



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105748067 B

(45)授权公告日 2018.11.13

(21)申请号 201610082340.2

(22)申请日 2016.02.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105748067 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(73)专利权人 电子科技大学
地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 李凌 李如峰

(74)专利代理机构 电子科技大学专利中心
51203

代理人 周刘英

(51)Int.Cl.

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103405229 A,2013.11.27,

US 5513649 A,1996.05.07,

CN 1608581 A,2005.04.27,

Haie Yin et al.Application of
adaptive noise cancellation with neural-
network-based fuzzy inference system for
visual evoked potentials estimation.
《Medical Engineering & Physics》.2004,第26
卷(第1期),第87-92页.

张艳喜 等.基于LMS算法的自适应滤波器在
水声信号处理中的应用.《科学技术与工程》
.2007,第7卷(第12期),第2830-2833页.

审查员 胡叔芳

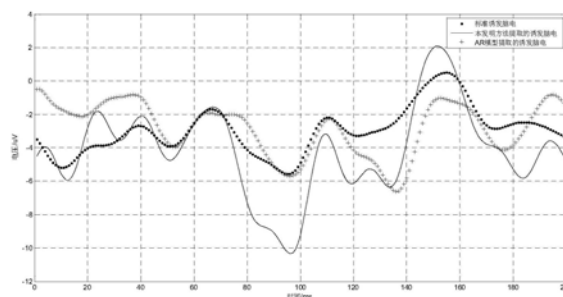
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电
提取方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电提取方法,通过多道脑电测量系统采集多次重复刺激的脑电信号,其包含自发脑电、刺激施加后的自发脑电与诱发脑电的混合信号,并对各次混合信号叠加求平均,得到平均混合信号;以刺激施加时刻作为提取时间计数的起点,从平均混合信号中提取长度为N的一段信号作为第一主信号、对第一主信号延时一个时间间隔的信号作为第一参考信号,并输入LMS自适应滤波器,得到各通道的第一输出信号;再将第一输出信号作为第二参考信号、长度为N的一段自发脑电作为第二主信号,并输入LMS自适应滤波器,得到各通道的诱发脑电。本发明在没有足够先验知识的背景下,获得较高质量的诱发脑电,有效降低重复刺激次数。



1. 一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电提取方法,其特征在于,包括下列步骤:

脑电信号采集及预处理:

采用多通道脑电测量设备对K次重复刺激进行测量信号采集,所采集的测量信号包括刺激施加时刻、首次刺激施加时刻之前的脑电信号以及每次刺激施加时刻之后脑电信号,将首次刺激施加时刻之前的脑电信号定义为自发脑电信号,每次刺激施加时刻之后脑电信号定义为自发和诱发脑电的混合信号,其中每次刺激施加时刻之后的混合信号的采集长度相同;

对每个通道的测量信号分别进行预处理:以每次刺激施加时刻作为起始点对齐K次混合信号,再进行叠加平均操作,得到平均混合信号,并记录平均混合信号的起始时刻;

分别获取每个通道的第一输出信号:

以平均混合信号的起始时刻作为提取时间计数的零点,从平均混合信号中提取一段长度为N的信号作为第一主信号,其中第一主信号的起点对应平均混合信号的起始时刻;

将第一主信号的起点延时一个时间间隔的时刻作为第一参考信号的提取时间计数的零点,从平均混合信号中提取一段长度为N的信号作为第一参考信号;

将第一主信号和第一参考信号输入随机梯度LMS自适应滤波器进行滤波,得到每个通道的第一输出信号;

分别获取每个通道的诱发脑电:

从自发脑电信号中提取一段长度为N的信号作为第二主信号,将第一输出信号作为第二参考信号;

将第二主信号和第二参考信号输入LMS自适应滤波器进行滤波,得到每个通道的诱发脑电。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,K的取值小于100。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,K的取值为20。

4. 如权利要求1、2或3所述的方法,其特征在于,长度N的取值为200个数据点。

一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电提取方法

技术领域

[0001] 本发明属于神经信息技术领域,涉及一种诱发脑电提取方法,尤其涉及一种基于随机梯度(LMS,least mean square)自适应滤波的诱发脑电提取方法。

背景技术

[0002] 自发脑电(自发脑电信号)是指利用精密电子设备在头皮未知无创伤地记录下来的大脑细胞群的自发性生物电活动;相对的,给予人们一定数量的重复刺激(视觉,听觉,体感等)则会产生诱发脑电(诱发脑电信号),诱发脑电被认为是研究人脑高级功能的新窗口。

