



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109710065 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201811549311.8

(22)申请日 2018.12.18

(71)申请人 苏州大学

地址 215000 江苏省苏州市相城区济学路8号

(72)发明人 李春光 徐嘉诚 曲巍 胡海燕
郭浩

(74)专利代理机构 苏州市中南伟业知识产权代
理事务所(普通合伙) 32257

代理人 徐洋洋

(51)Int.Cl.

G06F 3/01(2006.01)

G06K 9/00(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

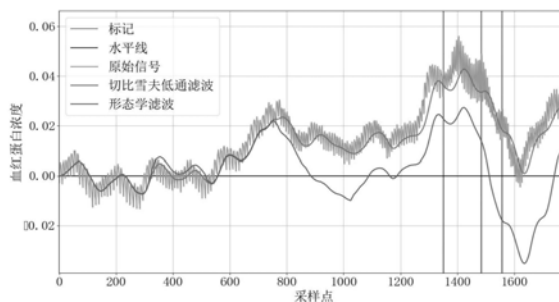
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的
识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法。本发明一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,包括:获取脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理,其中,所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务;”中。本发明的有益效果:本发明应用近红外光谱脑成像技术进行测试实验,其操作简便,易于携带,对外部环境的要求不高,对环境噪音的敏感度低行走调节发生时刻所记录的脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理。



1. 一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,其特征在于,包括:

获取脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理,其中,所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务;”中行走调节发生时刻所记录的脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理;

对于预处理后的脑皮层血红蛋白信息,采用滑窗法,在每个窗内根据大脑功能区域的分布进行相应的通道划分,并计算和提取出相关参数作为特征;

应用梯度提升树算法,建立行走调节意图的检测模型,并根据模型给出的每个窗的行走调节意图的概率值,确定行走调节意图的发生。

2. 如权利要求1所述的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,其特征在于,“应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务;”中,行走调节实验在处于自然环境下的走廊中进行,每位被试共执行8遍行走状态自发调节的任务,被试每执行完一次任务后进行休息,任务与任务之间的休息时间是40秒。

3. 如权利要求1所述的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,其特征在于,“进行数据的预处理”具体包括:

采用2阶的切比雪夫低通滤波器,滤波截止频率为0.145Hz,对血氧信号中的呼吸和心跳等高频冗余成分进行滤除,并且保留低频的神经元活动成分;

采用数学形态学滤波的方法,将腐蚀和膨胀操作进行组合,构成闭开滤波器和开闭滤波器;通过闭开滤波器和开闭滤波器,对信号进行基线的矫正,去除零漂。

4. 如权利要求1所述的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,其特征在于,对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程的相关操作。

5. 如权利要求4所述的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,其特征在于,“对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程的相关操作”具体包括:

采用滑窗方法,对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程;在每个窗内,根据大脑功能区域的分布对通道进行划分,并采用熵权法计算各区域的血氧浓度值;

在每个窗内对每个脑区计算血红蛋白相应的参数,作为原始的特征空间。

6. 如权利要求1所述的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,其特征在于,“应用梯度提升树算法,建立行走调节意图的检测模型,并根据模型给出的每个窗的行走调节意图的概率值,确定行走调节意图的发生。”具体包括:

对行走调节意图前的窗样本标记为负样本,对行走调节意图后的窗样本标记为正样本,采用梯度提升树算法建立模型,并由模型给出每个窗样本识别成正样本的概率值;

根据训练集的指标,择优确定概率阈值;当在当前时刻的窗的预测概率大于等于此阈值,并且前一时刻窗的预测概率小于此阈值时,则确定为行走调节意图的发生时刻。

7. 一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现权利要求1到6任一项所述方法的步骤。

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,该程序被处理器执行时实现权利要求1到6任一项所述方法的步骤。

9. 一种处理器,其特征在于,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行权利要求1到6任一项所述的方法。

基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能助行、康复训练技术,具体涉及一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法。

