



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108185987 A

(43)申请公布日 2018.06.22

(21)申请号 201711333062.4

(22)申请日 2017.12.13

(71)申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72)发明人 禹东川 张明明

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司  
32206

代理人 杜静静

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种近红外超扫描脑间信号分析方法

(57)摘要

本发明公开了一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,此方法包括如下步骤:S1.采集数据:通过近红外设备分别采集实验人员在完成社会互动任务时的血氧信号;S2.数据预处理:使用基于近红外设备自带软件或者MATLAB自编程序对血氧数据进行降噪处理;S3.脑间信号处理:对预处理之后的血氧数据信号使用小波相干算法计算脑间信号的相干性,格兰杰因果分析进一步确认方向性。

1. 一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

S1. 采集数据:通过近红外光谱设备分别采集实验人员在完成社会互动任务时的血氧信号;

S2. 数据预处理:使用基于近红外设备自带软件或者MATLAB自编程序对血氧数据进行降噪处理;

S3. 脑间信号处理:对预处理之后的血氧数据信号使用小波相干算法计算脑间信号的相干性,格兰杰因果分析进一步确认方向性。

2. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S1中的近红外光谱设备为可以实现超扫描研究的近红外光谱设备。

3. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S1中的采集数据采集的是社会互动中的双人或者多人的血氧信号。

4. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S2中基于近红外设备自带软件进行降噪,目前国际主流的近红外光学成像设备都有自带的降噪软件。

5. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S2所述降噪处理是指对原始血氧信号进行滤波、基线校正。

6. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S3中的小波相干算法为国际主流的信号相干性算法;所述小波相干算法可以在MATLAB自带软件包工具箱中实现。

7. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S3 中的小波相干算法为计算社会互动中各个被试脑间的血氧信号的小波相干值,所述步骤S3 格兰杰因果分析是为了确定已经存在相干性的脑区的信息流向。

8. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述步骤S3所述的格兰杰因果分析为国际主流的因果分析算法。

9. 根据权利要求1所述的一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法,其特征在于,所述格兰杰因果分析算法借助MATLAB环境下的HERMERS工具包实现。

## 一种近红外超扫描脑间信号分析方法

[0001]

方法领域

本发明涉及一种近红外超扫描脑间同步性分析方法,属于神经数据信号处理技术领域。

[0002] 背景方法

近红外光谱脑功能成像方法(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)是近年来新兴的一种非侵入式功能神经影像学方法。fNIRS进行脑功能成像的原理与fMRI相似,即大脑神经活动会导致局部的血液动力学变化。其主要利用脑组织中的氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白对600-900nm不同波长的近红外光吸收率的差异特性,来实时、直接检测大脑皮层的血液动力学活动,进而通过观测这种血液动力学变化,即可通过神经血管耦合规律反推大脑的神经活动情况。近20年来,功能性近红外光谱方法的硬件设备的制造和改进以及数据处理方法日臻完善,使得这种利用近红外光观测大脑神经活动的功能性近红外光谱方法(fNIRS)进行各类认知活动的研究层次不穷,得到飞速发展。现在,fNIRS已经与脑电图(EEG、ERP)、功能磁共振成像(fMRI)等脑成方法一样,成为人类探索大脑奥秘的利器。

[0003] 超扫描方法(Hyperscanning)是近几年研究社会认知活动中逐渐发展起来的一种新方法。它能同时测量社会交互过程中的两名或多名参与者的脑功能活动,为我们理解社会交互行为的认知神经机制开辟了新的视角。Montague等人在2002年首次使用磁共振超扫描方法进行了猜测对方信念的研究。但是,由于磁共振脑成像的方法限制,超脑扫描在社会认知中的优势并没有凸显出来。直到2011年之后,基于近红外脑功能成像的超扫描方法被应用于社会交互的研究中,超扫描方法才逐渐重新获得关注。近红外超扫描方法,是依托近红外光学成像设备而实现的同时记录两名以上实验被试脑影像信息的超扫描方法。近红外光谱成像方法的时间分辨率可达1s,空间分辨率约3cm(部分设备可达1.5cm)。近红外超扫描方法即保证了有效的时空分辨率,又因为其便携性以及可以运用到更广阔的被试群体(从婴幼儿到老年人,从正常人到非正常群体)。最重要的是近红外超扫描方法实现了在相同时间和空间下采集多名被试的数据,很好的规避了设备和信号的同源性问题,近红外超扫描方法从2011年至今已经取得了丰硕的成果。但目前脑间的血氧信号的同步性还主要是基于传统的相关性算法,还未考虑到脑间血氧信号的时-频同步性等信息。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种近红外超扫描研究血氧数据中脑间信号的分析方法,该方案适用性广泛,操作简单,适合推广,为研究人员快速掌握近红外扫描的研究成果提供帮助。

