



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111741430 A

(43) 申请公布日 2020.10.02

(21) 申请号 202010600357.9

(22) 申请日 2020.06.28

(71) 申请人 北京航空航天大学  
地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72) 发明人 赵龙 陶冶

(74) 专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
11465

代理人 曹鹏飞

(51) Int.Cl.

H04W 4/02 (2018.01)

H04W 4/33 (2018.01)

H04W 64/00 (2009.01)

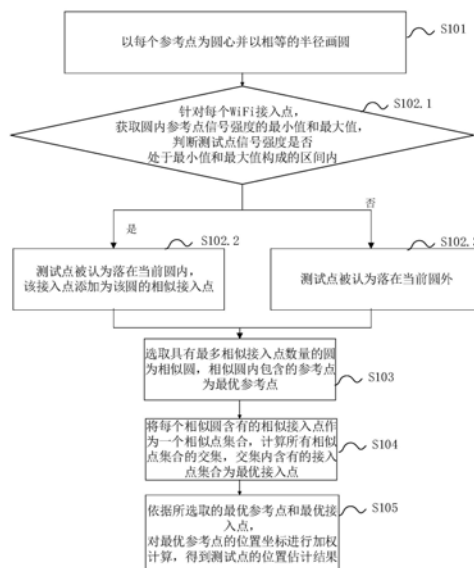
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法和系统

(57) 摘要

本发明公开一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法和系统,该方法以每个参考点为圆心画等半径圆,针对每个WiFi接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系,将测试点位于圆内时所对应的接入点作为相似接入点,并将相似接入点最多的圆作为相似圆,相似圆包含的参考点为最优参考点;将每个相似圆含有的相似接入点作为相似点集合,根据集合交集,选择为最优接入点;通过计算测试点和最优参考点接收到最优接入点的信号强度之间的差异,获取最优参考点的权重,对最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到测试点的位置估计结果。该方法降低了指纹自身变化和环境影响对定位的影响,并对最优参考点分配权重,从而解决了目前指纹定位精度低的问题。



1. 一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,其特征在于,包括:

以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的参考点间距为半径画等半径圆;

针对每个WiFi接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系,将所述测试点位于圆内时所对应的WiFi接入点作为相似接入点,将具有所述相似接入点最多的圆作为相似圆,所述相似圆包含的所述参考点为最优参考点;

将每个所述相似圆含有的所述相似接入点作为一个相似点集合,计算所有所述相似点集合的交集,交集内含有的接入点集合为最优接入点;

计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取所述最优参考点的权重,并对所述最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到所述测试点的位置估计结果。

2. 如权利要求1所述的一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,其特征在于,以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距为半径画等半径圆,使得圆内的参考点接收的信号强度能够反映当前圆内的信号强度特性,包括:

离线采集每个参考点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在所述参考点处接收WiFi接入点的信号强度RSS;

以每个所述参考点为圆心并以相等的半径画圆,半径取值范围为1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距。

3. 如权利要求1所述的一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,其特征在于,针对每个WiFi接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系,将所述测试点位于圆内时所对应的WiFi接入点作为相似接入点,将具有所述相似接入点最多的圆作为相似圆,所述相似圆包含的所述参考点为最优参考点,包括:

在线获取测试点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在所述测试点接收WiFi接入点的信号强度RSS;

针对每个所述WiFi接入点,获取每个圆内参考点信号强度RSS的最大值和最小值,并判断最大值和最小值与测试点信号强度RSS之间的关系,即

$$\min(\mathbf{R}_{C_i}^j) \leq U^j \leq \max(\mathbf{R}_{C_i}^j) \quad (1)$$

$$\mathbf{R}_{C_i}^j = \begin{bmatrix} {}^1R_{C_i}^j(1) & {}^1R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^1R_{C_i}^j(T) \\ {}^2R_{C_i}^j(1) & {}^2R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^2R_{C_i}^j(T) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ {}^{f_1}R_{C_i}^j(1) & {}^{f_1}R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^{f_1}R_{C_i}^j(T) \end{bmatrix} \quad (2)$$

(1) - (2) 式中,  $U^j$  表示测试点接收到第  $j$  个接入点的信号强度,  $\min(*)$  和  $\max(*)$  分别表示最小值和最大值运算;  $C_1$  表示以第 1 个参考点为圆心的圆;  $\mathbf{R}_{C_i}^j$  表示圆  $C_1$  包含的参考点接收到第  $j$  个接入点的信号强度矩阵;  $f_1$  表示圆  $C_1$  包含的参考点数量;  ${}^{f_1}R_{C_i}^j(t)$  表示圆内第  $f_1$  个参考点在第  $t$  秒接收到的第  $j$  个接入点的信号强度;  $T$  为参考点的样本采样时间; 当关系式 (1) 成立时, 该测试点落在当前圆的内部, 并将该接入点作为当前圆的相似接入点; 否则, 当式 (1)

