



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104066172 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201410267520.9

(22)申请日 2014.06.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104066172 A

(43)申请公布日 2014.09.24

(73)专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市御道街29号

(72)发明人 陈兵 杨小玲 钱红燕

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限

公司 32200

代理人 朱小兵

(51)Int.Cl.

H04W 64/00(2009.01)

(56)对比文件

CN 103476113 A,2013.12.25,

CN 103634901 A,2014.03.12,

CN 101772156 A,2010.07.07,

容晓峰.RSSI位置指纹的定位误差分析与仿真.《西安工业大学学报》.2010,第30卷(第6期),

审查员 刘雅莎

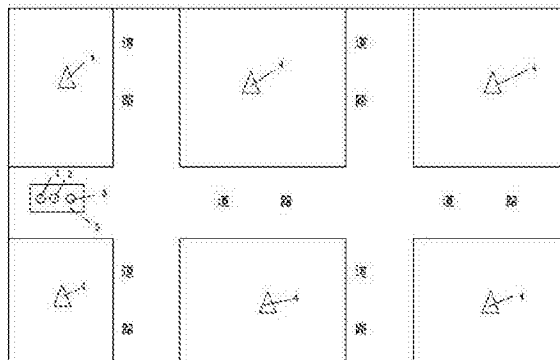
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种对无线局域网中的AP进行定位的方法

(57)摘要

本发明公开了一种对无线局域网中的AP进行定位的方法,所述定位方法可应用于无线局域网中,对定位区域进行分区,建立一张对应的概率密度表,利用定向天线不同方向上增益不同的特点,收集各测量点和各角度的信号强度,通过信号强度的理论值和测量值之间的差值来计算AP落在各小区域的概率,累加到概率密度表中,最后根据概率密度表计算AP的位置。本发明公开的方法减少了数据采集量,只需用定向天线在少量点和少量角度收集数据就可以得到比较高的定位精度,有效的降低了数据的采集量。



1. 一种对无线局域网中的AP进行定位的方法,其特征在于,具体步骤如下:

步骤一、初始化:

对无线局域网所在的整个实验区域进行分区,实验区域总共划分为 $A \times B$ 个单元格,每个单元格的大小设置为 $\text{CellSize} \times \text{CellSize}$ , $\text{CellSize}$ 的单位是米;建立一个 $A \times B$ 的概率密度表 $\text{Accu\_Prob}$ ,所述概率密度表中的数值表示AP落在相应单元格的可能性,数值越小,则AP落在相应单元格的可能性越大,将表中所有的数值初始化为0;

步骤二、预处理:

对在各测量点和各角度收集到的信号强度进行处理,得到与待定位AP相关的记录集,表示为:

$$R = \{ \text{Loc}_i(x_i, y_i), \theta_j, \text{RSS}(\theta_{ij}) \}, i \in [1, N], j \in [1, M_i];$$

其中, $N$ 表示测量点的个数; $M_i$ 表示在当前测量点测量的角度的个数; $\text{Loc}_i$ 表示测量点的位置,其坐标用 $(x_i, y_i)$ 表示,单位为米; $\theta_j$ 表示定向天线从正北方向顺时针旋转的角度, $0 \leq \theta_j < 360$ ;  $i$ 和 $j$ 的取值为自然数,分别表示第 $i$ 个测量点和第 $j$ 个角度; $\text{RSS}(\theta_{ij})$ 表示在第 $i$ 个测量点的第 $j$ 个角度收集的信号强度值;

步骤三、更新概率密度表:

根据步骤二得到的记录集中的每条记录,对步骤一中所有的单元格计算其概率值;设定单元格 $k$ 的概率值为 $\text{Diff}_k$ ,按照下述公式更新概率密度表:

$$\text{Accu\_Prob}_k = \sum \text{Diff}_k;$$

其中,单元格概率值计算的具体方法如下:

