



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105158731 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510608642. 4

(22) 申请日 2015. 09. 22

(71) 申请人 西华大学

地址 610039 四川省成都市金牛区土桥金周  
路 999 号

(72) 发明人 胡小伟 裴峥 马方立 孔明明

(74) 专利代理机构 成都天嘉专利事务所(普通  
合伙) 51211

代理人 冉鹏程

(51) Int. Cl.

G01S 5/02(2010. 01)

G01S 5/06(2006. 01)

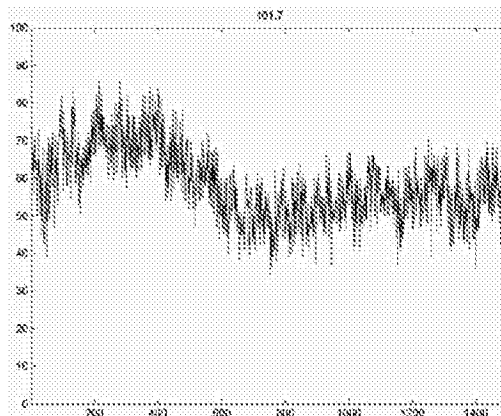
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于路测功率值的信源定位方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于路测功率值的信源定位方法,涉及无线电信号源定位技术领域。本发明包括数据采集、数据处理、获取极值或最值和信源定位步骤。本发明的信源定位方法不需要对信号源进行测向定位,不会受到信号传输过程中遇到的反射折射的影响,只需要接收 GPS 位置信息数据和对应的功率值。在车载设备进行测向的过程中,现有设备可以很容易做到接收功率和 GPS 数据的采集;数据获取容易。



1. 一种基于路测功率值的信源定位方法,其特征在于:其步骤如下:

数据采集步骤:通过无线电接收设备和 GPS 数据采集设备获得在设定路径上的原始数据,所述原始路测数据包括路测 GPS 位置信息数据和对应的功率值;

设定信号源的搜索区域  $Re$ :以数据采集的路径为基础,向外拓展 1~3 倍面积的相应区域作为信号源的搜索区域  $Re$ ;

数据处理步骤:建立数学模型  $Delta = f(Gps)$ :其中  $Gps$  表示信号源的预测位置;该模型满足在信号源位置所处邻域内,可以找到一个位置  $Gps$  使得  $Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值;

获取信号源位置的步骤:根据数学模型  $Delta = f(Gps)$ ,对  $Delta$  采用最优化算法,在区域  $Re$  内计算  $Delta = f(Gps)$  的极值或者最值  $Delta_m$ ;在此过程可能得到  $M(M>0)$  个位置  $Gps_m$  使得  $Delta = f(Gps)$  取得极值点  $Delta_m$ ,在这些极值或最值中,使得  $Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值的某个  $Gps_m$  是信号源的位置;

多个可能的信号源的位置的筛选步骤:以使得  $Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值的位置  $Gps_m$  为基础,反推每个数据采集点的电波传播模型;当电波传播模型参数方差值最小时,该位置  $Gps_m$  便是信号源的最优位置。

2. 如权利要求 1 所述的一种基于路测功率值的信源定位方法,其特征在于:还包括数据筛选步骤,所述数据筛选步骤设置在数据采集步骤之后,数据处理步骤之前;所述数据筛选步骤具体是指:

a、以一个数据采集的 GPS 位置点为参考点,计算它到其他数据采集位置点的距离  $d_{ij}$ ,其中  $i$  是参考点的编号, $j$  为其他位置点的编号;

b、按照公式  $\rho_{ij} = e^{-d_{ij}^2/\delta^2}$ ,计算出  $\rho_{ij}$ ,其中  $\delta$  是描述以参考点为中心,半径为  $\delta$  的圆内包含的其他 GPS 位置信息数据;

c、按照公式  $\rho_i = \sum_{j=1}^N \rho_{ij}$ ,求解密度,其中  $N$  是信号采集点的数量;

d、重复 a-c 步骤,将  $i$  从 1 计算到  $n$ ,将所有点的密度计算出来,并观察部分数据与其他数据之间有无明显界限,如果有明显界限,确定一个阈值  $t$ ,当  $\rho_i < t$ ,这个位置点滤除,反之,则保留这个位置点;如果没有明显界限,则可增大  $\delta$ ,重复上述步骤。

