



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110572196 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910809798.7

(22)申请日 2019.08.29

(71)申请人 中国科学院上海微系统与信息技术研究所

地址 200050 上海市长宁区长宁路865号

(72)发明人 王旭 陈南希

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 郝传鑫 贾允

(51) Int. Cl.

H04B 7/06(2006.01)

H04B 7/08(2006.01)

H04W 36/00(2009.01)

G06F 3/01(2006.01)

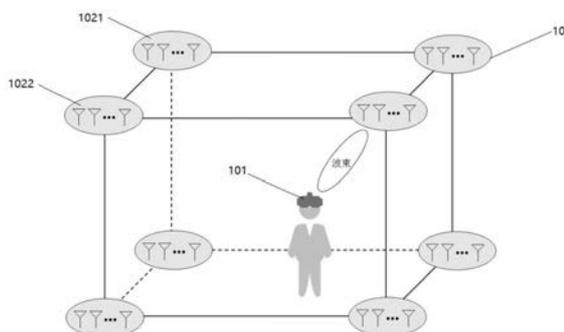
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

## (54)发明名称

一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统

## (57)摘要

本发明涉及一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统,包括主机和头盔,主机包括8个射频拉远单元。8个射频拉远单元分别处于两种不同的工作模式,其中1个射频拉远单元向头盔发送高清视频以及高保真音频;同时另外7个射频拉远单元轮流向头盔发送信道探测信号。当其中一个射频拉远单元与头盔之间出现障碍物时可以快速切换至其它的射频拉远单元,这样可以有效解决信号遮挡问题,保证主机和头盔之间高速的数据传输。此外,本发明中射频拉远单元采用模拟波束成形技术,头盔采用混合模拟/数字波束成形技术,用于接收信道探测信号的射频通道使用低精度的模数转换器,如此可以有效降低系统的硬件复杂度与功耗。



1. 一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统,其特征在于,包括主机和头盔;

所述主机包括8个射频拉远单元,分别安装于房间的8个顶点;其中1个所述射频拉远单元用于向所述头盔发送高清视频以及高保真音频;同时另外7个所述射频拉远单元轮流向所述头盔发送信道探测信号。

2. 根据权利要求1所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述主机还包括1个基带单元和1个上层协议单元;

所述8个射频拉远单元共用所述基带单元和所述上层协议单元。

3. 根据权利要求1所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,能够实现3条信号链路的功能,包括高速数据传输链路、信道探测链路和反馈链路;

所述高速数据传输链路用于发送高清视频以及高保真音频;

所述信道探测链路用于发送信道探测信号;

所述反馈链路用于所述头盔向所述主机反馈信息,所述反馈信息包括信道质量、用户的操作命令和各个传感器的信号等。

4. 根据权利要求3所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述高速数据传输链路的带宽是所述信道探测链路的带宽的整数倍,用 $Q$ 表示;

所述高速数据传输链路和所述信道探测链路的载波频率相同,所述载波频率位于毫米波频段。

5. 根据权利要求4所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述射频拉远单元还包括插值器、开关和两个成型滤波器;

所述插值器,用于将基带信号中每一个数据点的值重复 $Q$ 次插入到数据流中;

其中一个所述成型滤波器符合所述高速数据传输链路的带宽,另一个所述成型滤波器符合所述信道探测链路的带宽;

所述开关,用于切换所述两个成型滤波器。

6. 根据权利要求1所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述头盔采用混合模拟/数字波束成形技术;所述头盔包括第一射频通道和第二射频通道,所述第一射频通道用于接收所述高速数据传输链路的信号;第二射频通道用于接收所述信道探测链路的信号;

所述射频拉远单元采用模拟波束成形技术。

7. 根据权利要求6所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述头盔的高速数据传输链路使用高精度模数转换器,所述头盔的信道探测链路使用低精度模数转换器;

其中,所述高精度模数转换器的精度比所述低精度模数转换器的精度至少高4位。

8. 根据权利要求3所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述反馈链路采用6GHz以下频段;

所述头盔包括1个反馈链路的信号发射模块,所述信号发射模块包括1根发射天线;

所述主机包括1个反馈链路的信号接收模块,所述信号接收模块位于所述8个射频拉远单元中任意一个射频拉远单元内;所述信号接收模块包括1根接收天线。

9. 根据权利要求1所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,还包括手柄,所述手柄与所述头盔相连;

所述主机还包括高性能显卡,用于图像的生成和渲染;

所述头盔还包括显示屏、耳机、陀螺仪和眼球追踪传感器。

10. 根据权利要求1所述的无线虚拟现实系统,其特征在于,所述无线虚拟现实系统的工作流程包括:

步骤S1:所述无线虚拟现实系统初始化;每一个所述射频拉远单元都进行波束方向的穷举式搜索,并记录所述射频拉远单元到所述头盔的方位角;在水平方向,只需搜索90度,即1/4平面;在垂直方向,只需搜索90度,即上半空间或下半空间;所述头盔在水平方向360度、垂直方向180度进行穷举式搜索,并记录下所述头盔到每一个所述射频拉远单元的方位角;

步骤S2:所述头盔计算每一个所述射频拉远单元到所述头盔的信号强度,并挑选出其中信道质量最好的射频拉远单元确定为用于高速数据传输的第一射频拉远单元;

步骤S3:所述头盔将所挑选的所述第一射频拉远单元的信息通过反馈链路发送给所述主机;

步骤S4:所述无线虚拟现实系统正常工作状态;所述主机利用高性能显卡完成图像的生成和渲染,然后通过所述第一射频拉远单元将所述高清视频和高保真音频发送给所述头盔;其余7个未被头盔选择的所述射频拉远单元以预设时间间隔轮流向所述头盔发送所述信道探测信号;

步骤S5:所述头盔通过配备有高精度模数转换器的第一射频通道接收所述主机发来的高清视频和高保真音频,并通过显示器播放视频信号,通过耳机播放音频信号;同时所述头盔通过配备有低精度模数转换器的第二射频通道将波束依次指向每一个所述射频拉远单元并接收信道探测信号;

步骤S6:所述头盔根据所述信道探测信号不断更新所述头盔至每一个所述射频拉远单元的信道质量;同时所述头盔收集包括视频音频信号传输成功的确认信息、手柄的各种操作指令、陀螺仪提供的用户姿态信息、眼球追踪传感器提供的用户眼睛的注视方向等反馈信息,并将所述反馈信息通过反馈链路发送给所述主机;

步骤S7:若所述头盔发现所述高速数据传输链路的信号质量急剧下降,则判断遇到了障碍物,转至步骤S8;否则,转至步骤S4;

步骤S8:所述头盔在其余7个所述射频拉远单元中选择信道质量最好的射频拉远单元确定为所述第一射频拉远单元,通过所述反馈链路将新选择的第一射频拉远单元的信息反馈给所述主机;

步骤S9:所述主机接收到所述头盔的反馈后,所述新选择的第一射频拉远单元改为属于高速数据传输链路;所述原先用于高速数据传输的射频拉远单元改为属于信道探测链路。

## 一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及虚拟现实领域,特别涉及一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统。

### 背景技术

[0002] 随着计算机科学的不断进步,人机交互技术也得到了快速的发展。在早期的DOS命令行环境中,用户只能使用键盘来输入命令。在微软视窗操作系统中,用户可以通过鼠标进行操作。而在近年来流行的智能手机中,安卓系统和苹果iOS系统均允许用户直接通过触摸屏操作。在这些系统中,虽然用户的操作越来越简单方便,但其显示设备都是基于二维平面的。实际中,人们生活在一个三维空间里。利用二维平面来描述三维空间下的物体存在着各种局限性。近年来,虚拟现实技术得到了快速的发展。虚拟现实技术能够向用户直接展示出三维空间,从而以一种更加符合人们日常生活习惯的方式完成人机交互。在一个虚拟现实系统中,用户需要戴上一个虚拟现实头盔,用来接收从计算机主机发送来的信息,从而体验到一个完全由计算机所模拟的虚拟世界。

[0003] 与传统计算机不同的是,为了使用户能够采用和日常生活相同的身体姿态完成人机交互,虚拟现实系统的计算单元与显示单元位于物理空间的不同位置。这导致了一个重要的问题:如何将计算单元的结果传递给显示单元。一个可行的办法是借鉴传统计算机的做法,利用诸如HDMI、DP、USB等线缆进行数据的传输,其优点是能够保证数据的高速可靠传输,缺点是用户在使用虚拟现实系统时头盔后面要拖出一根物理的实体线与主机相连。这根线缆限制了用户的活动范围,而且有可能在用户移动时缠住或绊倒用户。

[0004] 无线虚拟现实系统利用无线通信技术将数据从主机传递到头盔。由于没有了线缆的束缚,用户可以进行自由的移动,进行各种复杂的人机交互,从而显著提高了用户体验。虚拟现实系统需要传输高清视频,对带宽的要求很高。毫米波频段的带宽大,数据传输速率高。因此,无线虚拟现实系统一般采用毫米波频段进行数据的传输。但是毫米波通信的一个重要缺点是波长短,遇到障碍物时的绕射能力很差。在有直射径的情况下,毫米波通信能够提供足够传输速度来进行高清视频的传输。但在主机与头盔之间有障碍物的情况下,毫米波通信的传输速度会急剧下降。例如,用户在使用虚拟现实系统的过程中,由于头部、手臂或身体其它部位的运动,会导致用户在无意间挡住了无线信号。此外,如果有多个用户同时使用虚拟现实系统,不同用户之间也难免会出现相互遮挡的情况。如果从一个固定的位置发送无线信号,无论如何挑选发送天线的位置,都无法保证能够完全避免信号遮挡现象的发生。

