



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103246348 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201310116261. 5

(22) 申请日 2013. 04. 03

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 张定国 徐飞 朱向阳

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

G06F 3/01(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

审查员 俞晨

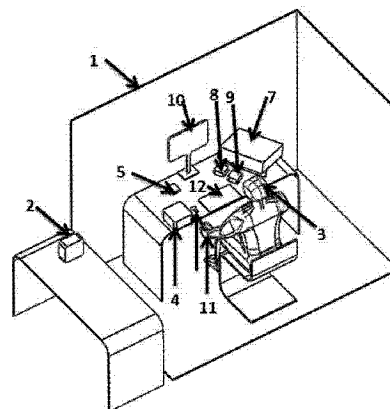
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于电触觉的量化分析系统及其分析方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于电触觉的量化分析系统,还公开了其分析方法,电刺激装置能够产生不同频率、不同脉宽以及不同幅值的正负恒流脉冲,该脉冲能够通过电刺激阵列对人体的手指尖进行刺激,保证电触觉的有效和安全;脑电信号采集装置能够采集不同的电刺激过程中人体的脑电信号数据;人机交互装置能够记录受试者在实验过程中行为数据,并且保证受试者在实验过程中的注意力能够集中;软件控制系统能够将前三种装置结合起来工作,保证在实验过程中的数据采集的有效性和实时性;通过数据处理方法能够对脑电信号数据进行处理和分析,能够揭示电触觉的量化信息。本发明具有安全、有效等特点且具有较高的科研研究价值。



1. 一种用于电触觉的量化分析系统,其特征在于,包括脑电信号采集装置、电刺激装置、人机交互装置以及控制系统,所述脑电信号采集装置、电刺激装置以及人机交互装置均与控制系统相连接,其中:

脑电信号采集装置,用于采集脑电信号数据,并对所述脑电信号数据进行处理;

电刺激装置,用于产生电触觉;

人机交互装置,用于显示实验步骤以及用于受试者信息反馈;

控制系统,用于控制脑电信号采集装置、电刺激装置以及人机交互装置;

所述脑电信号采集装置包括屏蔽室、放大器、信号输入盒、脑电帽以及金属护腕,所述放大器位于屏蔽室的外部,并分别与控制系统及电刺激装置相连,所述信号输入盒、脑电帽以及金属护腕均位于屏蔽室的内部,所述脑电帽与信号输入盒相连接,所述信号输入盒连接在放大器上,所述金属腕带与屏蔽室内部的大地相连接,其中:

屏蔽室,用于屏蔽外部的声音和电磁干扰;

脑电帽,用于采集脑电信号数据;

信号输入盒,用于接收脑电信号数据,并传送至放大器;

放大器,用于对脑电信号数据进行放大和滤波;

金属护腕,用于消除电刺激过程中的电刺激伪迹;

所述电刺激装置包括电刺激器、电刺激器转化装置、电源以及单片机板,所述电刺激器与控制系统相连接,所述电刺激器转化装置分别与控制系统及电刺激器相连接,所述电源与电刺激器转化装置相连接,所述单片机板分别与电刺激器及脑电信号采集装置的放大器相连接,其中:

电刺激器,通过控制系统发出的指令产生相应的电刺激脉冲,所述电刺激脉冲为恒压脉冲;

电刺激器转化装置,用于将电刺激器产生的恒压脉冲转换为恒流脉冲,所述恒流脉冲的方向以及幅值通过控制系统手动调节;

电源,用于向电刺激器转化装置提供恒流脉冲的电流源;

单片机板,采集电刺激器产生的恒压脉冲从而对所述恒压脉冲进行编码,并将所述编码发送至放大器的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定,保证刺激开始和脑电记录的同步性;

所述人机交互装置包括显示器以及键盘,所述显示器及键盘均与控制系统相连接,其中:

显示器,用于显示实验步骤,同时保证受试者在实验过程中集中注意力;

键盘,用于受试者反馈信息,从而测量受试者感受到的刺激类型和反应时间;

所述控制系统包括控制主机,所述控制主机包括:脑电采集模块、标签标定模块、电刺激器控制模块以及人机交互界面控制模块,所述脑电采集模块与脑电采集装置的放大器相连接,所述标签标定模块与电刺激装置的单片机板相连接,所述电刺激器控制模块与电刺激装置的电刺激器相连接,所述人机交互界面控制模块与人机交互装置相连接,其中:

脑电采集模块,用于将放大器接收的脑电信号数据存储在主机中指定的电脑硬盘中,并对数据格式进行规范,保证数据不会丢失;

