



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107684424 A

(43)申请公布日 2018.02.13

(21)申请号 201710950003.5

(22)申请日 2017.10.09

(71)申请人 南京大学

地址 210093 江苏省南京市汉口路22号

(72)发明人 黄晓林 呼俊杰 张婕 沈宇晓彤

葛云 陈颖

(51)Int.Cl.

A61B 5/0482(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

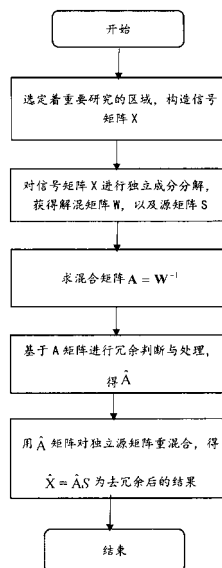
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法

(57)摘要

本发明提供一种对高密度EEG去除因传导导致的共模冗余信号成分的方法,从而凸显出局域神经信号源信息。该方法不要求具备独立神经信号源的先验知识,不涉及模版,仅根据混合矩阵的特性,进行冗余信息判别与删除,并最终使每个通道仅保留对其影响最大的源成分,适用于高密度EEG下,对局域独立源的信息的最大还原,并去除因传导导致的伪相关。



1. 一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法,其特征在于:所述方法包括如下步骤:

1) 对同步采集的高密度EEG,选定要着重研究的包含N个通道的区域(区域内部连通),对区域内信号进行独立成分分解,获得独立源信号矩阵S和混合矩阵A,基于对A的分析与处理,获得处理后的 $\hat{\mathbf{A}}$ ;

2) 利用步骤1中获得的 $\hat{\mathbf{A}}$ 对独立源再次混合,获得 $\hat{\mathbf{X}} = \hat{\mathbf{A}}\mathbf{S}$ 为去冗余之后的信号,从而实现共模冗余干扰的去除;

2. 如权利要求1所述的一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法,其特征在于:所述步骤1中对混合矩阵A的分析与处理,主要包括:

2.1) 计算混合矩阵的列向量 $\bar{\mathbf{A}}_j$ 和单位向量之间的夹角,对于 $\bar{\mathbf{A}}_j$ 中所有元素同为正或同为负,且矢量夹角小于某一特定阈值的,记录其列下标k,将A矩阵中的第k列全部置零;

2.2) 进一步,在剩下的第一个非零列向量 $\bar{\mathbf{A}}_{j_1}$ 中,找到 $\bar{\mathbf{A}}_{j_1}$ 中绝对值最大的元素,记录其行下标为 $m_1$ ;

2.3) 进一步,在剩下的第二个非零列向量 $\bar{\mathbf{A}}_{j_2}$ 中,找到 $\bar{\mathbf{A}}_{j_2}$ 中绝对值最大的元素,记录其行下标为 $m_2$ ,如果 $m_2 \notin \{m_1\}$ 即 $m_2$ 之前未出现过,则仅保留该元素,其他元素全部置零;如果 $m_2 \in \{m_1\}$ ,即 $m_2$ 之前出现过(被记录过),则寻找 $\bar{\mathbf{A}}_{j_2}$ 中绝对值第二大的元素,并重复上述判断,直至获得 $m_2 \notin \{m_1\}$ ,然后保留该元素,其他元素全部置零;

2.4) 进一步,上述操作遍历所有的非零列向量 $\bar{\mathbf{A}}_j$ ,得到处理后的新的混合矩阵 $\hat{\mathbf{A}}$ 。

## 一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及脑电信号处理。

### 背景技术

[0002] 从头皮采集到的脑电图信号(EEG)是大量大脑皮层细胞的电活动经颅骨、头皮传导后的综合体现。近年来,为了提高EEG的空间分辨率,通道数超过64、甚至128的高密度EEG得到越来越多的应用。然而,使用的通道越多,电极分布越密,信号中包含的冗余信息就越多。其导致的直接结果是:来自特定孤立神经源的微弱信号成分被由传导而导致的共模信号成分所淹没,从而无法实现提高空间分辨率的目的。

