



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109660935 B

(45) 授权公告日 2020.12.18

(21) 申请号 201811428477.4  
 (22) 申请日 2018.11.27  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 109660935 A  
 (43) 申请公布日 2019.04.19  
 (73) 专利权人 南通先进通信技术研究院有限公司  
 地址 226000 江苏省南通市崇川区崇川路  
 58号4号楼11层  
 专利权人 南通大学  
 (72) 发明人 曹娟 张艳秋 冯伟 王珏 孙强  
 杨永杰 葛宁  
 (74) 专利代理机构 北京联瑞联丰知识产权代理  
 事务所(普通合伙) 11411  
 代理人 黄冠华

(51) Int.Cl.  
 H04W 4/02 (2018.01)  
 H04W 24/08 (2009.01)  
 H04W 64/00 (2009.01)  
 H04B 17/327 (2015.01)  
 H04B 17/345 (2015.01)  
 (56) 对比文件  
 US 2013045693 A1,2013.02.21  
 CN 101897228 A,2010.11.24  
 CN 107750471 A,2018.03.02  
 CN 104486775 A,2015.04.01  
 CN 103188704 A,2013.07.03  
 WO 2013128959 A1,2013.09.06  
 审查员 杨黎

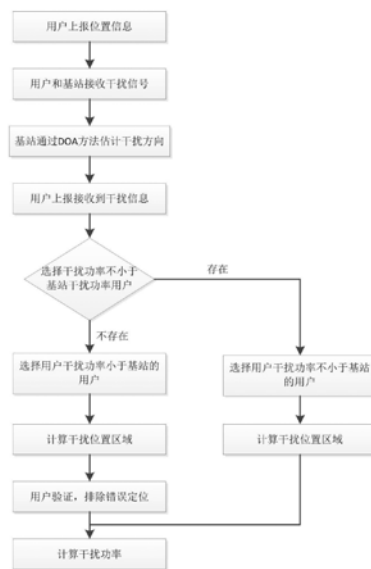
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法,通过定时关闭基站和用户的数据发送,并同时接收干扰信息,通过DOA方法确定基站侧干扰方向,用户将所接收到干扰功率上报基站,从而根据基站和用户接收干扰信息联合判断计算干扰位置区域及功率,该方法可有效定位干扰位置区域,并且不需要增加额外测试设备,无需进行人工排查,节约人力物力,并且可有效定位干扰位置区域和发射功率;该定位干扰位置的方法,算法复杂度低,适用于基站侧阵列天线的通信系统。



1. 一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1、用户上传位置信息;

步骤2、基站和用户定时停止信息发送,只接收干扰信息;

步骤3、基站通过DOA方法判断干扰信号方向;

步骤4、用户上传所接收的干扰的功率;

步骤5、若存在干扰功率不大于基站干扰功率的用户,则随机选取一个此类用户,并进入步骤6,否则,随机选取干扰功率大于基站的用户,进入步骤7;

步骤6、根据基站接收干扰功率、步骤5所选取用户干扰功率、路径损耗模型、基站判断干扰方向,联合计算并确定干扰位置,输出确定干扰位置区域,具体过程如下:

根据不同环境选择不同路径损耗模型,此处选择Hata-Okumura模型,则:

$$P_T - P_m = 69.55 + 26.16 \lg f - 13.82 \lg h_t - \alpha(h_m) + (44.9 - 6.55 \lg h_t) * \lg d_m \quad (1)$$

$$P_T - P_B = 69.55 + 26.16 \lg f - 13.82 \lg h_t - \alpha(h_B) + (44.9 - 6.55 \lg h_t) * \lg d_B \quad (2)$$

其中: $P_T$ 为干扰发射功率;

$f$ 为干扰信号频率;

$h_t$ 为干扰天线有效高度(m);

$h_m$ 为用户天线有效高度(m);

$d_B$ 为干扰与基站之间的距离(km);

$\alpha$ 为接收天线高度因子;

(1)式减(2)式整理得:

$$\lg \frac{d_m}{d_B} = \frac{P_B - P_m + \alpha(h_m) - \alpha(h_B)}{44.9 - 6.55 \lg h_t} \quad (3)$$