标签标定模块,在刺激开始时,对放大器接收的脑电信号数据进行标签标定;

电刺激器控制模块,与标签标定模块同时运行,用于向电刺激器发送电刺激参数,同时,标签标定模块向放大器发送刺激类型;

人机交互界面控制模块,用于控制人机交互装置的显示器,并接收人机交互装置的键盘反馈的受试者信息。

2. 根据权利要求 1 所述的用于电触觉的量化分析系统,其特征在于,所述脑电帽包括 64 个脑电采集电极。

3. 根据权利要求 2 所述的用于电触觉的量化分析系统,其特征在于,所述脑电采集电极为 Ag/AgCl 电极。

4. 根据权利要求 1 所述的用于电触觉的量化分析系统,其特征在于,所述电刺激器包括电刺激阵列,所述电刺激阵列的输入端与电刺激器转换器相连接,所述电刺激阵列的输出端与人体手指指尖相连接。

5. 一种根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的用于电触觉的量化分析系统的分析方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,人机交互装置的显示器首先处于黑屏状态,1s 后显示器中心出显示十字架图像,受试者眼睛直视十字架;

步骤二,2s 后,控制系统控制电刺激装置的电刺激器产生正脉冲和负脉冲,所述正脉冲和负脉冲经过电刺激装置的电刺激器转化装置转换后,刺激受试者;受试者根据感受到的电刺激判断刺激类型,同时按下人机交互装置的键盘上对应的按键;此时,控制系统控制电刺激装置的单片机板对电刺激器产生的脉冲进行编码,并将编码发送至脑电信号采集装置的放大器的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定;

步骤三,当受试者按下按键后,电刺激以及十字架均消失,受试者进行休息,一个刺激周期结束,同时将试验数据保存至控制系统的主机中指定的硬盘中;

步骤四,重复上述步骤若干次,形成一个对象,对保存在硬盘中的数据进行处理分析,从而得到事件相关电位和事件相关去同步/同步特征,即得到电触觉量化的指标。

6. 根据权利要求 5 所述的用于电触觉的量化分析系统的分析方法,其特征在于,所述受试者相邻刺激周期之间的休息时间为 0 ~ 0.5s 之间的任意数。

7. 根据权利要求 5 所述的用于电触觉的量化分析系统的分析方法,其特征在于,所述一个对象包含 30 个刺激周期,所述一个刺激周期中包括三个正脉冲刺激以及三个负脉冲刺激,所述正脉冲刺激和负脉冲刺激均采用 Random 函数随机产生。

8. 根据权利要求 7 所述的用于电触觉的量化分析系统的分析方法,其特征在于,所述三个正脉冲刺激的频率分别为 10HZ、30HZ 以及 70HZ,三个正脉冲刺激的脉宽均为 200us;

所述三个负脉冲刺激的脉宽分别为 200us、250us 以及 300us,三个负脉冲刺激的频率均为 100HZ。

用于电触觉的量化分析系统及其分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电触觉反馈测量系统技术领域，具体是一种用于电触觉的量化分析系统及其分析方法。

背景技术

[0002] 电触觉 (Electrotactile) 的产生就是通过施加在皮肤表面的电脉冲来让人体产生振动感、压力感、粗糙感、刺痛感等感觉信息，使得人体有满意的触觉再现效果，让操作者的触觉感能够有效、舒适但不出现刺痛感。具体的手法就是通过改变改变刺激的电压（恒压式刺激）、电流（恒流式刺激）的参数，如电脉冲的频率、幅值、脉宽以及脉冲方向等。同时也会考虑改变电极大小、电极材料以及在电刺激过程中的皮肤与电极的接触力，还有刺激手指的位置、厚度以及水合作用等。电触觉的应用范围比较广泛，如遥控机器人、手术机器人、假肢、娱乐交互界面以及虚拟现实技术等，以此来增强人对机器或者虚拟物体的操作性。

[0003] 现有的电触觉产生装置都缺乏一种有效的反馈，主要是由于电刺激过程中被刺激到的神经有很多种，即使采用植入式电极也无法精确测量如此大量的神经信号，也就是说无法将电触觉量化。

[0004] 经文献检索发现，论文“On-line Bio-impedance Identification of Fingertip Skin for Enhancement of Electrotactile Based Haptic Rendering”(John Gregory, Yantao Shen and Ning Xi, 2011 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp:2133-2138, 2011)，该设备主要是通过对电刺激过程中人体的阻抗作为反馈对象来控制电流从而达到保证刺激感觉一定的目的。这样的设备有一下不足之处：1、人体的阻抗是电阻和容抗的共同效应，阻抗的变化不能真实反映人体的电触觉的变化，所以使用阻抗作为触觉反馈的正确性有待考证；2、人体的电阻变化范围较宽，而且变化速率较快，特别是人体相对于电极有位置移动时变化特别明显，使用电阻作为反馈对设备的实时性要求太高，一般很难达到要求。

