



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110477869 A

(43)申请公布日 2019. 11. 22

(21)申请号 201910828488.X

(22)申请日 2019.09.03

(71)申请人 苏州大学

地址 215168 江苏省苏州市吴中区石湖西路188号

(72)发明人 李春光 赵琪 何刘进 孙立宁

(74)专利代理机构 苏州市中南伟业知识产权代理有限公司(普通合伙) 32257

代理人 冯瑞

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

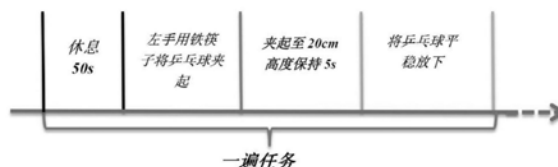
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

确定运动任务是否达到最终目标的识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法。本发明一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,包括:(1)获取脑皮层血红蛋白浓度,其中,所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用功能性近红外光谱脑成像技术(fNIRS)进行测试实验,将筷子夹乒乓球作为目标,在进行任务时,受试者需要处在自然状态下完成任务;”中,运动阶段所记录的脑皮层血红蛋白浓度。本发明的有益效果: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,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。



1. 一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,包括:

(1) 获取脑皮层血红蛋白浓度,其中,所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用功能性近红外光谱脑成像技术(fNIRS)进行测试实验,将筷子夹乒乓球作为目标,在进行任务时,受试者需要处在自然状态下完成任务;”中,运动阶段所记录的脑皮层血红蛋白浓度。

(2) 针对所述脑皮层血红蛋白浓度,将其中的含氧血红蛋白进行预处理后作为分析参数进行研究;

(3) 分别提取受试者在达到目标状态和未达到目标状态下的相关参数作为特征并进行比较;

(4) 进行识别,并得出识别结果。

2. 如权利要求1所述的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,步骤(1)中夹乒乓球的动作需要用铁筷子完成,任务连续执行4遍,每次间隔休息时间为40秒。

3. 如权利要求1所述的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,步骤(2)中对含氧血红蛋白进行功率谱密度分析,然后截取预设频段进行滤波。

4. 如权利要求1所述的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,步骤(3)对达到目标状态和未达到目标状态的预处理后的数据进行特征提取并进行比较。

5. 如权利要求4所述的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,步骤(3)具体实施如下:

(3-1). 对受试者拿筷子夹乒乓球的过程划分为未达到目标状态1,而受试者夹乒乓球停留在指定高度的过程划分为达到目标状态2;

(3-2). 选取状态1和状态2的预处理后的数据作为待分析的特征参数;计算包括均值、方差、峰度、偏度、峰值,变异系数和相关系数在内的七种不同参数的特征;计算上述特征参数具体数值;

(3-3). 基于结合上述特征参数来识别是否达到目标状态,通过遗传算法挑选出最佳的特征,之后根据最佳特征参数的信息建立最优的SVM分类模型。

6. 如权利要求5所述的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,通过改进的遗传算法挑选出最佳的特征,所述改进的遗传算法是遗传算法中加入精英策略、轮盘赌法以及自适应机制。

7. 如权利要求1所述的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,其特征在于,步骤(4)的识别步骤具体如下:第一步,对数据滑窗,然后计算时域和相关分析提取脑血氧的时域特征和相关特征;第二步,通过GA-SVM模型进行判别。

8. 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7任一项所述方法的步骤。

9. 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7任一项所述方法的步骤。

10. 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7任一项所述的方法。

确定运动任务是否达到最终目标的识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能助力、康复训练技术领域,具体涉及一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法。

背景技术

[0002] 脑卒中是最具危害性的心脑血管疾病之一,具有极高的死亡率和致残率。作为一种以脑缺血和出血性损伤为主要临床表现的疾病,严重的脑卒中可引起永久性神经损伤,如不及时诊断和治疗,可引起严重的并发症,甚至死亡。目前它是世界上最主要的致命疾病之一。全世界每年有超过1500万病例。在美国,每年有近795000人正在经历中风,其中185000人是反复发作的。平均每40秒,美国就有一个人中风。在英国,每年有11万人患有中风,其中75%的人存活下来,而50%的人则患有偏瘫。根据世界卫生组织的世界调查,在澳大利亚每10万人中有76人患有中风,而新西兰则有119人。近一半的中风幸存者从未重新获得运动功能独立,这反映了患者对康复的强烈需求。尽管,近期在急性护理方面已经取得了一定进展,但越来越多的中风幸存者仍然面临长期运动缺陷。因此,我们需要根据患者的目标和需求设计有效的康复训练,以提高个体的整体生活质量。