不成立时,该测试点落在当前圆的外部;

将所有WiFi接入点遍历后,比较每个圆包含相似接入点的个数,将具有最多相似接入点个数的圆作为相似圆,将相似圆包含的所述参考点作为最优参考点。

4.如权利要求1所述的一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,其特征在于,将每个所述相似圆含有的所述相似接入点作为一个相似点集合,计算所有所述相似点集合的交集,交集内含有的接入点集合为最优接入点,包括:

将每个所述相似圆含有的相似WiFi接入点作为一个相似点集合,其集合可表示为

$$AP_{RP_i} = [AP_i^1, AP_i^2, \dots, AP_i^p] \quad (3)$$

(3)式中,  $AP_{RP_i}$ 表示以第1个参考点RP为圆心的相似圆含有的相似WiFi接入点的集合;上角标p表示相似接入点数量;

计算所有相似点集合的交集获得最优接入点NAP,其计算公式为:

$$NAP = [AP_{RP_1} \cap AP_{RP_2} \cap \dots \cap AP_{RP_s}] \quad (4)$$

(4)式中,下角标s表示相似圆的数量。

5.如权利要求1所述的一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,其特征在于,计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取所述最优参考点的权重,并对所述最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到所述测试点的位置估计结果,包括:

计算所述测试点和最优参考点分别接收到所述最优接入点的信号强度RSS之间的差异,获取所述最优参考点的权重,其权重计算公式为:

$$\omega_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{j=1}^M \left( \frac{(R_i^j - U^j)}{(R_i^j + U^j)} \right)^2}} \quad (5)$$

(5)式中,  $\omega_i$ 表示第i个最优参考点的权重;M表示最优接入点的数量;  $R_i^j$ 为第i个最优参考点在T秒内接收到第j个接入点的平均信号强度,其计算公式为:

$$R_i^j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_i^j(t) \quad (6)$$

对每个最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到测试点的位置估计结果为:

$$loc_t = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i \times loc_i}{\sum_{i=1}^N \omega_i} \quad (7)$$

(7)式中,  $loc_i = (x_i, y_i)$ 为第i个最优参考点的坐标;  $loc_t$ 为测试点最终的位置估计结果;N为最优参考点的数量。

6.一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位系统,其特征在于,包括:

采集模块,用于采集所有参考点处WiFi接入点的信号强度RSS和实时采集测试点处WiFi接入点的信号强度RSS;

统计模块,用于以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的参考点间距为半径画等半径圆;计算在每个WiFi接入点下,测试点与每个圆的位置关系,并统计每个圆含有的相似接入点;

最优参考点选取模块,用于选择具有相似接入点最多的圆为相似圆,并选取相似圆的所有参考点作为最优参考点;

最优接入点选取模块,用于将每个相似圆含有的所述相似接入点作为一个相似点集合,计算所有相似点集合的交集获得最优接入点;

定位模块,用于计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取最优参考点的权重,并对所述最优参考点位置坐标进行加权计算,获得所述测试点的位置估计结果。

## 一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及指纹定位技术领域,特别涉及一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法和系统。

### 背景技术

[0002] WiFi指纹定位由于其不需要安装额外硬件设备,可以直接利用现有的WiFi设备收集指纹,且几乎可以全天候工作,因此在室内导航定位领域中受到了广泛的重视和研究,并且已经获得了初步成效。指纹定位技术主要是由于无线电信号在不同位置点上具有不完全相同的信号强度序列,使得每一个位置点都可以依据所接收到的信号强度构成自己独特的信号特征。通过存储每一个点的信号强度序列,来构建定位区域的信号指纹库,并采用在线信号强度序列匹配的方法,达到定位的目的。但是由于受温度、湿度、人流移动、障碍物的出现消失和信号强度自身动态变化特性等问题,使得一些静态效果较好的匹配定位算法,例如:NN,WKNN算法,无法很好的解决上述动态问题,这也导致指纹定位的精度较低。

[0003] 因此,如何通过可靠的算法来应对环境的变化和自身的动态特性,提升定位精度,直接决定指纹定位技术的推广和应用。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法和系统,以解决目前无线信号指纹定位易受环境和自身动态变化的影响,导致的低定位精度的问题。

[0005] 第一方面,本发明提供了一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,包括:以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的参考点间距为半径画等半径圆,使得圆内的参考点接收的信号强度能够反映当前圆内的信号强度特性;

[0006] 针对每个WiFi接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系,将所述测试点位于圆内时所对应的WiFi接入点作为相似接入点,将具有所述相似接入点最多的圆作为相似圆,所述相似圆包含的所述参考点为最优参考点;

[0007] 将每个所述相似圆含有的所述相似接入点作为一个相似点集合,计算所有所述相似点集合的交集,交集内含有的接入点集合为最优接入点;

