



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109512394 A

(43)申请公布日 2019. 03. 26

(21)申请号 201811484564.1

(22)申请日 2018.12.06

(71)申请人 深圳技术大学(筹)

地址 518118 广东省深圳市坪山区竹韵花园

(72)发明人 王涛 谭小丹 林霖

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 胡辉 郑泽萍

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0484(2006.01)

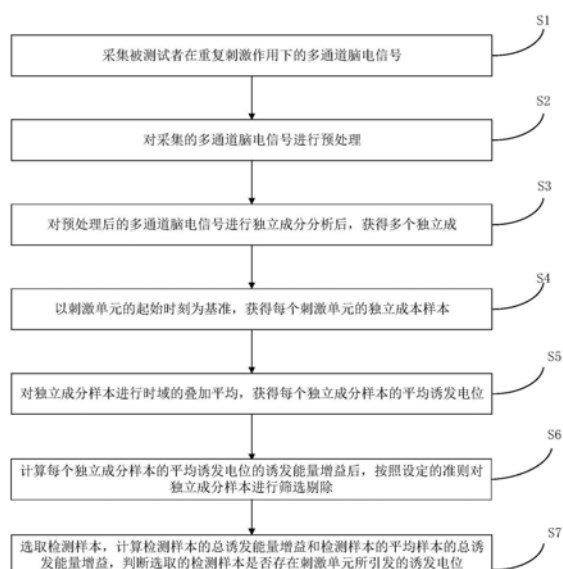
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法
及系统

(57)摘要

本发明公开了基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法及系统,该方法包括:采集被测试者在重复刺激作用下的多通道脑电信号并进行预处理;对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析,获得多个独立成分;以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成分样本;对独立成分样本进行时域的叠加平均,获得每个独立成分样本的平均诱发电位;按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除;选取检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。本发明计算速度快、效率高,检测灵敏度高,可广泛应用于微弱诱发电位的检测领域。



1. 基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

采集被测试者在重复刺激作用下的多通道脑电信号;所述重复刺激由多个相同的瞬态刺激单元串行重复排列组成;

对采集的多通道脑电信号进行预处理;

对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析后,获得多个独立成分;

以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成本样本;

对独立成分样本进行时域的叠加平均,获得每个独立成分样本的平均诱发电位;

计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除;

选取检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。

2. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,所述选取检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位这一步骤,具体包括:

从独立成分样本中选取若干个作为检测样本,计算每个检测样本的总诱发能量增益;

对选取的检测样本进行叠加平均,再计算平均后的平均样本的总诱发能量增益;

比较检测样本的总诱发能量增益与平均样本的总诱发能量增益,判断检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。

3. 根据权利要求2所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,所述比较检测样本的总诱发能量增益与平均样本的总诱发能量增益,判断检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位这一步骤中,采用修正的单边t-检验方法进行检验判断。

4. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,所述对采集的多通道脑电信号进行预处理这一步骤中,所述预处理包括滤波处理、插值处理和剔除异常数据中的至少一种。

5. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,所述对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析后,获得多个独立成分这一步骤中,采用信息最大化ICA算法或者极大似然ICA算法进行独立成分分析。

6. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,所述以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成本样本这一步骤,具体包括:

以刺激单元的起始时刻为基准,取基准前后各一段时间,构成信号分段的时间窗;

将独立成分分析后获得的独立成分按照时间窗进行分段,从而获得每个刺激单元的独立成分样本。

7. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,其特征在于,所述诱发能量增益的计算公式为:

$$EER = 10 \log_{10} \frac{\Delta t_1 \int_c^d x^2(\tau) d\tau}{\Delta t_2 \int_a^b x^2(\tau) d\tau}$$

其中,EER表示诱发能量增益,单位为dB,x(τ)表示待计算的信号,τ=0表示刺激单元的

起始时刻, $\Delta t_1 = b - a$ 表示刺激单元起始前的一段时刻, 具体表示诱发反应静息时段, $\Delta t_2 = d - c$ 表示刺激单元起始后诱发电位开始出现的时段。

8. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法, 其特征在于, 所述计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后, 按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除这一步骤, 其具体为:

计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后, 筛选出小于预设阈值的诱发能量增益对应的独立成分作为干扰成分进行剔除。

