



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105471526 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201510799588. 6

(22) 申请日 2015. 11. 19

(71) 申请人 工业和信息化部电信研究院  
地址 100191 北京市海淀区花园北路 52 号

(72) 发明人 张翔 徐菲 江甲沫 魏贵明  
杜滢 陈凯

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 谢安昆 宋志强

(51) Int. Cl.  
H04B 17/29(2015. 01)

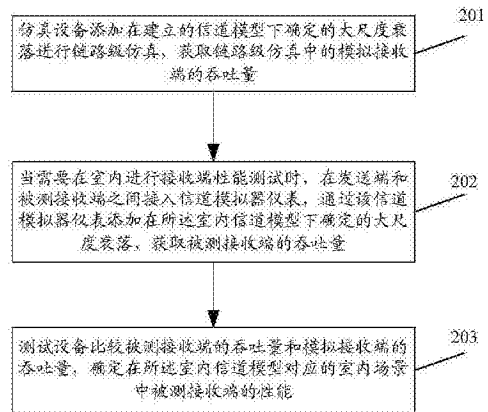
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种接收端性能测试方法

(57) 摘要

本申请提供了一种接收端性能测试方法,根据终端与小基站之间的距离,终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离,以及载波频率计算大尺度衰落中的路径损耗,并获得阴影效应,以及大尺度衰落;仿真设备添加在所述信道模型下确定的大尺度衰落进行链路级仿真,获取链路级仿真中的模拟接收端的吞吐量;当需要在室内进行接收端性能测试时,在发送端和被测接收端之间接入信道模拟器仪表,通过该信道模拟器仪表添加在所述室内信道模型下确定的大尺度衰落,获取被测接收端的吞吐量;比较被测接收端的吞吐量和模拟接收端的吞吐量,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能。通过该方法能够提高接收端性能测试的准确度。



1. 一种接收端性能测试方法,其特征在于,该方法包括:

模型建立设备建立室内信道模型,所述信道模型包括:室内房屋拓扑结构、小基站在拓扑结构中的位置、终端移动路径,以及该终端的移动速度;

衰落计算设备在终端以所述移动速度沿着所述移动路径移动的每一时刻,根据终端与小基站之间的距离,终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离,以及载波频率计算大尺度衰落中的路径损耗,并获得阴影效应,将每一时刻计算的路径损耗和阴影效应求和,获得该时刻发送端与接收端之间的大尺度衰落;

仿真设备添加在所述信道模型下确定的大尺度衰落进行链路级仿真,获取链路级仿真中的模拟接收端的吞吐量;

当需要在室内进行接收端性能测试时,在发送端和被测接收端之间接入信道模拟器仪表,通过该信道模拟器仪表添加在所述室内信道模型下确定的大尺度衰落,获取被测接收端的吞吐量;

比较被测接收端的吞吐量和模拟接收端的吞吐量,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据终端与小基站之间的距离,终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离,以及载波频率计算大尺度衰落中的路径损耗,包括:

在时刻 $t$ 时,所述路径损耗为:

当终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离不小于预设值时,路径损耗  $PL_t = \alpha \log_{10}(d_t) + \beta + \gamma \log_{10}\left(\frac{f_c}{5.0}\right) + X$ ; 其中, $f_c$ 为载波频率, $X$ 表示穿透遮挡物的损耗,在视距LOS场景下, $\alpha = 11.49$ 、 $\beta = 53.05$ 、 $\gamma = 20$ ,在非视距NLOS场景下, $\alpha = 17.22$ 、 $\beta = 48.21$ 、 $\gamma = 20$ ;  $d_t$ 为时刻 $t$ 小基站和终端的距离;

当终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离小于预设值时,路径损耗为

$PL_t = \frac{t - t_c}{t_D - t_c} (PL_{t_D} - PL_{t_c}) + PL_{t_c}$ , 其中, $t_c < t < t_D$ ,  $t_c$ 和 $t_D$ 为终端移动到与同一遮挡物距离为预设值时的时刻,  $PL_{t_D}$ 为时刻 $t_D$ 时的路径损耗,  $PL_{t_c}$ 为时刻 $t_c$ 时的路径损耗。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,

