



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105137390 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201510582166. 3

(22) 申请日 2015. 09. 14

(71) 申请人 上海工程技术大学

地址 201620 上海市松江区龙腾路 333 号

(72) 发明人 董波 吴飞 邢键 邹燕 江凤

王昌志

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 宣慧兰

(51) Int. Cl.

G01S 5/02(2010. 01)

H04W 4/02(2009. 01)

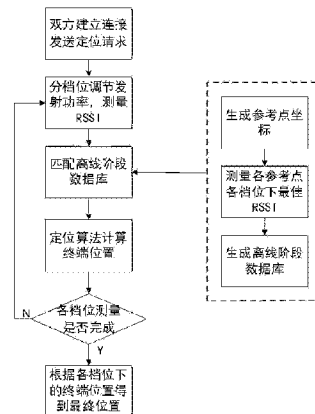
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,包括以下步骤:1) 在待定位的室内区域内布置至少三个具有至少两个发射功率档位的 AP;2) 对待定位的室内区域进行单元网格划分并构建坐标系,在各个单元网格区域设置信号参考点,构建位置指纹数据库并将参考点坐标存入位置指纹数据库中;3) 离线训练:通过移动终端获取每个信号参考点的信号特征参数并存入指纹数据库中;4) 在线定位:获取室内区域内待测终端所有 AP 在多个档位下的信号强度和方差,并在 PC 中与位置指纹数据库里各信号参考点的信号特征参数通过定位算法进行匹配得出待定位点的位置坐标。与现有技术相比,本发明具有定位精度高等优点。



1. 一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

- 1) 在待定位的室内区域内布置至少三个具有至少两个发射功率档位的 AP;
- 2) 对待定位的室内区域进行单元网格划分并构建坐标系,在各个单元网格区域设置信号参考点,构建位置指纹数据库并将所有信号参考点的位置坐标存入位置指纹数据库中;
- 3) 离线训练:通过移动终端获取每个信号参考点的信号特征参数并存入指纹数据库中;
- 4) 在线定位:获取室内区域内待定位点处不同档位下不同 AP 的信号强度和方差,并在 PC 中与位置指纹数据库里各信号参考点的信号特征参数通过定位算法进行匹配得出待定位点的位置坐标。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,其特征在于,所述的步骤 3) 具体包括以下步骤:

- 31) 选定一个信号参考点并设定一个发射功率档位,并记录该信号参考点的坐标以及当前档位;
- 32) 通过移动终端对一个 AP 的信号强度测量多次,并计算多次测量的平均值和方差,并将该平均值作为当前信号参考点当前档位当前 AP 的最佳信号强度;
- 33) 更换下一个 AP,并重复步骤 32),直到获取当前信号参考点所有 AP 的最佳信号强度和方差;
- 34) 更换下一个发射功率档位,并重复步骤 32)-33),直到获取当前信号参考点所有档位下所有 AP 的最佳信号强度和方差;
- 35) 选择下一个信号参考点,重复步骤 31)-34),获取所有信号参考点所有档位下所有 AP 的最佳信号强度和方差,最终获得档位 K、AP 的 MAC、信号参考点的位置、最佳信号强度和方差等信号特征参数并存入位置指纹数据库。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,其特征在于,所述的步骤 4) 具体包括以下步骤:

- 41) 选定一个发射功率档位,在该档位下通过终端获取待定位点处当前档位所有 AP 的信号强度,并在其中选择信号强度最强的 j 个信号强度对应的 AP 作为优选节点,且 $j \geq 3$;
- 42) 采用定位算法将优选节点对应的待定位点与所有信号参考点的信号特征参数进行匹配,获取当前档位下的待定位点坐标;
- 43) 更换下一个发射功率档位,重复步骤 41)-42) 获取其它档位下的待定位点坐标。
- 44) 对所测多个档位下的待定位点坐标取均值或加权平均值,作为待定位点的最终坐标值。

4. 根据权利要求 3 所述的一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,其特征在于,所述的步骤 42) 中的定位算法为概率法或欧式距离法。

5. 根据权利要求 4 所述的一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,其特征在于,所述的概率法具体包括以下步骤:

- 421) 根据高斯分布概率公式获取待定位点在当前优选节点的信号强度在各信号参考点处的概率值 $P(r)$:

$$p(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(r-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