[0005] 为了实现以上目的,本发明所采用的方法方案如下:

一种近红外超扫描脑间信号分析方法,该方法包括以下模块:数据采集模块、数据预处理模块、脑间信号处理模块。近红外超扫描脑间信号分析方法,包括以下步骤:

S1. 采集数据:通过近红外设备分别采集实验人员在完成社会互动任务时的血氧信

号；

S2. 数据预处理:使用基于近红外设备自带软件或者MATLAB自编程序对血氧数据进行降噪处理；

S3. 脑间信号处理:对预处理之后的血氧数据信号使用小波相干算法计算脑间信号的相干性,格兰杰因果分析进一步确认方向性。

[0006] 进一步的,所述步骤S1中的近红外光谱设备应为可以实现超扫描研究的近红外光谱设备。

[0007] 进一步的,所述步骤S1中的超扫描实验采集的应该是社会互动中的双人或者多人的血氧信号。

[0008] 进一步的,所述步骤S2中基于近红外设备自带软件进行降噪,目前国际主流的近红外光学成像设备都有自带的降噪软件。

[0009] 进一步的,所述步骤S2 所述MATLAB自编程序是为了那些未提供降噪软件的近红外成像设备进行降噪的备选方案。

[0010] 进一步的,所述步骤S2 所述降噪处理是指对原始血氧信号进行滤波、基线校正。

[0011] 进一步的,所述步骤S3所述的小波相干算法为国际主流的信号相干性算法。

[0012] 进一步的,所述小波相干算法可以在MATLAB自带软件包工具箱中实现。

[0013] 进一步的,所述步骤S3 所述小波相干算法为计算社会互动中各个被试脑间的血氧信号的小波相干值。

[0014] 进一步的,所述步骤S3 格兰杰因果分析是为了确定已经存在相干性的脑区的信息流向。

[0015] 进一步的,所述步骤S3所述的格兰杰因果分析为国际主流的因果分析算法。

[0016] 进一步的,所述格兰杰因果分析算法可以借助MATLAB环境下的HERMERS工具包实现。

[0017] 相对于现有血氧数据脑间同步性计算方法,本发明优点如下:

(1)本发明提出利用小波相干的算法来计算在近红外超扫描实验中,脑间的血氧信号的同步性,与传统的单纯计算相关性的算法相比,可以从频域和时域两个水平上关注血氧信号的同步性,能够提供更多的参考指标;

(2)在计算脑间血氧信号同步性的基础上,增加了信息流动方向性的信息;

(3)本发明可以流程化操作,不需要考虑血氧数据的延迟性,可以应用于各种近红外超扫描实验的脑间同步性的运算中。

[0018] 综上所述,本发明适用性广泛,操作简单,适合推广,为研究人员快速掌握近红外扫描的研究成果提供帮助。

[0019]

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的结构框图。

[0021] 图2为血氧数据分析处理步骤。

[0022] 图3为实例中近红外超扫描的脑区排布图。

[0023] 图4为实例中小波相干一个通道的相干值二维图谱。

[0024] 图5为实例中格兰杰因果分析得出的信息流向图。

### 具体实施方式

[0025] 下面对本发明方法方案进行结合附图和实施例详细说明。

[0026] 如图1所示,一种近红外超扫描研究血氧数据中脑间信号的分析方法,包括采集数据、数据预处理、脑间信号处理,所述采集数据:通过近红外设备采集完成社会互动任务时的血氧信号;所述数据预处理,血氧数据进行降噪处理;所述脑间信号处理,小波相干计算脑间信号的相干性,格兰杰因果分析确认方向性。

[0027] 下面结合具体的实施案例对本发明做进一步的详细说明,需注明的是,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0028] 实施例:

本示例共分三步,分别为采集数据、数据预处理、脑间信号处理。

[0029] S1,采集数据:

1.征集某高校大学生60名,男女各30名,(平均年龄24岁,标准差4.7岁),实验组进入实验室后,主试人员和被试说明实验任务。本实例中使用的近红外设备为日本岛津公司制造的64导多通道LABNIRS,光极板排布图见图3,每名被试均覆盖前额叶和颞顶联合皮层,其中覆盖前额叶为 $3 \times 3$ 共12个通道的光极板,颞顶联合区为 $2 \times 3$ 共7个通道的光极板。实验环境设置为两名被试面对面而坐。实验指令由EPRIME编制的语音程序控制。