设定第 $i$ 个测量点的位置为 $(x_i, y_i)$ ,单元格的位置记为 $(x_k, y_k)$ ,

(301) 计算单元格到测量点的距离 $D_k$ 和单元格相对于测量点的角度 $\beta_k$ :

$$D_k = \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2};$$

$$\tan\left(\frac{\beta_k}{180} \times \pi\right) = \frac{y_k - y_i}{x_k - x_i}, \beta_k \in (-90, 90);$$

(302) 根据当前天线的角度 $\theta_j$ 和单元格相对于测量点的角度 $\beta_k$ ,计算单元格相对于天线的角度 $\Delta_k$ , $0 \leq \Delta_k < 360$ ;计算公式为:

$$\Delta_k = \begin{cases} \pm(90 - \theta_j - \beta_k) & ; x_k > x_i \\ \beta_k & ; x_k = x_i, y_k \geq y_i \\ \pm(180 - \beta_k) & ; x_k = x_i, y_k < y_i \\ \pm(270 - \theta_j - \beta_k) & ; x_k < x_i \end{cases}$$

根据天线的辐射方向图,得到天线相对于单元格的增益 $G_k$ ;

(303) 根据单元格与测量点的距离 $D_k$ 和单元格相对于天线的增益 $G_k$ ,由对数距离传播模型计算出AP在当前单元格时,当前测量点收到的信号强度的理论值 $T_k$ ;

再根据下述公式将 $T_k$ 转化为能够测量到的理论值 $T_{\text{RSSI}_k}$ ,

$$T_{\text{RSSI}_k} = \begin{cases} -50 & ; T_k > -50 \\ T_k & ; -100 \leq T_k \leq -50; \\ -100 & ; T_k < -100 \end{cases}$$

(304) 计算AP落在单元格的概率:

$$Diff_k = \begin{cases} T\_RSSI_k - RSS(\theta_{ij}); & \text{当 } T\_RSSI_k \geq RSS(\theta_{ij}) \\ P_m & ; \text{当 } T\_RSSI_k < RSS(\theta_{ij}) \end{cases};$$

其中,  $P_m$ 表示信号强度的最大差值;  $RSS(\theta_{ij})$ 通过调用Microsoft Native WiFiAPI得出,取值范围为 $[-50, -100]$ ,单位为dBm;

步骤四、计算AP的位置:

根据步骤三得到的概率密度表,得到一个大小为 $A \times B$ 的最终结果矩阵,在所述最终结果矩阵中,选取一个大小为 $AreaSize \times AreaSize$ 的最终区域, $AreaSize$ 的单位为1,表示含有多少个单元格;

更新后的概率密度表在所述最终区域内,其包含的单元格内数值的平均值最小,所述最终区域对应AP所在的区域,取最终区域的中点作为AP的位置。

2. 如权利要求1所述的一种对无线局域网中的AP进行定位的方法,其特征在于:步骤(302)中,利用定向天线各方向增益不同的特点,获得定向天线各个角度的信号强度,并将其与用全向天线测量得到的信号强度对比,得到各方向的增益,进而得到定向天线的辐射方向图。

## 一种对无线局域网中的AP进行定位的方法

### 技术领域

[0001] 本发明公开了一种对无线局域网中的AP进行定位的方法,涉及无线通信网络技术领域。

### 背景技术

[0002] 无线通信技术的成熟和发展,带动了许多许多新兴无线业务的产生,其中最重要的一项就是无线定位服务。目前使用最为广泛的是全球定位系统(GPS,Global Positioning System),但是其在高楼林立的城市街区或建筑物内不能精准工作,于是又出现了一系列的地面无线定位系统,例如基于红外线、超声波、蓝牙、射频标签、超宽带、无线传感器网络和无线局域网(WLAN,Wireless Local Area Network)等的定位技术,其中随着无线局域网的快速发展和广泛部署,基于WLAN的定位技术成为位置服务研究的热点,其具有设备简单、覆盖范围广、服务可集成高等特点。