其中, σ^2 为方差, r 为待定位点处当前档位优选节点的信号强度, \bar{x} 为离线阶段信号参考点处当前档位在当前优选节点的最佳信号强度;

422) 根据步骤 421) 获得待定位点的全部 j 个优选节点的信号强度在信号参考点处的概率值, 并计算得到待定位点对与每个优选节点的信号强度在信号参考点处的总概率值 $p(x, y)$:

$$p(x, y) = \prod_{i=1}^j p_i(x, y) = \prod_{i=1}^j p_i(r)$$

其中, i 为全部 j 个优选节点中的第 i 个优选节点, (x, y) 为信号参考点的位置坐标;

423) 选择总概率值最大时对应的信号参考点的位置坐标为待定位点坐标。

6. 根据权利要求 4 所述的一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法, 其特征在于, 所述的欧式距离法具体包括以下步骤:

424) 获取待定位点与各信号参考点之间的欧式距离 $d_n(x, y)$ 为:

$$d_n(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^j (r_i - \bar{x}_i)^2}$$

其中, i 为全部 j 个优选节点中的第 i 个优选节点, r_i 代表全部 j 个优选节点中的第 i 个优选节点下测得的信号强度, \bar{x}_i 表示离线阶段信号参考点在第 i 个优选节点的最佳信号强度;

425) 选取最小的欧式距离对应的信号参考点的位置坐标作为当前档位下的待定位点的位置坐标。

一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及定位技术领域,尤其是涉及一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法。

背景技术

[0002] 随着嵌入式系统,无线通信技术,WiFi 技术以及室内家用机器人技术在家庭,商场等室内环境中的应用越来越广,人们对于基于位置的服务的要求不断增多,室内定位技术受到人们的广泛关注。目前来说,常用的室内定位技术大致有:红外(IR)、超声波、射频识别(RFID)、WiFi、视频匹配、蓝牙和超宽带等,最新的研究工作还使用了广播信号和地磁场。其中因为 WiFi 的定位依赖于现有的 WiFi 网络,使用成本小,且 WiFi 信号受非视距的影响小,即使在障碍物阻挡的情况下也能使用,因此基于 WiFi 的定位技术成为人们室内定位的首选。在定位算法方面,主要分为两大类:基于测距的定位算法和无需测距的定位算法。其中基于测距的定位算法主要包括基于电波入射角法(AOA)、基于电波传播时间法(TOA)、基于电波传播时间差法(TDOA)、基于位置指纹的 RSSI 算法。基于非测距的定位算法则大致有距离矢量定位方法、多维尺度分析方法、人工神经网络方法等。但基于非测距的定位方法定位精度并不理想,而在基于测距的定位算法中基于位置指纹的 RSSI 算法因其易获得而成为多数室内定位的首选。再次考虑室内的多径效应问题,基于位置指纹的技术更适用于相对复杂的室内环境。但是复杂的室内结构影响及无线 AP 数量的限制,使得 WiFi 的室内定位精度不高,难以满足室内定位的需求。

[0003] 为了克服现有技术的上述缺点与不足,本发明提出一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,目的在于提高室内定位精度。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种定位精度高的基于可调发射功率 AP 的室内定位方法。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法,包括以下步骤:

[0007] 1) 在待定位的室内区域内布置至少三个具有至少两个发射功率档位的 AP;

[0008] 2) 对待定位的室内区域进行单元网格划分并构建坐标系,在各个单元网格区域设置信号参考点,构建位置指纹数据库并将所有信号参考点的位置坐标存入位置指纹数据库中;

[0009] 3) 离线训练:通过移动终端获取每个信号参考点的信号特征参数并存入指纹数据库中;

[0010] 4) 在线定位:获取室内区域内待定位点处不同档位下不同 AP 的信号强度和方差,并在 PC 中与位置指纹数据库里各信号参考点的信号特征参数通过定位算法进行匹配得出待定位点的位置坐标。

[0011] 所述的步骤 3) 具体包括以下步骤：

[0012] 31) 选定一个信号参考点并设定一个发射功率档位, 并记录该信号参考点的坐标以及当前档位；

[0013] 32) 通过移动终端对一个 AP 的信号强度测量多次, 并计算多次测量的平均值和方差, 并将该平均值作为当前信号参考点当前档位当前 AP 的最佳信号强度；

