



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110141231 A

(43)申请公布日 2019.08.20

(21)申请号 201910413751.9

(22)申请日 2019.05.17

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 刘邈 叶阳阳 戴廷飞 明东

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201

代理人 刘子文

(51)Int.Cl.

A61B 5/0484(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

H04W 56/00(2009.01)

H04W 80/06(2009.01)

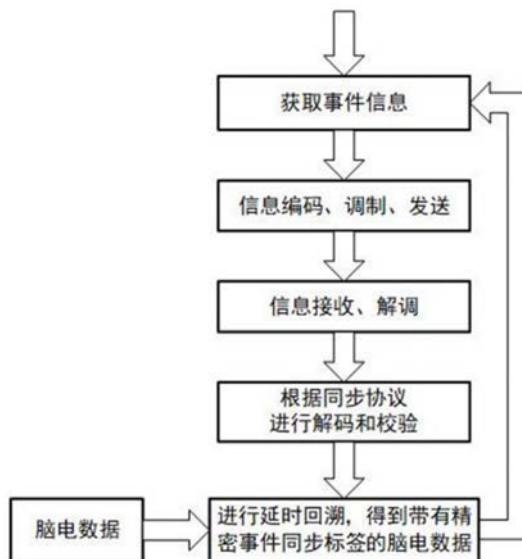
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法

(57)摘要

本发明公开一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法，该同步记录方法包括：由无线脑电采集模块采集带有时间戳的脑电数据，同时从PC端或脑电采集的同步设备中获得刺激事件的开始时间和刺激种类信息；所述的事件信息经过无线调制模块的调制并以特定频点发送到接收端；接收端接收到信息后经过放大解调，得到一组二进制数据；嵌入式微处理器根据同步协议对所述二进制数据进行解码和校验，获得刺激种类信息；将所述的脑电数据按事件信息传输过程中产生的固定延时进行回溯，最终得到带有精密事件同步标签的脑电数据；本发明的方法能够实现无线脑电采集系统中的精密事件同步，并将其精度由毫秒量级提升至微秒量级。



1. 一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法,所述的事件是指视觉刺激、声音刺激诱发特殊脑电信号的事件,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 通过无线脑电采集模块开始采集脑电数据,得到带有时间戳的脑电数据;用以表示数据采集过程的时间节点;

(2) 从PC端或脑电采集的同步设备中获得事件的开始时间和刺激种类信息;

(3) 嵌入式微处理器将事件信息以自同步时钟编码方式进行编码,然后控制无线调制模块将该编码进行数字调制并将已调信号发送出去,以准确地控制数据发送延时的时间并保证延时时间稳定;

(4) 所述已调信号通过业余无线电频点将数据传输到无线事件同步接收端,所述频点与脑电数据无线传输的频点不会冲突,避免了两组无线通讯的相互干扰而产生的时间抖动;

(5) 所述接收端中的无线解调模块接收到所述已调信号后,经过放大解调,得到一组二进制数据;

(6) 嵌入式微处理器根据同步协议对所述二进制数据进行解码和校验,获得刺激种类信息;

(7) 得到刺激种类信息后,嵌入式微处理器将步骤(1)得到的脑电数据按事件信息传输过程所产生的固定延时进行回溯,并将事件同步标签记录到相应的数据点上;此时得到的数据就是以脑电采集模块的时钟为基准,带有精密事件同步标签的脑电数据;

(8) 嵌入式微处理器每收到一次射频同步信号,即重复以上(1)-(7)步骤,即可将整个脑电数据采集过程中的事件时点同步记录。

2. 根据权利要求1所述一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法,其特征在于,步骤(3)中所述的编码方式为带有自同步时钟特性的编码,包括脉冲位置编码和曼彻斯特编码。

3. 根据权利要求1所述一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法,其特征在于,步骤(3)中数字调制方法包括开关键控OOK、幅移键控ASK、频移键控FSK、相移键控PSK。

4. 根据权利要求1所述一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法,其特征在于,步骤(4)中调制信号采用国际通用的业余无线电频点将数据传输到接收端。

## 一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医疗器械、脑电采集领域,具体是涉及一种可精密记录诱发刺激时点无线式诱发电信号采集方法。

### 背景技术

[0002] 事件相关诱发电位(ERP)是一种特殊的脑电诱发电位,它的出现必须要有特殊的刺激安排,如声音刺激、视觉刺激等。因为ERP与刺激之间存在锁时关系,所以在记录脑电数据的同时还需要精准的记录下刺激发生的时刻。