[0003] 无线局域网有两种主要的拓扑结构,即自组织网络(Ad Hoc Network)和基础结构网络(Infrastructure Network),其中基础结构网络目前应用最为广泛,在此结构中,无线局域网的接入点(AP,Access Point)如同蜂窝移动网络中的基站,负责无线网络覆盖和通信,是无线局域网的中心。随着WLAN的高密度发展,协调和管理无线网络成为一个很重要的问题,通过他们各自的信号来确定无线接入点的位置。对于单独的用户来说,可以得到无线接入点的位置信息,进而快速地连接网络;对网络管理员而言,AP定位能够进行更好地实施网络管理,识别额外接口的AP,帮助找到非法AP,尤其在一些涉密单位,可以通过AP定位来发现和定位无线接入点。

[0004] 根据定位依据的物理量,无线定位可以划分为几下几类:基于信号到达时间(TOA,Time of Arrive)、基于信号到达时间差(TDOA,Time Difference of Arrive)、基于信号入射角(AOA,Angle of Arrive)、基于信号强度(RSS,Receive Signal Strength)。其中TOA和TDOA一般需要进行时钟同步;AOA需要使用特殊的硬件设备或修改无线网卡驱动以获得比较准确的直射信号的角度。基于信号强度的定位方法使用最为广泛,可分为传播模型法和位置指纹法两种。传播模型法是指根据特定的信号传播模型,将接收到的信号强度转化为发射源到接收点之间的距离;位置指纹法主要是构建信号强度的指纹地图,也称为信号图(Radio Map)。

[0005] 大量的研究表明,无线信号在空间的衰减与传播距离存在一定的函数关系,在仅考虑地面反射波的情况下,无线信号遵循对数距离路径损耗模型,即:

$$[0006] \quad P_r = G_t + G_r + P_0 - 10n \log(d/d_0) + X_g \quad (1)$$

[0007] 其中 $P_r$ 表示与发射源距离为 $d$ 处的信号强度,以dBm为单位; $P_0$ 表示与发射源距离为 $d_0$ 处接收到的信号强度; $G_t$ 表示发射天线的增益; $G_r$ 表示接收天线的增益; $n$ 是路径损耗指数,表明损耗随距离增长的速率,与周围环境有关; $X_g$ 表示一个高斯分布的随机变量。

[0008] 现有的AP定位的方法可以分为以下几类:

[0009] 1、基于信号传播模型:在一个或多个点进行测量,得到一组RSS,利用无线信号传

播模型将信号强度转化为测量点与AP的距离,然后计算AP的位置;

[0010] 2、基于信号强度的梯度值:在很多点进行测量,比较不同点的信号强度值,分析RSS的变化趋势,进而估算AP的位置;

[0011] 3、基于AP之间的相对位置:在需要定位的区域内加入一些已知位置的AP,根据多点测量得到的信号强度,找出已知位置的AP和待定位的AP之间的几何关系,然后通过已知位置的AP计算待定位AP的位置;

[0012] 4、利用定向天线或其他类似设备:利用天线旋转过程中的信号强度变化,判断AP的方向,通过多点测量,得到不同测量点的可能的AP的方向,然后综合这些方向计算AP的位置。

[0013] 以上方法的共同缺陷是,为了提高定位精度,需要在很多点和很多角度收集数据,费时费力。

[0014] 传统利用定向天线进行AP定位时,在每个测量点将定向天线旋转一周,记录各角度的信号强度,比较大小,然后取某一个角度(一般是信号强度最强的角度)作为AP的方向。这样做能够在当前测量点获得待定位AP的方向。但在复杂环境下,由于反射、衍射等多种情况,仅以信号强度值最大的方向为依据不是特别精确,因此在旋转的过程中得到的各种角度的信号强度不宜轻易丢弃,虽然这些角度的信号强度不是最大的,但仍可利用这些值对AP的位置进行估计,而不仅仅只是被用来相互比较之后就丢弃不用。