3. 如权利要求 1 所述的一种基于路测功率值的信源定位方法,其特征在于:所述数据处理步骤中建立数学模型  $Delta = f(Gps)$  具体是指:预估所测信号的电波传播模型和信号源的发射功率,根据电波传播模型建立数学模型,

$Delta = f(Gps) = \sum_{i=1}^N |R_i - R_{gs}|$ ;其中  $R_i$  是

在 $\bar{x}_i$ 位置点采集到的路测功率值; $R_{\bar{x}_i}$ 是以假定的信号源位置为标准, $R_{\bar{x}_i} = P_s - L_{P_i}$ , $P_s$ 是信号源的发射功率, $L_{P_i}$ 是电波传播模型计算出来的电波损耗, $N$ 是信号采集点的个数。

4.如权利要求1所述的一种基于路测功率值的信源定位方法,其特征在于:所述电波传播模型表示无线电信号通过不同地形地貌以后,在接收位置上能量衰减值,所述电波传播模型可以表示为: $L_P = k \log d + b$ ,其中 $L_P$ 是无线电信号的衰减值, $d$ 是信号源到测量点的距离, $k$ 、 $b$ 是两个常数,与信号源的发射天线的高度、接收天线的高度以及传播途径中的地形复杂度有关。

5.如权利要求1所述的一种基于路测功率值的信源定位方法,其特征在于:所述数据处理步骤中建立数学模型 $Delta = f(Gps)$ 具体是指:建立数学模型

$Delta = f(Gps) = \sum_{i=1}^N |(R_i - \bar{R}) - (R_{\bar{x}_i} - \bar{R}_i)|$ ;其中 $R_{\bar{x}_i} = k \log(d_i)$ , $k$ 是一个经验参

数,取值是28~55, $d_i$ 是预测的信号源的位置 $Gps$ 与第 $i$ 个信号采集点的距离,即

$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$ , $\bar{R}_i$ 是 $N$ 个 $R_{\bar{x}_i}$ 的均值。

## 一种基于路测功率值的信源定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线电信号源定位技术领域,更具体地说涉及一种基于路测功率值的信源定位方法。

### 背景技术

[0002] 在无线电领域中,一个重要的研究方向就是对无线电信号源的定位问题。在已经发展出来的无线电信号源定位方法中,主要的信号源定位方法是:寻找出在测试位置点出的,接收到指定频率的信号的最大值得方向,并且朝着该方向运动;经过不断的测向和运动,找到信号源的位置。由于城市中高楼林立,电磁波不能按照理想的直线传播,所以按照测向的办法进行定位的方法比较复杂。

[0003] 传统的在城市中寻找无线电信号源大致有两种方法:

[0004] 第一:依靠架设在城市中较高位置的固定监测站,对待查的无线电信号进行测向,然后交绘定位,从而得到无线电信号源的大体位置;然后如果可以 and 监测站的台站数据库里的台站信息吻合,则可以判断该合法电台的地理位置;如果台站数据库内没有相应信息,则该电台是一个非法电台,需要派无线电工作人员到测得的大体位置,依靠测向天线寻找信号源的位置。

[0005] 第二:利用车载无线电监测设备,找到存在信号源信号的地理范围内的多个制高点进行测向,交绘定位,得到信号源的大体位置。然后奔向测得的大体位置,再测向,再调整行车路线,最后找到信号源的位置;必要时候下车,利用手持式测向设备寻找信号源的位置。

[0006] 国家知识产权局于 2012 年 06 月 27 日,公开了一件公开号为 CN102520393A,名称为“信源定位方法”的发明专利,该发明专利包括步骤:获得各接收天线接收信源发送的信号时的接收信号功率值;针对每个接收天线,分别根据获得的各接收信号功率值,确定所述信源的横向坐标为该接收天线的横向坐标时的概率值;根据确定出的各概率值,确定该信源的横向坐标。采用本发明技术方案,能够解决现有技术中计算复杂度较高,稳定性较差,误差较大以及系统成本较高的问题。