[0003] 然而,在实际应用中,由于诱发脑电总是淹没在较强的背景噪声(包括自发脑电、工频干扰、眼电、肌电、心电等)中,其幅值只有0.2~20uV,信噪比为0~10dB,而且脑电信号本身又具有随机性和非平稳性,诱发脑电和自发脑电在频谱上有相当大的重叠区,使得从观测的脑电信号中提取诱发脑电更加困难。传统的提取诱发脑电的方法是叠加平均法,该方法采用了如下假设:(1)诱发脑电和噪声为加法性的关系,且相互独立;(2)每次刺激后所得到的诱发脑电波形是一致的,即诱发脑电为确定性信号;(3)噪声与刺激无关,且是零均值的信号。在这样的假设前提下,通过对多次重复刺激测量结果求和平均,就可以得到减小噪声影响的诱发脑电信号。但这一方法要求同一采集通道重复刺激测量次数在100次以上,这需要耗费更多的时间来进行实验,而且并不是每次实验都会产生诱发脑电,因而实际处理结果要比理论值更小。另一方面,随着实验次数的增多,会使得受试者疲劳或者不适,影响实验结果。

[0004] 为了解决传统提取方法中存在的问题,不同研究者提出了各种模型和方法,试图通过其他的方式来尽可能无损的提取诱发脑电信号。近年来广泛应用的有维纳滤波、小波、神经网络、时间序列分析法、独立分量分析法等。但由于不同方法适用的局限性,现在还没有一种公认的单次提取的方法得到广泛应用,同时各个类型的诱发脑电信号又具有不同的特征,在实际实验操作中,往往需要根据信号的特点来设计相应的使用方法,此时信号特点的获取就成为另一个问题。这也是这类方法发展所面临的困难之一。因此现在得到广泛认同的提取方法还是传统的叠加平均法。

发明内容

[0005] 本发明的发明目的在于:为了克服现有技术中的缺陷,提高微弱信号提取的效率和精度,降低重复刺激的数量,提高应用度,提出了一种基于随机梯度(LMS,least mean square)自适应滤波的诱发脑电提取方法。本发明能够在无法得到信号和噪声统计特性的先验知识的前提下,获得最佳的提取效果,能够在较少重复刺激次数的前提下,更准确地提取到诱发脑电信号。

[0006] 本发明的一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电提取方法,包括下列步骤:

[0007] 脑电信号采集及预处理:

[0008] 采用多通道脑电测量设备对K(K可以小于100)复刺激进行测量信号采集,所采集

的测量信号包括刺激施加时刻、首次刺激施加时刻之前的脑电信号以及每次刺激施加时刻之后脑电信号,将首次刺激施加时刻之前的脑电信号定义为自发脑电信号,每次刺激施加时刻之后脑电信号定义为自发和诱发脑电的混合信号,其中每次刺激施加时刻之后的混合信号的采集长度相同;对每个通道的测量信号分别进行预处理:以每次刺激施加时刻作为起始点对齐K次混合信号,再进行叠加平均操作,得到平均混合信号,并记录平均混合信号的起始时刻;

[0009] 分别获取每个通道的第一输出信号:

[0010] 从平均混合信号中提取一段长度为N的信号作为第一主信号,其中第一主信号的起点对应平均混合信号的起始时刻;将第一主信号的起点延时一个时间间隔的时刻作为第一参考信号的起点,从平均混合信号中提取一段长度为N的信号作为第一参考信号;将第一主信号和第一参考信号输入LMS自适应滤波器进行滤波(自适应谱线增强处理),得到每个通道的第一输出信号;

[0011] 分别获取每个通道的诱发脑电:

[0012] 从自发脑电信号中提取一段长度为N的信号作为第二主信号,将第一输出信号作为第二参考信号;将第二主信号和第二参考信号输入随机梯度LMS自适应滤波器进行滤波(自适应噪声抵消处理),得到每个通道的诱发脑电。

[0013] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:本发明可以在没有信号先验知识的前提下,有效地降低重复刺激次数,提取出高质量的诱发脑电。本发明通过对少数次重复刺激下的测量数据进行统计平均,然后利用LMS自适应滤波器对其依次进行自适应谱线增强、自适应噪声抵消处理,得到符合要求的诱发脑电,能有效的减少重复刺激次数,缩短时间,降低成本。同时,计算简单快捷,在样本较少的背景下具有更高的实用价值,同时自适应滤波方法的应用,进一步提高了诱发脑电信号提取的鲁棒性和稳定性。