背景技术

[0002] 近些年,随着老龄化社会的来临,将会出现越来越多的老年人。老年人腿脚不便,运动功能受限,需要助行设备帮助他们助力行走。此外,由于事故、疾病、自然灾害之后导致残疾的病人,也日益增多,尤其是由心脑血管疾病引起的瘫痪的比重逐年增加。因此,越来越多的科研工作者都致力于开发出助行或是康复训练设备来帮助这些人恢复行动能力。而脑机接口作为一项拥有前景的技术,在康复领域中起着广泛而又深刻的作用。通过脑机接口技术,能够解码使用者的大脑自发运动意图,进而将这些自发运动意图来控制外部的设备,帮助他们进行训练和恢复运动能力。因此对于下肢运动功能障碍的这些特定人群,基于脑机接口技术开发出的助行设备,能更好的弥补当前市场上助行设备的不足,满足下肢运动功能障碍者的迫切需求。

[0003] 不同于普通的肢体运动,人类的行走运动往往具有更大的运动幅度,并且运动的环境往往是自然环境,无法达到实验室环境的要求。在这样的环境下,通过脑电技术(EEG),脑磁技术(MEG),功能性磁共振成像(fMRI)等技术采集的脑信号往往会出现不稳定,信号杂,甚至失效,这不利于实际场景的应用。因为这些技术往往需要一个稳定的测试环境,并且这些设备过于庞大不适合随着使用者的行走而进行相应的移动。但是,通过近红外脑成像技术(fNIRS)来获取大脑信号,能够有效地适弥补上述技术的不足。这是因为fNIRS具有便携性,对环境因素的不敏感,在实际应用中,用户能够背着fNIRS设备,在自然环境下进行长距离的行走,并同时采集他们在运动时的大脑血红蛋白信息。因此,采用基于fNIRS的脑机接口技术,是研究行走时自发的步态调整意图的最佳选择。

[0004] 目前在全球范围内基于脑机接口技术研究自发调节意图的成果并不多,大多数都基于初步阶段。并且在很多研究中,主要集中在研究从静止态到运动态的自发调整意图,如从休息到伸手,从休息到迈腿等。尽管这些研究取得了一定的成果,但是在实际的日常情况中,用户的自发调节意图,往往不是从静止到运动,而是从某个运动状态到另一个运动状态。因此为了使研究能够应用于实际,检测的行走调节意图应是从一个行走状态调节到另一种行走状态的自发意图。

[0005] 传统技术存在以下技术问题:

[0006] 但是如何把建立好的自发调意图的检测模型付诸于实际中时,却存在着另外一个现实难题。传统的脑机接口技术,在实际应用时,需要预先让用户进行相应的测试,以获取大脑信号进行解码建模。这需要大量的准备时间,会引起用的不满情绪。因此,基于已有的用户数据进行解码建模,然后对于新来的用户直接进行测试给出结果,是最佳的解决方案。这样的方法称为Inter-BCI。但是通过这样的方式建立的模型,往往识别的精度要低于前者。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是提供一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,以达到对用户行走状态发生调节时进行识别,为实现基于脑机接口技术的智能助行设备以及智能康复医疗辅助手段奠定基础的目的。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法,包括:

[0009] 获取脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理,其中,所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务;”中行走调节发生时刻所记录的脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理;

[0010] 对于预处理后的脑皮层血红蛋白信息,采用滑窗法,在每个窗内根据大脑功能区域的分布进行相应的通道划分,并计算和提取出相关参数作为特征;

[0011] 应用梯度提升树算法,建立行走调节意图的检测模型,并根据模型给出的每个窗的行走调节意图的概率值,确定行走调节意图的发生。

[0012] 在其中一个实施例中,“应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务;”中,行走调节实验在处于自然环境下的走廊中进行,每位被试共执行8遍行走状态自发调节的任务,被试每执行完一次任务后进行休息,任务与任务之间的休息时间是40秒。

[0013] 在其中一个实施例中,“进行数据的预处理”具体包括:

[0014] 采用2阶的切比雪夫低通滤波器,滤波截止频率为0.145Hz,对血氧信号中的呼吸和心跳等高频冗余成分进行滤除,并且保留低频的神经元活动成分;

[0015] 采用数学形态学滤波的方法,将腐蚀和膨胀操作进行组合,构成闭开滤波器和开闭滤波器;通过闭开滤波器和开闭滤波器,对信号进行基线的矫正,去除零漂。

[0016] 在其中一个实施例中,对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程的相关操作。

[0017] 在其中一个实施例中,“对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程的相关操作”具体包括:

[0018] 采用滑窗方法,对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程;在每个窗内,根据大脑功能区域的分布对通道进行划分,并采用熵权法计算各区域的血氧浓度值;

[0019] 在每个窗内对每个脑区计算血红蛋白相应的参数,作为原始的特征空间。

[0020] 在其中一个实施例中,“应用梯度提升树算法,建立行走调节意图的检测模型,并根据模型给出的每个窗的行走调节意图的概率值,确定行走调节意图的发生。”具体包括:

[0021] 对行走调节意图前的窗样本标记为负样本,对行走调节意图后的窗样本标记为正样本,采用梯度提升树算法建立模型,并由模型给出每个窗样本识别成正样本的概率值;

[0022] 根据训练集的指标,择优确定概率阈值;当在当前时刻的窗的预测概率大于等于此阈值,并且前一时刻窗的预测概率小于此阈值时,则确定为行走调节意图的发生时刻。

[0023] 一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现任一项所述方法的步骤。

[0024] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现

任一项所述方法的步骤。

[0025] 一种处理器,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行任一项所述的方法。

[0026] 本发明的有益效果:

[0027] 1. 本发明应用近红外光谱脑成像技术进行测试实验,其操作简便,易于携带,对外部环境的要求不高,对环境噪音的敏感度低,而且不会对受试者产生任何的负作用。整个测试过程中受试者背着NIRS设备,处于自然环境下完成自发调节行走状态的任务,采集相应的大脑血红蛋白信息,由此得出的自发调节意图的识别结果更接近实际情况,这更有利于用于助行/康复设备;步态调整的自主控制使得在认知活动的自然情景下获取脑皮层生物信息,增加了识别算法的实际应用价值,为实现实际可行的基于脑机接口技术的助行设备奠定基础。

[0028] 2. 本发明在预处理阶段采用了数学形态滤波结合切比雪夫低通滤波的方法。该方法能够有效地去滤除冗余无效的高频成分,保留信号的形态特性,滤除低频中的噪音干扰,该方法有利于保证信号的稳定可靠,为后续的数据分析和建模作好保证。

[0029] 3. 本发明在特征提取部分,以窗为基础单位,进行分析,更接近实际应用。在每个窗内,采用熵权法,自适应地获取脑区各通道的权重来计算脑区整体的血红蛋白浓度,由该方法计算出的脑区血红蛋白浓度值相比于传统的平均法,具有更高的鲁棒性,能够有效减弱个体差异的影响。

[0030] 4. 本发明在梯度提升树的模型基础上,进一步对模型的输出概率,搜寻最佳概率阈值,以获取更精确的识别效果。

附图说明

[0031] 图1为本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中的步行调节实验的时序图。

[0032] 图2为本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中大脑皮层运动关联区域及测试通道分布图。

[0033] 图3为本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中采用数学形态学滤波结合切比雪夫低通滤波方法的效果图。

[0034] 图4为本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中滑窗方法的示意图。

[0035] 图5(a)为本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中的某遍任务的梯度提升树模型的识别结果图。

[0036] 图5(b)为本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中的挑选最佳概率阈值的示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。

[0038] 参阅图1到图5,一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图识别方法,具体步骤

如下:

[0039] (1).应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务;

[0040] (2).对行走调节发生时刻所记录的脑皮层血红蛋白浓度,进行数据的预处理;

[0041] (3).对于预处理后的脑皮层血红蛋白信息,采用滑窗法,在每个窗内根据大脑功能区域的分布进行相应的通道划分,并计算和提取出相关参数作为特征;

[0042] (4).应用梯度提升树算法,建立行走调节意图的检测模型,并根据模型给出的每个窗的行走调节意图的概率值,确定行走调节意图的发生。

[0043] 本发明应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验,其操作简便,有着便携的优势,对外部环境的要求不高,对环境噪音的敏感度低,而且不会对受试者产生任何的负作用。整个测试过程中受试者背着NIRS设备,处于自然环境下完成相应的行走调节的任务,由此得出的行走调节意图的识别结果更有利于用于助行/康复设备;行走状态调节的自主控制使得在认知活动的自然情景下获取脑皮层生物信息,增加了识别算法的实际应用价值,为实现实际可行的基于脑机接口技术的助行设备和智能康复医疗辅助手段奠定基础。