[0007] 由于城市中高楼林立,电磁波不能按照理想的直线传播,所以按照测向的办法进行定位的方法比较复杂。查找时间较长、信号源查找效率较低,不能准确定位。

### 发明内容

[0008] 为克服现有技术中的不足,本发明提供了一种基于路测功率值的信源定位方法,本发明的发明目的是提供一种快速定位信号源位置,节省信号源的查找时间,提高信号源定位准确性的信源定位方法,本发明的信源定位方法通过采集不同地理位置的信号源的功率数据,并根据收集到的数据进行处理,最终确定信号源的位置,可以大大缩短查找信号源位置的时间,提高信号源查找效率,节省人力物力。

[0009] 为解决上述现有技术中的不足,本发明是通过下述技术方案实现的:

[0010] 一种基于路测功率值的信源定位方法,其特征在于:其步骤如下:

[0011] 数据采集步骤:通过无线电接收设备和 GPS 数据采集设备获得在设定路径上的原始数据,所述原始路测数据包括路测 GPS 位置信息数据和对应的功率值;

[0012] 设定信号源的搜索区域  $R_e$ :以数据采集的路径为基础,向外拓展 1 ~ 3 倍面积的相应区域作为信号源的搜索区域  $R_e$ ;

[0013] 数据处理步骤:建立数学模型  $\Delta = f(Gps)$ :其中  $Gps$  表示信号源的预测位置;该模型满足在信号源位置所处邻域内,可以找到一个位置  $Gps$  使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值;

[0014] 获取信号源位置的步骤:根据数学模型  $\Delta = f(Gps)$ ,对  $\Delta$  采用最优化算法,在区域  $R_e$  内计算  $\Delta = f(Gps)$  的极值或者最值  $\Delta_{m_i}$ ;在此过程可能得到  $M(M>0)$  个位置  $Gps_{m_i}$ 使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值点  $\Delta_{m_i}$ ,在这些极值或最值中,使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值的某个  $Gps_{m_i}$ 是信号源的位置;

[0015] 多个可能的信号源的位置的筛选步骤:以使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值的位置  $Gps_{m_i}$ 为基础,反推每个数据采集点的电波传播模型;当电波传播模型的参数方差值最小时,该位置  $Gps_{m_i}$ 便是信号源的最优位置。

[0016] 还包括数据筛选步骤,所述数据筛选步骤设置在数据采集步骤之后,数据处理步骤之前;所述数据筛选步骤具体是指:

[0017] a、以一个数据采集的 GPS 位置点为参考点,计算它到其他数据采集位置点的距离  $d_{ij}$ ,其中  $i$  是参考点的编号, $j$  为其他位置点的编号;

[0018] b、按照公式  $\rho_{ij} = e^{-d_{ij}^2 / \delta^2}$ ,计算出  $\rho_{ij}$ ,其中  $\delta$  是描述以参考点为中心,半径为  $\delta$  的圆内包含的其他 GPS 位置信息数据;

[0019] c、按照公式  $\rho_i = \sum_{j=1}^N \rho_{ij}$ ,求解密度,其中  $N$  是信号采集点的数量;

[0020] d、重复 a-c 步骤,将  $i$  从 1 计算到  $n$ ,将所有点的密度计算出来,并观察部分数据与其他数据之间有无明显界限,如果有明显界限,确定一个阈值  $t$ ,当  $\rho_i < t$ ,这个位置点滤除,反之,则保留这个位置点;如果没有明显界限,则可增大  $\delta$ ,重复上述步骤。

[0021] 所述数据处理步骤中建立数学模型  $\Delta = f(Gps)$  具体是指:预估所测信号的电波传播模型和信号源的发射功率,根据电波传播模型建立数学模型,

