

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024年1月25日 (25.01.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/016708 A1

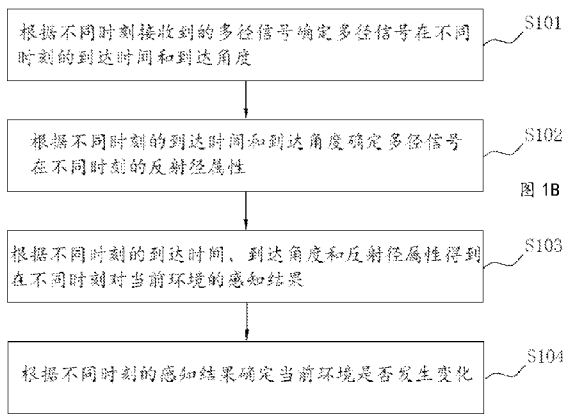
- (51) 国际专利分类号:
H04W 24/08 (2009.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/083778
- (22) 国际申请日: 2023年3月24日 (24.03.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210846533.6 2022年7月19日 (19.07.2022) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 陈诗军 (CHEN, Shijun); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 李俊强 (LI, Junqiang); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 陈大伟 (CHEN, Dawei); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 夏树强 (XIA, Shuqiang); 中国广东

省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

- (74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910, Guangdong 510627 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,

(54) Title: SENSING METHOD, RECEIVER, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 感知方法、接收机及存储介质



- S101 Determine arrival times and arrival angles of multipath signal at different moments according to multipath signal received at different moments
- S102 Determine reflection path attributes of multipath signal at different moments according to arrival times and arrival angles at different moments
- S103 Obtain sensing results on current environment at different moments according to arrival times, arrival angles, and reflection path attributes at different moments
- S104 Determine whether current environment has changed according to sensing results at different moments

(57) Abstract: The present application discloses a sensing method, a receiver, and a storage medium. The sensing method comprises: determining arrival times and arrival angles of a multipath signal at different moments according to the multipath signal received at different moments; determining reflection path attributes of the multipath signal at different moments according to the arrival times and the arrival angles at different moments; obtaining sensing results on a current environment at different moments according to the arrival times, the arrival angles, and the reflection path attributes at different moments; and determining whether the current environment has changed according to the sensing results at different moments.

(57) 摘要: 本申请公开了感知方法、接收机及存储介质, 其中, 感知方法包括根据不同时刻接收到的多径信号确定多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度; 根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性; 根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果; 根据不同时刻的感知结果确定当前环境是否发生变化。



WO 2024/016708 A1

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

说明书

感知方法、接收机及存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202210846533.6、申请日为 2022 年 07 月 19 日的中国专利申请提出,并要求该中国专利申请的优先权,该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请实施例涉及但不限于通信领域,特别是涉及一种感知方法、接收机及存储介质。

背景技术

在相关技术中,无线通信网满足泛在性,因此通过无线通信网实现泛在感知成为主要可行的技术路线。泛在感知需要能够在各种复杂场景下实现感知,比如多径环境,但目前对多径环境的感知研究较少,能够落地商用的感知技术更少,多径环境的感知在标准化和学界方面均为研究热点,处于技术突破前期。因此,如何在多径环境下对当前环境实现感知成为亟待解决的技术问题。

发明内容

本申请实施例提供了一种感知方法、接收机及存储介质,能够在多径环境下利用多径信号对当前环境实现感知。

第一方面,本申请实施例提供了一种感知方法,包括:

根据不同时刻接收到的多径信号确定所述多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度;根据不同时刻的所述到达时间和所述到达角度确定所述多径信号在不同时刻的反射径属性;根据不同时刻的所述到达时间、所述到达角度和所述反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果;根据不同时刻的所述感知结果确定所述当前环境是否发生变化。

第二方面,本申请实施例提供了一种接收机,包括:存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上第一方面所述的感知方法。

第三方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行程序,所述计算机可执行程序用于使计算机执行如上第一方面所述的感知方法。

本申请实施例包括:根据不同时刻接收到的多径信号确定多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度;根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性;根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果;根据不同时刻的感知结果确定当前环境是否发生变化。也就是说,对不同时刻接收到的多径信号进行分析计算,得到多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度,再根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性,并根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果,将当前时刻的感知结果和上一

时刻的感知结果进行比较，从而确定当前环境是否发生变化。基于此，相比于现有技术，本申请的感知方法通过对不同时刻接收到的多径信号进行分析，从而能够在多径环境下利用多径信号对当前环境实现感知。

附图说明

- 图 1A 是本申请一个实施例提供的用于执行感知方法的实施环境的示意图；
图 1B 是本申请一个实施例提供的一种感知方法的流程图；
图 2 是本申请一个实施例提供的一种多径信号的反射径属性为 S1 的示意图；
图 3 是本申请一个实施例提供的一种多径信号的反射径属性为 S2 的示意图；
图 4 是本申请一个实施例提供的一种多径信号的反射径属性为 S3 的示意图；
图 5 是本申请一个实施例提供的一种目标物体、发射机和接收机之间位置计算示意图；
图 6 是本申请一个实施例提供的一种感知方法的子流程图；
图 7 是本申请另一个实施例提供的一种感知方法的子流程图；
图 8 是本申请另一个实施例提供的一种感知方法的子流程图；
图 9 是本申请另一个实施例提供的一种感知方法的子流程图；
图 10 是本申请一个实施例提供的人在房间走动时，且 T_n 时刻和 T_{n+1} 时刻位置不一致的情况的示意图；
图 11 是本申请一个实施例提供的 T_n 时刻房间没有人，但 T_{n+1} 时刻房间有人的情况的示意图；
图 12 是本申请一个实施例提供的一种接收机结构示意图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

应了解，在本申请实施例的描述中，多个（或多项）的含义是两个以上，大于、小于、超过等理解为不包括本数，以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到“第一”、“第二”等只是用于区分技术特征为目的，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或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

目前正处于第四次工业革命时代，第四次工业革命重要特点是泛在智能化。智能化技术一方面深入人们生活，给人们生活带来极大的便利和全新的体验，另一方面智能化技术将深入到各行各业，通过智能实现产业升级，提升产业效率。两个方向的发展将极大的解放人类，摆脱低水平生产的束缚。

泛在智能化技术主要包括泛在感知技术、泛在计算技术、以及产品研发等方面。因此泛在智能化需要一个泛在系统，而目前在部署的系统中，只有无线通信网满足泛在性，因此通过无线通信网实现泛在感知和泛在计算成为主要可行的技术路线。

目前感知领域主要是在雷达领域中有深入的研究，而目前雷达设备的应用场景主要有对空飞机的感知，如机场雷达；以及短距离感知，如车载雷达。这两个场景均属于简单场景。泛在感知需要能够在各种复杂场景下实现感知，比如室内多径环境、地面多建筑物环境、多

车环境、商场多人环境等等。多径环境的感知在目前研究较少，能够落地商用的感知技术更少。多径环境的感知在标准化、学界方面均为研究热点，处于技术突破前期。因此，如何在多径环境下对当前环境实现感知成为亟待解决的技术问题。

基于此，本申请实施例提供了一种感知方法、接收机及计算机可读存储介质。其中一个实施例的感知方法，根据不同时刻接收到的多径信号确定多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度；根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性；根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果；根据不同时刻的感知结果确定当前环境是否发生变化。在上述实施例中，对不同时刻接收到的多径信号进行分析计算，得到多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度，再根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性，并根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果，将当前时刻的感知结果和上一时刻的感知结果进行比较，从而确定当前环境是否发生变化。基于此，相比于现有技术，本申请的感知方法通过对不同时刻接收到的多径信号进行分析，从而能够在多径环境下利用多径信号对当前环境实现感知。

下面结合附图，对本申请实施例作进一步阐述。

如图 1A 所示，图 1A 是本申请一个实施例提供的用于执行感知方法的实施环境的示意图。

在图 1A 的示例中，该实施环境包括发射机 BS 和接收机 BR，其中，发射机 BS 负责发射多径信号，接收机 BR 负责接收多径信号，发射机 BS 和接收机 BR 之间可以有直射径，也可以没有直射径。接收机 BR 接收到的多径信号可以是经过环境一次反射的多径信号，也可以是经过环境中移动物体一次反射的多径信号，还可以是经过环境或者移动物体多次反射的多径信号。需要说明的是，多径信号包括但不限于正交频分复用信号和线性调频信号等专用感知信号。

本领域技术人员可以理解的是，该实施环境可以应用于 5G、6G 通信网络系统以及后续演进的移动通信网络系统等，本实施例对此并不作具体限定。

本领域技术人员可以理解的是，图 1A 中示出的实施环境并不构成对本申请实施例的限定，可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件布置。

基于上述实施环境，下面提出本申请的感知方法的各个实施例。

如图 1B 所示，本申请一个实施例提供的一种感知方法的流程图。感知方法可以应用于接收机，接收机包括但不限于接收基站以及多天线接收机，感知方法包括但不限于如下步骤：

步骤 S101：根据不同时刻接收到的多径信号确定多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度；

步骤 S102：根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性；

步骤 S103：根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果；

步骤 S104：根据不同时刻的感知结果确定当前环境是否发生变化。

在一可行的实施方式中，以接收机为多天线接收机为例，多天线接收机对不同时刻接收到的多径信号进行分析计算，得到多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度，再根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性，并根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果，将当前时刻的感知结