## 发明内容

[0015] 本发明所要解决的技术问题是:针对现有技术的缺陷,提供一种对无线局域网中的AP进行定位的方法,用于解决需要采集大量数据的问题。采用本发明公开的方法,可以有效降低数据的采集量,并保证比较高的定位精度。

[0016] 本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案:

[0017] 一种对无线局域网中的AP进行定位的方法,具体步骤如下:

[0018] 步骤一、初始化:

[0019] 对无线局域网所在的整个实验区域进行分区,实验区域总共划分为 $A \times B$ 个单元格,每个单元格的大小设置为 $CellSize \times CellSize$ , $CellSize$ 的单位是米;建立一个 $A \times B$ 的概率密度表 $Accu\_Prob$ ,所述概率密度表中的数值表示AP落在相应单元格的可能性,数值越小,则AP落在相应单元格的可能性越大,将表中所有的数值初始化为0;

[0020] 步骤二、预处理:

[0021] 对在各测量点和各角度收集到的信号强度进行处理,得到与待定位AP相关的记录集,表示为:

[0022]  $R = \{Loc_i(x_i, y_i), \theta_j, RSS(\theta_{ij})\}, i \in [1, N], j \in [1, M_i]$ ;

[0023] 其中, $N$ 表示测量点的个数; $M_i$ 表示在当前测量点测量的角度的个数; $Loc_i$ 表示测量点的位置,其坐标用 $(x_i, y_i)$ 表示,单位为米; $\theta_j$ 表示定向天线的角度,从正北方向顺时针旋转的角度, $0 \leq \theta_j < 360$ ;  $i$ 和 $j$ 的取值为自然数,分别表示第 $i$ 个测量点和第 $j$ 个角度; $RSS(\theta_{ij})$ 表示在第 $i$ 个测量点的第 $j$ 个角度收集的信号强度值;

[0024] 步骤三、更新概率密度表:

[0025] 根据步骤二得到的记录集中的每条记录,对步骤一中所有的单元格计算其概率

值;设定单元格k的概率值为Diff<sub>k</sub>,按照下述公式更新概率密度表:

[0026]  $Accu\_Prob_k = \sum Diff_k$ ;

[0027] 步骤四、计算AP的位置:

[0028] 根据步骤三得到的概率密度表,得到一个大小为A×B的最终结果矩阵,在所述最终结果矩阵中,选取一个大小为AreaSize×AreaSize的最终区域,AreaSize的单位为1,表示含有多少个单元格;

[0029] 更新后的概率密度表在所述最终区域内,其包含的单元格内数值的平均值最小,所述最终区域对应AP所在的区域,取最终区域的中点作为AP的位置。

[0030] 作为本发明的进一步优选方案,所述步骤三中,单元格概率值计算的具体方法如下:

[0031] 设定第i个测量点的位置为(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>),表示天线方向的第j个角度为θ<sub>j</sub>,单元格的位置记为(x<sub>k</sub>, y<sub>k</sub>),

[0032] (301) 计算单元格到测量点的距离D<sub>k</sub>和单元格相对于测量点的角度β<sub>k</sub>:

$$[0033] \quad D_k = \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2};$$

$$[0034] \quad \tan\left(\frac{\beta_k}{180} \times \pi\right) = \frac{y_k - y_i}{x_k - x_i}, \beta_k \in (-90, 90);$$

[0035] (302) 根据当前天线的角度θ<sub>j</sub>和单元格相对于测量点的角度β<sub>k</sub>,计算单元格相对于天线的角度Δ<sub>k</sub>,0 ≤ Δ<sub>k</sub> < 360;计算公式为:

$$[0036] \quad \Delta_k = \begin{cases} \pm(90 - \theta_j - \beta_k) & ; x_k > x_i \\ \beta_k & ; x_k = x_i, y_k \geq y_i \\ \pm(180 - \beta_k) & ; x_k = x_i, y_k < y_i \\ \pm(270 - \theta_j - \beta_k) & ; x_k < x_i \end{cases};$$