9. 根据权利要求1所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法, 其特征在于, 所述总诱发能量增益的计算公式为:

$$GEER = 10 \log_{10} \frac{\Delta t_1 \int_c^d \sum_{j=1}^p x_j^2(\tau) d\tau}{\Delta t_2 \int_a^b \sum_{j=1}^p x_j^2(\tau) d\tau}$$

其中, GEER 表示总诱发能量增益, 单位为 dB, $x_j(\tau)$ 表示待计算的信号, $j = 1, 2, \dots, p$, 表示筛选后剩下的独立成分的序号, $\tau = 0$ 表示刺激单元的起始时刻, $\Delta t_1 = b - a$ 表示刺激单元起始前的一段时刻, 具体表示诱发反应静息时段, $\Delta t_2 = d - c$ 表示刺激单元起始后诱发电位开始出现的时段。

10. 基于独立成分分析的多通道诱发电位检测系统, 其特征在于, 包括:

至少一个处理器;

至少一个存储器, 用于存储至少一个程序;

当所述至少一个程序被所述至少一个处理器执行, 使得所述至少一个处理器实现如权利要求1-9任一项所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法。

基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学信息处理领域,特别是涉及基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法及系统。

背景技术

[0002] 在生物医学信号的采集处理过程中,相对于 $20\sim 150\mu\text{V}$ 的背景脑电信号和干扰信号来说,诱发电位信号非常微弱,主要在 $0.1\sim 10\mu\text{V}$ 范围内。传统方法一般采用叠加平均技术去除背景脑电信号和干扰信号,这种方式,需要根据记录背景脑电信号的信噪比来决定叠加平均的次数,通常需要几十次甚至上千次的平均次数才能判断出待测信号中是否包含诱发电位,需要耗费较长时间,效率低下。

[0003] 名词解释

[0004] ICA:全称Independent Component Analysis,表示独立成分分析,是近年来提出的非常有效的数据分析工具,它主要用来从混合数据中提取出原始的独立信号。

[0005] 单边t-检验:统计学中的一种常用统计方法,也称单总体t检验,用于检验一个样本平均数与一个已知的总体平均数的差异是否显著。

发明内容

[0006] 为了解决上述的技术问题,本发明的目的是提供一种快速、高效的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法及系统。

[0007] 一方面,本发明实施例提供了基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,包括以下步骤:

[0008] 采集被测试者在重复刺激作用下的多通道脑电信号;所述重复刺激由多个相同的瞬态刺激单元串行重复排列组成;

[0009] 对采集的多通道脑电信号进行预处理;

[0010] 对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析后,获得多个独立成分;

[0011] 以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成本样本;

[0012] 对独立成分样本进行时域的叠加平均,获得每个独立成分样本的平均诱发电位;

[0013] 计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除;

[0014] 选取检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。

[0015] 进一步,所述选取检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位这一步骤,具体包括:

[0016] 从独立成分样本中选取若干个作为检测样本,计算每个检测样本的总诱发能量增益;

[0017] 对选取的检测样本进行叠加平均,再计算平均后的平均样本的总诱发能量增益;

[0018] 比较检测样本的总诱发能量增益与平均样本的总诱发能量增益,判断检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。

[0019] 进一步,所述比较检测样本的总诱发能量增益与平均样本的总诱发能量增益,判断检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位这一步骤中,采用修正的单边t-检验方法进行检验判断。

[0020] 进一步,所述对采集的多通道脑电信号进行预处理这一步骤中,所述预处理包括滤波处理、插值处理和剔除异常数据中的至少一种。

[0021] 进一步,所述对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析后,获得多个独立成分这一步骤中,采用信息最大化ICA算法或者极大似然ICA算法进行独立成分分析。

[0022] 进一步,所述以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成分样本这一步骤,具体包括:

[0023] 以刺激单元的起始时刻为基准,取基准前后各一段时间,构成信号分段的时间窗;

[0024] 将独立成分分析后获得的独立成分按照时间窗进行分段,从而获得每个刺激单元的独立成分样本。

[0025] 进一步,所述诱发能量增益的计算公式为:

$$[0026] \quad EER = 10 \log_{10} \frac{\Delta t_1 \int_c^d x^2(\tau) d\tau}{\Delta t_2 \int_a^b x^2(\tau) d\tau}$$