果和上一时刻的感知结果进行比较，从而确定当前环境是否发生变化。基于此，相比于现有技术，本申请的感知方法通过对不同时刻接收到的多径信号进行分析，从而能够在多径环境下利用多径信号对当前环境实现感知。

在一可行的实施方式中，如图 1A 所示，发射机在设定的时间 T_n 和无线资源上发射多径信号。接收机接收多径信号，计算多径信号的到达时间 t_i 和到达角度 α_i ，其中， i 为接收到多径信号的多径数目。根据多径信号的到达角度 α_i 计算接收到的多径信号在地图环境的反射点位置 P_i ，计算 P_i 到接收机的坐标位置 PBR 的距离 $d_{i,1}$ 和 P_i 到发射机的坐标位置 PBS 的距离 $d_{i,2}$ 。再根据判决条件分类地图环境反射径和移动物体实际反射径确定多径信号的反射径属性 S_i 。并根据多径信号的到达时间 t_i 和到达角度 α_i 计算环境中目标物体的实际物理反射点的位置 P_i ，记录 T_n 时刻感知结果 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i, S_i, P_i), i \geq 1\}$ 。通过比较当前时刻的感知结果 A_{T_n} 和上一时刻的感知结果 $A_{T_{n-1}}$ ，确定当前环境是否发生变化。需要说明的是，无线资源包括但不限于以符号为单位、以子载波为单位、以帧为单位等分配的时域和频域资源。

在一可行的实施方式中，在发射机发射多径信号之前，发射机和接收机完成时钟同步。发射机和接收机完成时钟同步是指发射机和接收机已经完成同步，实现时钟同步。或者，发射机和接收机未完成同步，需要测量发射机和接收机的钟差、硬件链路时延等信息，计算得到同步修正量，修正量用于对接收到达时间进行修正，以实现时钟同步。需要说明的是，本申请的到达时间 t_i 是指修正后的到达时间。

在一可行的实施方式中，如图 1A 所示，以接收机的坐标为原点，根据接收机接收多径信号的到达角度作虚拟直线，该虚拟直线与地图环境中建筑物界面的第一个虚拟交点为多径信号在地图环境的反射点位置 P_i 。例如，图 1A 中的 P1、P2、P3、P4 为多径信号在地图环境中建筑物墙面所在界面的各个反射点位置，其中， $d_{i,1}$ 用于表示多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到接收机 BR 的距离， $d_{i,2}$ 用于表示多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到发射机 BS 的距离， i 表示多径信号中每条径信号的编号。需要说明的是，反射点位置 P_i 可以为三维地图坐标 (x, y, z) 。需要说明的是，地图环境包括但不限于已知移动物体所处的建筑结构、房间摆放的物体、建筑物或者物体形成具有坐标系统的地图环境。

在一可行的实施方式中，多天线接收机接收经过环境中物体反射到多天线接收机的多径信号，多天线接收机分析计算多天线接收的多径信号的时域冲击响应，根据冲击响应序列，确定多径信号的到达时间 t_i ，以及分布的多径信号的到达时间 t_i 的冲击响应对应所在的时间区间，然后再根据多径信号的到达时间 t_i 的冲击响应对应所在的时间区间获取多天线数据分析每条径的到达角度 α_i ，其中到达角度 α_i 包括俯仰角 θ 和方位角 φ 。

在一可行的实施方式中，多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到接收机坐标 PBR 的距离为 $d_{i,1}$ ，多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到发射机坐标 PBS 的距离为 $d_{i,2}$ ， $d_{i,1}$ 和 $d_{i,2}$ 可以根据常规数学方法计算得到，其中， $d_{i,1} = |PBR - P_i|$ ， $d_{i,2} = |PBS - P_i|$ 。

在一可行的实施方式中，本申请将多径信号的反射径属性 S_i 分为三类，分别为第一反射径 S1、第二反射径 S2 和第三反射径 S3，即 $S_i \in \{S1, S2, S3\}$ 。其中，S1 为经过环境一次反射的无线径，S2 为经过环境中移动物体的一次反射径，S3 为经过环境或者移动物体多次反射的无线径。对于多径信号的反射径属性的确定，可以通过如下判断条件进行判定：当满足 $D_i = d_{i,1} + d_{i,2}$ ，则确定多径信号的反射径属性为第一反射径 S1；当满足 $D_i < d_{i,1} + d_{i,2}$ ，则确定多径信号的反射径属性为第二反射径 S2；当满足 $D_i > d_{i,1} + d_{i,2}$ ，则确定多径信号的反射径

属性为第三反射径 S3。需要说明的是，目标物体的位置到接收机的距离值为 $|\bar{P}_i - \text{PBR}|$ ，目标物体的位置到发射机的距离值为 $|\bar{P}_i - \text{PBS}|$ ，两者之和 $D_i = |\bar{P}_i - \text{PBS}| + |\bar{P}_i - \text{PBR}|$ ，其中， \bar{P}_i 为环境中目标物体在当前时刻的物理反射点位置的坐标，用于表示目标物体在当前时刻的实际的物理位置坐标。且 D_i 可以根据前面估计多径信号的到达时间 t_i 计算得到，即 $D_i = t_i * v$ ，其中， v 为光速。

在一可行的实施方式中，如图 2 所示，若多径信号的反射径属性 S_i 为 S1 时，则表示当前时刻目标物体的位置坐标 \bar{P}_i 与多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 一致，即 $\bar{P}_i = P_i$ ，并记录当前时刻的感知结果为 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i, S_i, \bar{P}_i), i \geq 1\}$ 。如图 3 所示，若多径信号的反射径属性 S_i 为 S2 时，此时刻目标物体的位置坐标 $\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - \text{PBR})}{|P_i - \text{PBR}|} + \text{PBR}$ ，其中， $D_{i,1}$ 为当前时刻目标物体到接收机之间的实际物理距离值， P_i 为当前时刻的多径信号在地图环境的反射点位置坐标， PBR 为接收机在地图环境的位置坐标。并记录当前时刻的感知结果为 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i, S_i, \bar{P}_i), i \geq 1\}$ 。如图 4 所示，若多径信号的反射径属性 S_i 为 S3 时，表示多径信号经过环境或者移动物体多次反射，此时刻对移动物体的位置无解或者没有稳定解。需要说明的是，对于多径信号的反射径属性 S_i 为 S1， \bar{P}_i 同样可以采取上述公式 $\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - \text{PBR})}{|P_i - \text{PBR}|} + \text{PBR}$ 来计算得到。

在一可行的实施方式中，如图 5 所示，根据目标物体与发射机 PBS 、接收机 PBR 的位置关系，对于当前时刻目标物体到接收机 PBR 之间的实际物理距离值 $D_{i,1}$ 可以通过如下方程组计算得到：

$$\begin{cases} x = D_{i,1} \sin \theta \cos \varphi & (1) \\ y = D_{i,1} \sin \theta \sin \varphi & (2) \\ z = D_{i,1} \cos \theta & (3) \\ \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = D_{i,1} & (4) \\ \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2} = D_i - D_{i,1} & (5) \end{cases}$$

对公式 (5) 展开，得到如下，

$$x^2 + y^2 + z^2 - 2ax - 2by - 2cz + a^2 + b^2 + c^2 = D_i^2 - 2D_i D_{i,1} + D_{i,1}^2$$

由公式 (4)， $x^2 + y^2 + z^2 = D_{i,1}^2$ ，代入上式，得到如下，

$$2ax + 2by + 2cz - 2D_i D_{i,1} = a^2 + b^2 + c^2 - D_i^2$$

将公式 (1)、(2)、(3) 代入，得到如下，

$$2aD_{i,1} \sin \theta \cos \varphi + 2bD_{i,1} \sin \theta \sin \varphi + 2cD_{i,1} \cos \theta - 2D_i D_{i,1} = a^2 + b^2 + c^2 - D_i^2$$

$$D_{i,1} = \frac{a^2 + b^2 + c^2 - D_i^2}{2a \sin \theta \cos \varphi + 2b \sin \theta \sin \varphi + 2c \cos \theta - 2D_i}$$

其中，未知量 (x, y, z) 为目标物体的坐标位置、 $D_{i,1}$ 为目标物体的坐标位置与接收机的坐标 PBR 的实际物理距离；已知量 D_i 为多径信号从发射机的坐标位置 PBS 到目标物体，以及与目标物体到接收机的坐标位置 PBR 的距离之和， $\text{PBS}(a, b, c)$ 为发射机的坐标位置， $\text{PBR}(0, 0, 0)$ 为接收机的坐标位置， θ 为接收机天线的俯仰角， φ 为方位角。

在一可行的实施方式中，在当前时刻的感知结果 A_{T_n} 和上一时刻的感知结果 $A_{T_{n-1}}$ 一致的情况下，确定当前环境没有发生变化。在当前时刻的感知结果 A_{T_n} 和上一时刻的感知结果 $A_{T_{n-1}}$ 不一致的情况下，确定当前环境发生变化。当前环境发生变化的情形可以包括当前环境出现目标物体或者目标物体在当前环境发生移动。在目标物体在当前环境发生移动的情况下，可以根据目标物体在当前时刻的坐标位置和目标物体在上一时刻的坐标位置，确定目标物体的移动轨迹。

基于此，与现有技术相比，采用本申请的感知方法能够在多径环境下利用多径信号感知多个物体，同时不仅能够感知移动物体，也能感知静止物体。可知，本申请能够克服复杂环境多径影响、在已知空间地图条件下对环境中的运动物体和静止物体实现无线感知。

