



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109522873 A

(43)申请公布日 2019. 03. 26

(21)申请号 201811488754.0

(22)申请日 2018.12.06

(71)申请人 华东师范大学

地址 201100 上海市普陀区中山北路3663号

(72)发明人 潘亚峰 胡谊 刘阳 胡银莹
侯莹莹 朱怡 叶群

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11371

代理人 邓超

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

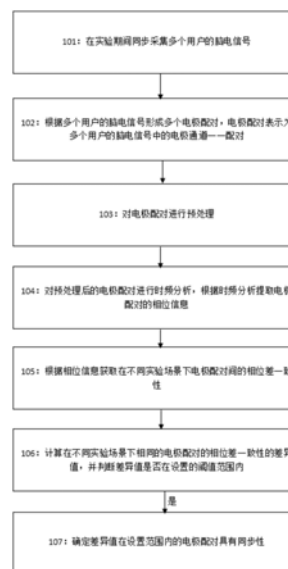
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种脑间同步性分析方法、装置及存储介质

(57)摘要

本申请提供了一种脑间同步性分析方法,该方法包括:在实验期间同步采集多个用户的脑电信号,并根据多个用户的脑电信号形成多个电极配对,电极配对为多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对;对电极配对进行预处理;对预处理后的电极配对进行时频分析,根据时频分析提取电极配对的相位信息;根据相位信息获取在不同实验场景下电极配对间的相位差一致性;计算在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值,判断差异值是否在设置的阈值范围内;若是,则确定电极配对具有同步性。



1. 一种脑间同步性分析方法,其特征在于,所述方法包括:

在实验期间同步采集多个用户的脑电信号,并根据所述多个用户的脑电信号形成多个电极配对,所述电极配对为所述多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对;

对所述电极配对进行预处理;对预处理后的电极配对进行时频分析,根据所述时频分析提取所述电极配对的相位信息;

根据所述相位信息获取在不同实验场景下所述电极配对间的相位差一致性;

计算所述在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值,判断所述差异值是否在设置的阈值范围内;

若是,则确定所述电极配对具有同步性。

2. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述根据所述相位信息获取在不同实验场景下所述电极配对间的相位差一致性,包括:

根据所述相位信息获取在不同实验场景下计算所述电极配对对应的相位锁定值获取所述电极配对间的相位差一致性。

3. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述对预处理后电极配对进行时频分析,根据所述时频分析提取所述电极配对的相位信息,包括:

对预处理后的电极配对进行小波变换,根据所述小波变换提取所述电极配对的时域与频域相位信息。

4. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,在比较所述在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值之后,所述方法还包括:

对所述差异值进行多重比较校正。

5. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述采集多个用户的脑电信号,包括:

通过脑电超扫描技术采集多个用户的脑电信号。

6. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述对所述多个用户的脑电信号进行预处理,包括:

对所述多个用户的脑电信号进行滤波、降采样、去眼电、去趋势以及移除伪迹处理。

7. 一种脑间同步性分析装置,其特征在于,所述装置包括:

采集模块,用于在实验期间同步采集多个用户的脑电信号;

形成模块,用于根据所述多个用户的脑电信号形成多个电极配对,所述电极配对为所述多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对;

预处理模块,用于对所述电极配对进行预处理;

分析模块,用于对预处理后的电极配对进行时频分析;提取模块,用于根据所述时频分析提取所述电极配对的相位信息;

获取模块,用于根据所述相位信息获取在不同实验场景下所述电极配对间的相位差一致性;

计算模块,用于计算所述在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值;

判断模块,用于判断所述差异值是否在设置的阈值范围内;

确定模块,用于在所述判断模块判断所述差异值在设置的阈值范围内之后,确定所述电极配对具有同步性。

8. 根据权利要求7所述装置, 其特征在于, 所述装置还包括验证模块, 用于在所述计算模块计算所述在不同实验条件下相同的电极配对的相位差一致性的差异值之后, 对所述差异值进行多重比较校正。

9. 一种电子设备, 其特征在于, 所述电子设备包括: 处理器, 以及分别与所述处理器连接的存储器和通信模块,

所述存储器, 用于存储所述处理器可执行的机器可读指令;

所述通信模块, 用于与外部设备进行通信传输;