[0008] 计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取所述最优参考点的权重,并对所述最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到所述测试点的位置估计结果。

[0009] 在一个实施例中,以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距为半径画等半径圆,使得圆内的参考点接收的信号强度能够反映当前圆内的信号强度特性,包括:

[0010] 离线采集每个参考点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在所述参考点处接收WiFi接入点的信号强度RSS;

[0011] 以每个所述参考点为圆心并以相等的半径画圆,半径取值范围为1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻

参考点间距。

[0012] 在一个实施例中,针对每个WiFi接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系,将所述测试点位于圆内时所对应的WiFi接入点作为相似接入点,将具有所述相似接入点最多的圆作为相似圆,所述相似圆包含的所述参考点为最优参考点,包括:

[0013] 在线获取测试点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在所述测试点接收WiFi接入点的信号强度RSS;

[0014] 针对每个所述WiFi接入点,获取每个圆内参考点信号强度RSS的最大值和最小值,并判断最大值和最小值与测试点信号强度RSS之间的关系,即

$$[0015] \quad \min(\mathbf{R}_{C_i}^j) \leq U^j \leq \max(\mathbf{R}_{C_i}^j) \quad (1)$$

$$[0016] \quad \mathbf{R}_{C_i}^j = \begin{bmatrix} {}^1R_{C_i}^j(1) & {}^1R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^1R_{C_i}^j(T) \\ {}^2R_{C_i}^j(1) & {}^2R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^2R_{C_i}^j(T) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ {}^{f_1}R_{C_i}^j(1) & {}^{f_1}R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^{f_1}R_{C_i}^j(T) \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0017] (1) - (2) 式中, $U^j$ 表示测试点接收到第j个接入点的信号强度, $\min(*)$ 和 $\max(*)$ 分别表示最小值和最大值运算; $C_1$ 表示以第1个参考点为圆心的圆; $\mathbf{R}_{C_i}^j$ 表示圆 $C_1$ 包含的参考点接收到第j个接入点的信号强度矩阵; $f_1$ 表示圆 $C_1$ 包含的参考点数量; ${}^{f_1}R_{C_i}^j(t)$ 表示圆内第 $f_1$ 个参考点在第t秒接收到的第j个接入点的信号强度; $T$ 为参考点的样本采样时间;当关系式(1)成立时,该测试点落在当前圆的内部,并将该接入点作为当前圆的相似接入点;否则,当式(1)不成立时,该测试点落在当前圆的外部;

[0018] 将所有WiFi接入点遍历后,比较每个圆包含相似接入点的个数,将具有最多相似接入点个数的圆作为相似圆,将相似圆包含的所述参考点作为最优参考点。

[0019] 在一个实施例中,将每个所述相似圆含有的所述相似接入点作为一个相似点集合,计算所有所述相似点集合的交集,交集内含有的接入点集合为最优接入点,包括:

[0020] 将每个所述相似圆含有的相似WiFi接入点作为一个相似点集合,其集合可表示为

$$[0021] \quad AP_{RP_i} = [AP_i^1, AP_i^2, \dots, AP_i^p] \quad (3)$$

[0022] (3) 式中, $AP_{RP_i}$ 表示以第1个参考点RP为圆心的相似圆含有的相似WiFi接入点的集合;上角标p表示相似接入点数量;

[0023] 计算所有相似点集合的交集获得最优接入点NAP,其计算公式为:

$$[0024] \quad NAP = [AP_{RP_1} \cap AP_{RP_2} \cap \cdots \cap AP_{RP_s}] \quad (4)$$

[0025] (4) 式中,下角标s表示相似圆的数量。

[0026] 在一个实施例中,计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取所述最优参考点的权重,并对所述最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到所述测试点的位置估计结果,包括:

[0027] 计算所述测试点和最优参考点分别接收到所述最优接入点的信号强度RSS之间的差异,获得所述最优参考点的权重,其权重计算公式为:

$$[0028] \quad \omega_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{j=1}^M \left( \frac{(R_i^j - U^j)}{(R_i^j + U^j)} \right)^2}} \quad (5)$$

[0029] (5) 式中,  $\omega_i$  表示第  $i$  个最优参考点的权重;  $M$  表示最优接入点的数量;  $R_i^j$  为第  $i$  个最优参考点在  $T$  秒内接收到第  $j$  个接入点的平均信号强度, 其计算公式为:

$$[0030] \quad R_i^j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_i^j(t) \quad (6)$$

[0031] 对每个最优参考点的位置坐标进行加权计算, 得到测试点的位置估计结果为:

$$[0032] \quad loc_t = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i \times loc_i}{\sum_{i=1}^N \omega_i} \quad (7)$$