[0044] 作为优选的,步骤(1)中行走调节实验在处于自然环境下的走廊中进行,每位被试共执行8遍行走状态自发调节的任务。被试每执行完一次任务后进行休息,任务与任务之间的休息时间约40秒。

[0045] 作为优选的,步骤(2)具体实施如下:

[0046] (2-1)对血氧信号中的呼吸,心跳等高频冗余成分进行滤除,并且保留低频的神经元活动成分,因此采用2阶的切比雪夫低通滤波器,滤波截止频率为0.145Hz。

[0047] (2-2)采用数学形态学滤波的方法,将腐蚀和膨胀操作进行组合,构成闭开滤波器和开闭滤波器。通过闭开滤波器和开闭滤波器,对信号进行基线的矫正,去除零漂。这样的方法更能保证低频信号的形态特性,有效去除低频频段中的噪音成分。

[0048] 作为优选的,步骤(3)对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程的相关操作。

[0049] 作为优选的,步骤(3)具体实施如下:

[0050] (3-1).为了满足实时需要,采用滑窗方法,对预处理后的脑皮层血红蛋白信息进行特征工程。在每个窗内,根据大脑功能区域的分布对通道进行划分,并采用熵权法计算各区域的血氧浓度值。

[0051] (3-2).在每个窗内对每个脑区计算血红蛋白相应的参数,包括血氧浓度的统计特征,如均值、能量、方差、极差等。作为原始的特征空间。

[0052] 作为优选的,步骤(4)具体实施如下:

[0053] (4-1).对行走调节意图前的窗样本标记为负样本,对行走调节意图后的窗样本标记为正样本,采用梯度提升树算法建立模型,并由模型给出每个窗样本识别成正样本的概率值。

[0054] (4-2).根据训练集的指标,择优确定概率阈值。当在当前时刻的窗的预测概率大于等于此阈值,并且前一时刻窗的预测概率小于此阈值时,则确定为行走调节意图的发生时刻。

[0055] 本发明实施例公开的基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法中子区

域值的计算方法如下：

[0056] 1.数据归一化,采用最大最小归一化公式：

[0057] For j=1 to M个通道：

$$[0058] \quad x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

[0059] 2.计算区域内各个通道的权重：

[0060] For j=1 to M个通道

[0061] 2.1计算每个采样点的概率：

$$[0062] \quad p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}}$$

[0063] 2.2计算每个通道的信息熵：

$$[0064] \quad e_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij})$$

[0065] 2.3计算每个通道的权重：

$$[0066] \quad \omega_j = \frac{1 - e_j}{\sum 1 - e_j}$$

[0067] 3.计算区域血氧值：

$$[0068] \quad S = \sum_j x_{ij} \omega_j$$

[0069] 表1进一步划分的子区域通道编号

[0070]

子区域名称	通道编号	子区域名称	通道编号
PFC1u	(1,4,5)	PFC1w	(3,5,8)
PFC1l	(1,3,8)	PFCmw	(5,6,9)
PFC1r	(1,5,8)	PFCw1l	(5,8,9)
PFCu1	(1,2,5)	PRFrw	(6,7,10)
PFCmu	(2,5,6)	PFCwr	(6,9,10)
PFCm1	(2,5,9)	PMc1l	(11,14,18)
PFCmr	(2,6,9)	SMAuu	(12,15,16)
PFCur	(2,3,6)	SMA1l	(12,15,19)
PFCru	(2,6,7)	SMArr	(12,16,19)
PFCr1	(2,6,10)	PMCrr	(13,17,20)
PFCrr	(2,7,10)	SMAww	(15,16,19)

[0071] 以上所述实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例,本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换,均在本发明