[0027] 其中,EER表示诱发能量增益,单位为dB,x(τ)表示待计算的信号,τ=0表示刺激单元的起始时刻,Δt₁=b-a表示刺激单元起始前的一段时刻,具体表示诱发反应静息时段,Δt₂=d-c表示刺激单元起始后诱发电位开始出现的时段。

[0028] 进一步,所述计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除这一步骤,其具体为:

[0029] 计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,筛选出小于预设阈值的诱发能量增益对应的独立成分作为干扰成分进行剔除。

[0030] 进一步,所述总诱发能量增益的计算公式为:

$$[0031] \quad GEER = 10 \log_{10} \frac{\Delta t_1 \int_c^d \sum_{j=1}^p x_j^2(\tau) d\tau}{\Delta t_2 \int_a^b \sum_{j=1}^p x_j^2(\tau) d\tau}$$

[0032] 其中,GEER表示总诱发能量增益,单位为dB,x_j(τ)表示待计算的信号,j=1,2,⋯,p,表示筛选后剩下的独立成分的序号,τ=0表示刺激单元的起始时刻,Δt₁=b-a表示刺激单元起始前的一段时刻,具体表示诱发反应静息时段,Δt₂=d-c表示刺激单元起始后诱发电位开始出现的时段。

[0033] 另一方面,本发明实施例提供了基于独立成分分析的多通道诱发电位检测系统,包括:

[0034] 至少一个处理器;

[0035] 至少一个存储器,用于存储至少一个程序;

[0036] 当所述至少一个程序被所述至少一个处理器执行,使得所述至少一个处理器实现

如本发明实施例所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法。

[0037] 本实施例中,通过采集多通道脑电信号并进行预处理后,进行独立成分分析后,获得多通道脑电信号对应的多个独立成分,从而以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成本样本后,对独立成分样本进行时域的叠加平均,获得每个独立成分样本的平均诱发电位,进而基于每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,按照设定的准则对独立成分进行筛选剔除后,可以从独立成分样本中选取若干个作为检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,从而判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位,本方法只需要简单的计算、筛选剔除处理,就可以检测任意检测样本是否包含诱发电位,计算速度快、效率高,检测灵敏度高,克服了现有检测方法耗时长、效率低的问题,可以快速地检测获得待测信号中是否包含诱发电位。

附图说明

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0039] 图1是本发明具体实施例的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法的流程图;

[0040] 图2是本发明具体实施例中获得的独立成分样本的平均诱发电位的示意图;

[0041] 图3是本发明具体实施例中的诱发电位的能量波形以及能量增益的示意图;

[0042] 图4是本发明具体实施的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测系统的电子框图。

具体实施方式

[0043] 对于本发明实施例中的步骤编号,其仅为了便于阐述说明而设置,对步骤之间的顺序不做任何限定,实施例中的各步骤的执行顺序均可根据本领域技术人员的理解来进行适应性调整。

[0044] 方法实施例一

[0045] 参照图1,本实施例提供了基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,由微处理器、嵌入式处理器或者计算机终端执行,该方法包括以下步骤:

[0046] S1、采集被测试者在重复刺激作用下的多通道脑电信号;所述重复刺激由多个相同的瞬态刺激单元串行重复排列组成,本实施例中,重复刺激由N个串行的刺激单元组成。

[0047] S2、对采集的多通道脑电信号进行预处理;本步骤中,所述预处理包括滤波处理、插值处理和剔除异常数据中的至少一种。所述滤波处理是指:对多通道脑电信号进行带通滤波,具体通带范围可以根据实际的信号带宽来设定。所述插值处理是指:根据统计特性,检测存在异常的若干个通道的脑电信号后,对其进行插值处理;统计特性是指各通道脑电信号之间的相关性、方差等。所述剔除异常数据是指:根据统计特性,检测单个刺激单元的异常观测信号,并标记为无效值;这里的统计特性是指单个刺激单元的诱发反应的均值与该通道所有刺激单元的诱发反应的均值之间的偏离、方差等。通过对多通道脑电信号进行预处理,可以剔除明显异常的数据以及无效数据,降低后续数据处理过程的计算量。

[0048] S3、对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析后,获得多个独立成分;本步

骤中,采用信息最大化ICA算法或者极大似然ICA算法进行独立成分分析,获得的多个独立成分包含了不同比例的信号以及伪迹干扰等成分。

[0049] S4、以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成本样本;本步骤具体为:本步骤具体包括:以刺激单元的起始时刻为基准,取基准前后各一段时间,构成信号分段的时间窗;将独立成分分析后获得的独立成分按照时间窗进行分段,从而获得每个刺激单元的独立成分样本。