所述处理器, 用于执行所述机器可读指令, 以执行如权利要求1-6中任意一项所述的方法。

10. 一种非暂态计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述非暂态计算机可读存储介质存储计算机指令, 所述计算机指令使所述计算机执行如权利要求1-6中任一项所述的方法。

一种脑间同步性分析方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及神经数据信号处理技术领域,主要涉及一种脑间同步性分析方法、装置及存储介质。

背景技术

[0002] 社会行为通常涉及两人及两人以上,而大部分社会认知的研究仅关注一个人的大脑活动,这些单人研究虽然对于观测特定社会范式中的大脑激活十分有效,但却无法直接评估两个(或多个)大脑的动态交互。

[0003] 申请内容

[0004] 本申请的目的在于提供一种脑间同步性分析方法、装置及存储介质,用于解决现有技术无法直接评估双人或多人大脑的动态交互的问题。

[0005] 为了实现上述目的,本申请提供了以下技术方案如下:

[0006] 第一方面:本申请提供了一种脑间同步性分析方法,该方法包括:

[0007] 在实验期间同步采集多个用户的脑电信号,并根据所述多个用户的脑电信号形成多个电极配对,所述电极配对为所述多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对;

[0008] 对所述电极配对进行预处理;对预处理后的电极配对进行时频分析,根据所述时频分析提取所述电极配对的相位信息;

[0009] 根据所述相位信息获取在不同实验场景下所述电极配对间的相位差一致性;

[0010] 计算所述在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值,判断所述差异值是否在设置的阈值范围内;

[0011] 若是,则确定所述电极配对具有同步性。

[0012] 上述方案设计的方法,利用脑电相位同步性量化跨脑信号在相同或不同区域上的脑间同步性,有助于揭示社会互动过程中的大脑信号动态交互,有利于推动催生新的社会认知范式,加深人类对社会行为认知神经机制的理解,同时该方法还可以为教学(如师生互动)、临床(如医患互动)实践提供理论指导和建议。

[0013] 在第一方面的可选实施方式中,所述根据所述相位信息获取在不同实验场景下所述电极配对间的相位差一致性,包括:

[0014] 根据所述相位信息获取在不同实验场景下计算所述电极配对对应的相位锁定值获取所述电极配对间的相位差一致性。

[0015] 在第一方面的可选实施方式中,所述对预处理后电极配对进行时频分析,根据所述时频分析提取所述电极配对的相位信息,包括:

[0016] 对预处理后的电极配对进行小波变换,根据所述小波变换提取所述电极配对的时域与频域的相位信息。

[0017] 在第一方面的可选实施方式中,在比较所述在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值之后,所述方法还包括:

[0018] 对所述差异值进行多重比较校正。

[0019] 上述方案设计的方法,多重比较校正避免了场景间比较次数较多造成的差异值呈现伪阳性的情况。

[0020] 在第一方面的可选实施方式中,所述采集多个用户的脑电信号,包括:

[0021] 通过脑电超扫描技术采集多个用户的脑电信号。

[0022] 上述方案设计的方法,利用现有的脑电超扫描技术采集用户的脑电信号,采集准确方便。

[0023] 在第一方面的可选实施方式中,所述对所述多个用户的脑电信号进行预处理,包括:

[0024] 对所述多个用户的脑电信号进行滤波、降采样、去眼电、去趋势以及移除伪迹处理。

[0025] 上述方案设计的方法,通过对信号进行预处理,使得能够去除或缓和影响后续同步性分析计算过程中带来的误差。

[0026] 第二方面:本申请提供一种脑间同步性分析装置,所述装置包括:

[0027] 采集模块,用于在实验期间同步采集多个用户的脑电信号;

[0028] 形成模块,用于根据所述多个用户的脑电信号形成多个电极配对,所述电极配对为所述多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对;

[0029] 预处理模块,用于对所述电极配对进行预处理;

[0030] 分析模块,用于对预处理后的电极配对进行时频分析;

[0031] 提取模块,用于根据所述时频分析提取所述电极配对的相位信息;

[0032] 获取模块,用于根据所述相位信息获取在不同实验场景下所述电极配对间的相位差一致性;

[0033] 计算模块,用于计算所述在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值;

[0034] 判断模块,用于判断所述差异值是否在设置的阈值范围内;