$\Delta = f(Gps) = \sum_{i=1}^N |R_i - R_{ci}|$ ;其中  $R_i$  是在  $i$  位置点采集到的路测功率值; $R_{ci}$  是以假定的信

号源位置为标准,  $R_{ci} = P_s - Lp_i$ ,  $P_s$  是信号源的发射功率,  $Lp_i$  是电波传播模型计算出来的电波损耗,  $N$  是信号采集点的个数。

[0022] 所述电波传播模型表示无线电信号通过不同地形地貌以后,在接收位置上能量衰减,所述电波传播模型可以表示为:  $Lp = k \log d + b$ ,其中  $Lp$  是无线电信号的衰减值,  $d$  是信号源到测量点的距离,  $k$ 、 $b$  是两个常数,与信号源的发射天线的高度、接收天线的高度以及传播途径中的地形复杂度有关。

[0023] 所述数据处理步骤中建立数学模型  $\Delta = f(Gps)$  具体是指:建立数学模

型  $\Delta = f(Gps) = \sum_{i=1}^N |(R_i - \bar{R}) - (R_{ci} - \bar{R}_c)|$ ; 其中  $R_{ci} = k \log(d_i)$ ,  $k$  是一个经验参数, 取值是 28 ~ 55,  $d_i$  是预测的信号源的位置 Gps 与第  $i$  个信号采集点的距离, 即  $d_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}$ ,  $\bar{R}_c$  是  $N$  个  $R_{ci}$  的均值。

[0024] 最优化的算法: 为了达到最优化目的所提出的各种求解方法。从数学意义上说, 最优化方法是一种求极值的方法, 即在一组约束为等式或不等式的条件下, 使系统的目标函数达到极值, 即最大值或最小值。经典的最优化算法有梯度、Hessian 矩阵、拉格朗日乘数、单纯形法、梯度下降法等; 而对于更复杂的问题, 则可考虑用一些智能优化算法, 例如遗传算法、蚁群算法、模拟退火、禁忌搜索、粒子群算法等。

[0025] 与现有技术相比, 本发明所带来的有益的技术效果表现在:

[0026] 1、本发明的信源定位方法不需要对信号源进行测向定位, 不会受到信号传输过程中遇到的反射折射的影响; 本发明的技术方案, 是测向式信号源定位方法的一种补充。当测向式信号源定位方法存在一定误差的城市地理环境中, 可以采用本发明的技术方案, 弥补测向定位方法的不足, 通过数学运算的方法, 提供一个信号源可能的参考位置, 帮助无线电工作人员花费更少的时间找出信号源的位置。

[0027] 2、只需要 GPS 位置信息数据和对应的功率值, 现有设备可以很容易做到接收功率和 GPS 数据的采集, 数据获取容易。

[0028] 3、除了一台电脑、平板或者智能手机等智能设备, 不要添加任何别的硬件, 成本低廉。

## 附图说明

[0029] 图 1, 采集的 101.7MHz 调频广播的信号强度图

[0030] 图 2, 采集的 101.7MHz 调频广播信号的信源定位图, 该图中随机选取了四个不同的假设点为起点来定位信号源的位置。

## 具体实施方式

[0031] 实施例 1

[0032] 作为本发明一较佳实施例, 本实施例公开了:

[0033] 一种基于路测功率值的信源定位方法, 其步骤如下:

[0034] 数据采集: 通过带 GPS 的监测接收设备采集所述路径上的原始路测数据, 所述原始路测数据包括路测 GPS 位置信息数据和对应的功率值; 实时计算信号源的位置;

[0035] 设定信号源的搜索区域  $R_e$ : 以数据采集的路径为基础, 向外拓展 1 倍面积的相应区域作为信号源的搜索区域  $R_e$ ;

[0036] 数据处理步骤: 建立数学模型  $\Delta = f(Gps)$ ; 计算信号源的真实位置和预测位置的误差, 其中 Gps 表示信号源的预测位置; 在信号源位置所处邻域内, 可以找到一个点 Gps 使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值;