[0050] S5、对独立成分样本进行时域的叠加平均,获得每个独立成分样本的平均诱发电位;本步骤具体为:对获得的每个独立成分,按照重复刺激的每个刺激单元的起始时刻进行分段后,将分段获得的独立成分样本按照刺激单元的起始时刻进行对齐后,求取所有独立成分样本的平均值,作为该独立成分的平均诱发电位。

[0051] S6、计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除;

[0052] S7、选取检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。

[0053] 本实施例中,通过采集多通道脑电信号并进行预处理后,进行独立成分分析后,获得多通道脑电信号对应的多个独立成分,从而以刺激单元的起始时刻为基准,获得每个刺激单元的独立成本样本后,对独立成分样本进行时域的叠加平均,获得每个独立成分样本的平均诱发电位,进而基于每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益后,按照设定的准则对独立成分进行筛选剔除后,可以从独立成分样本中选取若干个作为检测样本,计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益,从而判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位,本方法只需要简单的计算、筛选剔除处理,就可以检测任意检测样本是否包含诱发电位,计算速度快、效率高,检测灵敏度高,可以快速地检测获得待测信号中是否包含诱发电位。

[0054] 进一步作为优选的实施方式,所述步骤S6中,所述诱发能量增益的计算公式为:

$$[0055] \quad EER = 10 \log_{10} \frac{\Delta t_1 \int_c^d x^2(\tau) d\tau}{\Delta t_2 \int_a^b x^2(\tau) d\tau}$$

[0056] 其中,EER表示诱发能量增益,单位为dB,x(τ)表示待计算的信号,τ表示时间,τ=0表示刺激单元的起始时刻,Δt₁=b-a表示刺激单元起始前的一段时刻,具体表示诱发反应静息时段,Δt₂=d-c表示刺激单元起始后诱发电位开始出现的时段。

[0057] 诱发能量增益EER实质上表示刺激前后神经活动的能量增益。其计算公式中,x(τ)表示待计算的信号,具体到本步骤中,x(τ)指独立成分样本的平均诱发电位。因为独立成分样本的平均诱发电位和常规诱发电位波形关联关系并不明确,所包含的诱发成分、自发成分以及伪迹干扰的比例未知,对于一段可能包含诱发电位的信号x(τ),由于刺激作用可能引发神经同步化活动,使得信号成分和能量分布发生改变,因此,通过本步骤中定义的诱发能量增益EER的公式,可以表示诱发反应能量增益。而基于诱发能量增益EER进行筛选提出后的独立成分,在后续的处理过程中,可以更有效凸显诱发电位成分及强化反应的增益,从而明显提高诱发电位的检测能力。

[0058] 进一步作为优选的实施方式,步骤S6中设定的准则指的是设定的对独立成分的筛

选准则,例如将诱发能量增益在某一个区间内的独立成分进行筛选剔除。具体的,所述步骤S6,其具体为:

[0059] 计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益EER后,筛选出小于预设阈值的诱发能量增益EER对应的独立成分作为干扰成分进行剔除。

[0060] 例如,设定预设阈值为3dB,将EER小于预设阈值的独立成分判断为干扰成分而舍去,剩下的独立成分判断为信号成分,即有效的独立成分。

[0061] 诱发能量增益EER越小,表示所包含的诱发电位的能量也越少,或者说干扰越大,以此为依据可去除较大干扰的独立成分。在对独立成分进行筛选剔除这一过程中,可以采用各种自定义的规则进行筛选剔除,例如步骤S6,还可以为:

[0062] 计算每个独立成分样本的平均诱发电位的诱发能量增益EER后,将所有计算获得的诱发能量增益EER进行排序,从而筛选出数值最低的预设比例的诱发能量增益EER对应的独立成分作为干扰成分进行剔除。例如排序后,将数值最低的5%的EER对应的独立成分作为干扰成分进行剔除。

[0063] 因为采集的多通道脑电信号可以认为是来自不同脑区以及干扰等源信号的不同权重混合,通过步骤S3进行独立成分分析后,可以从待检测的多通道脑电信号中分离源信号,得到若干个源信号,本申请中称为独立成分。步骤S6中,通过剔除信噪比低的独立成分,可以减少后续进行计算的次数,提高本方法的检测效率。