[0014] 33) 更换下一个 AP, 并重复步骤 32), 直到获取当前信号参考点所有 AP 的最佳信号强度和方差；

[0015] 34) 更换下一个发射功率档位, 并重复步骤 32)-33), 直到获取当前信号参考点所有档位下所有 AP 的最佳信号强度和方差；

[0016] 35) 选择下一个信号参考点, 重复步骤 31)-34), 获取所有信号参考点所有档位下所有 AP 的最佳信号强度和方差, 最终获得档位 K、AP 的 MAC、信号参考点的位置、最佳信号强度和方差等信号特征参数并存入位置指纹数据库。

[0017] 所述的步骤 4) 具体包括以下步骤：

[0018] 41) 选定一个发射功率档位, 在该档位下通过终端获取待定位点处当前档位所有 AP 的信号强度, 并在其中选择信号强度最强的 j 个信号强度对应的 AP 作为优选节点, 且 $j > 3$ ；

[0019] 42) 采用定位算法将优选节点对应的待定位点与所有信号参考点的信号特征参数进行匹配, 获取当前档位下的待定位点坐标；

[0020] 43) 更换下一个发射功率档位, 重复步骤 41)-42) 获取其它档位下的待定位点坐标。

[0021] 44) 对所测多个档位下的待定位点坐标取均值或加权平均值, 作为待定位点的最终坐标值。

[0022] 4. 根据权利要求 3 所述的一种基于可调发射功率 AP 的室内定位方法, 其特征在于, 所述的步骤 42) 中的定位算法为概率法或欧式距离法。

[0023] 所述的概率法具体包括以下步骤：

[0024] 421) 根据高斯分布概率公式获取待定位点在当前优选节点的信号强度在各信号参考点处的概率值 $P(r)$ ：

$$[0025] \quad p(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(r-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

[0026] 其中, σ^2 为方差, r 为待定位点处当前档位优选节点的信号强度, \bar{x} 为离线阶段信号参考点处当前档位在当前优选节点的最佳信号强度；

[0027] 422) 根据步骤 421) 获得待定位点的全部 j 个优选节点的信号强度在信号参考点处的概率值, 并计算得到待定位点对与每个优选节点的信号强度在信号参考点处的总概率值 $p(x, y)$ ：

$$[0028] \quad p(x, y) = \prod_{i=1}^j p_i(x, y) = \prod_{i=1}^j p_i(r)$$

[0029] 其中, i 为全部 j 个优选节点中的第 i 个优选节点, (x, y) 为信号参考点的位置坐

标；

[0030] 423) 选择总概率值最大时对应的信号参考点的位置坐标为待定位点坐标。

[0031] 所述的欧式距离法具体包括以下步骤：

[0032] 424) 获取待定位点与各信号参考点之间的欧式距离 $d_n(x, y)$ 为：

$$[0033] \quad d_n(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^j (r_i - \bar{x}_i)^2}$$

[0034] 其中, i 为全部 j 个优选节点中的第 i 个优选节点, r_i 代表全部 j 个优选节点中的第 i 个优选节点下测得的信号强度, \bar{x}_i 表示离线阶段信号参考点在第 i 个优选节点的最佳信号强度；

[0035] 425) 选取最小的欧式距离对应的信号参考点的位置坐标作为当前档位下的待定位点的位置坐标。

[0036] 与现有技术相比, 本发明具有以下优点：

[0037] 本发明通过基于可调发射功率的 AP 进行置换档位, 在不同档位下对信号强度进行测量, 并与数据库存储的各档位下的信号强度通过概率法或欧式距离法进行对比, 获得准确的位置, 有效提高了室内定位的精度。

附图说明

[0038] 图 1 为本发明的定位方法流程图。

[0039] 图 2 为离线训练阶段时的定位参考点生成示意图, 其中图内的圆圈为定位参考点。

[0040] 图 3 为不分档位下待测终端的位置坐标。

[0041] 图 4 为不同发射功率档位下待测终端的位置坐标。

[0042] 图 5 为分档位条件下待测终端的最终位置坐标。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0044] 实施例：

[0045] 在所选的室内区域内布置有 6 个可调功率的无线 AP 和一个服务器, 无线 AP 为 3 档可调；

[0046] 本实施例所采用的定位方法如图 1 所示。

[0047] 将室内的区域划分边长为 $L = 0.6\text{m}$ 的正方形网格, 以各正方形网格的中心坐标作为参考点的位置坐标, 如图 2 所示, 其中图内的圆圈为信号参考点。