[0037] 如果可以预估所测信号的电波传播模型和信号源的发射功率, 可以根据电波传播

模型建立函数： $Delta = f(Gps) = \sum_{i=1}^N |R_i - R_{ci}|$ ；其中  $R_i$  是在  $i$  位置点采集到的路测功率值；

$R_{ci}$  是以假定的信号源位置为标准， $R_{ci} = P_s - L_{p_i}$ ， $P_s$  是信号源的发射功率， $L_{p_i}$  是电波传播模型计算出来的电波损耗， $N$  是信号采集点的个数；

[0038] 电波传播模型描述了无线电信号通过不同的地形地貌以后，在接受位置上能量衰减，它可以表示为： $L_p = k \log d + b$ ，其中  $L_p$  是无线电信号的衰减值， $d$  是信号源到测量点的距离， $k$ ， $b$  是两个常数，与信号源的发射天线的高度，接受天线的高度以及传播途径中的地形复杂度有关；

[0039] 获取极值或最值步骤：根据数据处理步骤中建立的数学模型  $Delta = f(Gps)$ ，随机选取不同点作为起点，对  $Delta$  采用梯度下降算法计算极值；得到  $M$  个位置  $Gps_m$  使得  $Delta = f(Gps)$  取得极值  $Delta_m$ ；

[0040] 多个可能的信号源的位置的筛选步骤：以  $Gps_m$  为参考，推算每个信号采集点的电波传播模型的参数，并用该参数判断信号源的位置的合理性；

[0041] 通过计算，得到  $M$  个  $Delta = f(Gps)$  的极值和最值，将每一个取得极值或者最值的位置  $Gps_m$  代入以下公式运算：

[0042] 通过公式： $k_i = \frac{R_i - \bar{R}}{\log d_i - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \log d_j}$  计算每一个位置  $X$  的  $k$  参数，其中， $k_i$  是可能的

信号源的位置  $X$  相对于第  $i$  信号采集点的电波传播模型的  $k$  参数， $R_i$  是第  $i$  个信号采集点的信号接收功率， $\bar{R}$  是所有点的接收功率的均值， $d_i$  是  $X$  和第  $i$  个信号采集点的距离， $N$  是信号采集点的个数；

[0043] 接下来算出  $k_1 \sim k_n$ ，再计算  $k_1 \sim k_n$  的方差  $S_n$ ；

[0044] 最后，取出  $S_1 \sim S_M$  中的最小值  $S_{min} = \min(S_1, \dots, S_M)$ ， $S_{min}$  对应的位置  $X$  便是信号源位置的最优估计。

[0045] 实施例 2

[0046] 作为本发明又一较佳实施例，本实施例公开了：

[0047] 一种基于路测功率值的信源定位方法，其步骤如下：

[0048] 数据采集：通过分别采集监测接收设备和 GPS 设备在所述路径上的原始路测数据，所述原始路测数据包括路测 GPS 位置信息数据和对应的功率值；实时计算信号源的位置；

[0049] 设定信号源的搜索区域  $Re$ ：以数据采集的路径为基础，向外拓展 2 倍面积的相应区域作为信号源的搜索区域  $Re$ ；

[0050] 数据筛选步骤：

[0051] a、以一个数据采集的 GPS 位置点为参考点，计算它到其他数据采集位置点的距离  $d_{ij}$ ，其中  $i$  是参考点的编号， $j$  为其他位置点的编号；

[0052] b、按照公式  $\rho_{ij} = e^{-d_{ij}^2 / \delta^2}$ ，计算出  $\rho_{ij}$ ，其中  $\delta$  是描述以参考点为中心，半径为  $\delta$  的圆内包含的其他 GPS 位置信息数据；

[0053] c、按照公式  $\rho_i = \sum_{j=1}^N \rho_{ij}$  , 求解密度, 其中 N 是信号采集点的数量;

[0054] d、重复 a-c 步骤, 将 i 从 1 计算到 n, 将所有点的密度计算出来, 并观察部分数据与其他数据之间有无明显界限, 如果有明显界限, 确定一个阈值 t, 当  $\rho_i < t$ , 这个位置点滤除, 反之, 则保留这个位置点; 如果没有明显界限, 则可增大  $\delta$ , 重复上述步骤;