[0005] 专利申请号为201710085582.1提供了一种无线虚拟现实系统,可以将视频数据进行压缩后再进行无线传输,通过降低数据量,可以降低虚拟现实系统对无线传输速率的要求。但是这种方式存在的缺点是:一方面,视频压缩会降低视频的质量,从而会影响用户体验;另一方面,视频的压缩与解压缩的计算量都较大,这会增大虚拟现实头盔的功耗,对于采用电池供电的虚拟现实头盔来说,功耗的增加会缩短虚拟现实系统的使用时间,从而影响用户体验。此外,虚拟现实系统对延时有着苛刻的要求,而视频在发送端的压缩以及在接

收端的解压缩都不可避免的要消耗一定的时间,这会增大系统的延时,从而导致用户在佩戴虚拟现实头盔时产生眩晕感。

### 发明内容

[0006] 本发明提供了一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统,包括主机和头盔;主机包括8个射频拉远单元,分别安装于房间的8个顶点;其中1个射频拉远单元用于向头盔发送高清视频以及高保真音频;同时另外7个射频拉远单元轮流向头盔发送信道探测信号。

[0007] 本发明中,主机在房间的8个顶点各安装一个射频拉远单元。如果其中某一个射频拉远单元与头盔之间存在障碍物,那么可以切换到另一个射频拉远单元与头盔进行通信。由于房间的所有顶点均布置有射频拉远单元,可以保证至少有一个射频拉远单元与头盔之间存在直射径,可以进行高速的数据传输。

[0008] 进一步的,主机还包括1个基带单元和1个上层协议单元;主机的8个射频拉远单元共用1个基带单元和1个上层协议单元;基带单元用于进行基带信号处理,上层协议单元用于处理介质访问控制(MAC)层以上所有的通信协议。

[0009] 可选的,基带单元可以通过现场可编程逻辑门阵列(Field Programmable Gate Array,FPGA),专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)或者数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)实现;上层协议单元可以通过ASIC或者X86/64、ARM等通用处理器实现。

[0010] 进一步的,无线虚拟现实系统能够实现3条信号链路的功能,包括高速数据传输链路、信道探测链路和反馈链路;高速数据传输链路用于发送高清视频以及高保真音频;信道探测链路用于发送信道探测信号;反馈链路用于头盔向主机反馈信息,反馈信息包括信道质量、用户的操作命令和各个传感器的信号等。

[0011] 进一步的,高速数据传输链路的带宽是信道探测链路带宽的整数倍,用 $Q$ 表示;高速数据传输链路和信道探测链路使用的载波频率相同,该载波频率位于毫米波频段。

[0012] 进一步的,射频拉远单元还包括插值器、开关和两个成型滤波器;插值器用于将基带信号中每一个数据点的值重复 $Q$ 次插入到数据流中;其中一个成型滤波器符合高速数据传输链路的带宽,另一个成型滤波器符合信道探测链路的带宽;开关用于切换两个成型滤波器。

[0013] 具体的,射频拉远单元既负责高速数据传输链路信号的发送,也负责信道探测链路信号的发送。在发送信道探测链路的信号时,从基带单元出来的信号首先经过插值器,将基带信号中每一个数据点的值重复 $Q$ 次并插入到数据流中,然后经过数模转换器进入模拟电路,再经过成型滤波器,成型滤波器通过开关进行切换。信号从成型滤波器出来之后,仍然使用高速数据传输链路的上变频、功放等电路模块。

[0014] 进一步的,射频拉远单元采用模拟波束成形技术。

[0015] 进一步的,头盔采用混合模拟/数字波束成形技术,头盔包括第一射频通道和第二射频通道;第一射频通道用于接收高速数据传输链路的信号;第二射频通道用于接收信道探测链路的信号。

[0016] 进一步的,头盔的高速数据传输链路使用高精度模数转换器,头盔的信道探测链路使用低精度模数转换器;其中,高精度模数转换器的精度比低精度模数转换器的精度至

少高4位。

[0017] 进一步的,反馈链路采用6GHz以下频段;头盔包括1个反馈链路的信号发射模块,信号发射模块包括1根发射天线;主机包括1个反馈链路的信号接收模块,信号接收模块位于8个射频拉远单元中任意一个射频拉远单元内;信号接收模块包括1根接收天线。