[0048] 室内定位离线训练阶段, 以正方形网格中心作为信号参考点, 通过智能手机分别采集 1 档位下智能手机所接收到来自 6 个 AP 的信号强度, 测量次数为 3 次。然后通过服务器计算均值和方差, 其均值和方差的计算公式分别为式 (1) 和式 (2), 可以认为所测终端的信号强度服从 (\bar{x}, σ^2) 的高斯分布；

[0049]

$$\bar{x} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i \quad (1)$$

[0050]

$$\sigma^2 = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

[0051] 式中, \bar{x} , σ^2 分别表示待测终端的均值和方差, x_i 表示第 i 次所测量的待测终端的信号强度。

[0052] 取平均值 \bar{x} 作为当前 AP 当前档位的最佳信号强度;

[0053] 重复以上步骤依次测量 AP 的 3 个档位;

[0054] 依照上述步骤采集所有参考点的信号特征参数, 构建具有档位 K 、AP 的 MAC、参考点坐标、最佳信号强度、方差 σ^2 等信号特征参数的位置指纹数据库。

[0055] 在线阶段的定位步骤如下:

[0056] 采集智能手机在 1 档位所有 AP 的 3 次信号强度并发送给服务器, 服务器经过计算出均值 \bar{x} 和方差 σ^2 并选择最佳信号强度最强的 3 个 AP 作为优选节点, 并记录数据信息;

[0057] 将智能手机所测最强的 3 个 AP 的最佳信号强度与所述离线阶段的位置指纹数据库中各正方形网络的信号参考点相应 AP 的信号特征参数通过定位算法进行计算并得出当前档位待测移动终端的位置坐标, 其计算公式为。

$$P_n(x, y) = \prod_{i=1}^3 p_i(r) = \prod_{i=1}^3 \left\{ \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(r_i - \bar{x}_i)^2}{2\sigma_i^2}\right] \right\} \quad (3)$$

[0059] 经过定位计算, 档位 1 待测智能手机的位置坐标为 (4.0, 5.3);

[0060] 档位 2 待测智能手机的位置坐标为 (4.7, 6.0),

[0061] 档位 3 待测智能手机的位置坐标为 (4.7, 6.0)。

[0062] 最后取 3 个档位下待测智能手机的位置坐标的均值作为最终待测智能手机的最终位置坐标, 其计算公式为 $X = (X1+X2+X3)/3 = (4.0+4.7+4.7)/3 = 4.47$, $Y = (Y1+Y2+Y3)/3 = (5.3+6.0+6.0)/3 = 5.77$, 即最终待测智能手机位置坐标为 (4.47, 5.77), 实际待测智能手机的坐标为 (4.0, 6.0)。

[0063] 为了评估定位精度, 设 d 为待测终端经过定位所得出的位置与终端所在实际位置的距离, 则 d 计算公式为方程 (4):

$$d = \sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2} \quad (4)$$

[0065] 式中 (x', y') , (x_0, y_0) 分别为表示待测终端经过定位所得出的位置坐标和终端的真实位置坐标。

[0066] 当采用不变档位的定位方法时, 待测终端测量值与真实值之间的距离记为 d_1 ; 当采用可调发射功率的档位定位方法, 待测终端测量值与真实值之间的距离记为 d_2 , 则可调发射功率的档位定位方法与不可调发射功率档位的定位方法相对误差精度提高 α , 其计算公式为式 (5):

$$\alpha = \left(\frac{d_1 - d_2}{d_1} \right) * 100\% \quad (5)$$

[0068] 视档位 1 为不变档位时的定位结果, 测量值与真实值之间的距离记为 d_1 , 则

$d_1 = \sqrt{(4-4)^2 + (6-5.3)^2} = 0.7$ 。以最终的平均定位坐标为可调发射功率档位的定位结果，测量值与真实值之间的距离记为 d_2 ，则 $d_2 = \sqrt{(4.47-4)^2 + (5.77-6)^2} = 0.52$ 。因此采用可调发射功率的档位定位方法与不可调发射功率档位的定位方法相比，其精度相对提高了 $\alpha = \left(\frac{d_1-d_2}{d_1}\right) * 100\% = \left(\frac{0.70-0.52}{0.70}\right) * 100\% = 26\%$ 。