[0064] 进一步作为优选的实施方式,所述步骤S7,所述总诱发能量增益的计算公式为:

$$[0065] \quad GEER = 10 \log_{10} \frac{\Delta t_1 \int_c^d \sum_{j=1}^p x_j^2(\tau) d\tau}{\Delta t_2 \int_a^b \sum_{j=1}^p x_j^2(\tau) d\tau}$$

[0066] 其中,GEER表示总诱发能量增益,单位为dB, $x_j(\tau)$ 表示待计算的信号, $j=1,2,\dots,p$,表示筛选后剩下的独立成分的序号, τ 表示时间, $\tau=0$ 表示刺激单元的起始时刻, $\Delta t_1=b-a$ 表示刺激单元起始前的一段时刻,具体表示诱发反应静息时段, $\Delta t_2=d-c$ 表示刺激单元起始后诱发电位开始出现的时段。

[0067] 本实施例通过定义总诱发能量增益这个度量参数,将保留的独立成分进行增强,更便于实现对诱发电位的检测。

[0068] 进一步作为优选的实施方式,所述步骤S7,具体包括:

[0069] S71、从独立成分样本中选取若干个作为检测样本,计算每个检测样本的总诱发能量增益 $GEER_j$ ($j=1,2,\dots,n$),这里, n 表示检测样本个数。本步骤中,计算GEER时所需的 $x_j(\tau)$ 表示检测样本筛选后的独立成分。

[0070] S72、对选取的检测样本进行叠加平均,再计算平均后的平均样本的总诱发能量增益;本步骤中,具体将 n 个检测样本进行时域叠加平均得到一个平均样本后,计算其总诱发能量增益,记为 $mGEER$ 。本步骤,将选取的检测样本的叠加平均后的平均样本作为计算GEER时所需的 $x_j(\tau)$,代入总诱发能量增益的计算公式中进行计算。

[0071] S73、比较检测样本的总诱发能量增益与平均样本的总诱发能量增益,判断检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。具体通过判断检测样本的总诱发能量增益与平均样本的总诱发能量增益之和是否显著大于0,来判断检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位,若大于0,则判断检测样本存在刺激单元所引发的诱发电位,反之,判断不存在。

[0072] 进一步作为优选的实施方式,所述步骤S73中,采用修正的单边t-检验方法进行检验判断。具体为:将每个检测样本的总诱发能量增益值作为t-检验的样本值;将选取的检测样本的平均样本的总诱发能量增益作为t-检验的样本的偏移值;利用单边t-检验检测样本值和偏移值之和是否大于0。具体通过判断样本集 $\{GEER_j+mGEER\}$ 是否显著大于0进行检验 ($p<0.001$)。通过采用修正的单边t-检验方法进行检验判断,可以准确、快速的检测出是否存在诱发电位。

[0073] 方法实施例二

[0074] 本实施例是方法实施例一的详细实例,具体采用NeuroScan (SynAmps2) 脑电记录系统,来采集被测试者在重复刺激作用下的多通道脑电信号。本实施例中,重复刺激由多个相同的瞬态刺激单元串行重复排列组成,具体采用由持续时间50ms的短纯音组成的重复刺激,刺激间隔1.01s,刺激个数约500个。测试过程中,测试电极的放置方式为:采用国际10-20系统,选取36个位置放置电极,这里选取的36个位置分别为:FT7、FC5、FC3、FC1、FCZ、FC2、FC4、FC6、FT8、T7、C5、C3、C1、CZ、C2、C4、C6、T8、TP7、CP5、CP3、CP1、CPZ、CP2、CP4、CP6、TP8、P7、P5、P3、P1、PZ、P2、P4、P6、P8,其中,参考电极在CZ和CPZ的中点,地 (GND) 在Fz和FpZ的中点。

[0075] 本方法主要步骤如下:

[0076] 步骤1、通过专业耳机(如ER-3型插入式耳机)把重复刺激输出到被测试者,采集系统记录36通道的观测信号,同时记录重复刺激的输出时间,作为多通道脑电信号。

[0077] 步骤2、对采集的多通道脑电信号进行滤波处理、插值处理和剔除异常数据等预处理后,采用极大似然ICA算法对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析,分解获得30个独立成分。