[0003] 近年来,越来越多的人将脑-机接口技术应用于康复医学领域,不仅提高了康复医疗设备的智能化,而且满足了患者对运动功能的需求。结合脑机接口技术,还可以拓宽生物技术的研究领域,帮助人类探索人脑的功能机制,为脑机接口技术在康复医学领域的广泛应用奠定坚实的基础。目前的设备由于采集原理的不同,因此具有不同的时间分辨率和空间分辨率,可应用的实际场景也不同。其中,功能磁共振成像(fMRI)和脑磁图(MEG)的硬件设备较大,设备相对笨重,不适合用户进行大范围的运动,因此常用于静息状态和小范围的运动测试,这是医学场景中经常使用的。另一方面,脑电图(EEG)和功能性近红外光谱(fNIRS)具有相对便携的特点,其中EEG具有较高的时间分辨率和较低的成本,因此具有广泛的研究和应用前景。可惜的是,EEG的空间分辨率较低,另外电噪声干扰,以及对头部运动的高灵敏度,这些都可能影响本研究的结果。而新兴的fNIRS对环境的要求较低,可以弥补上述不足。因此,本研究将fNIRS用于对脑信号的采集。

[0004] 功能性近红外光谱作为近年来开辟的一块新兴研究领域,其中基于功能性近红外光谱(fNIRS)的脑机接口的技术也不断发展,不断活跃于人机交互(HCI)、脑状态解码和神经康复等方面。AR anwar等人通过让被试进行不同复杂程度的右手手指运动任务,使用条件格兰杰因果关系(GC)分析确定了皮质感兴趣区域之间的有效连接,研究了手指运动任务期间皮质感觉运动网络的有效连接。与其他成像技术相比,fNIRS是一种无创,轻便和低成本的技术,它可以在人们进行一系列日常动作的同时测量大脑活动。fNIRS在HCI和BCI应用中的使用提高了fNIRS测量的信号质量和可靠性。如今,在PubMed、Scopus和Web of Science等数据库里,以“fNIRS”作为关键词搜索可以发现,近5年的相关文献数量已达到842篇左右,其中有将近45篇相关的外文综述。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,提出基于大脑血红蛋白信息的确定运动任务是否达到最终目标的识别的方法。在整个过程中,研究员只在实验开始和结束时发出两个指令:“实验开始”和“实验结束”。在实验过程中,研究员不给任何指令,休息时间的长短由受试者自己控制。所有的运动意图都是由受试者自发完成的,而当受试者完成相应的运动任务时,研究员会立即用fNIRS设备提供的软件对他们进行标记。

[0006] 为方便患者康复后,更贴近实际应用,独立完成筷子夹子、毛巾等日常手部动作,我们专门分解动作,技术方案如下:

[0007] 一种基于大脑血红蛋白信息的确定运动任务是否达到最终目标的识别方法,具体步骤如下:

[0008] (1).应用功能性近红外光谱脑成像技术(fNIRS)进行测试实验,为了更加贴合实际应用,目前将筷子夹乒乓球作为本研究要达到的目标,在进行任务时,受试者需要处在自然状态下完成任务;

[0009] (2).针对运动阶段所记录的脑皮层血红蛋白浓度,将含氧血红蛋白进行预处理后作为分析参数进行研究;

[0010] (3).分别提取受试者在达到目标状态和未达到目标状态下的相关参数作为特征并进行比较;

[0011] (4).得出识别结果。

[0012] 考虑到对于病人来说,木制筷子就足够装东西了,但对于普通人来说难度还是不够,步骤(1)中夹乒乓球的动作需要用铁筷子完成,任务连续执行4遍,每次间隔休息时间约为40秒。

[0013] 在其中一个实施例中,步骤(2)中对含氧血红蛋白进行功率谱密度分析,然后截取合适得频段进行滤波。

[0014] 在其中一个实施例中,步骤(3)对达到目标状态和未达到目标状态的预处理后的数据进行特征提取并进行比较。

[0015] 在其中一个实施例中,步骤(3)具体实施如下:

[0016] (3-1).对受试者拿筷子夹乒乓球的过程划分为未达到目标状态1,而受试者夹乒乓球停留在指定高度的过程划分为达到目标状态2;

