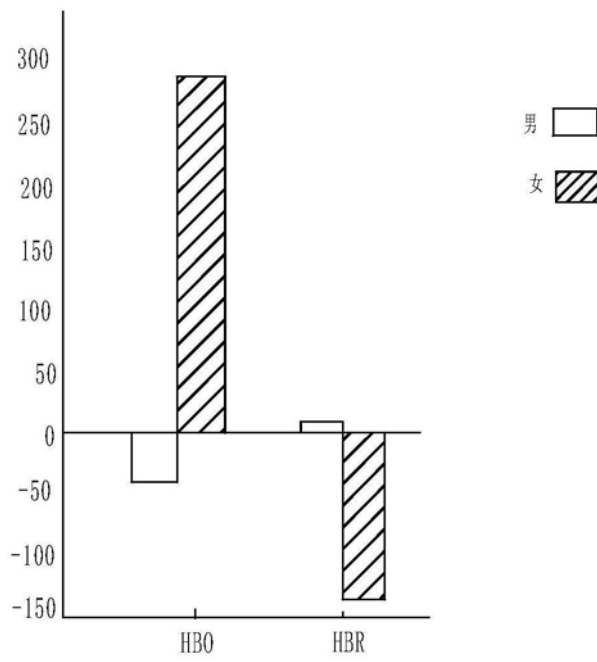


图3

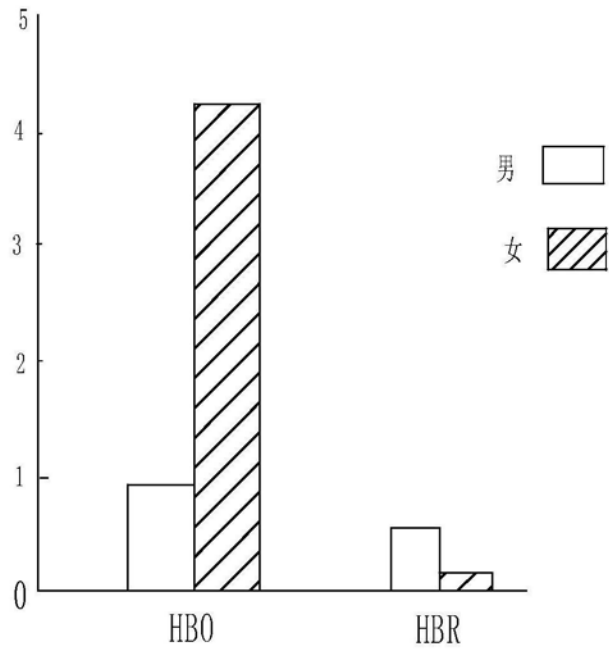


图4

专利名称(译)	基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法		
公开(公告)号	CN106974660B	公开(公告)日	2020-03-06
申请号	CN2017110259855.X	申请日	2017-04-20
[标]申请(专利权)人(译)	重庆邮电大学		
申请(专利权)人(译)	重庆邮电大学		
当前申请(专利权)人(译)	重庆邮电大学		
[标]发明人	张旭 夏英 李含雨 柏琳娟 聂庄		
发明人	张旭 夏英 李含雨 柏琳娟 聂庄		
IPC分类号	A61B5/1455 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/14553 A61B5/7207 A61B5/7225 A61B5/725		
代理人(译)	陈立荣		
审查员(译)	刘统		
其他公开文献	CN106974660A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于脑功能活动检测中的血氧特征实现性别判定的方法，其特征在于，包括如下处理步骤：S1、获取原始数据，给若干被测试者布置心算任务，在心算任务中采集被测试者脑部的氧合血红蛋白HBO、脱氧血红蛋白HBR和总血红蛋白的浓度变化以得到原始数据；S2、数据格式转换，将获取的特定原始数据格式转换成能够支持的单一数据格式；S3、数据清洗，在数据采集过程中对由于生理活动产生的噪声进行去除，对运动假影进行矫正；S4、特征提取，对清洗后的最终数据进行特征提取；S5、分类预测性别，将步骤S4提取的特征与已知性别用户的特征库信息进行对比分析得出被测试者的性别判定结果。