附图说明

[0014] 图1是实施例,本发明对多通道脑电测量设备的其中一个通道的真实诱发脑电提取效果图;

[0015] 图2是实施例,本发明对64个通道的诱发脑电提取效果图;

[0016] 图3是实施例,基于AR参数模型的时间序列分析法对64个通路的诱发脑电提取效果图。

具体实施方式

[0017] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合实施方式和附图,对本发明作进一步地详细描述。

[0018] 实施例

[0019] 本实施例中,以64通道的脑电测量设备为例对脑电信号进行采集,获取对应的测量信号。同时设置重复刺激次数为59次,采样率为1024Hz,时间长度为1.2秒,提取信号的长度N设置为200毫秒数据。通过执行下列步骤实现本发明的诱发脑电提取。

[0020] 步骤A:脑电信号采集及预处理。

[0021] 采用64通道脑电测量设备记录一个视觉重复刺激试验,得到64路测量信号。为了

确保提取到长度为N的自发脑电,各路测量信号的数据记录初始时刻与首次刺激时刻的间隔应不低于200毫秒,本实施例中,记录首次刺激前的200毫秒数据,以及每次刺激施加时刻后的1000毫秒数据,因而获得一个三维信号:导联数(通道个数)*时间样本点*刺激重复次数。

[0022] 以刺激施加时刻作为自发脑电和自发脑电+诱发脑电分割点,即将首次刺激施加时刻之前的脑电信号定义为自发脑电信号,每次刺激施加时刻之后脑电信号定义为自发和诱发脑电的混合信号。

[0023] 对每个通道的测量信号分别进行预处理:以每次刺激施加时刻作为起始点对齐59次混合信号,再进行叠加平均操作,得到平均混合信号,并记录平均混合信号的起始时刻,如首次刺激施加时刻作为平均混合信号的起始时刻。

[0024] 步骤B:分别获取各通道的第一输出信号。

[0025] 以平均混合信号的起始时刻作为提取时间计数的零点,从平均混合信号提取一段长度为200毫秒的信号(200个数据点)作为LMS自适应滤波器的第一主信号。同时将第一主信号的起点延时一个时间间隔的时刻作为第一参考信号的提取时间计数的零点,从平均混合信号中提取一段长度为200毫秒的信号(200个数据点)作为LMS自适应滤波器的第一参考信号。

[0026] 再将第一主信号、第一参考信号输入LMS自适应滤波器进行滤波,即进行自适应谱线增强处理,获得经过谱线增强处理后的200点长的平均样本,即各通道的第一输出信号。

[0027] 步骤C:分别获取每个通道的诱发脑电。

[0028] 将各通道的第一输出信号作为LMS自适应滤波器的第二参考信号,以各通道数据记录初始时刻开始到刺激施加时刻之间的数据点(200个)作为LMS自适应滤波器的第二主信号,再将第二主信号和第二参考信号输入LMS自适应滤波器进行滤波,即进行自适应噪声抵消处理,获得最后的输出信号,则得到每个通道要提取的诱发脑电。

[0029] 对每个通道的测量信号分别执行步骤B、C后,得到每个通道的诱发脑电,则最后可获得一个诱发脑电矩阵数据(64*200)。

[0030] 为了说明本发明诱发脑电提取的效果,将本发明提取的测量信号与传统的叠加平均的方法进行了比对,即59次重复刺激数据叠加后作为比对标准,用本发明的方法提取的诱发脑电与该比对标准求相关系数,获得全脑64个通道的提取效果。图1显示了本发明对其中一个通道的真实诱发脑电提取效果图,本发明与标准诱发脑电的相关系数达到了0.8099,而基于AR建模的时间序列分析法(利用AR模型构建白化滤波器对脑电信号中的自发脑电等非平稳信号进行白化滤除,然后进行逆变换得到诱发脑电信号。)与标准诱发脑电的相关系数仅为0.2582。说明了在没有足够先验知识的情况下,本发明能够有效的提取诱发脑电。图2和图3分别显示了本发明和基于AR参数模型的时间序列分析法对全脑64个通路59次重复刺激次数下的诱发脑电提取效果图。该图展现了在不同重复刺激次数的测量结果的输入下,不同方法与标准诱发脑电的相关系数结果的差异。相关系数的值越高,代表相关性越高,提取的效果越好。从图中可以清晰看出,本发明对所有通道都能取得很好的诱发脑电提取效果。在20次重复刺激次数下,本发明方法对全脑所有导联通道处理后的平均相关系数达到了0.8599,而在同样的重复次数刺激下,基于AR建模的时间序列分析法对全脑所有导联通道处理后的结果仅为0.5129。这进一步说明了本发明方法更具有普遍适用性,具