[0018] 进一步的,主机还包括高性能显卡,用于图像的生成和渲染;头盔还包括显示屏、耳机、陀螺仪和眼球追踪传感器。无线虚拟现实系统还包括手柄,手柄与头盔相连。

[0019] 进一步的,无线虚拟现实系统的工作流程包括:

[0020] 步骤S1:无线虚拟现实系统初始化;每一个射频拉远单元都进行波束方向的穷举式搜索,并记录射频拉远单元到头盔的方位角;在水平方向,只需搜索90度,即1/4平面;在垂直方向,只需搜索90度,即上半空间或下半空间;头盔在水平方向360度、垂直方向180度进行穷举式搜索,并记录下头盔到每一个射频拉远单元的方位角;

[0021] 步骤S2:头盔计算每一个射频拉远单元到头盔的信号强度,并挑选出其中信道质量最好的射频拉远单元确定为用于高速数据传输的第一射频拉远单元;

[0022] 步骤S3:头盔将所挑选的第一射频拉远单元的信息通过反馈链路发送给主机;

[0023] 步骤S4:无线虚拟现实系统正常工作状态;主机利用高性能显卡完成图像的生成和渲染,然后通过第一射频拉远单元将高清视频和高保真音频发送给头盔;其余7个未被头盔选择的射频拉远单元以预设时间间隔轮流向头盔发送信道探测信号;

[0024] 步骤S5:头盔通过配备有高精度模数转换器的第一射频通道接收主机发来的高清视频和高保真音频,并通过显示器播放视频信号,通过耳机播放音频信号;同时头盔通过配备有低精度模数转换器的第二射频通道将波束依次指向每一个射频拉远单元并接收信道探测信号;

[0025] 步骤S6:头盔根据信道探测信号不断更新头盔至每一个射频拉远单元的信道质量;同时头盔收集包括视频音频信号传输成功的确认信息、手柄的各种操作指令、陀螺仪提供的用户姿态信息、眼球追踪传感器提供的用户眼睛的注视方向等反馈信息,将反馈信息通过反馈链路发送给主机;

[0026] 步骤S7:若头盔发现高速数据传输链路的信号质量急剧下降,则判断遇到了障碍物,转至步骤S8;否则转至步骤S4;

[0027] 步骤S8:头盔在其余7个射频拉远单元中选择信道质量最好的射频拉远单元确定为第一射频拉远单元,通过反馈链路将新选择的第一射频拉远单元的信息反馈给主机;

[0028] 步骤S9:主机接收到头盔的反馈后,新选择的第一射频拉远单元改为属于高速数据传输链路;原先用于高速数据传输的射频拉远单元改为属于信道探测链路。

[0029] 本专利提供的一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统,具有如下技术效果:

[0030] 1) 采用分布式天线技术,在房间的8个顶点均安装射频拉远单元,其中一个射频拉远单元与头盔之间出现障碍物时可以切换至其它射频拉远单元。

[0031] 2) 射频拉远单元采用模拟波束成形技术,头盔采用混合模拟/数字波束成形技术,如此可以降低功耗与硬件复杂度。

[0032] 3) 高速数据传输链路使用高精度模数转换器,信道探测链路使用低精度模数转换器,如此可以降低头盔中模数转换器的功耗。

[0033] 4) 8个射频拉远单元共用基带模块和上层协议模块,不论头盔与哪个射频拉远单

元进行数据传输,在逻辑上头盔均属于同一个小区,所以在更改射频拉远单元时无需进行小区切换;另外,头盔不间断的更新与各个射频拉远单元之间的信道质量并保存了波束的方位角,所以在出现信号遮挡问题时无需进行波束搜索,能够快速切换射频拉远单元。

### 附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1是本申请实施例提供的一种应用环境的示意图;

[0036] 图2是本申请实施例提供的基于分布式天线的无线虚拟现实系统的工作流程的示意图。

### 具体实施方式

[0037] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0038] 此处所称的“一个实施例”或“实施例”是指可包含于本申请至少一个实现方式中的特定特征、结构或特性。在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含的包括一个或者更多个该特征。而且,术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0039] 请参阅图1,图1是本申请实施例提供的一种应用环境的示意图,包括主机和头盔101,主机包括8个射频拉远单元(Remote Radio Units,RRUs)102;假设放置虚拟现实系统的房间为一个长方体,8个射频拉远单元102分别安装在房间的8个顶点。8个射频拉远单元102分别处于两种不同的工作模式:其中1个射频拉远单元102用于向头盔101发送高清视频以及高保真音频;另外7个射频拉远单元102用于轮流向头盔101发送信道探测信号。