[0078] 步骤3、将各独立成分按照每个刺激单元的起始时刻进行分段,具体按照-400ms到+600ms进行分段,得到565个独立成分样本,对独立成分样本对齐进行时域叠加平均后,获得每个独立成分的平均诱发电位。本实施例中,所获得的独立成分的平均诱发电位如图2所示。

[0079] 步骤4、计算各个独立成分的平均诱发电位的诱发能量增益 $EER_i, i=1, 2, \dots, 30$, 其中 $\Delta t_2=250-50=200$ (ms), 即选取刺激单元起始时刻后50ms~250ms的时间段(对应诱发电位中N100和P200成分波), 诱发反应静息时段 $\Delta t_1=400-0=400$, 即选取刺激单元起始时刻前-400ms~0ms的时间段。

[0080] 步骤5、将计算获得的 EER_i 按升序方式排序,确定EER选择阈值为3dB, EER小于阈值的独立成分判断为干扰成分而舍去。

[0081] 步骤6、任意选择 $n(=11)$ 个检测样本,计算 $GEER_j, j=1, 2, \dots, 11$, 然后计算 n 个连续的刺激单元的 $mGEER$ 。进行单边t检验, 检验结果为 $\{GEER_j+mGEER\}$ 显著大于0 ($p<0.001$), 即判断诱发电位存在。本实施例中,检测样本的总诱发能量增益 $GEER_j$ 的波形如图3所示,图3中,线a表示刺激前静息时的平均能量,线b表示刺激后信号平均能量,由图3中可知,刺激后信号平均能量明显大于刺激前静息时的平均能量。

[0082] 系统实施例

[0083] 参照图4,本实施例提供了基于独立成分分析的多通道诱发电位检测系统,包括:

[0084] 至少一个处理器100;

[0085] 至少一个存储器200,用于存储至少一个程序;

[0086] 当所述至少一个程序被所述至少一个处理器100执行,使得所述至少一个处理器100实现所述的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法。

[0087] 本实施例的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测系统,可执行本发明方法实施例所提供的基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法,可执行方法实施例的任意组合实施步骤,具备该方法相应的功能和有益效果。

[0088] 以上是对本发明的较佳实施进行了具体说明,但本发明创造并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可做出种种的等同变形或替换,这些等同的变型或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