[0033] (7) 式中,  $loc_i = (x_i, y_i)$  为第  $i$  个最优参考点的坐标;  $loc_t$  为测试点最终的位置估计结果;  $N$  为最优参考点的数量。

[0034] 第二方面, 本发明实施例还提供了一种最优参考点和接入点选取的指纹定位系统, 包括:

[0035] 采集模块, 用于采集所有参考点处 WiFi 接入点的信号强度 RSS 和实时采集测试点处 WiFi 接入点的信号强度 RSS;

[0036] 统计模块, 用于以每个参考点为圆心并以 1 至  $\sqrt{2}$  倍的参考点间距为半径画等半径圆; 计算在每个 WiFi 接入点下, 测试点与每个圆的位置关系, 并统计每个圆含有的相似接入点;

[0037] 最优参考点选取模块, 用于选择具有相似接入点最多的圆为相似圆, 并选取相似圆的所有参考点作为最优参考点;

[0038] 最优接入点选取模块, 用于将每个相似圆含有的所述相似接入点作为一个相似点集合, 计算所有相似点集合的交集获得最优接入点;

[0039] 定位模块, 用于计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异, 获取最优参考点的权重, 并对所述最优参考点位置坐标进行加权计算, 获得所述测试点的位置估计结果。

[0040] 本发明实施例提供的上述技术方案的有益效果至少包括:

[0041] 本发明实施例提供的基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法, 该方法首先以每个参考点为圆心并以 1 至  $\sqrt{2}$  倍的相邻参考点间距为半径画等半径圆, 针对每个 WiFi 接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系, 将测试点位于圆内时所对应的 WiFi 接入点作为相似接入点, 并将具有相似接入点最多的圆作为相似圆, 相似圆包含的参考点为最优参考点; 其次, 将每个相似圆含有的相似接入点作为一个相似点集合, 计算所有相似点集合的交集, 交集内含有的接入点集合为最优接入点; 最后通过计算测试点和最优参考点接收到最优接入点的信号强度之间的差异, 获取最优参考点的权重, 并对最优参考点的位置坐标进行加权计算, 得到测试点的位置估计结果。该方法通过选取最优参考点和最优接入点, 降低

了指纹自身变化和环境变化对定位的影响,并对最优参考点分配权重,从而解决了目前指纹定位精度低的问题。

[0042] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,而且部分关键技术细节从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0043] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

### 附图说明

[0044] 图1为本发明实施例提供的基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法的流程图。

[0045] 图2为本发明实时例提供的接入点,参考点和测试点分布的说明示意图。

[0046] 图3为本发明实时例提供的基于最优参考点和接入点选取的指纹定位系统的框图。

### 具体实施方式

[0047] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0048] 实施例一:本发明实施例提供了一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位方法,参照图1所示,包括以下步骤:

[0049] S101、以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距为半径画等半径圆,使得圆内的参考点接收的信号强度能够反映当前圆内的信号强度特性;

[0050] S102、针对每个WiFi接入点,执行S102.1,获取每个圆内参考点信号强度的最小值和最大值,判断测试点的信号强度是否处于由最大值和最小值所确定的区间内;若处于区间内,则执行步骤S102.2,该测试点位于当前圆的内部,且将该接入点作为当前圆的相似接入点;若不处于区间内,则执行步骤S102.3,该测试点位于当前圆的外部;

[0051] S103、选取具有相似接入点数量最多的圆为相似圆,这些相似圆内包含的参考点为最优参考点;

[0052] S104、将每个相似圆包含的相似接入点作为一个相似点集合,计算所有相似点集合的交集,交集内包含的接入点集合为最优接入点;

[0053] S105、计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取所述最优参考点的权重,并对所述最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到所述测试点的位置估计结果。即:依据所选取的最优参考点和最优接入点,通过对最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到测试点的位置估计结果。

[0054] 通常,参照图2所示,一个WiFi系统由一些固定的接入点(AP)组成,它们部署在在室内一些便于安装的位置,系统或网络管理员通常知道这些AP的位置。并且固定参考点已有的信号强度比较稳定。



[0055] 本实施例中,该方法首先以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距为半径画等半径圆,可使得圆内的参考点接收的信号强度能够反映当前圆内的信号强度特性;针对每个WiFi接入点分别计算测试点与每个圆的位置关系,将测试点位于圆内时所对应的WiFi接入点作为相似接入点,并将具有相似接入点最多的圆作为相似圆,相似圆包含的参考点为最优参考点;其次,将每个相似圆含有的相似接入点作为一个相似点集合,计算所有相似点集合的交集,交集内含有的接入点集合为最优接入点;如图2所示。最后通过计算测试点和最优参考点接收到最优接入点的信号强度之间的差异,获取最优参考点的权重,并对最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到测试点的位置估计结果。该方法通过选取最优参考点和最优接入点,降低了指纹自身变化和環境变化对定位的影响,并对最优参考点分配权重,从而解决了目前指纹定位精度低的问题。