[0003] 目前所使用的无线脑电采集系统中普遍存在事件时点同步记录时间误差,其主要原因有计算机操作系统本身引起的延时,以及数据无线传输过程中存在延时和延时抖动。无线传输过程的延时是指单次发送数据包的接收时间与发送时间之差,其主要是由网络传输协议本身、数据丢包、网络拥塞等因素造成的,其无法消除,只能尽量降低。延时抖动指的是任意两个相邻的数据包经过传输通路所造成的延时时间的不相同,其原因主要是主流的2.4GHz信道使用率太高而导致数据在此信道上传输时会频繁触发规避算法,或造成空中冲突导致传输错误并在协议控制下重传造成的延时改变。

[0004] 对于操作系统的时间误差可以通过对外部刺激的直接检测来规避或是利用读取操作系统底层的实时时钟值来尽量降低,而关于无线传输存在的延时和抖动,当前已公开对此问题的解决方案非常之少。专利CN201610799777.8中叙述了一种通过两个并行的数据交换协议,共享通讯总线来实现采集数据传输和时点同步。典型地,采用专用以太网线路时其刺激时点同步记录精度可达到毫秒级别,但将其应用于无线系统时,信道高占用会导致延迟增大以及不可控的时间抖动,并且无连接的网络协议会导致丢包率大幅增加,造成事件同步信息的漏记录。也有人提出采用脑电采集系统与视频采集系统同步的方法来实现信号同步,但是该方法不仅增加了成本负担,数据处理过程复杂,无法在线标记,同时视频采集系统本身的帧率也成为制约同步精度的瓶颈。因此,本领域需要一种高效的低延时低抖动的事件时点同步记录方法,将时间误差控制在微秒量级。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是解决便携式无线脑电采集系统中事件同步记录精度差的问题,提出一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法,其可以直接应用于无线式诱发脑电位采集系统,在采集的多通道脑电数据流中记录高精度的刺激事件时点与刺激种类,增加后续脑电数据处理的准确性。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法,所述的事件是指视觉刺激、声音刺激诱发特殊脑电信号的事件,包括以下步骤:

[0008] (1)通过无线脑电采集模块开始采集脑电数据,得到带有时间戳的脑电数据;用以表示数据采集过程的时间节点;

- [0009] (2) 从PC端或脑电采集的同步设备中获得事件的开始时间和刺激种类信息；
- [0010] (3) 嵌入式微处理器将事件信息以自同步时钟编码方式进行编码，然后控制无线调制模块将该编码进行数字调制并将已调信号发送出去，以准确地控制数据发送延时的时间并保证延时时间稳定；
- [0011] (4) 所述已调信号通过业余无线电频点将数据传输到无线事件同步接收端，所述频点与脑电数据无线传输的频点不会冲突，避免了两组无线通讯的相互干扰而产生的时间抖动；
- [0012] (5) 所述接收端中的无线解调模块接收到所述已调信号后，经过放大解调，得到一组二进制数据；
- [0013] (6) 嵌入式微处理器根据同步协议对所述二进制数据进行解码和校验，获得刺激种类信息；
- [0014] (7) 得到刺激种类信息后，嵌入式微处理器将步骤(1)得到的脑电数据按事件信息传输过程所产生的固定延时进行回溯，并将事件同步标签记录到相应的数据点上；此时得到的数据就是以脑电采集模块的时钟为基准，带有精密事件同步标签的脑电数据；
- [0015] (8) 嵌入式微处理器每收到一次射频同步信号，即重复以上(1)-(7)步骤，即可将整个脑电数据采集过程中的事件时点同步记录。
- [0016] 进一步的，步骤(3)中所述的编码方式为带有自同步时钟特性的编码，包括脉冲位置编码和曼彻斯特编码。
- [0017] 进一步的，步骤(3)中数字调制方法包括开关键控OOK、幅移键控ASK、频移键控FSK、相移键控PSK。
- [0018] 进一步的，步骤(4)中调制信号采用国际通用的业余无线电频点将数据传输到接收端。
- [0019] 与现有技术相比，本发明的技术方案所带来的有益效果是：
- [0020] 诱发型脑电数据的预处理，分析，模式识别等步骤均需要精度可靠的刺激事件同步时点记录信息。其事件同步记录时点精度对数据分析结果至关重要。通过复杂协议数字无线通讯技术传递事件同步记录时点，由于传输过程中CSMA/CA等算法的使用，使得其延迟大，抖动也不可控。本发明方法通过自行建立专用的时点同步传输无线信道，并通过简单的数字调制方法与可追溯传输时延的信道编码方式，完全回避了采用常用复杂协议数字无线通讯技术(如蓝牙，Wi-Fi)所带来的事件同步精度差的问题，可将无线脑电采集系统中的事件同步精度由毫秒量级提升至微秒量级。本技术可以电路功能模块的形式实现，完全兼容现有的脑电采集电路。本方法可直接支撑高速反应式脑机接口，高带宽诱发脑电采集记录的研究与产品开发。