当所述遮挡物为承重墙时, $X = 12\text{dB}$ ,当所述遮挡物为非承重墙时, $X = 5\text{dB}$ 。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述阴影衰落的值服从均值为0,标准差为3.35的对数正态分布。

5. 根据权利要求2-4任意一项所述的方法,其特征在于,所述仿真设备添加在所述信道模型下确定的大尺度衰落进行链路级仿真,获取链路级仿真中的模拟接收端的吞吐量,包括:

在时刻 $t$ 模拟发送端发送信号的功率为 $P_{TX,t}$ ,在时刻 $t$ 发送的信号上添加在所述信道模型下确定的大尺度衰落后,时刻 $t$ 模拟接收端接收信号的功率 $P_{RX,t} = P_{TX,t} - PL_t - \sigma_t$ ,在模拟接收端添加噪声功率为 $P_{RX,t} - \delta_t$ 的高斯白噪声,通过 $N$ 次链路级仿真,确定链路级仿真中的模拟接收端的平均吞吐量作为模拟接收端的吞吐量,其中, $\delta_t$ 为时刻 $t$ 时的预设信噪比, $\sigma_t$ 为时刻 $t$ 时的阴影衰落; $N$ 为大于1的整数。

6. 根据权利要求2-4任意一项所述的方法,其特征在于,所述在发送端和被测接收端之间接入信道模拟器仪表,通过该信道模拟器仪表添加在所述室内信道模型下确定的大尺度衰落,获取被测接收端的吞吐量,包括:

将小基站和终端的射频端口采用线缆接入信道模拟器仪表,在时刻 $t$ ,若信道模拟器仪表的输入信号功率为 $P'_{TX,t}$ ,则信道模拟器仪表的输出信号功率 $P'_{RX,t}=P'_{TX,t}-(PL_t+\sigma_t+\Delta)$ ;并通过信道模拟器仪表添加噪声功率为 $P'_{RX,t}-\delta'_t$ 的加性高斯白噪声,通过 $M$ 次测试被测接收端的吞吐量,获取被测接收端的平均吞吐量作为该被测终端的吞吐量,其中, $\sigma_t$ 为时刻 $t$ 时的阴影衰落, $\Delta$ 为小基站射频端口到终端射频端口的损耗, $\delta'_t$ 为信道模拟器仪表的信道比, $M$ 为大于1的整数。

7. 根据权利要求1-4任意一项所述的方法,其特征在于,所述比较被测接收端的吞吐量和模拟接收端的吞吐量,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能,包括:

预设吞吐量因子为 $Q$ ,若被测接收端的吞吐量为 $K$ ,模拟接收端的吞吐量为 $G$ ,则当 $K$ 不小于 $G \times Q$ 时,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能高;当 $K$ 小于 $G \times Q$ ,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能低,其中, $Q$ 大于0且小于1。

## 一种接收端性能测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信技术领域,特别涉及一种接收端性能测试方法。

### 背景技术

[0002] 随着物联网、互联网+的兴起,无线网络的覆盖与容量成为社会关注的热点。据权威机构统计,移动网络的数据业务70%发生在室内场景。

[0003] 早期的室内覆盖采用室外向室内辐射的方式,由室外的宏基站用大功率向室内用户提供无线服务。因为信号由室外进入室内的穿透损耗、室内墙体折射等因素,这种方式仅能为用户提供基础的语音服务,无法为室内提供稳定的高速数据接入。由此引入了新的室内分布式覆盖方式,通过在室内不同位置安装小体积天线,完成室内环境的连续覆盖。相比传统室外穿透的方式,室内分布方式在室内小区信号质量上有明显优势,可为室内用户提供稳定的数据业务,但是建网成本上并没有明显降低。尤其是应对无线局域网(WLAN)的挑战,数据传输速率存在明显缺陷。因此在第三代合作伙伴计划(3GPP)第12版本(R12)中特别针对室内场景进行了优化,在室内引入小基站。小基站位于室内近距离为用户提供服务,相比室外穿透、室内分布方式,小基站与用户距离更近,可在发射功率较小的前提下,完成室内高速数据覆盖。