有较好的实用价值。为了尽可能的用较少的重复次数获得更高质量的诱发脑电信号,通过记录5次、10次、15次下的重复刺激次数下的处理数据,利用本发明中所述方法进行处理,得到其平均相关系数分别为0.5893、0.7762、0.8255。随着测试次数的增加提取效果更加准确,20次的重复刺激次数的结果已经基本达到了应用要求。

[0031] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,本说明书中所公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换;所公开的所有特征、或所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以任何方式组合。

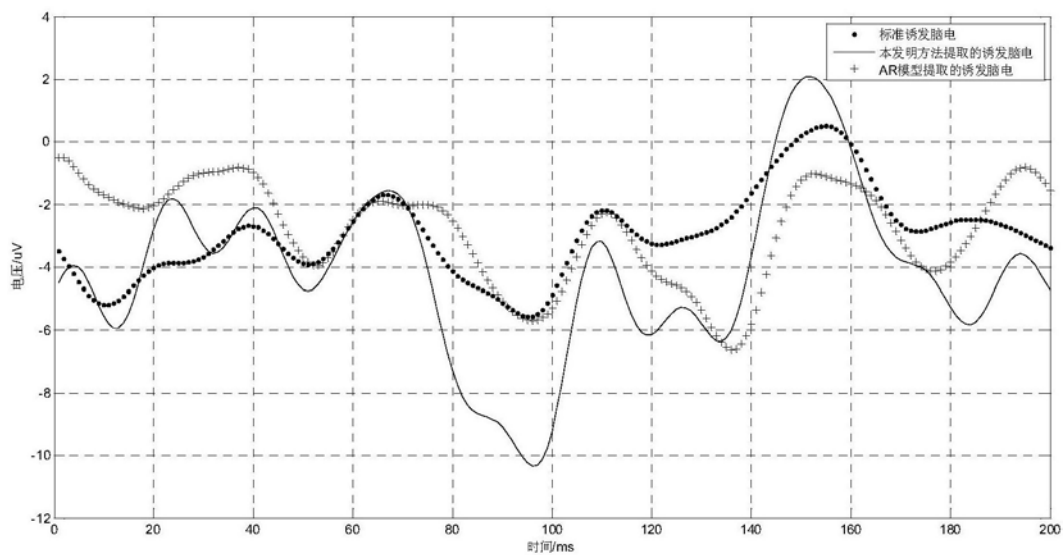


图1

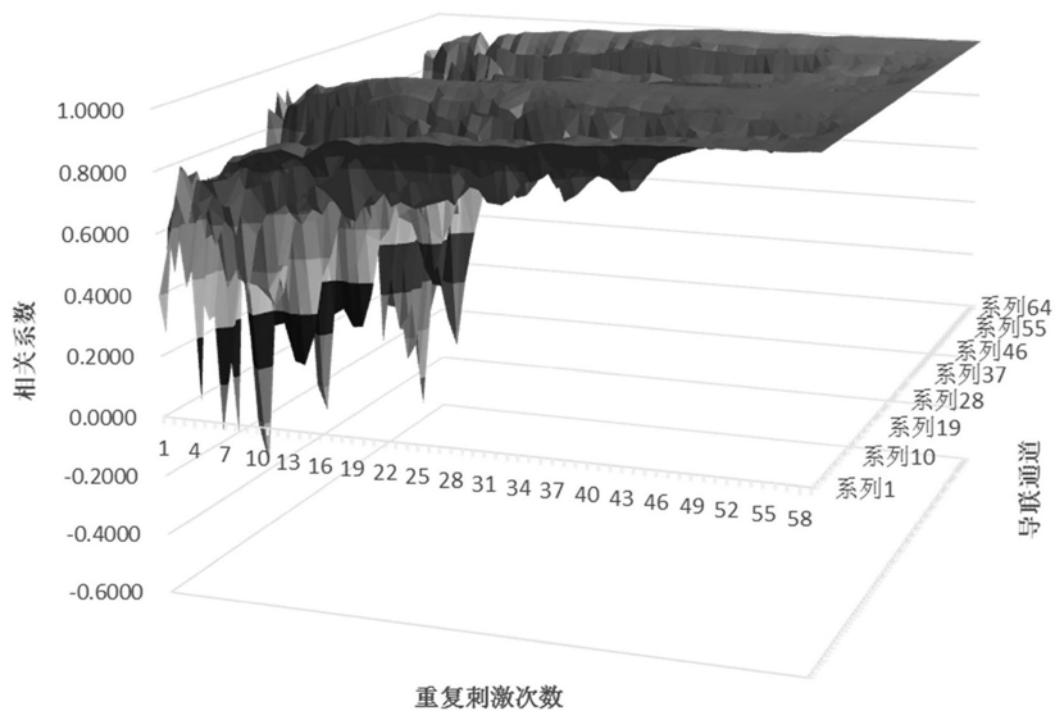


图2

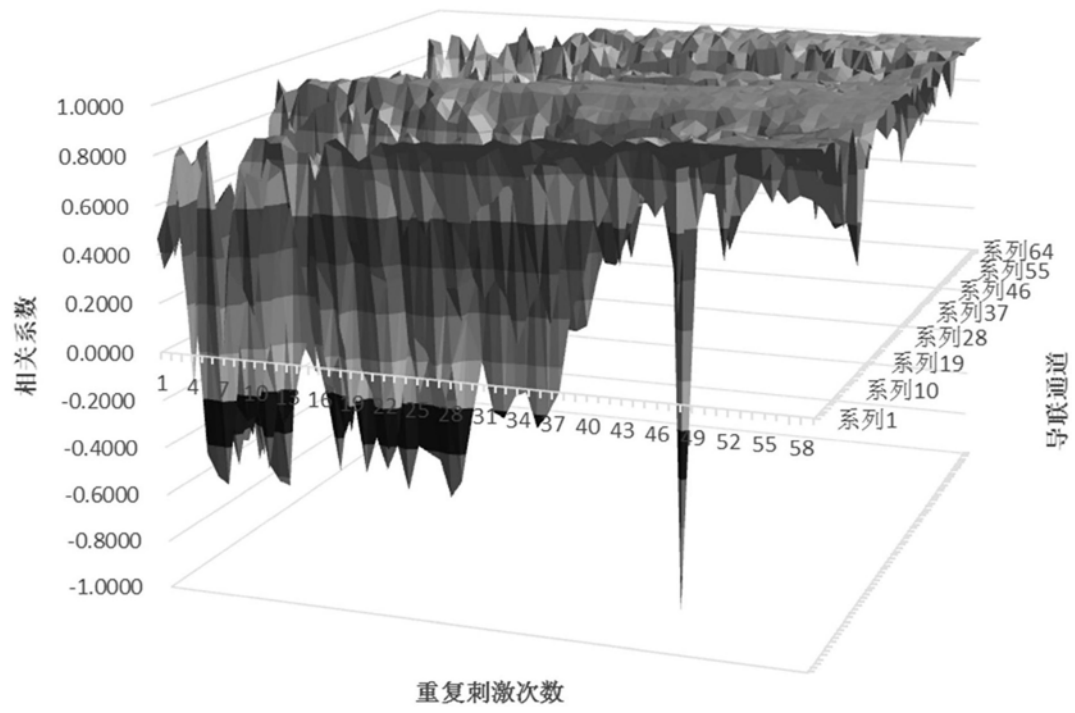


图3

专利名称(译)	一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电提取方法		
公开(公告)号	CN105748067B	公开(公告)日	2018-11-13
申请号	CN201610082340.2	申请日	2016-02-05
[标]申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
[标]发明人	李凌 李如峰		
发明人	李凌 李如峰		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/7203 A61B5/7225		
其他公开文献	CN105748067A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于随机梯度自适应滤波的诱发脑电提取方法，通过多道脑电测量系统采集多次重复刺激的脑电信号，其包含自发脑电、刺激施加后的自发脑电与诱发脑电的混合信号，并对各次混合信号叠加求平均，得到平均混合信号；以刺激施加时刻作为提取时间计数的起点，从平均混合信号中提取长度为N的一段信号作为第一主信号、对第一主信号延时一个时间间隔的信号作为第一参考信号，并输入LMS自适应滤波器，得到各通道的第一输出信号；再将第一输出信号作为第二参考信号、长度为N的一段自发脑电作为第二主信号，并输入LMS自适应滤波器，得到各通道的诱发脑电。本发明在没有足够先验知识的背景下，获得较高质量的诱发脑电，有效降低重复刺激次数。