发明内容

[0005] 本发明针对现有的技术存在的一些不足，提供了一种用于电触觉的量化分析系统及其分析方法，本发明能够精确量化电触觉，并将感觉信息通过指标进行定义。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的：

[0007] 一种用于电触觉的量化分析系统，包括脑电信号采集装置、电刺激装置、人机交互装置以及控制系统，所述脑电信号采集装置、电刺激装置以及人机交互装置均与控制系统相连接，其中：

[0008] 脑电信号采集装置，用于采集脑电信号数据，并对所述脑电信号数据进行处理；

[0009] 电刺激装置，用于产生电触觉；

[0010] 人机交互装置，用于显示实验步骤以及用于受试者信息反馈；

[0011] 控制系统,用于控制脑电信号采集装置、电刺激装置以及人机交互装置。

[0012] 所述脑电信号采集装置包括屏蔽室、放大器、信号输入盒。脑电帽以及金属护腕,所述放大器位于屏蔽室的外部,并分别与控制系统及电刺激装置相连,所述信号输入盒、脑电帽以及金属护腕均位于屏蔽室的内部,所述脑电帽与信号输入盒相连接,所述信号输入盒连接在放大器上,所述金属腕带与屏蔽室内部的大地相连接,其中:

[0013] 屏蔽室,用于屏蔽外部的声音和电磁干扰;

[0014] 脑电帽,用于采集脑电信号数据;

[0015] 信号输入盒,用于接收脑电信号数据,并传送至放大器;

[0016] 放大器,用于对脑电信号数据进行放大和滤波;

[0017] 金属护腕,用于消除电刺激过程中的电刺激伪迹;

[0018] 所述电刺激装置包括电刺激器、电刺激器转化装置、电源以及单片机板,所述点刺激器与控制系统相连接,所述电刺激器转化装置分别与控制系统及电刺激器相连接,所述电源与电刺激器转化装置相连接,所述单片机板分别与电刺激器及脑电信号采集装置的放大器相连接,其中:

[0019] 电刺激器,通过控制系统发出的指令产生相应的电刺激脉冲,所述电刺激脉冲为恒压脉冲;

[0020] 电刺激器转化装置,用于将电刺激器产生的恒压脉冲转换为恒流脉冲,所述恒流脉冲的方向以及幅值通过控制系统手动调节;

[0021] 电源,用于向电刺激器转化装置提供恒流脉冲的电流源;

[0022] 单片机板,采集电刺激器产生的恒压脉冲从而对所述恒压脉冲进行编码,并将所述编码发送至放大器的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定,保证刺激开始和脑电记录的同步性;

[0023] 所述人机交互装置包括显示器以及键盘,所述显示器及键盘均与控制系统相连接,其中:

[0024] 显示器,用于显示实验步骤,同时保证受试者在实验过程中集中注意力;

[0025] 键盘,用于受试者反馈信息,从而测量受试者感受到的刺激类型和反应时间;

[0026] 所述控制系统包括控制主机,所述控制主机包括:脑电采集模块、标签标定模块、电刺激器控制模块以及人机交互界面控制模块,所述脑电采集模块与脑电采集装置的放大器相连接,所述标签标定模块与电刺激装置的单片机板相连接,所述电刺激器控制模块与电刺激装置的电刺激器相连接,所述人机交互界面控制模块与人机交互装置相连接,其中:

[0027] 脑电采集模块,用于将放大器接收的脑电信号数据存储到主机中指定的电脑硬盘中,并对数据格式进行规范,保证数据不会丢失;

[0028] 标签标定模块,在刺激开始时,对放大器接收的脑电信号数据进行标签标定;

[0029] 电刺激器控制模块,与标签标定模块同时运行,用于向电刺激器发送电刺激参数,同时,标签标定模块向放大器发送刺激类型;

[0030] 人机交互界面控制模块,用于控制人机交互装置的显示器,并接收人机交互装置的键盘反馈的受试者信息。

[0031] 所述脑电帽包括 64 个脑电采集电极。

[0032] 所述脑电采集电极为 Ag / AgCl 电极。

[0033] 所述电刺激器包括电刺激阵列,所述电刺激阵列的输入端与电刺激器转换器相连接,所述电刺激阵列的输出端与人体手指指尖相连接。

[0034] 一种用于电触觉的量化分析系统的分析方法,包括以下步骤:

[0035] 步骤一,人机交互装置的显示器首先处于黑屏状态,1s 后显示器中心出显示十字架图像,受试者眼睛直视十字架;

[0036] 步骤二,2s 后,控制系统控制电刺激装置的电刺激器产生正脉冲和负脉冲,所述正脉冲和负脉冲经过电刺激装置的电刺激器转化装置转换后,刺激受试者;受试者根据感受到的电刺激判断刺激类型,同时按下人机交互装置的键盘上对应的按键;此时,控制系统控制电刺激装置的单片机板对电刺激器产生的脉冲进行编码,并将编码发送至脑电信号采集装置的放大器的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定;

[0037] 步骤三,当受试者按下按键后,电刺激以及十字架均消失,受试者进行休息,一个刺激周期结束,同时将试验数据保存至控制系统的主机中指定的硬盘中;

[0038] 步骤四,重复上述步骤若干次,形成一个对象,对保存在硬盘中的数据进行处理分析,从而得到事件相关电位和事件相关去同步/同步特征,即得到电触觉量化的指标。

[0039] 所述受试者相邻刺激周期之间的休息时间为 0~0.5s 之间的任意数。

[0040] 所述一个对象包含 30 个刺激周期,所述一个刺激周期中包括三个正脉冲刺激以及三个负脉冲刺激,所述正脉冲刺激和负脉冲刺激均采用 Random 函数随机产生。

[0041] 所述三个正脉冲刺激的频率分别为 10HZ、30HZ 以及 70HZ,三个正脉冲刺激的脉宽均为 200us;

[0042] 所述三个负脉冲刺激的脉宽分别为 200us、250us 以及 300us,三个负脉冲刺激的频率均为 100HZ。

[0043] 本发明提供了一种用于电触觉的量化分析系统及其分析方法,该系统不仅包含脑电信号的硬件系统,同时也包括软件控制系统,通过所述方法分析得到的脑电信号数据,能够对电刺激引起的人的感觉进行量化,通过对采集的脑电信号数据进行分析,不仅能够发现电刺激对人体产生的生理学反应,同时也能够将脑电信号数据作为人体电触觉的量化指标。

[0044] 本发明具有安全、有效且具有较高的科研研究价值。

附图说明

[0045] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0046] 图 1 为本发明整体结构示意图;

[0047] 图 2 为脑电帽的电极分布以及地、参考的分布图;

[0048] 图 3 为单片机板的软件流程图;

[0049] 图 4 为控制系统的软件流程图;

[0050] 图 5 为本发明一个周期的流程图。

具体实施方式

[0051] 下面对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进

行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

[0052] 如图 1 所示,本实施例提供了一种用于电触觉的量化分析系统,包括脑电信号采集装置、电刺激装置、人机交互装置以及控制系统,所述脑电信号采集装置、电刺激装置以及人机交互装置均与控制系统相连接,脑电采集装置与电刺激装置分别安装在人体的头部和手指尖,人机交互装置位于人体的正前方,软件控制系统控制采集脑电信号采集装置里面的数据的同时控制电刺激装置和人机显示装置,其中:

[0053] 脑电信号采集装置,用于采集脑电信号数据,并对所述脑电信号数据进行处理;

[0054] 电刺激装置,用于产生电触觉;

[0055] 人机交互装置,用于显示实验步骤以及用于受试者信息反馈;

[0056] 控制系统,用于控制脑电信号采集装置、电刺激装置以及人机交互装置。

[0057] 进一步地,所述脑电信号采集装置包括屏蔽室、放大器、信号输入盒、脑电帽以及金属护腕,所述放大器位于屏蔽室的外部,并分别与控制系统及电刺激装置相连,所述信号输入盒、脑电帽以及金属护腕均位于屏蔽室的内部,所述脑电帽与信号输入盒相连接,所述信号输入盒连接在放大器上,所述金属腕带与屏蔽室内部的大地相连接,其中:

[0058] 屏蔽室,用于屏蔽外部的声音和电磁干扰;

[0059] 脑电帽,用于采集脑电信号数据;

[0060] 信号输入盒,用于接收脑电信号数据,并传送至放大器;

[0061] 放大器,用于对脑电信号数据进行放大和滤波;

[0062] 金属护腕,用于消除电刺激过程中的电刺激伪迹;