[0004] 传统的无线性能研究主要分为无线链路仿真和室内性能测试。无线链路仿真主要参考无线物理层协议,通过计算机模拟蜂窝网络的物理层过程,并在其中添加经典信道模型,即引入无线信号传播过程中受到的衰落影响,验证无线系统或终端的无线性能。而室内性能测试多采用信道模拟器仪表,置于被测终端和配合系统,或被测系统和配合终端之间,在信道模拟器内播放与无线链路仿真相同的信道模型,在发送端和接收端之间增加真实的传输衰落,在室内模拟系统或终端在衰落情况下数据性能。

[0005] 但是传统的信道模型多针对郊区、市区等典型室外传播环境,其中散射体较少,没有大量的墙体、物品遮挡,发送端与接收端之间距离较远,与室内传播环境差异巨大。特别是原有信道模型被测设备多假设为静止状态或微动状态,一定时间内的大尺度衰落(路径损耗和阴影衰落)相同,这与室内场景明显不符。例如在室内场景,终端从墙前移动到墙后,由于受到墙体遮挡的影响,无线信号可能短时间内衰落10~20dB。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本申请提供一种接收端性能测试方法,以解决室内传播环境下测试终端性能误差大的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本申请的技术方案是这样实现的:

[0008] 一种接收端性能测试方法,该方法包括:

[0009] 模型建立设备建立室内信道模型,所述信道模型包括:室内房屋拓扑结构、小基站在拓扑结构中的位置、终端移动路径,以及该终端的移动速度;

[0010] 衰落计算设备在终端以所述移动速度沿着所述移动路径移动的每一时刻,根据终

端与小基站之间的距离,终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离,以及载波频率计算大尺度衰落中的路径损耗,并获得阴影效应,将每一时刻计算的路径损耗和阴影效应求和,获得该时刻发送端与接收端之间的大尺度衰落;

[0011] 仿真设备添加在所述信道模型下确定的大尺度衰落进行链路级仿真,获取链路级仿真中的模拟接收端的吞吐量;

[0012] 当需要在室内进行接收端性能测试时,在发送端和被测接收端之间接入信道模拟器仪表,通过该信道模拟器仪表添加在所述室内信道模型下确定的大尺度衰落,获取被测接收端的吞吐量;

[0013] 比较被测接收端的吞吐量和模拟接收端的吞吐量,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能。

[0014] 由上面的技术方案可知,本申请中通过建立室内信道模型,并计算该模型下每时刻的大尺度衰落,在链路级测试以及室内性能测试时添加所述大尺度衰落,以获得模拟的真实室内环境条件下的接收端的吞吐量,以确定被测接收端的性能的高低。通过该方案能够提高接收端性能测试的准确度。

#### 附图说明

[0015] 图1为本申请实施例中建立的室内信道模型;

[0016] 图2为本申请实施例中接收端性能测试方法流程示意图;

[0017] 图3为本申请实施例中室内接收端性能测试系统示意图。

#### 具体实施方式

[0018] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,下面结合附图并举实施例,对本发明的技术方案进行详细说明。

[0019] 本申请实施例中提供一种接收端性能测试方法,为实现该方案,需要先通过模型建立设备建立室内信道模型,该信道模型包括:室内房屋拓扑结构、小基站在拓扑结构中的位置、终端移动路径,以及该终端的移动速度。

[0020] 参见图1,图1为本申请实施例中建立的室内信道模型。图1为建立的室内信道模型中室内房屋拓扑结构的俯视图。

[0021] 其中,图1中实线代表承重墙,虚线代表非承重墙。终端的运动路径,即轨迹为X→A→B→C→D→E→D→C→B→F→G→H→I,移动速度设置为3km/h。其中X→A→B→C、C→B→F为视距(LOS)场景,即小基站与终端之间没有墙体遮挡;D→E→D、G→H→I为非视距(NLOS)场景,即小基站与终端之间有墙体遮挡,存在穿透损耗,路径D→E→D有1面非承重墙遮挡,路径G→H→I有2面非承重墙遮挡。C→D、D→C、F→G为LOS与NLOS转化场景。