[0056] 下面分别对上述各个步骤进行详细说明。

[0057] 在一个实施例中,步骤S101包括:

[0058] 离线采集每个参考点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在参考点处接收WiFi接入点的信号强度RSS;

[0059] 以每个参考点为圆心并以相等的半径画圆,半径取值范围为1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距。

[0060] 在一个实施例中,步骤S102包括:

[0061] 在线获取测试点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在测试点接收WiFi接入点的信号强度;

[0062] 针对每个WiFi接入点,获取每个圆内参考点信号强度RSS的最大值和最小值,并判断最大值和最小值与测试点信号强度RSS之间的关系

$$[0063] \quad \min(\mathbf{R}_{C_i}^j) \leq U^j \leq \max(\mathbf{R}_{C_i}^j) \quad (1)$$

$$[0064] \quad \mathbf{R}_{C_i}^j = \begin{bmatrix} {}^1R_{C_i}^j(1) & {}^1R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^1R_{C_i}^j(T) \\ {}^2R_{C_i}^j(1) & {}^2R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^2R_{C_i}^j(T) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ {}^{f_1}R_{C_i}^j(1) & {}^{f_1}R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^{f_1}R_{C_i}^j(T) \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0065] (1)-(2)式中, $U^j$ 表示测试点接收到第j个接入点的信号强度, $\min(*)$ 和 $\max(*)$ 分别表示最小值和最大值运算; $C_1$ 表示以第1个参考点为圆心的圆; $\mathbf{R}_{C_i}^j$ 表示圆 $C_1$ 包含的参考点接收到第j个接入点的信号强度矩阵; $f_1$ 表示圆 $C_1$ 包含的参考点数量; ${}^{f_1}R_{C_i}^j(t)$ 表示圆内第 $f_1$ 个参考点在第t秒接收到的第j个接入点的信号强度;T为参考点的样本采样时间;当关系式(1)成立时,该测试点落在当前圆的内部,并将该接入点作为当前圆的相似接入点;否则,当式(1)不成立时,该测试落在当前圆的外部。

[0066] 在一个实施例中,步骤S103包括:

[0067] 将所有WiFi接入点遍历后,通过比较每个圆的相似接入点个数,选择相似接入点数量最多的圆为相似圆,这些相似圆包含的参考点为最优参考点。

[0068] 在一个实施例中,步骤S104,包括:

[0069] 将每个相似圆含有的相似WiFi接入点作为一个相似点集合,其集合可表示为

$$[0070] \quad AP_{RP_i}^p = [AP_i^1, AP_i^2, \dots, AP_i^p] \quad (3)$$

[0071] (3)式中,  $AP_{RP_i}^p$ 表示以第1个参考点RP为圆心的相似圆含有的相似WiFi接入点的集合;上角标p表示相似接入点数量;

[0072] 计算所有相似点集合的交集获得最优接入点NAP,其计算公式为:

$$[0073] \quad NAP = [AP_{RP_1} \cap AP_{RP_2} \cap \dots \cap AP_{RP_s}] \quad (4)$$

[0074] (4)式中,下角标s表示相似圆的数量。

[0075] 在一个实施例中,步骤S105,包括:

[0076] 计算测试点和最优参考点分别接收到最优接入点的信号强度RSS之间的差异,获得最优参考点的权重,其权重计算公式为:

$$[0077] \quad \omega_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{j=1}^M \left( \frac{(R_i^j - U^j)}{(R_i^j + U^j)} \right)^2}} \quad (5)$$

[0078] (5)式中,  $\omega_i$ 表示第i个最优参考点的权重;M表示最优接入点的数量;  $R_i^j$ 为第i个最优参考点在T秒内接收到第j个接入点的平均信号强度,其计算公式为:

$$[0079] \quad R_i^j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_i^j(t) \quad (6)$$

[0080] 对每个最优参考点的位置坐标进行加权计算,得到测试点的位置估计结果为:

$$[0081] \quad loc_t = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i \times loc_i}{\sum_{i=1}^N \omega_i} \quad (7)$$

[0082] (7)式中,  $loc_i = (x_i, y_i)$ 为第i个最优参考点的坐标;  $loc_t$ 为测试点最终的位置估计结果;N为最优参考点的数量。

[0083] 实施例二:

[0084] 本发明实施例提供了一种基于最优参考点和接入点选取的指纹定位系统,参照图3所示,包括:

[0085] 采集模块21,用于采集所有参考点处WiFi接入点的信号强度RSS和实时采集测试点处WiFi接入点的信号强度RSS;

[0086] 统计模块22,用于以每个参考点为圆心并以1至 $\sqrt{2}$ 倍的参考点间距为半径画等半径圆;计算在每个WiFi接入点下,测试点与每个圆的位置关系;并统计每个圆含有的相似接入点;