[0037] 根据天线的辐射方向图,得到天线相对于单元格的增益G<sub>k</sub>;

[0038] (303) 根据单元格与测量点的距离D<sub>k</sub>和单元格相对于天线的增益G<sub>k</sub>,由对数距离传播模型计算出AP在当前单元格时,当前测量点收到的信号强度的理论值T<sub>k</sub>;

[0039] 再根据下述公式将T<sub>k</sub>转化为能够测量到的理论值T<sub>RSSI<sub>k</sub></sub>,

$$[0040] \quad T\_RSSI_k = \begin{cases} -50 & ; T_k > -50 \\ T_k & ; -100 \leq T_k \leq -50; \\ -100 & ; T_k < -100 \end{cases}$$

[0041] (304) 计算AP落在单元格的概率:

$$[0042] \quad Diff_k = \begin{cases} T\_RSSI_k - RSS(\theta_{ij}) & ; \text{当 } T\_RSSI_k \geq RSS(\theta_{ij}) \\ P_m & ; \text{当 } T\_RSSI_k < RSS(\theta_{ij}) \end{cases};$$

[0043] 其中,P<sub>m</sub>表示信号强度的最大差值;RSS(θ<sub>ij</sub>)通过调用Microsoft Native WiFi API得出,取值范围为[-50,-100],单位为dBm。

[0044] 作为本发明的进一步优选方案,步骤(302)中,利用定向天线各方向增益不同的特点,获得定向天线各个角度的信号强度,并将其与用全向天线测量得到的信号强度对比,得到各方向的增益,进而得到定向天线的辐射方向图。

[0045] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0046] (1) 本发明利用定向天线各方向增益不同的特点,利用各个角度收集的信号强度对AP的位置进行估计,减少了需要收集的数据量,增加了可利用的数据,有效保证了定位精度。

[0047] (2) 本发明提出了对待定位区域进行分区的机制,计算AP落在各区域的概率,利用概率密度的方法,保证了所有节点的公平性。

[0048] (3) 本发明提出了使用理论值和测量值之间的差值来计算各区域的概率的方法,有效形成概率密度表,保证了定位精度。

## 附图说明

[0049] 图1是无线局域网中AP定位的信号收集示意图,

[0050] 其中:1、GPS模块,2、电子罗盘,3、定向天线,4、AP,5、装载设备的移动车辆。

## 具体实施方式

[0051] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明:

[0052] 无线局域网中AP定位的信号收集示意图如图1所示,装载着GPS模块、电子罗盘和定向天线的小车沿着道路行进,沿途收集测量点的位置,天线的方向和各AP的信号强度。利用定向天线各方向增益不同的特点,定向天线的辐射方向图通过实验获得,在空旷的场地上,获得定向天线各个角度的信号强度,并与用全向天线测量得到的信号强度对比,得到各方向的增益,进而得到定向天线的辐射方向图。通过对定位区域进行分区,建立一张对应的概率密度表,利用定向天线在各测量点和各角度收集的信号强度,通过信号强度的理论值和测量值之间的差值来计算AP落在各小区域的概率,当利用所有数据对所有小区域的概率值都计算完成后,计算AP的位置。

[0053] 本发明所公开的对无线局域网中的AP进行定位的方法,其具体过程如下:

[0054] 步骤一、初始化:将整个实验区域进行分区,每个单元格的大小设置为 $CellSize \times CellSize$ , $CellSize$ 的单位是米,实验区域总共划分为 $A \times B$ 个单元格;建立一个 $A \times B$ 的概率密度表 $Accu\_Prob$ ,表中的值表示AP落在相应单元格的可能性,值越小,表示AP落在相应单元格的可能性越大;初始化表中所有的值为0;