[0022] 图1为本申请实施例针对室内拓扑结构、小基站位置(小基站位于拓扑结构的中间位置)、终端移动路径,以及移动速度等的一种举例,但不局限于此。

[0023] 在室内信道模型建立完成后,需通过衰落计算设备计算终端在该信道模型下运动时,在各时刻的路径损耗和阴影衰落,以计算发送端和接收端之间的大尺度衰落。

[0024] 衰落计算设备在终端以所述移动速度沿着所述移动路径移动的每一时刻,根据终端与小基站之间的距离,终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离,以及信号载波频率计算

大尺度衰落中的路径损耗,并获得阴影效应,将每一时刻计算的路径损耗和阴影效应求和,获得该时刻发送端与接收端之间的大尺度衰落。

[0025] 在具体实现时,建立信道模型的模型建立设备和计算大尺度衰落的衰落计算设备可以是一个设备,也可以是不同设备。

[0026] 在进行路径损耗计算时,分两种情况,一种情况是在时刻 $t$ 终端所在位置距离遮挡物,即墙体的距离不小于预设值,根据终端与小基站之间的距离,终端与室内拓扑结构中的遮挡物的距离,以及信号载波频率计算大尺度衰落中的路径损耗,具体计算方式如下:

[0027] 路径损耗  $PL_t = \alpha \log_{10}(d_t) + \beta + \gamma \log_{10}\left(\frac{f_c}{5.0}\right) + X$ ; 其中,  $f_c$  为载波频率,  $X$  表示穿透遮挡物的损耗,在LOS场景下,  $\alpha = 11.49$ 、 $\beta = 53.05$ 、 $\gamma = 20$ ,在NLOS场景下,  $\alpha = 17.22$ 、 $\beta = 48.21$ 、 $\gamma = 20$ ;  $d_t$  为时刻 $t$ 小基站和终端的距离;

[0028] NLOS场景下,当遮挡物为承重墙时,  $X = 12\text{dB}$ ,当遮挡物为非承重墙时,  $X = 5\text{dB}$ ,LOS场景下,即不存在遮挡物时,  $X = 0\text{dB}$ 。

[0029] 其中,在LOS场景下,以及NLOS场景下 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $X$ 的值,通过室内实际测量,并通过数学最小2乘法拟合获得。

[0030] 另外一种情况是在时刻 $t$ 终端所在位置距离遮挡物,即墙体的具体小于预设值,此时处于LOS和NLOS转化场景,为了保证路径损耗没有瞬时突变,采用线性插值方式获得LOS与NLOS转化场景的路径损耗。以终端从C点移动到D点为例,C点和D点到遮挡物的距离均为预设值,如1m。终端运动到C点的时刻为 $t_c$ ,运动到D点的时刻为 $t_d$ ,则C点与D点之间任意时刻

$t$  ( $t_c < t < t_d$ ), 路径损耗为  $PL_t = \frac{t-t_c}{t_d-t_c}(PL_{t_d} - PL_{t_c}) + PL_{t_c}$ , 其中,  $t_c$  和  $t_d$  为终端移动到与同一

遮挡物距离为预设值时的时刻,  $PL_{t_d}$  为时刻 $t_d$ 时的路径损耗,  $PL_{t_c}$  为时刻 $t_c$ 时的路径损耗。

[0031] 衰落计算设备还需确定在终端在运动路径上运动到任一位置,即在任一时刻,大尺度衰落中的阴影衰落 $\sigma_t$ ,阴影衰落 $\sigma_t$ 服从均值为0,标准差为3.35的对数正态分布。

[0032] 参见图2,图2为本申请实施例中接收端性能测试方法流程示意图。具体步骤为:

[0033] 步骤201,仿真设备添加在建立的信道模型下确定的大尺度衰落进行链路级仿真,获取链路级仿真中的模拟接收端的吞吐量。

[0034] 在具体实现时,当需要测试小基站的性能时,模拟小基站作为模拟接收端,模拟终端作为模拟发送端;当需要测试终端的性能时,模拟小基站作为模拟发送端,模拟终端作为模拟接收端。