[0017] (3-2).选取状态1和状态2的预处理后的数据作为待分析的特征参数;计算包括均值、方差、峰度、偏度、峰值,变异系数和相关系数在内的七种不同参数的特征;计算上述特征参数具体数值;

[0018] (3-3).基于结合上述特征参数来识别是否达到目标状态,通过改良后的遗传算法挑选出最佳的特征,之后根据最佳特征参数的信息建立最优的SVM分类模型,从而提高识别的准确率。

[0019] 在其中一个实施例中,步骤(4)的识别步骤具体如下:

[0020] 第一步,对数据滑窗,然后计算时域和相关分析提取脑血氧的时域特征和相关特征;第二步,通过GA-SVM模型进行判别。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 本发明的有益效果:

[0025] 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,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副作用。整个测试过程中受试者处于自然环境,此外,与传统的脑-机接口研究相比,本文所执行的所有动作都不需要任何外部刺激,而是由受试者在自己的控制下自发地进行。

[0026] 2. 到目前为止,许多其他的研究主要集中在运动状态的起点上,与这些以往仅关注运动识别的研究不同,我们不仅关注运动任务,同时还关注了从未达到目标状态到达到目标状态的转折。

[0027] 3. 本发明基于结合大脑血红蛋白浓度的大小,计算包括均值、方差、峰度、偏度、峰值,变异系数和相关系数在内的七种不同参数的特征,通过改良后的遗传算法挑选出最佳的特征,之后根据最佳特征参数的信息建立最优的SVM分类模型,从而提高识别的准确率。

附图说明

[0028] 图1是本发明确定运动任务是否达到最终目标的识别方法的大脑皮层运动关联区域及测试通道分布图。(PFC为前额叶皮层 (Prefrontal cortex area) FEC为眼动区 (frontal eye area) PMCL为左侧运动前区 (premotor cortex area left) PMCR为右侧运动前区 (premotor cortex area right) M1为初级运动区 (primary motor area) Cz为整个大脑的中心点)

[0029] 图2是本发明确定运动任务是否达到最终目标的识别方法的实验过程的运动时序图。(整个过程中重复4遍任务)

[0030] 图3是本发明确定运动任务是否达到最终目标的识别方法的改良的遗传算法示意图。

具体实施方式

[0031] 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。

[0032] 先前的研究表明,目前大多数fNIRS研究集中于运动任务的开始,而很少有研究关注受试者是否以及何时达到最终目标,同时也限制了患者完成任务的形式。

[0033] 为了让被试在不受限制的情况下完成运动任务,我们在实验中没有规定路径,只要求受试者自主完成运动任务。此外,我们的实验目标是区分这两种状态,当受试者在未达到目标之前不断努力,以及当受试者在达到目标后感到满意的状态。考虑到在日常生活中,抓住和操纵物体的能力至关重要。成功的操纵物体需要同时控制手的姿势和施加到对象的力,因此筷子作为本研究要达到的目标。在数据处理方面,我们对采集到的数据进行平滑和滑窗处理,同时,我们主要使用遗传算法结合支持向量机 (GA-SVM) 进行分类和识别,这些工

作可以为今后脑机接口康复的研究和应用提供理论基础和技术原型,并推动脑机接口的未来走向新的应用。

[0034] 实施例:

[0035] 1、头套设计:本研究中测试的大脑区域主要基于Broadman的大脑分层解剖系统,该系统是由德国科学家Korbian Brodmann提出的。该系统是目前最常用、应用最广泛的系统,受到了大多数脑科学研究者的青睐。在Broadman系统下,根据上述脑区研究,本文将PFC和M1区确定为重要的监测和分析区域。为了提高目标脑区的测量精度,实验中使用10-20系统对脑区进行定位。通过该系统配置光发射器和接收器的布局,最终的头盔头套布局如图所示。

[0036] 实验具体流程:在任务开始前,先让受试者保持静息状态50秒,然后考虑到动作目标需要难度,所以要求受试者完成左手将乒乓球从铁盆夹到20厘米高的目标。达到目标高度后,停留约5s,然后放下乒乓球。为了保证数据的可靠性,避免实验中的偶然性,我们将任务次数设置为4次。同时,考虑到对于病人来说,木制筷子就足够用来夹起东西了,但对于普通人来说,难度还是不够的。因此在实验中,设置为铁筷子,受试者需要用左手完成所有任务,这保证了受试者在达到目标状态和未达到目标状态时可以区分脑血氧信息。在整个实验过程中脑血红蛋白信息的采集设备是日本岛津公司研制的多通道近红外光学成像设备FORIE-3000,它可以通过高渗透性的近红外光谱无创地测量脑功能。该设备的采样时间为0.13s.,受试者被要求尽可能少地移动头部和躯干。