[0040] 本申请实施例中,主机还包括1个基带单元和1个上层协议单元。基带单元负责进行基带信号处理,上层协议单元负责处理介质访问控制(MAC)层以上所有的通信协议。8个射频拉远单元102共用1个基带单元和1个上层协议单元。

[0041] 本申请实施例采用毫米波通信技术来传输高清视频以及高保真音频。毫米波频段的带宽大,如此可以提高数据传输的速度。现有技术中一种常见的毫米波系统部署方法是一个宏站带多个毫米波小站。在这种结构下,各个毫米波小站均为一个独立实体,它们分别

发送自己的无线信号。在两个毫米波小站覆盖区域的重叠处,宏站负责协调两个毫米波小站的信号,以尽量减小相互间干扰。如果用户从一个毫米波小站覆盖区域移动到另一个小站的覆盖区域,还需要利用小区切换流程将用户在无线网络中的注册信息从上一个毫米波小站转移到下一个毫米波小站。

[0042] 本申请实施例提供的一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统,8个射频拉远单元102共用1个基带单元和1个上层协议单元。这样做的优点是:一方面,不论头盔101与哪个射频拉远单元102进行数据传输,在逻辑上头盔101均属于同一个小区,所以无需进行小区切换。如果当前使用的射频拉远单元102与头盔101之间出现了障碍物,可以马上切换到另一个射频拉远单元102进行数据传输。而在“宏站带多个毫米波小站”的结构下,只有完成了小区切换才能使用新的射频拉远单元102进行数据传输。这会导致出现一段时间的传输中断。例如,在LTE系统中,小区切换所需的时间大约为50毫秒。而在虚拟现实系统中,如果延时超过20毫秒,用户就会产生眩晕感。另一方面,在“宏站带多个毫米波小站”的结构中,每个毫米波小站均需要1个基带单元和1个上层协议单元。8个毫米波小站一共需要8个基带单元和8个上层协议单元。而本申请实施例中,一共只需要1个基带单元和1个上层协议单元,有效降低了硬件的复杂度。此外,分布式天线系统无需专门再配备一个类似于“宏站”的设备来协调多个射频拉远单元102的操作,进一步简化了硬件结构。

[0043] 可选的,基带单元可以通过FPGA、ASIC或者DSP实现;上层协议单元可以通过ASIC或者X86/64、ARM等通用处理器实现。

[0044] 在毫米波通信中,需要利用大规模天线技术来补偿路径损耗。如果每一个天线都配备一个单独的射频通道(RF chain),其硬件成本十分高昂,并且功耗巨大。本申请实施例中,射频拉远单元102采用模拟波束成形技术(Analog Beamforming),即一个射频拉远单元上安装的所有天线共用1个射频通道。如此,可以降低成本与功耗。

[0045] 本申请实施例中,无线虚拟现实系统实现了3条数据链路,包括高速数据传输链路、信道探测链路和反馈链路;高速数据传输链路用于主机向头盔101发送高清视频以及高保真音频;信道探测链路用于主机向头盔101发送信道探测信号;反馈链路用于头盔101向主机反馈信息,反馈信息包括信道质量、用户的操作命令和各个传感器的信号等。

[0046] 在数据传输的过程中,一旦当前传输数据的射频拉远单元102与头盔101之间遇到障碍物就要切换到其它的射频拉远单元102。为了尽可能的缩短所需时间,需要事先知道应该将波束对准哪个射频拉远单元102,以及波束相应的方位角。这就意味着要同时进行数据传输以及备选波束的扫描。本申请实施例中,信道探测链路用于进行备选波束的扫描。在1个射频拉远单元102与头盔101进行高速的数据传输的同时,其余7个射频拉远单元102轮流向头盔101发送信道探测信号。

[0047] 本申请实施例中,高速数据传输链路的带宽为信道探测链路带宽的整数倍,用Q表示;信道探测链路和高速数据传输链路的载波频率相同,且该载波频率位于毫米波频段。

[0048] 与高速数据传输链路相比,信道探测链路不需要那么大的带宽。一般情况下,信道探测链路最多只需要10MHz的带宽,实际可能更少。而高速数据传输链路的带宽往往为几百MHz,乃至上GHz。所以高速数据传输链路的带宽是信道探测链路带宽的10~100倍左右。这意味着,射频拉远单元102需要同时支持两种带宽信号的发射。一种简单的做法是设计两个射频通道分别支持高速数据传输链路和信道探测链路,但这样会增加硬件复杂度。