[0035] 这里称呼为模拟接收端和模拟发送端是为了同实际测量时的被测接收端和发送端相区别。

[0036] 本步骤在实现时,具体过程如下:

[0037] 在时刻 $t$ 模拟发送端发送信号的功率为 $P_{TX,t}$ ,在时刻 $t$ 发送的信号上添加在建立的信道模型下确定的大尺度衰落后,时刻 $t$ 模拟接收端接收信号的功率 $P_{RX,t} = P_{TX,t} - PL_t - \sigma_t$ ;

[0038] 在模拟接收端添加噪声功率为 $P_{RX,t} - \delta_t$ 的高斯白噪声,通过 $N$ 次链路级仿真,确定链路级仿真中的模拟接收端的平均吞吐量作为模拟接收端的吞吐量,其中, $\delta_t$ 为时刻 $t$ 时的预设信噪比, $\sigma_t$ 为时刻 $t$ 时的阴影衰落; $N$ 为大于1的整数。

[0039] 这里为了更准确测量出链路级仿真条件下模拟接收端的吞吐量,链路仿真通过多

次遍历终端在移动路径下的信道变化,获得多个吞吐量值,将获得的多个吞吐量值的平均值作为模拟接收端的吞吐量。

[0040] 在进行链路级仿真时,在添加大尺度衰落和噪声的同时,还可以叠加小尺度衰落,小尺度衰落的添加按预设添加方式添加即可,这里对小尺度衰落的添加不作限制。

[0041] 步骤202,当需要在室内进行接收端性能测试时,在发送端和被测接收端之间接入信道模拟器仪表,通过该信道模拟器仪表添加在所述室内信道模型下确定的大尺度衰落,获取被测接收端的吞吐量。

[0042] 在进行接收端性能测试时,如果针对小基站测试,则小基站为被测接收端;如果针对终端进行测试时,终端为被测接收端。

[0043] 具体实现如下:

[0044] 参见图3,图3为本申请实施例中室内接收端性能测试系统示意图。

[0045] 图3中将小基站和终端的射频端口采用线缆接入信道模拟器仪表,设小基站射频端口至终端射频端口的损耗为 $\Delta$ ,这里的损耗由连接线缆与信道模拟器仪表内部衰减引起的;

[0046] 在时刻 $t$ ,若信道模拟器仪表的输入信号功率为 $P'_{TX,t}$ ,则信道模拟器仪表的输出信号功率 $P'_{RX,t} = P'_{TX,t} - (PL_t + \sigma_t + \Delta)$ ;并通过信道模拟器仪表添加噪声功率为 $P'_{RX,t} - \delta'_t$ 的加性高斯白噪声,通过 $M$ 次测试被测接收端的吞吐量,获取被测接收端的平均吞吐量作为该被测终端的吞吐量,其中, $\sigma_t$ 为时刻 $t$ 时的阴影衰落, $\Delta$ 为小基站射频端口到终端射频端口的损耗, $\delta'_t$ 为信道模拟器仪表的信道比, $M$ 为大于1的整数。

[0047] 本实施例中,默认信道模拟器仪表的输入信号功率与发送端的发送信号功率相同;信道模拟器仪表的输出信号功率与接收端的接收信号功率相同。

[0048] 信道模拟器仪表在添加大尺度衰落和噪声的基础上,还可以叠加小尺度衰落,小尺度衰落的添加按预设添加方式添加即可,这里对小尺度衰落的添加不作限制。

[0049] 在链路级仿真,以及实际性能测试时,添加小尺度衰落的方式应该一致,便于比较接收端的吞吐量。

[0050] 在本步骤中,也可以通过多次播放室内信道模型,并将每次获得的吞吐量求平均值作为被测接收端的吞吐量,来验证小基站和终端在室内场景的性能。

[0051] 进行链路级仿真的系数 $N$ ,以及室内接收端性能测试次数 $M$ 可以相同,也可以不同,这里不作限制,可以根据实际应用确定仿真和测试的次数。

[0052] 步骤203,测试设备比较被测接收端的吞吐量和模拟接收端的吞吐量,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能。