[0035] 确定模块,用于在所述判断模块判断所述差异值在设置的阈值范围之内之后,确定所述电极配对具有同步性。

[0036] 上述方案设计的装置,利用脑电相位同步性量化跨脑信号在相同或不同区域上的脑间同步性,有助于揭示社会互动过程中的大脑信号动态交互,有利于推动催生新的社会认知范式,加深人类对社会行为认知神经机制的理解,同时该方法还可以为教学(如师生互动)、临床(如医患互动)实践提供理论指导和建议。

[0037] 在第二方面的可选实施方式中,所述装置还包括验证模块,用于在所述计算模块计算所述在不同实验条件下相同的电极配对的相位差一致性的差异值之后,对所述差异值进行多重比较校正。

[0038] 第三方面:本申请提供一种电子设备,包括:处理器,以及分别与处理器连接的存储器和通信模块,所述存储器存储有所述处理器可执行的机器可读指令,所述通信模块用于与外部设备进行通信传输;当所述计算设备运行时,所述处理器执行所述机器可读指令,以执行时执行第一方面、第一方面的任一可选的实现方式中的所述方法。

[0039] 第四方面:本申请提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器运行时执行第一方面、第一方面的任一可选的实现

方式中的所述方法。

[0040] 第五方面：本申请提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行第一方面、第一方面的任一可选的实现方式中的所述方法。

[0041] 本申请的其他特征和优点将在随后的说明书阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请实施例而了解。本申请的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。通过附图所示，本申请的上述及其它目的、特征和优势将更加清晰。在全部附图中相同的附图标记指示相同的部分。并未刻意按实际尺寸等比例缩放绘制附图，重点在于示出本申请的主旨。

[0043] 图1是本申请第一实施例提供的脑间同步性分析方法流程示意图；

[0044] 图2是本申请第二实施例提供的脑间同步性分析装置结构示意图；

[0045] 图3是本申请第三实施例提供的电子设备结构示意图。

具体实施方式

[0046] 为使本申请实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施方式中的附图，对本申请实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式是本申请一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本申请中的实施方式，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本申请保护的范围。因此，以下对在附图中提供的本申请的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围，而是仅仅表示本申请的选定实施方式。基于本申请中的实施方式，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本申请保护的范围。

[0047] 在本申请的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

[0048] 此外，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0049] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体

含义。

[0050] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0051] 第一实施例

[0052] 如图1所示,本申请提供一种脑间同步性分析方法,该方法包括:

[0053] 步骤101:在实验期间同步采集多个用户的脑电信号,转到步骤102。

[0054] 步骤102:根据多个用户的脑电信号形成多个电极配对,电极配对表示为多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对,转到步骤103。

[0055] 步骤103:对电极配对进行预处理,转到步骤104。

[0056] 步骤104:对预处理后的电极配对进行时频分析,根据时频分析提取电极配对的相位信息,转到步骤105。

[0057] 步骤105:根据相位信息获取在不同实验场景下电极配对间的相位差一致性,转到步骤106。

[0058] 步骤106:计算在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值,并判断差异值是否在设置的阈值范围内,若是,转到步骤107。

[0059] 步骤107:确定差异值在设置范围内的电极配对具有同步性。

[0060] 对于步骤102中的电极配对表示为多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对,这里可以这样来具体说明,被采集用户的脑电信号中都可划分为多个电极通道,实验中,我们选择的是64个,所以如果两名被采集用户的脑电信号可以组成64*64个电极配对,即被采集用户1的64个电极通道分别与被采集用户2的64个电极通道一一配对。

[0061] 对于步骤105中的不同实验场景下,这里需要说明的是,在一次实验中,会采用多个组块,多个组块分别对应不同的实验场景。具体例如:在进行经典的囚徒困境互动决策实验时,采用2个组块。两个组块分别对应人-人互动(两个被试用户之间互动决策)和人-机互动(两名被试用户分别与计算机共同决策)这样的场景。

[0062] 上述方案设计的方法,利用脑电相位同步性量化跨脑信号在相同或不同区域上的脑间同步性,有助于揭示社会互动过程中的大脑信号动态交互,有利于推动催生新的社会认知范式,加深人类对社会行为认知神经机制的理解,同时该方法还可以为教学(如师生互动)、临床(如医患互动)实践提供理论指导和建议。