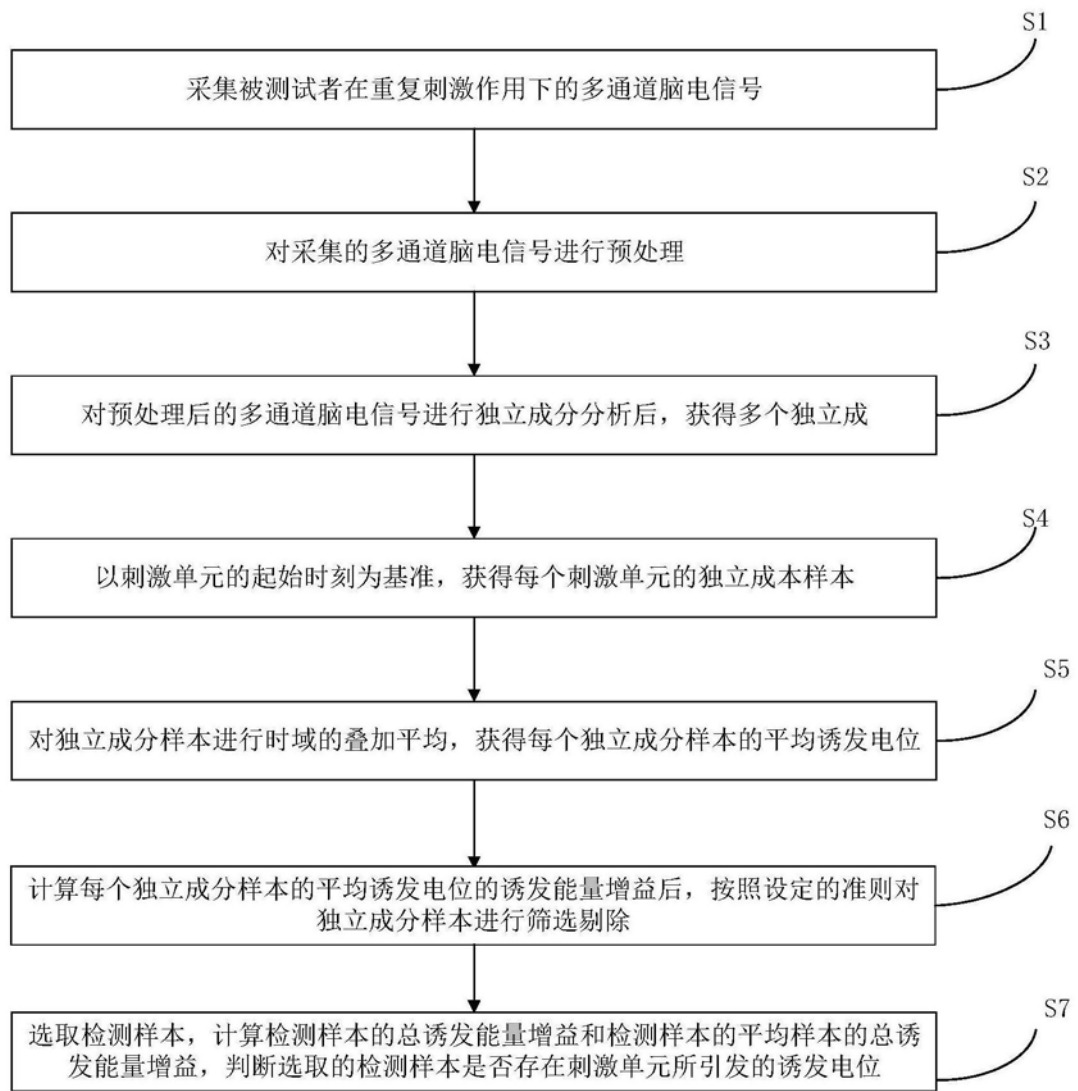


图1

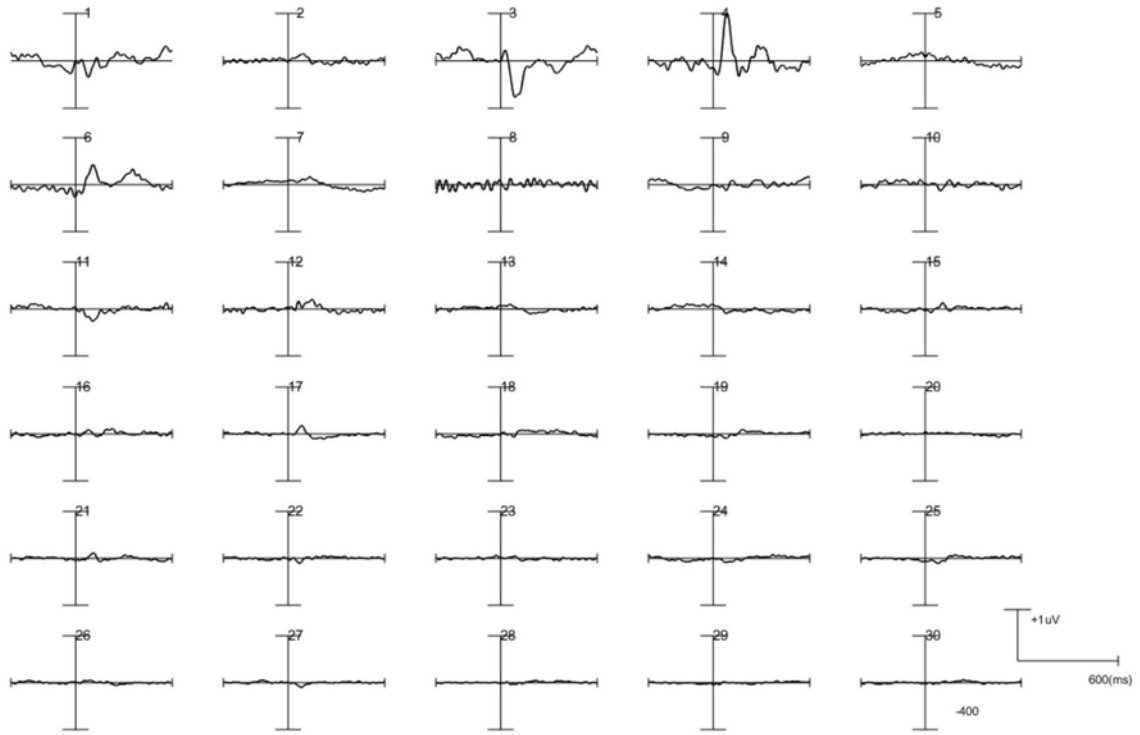


图2

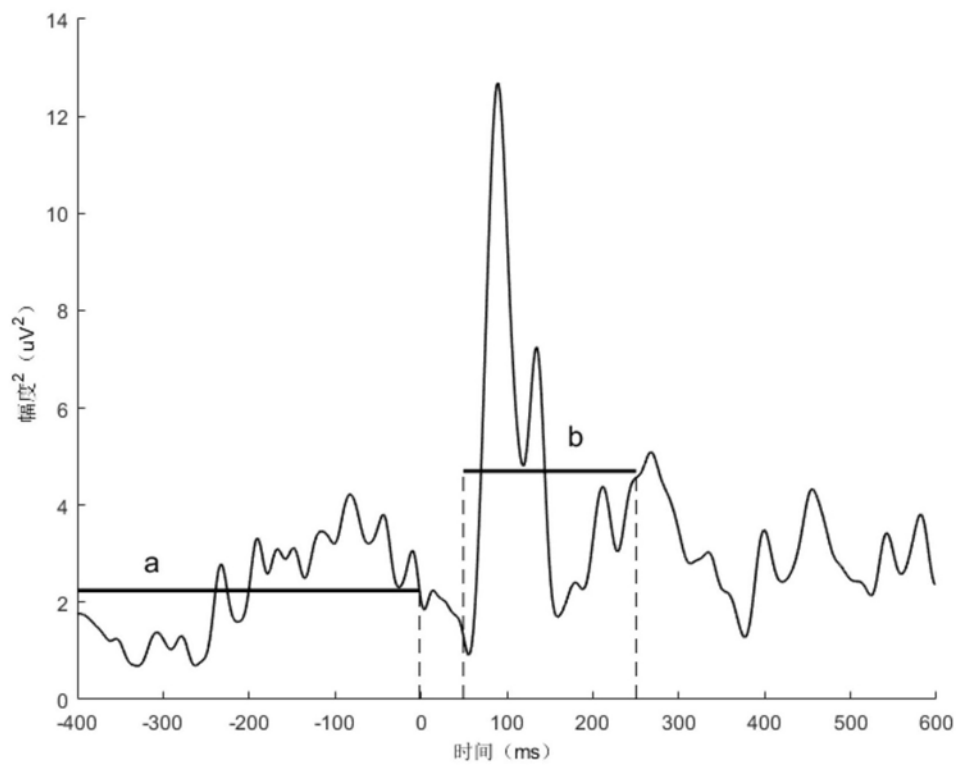


图3

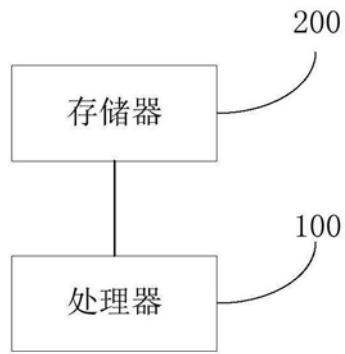


图4

专利名称(译)	基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法及系统		
公开(公告)号	CN109512394A	公开(公告)日	2019-03-26
申请号	CN201811484564.1	申请日	2018-12-06
[标]发明人	王涛 谭小丹 林霖		
发明人	王涛 谭小丹 林霖		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0484		
CPC分类号	A61B5/0484 A61B5/7203 A61B5/7235		
代理人(译)	胡辉		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了基于独立成分分析的多通道诱发电位检测方法及系统，该方法包括：采集被测试者在重复刺激作用下的多通道脑电信号并进行预处理；对预处理后的多通道脑电信号进行独立成分分析，获得多个独立成分；以刺激单元的起始时刻为基准，获得每个刺激单元的独立成本样本；对独立成分样本进行时域的叠加平均，获得每个独立成分样本的平均诱发电位；按照设定的准则对独立成分样本进行筛选剔除；选取检测样本，计算检测样本的总诱发能量增益和检测样本的平均样本的总诱发能量增益，判断选取的检测样本是否存在刺激单元所引发的诱发电位。本发明计算速度快、效率高，检测灵敏度高，可广泛应用于微弱诱发电位的检测领域。