[0055] 步骤二、预处理:将在各测量点和各角度收集到的信号强度进行处理,得到与待定位AP有关的记录集,记为

[0056]  $R = \{Loc_i(x_i, y_i), \theta_j, RSS(\theta_{ij})\}, i \in [1, N], j \in [1, M_i];$

[0057] 其中, $N$ 表示测量点的个数; $M_i$ 表示在当前测量点测量的角度的个数; $Loc_i$ 表示测量点的位置,其坐标用 $(x_i, y_i)$ 表示,单位为米; $\theta_j$ 表示定向天线的角度,从正北方向顺时针旋转的角度, $0 \leq \theta_j < 360$ ;  $RSS(\theta_{ij})$ 表示在当前测量点的当前角度收集的信号强度值; $i$ 和 $j$ 的取值为自然数,分别表示第 $i$ 个测量点和第 $j$ 个角度。

[0058] 步骤三、计算各单元格的概率值并更新概率密度表:对上述的每条记录,对所有的单元格,分别计算概率值。假设定向天线在第 $i$ 个测量点(其位置记为 $(x_i, y_i)$ )的第 $j$ 个角度(表示天线的方向,记为 $\theta_j$ )检测到待定位的AP(其信号强度值记为 $RSS(\theta_{ij})$ )时,计算AP落在单元格 $k$ (其位置记为 $(x_k, y_k)$ )的概率,过程如下:

[0059] (301) 计算单元格到测量点的距离 $D_k$ 和单元格相对于测量点的角度 $\beta_k$ ,其中

$$[0060] \quad D_k = \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2};$$

$$[0061] \quad \tan\left(\frac{\beta_k}{180} \times \pi\right) = \frac{y_k - y_i}{x_k - x_i}, \beta_k \in (-90, 90);$$

[0062] (302) 根据当前天线的角度 $\theta_j$ 和单元格相对于测量点的角度 $\beta_k$ ,计算出单元格相对于天线的角度 $\Delta_k$  ( $0 \leq \Delta_k < 360$ ),其计算公式如下:

$$[0063] \quad \Delta_k = \begin{cases} \pm(90 - \theta_j - \beta_k) & ; x_k > x_i \\ \beta_k & ; x_k = x_i, y_k \geq y_i \\ \pm(180 - \beta_k) & ; x_k = x_i, y_k < y_i \\ \pm(270 - \theta_j - \beta_k) & ; x_k < x_i \end{cases};$$

[0064] 根据天线的辐射方向图,得到天线相对于单元格的增益 $G_k$ ;

[0065] (303) 根据单元格与测量点的距离 $D_k$ 和单元格相对于天线的增益 $G_k$ ,根据上述背景技术中的公式(1)可以求出假如AP在当前单元格,在当前测量点能够收到的信号强度的理论值 $T_k$ ,并根据下面的公式将 $T_k$ 转化为能够测量到的理论值 $T\_RSSI_k$ :

$$[0066] \quad T\_RSSI_k = \begin{cases} -50; T_k > -50 \\ T_k & ; -100 \leq T_k \leq -50; \\ -100; T_k < -100 \end{cases};$$

[0067] (304) 计算AP落在单元格的概率并更新概率密度表。由于对数距离传播模型中只考虑直射距离对信号强度的影响,而在实际的环境中,AP安装在房间内,室外的测量点收到的信号经过了墙壁、树木及其它建筑物的反射、绕射等多种因素的干扰,因此计算出来的理论值应大于实际测量到的信号强度,因此如果在某个单元格计算出来的理论值小于实际测量到的信号强度时,说明AP落在该单元格的可能性很小,这时将 $P_m$ (一个相对比较大的数,取信号强度的最大差值,由于信号强度的范围为 $[-50, -100]$ ,因此取值为50)作为其概率值;否则将其差值作为该单元格的概率值。

$$[0068] \quad Diff_k = \begin{cases} T\_RSSI_k - RSS(\theta_{ij}); & \text{当 } T\_RSSI_k \geq RSS(\theta_{ij}) \\ P_m & ; \text{当 } T\_RSSI_k < RSS(\theta_{ij}) \end{cases};$$