[0053] 本步骤中的测试设备可以为模型建立设备,也可以为衰落计算设备、仿真设备,还可以为一个独立的测试设备,该测试设备可以为手机、电脑,计算机等,甚至可以通过人工完成比较。

[0054] 在测试设备上预设吞吐量因子为 $Q$ ,若被测接收端的吞吐量为 $K$ ,模拟接收端的吞吐量为 $G$ ,则当 $K$ 不小于 $G \times Q$ 时,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能高;当 $K$ 小于 $G \times Q$ ,确定在所述室内信道模型对应的室内场景中被测接收端的性能低,其中, $Q$ 大于0且小于1。

[0055] 这里之所以给出一个预设吞吐量因子,是因为在实际测量过程中可能还会增加一

些其它衰耗,因此,与链路级仿真获得的结果比较时,引入一个吞吐量因子,以使被测接收端的吞吐量达到一定量时,即认为性能高,或认可达到一个满意的性能水平。

[0056] 本申请提供的接收端性能测试方案中通过建立典型的室内传播环境,包括视距、非视距、视距非视距转换场景,其中大尺度参数由实际环境测量和数学推导得出;

[0057] 给出了室内场景下终端用户的运动轨迹,充分验证室内传播环境中穿透损耗对性能影响;所建立的室内信道模型可用于计算机链路仿真和室内性能测试,通过模拟室内衰落可反复验证不同小基站与终端在室内环境下的性能。

[0058] 综上所述,本申请通过建立室内信道模型,并计算该模型下每时刻的大尺度衰落,在链路级测试以及室内性能测试时添加所述大尺度衰落,以获得模拟的真实室内环境条件下的接收端的吞吐量,以确定被测接收端的性能的高低。通过该方案能够提高接收端性能测试的准确度,为后续室内蜂窝网络的性能研究提供可靠手段。