[0055] 数据处理步骤: 建立数学模型  $\Delta = f(\text{Gps})$ ; 计算信号源的真实位置和预测位置的误差, 其中 Gps 表示信号源的预测位置; 在信号源位置所处邻域内, 可以找到一个点 Gps 使得  $\Delta = f(\text{Gps})$  取得极值或者最值;

[0056] 当对所测信号的电波传播模型一无所知的时候, 建立数学模型

$$\Delta = f(\text{Gps}) = \sum_{i=1}^N |(R_i - \bar{R}) - (R_{ci} - \bar{R}_c)|; \text{其中 } R_{ci} = k \log(d_i), k \text{ 是一个经验参数, 取值是}$$

28,  $d_i$  是假定的信号源与第 i 个路测点之间的距离, 即  $d_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}$ ,  $\bar{R}_c$  是 n 个  $R_{ci}$  的均值;

[0057] 获取极值或最值步骤: 根据数据处理步骤中建立的数学模型  $\Delta = f(\text{Gps})$ , 随机选取不同点作为起点, 对  $\Delta$  采用梯度下降算法计算极值; 得到 M 个位置  $\text{Gps}_m$  使得  $\Delta = f(\text{Gps})$  取得极值  $\Delta_{m_i}$ ;

[0058] 多个可能的信号源的位置的筛选步骤: 以  $\text{Gps}_m$  为参考, 推算每个信号采集点的电波传播模型的参数, 并用该参数判断信号源的位置的合理性;

[0059] 通过计算, 得到 M 个  $\Delta = f(\text{Gps})$  的极值和最值, 将每一个取得极值或者最值的位置  $\text{Gps}_m$  代入以下公式运算:

[0060] 通过公式:  $k_i = \frac{R_i - \bar{R}}{\log d_i - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \log d_j}$  计算每一个位置 X 的 k 参数, 其中,  $k_i$  是可能的

信号源的位置 X 相对于第 i 信号采集点的电波传播模型的 k 参数,  $R_i$  是第 i 个信号采集点的信号接收功率,  $\bar{R}$  是所有点的接收功率的均值,  $d_i$  是 X 和第 i 个信号采集点的距离, N 是信号采集点的个数;

[0061] 接下来算出  $k_1 \sim k_n$ , 再计算  $k_1 \sim k_n$  的方差  $S_n$ ;

[0062] 最后, 取出  $S_1 \sim S_M$  中的最小值  $S_{\min} = \min(S_1, \dots, S_M)$ ,  $S_{\min}$  对应的位置 X 便是信号源位置的最优估计。

[0063] 实施例 3

[0064] 作为本发明又一较佳实施例, 本实施例公开了:

[0065] 一种基于路测功率值的信源定位方法, 其步骤如下:

[0066] 数据采集步骤: 先通过监测接收设备和 GPS 设备实时采集所述路径上的原始路测数据并储存起来, 所述原始路测数据包括路测 GPS 位置信息数据和对应的功率值; 然后将数据导入算法中离线计算信号源的位置;

[0067] 数据筛选步骤具体是指:



[0068] a、以一个数据采集的 GPS 位置点为参考点,计算它到其他数据采集位置点的距离  $d_{ij}$ ,其中  $i$  是参考点的编号, $j$  为其他位置点的编号;

[0069] b、按照公式  $\rho_{ij} = e^{-d_{ij}^2 / \delta^2}$ ,计算出  $\rho_{ij}$ ,其中  $\delta$  是描述以参考点为中心,半径为  $\delta$  的圆内包含的其他 GPS 位置信息数据;

[0070] c、按照公式  $\rho_i = \sum_{j=1}^N \rho_{ij}$ ,求解密度,其中  $N$  是信号采集点的数量;