[0030] 2、所有的两组实验人员在数据采集开始后,佩戴岛津公司配套的10-20系统光极帽。佩戴光极帽之前,首先采用三维定位仪对通道覆盖的脑区进行精确定位。

[0031] 3、实验范式采用一种卡牌游戏,让面对面而坐的一组被试完成自发欺骗行为。这里的自发欺骗行为是指被试完全掌握着主动权,可以选择欺骗对方,也可以选择不欺骗对方。具体操作是邀请两名被试到实验室来,其中一名作为“庄家”(banker),另一名为“闲家”(follower)。每次从3、4、5、6、7这5张牌中抽取随机分给两位玩家各1张牌,庄家可以看自己拿到的牌并下注(3种金额,分别为1元、3元、5元)。闲家不能看自己拿到的牌,只能依据庄家的下注金额来决定是否跟注,且跟注金额不能低于庄家。如此一来,自发欺骗行为便可以得到很好的监测。因为,即使庄家拿到了“3”这张最小的牌,他也可以赌最大的金额——5元,而根据游戏规则,闲家根据庄家的下注金额可能会得出庄家拿到了“6”或“7”的推论,从而放弃跟注,庄家便成功得骗过了闲家。

[0032] S2,数据预处理:实验结束后在LABNIRS上对原始数据的血氧信号进行基线校正、滤波(滤波采用带通滤波,本实例采用的是0.01-0.1Hz的带通滤波)等降噪处理。

[0033] S3,脑间信号处理:

1.预处理后的被试数据导入到MATLAB小波相干分析工具包中进行处理分析,小波相干的运算规则是计算每组被试相对应通道的小波相干值,例如某组被试1的通道一与被试2的通道二的小波相干值。本实例中对计算得到的相干值进行分类为欺骗和诚实两种状态,随后进行叠加平均。结果发现,说谎这一行为发生时,他们的颞上沟区域(superior temporal sulcus, STS)脑间同步性增强。

[0034] 2.把存在脑间同步性的颞上沟通道的血氧数据导入HERMERS工具包中,计算其格兰杰因果关系的方向性,结果发现存在着从庄家到闲家的信息流动,也就是庄家在这种同