的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

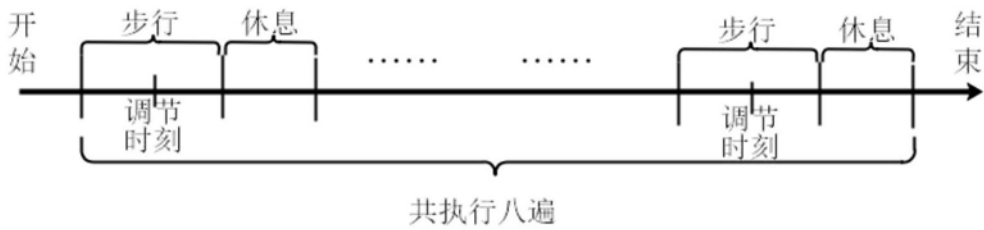


图1

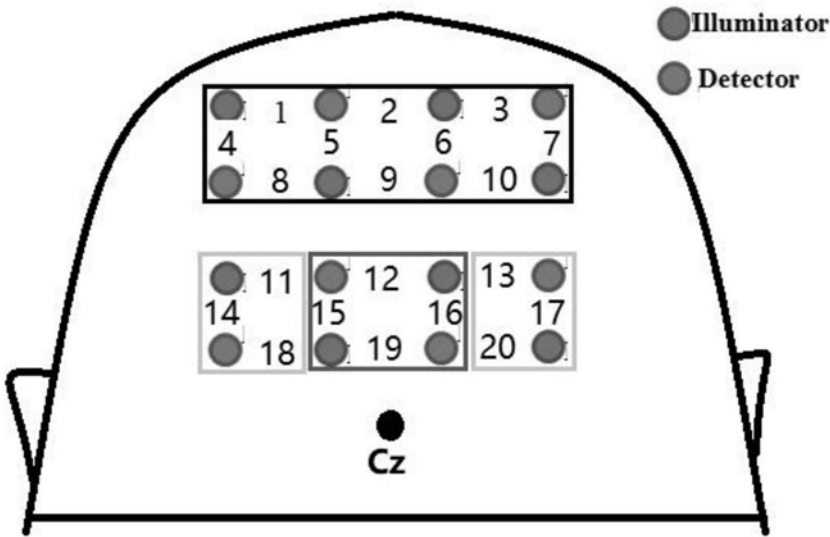