如图 6 所示，步骤 S101 可以包括但不限于如下子步骤：

步骤 S601：计算不同时刻接收到的多径信号的时域冲击响应，得到冲击响应序列；

步骤 S602：根据冲击响应序列确定到达时间以及到达时间的时域冲击响应对应所在的时间区间；

步骤 S603：根据时间区间确定多径信号中每条径信号的到达角度，其中，到达角度包括俯仰角和方位角。

在一可行的实施方式中，以多天线接收机为例，多天线接收机接收经过环境中物体反射到多天线接收机的多径信号，多天线接收机分析计算多天线接收的多径信号的时域冲击响应，根据冲击响应序列，确定多径信号的到达时间 t_i ，以及分布的多径信号的到达时间 t_i 的冲击响应对应所在的时间区间，然后再根据多径信号的到达时间 t_i 的冲击响应对应所在的时间区间获取多天线数据分析每条径的到达角度 α_i ，其中到达角度 α_i 包括俯仰角 θ 和方位角 φ 。

在一可行的实施方式中，时域冲击响应由接收机接收的多径信号和发射机发射的多径信号做时域数学处理而得到，或者由接收机接收的多径信号从时域变换到频域，对多径信号的各个第一子载波数据乘以发射机发射的多径信号的频域数据的共轭，得到各个第二子载波数据，再对各个第二子载波数据变换到时域而得到。

在一可行的实施方式中，时间区间为时域响应能量或频域响应能量超过预设门限的最小采样点时间和最大采样点时间构成的区间。

如图 7 所示，步骤 S603 可以包括但不限于如下子步骤：

步骤 S701：获取接收机的多天线数据，分析每条径信号的到达角度；

步骤 S702：根据每条径信号的所在时域时间读取每条天线的信道冲击响应对应的时域时间的数据；

步骤 S703：对每条天线的信道冲击响应对应的时域时间的数据进行多径角度计算，得到每条径信号的俯仰角和方位角。

在一可行的实施方式中，多径信号到达时间 t_i 的冲击响应对应所在的时间区间获取多天线数据，分析每条径信号的到达角度 α_i ，根据每条径信号的所在时域时间，读取每条天线的信道冲击响应对应的时域时间的数据，然后进行多径信号的角度计算，以获得每条径信号的俯仰角 θ 和方位角 φ 。需要说明的是，角度计算包括但不限于 MUSIC (Multiple Signal Classification, 多重信号分类) 等角度估计方法。

如图 8 所示，步骤 S102 可以包括但不限于如下子步骤：

步骤 S801：根据不同时刻的到达角度确定多径信号在预设地图环境不同时刻的反射点位

置：

步骤 S802：根据不同时刻的反射点位置、发射机在地图环境的位置、接收机在地图环境的位置、不同时刻的到达时间确定多径信号在不同时刻的反射径属性。

在一可行的实施方式中，接收机接收到多径信号，计算多径信号的到达时间 t_i 和到达角度 α_i 。根据多径信号的到达角度 α_i 计算接收到的多径信号在地图环境的反射点位置 P_i 。具体地，以接收机为坐标原点，根据不同时刻的到达角度对多径信号在地图环境的空间进行延伸，直到多径信号与地图环境中建筑物界面产生第一个虚拟交点处，第一个虚拟交点即为多径信号在地图环境不同时刻的反射点位置。如图 1A 所示，P1、P2、P3、P4 为多径信号在地图环境中建筑物墙面所在界面的各个反射点位置。

在一可行的实施方式中，假设多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到接收机坐标 PBR 的距离为 $d_{i,1}$ ，多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到发射机坐标 PBS 的距离为 $d_{i,2}$ ，计算 P_i 到接收机的坐标位置 PBR 的距离 $d_{i,1}$ 和 P_i 到发射机的坐标位置 PBS 的距离 $d_{i,2}$ 。 $d_{i,1}$ 和 $d_{i,2}$ 可以根据如下公式计算得到， $d_{i,1} = |PBR - P_i|$ ， $d_{i,2} = |PBS - P_i|$ 。

在一可行的实施方式中，目标物体的位置到接收机坐标 PBR 的距离值为 $|P_i - PBR|$ ，目标物体的位置到发射机坐标 PBS 的距离值为 $|P_i - PBS|$ ，两者之和 $D_i = |P_i - PBS| + |P_i - PBR|$ ，其中， P_i 为环境中目标物体在当前时刻的物理反射点位置的坐标，用于表示目标物体在当前时刻的实际的物理位置坐标。且 D_i 可以根据多径信号的到达时间 t_i 计算得到，即 $D_i = t_i * v$ ，其中， v 为光速。

在一可行的实施方式中，可以根据 D_i 、 $d_{i,1}$ 、 $d_{i,2}$ 构成的判决条件确定多径信号的反射径属性 S_i 。若 $D_i = d_{i,1} + d_{i,2}$ ，反射径属性归为第一反射径 S1；若 $D_i < d_{i,1} + d_{i,2}$ ，反射径属性归为第二反射径 S2；若 $D_i > d_{i,1} + d_{i,2}$ ，反射径属性归为第三反射径 S3。

如图 9 所示，步骤 S802 可以包括但不限于如下子步骤：

步骤 S901：计算不同时刻的反射点位置与发射机在地图环境的位置之间的距离值，得到第一距离值；

步骤 S902：计算不同时刻的反射点位置与接收机在地图环境的位置之间的距离值，得到第二距离值；

步骤 S903：根据到达时间与光速之积计算得到第三距离值，其中，第三距离值为目标物体与发射机在地图环境的位置之间的距离值以及目标物体与接收机在地图环境的位置之间的距离值之和；

步骤 S904：将第三距离值与第一距离值和第二距离值之和进行比较，得到比较结果；

步骤 S905：根据比较结果定多径信号在不同时刻的反射径属性。

在一可行的实施方式中，以 T_n 时刻为例，计算多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到接收机在地图环境坐标 PBR 之间距离值，得到第一距离值为 $d_{i,1}$ ；计算多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 到发射机在地图环境坐标 PBS 之间距离值，得到第二距离值为 $d_{i,2}$ 。可知， $d_{i,1}$ 和 $d_{i,2}$ 可以根据如下公式计算得到， $d_{i,1} = |PBR - P_i|$ ， $d_{i,2} = |PBS - P_i|$ 。

在一可行的实施方式中，目标物体与发射机在地图环境的位置 PBS 之间的距离值以及目标物体与接收机在地图环境的位置 PBR 之间的距离值之和为第三距离值 D_i ，即第三距离值 $D_i = |P_i - PBS| + |P_i - PBR|$ 。可以根据多径信号的到达时间 t_i 计算得到 D_i ，即 $D_i = t_i * v$ ，其中， v 为光速。将第三距离值 D_i 与第一距离值 $d_{i,1}$ 和第二距离值 $d_{i,2}$ 之和进行比较，得到三种比较

结果。若 $D_i = d_{i,1} + d_{i,2}$ ，反射径属性归为第一反射径 S1；若 $D_i < d_{i,1} + d_{i,2}$ ，反射径属性归为第二反射径 S2；若 $D_i > d_{i,1} + d_{i,2}$ ，反射径属性归为第三反射径 S3。

在一可行的实施方式中，在比较结果为第三距离值 D_i 等于第一距离值 $d_{i,1}$ 和第二距离值 $d_{i,2}$ 之和的情况下，确定多径信号在当前时刻的反射径属性 S_i 为第一反射径 S1，第一反射径 S1 用于表征多径信号经过环境一次反射的无线径。

在一可行的实施方式中，在比较结果为第三距离值 D_i 小于第一距离值 $d_{i,1}$ 和第二距离值 $d_{i,2}$ 之和的情况下，确定多径信号在当前时刻的反射径属性 S_i 为第二反射径 S2，第二反射径 S2 用于表征多径信号经过环境中移动物体的一次反射径。

在一可行的实施方式中，在比较结果为第三距离值 D_i 大于第一距离值 $d_{i,1}$ 和第二距离值 $d_{i,2}$ 之和的情况下，确定多径信号在当前时刻的反射径属性 S_i 为第三反射径 S3，第三反射径 S3 用于表征多径信号经过环境或者移动物体多次反射的无线径。

在一可行的实施方式中，在确定反射径属性 S_i 为第一反射径 S1 的情况下，感知结果为目标物体在当前时刻的坐标位置 \bar{P}_i 与反射点位置 P_i 一致。如图 2 所示，若多径信号的反射径属性 S_i 为 S1 时，则表示当前时刻目标物体的位置坐标 \bar{P}_i 与多径信号在地图环境的反射点位置坐标 P_i 一致，即 $\bar{P}_i = P_i$ ，并记录当前时刻的感知结果为 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i, S_i, \bar{P}_i), i \geq 1\}$ 。

在一可行的实施方式中，在确定反射径属性 S_i 为第二反射径 S2 的情况下，感知结果为根据当前时刻的反射点位置 P_i 、接收机在地图环境的位置 PBR 和第四距离值 $D_{i,1}$ 确定目标物体在当前时刻的坐标位置 \bar{P}_i ，其中，第四距离值 $D_{i,1}$ 为目标物体与接收机之间的实际物理距离。如图 3 所示，若多径信号的反射径属性 S_i 为 S2 时，则表示目标物体的信号反射路径距离小于地图空间反射点，因此，此时刻目标物体的位置坐标 $\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - PBR)}{|P_i - PBR|} + PBR$ ，其中， $D_{i,1}$ 为当前时刻目标物体到接收机之间的实际物理距离值， P_i 为当前时刻的多径信号在地图环境的反射点位置坐标，PBR 为接收机在地图环境的位置坐标。并记录当前时刻的感知结果为 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i, S_i, \bar{P}_i), i \geq 1\}$ 。