[0069] MATLAB 仿真实验：

[0070] 在 50m×45m 的室内布置 3 个可调发射功率的 AP，分别置于坐标 (0.00, 0.00)、(25.00, 43.30)、(50.00, 0.00) 的位置，在 50m×45m 的区域内划分边长为 L = 1.00m 的正方形网格，以各正方形网格的中心位置作为参考点的位置坐标。选定的待测点坐标为 A(25.00, 14.43)、B(1.00, 1.00)、C(45.00, 1.00)、D(25.00, 40.00)，采用的定位算法为概率法。首先在不调发射功率档位（发射功率为 100mw）的条件下进行定位，经过仿真后，A、B、C 和 D 点的位置坐标分别为 A(25.83, 14.42)、B(0.85, 1.34)、C(44.55, 1.69)、D(26.43, 41.00)，如图 3 所示。当采用可调发射功率的定位方法时，其 AP 的档位分为 5 档，设置发射功率为 100mw、80mw、64mw、50mw 和 25mw，运用本实施中的技术方案，采用概率法进行计算，经过仿真后，在不同发射功率的档位下，A、B、C 和 D 点的定位结果如图 4 所示。通过对所有发射功率的档位的位置坐标取平均值，最终计算出 A、B、C 和 D 点的定位坐标为 A(25.13, 14.32)、B(1.14, 1.01)、C(44.77, 1.04)、D(25.77, 40.37)，如图 5 所示。

[0071] 采用分档位定位方法与不分档位的定位方法相比，通过公式 (4) 和公式 (5) 进行计算，其误差精度提高数值见表 1。

[0072] 表 1 分档位定位方法相对不分档位的定位方法的相对误差精度提高

[0073]

位置	分档位条件的最终坐标		不分档位下的坐标		真实坐标		分档位相对不分档位的定位精度提高
	x	y	x	y	x	y	
A	25.13	14.32	25.83	14.42	25.00	14.43	79%
B	1.14	1.01	0.85	1.34	1.00	1.00	62%

[0074]

C	44.77	1.04	44.55	1.69	45.00	1.00	72%
D	25.77	40.37	26.43	41.00	25.00	40.00	51%

[0075] 从表 1 可见，本实施例定位方法在定位精度上较不分档位的定位方法其定位有一定的提高。

[0076] 应当理解的是，本发明的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本发明的原理，而不构成对本发明的限制。因此，在不偏离本发明的精神和范围的情况下所做的任何

修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。此外,本发明所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。