## 附图说明

- [0021] 图1是事件时点精密同步记录系统组成示意图。
- [0022] 图2是本发明方法的流程示意图。

## 具体实施方式

- [0023] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。应当理解，此处所描述

的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0024] 如附图1所示，本发明描述了一套无线脑电采集系统，主要由无线脑电采集系统、无线事件同步发射端、脑电数据接收、处理、存储终端三部分组成。

[0025] 的无线事件同步发射端包括无线调制模块和嵌入式微处理器1。无线调制模块采用SYNOXO公司的ASK/OOK发射芯片SYN115，该芯片工作在300MHz～450MHz频段，可在IC中实现自动调谐。

[0026] 嵌入式微处理器1采用ST公司的STM32系列微处理器，该微处理器通过标准UART接口从PC端或脑电采集专用的同步设备中获得刺激事件的开始时间和刺激种类信息，并通过I0引脚输出数字信号控制ASK/OOK发射芯片将事件信息发送出去。

[0027] 无线脑电采集系统，其包含脑电数据采集模块和无线事件同步接收端。无线事件同步接收端包括无线解调模块和嵌入式微处理器2。无线解调模块同样采用SYNOXO公司的ASK/OOK接收芯片SYN500R，自动将接收到的射频信号转化为数字信号发送给嵌入式微处理器2。嵌入式微处理器2将脑电数据采集模块采集的脑电数据按事件信息传输过程所产生的固定延时进行回溯，并将事件同步标签记录到相应的数据点上。

[0028] 脑电数据采集模块内置以TI公司的集成信号采集芯片ADS1299和ST公司的STM32微处理器为核心搭建的硬件电路，还包含了一块SoC级的无线模块。脑电数据采集模块主要是采集被试者的脑电数据，并将带有精密事件同步标签的脑电数据通过WIFI、蓝牙等无线方式发送出去。

[0029] 脑电数据接收、处理、存储终端采用台式电脑通过WIFI或蓝牙接收无线脑电采集系统发送的数据，并通过所设计的上位机显示数据波形，同时可进行数据处理和存储。

[0030] 如附图2所示，本发明提供了一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法，包括以下步骤：

[0031] 1) 无线脑电采集模块开始采集脑电数据，得到带有时间戳的脑电数据。该时间戳是由脑电采集放大器标记的，用来表示数据采集过程的时间节点。

[0032] 2) 从PC端或脑电采集专用的同步设备中获得事件的开始时间和刺激种类信息。

[0033] 3) 嵌入式微处理器1将事件信息以同步时钟编码(包括但不限于曼彻斯特编码)方式进行编码，然后控制无线调制模块将该编码进行数字调制并发送，其调制方法包括但不限于OOK, ASK, PSK等直接数字调制方式。采用此方法能准确地控制数据发送延时的时间并且保证延时时间稳定。

[0034] 4) 调制信号采用国际通用的业余无线电频点(如在430MHz～440MHz范围内的频点)，将数据发送到接收端。频点与脑电数据无线传输的频点(如2.4GHz)不会冲突，避免了两个无线通讯的相互干扰而产生的时间抖动，并且根据实际的使用需求，将调制信号的发射功率限制在政策法规允许范围内，并使其稳定传输距离达到10米左右。

[0035] 5) 接收端的无线解调模块接收到调制信号后，经过放大解调，得到一组二进制数据。

[0036] 6) 嵌入式微处理器2根据同步协议对二进制数据进行解码和校验后，获得刺激种类信息。

[0037] 7) 获得刺激种类信息后，嵌入式微处理器2将1)脑电数据按事件信息传输过程所产生的固定延时进行回溯，并将事件同步标签记录到相应的数据点上。此时得到的数据就