在一可行的实施方式中，如图 4 所示，若多径信号的反射径属性 S_i 为 S3 时，表示多径信号经过环境或者移动物体多次反射，目标物体的信号反射路径距离大于地图空间反射点，此时刻对移动物体的位置无解或者没有稳定解。

需要说明的是，对于多径信号的反射径属性 S_i 为 S1 或者 S2 时， \bar{P}_i 均可以采取公式 $\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - PBR)}{|P_i - PBR|} + PBR$ 来计算得到，且对于反射径属性 S_i 为 S1 时，由该公式计算出来的结果 $\bar{P}_i = P_i$ 。

在一可行的实施方式中，第四距离值 $D_{i,1}$ 可以通过如下方程组计算得到：

$$\begin{cases} x = D_{i,1} \sin \theta \cos \varphi & (1) \\ y = D_{i,1} \sin \theta \sin \varphi & (2) \\ z = D_{i,1} \cos \theta & (3) \\ \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = D_{i,1} & (4) \\ \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2} = D_i - D_{i,1} & (5) \end{cases}$$

对公式 (5) 展开, 得到如下,

$$x^2 + y^2 + z^2 - 2ax - 2by - 2cz + a^2 + b^2 + c^2 = D_i^2 - 2D_i D_{i,1} + D_{i,1}^2$$

由公式 (4), $x^2 + y^2 + z^2 = D_{i,1}^2$, 代入上式, 得到如下,

$$2ax + 2by + 2cz - 2D_i D_{i,1} = a^2 + b^2 + c^2 - D_i^2$$

将公式 (1)、(2)、(3) 代入, 得到如下,

$$2aD_{i,1} \sin \theta \cos \varphi + 2bD_{i,1} \sin \theta \sin \varphi + 2cD_{i,1} \cos \theta - 2D_i D_{i,1} = a^2 + b^2 + c^2 - D_i^2$$

$$D_{i,1} = \frac{a^2 + b^2 + c^2 - D_i^2}{2a \sin \theta \cos \varphi + 2b \sin \theta \sin \varphi + 2c \cos \theta - 2D_i}$$

其中, 未知量 (x, y, z) 为目标物体的坐标位置、 $D_{i,1}$ 为目标物体的坐标位置与接收机的坐标 PBR 的实际物理距离; 已知量 D_i 为多径信号从发射机的坐标位置 PBS 到目标物体, 以及目标物体到接收机的坐标位置 PBR 的距离之和, $PBS(a, b, c)$ 为发射机的坐标位置, $PBR(0, 0, 0)$ 为接收机的坐标位置, θ 为接收机天线的俯仰角, φ 为方位角。

在步骤 S101 之前, 感知方法还可以包括但不限于如下步骤:

对发射机和接收机进行同步矫正, 以实现时钟同步。

在一可行的实施方式中, 在发射机发射多径信号之前, 发射机和接收机完成时钟同步。发射机和接收机完成时钟同步是指发射机和接收机已经完成同步, 实现时钟同步。或者, 发射机和接收机未完成同步, 需要测量发射机和接收机的钟差、硬件链路时延等信息, 计算得到同步矫正量, 矫正量用于对接收到达时间进行矫正, 以实现时钟同步。需要说明的是, 本申请的到达时间 t_i 是指矫正后的到达时间。

在一可行的实施方式中, 在当前时刻的感知结果 A_{T_n} 和上一时刻的感知结果 $A_{T_{n-1}}$ 一致的情况下, 确定当前环境没有发生变化。在当前时刻的感知结果 A_{T_n} 和上一时刻的感知结果 $A_{T_{n-1}}$ 不一致的情况下, 确定当前环境发生变化。当前环境发生变化的情形可以包括当前环境出现目标物体或者目标物体在当前环境发生移动。在目标物体在当前环境发生移动的情况下, 可以根据目标物体在当前时刻的坐标位置和目标物体在上一时刻的坐标位置, 确定目标物体的移动轨迹。

基于此, 与现有技术相比, 采用本申请的感知方法能够在多径环境下利用多径信号感知多个物体, 同时不仅能够感知移动物体, 也能感知静止物体。可知, 本申请能够克服复杂环境多径影响、在已知空间地图条件下对环境中的运动物体和静止物体实现无线感知。

以下结合具体附图和实施例进一步介绍本申请提供的感知方法。

实施例一, 如图 10 所示, 以目标物体为人, 且人在房间走动时, T_n 时刻和 T_{n+1} 时刻位置不一致的情况下为例。

发射机 BS 和接收机 BR 完成时钟同步后, 发射机 BS 在设定的时间和无线资源上发射多径

信号, 其中, 发射机 BS 的坐标为 PBS, 接收机 BR 的坐标为 PBR。假设接收机 BR 接收到多径信号, 接收机 BR 接收多径信号并分析计算多天线接收的多径信号的时域冲击响应, 根据冲击响应序列, 确定多径信号的到达时间 t_i , 以及 t_i 分布的冲击响应的时间区间, 然后在根据多径信号到达时间的冲击响应对应所在的时间区间结合 MUSIC 算法获取多天线数据计算的到每条径信号的达到角度 α_i , 其中 i 为多径数的编号, i 大于等于 1。

以接收机 BR 的坐标为 PBR 为原点, 以第 i 条多径为例, 根据接收到多径信号的到达角度 α_i 在已有的房间地图空间进行延伸出虚拟直线, 直到虚拟直线与房间内墙所在界面产生第一个虚拟交点处, 该虚拟交点即为多径信号在房间地图环境的反射点, 通过房间地图空间可以获取该反射点坐标为 P_i , 并计算 P_i 与接收机 BR 的距离 $d_{i,1}$, 以及 P_i 与发射机 BS 的距离 $d_{i,2}$ 。其中, $d_{i,1} = |PBR - P_i|$, $d_{i,2} = |PBS - P_i|$ 。计算目标物体到接收机 BR 的实际物理距离 $D_{i,1}$ 和目标物体到发射机 BS 与目标物体到接收机 BR 的距离之和 D_i 。

根据判决条件分类环境反射径和移动物体反射径, 确定多径信号的反射径属性, 即可以根据 D_i 、 $d_{i,1}$ 、 $d_{i,2}$ 构成的判决条件确定多径信号的反射径属性 S_i 。若 $D_i = d_{i,1} + d_{i,2}$, 反射径属性归为 S1; 若 $D_i < d_{i,1} + d_{i,2}$, 反射径属性归为 S2; 若 $D_i > d_{i,1} + d_{i,2}$, 反射径属性归为 S3。

如图 2 所示, 若反射径属性为 S1 时, 即目标物体的坐标位置 \bar{P}_i 和地图空间反射点位置坐标 P_i 一致, 即 $\bar{P}_i = P_i$, 并记录本次感知结果为 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i, S_i, \bar{P}_i), i \geq 1\}$; 如图 3 所示, 若

反射径属性为 S2 时, 即目标物体的坐标位置 \bar{P}_i 和地图空间反射点位置坐标 P_i 不一致, 此刻目标物体的位置坐标为 $\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - PBR)}{|P_i - PBR|} + PBR$, 并记录本次感知结果为 $A_{T_n} = \{(t_i, \alpha_i,$

$S_i, \bar{P}_i), i \geq 1\}$ 。需要说明的是, 对于多径信号的反射径属性 S_i 为 S1, \bar{P}_i 同样可以采取公式 $\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - PBR)}{|P_i - PBR|} + PBR$ 来计算得到, 且其计算出来的结果 $\bar{P}_i = P_i$ 。

不断重复上述过程, 得到不同时刻的感知结果, 例如比较 T_{n+1} 时刻对应的感知结果 $A_{T_{n+1}}$ 和 T_n 时刻对应的感知结果 A_{T_n} , 即可确定人的移动距离和运动方向, 由此, 可根据 T_{n+1} 时刻对应的感知结果 $A_{T_{n+1}}$, 对比上一时刻 T_n 时刻的感知结果 A_{T_n} 即可确定人在房间的移动轨迹。

实施例二, 如图 11 所示, 以目标物体为人, T_n 时刻房间没有人, 但 T_{n+1} 时刻房间有人的情况下为例。

发射机 BS 和接收机 BR 完成时钟同步后, 发射机 BS 在设定的时间和无线资源上发射多径信号, 其中, 发射机 BS 的坐标为 PBS, 接收机 BR 的坐标为 PBR。假设接收机 BR 接收到多径信号, 接收机 BR 接收多径信号并分析计算多天线接收的多径信号的时域冲击响应, 根据冲击响应序列, 确定多径信号的到达时间 t_i , 以及 t_i 分布的冲击响应的时间区间, 然后在根据多径信号到达时间的冲击响应对应所在的时间区间结合 MUSIC 算法获取多天线数据计算的到每条径信号的达到角度 α_i , 其中 i 为多径数的编号, i 大于等于 1。

以接收机 BR 的坐标为 PBR 为原点, 以第 i 条多径为例, 根据接收到多径信号的到达角度 α_i 在已有的房间地图空间进行延伸出虚拟直线, 直到虚拟直线与房间内墙所在界面产生第一个虚拟交点处, 该虚拟交点即为多径信号在房间地图环境的反射点, 通过房间地图空间可以获取该反射点坐标为 P_i , 并计算 P_i 与接收机 BR 的距离 $d_{i,1}$, 以及 P_i 与发射机 BS 的距离 $d_{i,2}$ 。