[0003] 同时,特别值得注意的是,当前脑网络、脑连接研究已成为脑科学研究中的重要领域,而构建脑网络、脑连接的关键步骤之一即是不同通道信号间的线性或非线性的相关分析。高密度EEG中的大量冗余信息无疑会造成伪关联性,从而使脑连接或脑网络分析结果严重失真。

[0004] 在多通道脑电去冗余方法中,目前代表性的是表面拉普拉斯参考法,即原始信号减去它所在邻域内信号的平均电势,由此将以一个或两个公共位置为参考端的原始信号转换为以各自局域共模信号成分为参考。表面拉普拉斯参考法可一定程度上去除冗余,然而,简单使用邻域内算术平均值作为共模成分,没有考虑到不同位置头皮传导特性的差异,因此要特别注意邻域的选择。

[0005] 独立成分分析(ICA)技术也被用于EEG预处理,但其主要是用于信号中公共参考端引入的共模干扰成分去除、眼电伪迹去除等,并以分离出的独立源信号为主要关注对象,根据独立源与先验知识或模版的比较,判断干扰和伪迹,而对于缺乏先验知识的局域冗余信号成分的处理未见报道。

[0006] 鉴于上述问题,从采集的高密度EEG信号中去除因传导导致的共模冗余信号成分,从而凸显出局域神经信号源信息,具有非常重要的意义。

### 发明内容

#### 发明目的

[0007] 本发明的目的在于提供一种对高密度EEG去除因传导导致的共模冗余信号成分的方法,从而凸显出局域神经信号源信息。

#### 技术方案

[0008] 本发明的目的是这样实现的:

[0009] 对同步采集到的高密度EEG(多于50通道),选定要着重研究的区域(区域内部连通,且包含不少于8个通道),以包含N个通道的一个区域为例,对其中的N个通道的信号,进行独立分量分解,并求得从独立成分到所采集信号的混合向量,然后对获得的独立成分,基于混合矩阵进行判别和转换,从而实现共模冗余干扰的去除。

[0010] 进一步,本发明中所述的选定着重研究的区域,主要指,根据要研究的脑功能、

具体心理任务,选取最相关的头皮区域。

[0011] 进一步,对选定的某区域内N个通道信号(以 $X = (x_{i,j})$ ,  $i=1,2,\dots,N$ ,  $j=1,2,\dots,L$ 表示,其中i代表通道编号,j代表采样时间索引),用常规ICA方法(如Fast-ICA)进行独立成分分解,获得解混矩阵W,以及源矩阵S,满足

$$S = WX, \quad (1)$$

并通过矩阵求逆,获得混合矩阵A

$$A = W^{-1}, \quad (2)$$

其中,A的第i行代表所有N个不同独立源在第i个通道电极位置的组合权重;A的第j列反映了第j个独立源对各个通道(共N个)所采集信号的影响。

[0012] 进一步,对混合矩阵A进行分析,具体包括:

[0013] 计算混合矩阵的列向量 $\bar{A}_j$ 和单位向量之间的夹角,对于 $\bar{A}_j$ 中所有元素同为正或同为负,且矢量夹角小于某一特定阈值的,记录其列下标k,将A矩阵中的第k列全部置零;

[0014] 进一步,在剩下的第一个非零列向量 $\bar{A}_{j_1}$ 中,找到 $\bar{A}_{j_1}$ 中绝对值最大的元素,记录其行下标为 $m_1$ ;

[0015] 进一步,在剩下的第二个非零列向量 $\bar{A}_{j_2}$ 中,找到 $\bar{A}_{j_2}$ 中绝对值最大的元素,记录其行下标为 $m_2$ ,如果 $m_2 \notin \{m_1\}$ 即 $m_2$ 之前未出现过,则仅保留该元素,其他元素全部置零;如果 $m_2 \in \{m_1\}$ ,即 $m_2$ 之前出现过(被记录过),则寻找 $\bar{A}_{j_2}$ 中绝对值第二大的元素,并重复上述判断,直至获得 $m_2 \notin \{m_1\}$ ,然后保留该元素,其他元素全部置零;

[0016] 进一步,上述操作遍历所有的非零列向量 $\bar{A}_j$ ,得到处理后的新混合矩阵 $\hat{A}$ ;