是以脑电采集放大器的时钟为基准,带有精密事件同步标签的脑电数据。

[0038] 8) 嵌入式微处理器2每收到一次射频同步信号,即重复以上1-7步骤,即可将整个脑电数据采集过程中的事件时点同步记录。

[0039] 本发明并不限于上文描述的实施方式。以上对具体实施方式的描述旨在描述和说明本发明的技术方案,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的。在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,本领域的普通技术人员在本发明的启示下还可做出很多形式的具体变换,这些均属于本发明的保护范围之内。

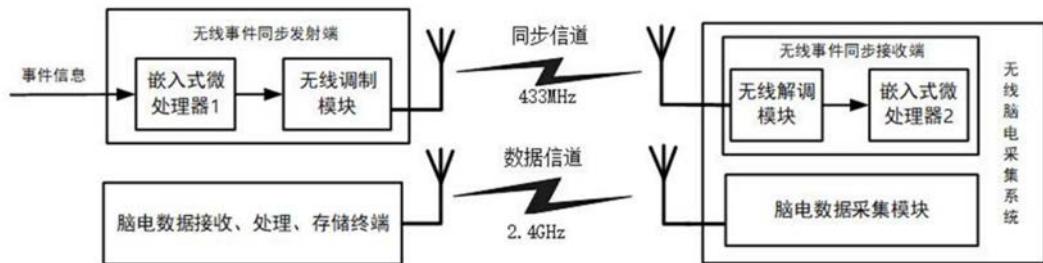


图1

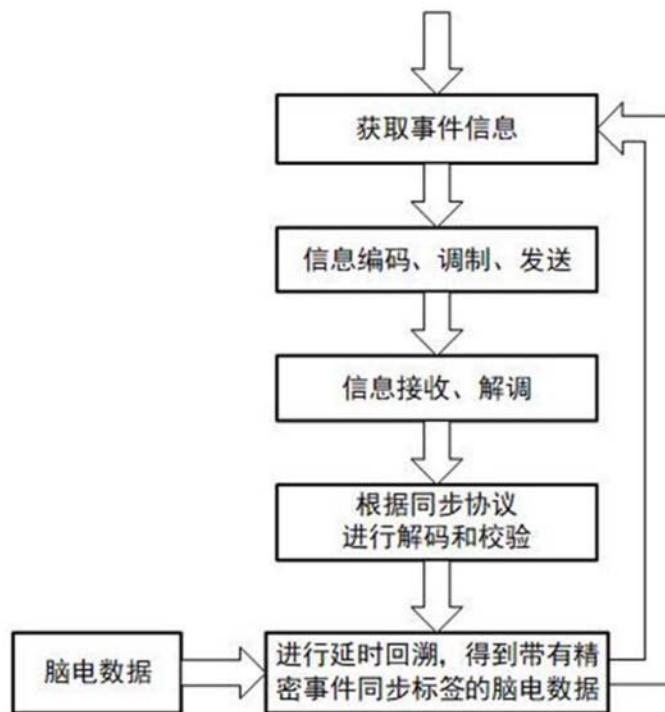


图2

|                |  |                      |            |
|----------------|--|----------------------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法                       |                      |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN110141231A</a>               | 公开(公告)日              | 2019-08-20 |
| 申请号            | CN201910413751.9                           | 申请日                  | 2019-05-17 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 天津大学                                       |                      |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 天津大学                                       |                      |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 天津大学                                       |                      |            |
| [标]发明人         | 刘邈<br>叶阳阳<br>明东                            |                      |            |
| 发明人            | 刘邈<br>叶阳阳<br>戴廷飞<br>明东                     |                      |            |
| IPC分类号         | A61B5/0484 A61B5/00 H04W56/00 H04W80/06    |                      |            |
| CPC分类号         | A61B5/0015 A61B5/0484 H04W56/001 H04W80/06 |                      |            |
| 代理人(译)         | 刘子文  |                      |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                  | <a href="#">Sipo</a> |            |

**摘要(译)**

本发明公开一种无线脑电采集中的事件时点同步记录方法，该同步记录方法包括：由无线脑电采集模块采集带有时间戳的脑电数据，同时从PC端或脑电采集的同步设备中获得刺激事件的开始时间和刺激种类信息；所述的事件信息经过无线调制模块的调制并以特定频点发送到接收端；接收端接收到信息后经过放大解调，得到一组二进制数据；嵌入式微处理器根据同步协议对所述二进制数据进行解码和校验，获得刺激种类信息；将所述的脑电数据按事件信息传输过程所产生的固定延时进行回溯，最终得到带有精密事件同步标签的脑电数据；本发明的方法能够实现无线脑电采集系统中的精密事件同步，并将其精度由毫秒量级提升至微秒量级。