图2

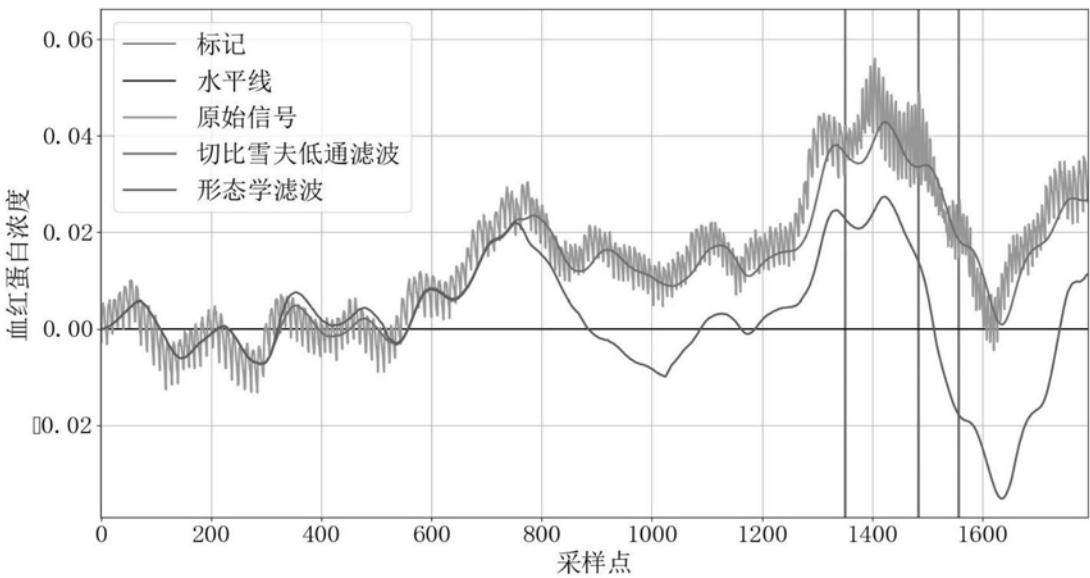


图3

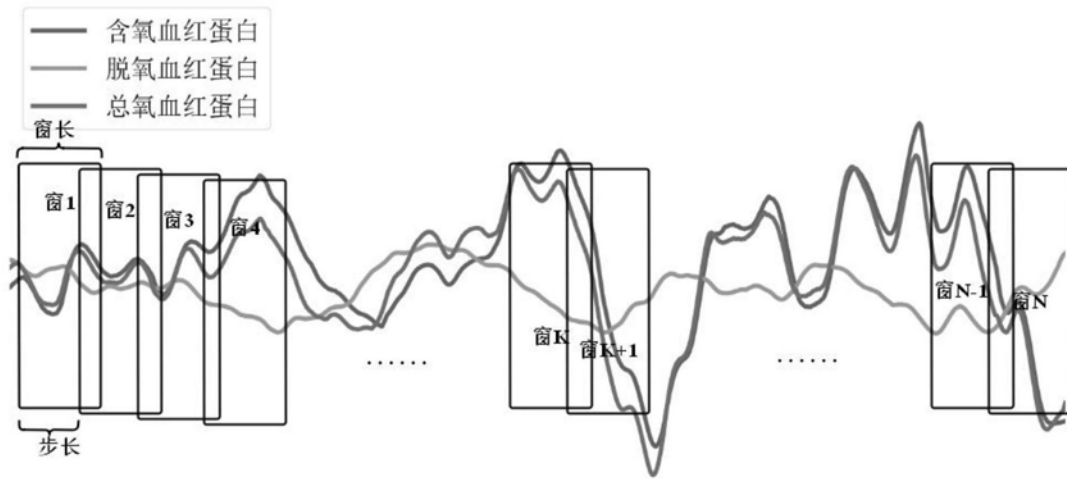


图4

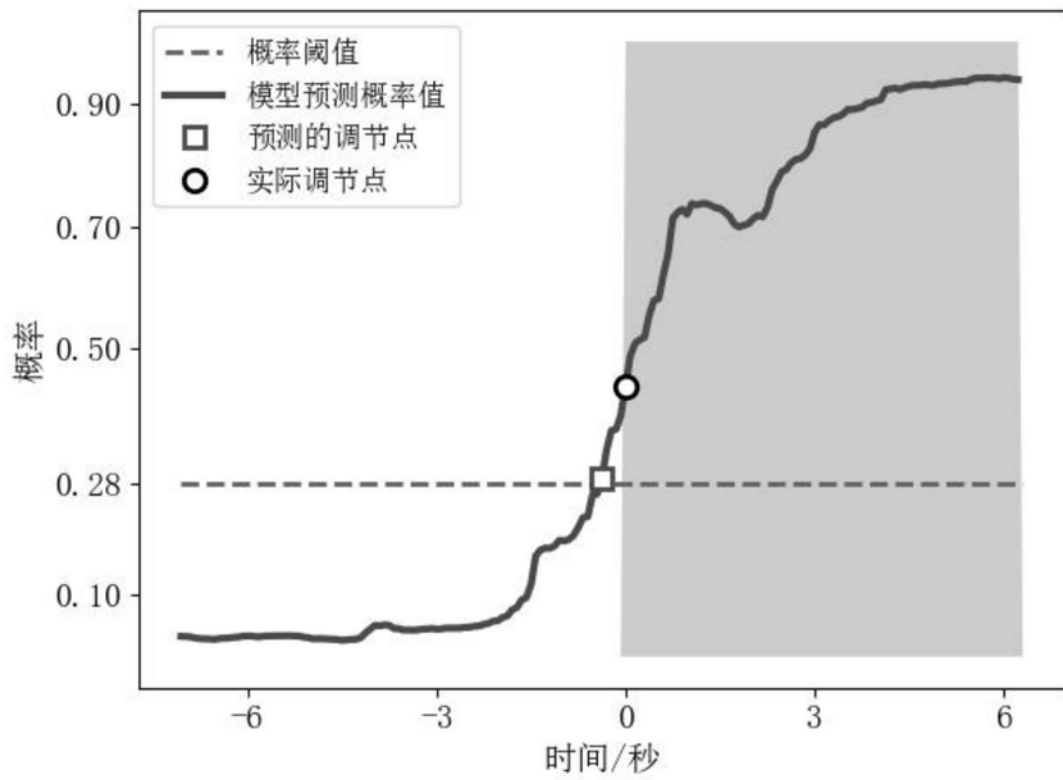


图5 (a)