其中, $d_{i,1} = |PBR - Pi|$, $d_{i,2} = |PBS - Pi|$ 。计算目标物体到接收机 BR 的实际物理距离 $D_{i,1}$ 和目标物体到发射机 BS 与目标物体到接收机 BR 的距离之和 D_i 。

根据判决条件分类环境反射径和移动物体反射径, 确定多径信号的反射径属性, 即可以根据 D_i 、 $d_{i,1}$ 、 $d_{i,2}$ 构成的判决条件确定多径信号的反射径属性 Si 。若 $D_i = d_{i,1} + d_{i,2}$, 反射径属性归为 S1; 若 $D_i < d_{i,1} + d_{i,2}$, 反射径属性归为 S2; 若 $D_i > d_{i,1} + d_{i,2}$, 反射径属性归为 S3。

如图 2 所示, 若反射径属性为 S1 时, 即目标物体的坐标位置 \bar{Pi} 和地图空间反射点位置坐标 Pi 一致, 即 $\bar{Pi} = Pi$, 并记录本次感知结果为 $A_{Tn} = \{(ti, \alpha_i, Si, \bar{Pi}), i \geq 1\}$; 如图 3 所示, 若

反射径属性为 S2 时, 即目标物体的坐标位置 \bar{Pi} 和地图空间反射点位置坐标 Pi 不一致, 此刻目标物体的位置坐标为 $\bar{Pi} = D_{i,1} * \frac{(Pi - PBR)}{|Pi - PBR|} + PBR$, 并记录本次感知结果为 $A_{Tn} = \{(ti, \alpha_i,$

$Si, \bar{Pi}), i \geq 1\}$ 。需要说明的是, 对于多径信号的反射径属性 Si 为 S1, \bar{Pi} 同样可以采取公式 $\bar{Pi} = D_{i,1} * \frac{(Pi - PBR)}{|Pi - PBR|} + PBR$ 来计算得到, 且其计算出来的结果 $\bar{Pi} = Pi$ 。

不断重复上述过程, 得到不同时刻的感知结果并进行比较 T_{n+1} 时刻对应的感知结果 $A_{T_{n+1}}$ 和 T_n 时刻对应的感知结果 A_{T_n} 。若 T_n 时刻之前的感知结果 A_{T_n} 、 $A_{T_{n-1}}$ 、 $A_{T_{n-2}} \dots$ 都一致, 表示 T_n 之前的没有人进入房间, 因此, T_n 时刻之前感知结果基本一致。当 T_{n+1} 时刻有人进入时, 此时, T_{n+1} 时刻对应的感知结果 $A_{T_{n+1}}$ 对比上一 T_n 时刻的感知结果 A_{T_n} 有变化, 即可确定有人在 T_{n+1} 时刻进入房间, 并可根据 T_{n+1} 时刻之后的感知结果进一步记录房间内人的移动轨迹。

如图 12 所示, 本申请实施例还提供了一种接收机。

具体地, 该接收机包括: 一个或多个处理器 110 和存储器 120, 图 12 中以一个处理器 110 及存储器 120 为例。处理器 110 和存储器 120 可以通过总线或者其他方式连接, 图 12 中以通过总线连接为例。

存储器 120 作为一种非暂态计算机可读存储介质, 可用于存储非暂态软件程序以及非暂态性计算机可执行程序, 如上述本申请实施例中的感知方法。处理器 110 通过运行存储在存储器 120 中的非暂态软件程序以及程序, 从而实现上述本申请实施例中的感知方法。

存储器 120 可以包括存储程序区和存储数据区, 其中, 存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序; 存储数据区可存储执行上述本申请实施例中的感知方法所需的数据等。此外, 存储器 120 可以包括高速随机存取存储器, 还可以包括非暂态存储器, 例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施方式中, 存储器 120 可选包括相对于处理器 110 远程设置的存储器, 这些远程存储器可以通过网络连接至该终端。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

实现上述本申请实施例中的感知方法所需的非暂态软件程序以及程序存储在存储器 120 中, 当被一个或者多个处理器 110 执行时, 执行上述本申请实施例中的感知方法, 例如, 执行以上描述图 1B 中的方法步骤 S101 至步骤 S104, 图 6 中的方法步骤 S601 至步骤 S603, 图 7 中的方法步骤 S701 至步骤 S703, 图 8 中的方法步骤 S801 至步骤 S802, 图 9 中的方法步骤

S901 至步骤 S905, 接收机根据不同时刻接收到的多径信号确定多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度; 根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性; 根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果; 根据不同时刻的感知结果确定当前环境是否发生变化。因此, 接收机对不同时刻接收到的多径信号进行分析计算, 得到多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度, 再根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性, 并根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果, 将当前时刻的感知结果和上一时刻的感知结果进行比较, 从而确定当前环境是否发生变化。基于此, 相比于现有技术, 通过对不同时刻接收到的多径信号进行分析, 从而能够在多径环境下利用多径信号对当前环境实现感知。

此外, 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质存储有计算机可执行程序, 该计算机可执行程序被一个或多个控制处理器执行, 例如, 被图 12 中的一个处理器 110 执行, 可使得上述一个或多个处理器 110 执行上述本申请实施例中的感知方法, 例如, 执行以上描述的图 1B 中的方法步骤 S101 至步骤 S104, 图 6 中的方法步骤 S601 至步骤 S603, 图 7 中的方法步骤 S701 至步骤 S703, 图 8 中的方法步骤 S801 至步骤 S802, 图 9 中的方法步骤 S901 至步骤 S905, 根据不同时刻接收到的多径信号确定多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度; 根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性; 根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果; 根据不同时刻的感知结果确定当前环境是否发生变化。因此, 对不同时刻接收到的多径信号进行分析计算, 得到多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度, 再根据不同时刻的到达时间和到达角度确定多径信号在不同时刻的反射径属性, 并根据不同时刻的到达时间、到达角度和反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果, 将当前时刻的感知结果和上一时刻的感知结果进行比较, 从而确定当前环境是否发生变化。基于此, 相比于现有技术, 通过对不同时刻接收到的多径信号进行分析, 从而能够在多径环境下利用多径信号对当前环境实现感知。

本领域普通技术人员可以理解, 上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器, 如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件, 或者被实施为硬件, 或者被实施为集成电路, 如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上, 计算机可读介质可以包括计算机存储介质(或非暂时性介质)和通信介质(或暂时性介质)。如本领域普通技术人员公知的, 术语计算机存储介质包括在用于存储信息(诸如计算机可读程序、数据结构、程序模块或其他数据)的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外, 本领域普通技术人员公知的是, 通信介质通常包含计算机可读程序、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据, 并且可包括任何信息递送介质。

权 利 要 求 书

1. 一种感知方法，包括：

根据不同时刻接收到的多径信号确定所述多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度；

根据不同时刻的所述到达时间和所述到达角度确定所述多径信号在不同时刻的反射径属性；

根据不同时刻的所述到达时间、所述到达角度和所述反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果；

根据不同时刻的所述感知结果确定所述当前环境是否发生变化。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述到达时间和所述到达角度确定所述多径信号在不同时刻的反射径属性，包括：

根据不同时刻的所述到达角度确定所述多径信号在预设地图环境不同时刻的反射点位置；

根据不同时刻的所述反射点位置、发射机在所述地图环境的位置、接收机在所述地图环境的位置、不同时刻的所述到达时间确定所述多径信号在不同时刻的反射径属性。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述到达角度确定所述多径信号在预设地图环境不同时刻的反射点位置，包括：

以所述接收机为坐标原点，根据不同时刻的所述到达角度对所述多径信号在所述地图环境的空间进行延伸，直到所述多径信号与所述地图环境中建筑物界面产生第一个虚拟交点处，所述第一个虚拟交点即为所述多径信号在所述地图环境不同时刻的反射点位置。

4. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述反射点位置、所述发射机在所述地图环境的位置、所述接收机在所述地图环境的位置、不同时刻的所述到达时间确定所述多径信号在不同时刻的反射径属性，包括：

计算不同时刻的所述反射点位置与所述接收机在所述地图环境的位置之间的距离值，得到第一距离值；

计算不同时刻的所述反射点位置与所述发射机在所述地图环境的位置之间的距离值，得到第二距离值；

根据所述到达时间与光速之积计算得到第三距离值，其中，所述第三距离值为目标物体与所述发射机在所述地图环境的位置之间的距离值以及所述目标物体与所述接收机在所述地图环境的位置之间的距离值之和；

将所述第三距离值与所述第一距离值和所述第二距离值之和进行比较，得到比较结果；

根据所述比较结果定所述多径信号在不同时刻的反射径属性。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述根据所述比较结果定所述多径信号在不同时刻的反射径属性，包括：

在所述比较结果为第三距离值等于所述第一距离值和所述第二距离值之和的情况下，确定所述多径信号在当前时刻的所述反射径属性为第一反射径，所述第一反射径用于表征所述多径信号经过环境一次反射的无线径。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述根据所述比较结果定所述多径信号在不同时刻的反射径属性，包括：

在所述比较结果为第三距离值小于所述第一距离值和所述第二距离值之和的情况下，确

定所述多径信号在当前时刻的所述反射径属性为第二反射径，所述第二反射径用于表征所述多径信号经过环境中移动物体的一次反射径。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述根据所述比较结果定所述多径信号在不同时刻的反射径属性，包括：