[0063] 可选的,对于步骤101中的在实验期间同时采集多个用户的脑电信号,包括:通过脑电超扫描技术在试验期限同时采集多个用户的脑电信号,为了保证信号同步性,由服务器同时向采集脑电的信号的两台电脑(一人对应一台)统一发送事件标记,同步时间信息。采集脑电信号的两套系统(一套系统对于一个人)需为同一品牌和型号,这样可以避免不同型号一起之间的额外校正问题。

[0064] 可选的,对于步骤103中的对电极配对进行预处理,其具体包括:

[0065] 对电极配对进行滤波、降采样、去眼电、去趋势以及移除伪迹等预处理。

[0066] 其具体可为:滤波:可以为带通滤波,注意滤波范围的选取需考虑脑电信号的感兴趣波段,如感兴趣的频段有theta (4-7Hz)、alpha (7-13Hz)、beta (13-30Hz)、gamma (31-48Hz),则滤波范围一般考虑0.1-70Hz或0.1-100Hz,以免影响感兴趣的频段成分的提取。

[0067] 降采样:考虑到采样频率太高、采集时间太长时会导致数据量过大,可根据实际需要进行降采样处理。

[0068] 去眼电:基于独立成分分析方法 (Independent Component Analysis, ICA) 去除与眼电信号相关的成分。例如,去除受眼电信号干扰的成分。

[0069] 去趋势:考虑到信号的直流成分,通过去趋势处理来消除漂移。

[0070] 移除伪迹:去除存在较大运动伪迹的数据分段。具体的,可以采用如下方法来处理:设定某个阈值,当脑电信号的幅值超出该阈值时,则在后续的叠加平均中不计入该数据分段。

[0071] 另外,可选的预处理过程还有数据分段处理,此过程可以根据试验设计和具体需求,按照事件发生的时间标记,将数据分为若干段。

[0072] 上述方案设计的方法,通过对信号进行预处理,使得能够去除影响后续同步性分析计算过程中带来的误差。

[0073] 可选的,对于步骤104中的对预处理后的电极配对进行时频分析,根据时频分析提取电极配对的相位信息,包括:

[0074] 对预处理后的电极配对进行小波变换,根据小波变换提取电极配对的时域与频域相位信息。

[0075] 其中,对电极配对进行时频分析有很多种方法,在本申请中主要有两种,包括希尔伯特变换和小波变换。作为示例,选取小波变换进行时频分析。小波周期设定为5,频段范围确定为4-50Hz,感兴趣的频段有theta (4-7Hz)、alpha (7-13Hz)、beta (13-30Hz)、gamma (31-48Hz)。

[0076] 提取电极配对的时域和频域相位信息,其具体可为:计算给定频段f和时间t上的相位 φ

$$[0077] \quad \varphi(f, t) = \tan^{-1} \left(\frac{C(f, t)_i}{C(f, t)_r} \right)$$

[0078] 其中, $C(f, t)_r$ 和 $C(f, t)_i$ 分别代表傅里叶系数的实部和虚部。通过此方法分别提取被试用户的基于时域和频域特征的相位成分。

[0079] 可选的,对于步骤105中的根据相位信息获取在不同实验场景下电极配对间的相位差一致性,包括:

[0080] 根据所述相位信息获取在不同实验场景下计算所述电极配对对应的相位锁定值获取所述电极配对间的相位差一致性。

[0081] 相位锁定值 (phase-locking-value, PLV) 是测量电极间相位差一致性的一种方法,与相位差的试次间差异有关。其公式如下:

$$[0082] \quad PLV_{i,k} = N^{-1} \left| \sum_{t=1}^N \exp^{j(\varphi_i(t) - \varphi_k(t))} \right|$$

[0083] 其中, N 代表实验试次总数, φ 代表相位, i 和 k 分别代表双人中被试1和被试2的电极通道。PLV的范围为0到1, 其中0表示两个信号间相位完全不同步, 而1表示两个试次信号在给定时间和频段上, 存在完全的相位锁定振荡, 即最大相位同步性。

[0084] 对于步骤106中的计算在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值, 并判断差异值是否在设置的阈值范围内, 其具体可为:

[0085] 每个样本数据经计算PLV得到一个电极通道(如64) $\times$ 通道(如64)的PLV关联矩阵, 在每个电极配对上比较不同实验条件间的差异, 每次比较会获得一个 p 值, 当 $p < 0.05$, 也就是在设置的阈值范围内时, 则确定这个电极配对是具有同步性的。