[0063] 所述电刺激装置包括电刺激器、电刺激器转化装置、电源以及单片机板,所述点刺激器与控制系统相连接,所述电刺激器转化装置分别与控制系统及电刺激器相连接,所述电源与电刺激器转化装置相连接,所述单片机板分别与电刺激器及脑电信号采集装置的放大器相连接,其中:

[0064] 电刺激器,通过控制系统发出的指令产生相应的电刺激脉冲,所述电刺激脉冲为恒压脉冲;

[0065] 电刺激器转化装置,用于将电刺激器产生的恒压脉冲转换为恒流脉冲,所述恒流脉冲的方向以及幅值通过控制系统手动调节;

[0066] 电源,用于向电刺激器转化装置提供恒流脉冲的电流源;

[0067] 单片机板,采集电刺激器产生的恒压脉冲从而对所述恒压脉冲进行编码,并将所述编码发送至放大器的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定,保证刺激开始和脑电记录的同步性;

[0068] 所述人机交互装置包括显示器以及键盘,所述显示器及键盘均与控制系统相连接,其中:

[0069] 显示器,用于显示实验步骤,同时保证受试者在实验过程中集中注意力;

[0070] 键盘,用于受试者反馈信息,从而测量受试者感受到的刺激类型和反应时间;

[0071] 所述控制系统包括控制主机,所述控制主机包括:脑电采集模块、标签标定模块、电刺激器控制模块以及人机交互界面控制模块,所述脑电采集模块与脑电采集装置的放大

器相连接,所述标签标定模块与电刺激装置的单片机板相连接,所述电刺激器控制模块与电刺激装置的电刺激器相连接,所述人机交互界面控制模块与人机交互装置相连接,其中:

[0072] 脑电采集模块,用于将放大器接收的脑电信号数据存储到主机中指定的电脑硬盘中,并对数据格式进行规范,保证数据不会丢失;

[0073] 标签标定模块,在刺激开始时,对放大器接收的脑电信号数据进行标签标定;

[0074] 电刺激器控制模块,与标签标定模块同时运行,用于向电刺激器发送电刺激参数,同时,标签标定模块向放大器发送刺激类型;

[0075] 人机交互界面控制模块,用于控制人机交互装置的显示器,并接收人机交互装置的键盘反馈的受试者信息。

[0076] 进一步地,所述脑电帽包括 64 个脑电采集电极。

[0077] 进一步地,所述脑电采集电极为 Ag/AgCl 电极。

[0078] 进一步地,所述电刺激器包括电刺激阵列,所述电刺激阵列的输入端与电刺激器转换器相连接,所述电刺激阵列的输出端与人体手指指尖相连接。

[0079] 具体为,

[0080] 脑电采集装置中的屏蔽室 1 主要用于屏蔽外部的声音和电磁干扰;放大器 2 位于屏蔽室 1 的外面,与控制系统中的主机相连,主要用于对脑电信号数据进行放大和滤波等;其余脑电采集装置位于屏蔽室 1 的里面,信号输入盒 4 连接在放大器 2 上,主要用于对脑电信号进行采集;脑电帽 3 和信号输入盒 4 相连接,主要含有 64 个 Ag / AgCl 电极,用于脑电的采集,其电极分布以及地和参考的连接如图 2 所示;金属腕带 11 与屏蔽室 1 的大地相连接,主要用于消除电刺激过程中的电刺激伪迹。

[0081] 电刺激装置中的电刺激器 7 能够通过控制系统发送指令从而产生相应的电刺激脉冲,能够产生一定频率和脉宽的恒压脉冲;电刺激器转化装置 9 与控制系统正的主机和电刺激器 7 相连接,能将电刺激器 7 产生的恒压脉冲转换为恒流脉冲,恒流脉冲的幅值和方向需要通过手动调节;电源 8 与电刺激器转换器 9 相连接,提供恒流脉冲的电流源;单片机板 5 与电刺激器 7 和放大器 2 相连接,能够采集电刺激器 7 的脉冲从而进行编码,并将该编码发送至放大器 2 的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定,保证刺激开始和脑电记录的同步性,其软件流程图如图 3 所示;电刺激阵列 6 输入连接在电刺激器转换器 9 上,输出端连接在人体手指指尖,主要能够将电刺激脉冲均匀有效地传输到人体的指尖,保证电触觉的有效和舒适。

[0082] 人机交互装置的显示器 10 主要用于显示实验的步骤,同时保证受试者在实验过程中能够集中注意力;键盘 12 主要用于受试者的反馈信息,能够测量受试者感受到的刺激类型和反应时间。