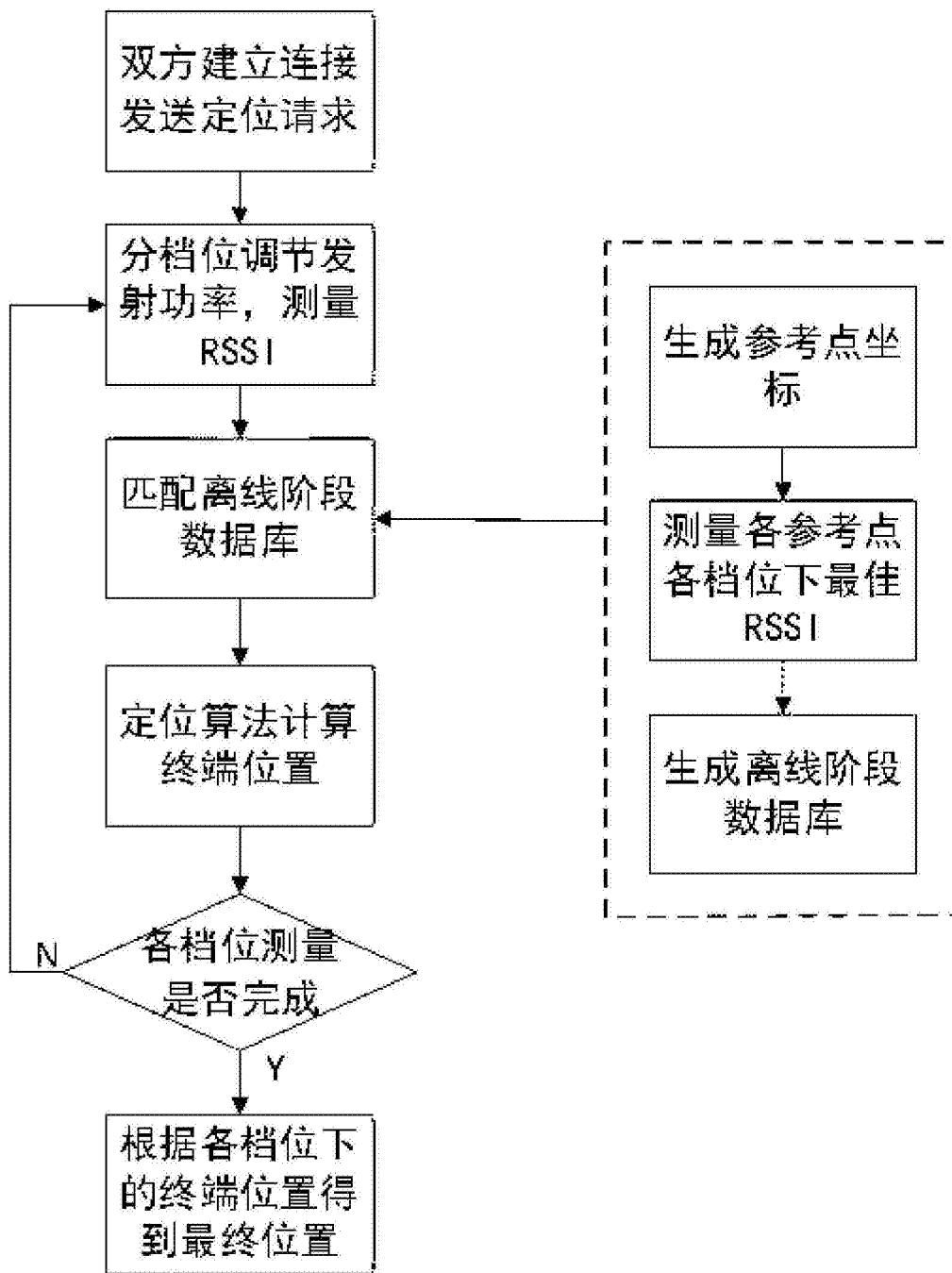


图 1

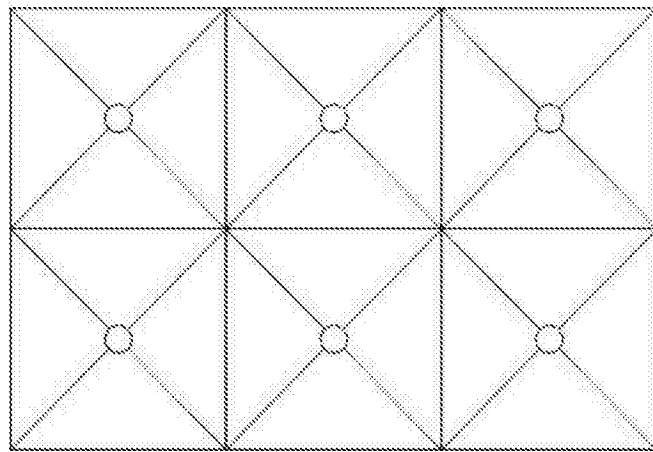


图 2

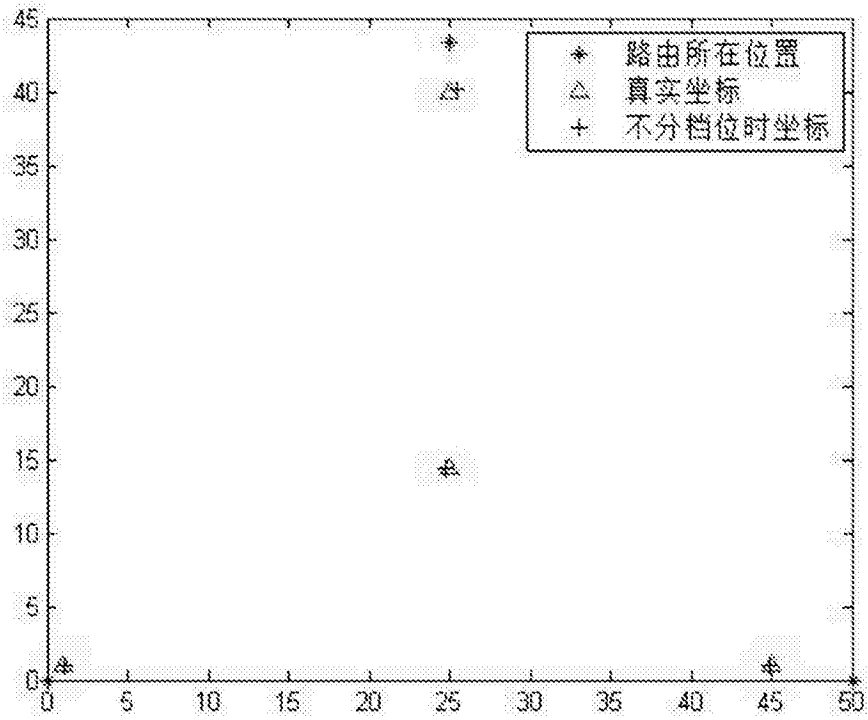