在所述比较结果为第三距离值大于所述第一距离值和所述第二距离值之和的情况下，确定所述多径信号在当前时刻的所述反射径属性为第三反射径，所述第三反射径用于表征所述多径信号经过环境或者移动物体多次反射的无线径。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述到达时间、所述到达角度和所述反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果，包括：

在确定所述反射径属性为第一反射径的情况下，所述感知结果为所述目标物体在当前时刻的坐标位置与所述反射点位置一致。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述到达时间、所述到达角度和所述反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果，包括：

在确定所述反射径属性为第二反射径的情况下，所述感知结果为根据当前时刻的所述反射点位置、所述接收机在所述地图环境的位置和第四距离值确定所述目标物体在当前时刻的坐标位置，其中，所述第四距离值为所述目标物体与所述接收机之间的实际物理距离。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述根据当前时刻的所述反射点位置、所述接收机在所述地图环境的位置和第四距离值确定所述目标物体在当前时刻的坐标位置，包括：

所述目标物体在当前时刻的坐标位置由如下公式得到：

$$\bar{P}_i = D_{i,1} * \frac{(P_i - PBR)}{|P_i - PBR|} + PBR, \text{ 其中, } \bar{P}_i \text{ 为目标物体在当前时刻的坐标位置坐标, } D_{i,1} \text{ 为}$$

第四距离值, P_i 为当前时刻的所述反射点位置坐标, PBR 为所述接收机在所述地图环境的位置坐标。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述到达时间、所述到达角度和所述反射径属性得到在不同时刻对当前环境的感知结果，包括：

在确定所述反射径属性为第三反射径的情况下，所述感知结果为所述目标物体在当前时刻的坐标位置无解或者没有稳定解。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述感知结果确定所述当前环境是否发生变化，包括：

在当前时刻的所述感知结果和上一时刻的所述感知结果一致的情况下，确定所述当前环境没有发生变化。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述根据不同时刻的所述感知结果确定所述当前环境是否发生变化，包括：

在当前时刻的所述感知结果和上一时刻的所述感知结果不一致的情况下，确定所述当前环境发生变化。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述在当前时刻的所述感知结果和上一时刻的所述感知结果不一致的情况下，确定所述当前环境发生变化，包括：

在当前时刻的所述感知结果和上一时刻的所述感知结果不一致的情况下，确定所述当前环境出现所述目标物体或者所述目标物体在所述当前环境发生移动。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，在所述在当前时刻的所述感知结果和上一时刻的所述感知结果不一致的情况下，确定所述当前环境出现所述目标物体或者所述目标物体在所述当前环境发生移动之后，还包括：

在所述目标物体在所述当前环境发生移动的情况下，根据所述目标物体在当前时刻的坐标位置和所述目标物体在上一时刻的坐标位置，确定所述目标物体的移动轨迹。

16. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述根据不同时刻接收到的多径信号确定所述多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度之前，还包括：

对发射机和接收机进行同步矫正，以实现时钟同步。

17. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述根据不同时刻接收到的多径信号确定所述多径信号在不同时刻的到达时间和到达角度，包括：

计算不同时刻接收到的所述多径信号的时域冲击响应，得到冲击响应序列；

根据冲击响应序列确定所述到达时间以及所述到达时间的时域冲击响应对应所在的时间区间；

根据所述时间区间确定所述多径信号中每条径信号的所述到达角度，其中，所述到达角度包括俯仰角和方位角。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述时域冲击响应由接收机接收的多径信号和发射机发射的多径信号做时域数学处理而得到。

19. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述时域冲击响应由接收机接收的多径信号从时域变换到频域，对所述多径信号的各个第一子载波数据乘以发射机发射的多径信号的频域数据的共轭，得到各个第二子载波数据，再对各个所述第二子载波数据变换到时域而得到。

20. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述时间区间为时域响应能量或频域响应能量超过预设门限的最小采样点时间和最大采样点时间构成的区间。

21. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述根据所述时间区间确定所述多径信号中每条径信号的所述到达角度，包括：

获取接收机的多天线数据，分析每条径信号的所述到达角度；

根据每条径信号的所在时域时间读取每条天线的信道冲击响应对应的时域时间的数据；

对每条天线的信道冲击响应对应的时域时间的数据进行多径角度计算，得到每条径信号的所述俯仰角和所述方位角。

22. 根据权利要求 1 至 21 任意一项所述的方法，其中，所述多径信号为正交频分复用信号或者线性调频信号。

23. 一种接收机，包括：存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 22 任意一项所述的感知方法。

24. 一种计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行权利要求 1 至 22 任意一项所述的感知方法。