[0083] 控制系统中的脑电采集模块主要用于将放大器接收的数据存储到主机中指定的电脑硬盘当中,并且规范好数据的格式,保证数据不会丢失;标签标定模块主要是在刺激开始的时候在脑电信号数据端标定刺激的类型和系统的状态;电刺激器控制模块是和标签标定模块一起运行的,在电刺激器控制模块发送电刺激参数的同时,标签标定模块也会发送刺激的类型;人机交互界面主要显示实验的个数和循环的次数,同时会出现一定的时刻出现十字架保证受试者能够集中注意力;软件控制系统的流程图如图 4 所示。

[0084] 本实施例提供的用于电触觉的量化分析系统,其分析方法包括以下步骤:

[0085] 步骤一,人机交互装置的显示器首先处于黑屏状态,1s 后显示器中心出显示十字架图像,受试者眼睛直视十字架;

[0086] 步骤二,2s 后,控制系统控制电刺激装置的电刺激器产生正脉冲和负脉冲,所述正脉冲和负脉冲经过电刺激装置的电刺激器转化装置转换后,刺激受试者;受试者根据感受到的电刺激判断刺激类型,同时按下人机交互装置的键盘上对应的按键;此时,控制系统控制电刺激装置的单片机板对电刺激器产生的脉冲进行编码,并将编码发送至脑电信号采集装置的放大器的硬件触发口,从而对脑电信号数据进行标签标定;

[0087] 步骤三,当受试者按下按键后,电刺激以及十字架均消失,受试者进行休息,一个刺激周期结束,同时将试验数据保存至控制系统的主机中指定的硬盘中;

[0088] 步骤四,重复上述步骤若干次,形成一个对象,对保存在硬盘中的数据进行处理分析,从而得到事件相关电位和事件相关去同步/同步特征,即得到电触觉量化的指标。

[0089] 具体为,

[0090] 首先,在进行电刺激实验之前需要对受试者进行训练,正脉冲采用的频率分别为 10HZ、30HZ、70HZ 以及采用的脉宽为 200us,这能产生由弱到强的振动感,而且这三者之间有很高的识别率。负脉冲采用的脉宽分别为 200us、250us、300us 以及采用的频率为 100HZ,这能产生由弱到强的压力感,同样这三者也有很强的识别率。训练一段时间后保证受试者能区分所有的感觉,然后就能参加脑电实验。

[0091] 实验开始时,整个屏幕出现黑屏,受试者尽量放松自己。一秒钟以后屏幕中心出现一个十字架,受试者需要眼睛盯着十字架保证尽量不眨眼睛或者眼睛左右移动。两秒钟过后,正脉冲/负脉冲出现,整个刺激过冲受试者要尽量保证静止不动,在受到电刺激后受试者需要先判断是哪种刺激,然后有右手来按下键盘上的对应的左键、下键以及右键,三者代表振动感/压力感由弱到强。按下按键后,电刺激以及十字架就都会消失,然后受试者就能休息三秒钟左右的时间。休息时间后面是随机时间,随机时间为 0-0.5s 之间的任意数,保证受试者不会适应刺激的周期。随机事件后面一个刺激周期机会结束,然后又从开始循环。其实验的流程如图 5 所示。

[0092] 试验中一个刺激周期被称为一个试验 (Trail),每三十个试验就被称之为一个对象 (Session) 或者一个块 (Block),受试者每完成三十个试验后就能够休息或者移动身体,这个过程是由受试者控制的。以正脉冲为例,10HZ、30HZ 以及 70HZ 的刺激在一个块中分别有十个,但是每种刺激都是采用 Random 函数自动随机产生的,不会让受试者预测到下一个刺激的种类。整个实验共有八个块,完成后受试者按下 Esc 键就结束,持续时间大约为三十分,同时数据也会自动保存到指定的盘中。