[0037] 2、针对运动起始时刻所记录的脑皮层血红蛋白浓度信息,以含氧血红蛋白作为参数进行分析,来提取各自参数下的特征向量,具体步骤如下

[0038] ①大脑血红蛋白信息,除了混杂着噪声外,还携带着大量的生理信息。根据参考文献,氧合血红蛋白包含六种不同的生理信息,它们分布在六个不重叠的频带中。在实际识别中,为了处理不同的识别任务,本研究提取的频带信息也是不同的。因此,在分析和识别数据之前,我们将对数据的功率谱密度进行分析,以确保主频率范围,并确定适合频域分解的频率间隔。通过观察大量的功率谱密度分析图,发现实验对象之间没有明显的差异,主要功率带的集中区在0.15Hz左右。

[0039] ②为了消除信号的零漂现象同时减少预处理算法的延迟时间,于是采用巴特沃斯滤波方法将数据频段的频率从0.01截取到0.15Hz,以满足实时性要求。

[0040] ③考虑到后处理数据的时效性和实时性要求,采用了滑动窗口处理的方法。将原始连续信号分成多个等长的离散数据段。通过对分段后的数据段进行分析和处理,反映了原始连续信号流的特征和趋势。该方法在数据压缩、算法处理、模式分类等方面具有很好的实际应用价值。在参数方面,该值是基于经验设置的。窗口长度设置为N个点(通过比较后面数据的识别结果,更适合确定窗口长度设置为8个点),间隔设置为1个点。

[0041] ④经过预处理得到干净的脑信号后,就有必要提取脑信号的特征。分别计算了血氧浓度信号的六个时域特征和相关特征。六个时域特征是均值、方差、峰度、偏度、峰值和变异系数。这些特征在基于近红外光谱的脑机接口中得到了广泛的应用,并取得了良好的效果。

[0042] ⑤我们使用比较常见的单因素方差分析来选择具有统计差异的特征,然后将排序后的特征作为最终特征,通过改良版遗传算法对模型的超参数优化。最后将具有交集的特

征进行结合,使用SVM算法对所有特征向量进行排列组合计算最优识别率。参阅图3,为了解决陷入局部最优解问题,在传统的遗传算法中加入了精英策略、轮盘赌法以及自适应机制。

[0043] 3、识别结果:

[0044] 参阅表1,考虑到L00-CV (Leave-One-Out Cross Validation) 需要建立相同数量的模型,并且每个模型之间的差异非常小,所以很多模型容易对大样本集造成冗余,并且在实时测试中,大量的模型也会增加识别时间,不利于模型的实时应用。因此,我们后来采用了K组交叉验证 (Group-K-Fold) 方法进行改进。同时,我们还在模型中加入了遗传算法,证明了结果确实得到了很大的改善。

[0045] 最终,GA-SVM模型对测试集的识别率为94.76%,对验证集的识别率为85.83%。

[0046]

Primarily recognition	Verify result	Corresponding feature vectors	
		Feature	Description
94.76%	85.83%	Mean	Average value of signal amplitude within the window
		Variance	Expectation value of the squared deviation or how far the data is spread out
		Kurtosis	Value describes the sharpness of the peak
		Skewness	Value describes the asymmetry
		Peak	Maximum in window
		Coefficient of variation	Ratio of standard deviation to average
		Pearson correlation	Statistics reflecting the degree of linear correlation between two variables