步性关系中起到了主导作用。

[0035] 根据以上所述,便可实现本发明。

[0036] 需要说明的是上述实施例仅仅是本发明的较佳实施例,并没有用来限定本发明的保护范围,在上述实施例的基础上做出的等同替换或者替代均属于本发明的保护范围。



图1



图2

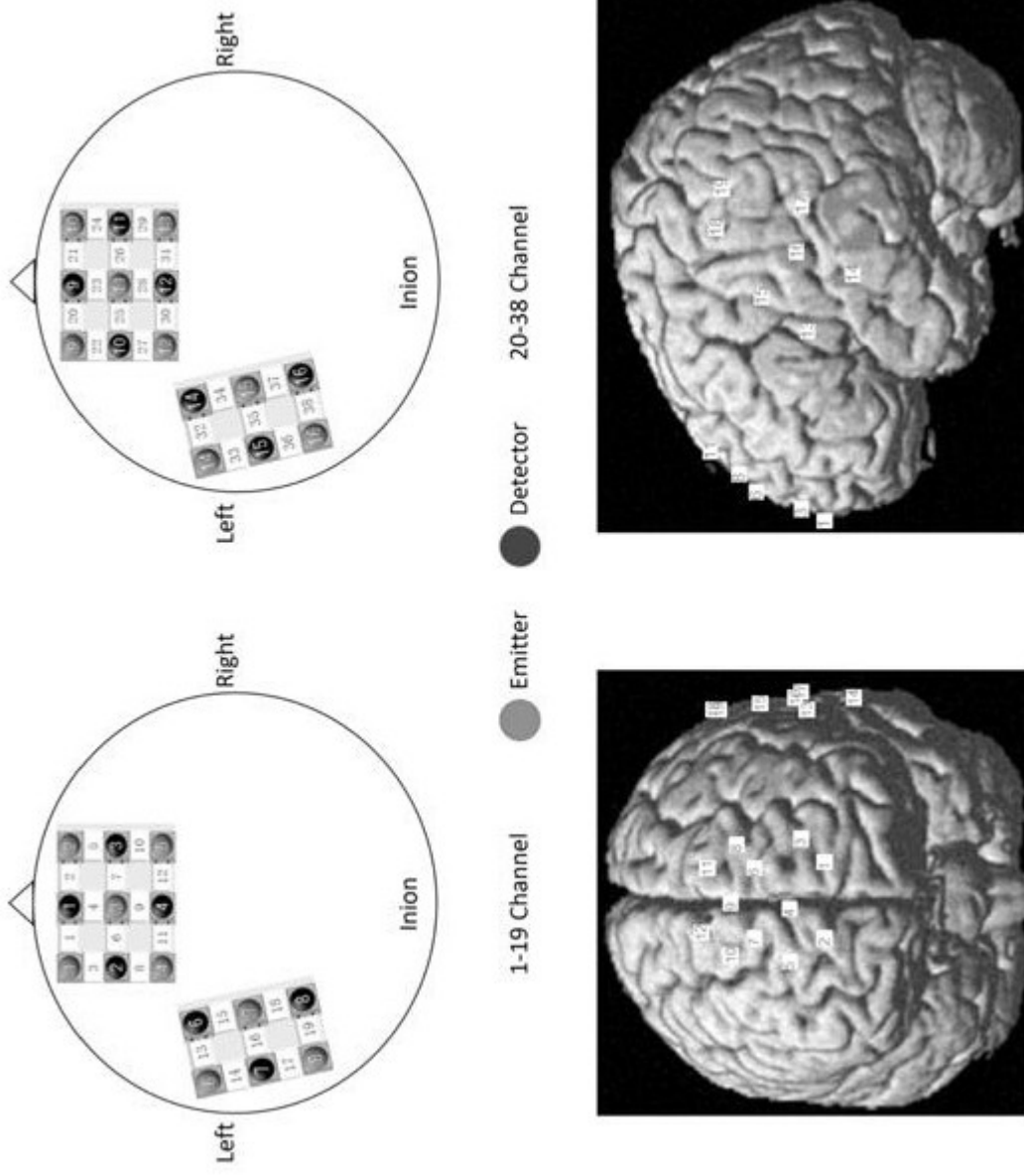


图3

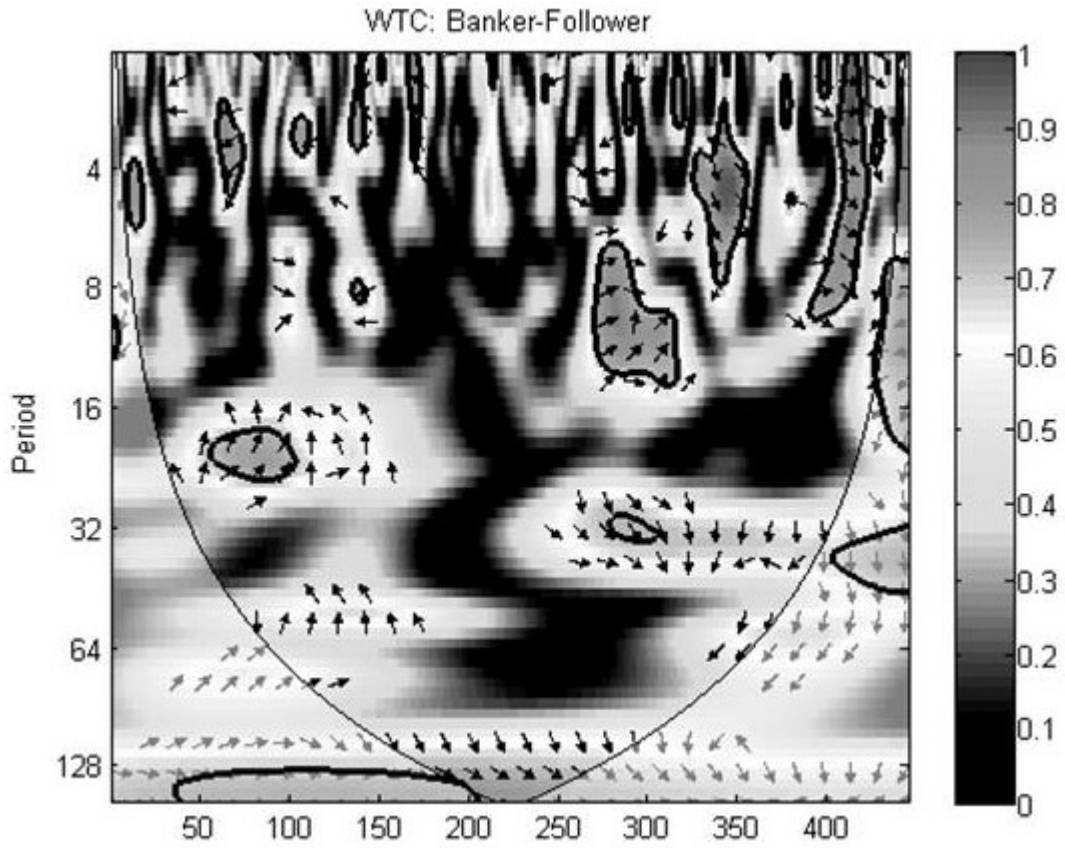


图4

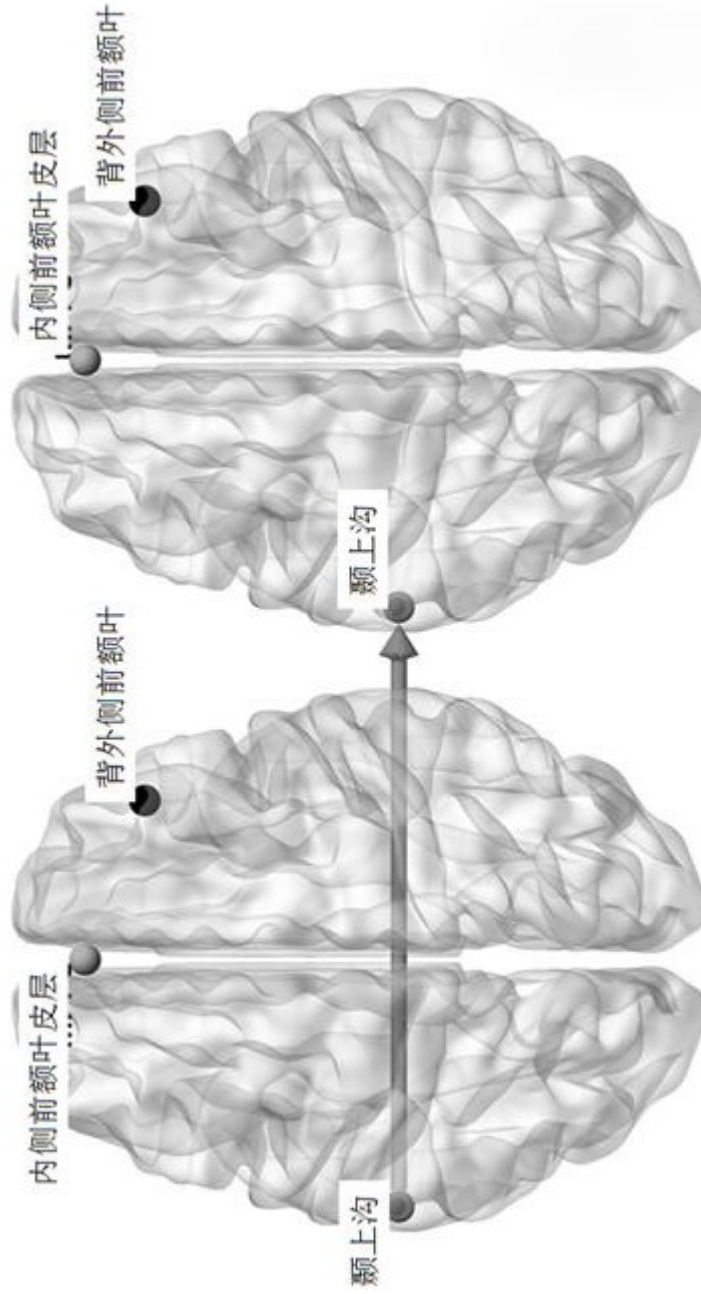


图5

专利名称(译)	一种近红外超扫描脑间信号分析方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN108185987A</a>	公开(公告)日	2018-06-22
申请号	CN2017111333062.4	申请日	2017-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	东南大学		
申请(专利权)人(译)	东南大学		
当前申请(专利权)人(译)	东南大学		
[标]发明人	禹东川 张明明		
发明人	禹东川 张明明		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/1455		
CPC分类号	A61B5/0042 A61B5/0075 A61B5/14553 A61B5/7203 A61B5/7235		
代理人(译)	杜静静		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种近红外超扫描研究脑间信号的分析方法，此方法包括如下步骤：S1.采集数据：通过近红外设备分别采集实验人员在完成社会互动任务时的血氧信号；S2.数据预处理：使用基于近红外设备自带软件或者MATLAB自编程序对血氧数据进行降噪处理；S3.脑间信号处理：对预处理之后的血氧数据信号使用小波相干算法计算脑间信号的相干性，格兰杰因果分析进一步确认方向性。