[0086] 由于条件间比较次数较多, 需对 p 值进行多重比较校正, 本发明选取错误发现率法(false-discovery-rate, FDR)进行校正。

[0087] 另外, 还可利用模型可视化, 将二维的具有同步性的电极配对投射为三维模型, 使得电极配对的同步性结果更加清晰明了。

[0088] 第二实施例

[0089] 如图2所示, 本申请还提供一种脑间同步性分析装置, 该装置包括:

[0090] 采集模块201, 用于在实验期间同步采集多个用户的脑电信号;

[0091] 形成模块202, 用于根据多个用户的脑电信号形成多个电极配对, 电极配对表示为多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对;

[0092] 预处理模块203, 用于对电极配对进行预处理;

[0093] 分析模块204, 用于对预处理后的电极配对进行时频分析;

[0094] 提取模块205, 用于根据时频分析提取电极配对的相位信息;

[0095] 获取模块206, 用于根据相位信息获取在不同实验场景下电极配对间的相位差一致性;

[0096] 计算模块207, 用于计算在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值;

[0097] 判断模块208, 用于判断差异值是否在设置的阈值范围内;

[0098] 确定模块209, 用于在判断模块208判断差异值在设置的阈值范围内之后, 确定电极配对具有同步性。

[0099] 上述方案设计的装置, 利用脑电相位同步性量化跨脑信号在相同或不同区域上的脑间同步性, 有助于揭示社会互动过程中的大脑信号动态交互, 有利于推动催生新的社会认知范式, 加深人类对社会行为认知神经机制的理解, 同时该方法还可以为教学(如师生互动)、临床(如医患互动)实践提供理论指导和建议。

[0100] 在第二实施例的可选实施方式中, 该装置还包括验证模块210, 用于在计算模块207计算在不同实验条件下相同的电极配对的相位差一致性的差异值之后, 对差异值进行多重比较验证。

[0101] 第三实施例

[0102] 如图3所示, 本申请提供一种电子设备, 包括: 处理器301, 以及分别与处理器连接的存储器302和通信模块303, 存储器302存储有处理器301可执行的机器可读指令, 通信模块303用于与外部设备进行通信传输; 当所述计算设备运行时, 处理器301执行所述机器可读指令, 以执行时执行第一实施例、第一实施例的任一可选的实现方式中的所述方法。

[0103] 本申请提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器运行时执行第一实施例、第一实施例的任一可选的实现方式中的所述方法。

[0104] 本申请提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品在计算机上运行时,使得计算机执行第一实施例、第一实施例的任一可选的实现方式中的所述方法置。