[0049] 考虑到每个射频拉远单元102在同一时刻只会发射一种带宽的信号,本申请实施例使用高速数据传输链路的硬件设备来发送小带宽的信道探测链路信号。

[0050] 本申请实施例中,射频拉远单元包括插值器、开关和两个成型滤波器(pulse shaping);插值器用于将基带信号中每一个数据点的值重复Q次插入到数据流中;其中一个成型滤波器符合高速数据传输链路的带宽,另一个成型滤波器符合信道探测链路的带宽;开关用于切换两个成型滤波器。

[0051] 具体的,本申请将高速数据传输链路的带宽设为信道探测链路带宽的整数倍,用Q表示。Q的典型值为10倍,20倍,50倍,或者100倍。在发送信道探测链路的信号时,从基带单元出来的基带信号首先经过插值器,将基带信号中每一个数据点的值重复Q次并插入到数据流中,然后经过数模转换器进入模拟电路。在模拟电路中,成型滤波器决定了发射信号的带宽。因此本申请实施例中射频拉远单元102包括两个成型滤波器,一个用于高速数据传输链路,另一个用于信道探测链路。这两个成型滤波器通过开关(switch)进行切换。信号从成型滤波器出来之后,仍然使用高速数据传输链路的变频、功放等电路模块。

[0052] 模拟波束成形技术虽然硬件复杂度低,但其最大的缺点是一次只能将波束指向一个方向。本申请实施例中,头盔101采用混合模拟/数字波束成形技术(Hybrid Analog/Digital Beamforming),头盔101包括第一射频通道和第二射频通道;其中,第一射频通道属于高速数据传输链路,用来与主机进行高速的数据传输。第二射频通道属于信道探测链路,将波束依次指向各个射频拉远单元102,通过接收信道探测信号来检测这些链路的链路质量,从而在出现障碍物时能够及时的切换所使用的射频拉远单元102。如此,头盔101可以同时完成高速数据传输链路和信道探测链路信号的接收。

[0053] 毫米波段由于带宽大,会导致模数转换器(ADC)的功耗大,这会降低头盔101电池的使用时间。为了解决上述技术问题,本申请实施例中,头盔101的高速数据传输链路使用高精度模数转换器,头盔101的信道探测链路使用低精度模数转换器。其中,高精度模数转换器的精度比低精度模数转换器的精度至少高4位。这样做的好处是,信道探测信号只是用来比较头盔101到各个射频拉远单元102的信道质量的好坏,所以不需要特别高的精度。例如一个8位精度模数转换器的功耗是同样速度的12位精度模数转换器的1/16。信道探测链路使用低精度模数转换器可以降低功耗。

[0054] 可选的,高精度模数转换器精度的典型值为10位、12位。

[0055] 可选的,低精度模数转换器精度的典型值为4位、6位、8位。

[0056] 本申请实施例中,反馈链路采用6GHz以下频段;头盔101包括1个反馈链路的信号发射模块,信号发射模块包括1根发射天线;主机包括1个反馈链路的信号接收模块,信号接收模块位于8个射频拉远单元102中任意一个射频拉远单元102内;信号接收模块包括1根接收天线。

[0057] 可选的,反馈链路采用2.4GHz或5GHz的免授权频段。

[0058] 这么做的好处是,第一,由于反馈链路的数据量较小,不需要很大的带宽,一般情况下,最多只需要20MHz的带宽,实际可能更少,反馈链路的带宽远小于高速数据传输链路,与高速数据传输链路位于不重叠的频段可以降低反馈延时;第二,反馈链路采用6GHz以下频段,比高速数据传输链路和信道探测链路对于障碍物更加鲁棒,这有利于头盔101通过反馈链路向主机反馈遇到障碍物的信息;第三,反馈链路不需要安装天线阵列,如此可以简化

硬件电路；第四，由于6GHz以下频段的无线信号对障碍物较为鲁棒，主机无需在每个射频拉远单元102中均安装信号接收模块，只需在8个射频拉远单元102中任意挑选一个射频拉远单元102安装即可，如此可以进一步简化硬件电路。可选的，信号接收模块可以安装在周围较为空旷的射频拉远单元102内。

[0059] 本申请实施例中，主机还包括高性能显卡，用于图像的生成和渲染。头盔101还包括显示屏、耳机、陀螺仪、眼球追踪传感器等设备。头盔101收到主机发送来的高清视频和高保真音频，解调成功后传递视频信息给显示屏播放视频、传递音频信息给耳机播放音频。陀螺仪用于获取用户的姿态信息。眼球追踪传感器用于捕捉用户眼睛的注视方向。该无线虚拟现实系统还包括手柄，手柄与头盔101相连，用户可以使用手柄发出各种命令，通过头盔101反馈给主机。