[0087] 最优参考点选取模块23,用于选择具有相似接入点最多的圆为相似圆,并选取相似圆的所有参考点作为最优参考点;

[0088] 最优接入点选取模块24,用于将每个相似圆含有的相似接入点作为一个相似点集合,计算所有相似点集合的交集获得最优接入点;

[0089] 定位模块25,用于计算所述测试点和最优参考点接收到所述最优接入点的信号强度之间的差异,获取最优参考点的权重,并对所述最优参考点位置坐标进行加权计算,获得所述测试点的位置估计结果。

[0090] 其中,采集模块21,具体用于离线采集参考点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和在参考点处接收到WiFi接入点的信号强度RSS;

[0091] 在线获取测试点的指纹信息,包括WiFi接入点的MAC地址和该在参考点处接收到WiFi接入点的信号强度RSS。

[0092] 统计模块22,具体用于计算在每个WiFi接入点下,测试点与每个圆的位置关系;并统计每个圆含有的相似接入点;包括:

[0093] 以每个参考点为圆心并以相等的半径画圆,半径取值范围为1至 $\sqrt{2}$ 倍的相邻参考点间距;

[0094] 针对每个WiFi接入点,获取每个圆内参考点信号强度RSS的最大值和最小值,并判断最大值和最小值与测试点信号强度RSS之间的关系为

$$[0095] \quad \min(\mathbf{R}_{C_i}^j) \leq U^j \leq \max(\mathbf{R}_{C_i}^j) \quad (1)$$

$$[0096] \quad \mathbf{R}_{C_i}^j = \begin{bmatrix} {}^1R_{C_i}^j(1) & {}^1R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^1R_{C_i}^j(T) \\ {}^2R_{C_i}^j(1) & {}^2R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^2R_{C_i}^j(T) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ {}^{f_1}R_{C_i}^j(1) & {}^{f_1}R_{C_i}^j(2) & \cdots & {}^{f_1}R_{C_i}^j(T) \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0097] (1)-(2)式中, $U^j$ 表示测试点接收到第j个接入点的信号强度, $\min(*)$ 和 $\max(*)$ 分别表示最小值和最大值运算; $C_1$ 表示以第1个参考点为圆心的圆; $\mathbf{R}_{C_i}^j$ 表示圆 $C_1$ 包含的参考点接收到第j个接入点的信号强度矩阵; $f_1$ 表示圆 $C_1$ 包含的参考点数量; ${}^{f_1}R_{C_i}^j(t)$ 表示圆内第 $f_1$ 个参考点在第t秒接收到的第j个接入点的信号强度;T为参考点的样本采样时间;当关系式(5)成立时,该测试点落在当前圆的内部,并将该接入点作为当前圆的相似接入点;否则,当式(5)不成立时,该测试点落在当前圆的外部。

[0098] 最优参考点选取模块23,具体用于选择具有最多相似接入点数量的圆为相似圆,相似圆中的参考点为最优参考点;

[0099] 将所有WiFi接入点遍历后,比较每个圆包含相似接入点的个数,将具有最多相似接入点个数的圆作为相似圆,将相似圆包含的参考点作为最优参考点。

[0100] 最优接入点选取模块24,将每个相似圆含有的相似接入点作为一个相似点集合,计算所有相似点集合的交集,交集内含有的接入点集合为最优接入点;

[0101] 将每个相似圆含有的相似WiFi接入点作为一个相似点集合,其集合可表示为

$$[0102] \quad AP_{RP_i} = [AP_i^1, AP_i^2, \dots, AP_i^p] \quad (3)$$

[0103] (3)式中, $AP_{RP_i}$ 表示以第1个参考点RP为圆心的相似圆含有的相似WiFi接入点的集合;上角标p表示相似接入点数量;

[0104] 计算所有相似点集合的交集获得最优接入点NAP,其计算公式为:

$$[0105] \quad NAP = \left[ AP_{RP_1} \cap AP_{RP_2} \cap \dots \cap AP_{RP_s} \right] \quad (4)$$

[0106] (4) 式中, 下角标s表示相似圆的数量。

[0107] 定位模块25, 具体用于计算测试点和最优参考点接收到最优接入点的信号强度之间的差异性, 获取最优参考点的权重, 并对最优参考点的位置坐标进行加权计算, 得到测试点的位置估计结果;

[0108] 计算测试点和最优参考点分别接收到最优接入点的信号强度RSS之间的差异, 获得最优参考点的权重, 其权重计算公式为:

$$[0109] \quad \omega_i = \frac{1}{\sqrt{\sum_{j=1}^M \left( \frac{(R_i^j - U^j)}{(R_i^j + U^j)} \right)^2}} \quad (5)$$