[0105] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

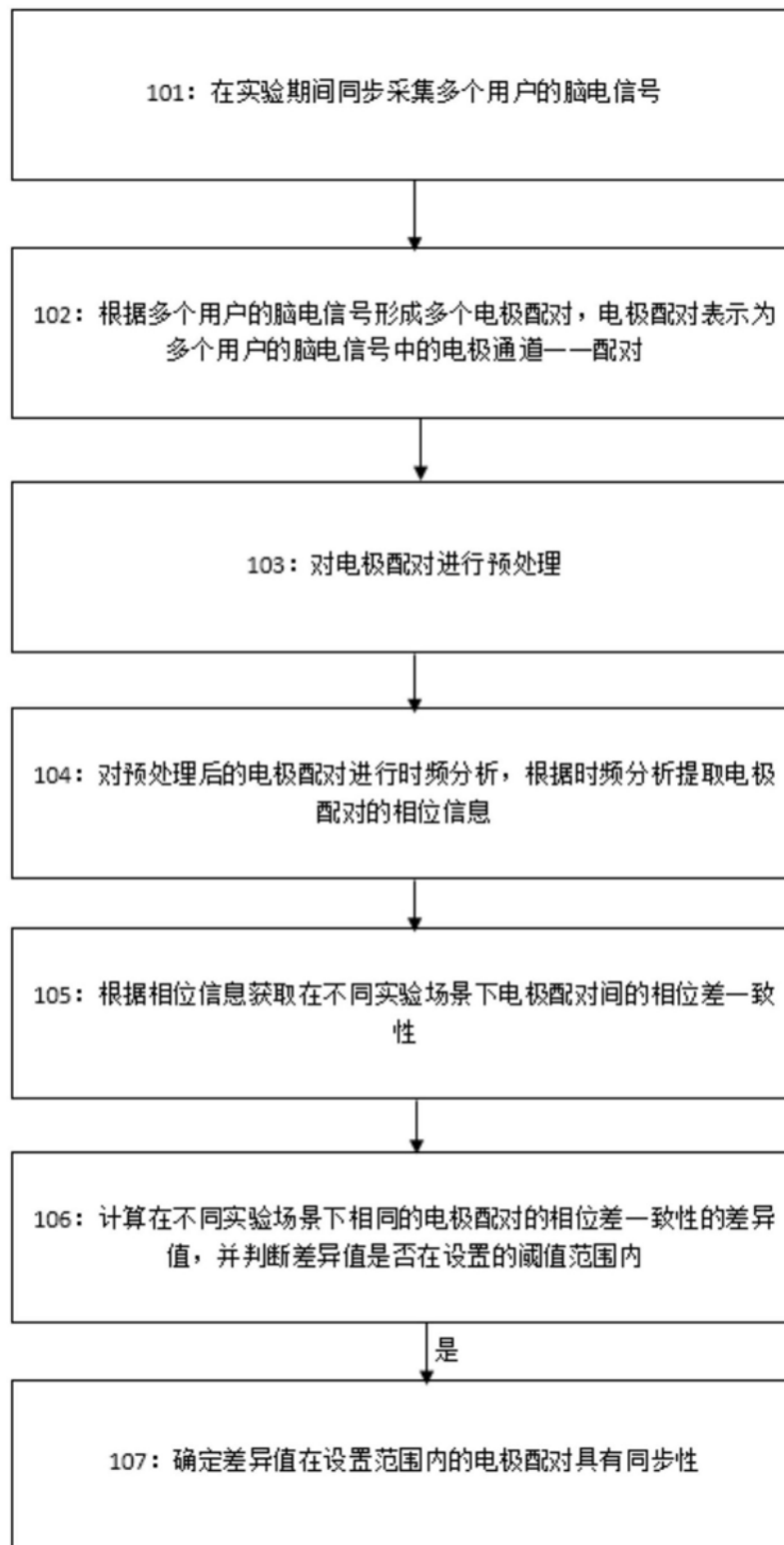


图1

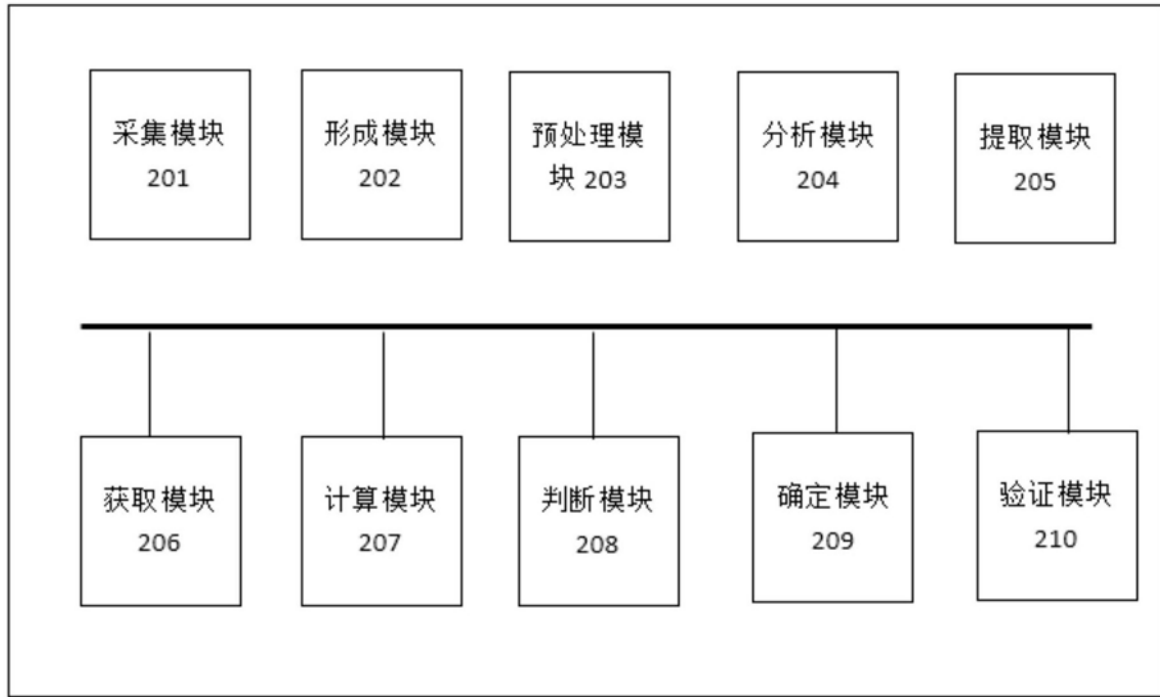


图2

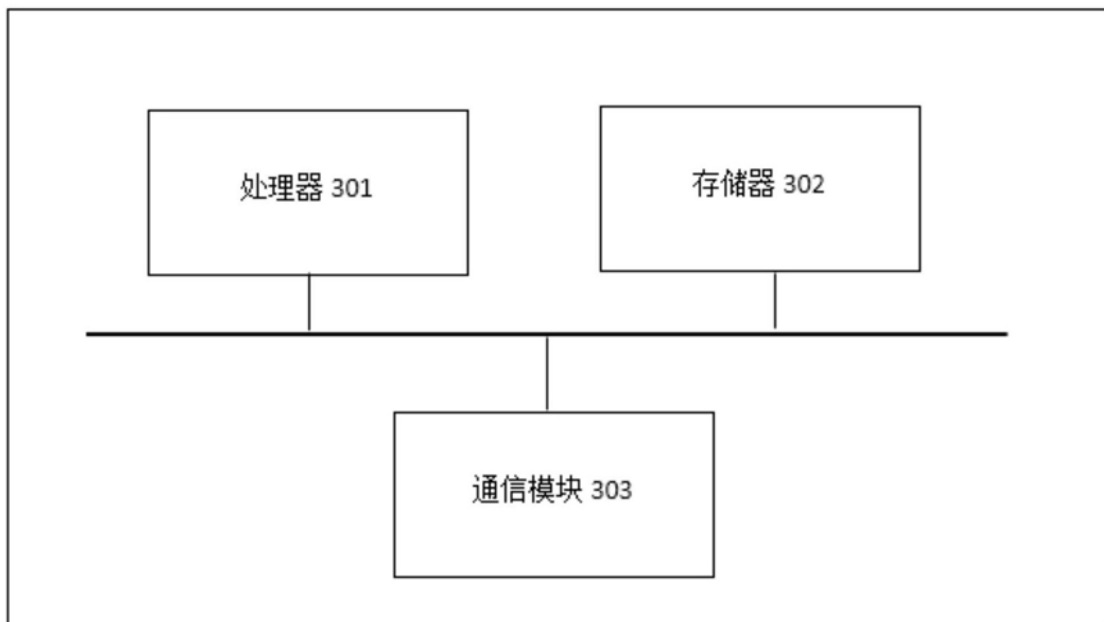


图3

专利名称(译)	一种脑间同步性分析方法、装置及存储介质		
公开(公告)号	CN109522873A	公开(公告)日	2019-03-26
申请号	CN201811488754.0	申请日	2018-12-06
[标]申请(专利权)人(译)	华东师范大学		
申请(专利权)人(译)	华东师范大学		
当前申请(专利权)人(译)	华东师范大学		
[标]发明人	潘亚峰 胡谊 刘阳 侯莹莹 朱怡 叶群		
发明人	潘亚峰 胡谊 刘阳 胡银莹 侯莹莹 朱怡 叶群		
IPC分类号	G06K9/00 A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	G06K9/00496 A61B5/04012 A61B5/0476 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/7253		
代理人(译)	邓超		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请提供了一种脑间同步性分析方法，该方法包括：在实验期间同步采集多个用户的脑电信号，并根据多个用户的脑电信号形成多个电极配对，电极配对为多个用户的脑电信号中的电极通道一一配对；对电极配对进行预处理；对预处理后的电极配对进行时频分析，根据时频分析提取电极配对的相位信息；根据相位信息获取在不同实验场景下电极配对间的相位差一致性；计算在不同实验场景下相同的电极配对的相位差一致性的差异值，判断差异值是否在设置的阈值范围内；若是，则确定电极配对具有同步性。