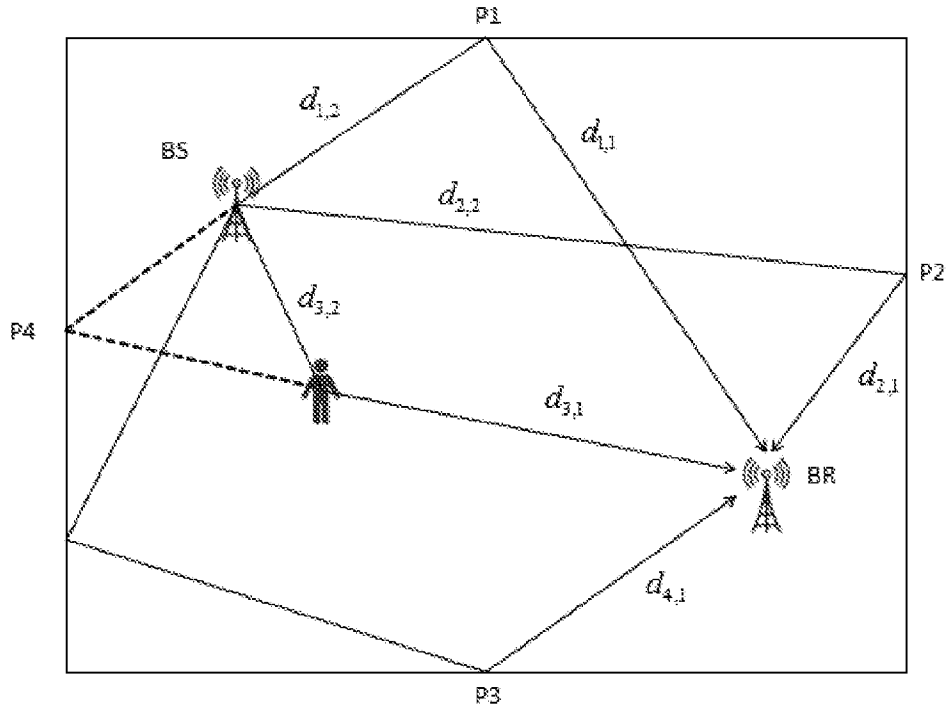


图 1A

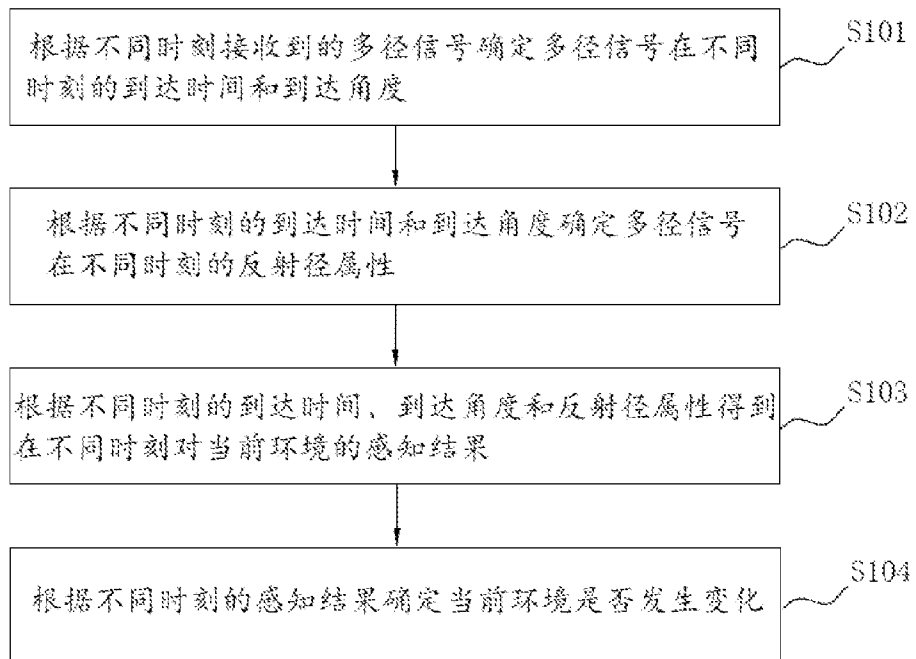


图 1B

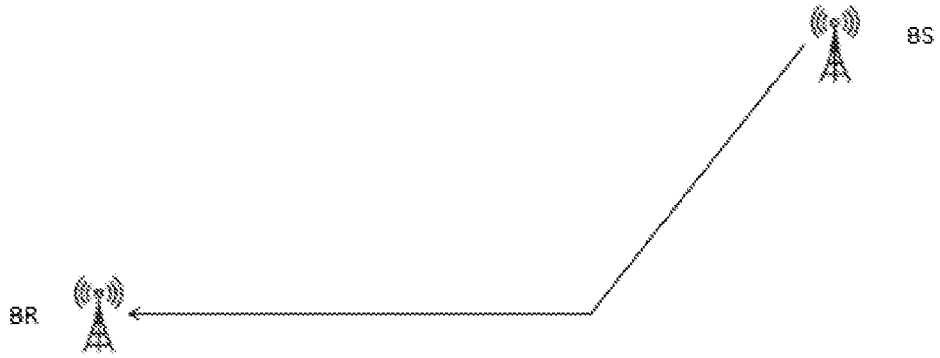


图 2

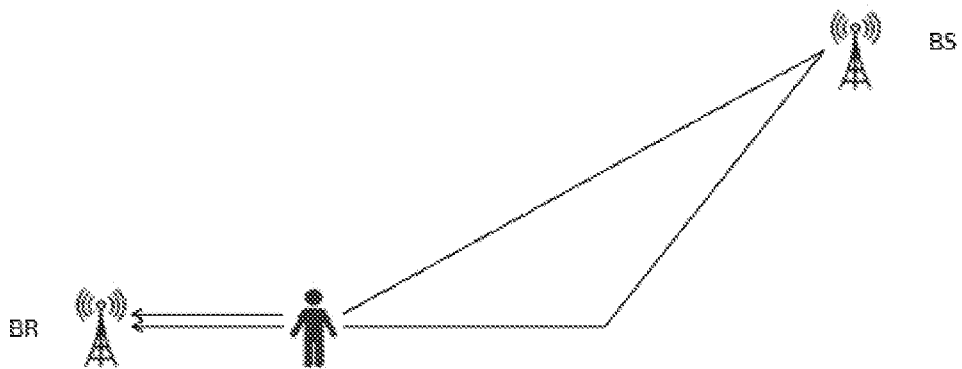


图 3

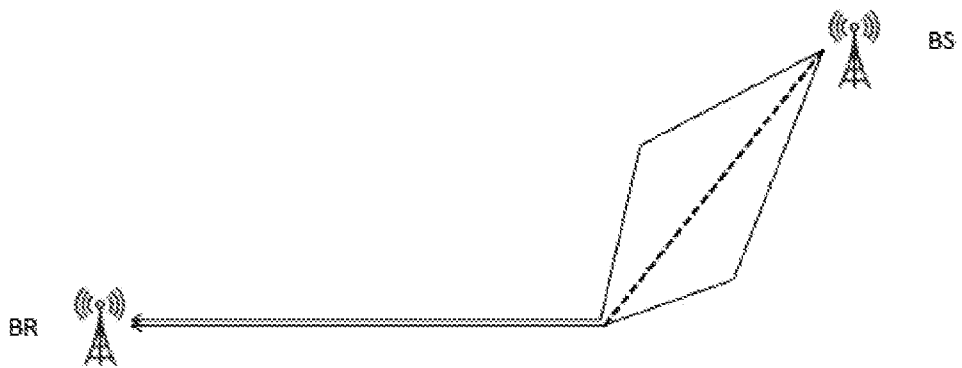


图 4

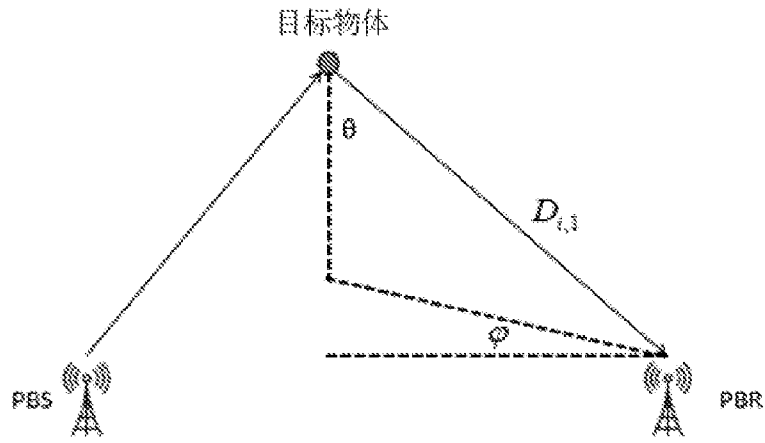


图 5

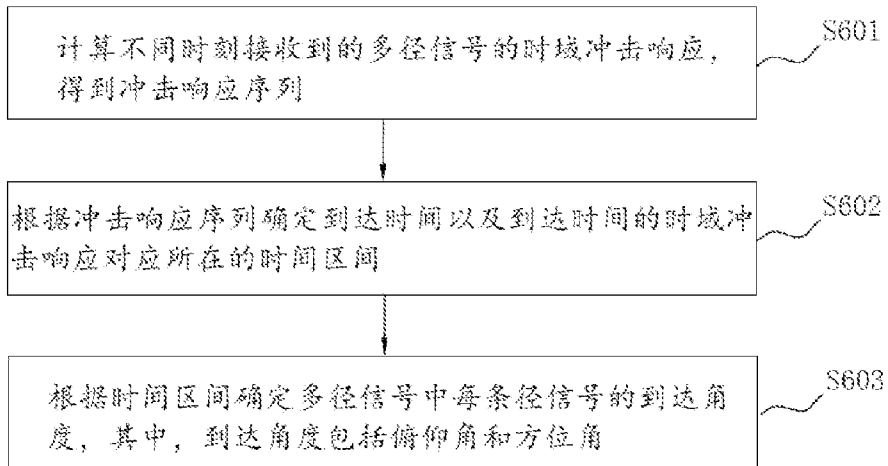


图 6

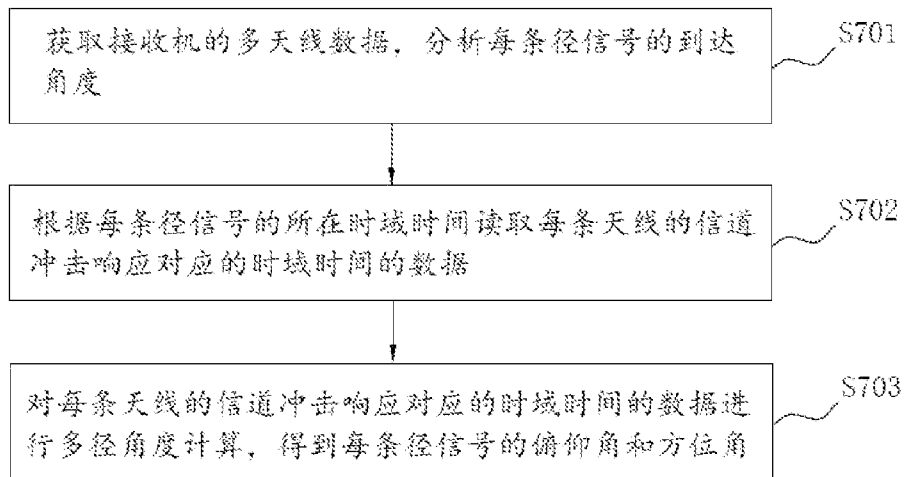


图 7

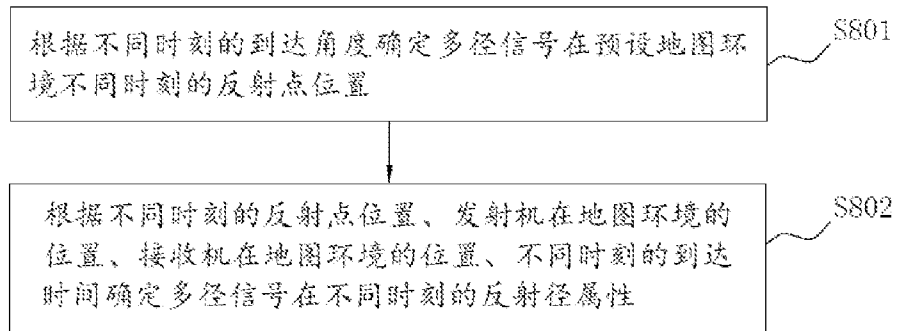


图 8

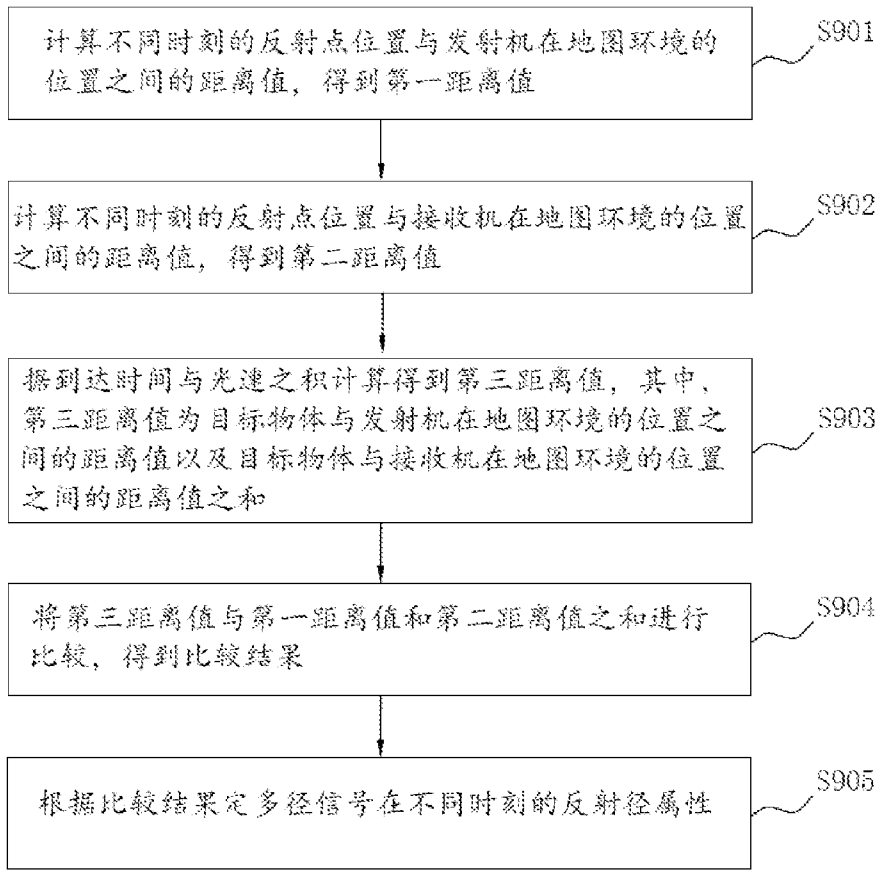


图 9

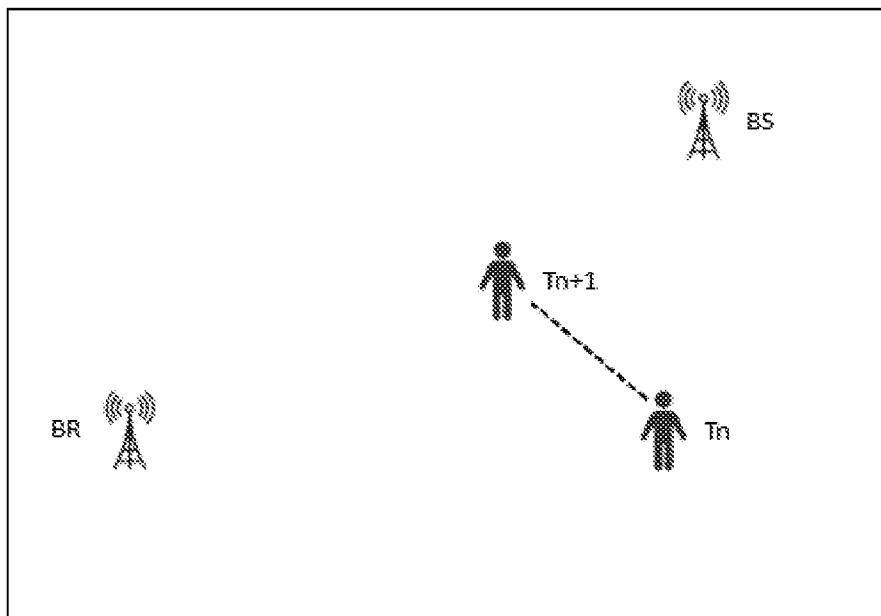


图 10

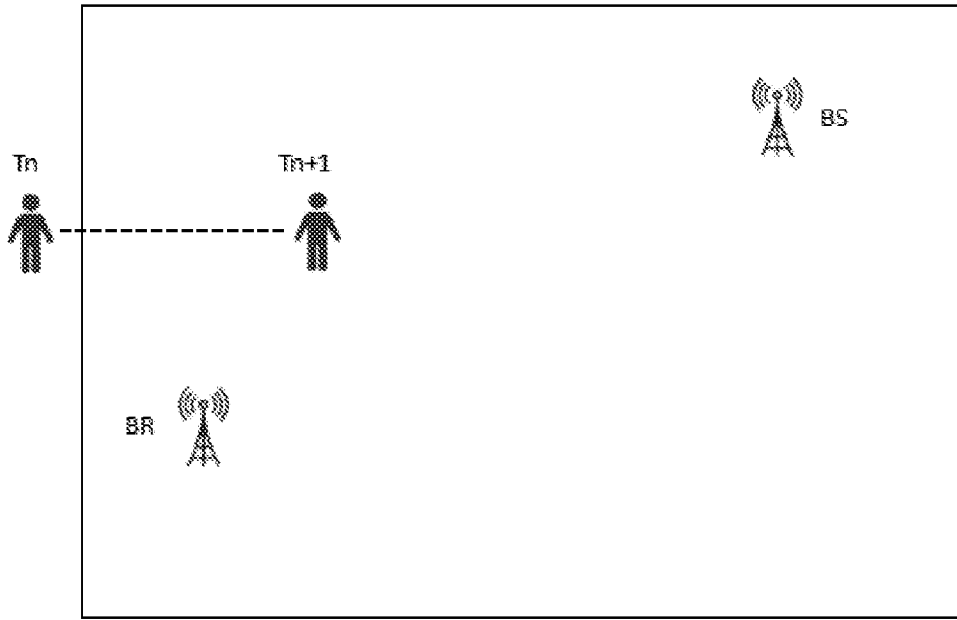


图 11

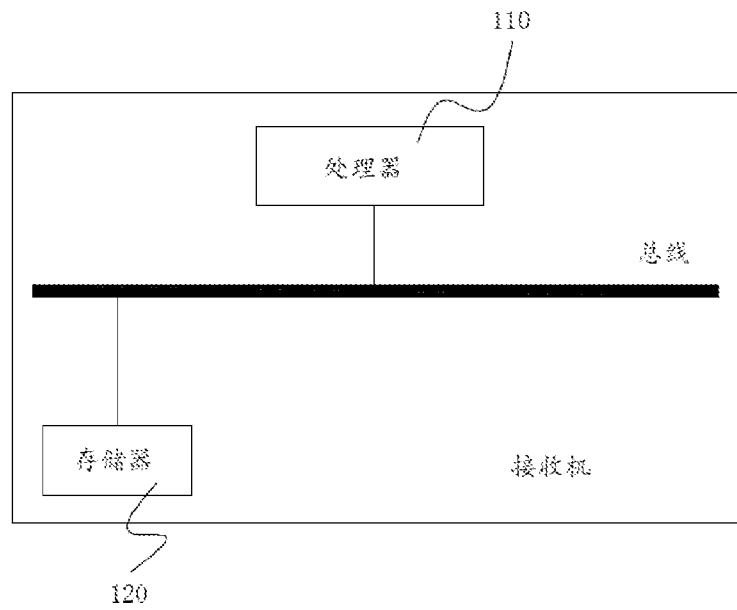


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/083778

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04W24/08(2009.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC:H04W,H04L,H04Q7/-		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNTXT, CNKI, WPABSC, ENTXTC, 3GPP: 感知, 感测, 到达, 时间, 时刻, 角, TOA, DOA, 多径, 信号, 发射, 环境, 位置, 变化, 改变, sense, arrive, time, angle, multipath, signal, emission, environment, location, change		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113286362 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 20 August 2021 (2021-08-20) description, paragraphs [0002]-[0138], and figures 1-4	1-24
A	CN 107656243 A (TIANJIN UNIVERSITY) 02 February 2018 (2018-02-02) entire document	1-24
A	CN 108811082 A (ARMY ENGINEERING UNIVERSITY OF PLA) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-24
A	US 2022196778 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 23 June 2022 (2022-06-23) entire document	1-24
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
19 June 2023		20 June 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2023/083778

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	113286362	A	20 August 2021	None	

CN	107656243	A	02 February 2018	None	

CN	108811082	A	13 November 2018	None	

US	2022196778	A1	23 June 2022	WO 2021032307 A1	25 February 2021
				EP 4014061 A1	22 June 2022