[0093] 最后通过对脑电信号数据进行处理和分析,就能得到事件相关电位和事件相关去同步/同步的特征,这两个特征就是电触觉量化的指标。

[0094] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

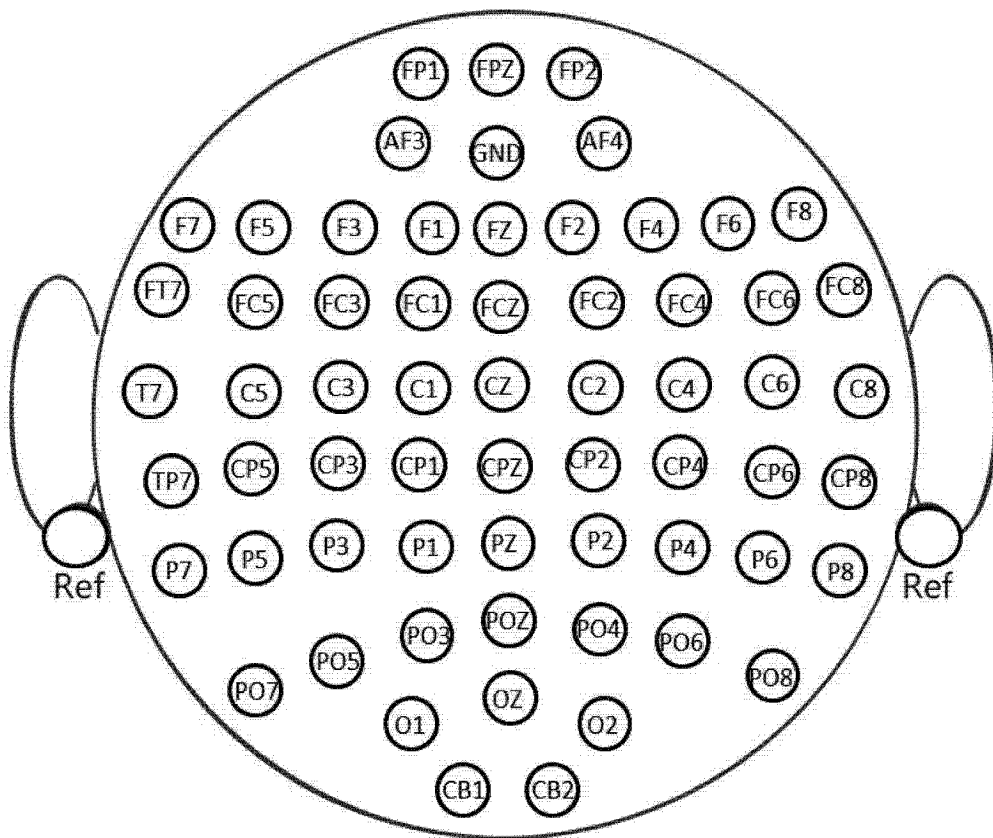


图 2

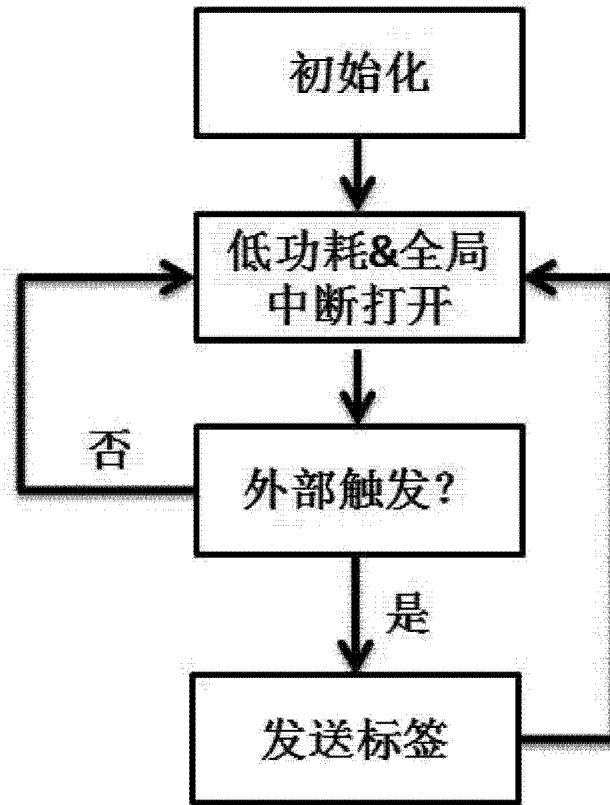


图 3

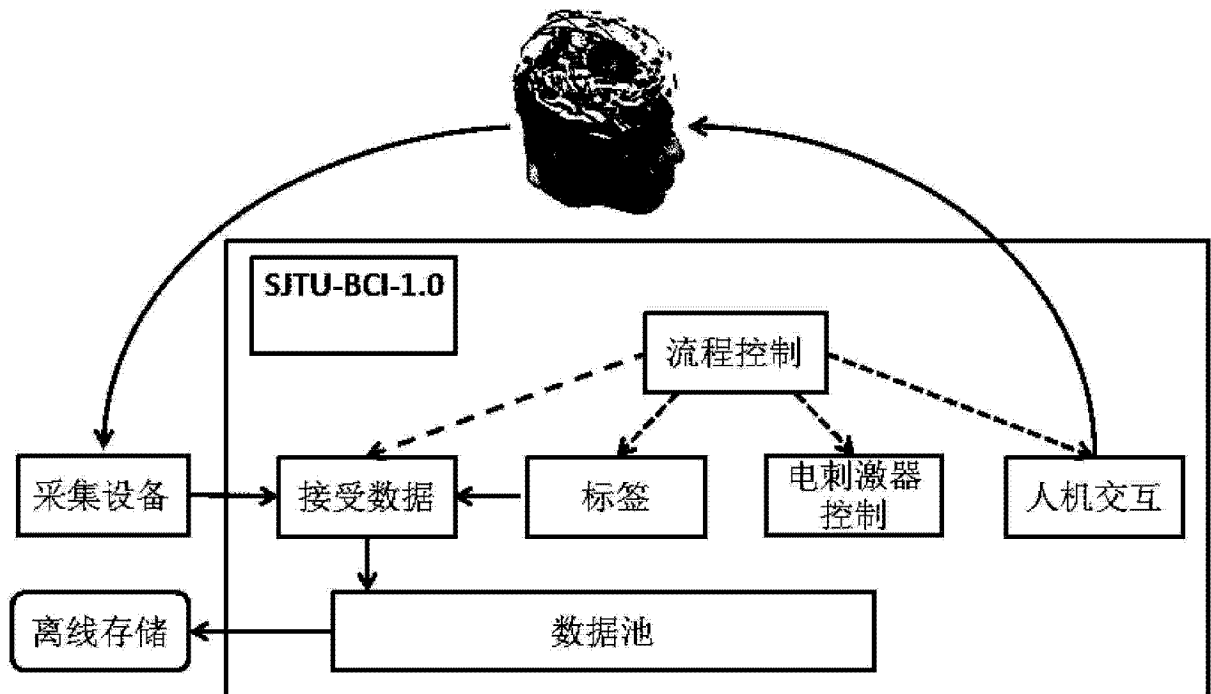


图 4

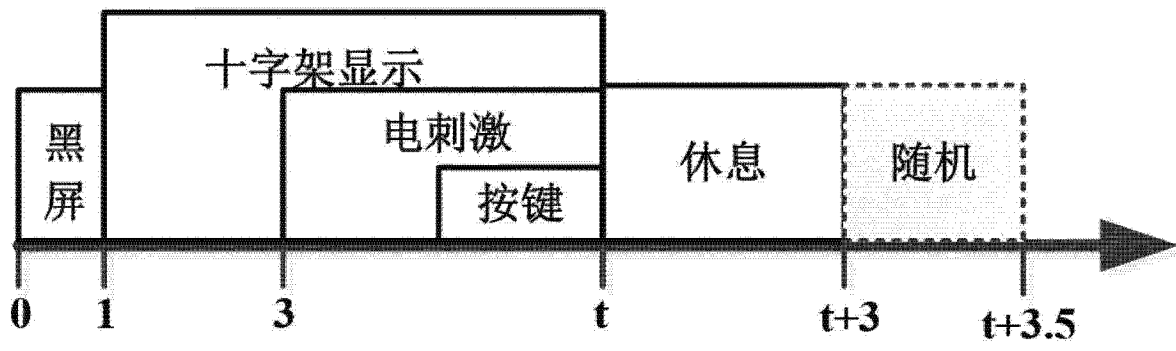


图 5

专利名称(译)	用于电触觉的量化分析系统及其分析方法		
公开(公告)号	CN103246348B	公开(公告)日	2015-04-01
申请号	CN201310116261.5	申请日	2013-04-03
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	张定国 徐飞 朱向阳		
发明人	张定国 徐飞 朱向阳		
IPC分类号	G06F3/01 A61B5/00		
审查员(译)	俞晨		
其他公开文献	CN103246348A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于电触觉的量化分析系统，还公开了其分析方法，电刺激装置能够产生不同频率、不同脉宽以及不同幅值的正负恒流脉冲，该脉冲能够通过电刺激阵列对人体的手指尖进行刺激，保证电触觉的有效和安全；脑电信号采集装置能够采集不同的电刺激过程中人体的脑电信号数据；人机交互装置能够记录受试者在实验过程中行为数据，并且保证受试者在实验过程中的注意力能够集中；软件控制系统能够将前三种装置结合起来工作，保证在实验过程中的数据采集的有效性和实时性；通过数据处理方法能够对脑电信号数据进行处理和分析，能够揭示电触觉的量化信息。本发明具有安全、有效等特点且具有较高的科研研究价值。