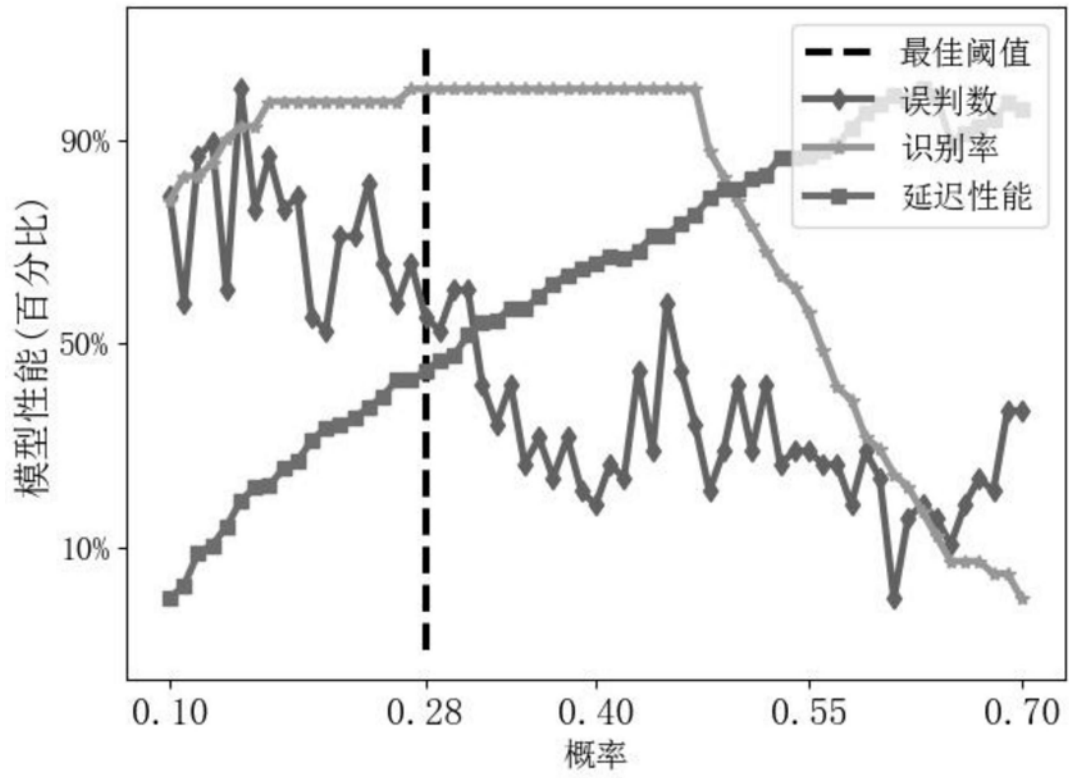


图5 (b)

专利名称(译)	基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法		
公开(公告)号	CN109710065A	公开(公告)日	2019-05-03
申请号	CN201811549311.8	申请日	2018-12-18
[标]申请(专利权)人(译)	苏州大学		
申请(专利权)人(译)	苏州大学		
当前申请(专利权)人(译)	苏州大学		
[标]发明人	李春光 徐嘉诚 曲巍 胡海燕 郭浩		
发明人	李春光 徐嘉诚 曲巍 胡海燕 郭浩		
IPC分类号	G06F3/01 G06K9/00 A61B5/145 A61B5/00		
代理人(译)	徐洋洋		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法。本发明一种基于大脑血红蛋白信息的行走调节意图的识别方法，包括：获取脑皮层血红蛋白浓度，进行数据的预处理，其中，所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用近红外光谱脑成像技术(NIRS)进行测试实验，受试者在固定区域内完成相应的自发调节行走状态的任务；”中。本发明的有益效果：本发明应用近红外光谱脑成像技术进行测试实验，其操作简便，易于携带，对外部环境的要求不高，对环境噪音的敏感度低行走调节发生时刻所记录的脑皮层血红蛋白浓度，进行数据的预处理。