[0059] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明保护的范围之内。



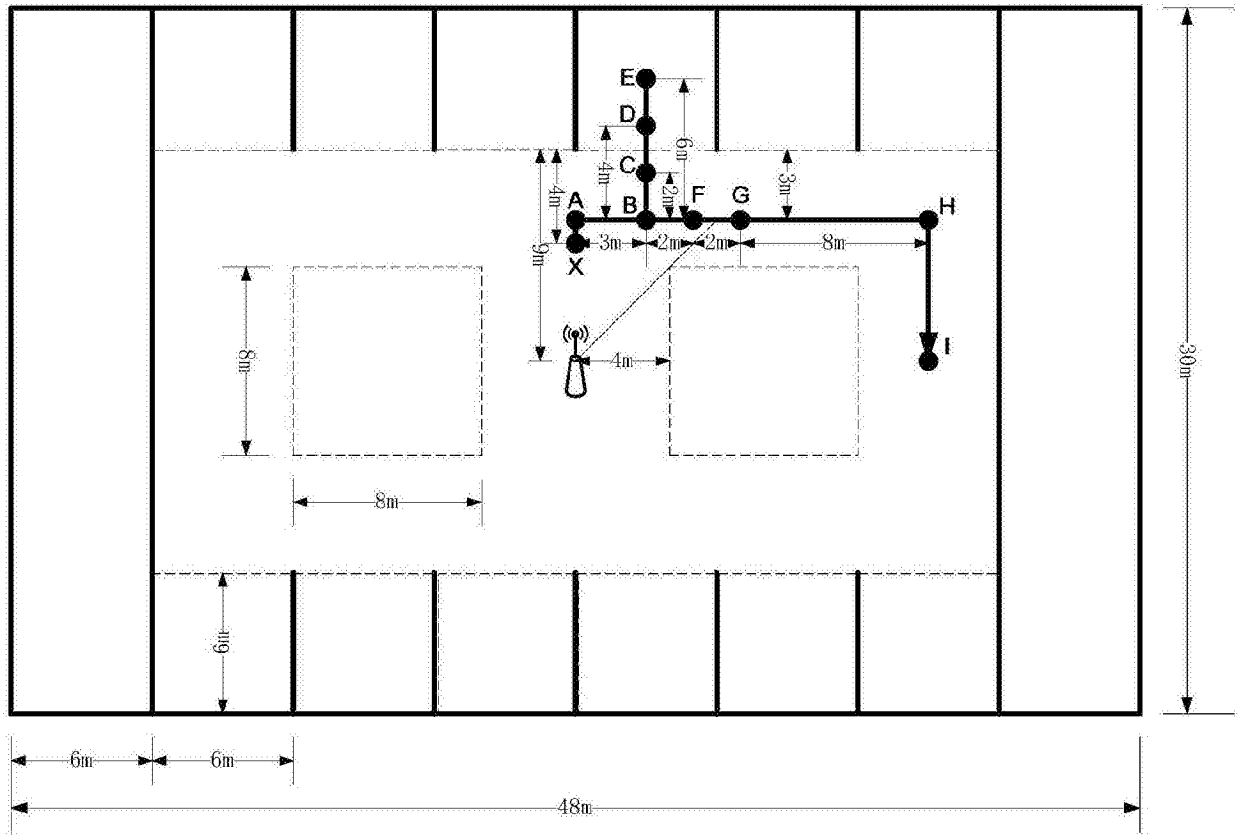


图1

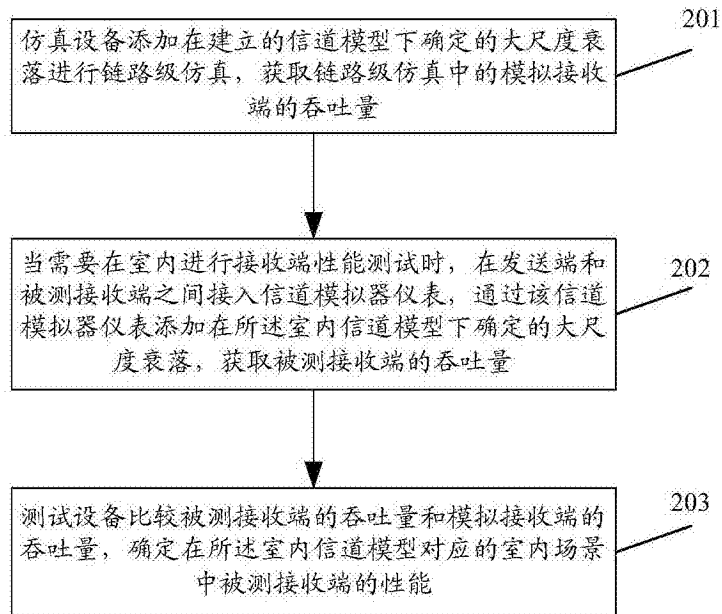


图2

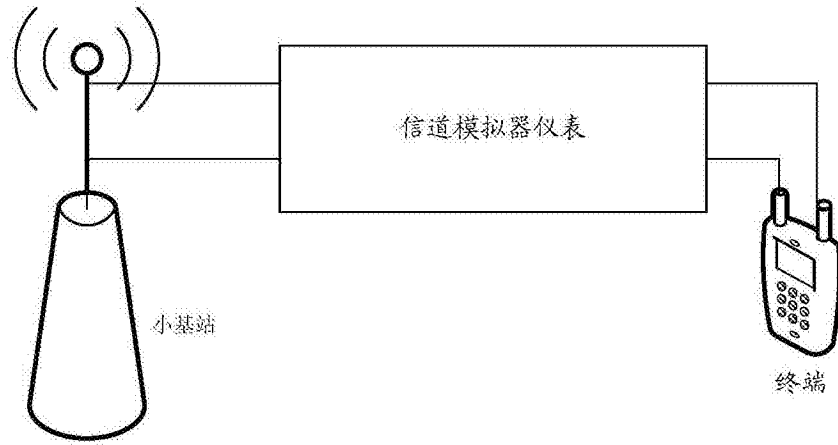


图3