[0110] (5) 式中,  $\omega_i$  表示第i个最优参考点的权重; M表示最优接入点的数量;  $R_i^j$  为第i个最优参考点在T秒内接收到第j个接入点的平均信号强度, 其计算公式为:

$$[0111] \quad R_i^j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_i^j(t) \quad (6)$$

[0112] 对每个最优参考点的位置坐标进行加权计算, 得到测试点的位置估计结果为:

$$[0113] \quad loc_t = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i \times loc_i}{\sum_{i=1}^N \omega_i} \quad (7)$$

[0114] (7) 式中,  $loc_i = (x_i, y_i)$  为第i个最优参考点的坐标;  $loc_t$  为测试点最终的位置估计结果; N为最优参考点的数量。

[0115] 本公开实施例的基于最优参考点和接入点选取的指纹定位系统, 首先通过测试点与圆内的参考点之间的信号强度关系精确查找最优参考点; 进而对筛选出来的圆含有的相似接入点取交集, 得到最优接入点; 并计算测试点和最优参考点接收到最优接入点的信号强度之间的差异, 最优参考点的权重, 并对最优参考点位置坐标进行加权计算, 得到测试点最终的定位结果。从而解决目前指纹定位易受环境影响, 定位精度低的问题。

[0116] 本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等) 上实施的计算机程序产品的形式。

[0117] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0118] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0119] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其它可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0120] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