分别将 $h_t = 30\text{m}$ 和 $h_t = 200\text{m}$ 带入上式,可得干扰高度在30到200m之间时用户到干扰距离与基站到干扰距离比 $\lambda$ 得值,且:

$$\lambda = \frac{U_m I}{BI} = \frac{d_m}{d_B} \geq 1;$$

当 $\lambda = 1$ 时,根据数学知识可知,干扰位于用户和基站中垂线上,与射线BI交点即为干扰所在位置,此时可以唯一确定干扰位置;

当 $\lambda > 1$ 时,根据数学知识可知,到两定点距离比值恒定的点的轨迹为圆,轨迹圆位于右侧,两圆分别表示干扰高度在两极限值情况,干扰所在位置即为射线BI与两圆交点处之间得阴影部分区域,此时可以唯一确定干扰位置区域;计算完成后进入步骤8;

步骤7、选取用户干扰功率大于基站干扰功率;

步骤8、根据干扰位置、干扰接收功率及路径损耗模型,计算干扰发射功率。

2. 根据权利要求1所述的一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法,其特征在于,所述步骤7还包括如下步骤:

7a、根据基站接收干扰功率、步骤5所选取用户干扰功率、路径损耗模型、基站估计干扰方向,联合计算干扰位置,此时干扰位置区域计算结果有两个;

7b、从未选取的用户中再选取一个用户,根据接收功率和路径损耗模型,对步骤7a所计算得到的两个干扰位置区域进行验证,输出确定干扰位置区域,若两区域验证均正确,则重

新另外选取两个用户进行验证。

## 一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,尤其涉及一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法。

### 背景技术

[0002] 无线信道的共享特性使得无线网络容易受到网内自干扰或者异系统干扰等威胁。为了有效地应对干扰攻击,国内外研究者从物理层通信模式、链路层调度策略、网络层路由算法和应用层服务质量调整等角度提出了包括信道级、链路级和网络级在内的干扰消除或规避方法。对比来看,如何有效地定位干扰源以便从源头上消除干扰威胁研究较少。目前,常用的干扰源定位方法为人工上站干扰排查法。此方法是通常使用定向天线(八木天线,对数周期天线,平板定向天线等)来测量信号方向,同时配备高性能的频谱检测装置对检测的信号波形状进行观察,一旦出现干扰信号持续时间较长的现象,测试人员将在测量地点转动天线并定向。通过在若干个地点使用定向天线测量干扰信号,可大致确定干扰源位置。人工排查方法存在以下不足,(1)测量步骤繁琐,效率低下;(2)共站址建设基站数目多,排查工程量大;(3)测量信号为时变信号,受偶然情况影响,结果存在误差。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种误差小、效率高的基站侧阵列天线系统的干扰定位方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0005] 步骤1、用户上报位置信息;

[0006] 步骤2、基站和用户定时停止信息发送,只接收干扰信息;

[0007] 步骤3、基站通过DOA方法判断干扰信号方向;

[0008] 步骤4、用户上报所接收的干扰的功率;

[0009] 步骤5、若存在干扰功率不大于基站干扰功率的用户,则随机选取一个此类用户,并进入步骤6,否则,随机选取干扰功率大于基站的用户,进入步骤7;

[0010] 步骤6、根据基站接收干扰功率、步骤5所选取用户干扰功率、路径损耗模型、基站估计干扰方向,联合计算并确定干扰位置,输出确定干扰位置区域,计算完成后进入步骤8;

[0011] 步骤7、所选取用户干扰功率大于基站干扰功率;

[0012] 步骤8、根据干扰位置、干扰接收功率及路径损耗模型,计算干扰发射功率。

[0013] 进一步的,所述步骤7还包括如下步骤:

[0014] 7a、根据基站接收干扰功率、步骤5所选取用户干扰功率、路径损耗模型、基站估计干扰方向,联合计算干扰位置,此时干扰位置区域计算结果有两个;

[0015] 7b、从未选取的用户中再选取一个用户,根据接收功率和路径损耗模型,对步骤7a所计算得到的两个干扰位置区域进行验证,输出确定干扰位置区域,若两区域验证均正确,则重新另外选取两个用户进行验证。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:无需进行人工排查,节约人力物力,并且可有效定位干扰位置区域和发射功率;该定位干扰位置的方法,算法复杂度低,适用于基站侧阵列天线的通信系统。