图 3

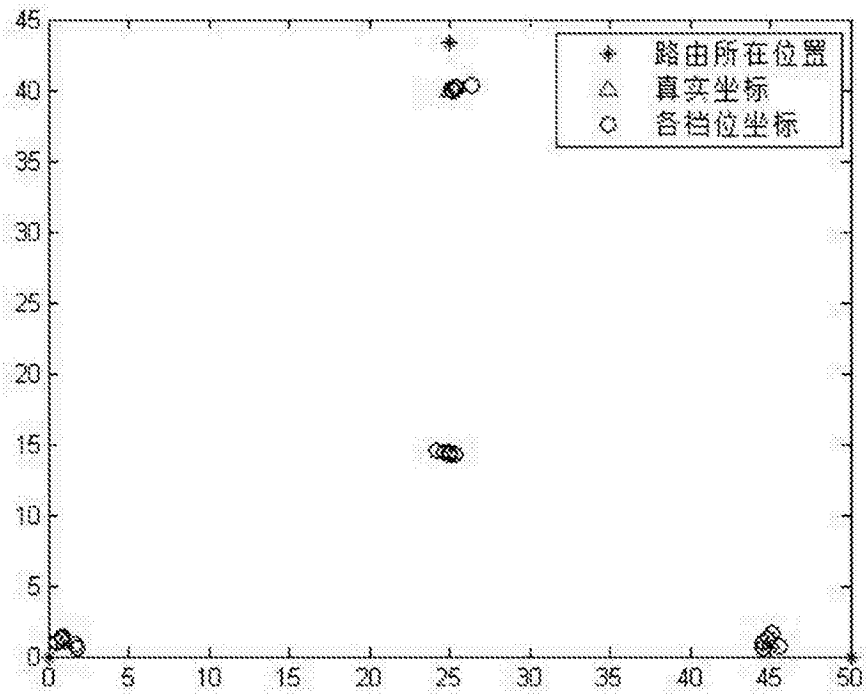


图 4

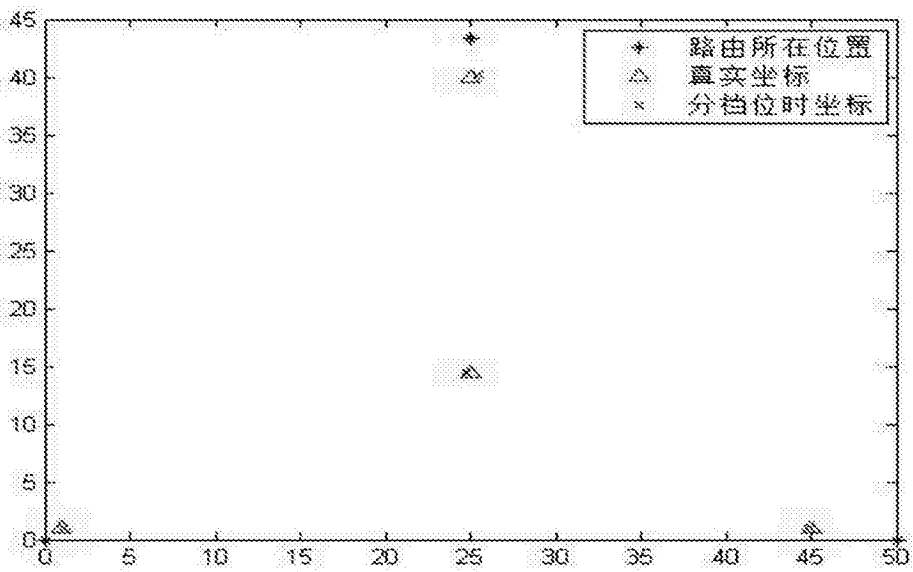


图 5