[0060] 综上，本申请实施例提供的无线虚拟现实系统有8个射频拉远单元102，当其中一个射频拉远单元102与头盔101之间出现障碍物时可以快速切换至其它的射频拉远单元102，如此可以有效解决信号遮挡问题，保证主机和头盔101之间高速的数据传输。同时其余射频拉远单元102发送信道探测信号，不断的更新头盔101与各个射频拉远单元102之间的信道质量，减小切换射频拉远单元102所需的时间。

[0061] 请参考图2，图2是本申请实施例提供的一种基于分布式天线的无线虚拟现实系统的工作流程的示意图，该工作流程包括：

[0062] 步骤S1：无线虚拟现实系统初始化；每一个射频拉远单元102都进行波束方向的穷举式搜索，并记录各个射频拉远单元102到头盔101的方位角；在水平方向，只需搜索90度，即1/4平面；在垂直方向，只需搜索90度，即上半空间或下半空间；头盔101在水平方向360度、垂直方向180度进行穷举式搜索，并记录下头盔101到每一个射频拉远单元102的方位角；

[0063] 步骤S2：头盔101计算每一个射频拉远单元102到头盔101的信号强度，并挑选出其中信道质量最好的射频拉远单元102确定为用于高速数据传输的第一射频拉远单元；

[0064] 步骤S3：头盔101将所挑选的第一射频拉远单元的信息通过反馈链路发送给主机；

[0065] 步骤S4：无线虚拟现实系统正常工作状态；主机利用高性能显卡完成图像的生成和渲染，然后通过第一射频拉远单元将高清视频和高保真音频发送给头盔101；其余7个未被头盔101选择的射频拉远单元102以预设时间间隔轮流向头盔101发送信道探测信号；

[0066] 步骤S5：头盔101通过配备有高精度模数转换器的第一射频通道接收主机发来的高清视频和高保真音频，并通过显示器播放视频信号，通过耳机播放音频信号；同时头盔101通过配备有低精度模数转换器的第二射频通道将波束依次指向每一个射频拉远单元102并接收信道探测信号；

[0067] 步骤S6：头盔101根据信道探测信号不断更新头盔101至每一个射频拉远单元102的信道质量；同时头盔101收集包括视频音频信号传输成功的确认信息、手柄的各种操作指令、陀螺仪提供的用户姿态信息、眼球追踪传感器提供的用户眼睛的注视方向等反馈信息，并将反馈信息通过反馈链路发送给主机；

[0068] 步骤S7：若头盔101发现高速数据传输链路的信号质量急剧下降，则判断遇到了障碍物，转至步骤S8；否则转至步骤S4；

[0069] 步骤S8：头盔101在其余7个射频拉远单元102中选择信道质量最好的射频拉远单

元102确定为第一射频拉远单元,通过反馈链路将新选择的第一射频拉远单元的信息反馈给主机;

[0070] 步骤S9:主机接收到头盔101的反馈后,新选择的第一射频拉远单元改为属于高速数据传输链路;原先用于高速数据传输的射频拉远单元改为属于信道探测链路。

[0071] 需要说明的是:上述本申请实施例先后顺序仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。且上述对本说明书特定实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下,在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外,在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0072] 以上仅为本申请的较佳实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