### 附图说明

- [0017] 图1为干扰距用户较近情况下的示意图;  
 [0018] 图2为干扰距基站较近情况下的示意图;  
 [0019] 图3为图1表示的情形的模型图;  
 [0020] 图4为图2表示的情形的模型图;  
 [0021] 图5是本发明的流程示意图。

### 具体实施方式

[0022] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 参看图1-图5,本具体实施方式披露了一种基站侧阵列天线系统的干扰定位方法,干扰系统模型如图1、2所示,图1为干扰距用户较近情况,图2为干扰距基站较近情况。假设基站侧为阵列天线,基站和用户定时停止数据发送,并进行干扰接收。用户将接收到的干扰信息上报给基站,通过对所接收干扰进行处理,定位干扰。整个系统由模块101、模块102、模块103和模块104组成,其中模块101是阵列天线基站,主要作用接收干扰并估计干扰方向;模块102是用户终端,一般指用户收发数据的设备,如手机、笔记本等;模块103是干扰,即为本方案需定位部分;模块104是无线通信链路,主要作用是传输无线信号。图3、4分别为与图1和2对应的数学模型。

[0024] 如图5所示,为基站侧阵列天线系统干扰定位方法流程图,具体包括如下步骤:

[0025] 步骤1、用户上传位置信息;

[0026] 步骤2、基站和用户定时停止信息发送,只接收干扰信息,基站接收干扰功率为 $P_B$ ,用户 $m$ 接收到干扰功率为 $P_m$ ;

[0027] 步骤3、基站通过DOA方法估计干扰信号方向,如图3、4中BI射线所示;

[0028] 步骤4、用户上传所接收干扰的功率;

[0029] 步骤5、若存在干扰功率不大于基站干扰功率的用户,即存在用户 $m$ ,使得接收干扰功率 $P_m \leq P_B$ ,则随机选取一个此类用户,并进入步骤6,否则,随机选取干扰功率大于基站的干扰用户 $m$ ,进入步骤7;

[0030] 步骤6、以基站和用户所在平面建立坐标系,用户 $m$ 所在位置为点 $U_m$ ,基站所在位置为点 $B$ ,如图3所示。根据基站接收干扰功率 $P_B$ 、步骤5所选取用户 $m$ 干扰功率 $P_m$ 、路径损耗模型、基站估计干扰方向,联合计算并确定干扰位置,具体过程如下:

[0031] 根据不同环境选择不同路径损耗模型,此处选择Hata-Okumura模型,则:

$$[0032] \quad P_T - P_m = 69.55 + 26.16 \lg f - 13.82 \lg h_T - \alpha(h_m) + (44.9 - 6.55 \lg h_T) * \lg d_m \quad (1)$$

$$[0033] \quad P_T - P_B = 69.55 + 26.16 \lg f - 13.82 \lg h_T - \alpha(h_B) + (44.9 - 6.55 \lg h_T) * \lg d_B \quad (2)$$

[0034] 其中： $P_T$ 为干扰发射功率；

[0035]  $f$ 为干扰信号频率；

[0036]  $h_t$ 为干扰天线有效高度(m)；

[0037]  $h_m$ 为用户天线有效高度(m)；

[0038]  $d_B$ 为干扰与基站之间的距离(km)；

[0039]  $\alpha$ 为接收天线高度因子；

[0040] (1)式减(2)式整理得：

$$[0041] \quad \lg \frac{d_m}{d_B} = \frac{P_B - P_m + \alpha(hm) - \alpha(hB)}{44.9 - 6.55 \lg ht} \quad (3)$$

[0042] 分别将 $h_t = 30\text{m}$ 和 $h_t = 200\text{m}$ 带入上式,可得干扰高度在30到200m之间时用户到干扰距离与基站到干扰距离比 $\lambda$ 得值,且:

$$[0043] \quad \lambda = \frac{U_m I}{BI} = \frac{d_m}{d_B} \geq 1;$$

[0044] 当 $\lambda = 1$ 时,根据数学知识可知,干扰位于用户和基站中垂线上,与射线BI交点即为干扰所在位置,此时可以唯一确定干扰位置;