[0071] d、重复 a-c 步骤,将  $i$  从 1 计算到  $n$ ,将所有点的密度计算出来,并观察部分数据与其他数据之间有无明显界限,如果有明显界限,确定一个阈值  $t$ ,当  $\rho_i < t$ ,这个位置点滤除,反之,则保留这个位置点;如果没有明显界限,则可增大  $\delta$ ,重复上述步骤;

[0072] 设定信号源的搜索区域  $Re$ :以数据采集的路径为基础,向外拓展 3 倍面积的相应区域作为信号源的搜索区域  $Re$ 。

[0073] 数据处理步骤:预估所测信号的电波传播模型和信号源的发射功率,根据电波传

播模型建立数学模型,  $\Delta = f(Gps) = \sum_{i=1}^N |R_i - R_{ci}|$ ;其中  $R_i$  是在  $i$  位置点采集到的路测功

率值; $R_{ci}$  是以假定的信号源位置为标准,  $R_{ci} = P_s - Lp_i$ ,  $P_s$  是信号源的发射功率,  $Lp_i$  是电波传播模型计算出来的电波损耗,  $N$  是信号采集点的个数;

[0074] 获取信号源位置的步骤:根据数学模型  $\Delta = f(Gps)$ ,对  $\Delta$  采用最优化算法,在区域  $Re$  内计算  $\Delta = f(Gps)$  的极值或者最值  $\Delta_{m}$ ;在此过程可能得到  $M(M>0)$  个位置  $Gps_m$  使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值点  $\Delta_m$ ,在这些极值或最值中,使得  $\Delta = f(Gps)$  取得极值或者最值的某个  $Gps_m$  是信号源的位置;

[0075] 多个可能的信号源的位置的筛选步骤:以  $Gps_m$  为参考,推算每个信号采集点的电波传播模型的参数,并用该参数判断信号源的位置的合理性;

[0076] 通过计算,得到  $M$  个  $\Delta = f(Gps)$  的极值和最值,将每一个取得极值或者最值的位置  $Gps_m$  代入以下公式运算:

[0077] 通过公式:  $k_i = \frac{R_i - \bar{R}}{\log d_i - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \log d_j}$  计算每一个位置  $X$  的  $k$  参数,其中,  $k_i$  是可能的

信号源的位置  $X$  相对于第  $i$  信号采集点的电波传播模型的  $k$  参数,  $R_i$  是第  $i$  个信号采集点的信号接收功率,  $\bar{R}$  是所有点的接收功率的均值,  $d_i$  是  $X$  和第  $i$  个信号采集点的距离,  $N$  是信号采集点的个数;

[0078] 接下来算出  $k_1 \sim k_n$ ,再计算  $k_1 \sim k_n$  的方差  $S_n$ ;

[0079] 最后,取出  $S_1 \sim S_M$  中的最小值  $S_{min} = \min(S_1, \dots, S_M)$ ,  $S_{min}$  对应的位置  $X$  便是信号源位置的最优估计。