[0069] 按照下面的公式更新概率密度表:

$$[0070] \quad Accu\_Prob_k = \sum Diff_k;$$

[0071] 步骤四、计算AP的位置:当对所有的记录都完成上述过程后,会得到表示最终结果的矩阵,其大小为 $A \times B$ ,每个元素标记相应单元格的概率值,值越小,表示AP落在相应单元格的可能性越大。为了避免某点的值偏小,但周围的值都很大这种情况,在这个矩阵中,取一个大小为 $AreaSize \times AreaSize$ 的小区域( $AreaSize$ 的单位是1,表示含有多少个单元格),其平均值最小,将这个区域作为AP最有可能存在的区域,取这个区域的中点作为AP的位置。

[0072] 上面结合附图对本发明的实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下做出各种变化。



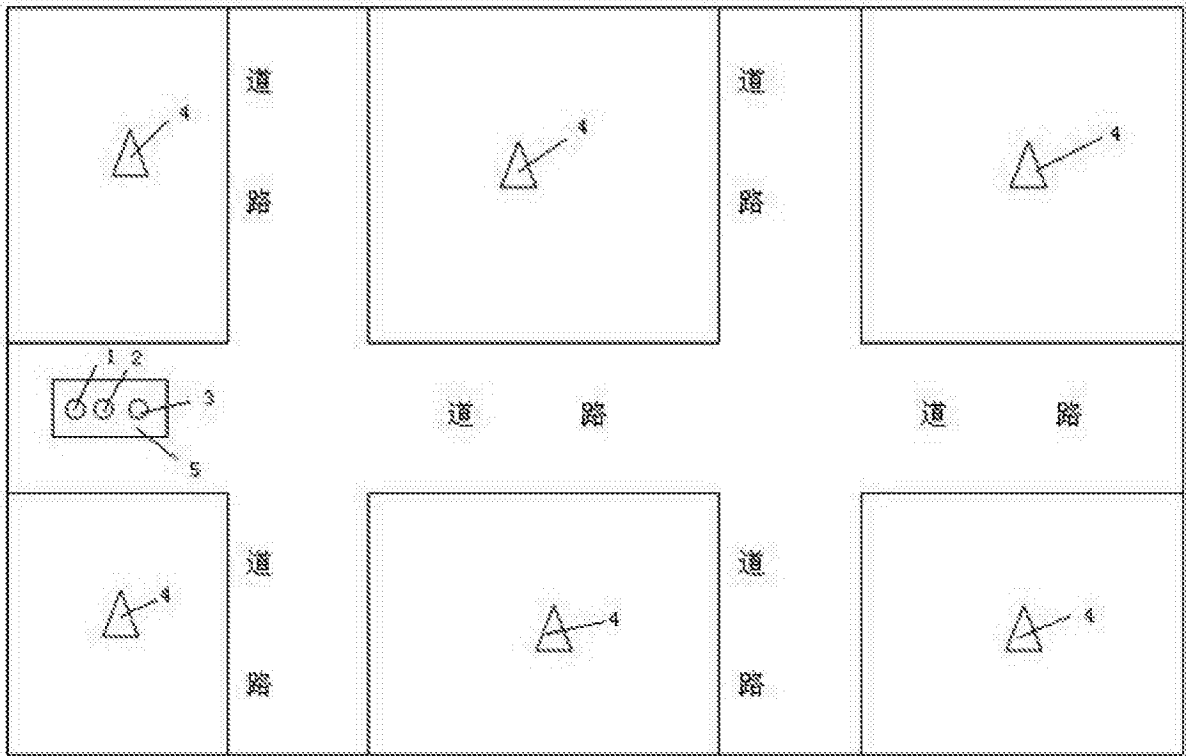


图1