[0045] 当 $\lambda > 1$ 时,根据数学知识可知,到两定点距离比值恒定的点的轨迹为圆,轨迹圆位于右侧,如图3所示,两圆分别表示干扰高度在两极限值情况,干扰所在位置即为射线BI与两圆交点处之间得阴影部分区域,此时可以唯一确定干扰位置区域;

[0046] 计算完成后进入步骤8;

[0047] 步骤7、所选取用户干扰功率大于基站干扰功率,则需分下面两步进行

[0048] 7a、以基站和用户所在平面建立坐标系,用户 $m$ 所在位置为点 $U_m$ ,基站所在位置为点B,如图4所示。根据基站接收干扰功率、步骤5所选取用户干扰功率、路径损耗模型、基站估计干扰方向,联合计算干扰位置。

[0049] 此时与步骤6相同,根据路径损耗模型可得用户到干扰距离与基站到干扰距离比 $\lambda$ 且:

$$[0050] \quad \lambda = \frac{U_m I}{BI} = \frac{d_m}{d_B} < 1, \text{根据数学知识可知,到两定点距离比值恒定的点的轨迹为圆,}$$

当 $\lambda < 1$ 时,轨迹圆位于左侧,如图4所示。两圆分别表示干扰高度在两极限值情况,干扰所在位置即为射线BI与两圆交点处之间得阴影部分区域,由于两区域在基站同侧,无法排除错误干扰,此时需进一步验证;

[0051] 7b、从未选取的用户中再选取一个用户 $n$ ,根据接收功率和路径损耗模型,对步骤7a所计算得到的两个干扰位置区域进行验证,从而确定正确的干扰位置区域。若验证步骤7a两区域均正确,说明两用户关于基站干扰连线对称,需重新执行步骤7b;

[0052] 步骤8、根据干扰位置、干扰接收功率及路径损耗模型,估计干扰发射功率。

[0053] 本发明可以通过系统自动进行定位或者人工操作,从而无需进行人工排查,节约人力物力,并且针对以基站侧为阵列天线的系统,可以有效的定位干扰位置区域和发射功率;利用基站接收干扰信息结合用户端接收的干扰信息,进行定位干扰位置,算法复杂度低,适用于基站侧阵列天线的通信系统,并且不需要额外的测试设备。