[0080] 上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原

---

则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

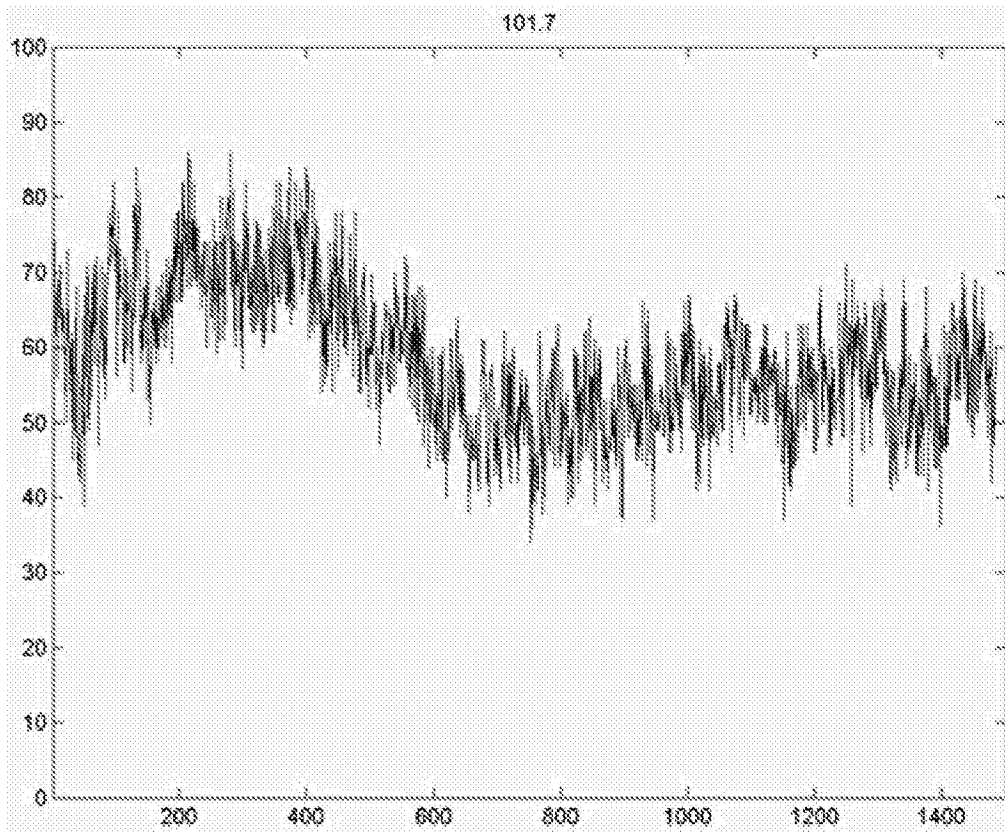


图 1

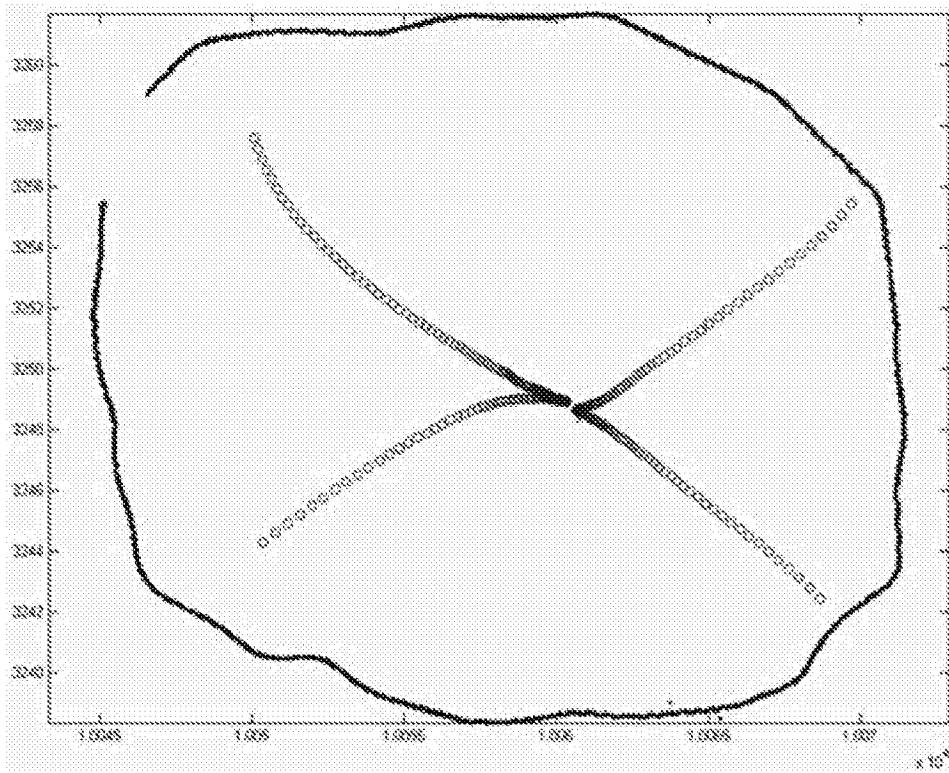


图 2