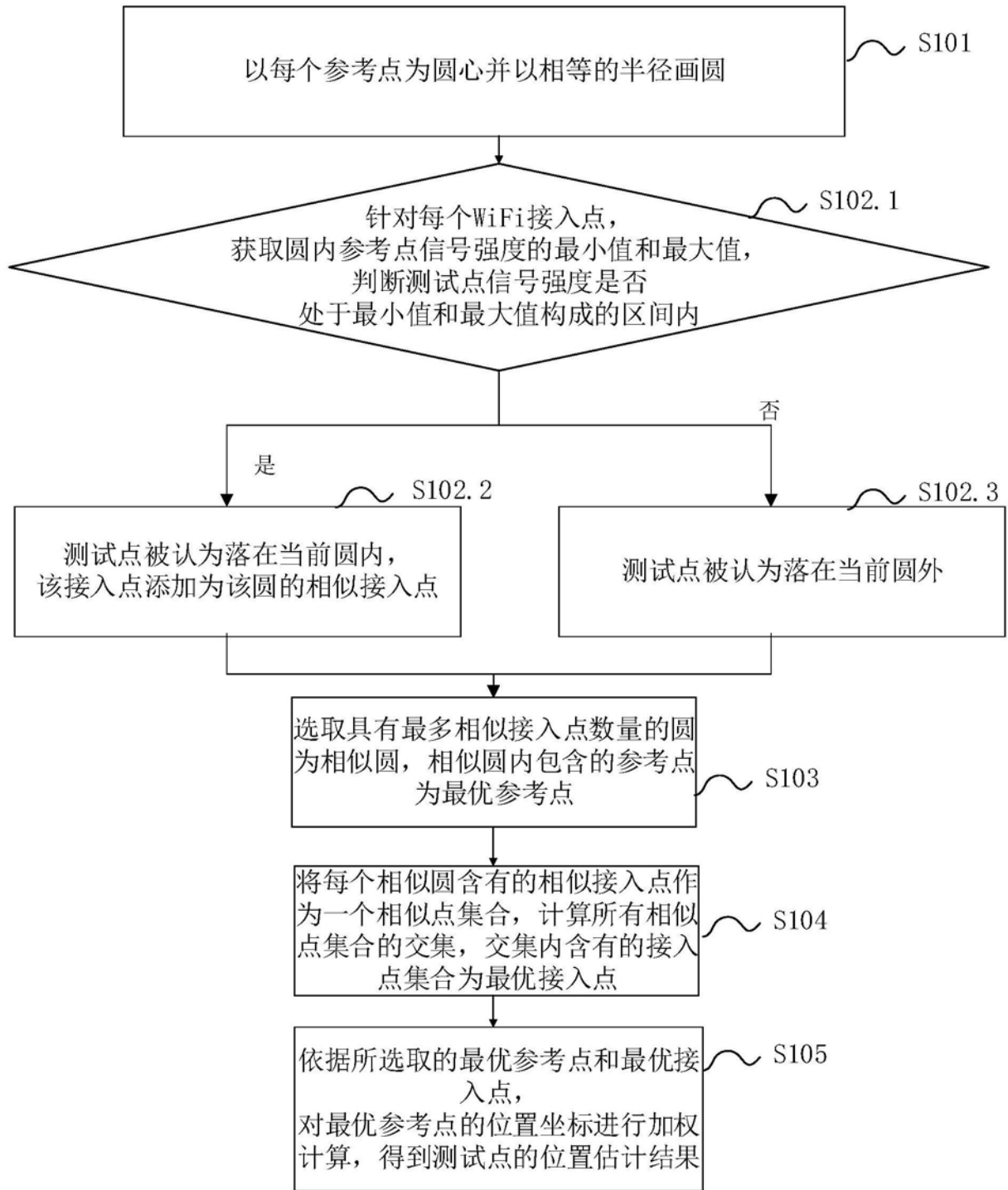


图1

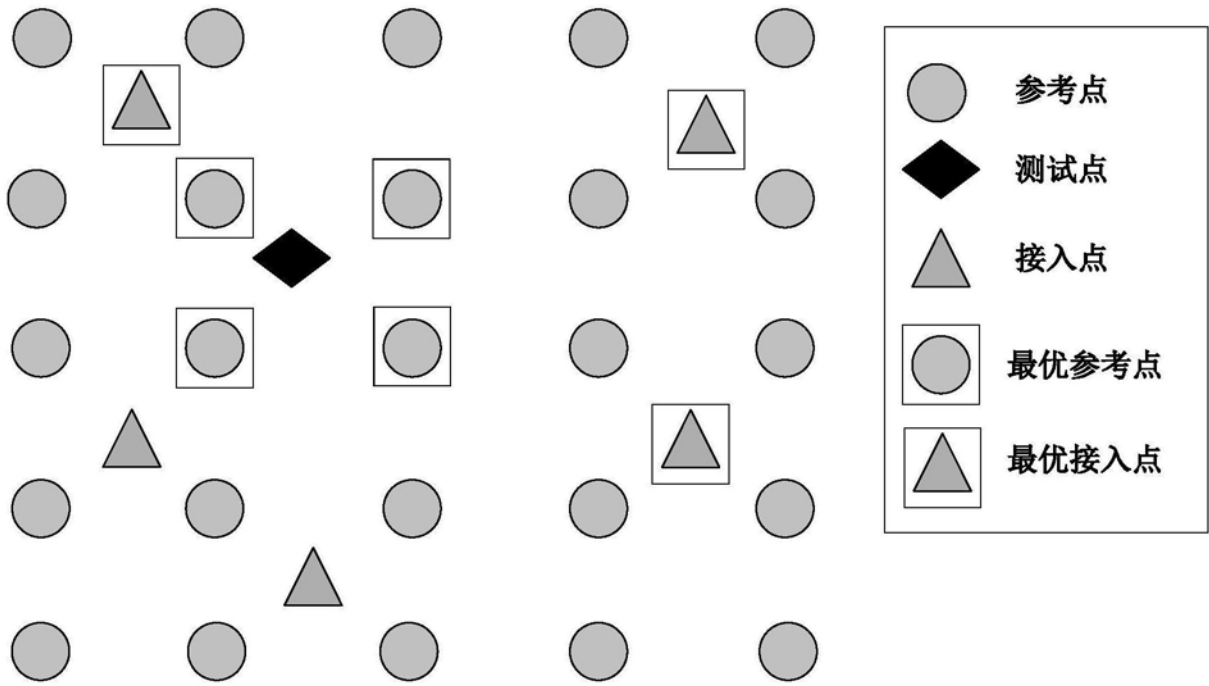


图2

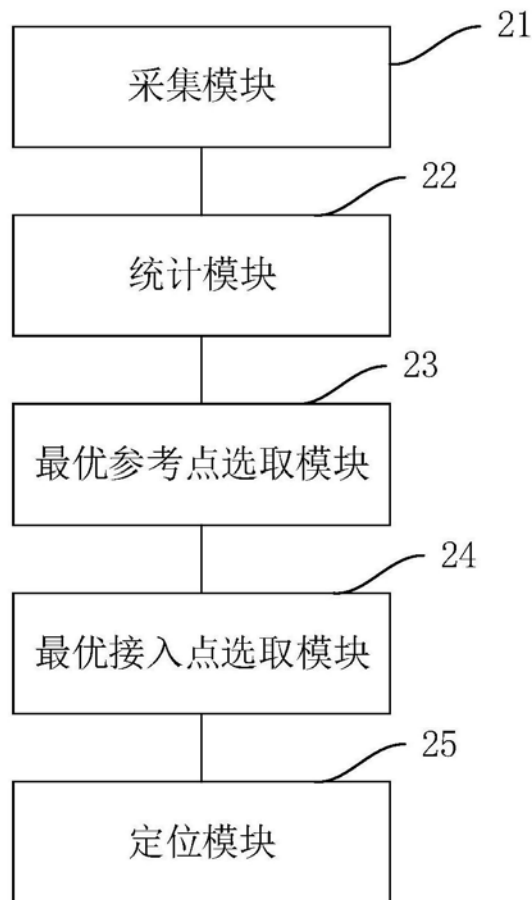


图3