[0054] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

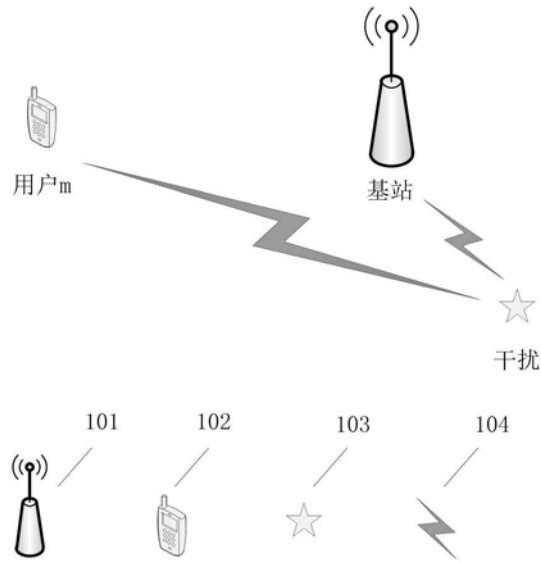


图1

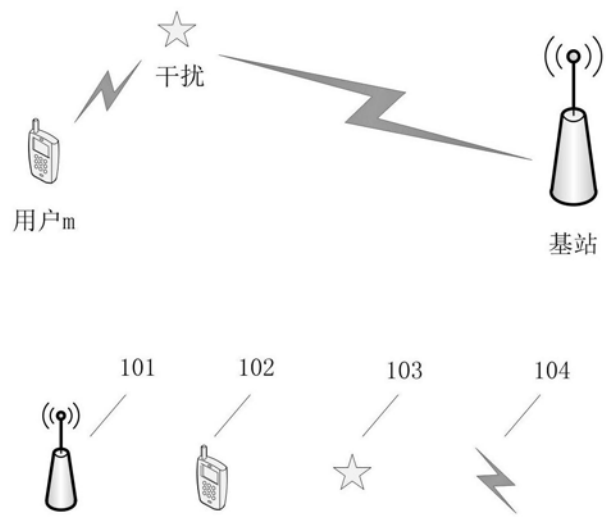


图2

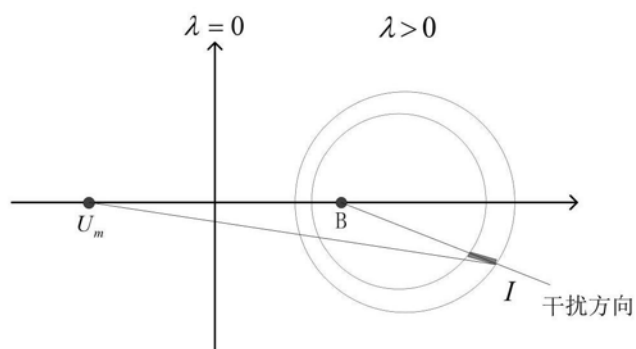


图3

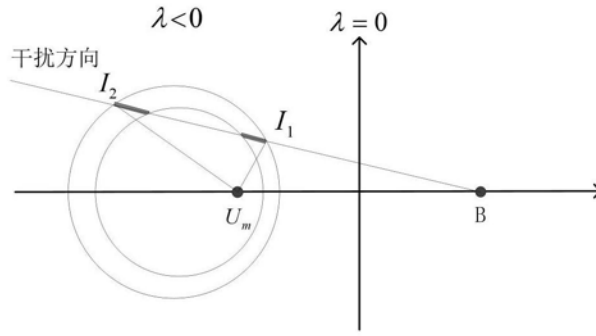


图4

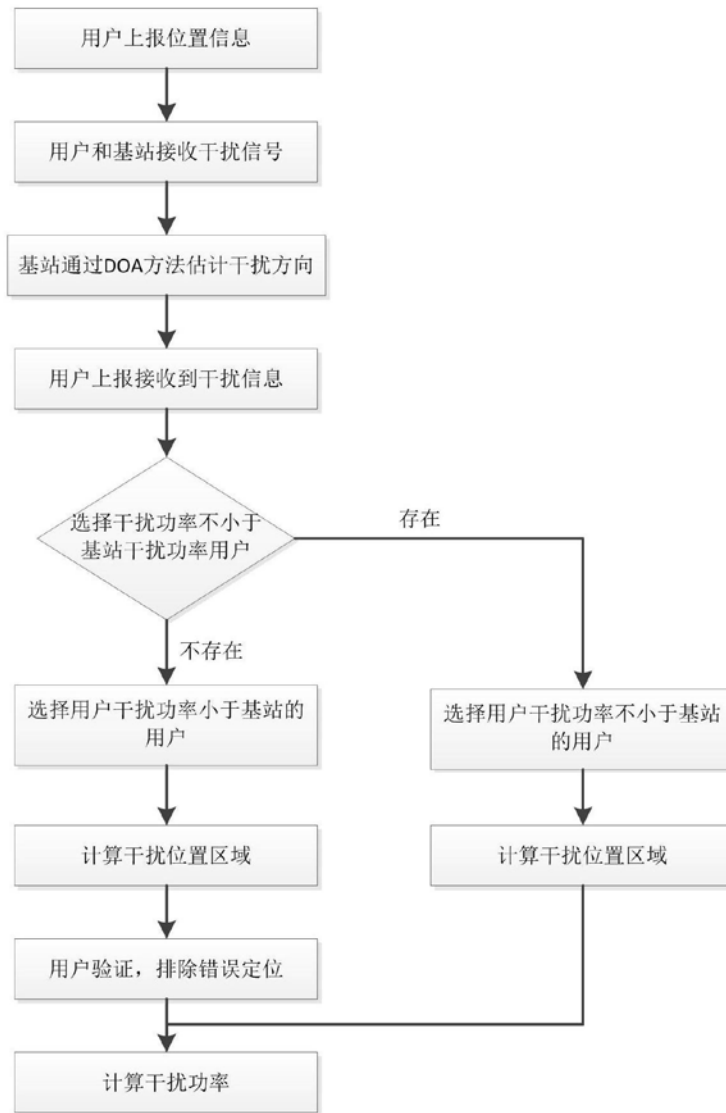


图5