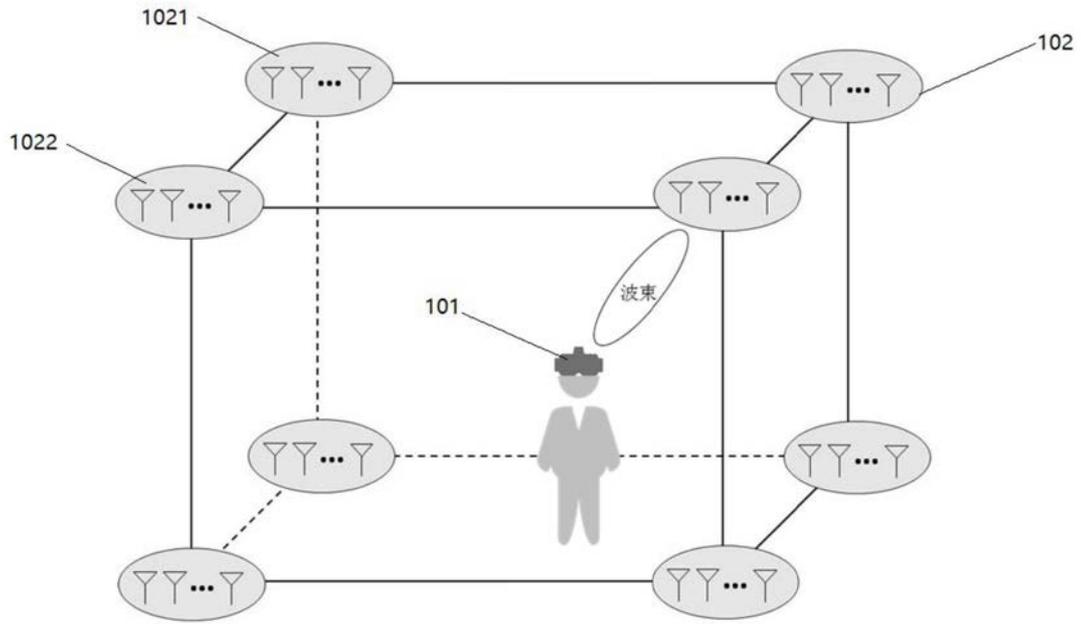


图1

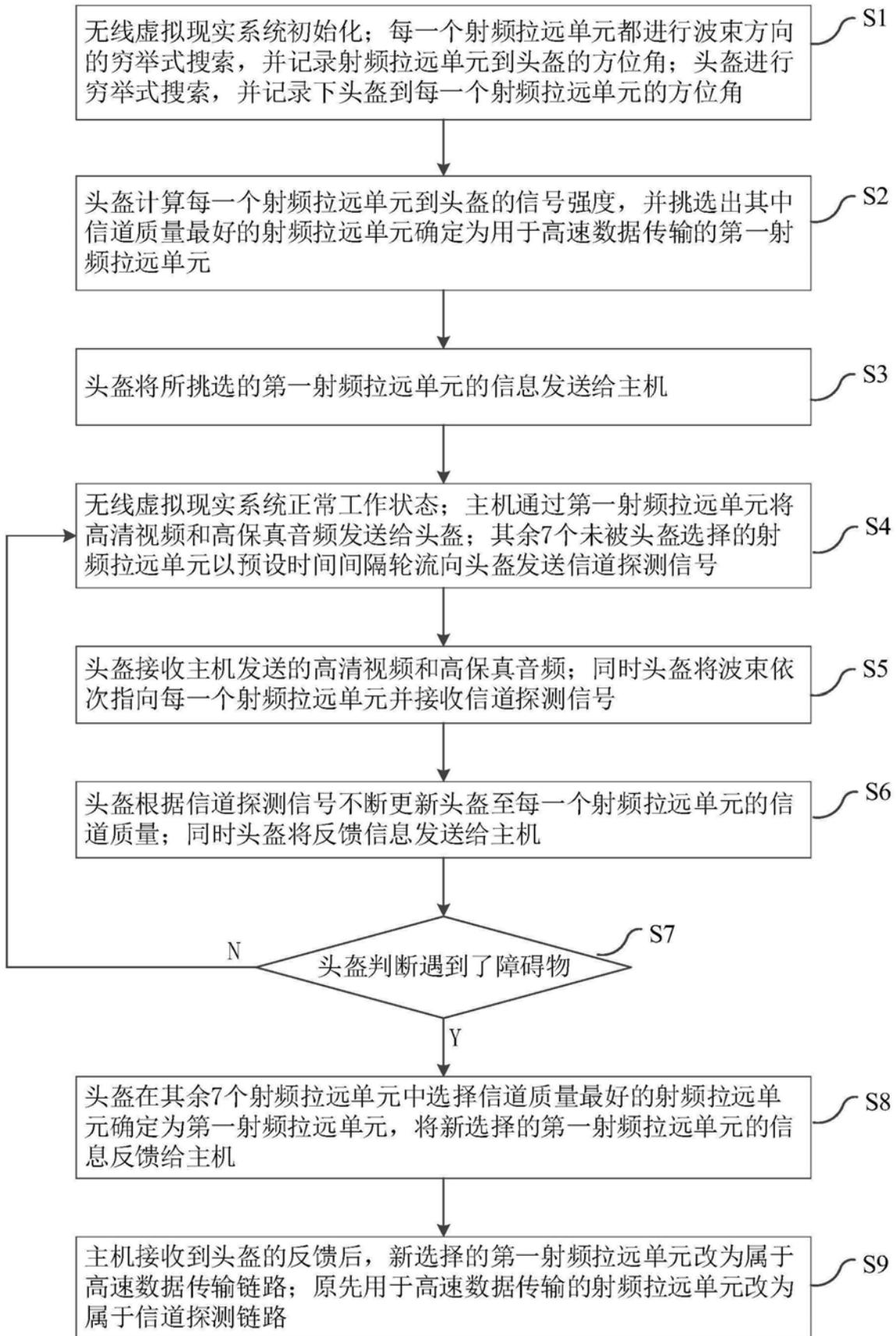


图2