[0017] 进一步,利用

$$\hat{X} = \hat{A}S \quad (3)$$

最终获得去除冗余后的信号 $\hat{X}$ 。

[0018] 如上所述,该方法不要求有独立源的先验知识,不涉及模版,仅根据混合矩阵的特性,进行冗余信息判别与删除,并最终使每个通道仅保留对其影响最大的源成分,适用于高密度EEG下,对局域独立源的信息的最大还原,并去除因传导导致的伪相关。

## 附图说明

[0019] 附图1本发明的实施总体框图。

[0020] 附图2基于混合矩阵去冗余流程图。

[0021] 附图3对一例运动想象脑电数据处理的实例结果。

## 具体实施方式

为了更了解本发明的技术内容,特举具体实施例并配合所附图示说明如下。

图1是本发明一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法的总体实施框图。图2是其中依据混合矩阵去除冗余的具体实施流程图。

一种基于多导联脑电的生物反馈技术,步骤包括:

S1:对200Hz采样率同步采集5秒的高密度EEG,选取感兴趣的内部连通区域,其中包含8

个信号通道,构造信号矩阵 $X_{8 \times 1000} = (x_{i,j})$ ,  $i=1,2,\dots,8$ ,  $j=1,2,\dots,1000$ ;

S2:对步骤S1中构造的信号矩阵 $X_{8 \times 1000}$ 进行独立分量分解,获得解混矩阵 $W_{8 \times 8}$ 和独立源信号矩阵 $S_{8 \times 1000}$ ,并求得从独立成分到所采集信号的混合矩阵 $A_{8 \times 8} = W_{8 \times 8}^{-1}$ ;

S3:对步骤S2中获得的混合矩阵 $A_{8 \times 8}$ ,依据图2的流程图,首先将所有元素同为正或同为负,且矢量间夹角小于某一特定阈值threshold的列所有元素置零;

S4:进一步,对步骤S3处理后获得的非零列向量,依据图2的流程图,对每一个独立成分,只保留对应混合列向量中绝对值最大且下标未曾出现过的那个元素,如果该元素下标以前曾经出现过,则寻找第二大的元素,以此类推,直至找到一个未曾出现过的下标,保留该元素,其他元素置零,上述操作遍历所有非零的混合列向量,获得处理后的混合矩阵 $\hat{A}_{8 \times 8}$ ;

S5:利用步骤S4获得的处理后的混合矩阵 $\hat{A}_{8 \times 8}$ 对步骤S2中获得的独立信号源矩阵 $S_{8 \times 1000}$ 进行重新混合 $\hat{X}_{8 \times 1000} = \hat{A}_{8 \times 8} S_{8 \times 1000}$ ,最终获得去除了共模冗余干扰的信号;

下面以本方法的实际应用,结合附图对本发明作进一步说明。

参考图1,是本发明的实施总体框图。

参考图2,是基于混合矩阵去冗余流程图。

参考图3,是对一例运动想象脑电数据处理的实例结果。经过本发明方法处理后,全局相干参数凸显出了运动相关的 $\mu$ 节律的相干,而传导造成的冗余成分引起的低频与高频的伪相干被大大抑制了。

上述图示结果说明,本发明提出的一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法,可以有效地去除高密度EEG中传导导致的冗余成分对相干分析的影响,凸显局域神经信号源的活动。

虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

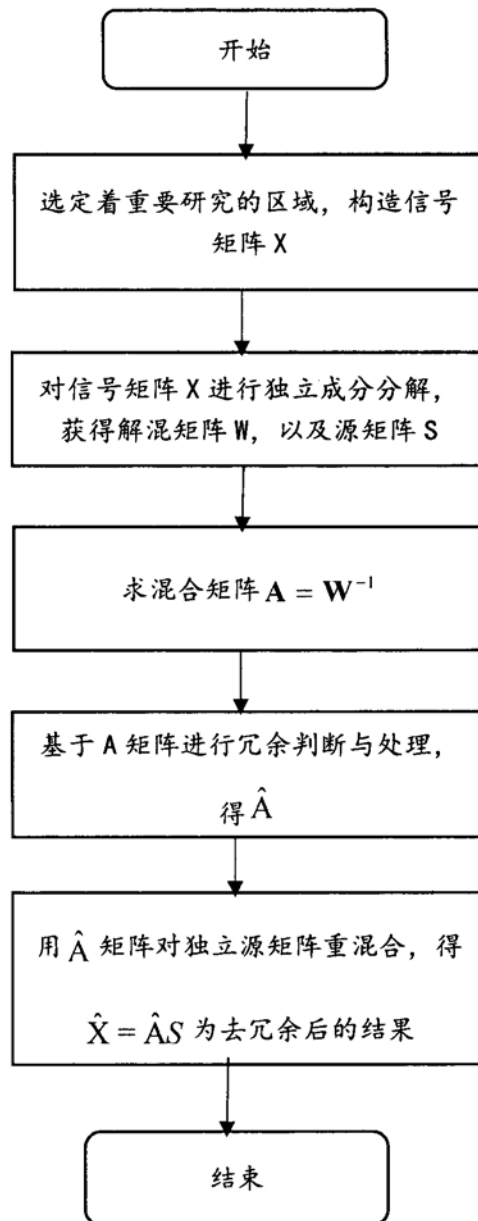


图1

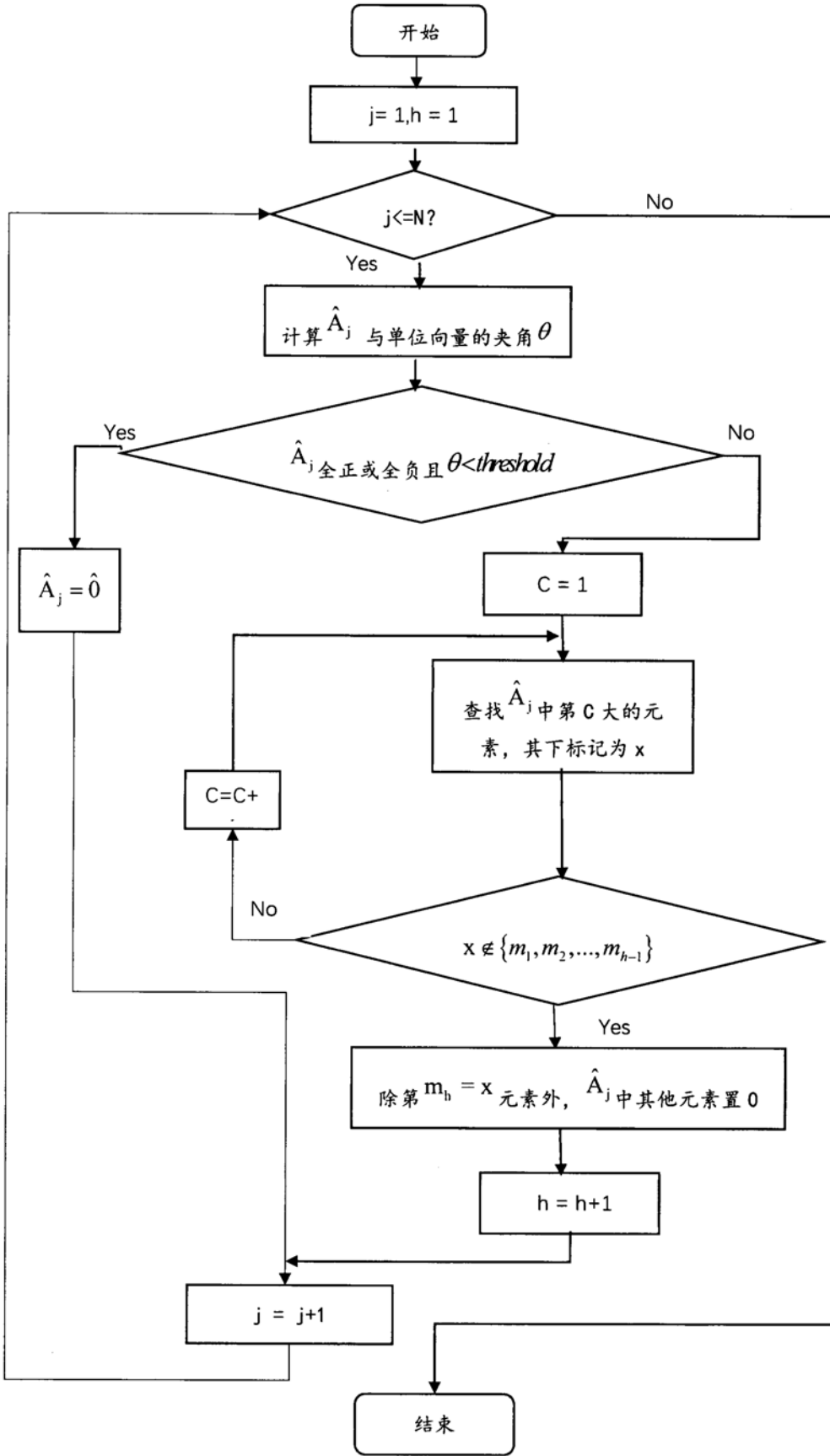


图2

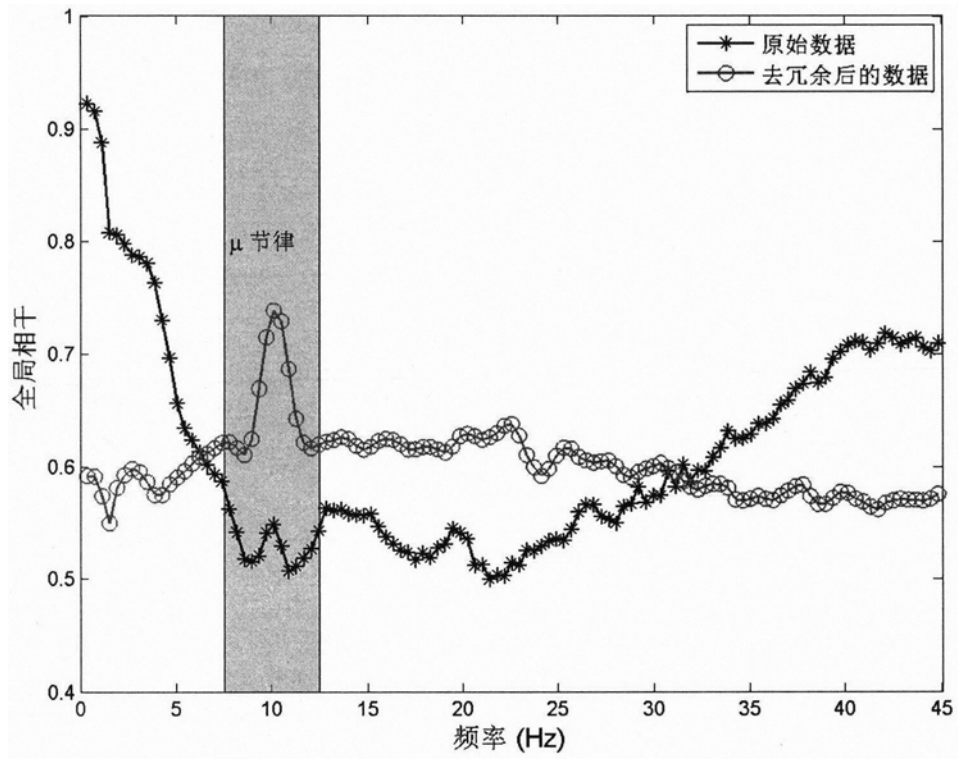


图3

专利名称(译)	一种去除高密度脑电图中冗余信号干扰的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN107684424A</a>	公开(公告)日	2018-02-13
申请号	CN2017110950003.5	申请日	2017-10-09
[标]申请(专利权)人(译)	南京大学		
申请(专利权)人(译)	南京大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京大学		
[标]发明人	黄晓林 呼俊杰 张婕 沈宇晓彤 葛云 陈颖		
发明人	黄晓林 呼俊杰 张婕 沈宇晓彤 葛云 陈颖		
IPC分类号	A61B5/0482 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0482 A61B5/7203		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种对高密度EEG去除因传导导致的共模冗余信号成分的方法，从而凸显出局域神经信号源信息。该方法不要求具备独立神经信号源的先验知识，不涉及模版，仅根据混合矩阵的特性，进行冗余信息判别与删除，并最终使每个通道仅保留对其影响最大的源成分，适用于高密度EEG下，对局域独立源的信息的最大还原，并去除因传导导致的伪相关。