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04W24/08 (2009.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC:H04W, H04L, H04Q7/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNXTX, CNKI, WPABSC, ENTXTC, 3GPP: 感知, 感测, 到达, 时间, 时刻, 角, TOA, DOA, 多径, 信号, 发射, 环境, 位置, 变化, 改变, sense, arrive, time, angle, multipath, signal, emission, environment, location, change</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 113286362 A (北京邮电大学) 2021年8月20日 (2021 - 08 - 20) 说明书第[0002]-[0138]段, 附图1-4</td> <td>1-24</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107656243 A (天津大学) 2018年2月2日 (2018 - 02 - 02) 全文</td> <td>1-24</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108811082 A (中国人民解放军陆军工程大学) 2018年11月13日 (2018 - 11 - 13) 全文</td> <td>1-24</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2022196778 A1 (HUAWEI TECH CO LTD) 2022年6月23日 (2022 - 06 - 23) 全文</td> <td>1-24</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 113286362 A (北京邮电大学) 2021年8月20日 (2021 - 08 - 20) 说明书第[0002]-[0138]段, 附图1-4	1-24	A	CN 107656243 A (天津大学) 2018年2月2日 (2018 - 02 - 02) 全文	1-24	A	CN 108811082 A (中国人民解放军陆军工程大学) 2018年11月13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-24	A	US 2022196778 A1 (HUAWEI TECH CO LTD) 2022年6月23日 (2022 - 06 - 23) 全文	1-24
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 113286362 A (北京邮电大学) 2021年8月20日 (2021 - 08 - 20) 说明书第[0002]-[0138]段, 附图1-4	1-24															
A	CN 107656243 A (天津大学) 2018年2月2日 (2018 - 02 - 02) 全文	1-24															
A	CN 108811082 A (中国人民解放军陆军工程大学) 2018年11月13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-24															
A	US 2022196778 A1 (HUAWEI TECH CO LTD) 2022年6月23日 (2022 - 06 - 23) 全文	1-24															
国际检索实际完成的日期	2023年6月19日	国际检索报告邮寄日期	2023年6月20日														
ISA/CN的名称和邮寄地址	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员	马菁京 电话号码 (+86) 010-62089382														

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/083778

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	113286362	A	2021年8月20日	无			
CN	107656243	A	2018年2月2日	无			
CN	108811082	A	2018年11月13日	无			
US	2022196778	A1	2022年6月23日	WO	2021032307	A1	2021年2月25日
				EP	4014061	A1	2022年6月22日