[0047] 表一测试集和验证集的最终识别率和对应的特征向量

[0048] 特征包括血氧浓度信号的六个时域特征和皮尔森相关特征

[0049] 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。

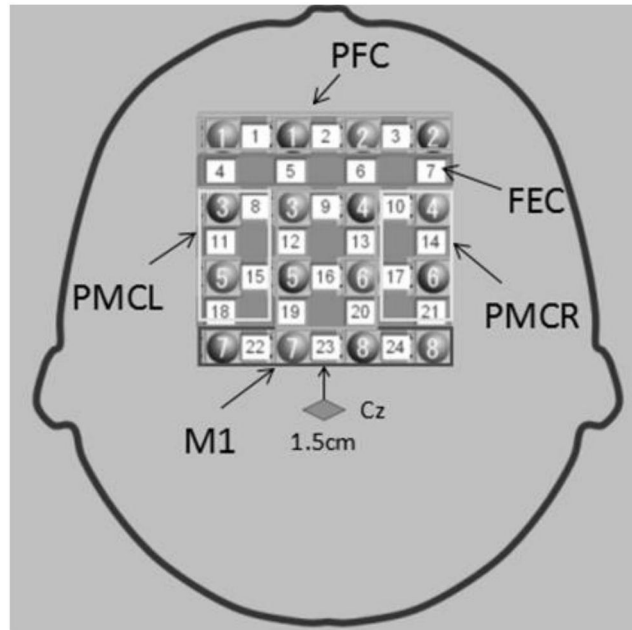


图1

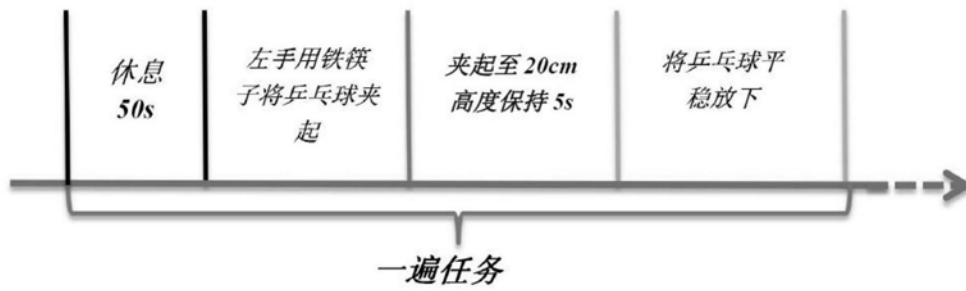


图2

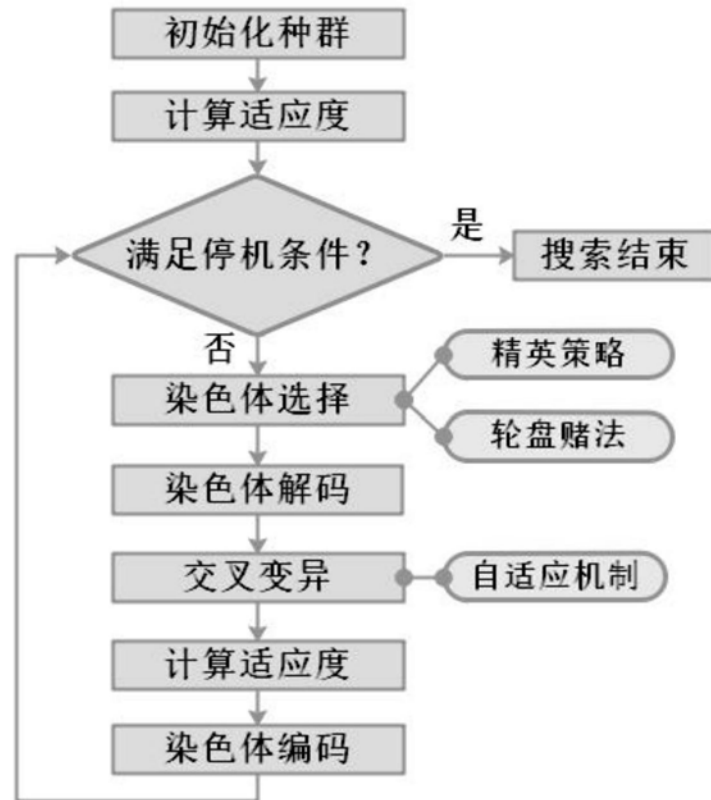


图3

专利名称(译)	确定运动任务是否达到最终目标的识别方法		
公开(公告)号	CN110477869A	公开(公告)日	2019-11-22
申请号	CN201910828488.X	申请日	2019-09-03
[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	孙立宁		
发明人	李春光 赵琪 何刘进 孙立宁		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/1455		
CPC分类号	A61B5/0075 A61B5/14553 A61B5/4064 A61B5/6803 A61B5/72 A61B5/7235 A61B5/7264		
代理人(译)	冯瑞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法。本发明一种确定运动任务是否达到最终目标的识别方法，包括：(1)获取脑皮层血红蛋白浓度，其中，所述脑皮层血红蛋白浓度是“应用功能性近红外光谱脑成像技术(fNIRS)进行测试实验，将筷子夹乒乓球作为目标，在进行任务时，受试者需要处在自然状态下完成任务；”中，运动阶段所记录的脑皮层血红蛋白浓度。本发明的有益效果：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，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。

