



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106707232 B

(45)授权公告日 2019.02.15

(21)申请号 201611181972.0

H04W 64/00(2009.01)

(22)申请日 2016.12.20

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106707232 A

WO 2010/059934 A2,2010.05.27,
KR 10-1625757 B1,2016.05.24,
CN 103402258 A,2013.11.20,
CN 105792353 A,2016.07.20,
CN 105979580 A,2016.09.28,

(43)申请公布日 2017.05.24

(73)专利权人 南京工业大学
地址 210009 江苏省南京市鼓楼区新模范
马路5号

吴陈沐.基于群智感知的无线室内定位.《中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2016,(第7期),正文第1-92页.

(72)发明人 孙永亮 何宇 杨洋 朱晓梅
李义丰

审查员 陈曦

(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 许方

(51)Int.Cl.

G01S 5/02(2010.01)

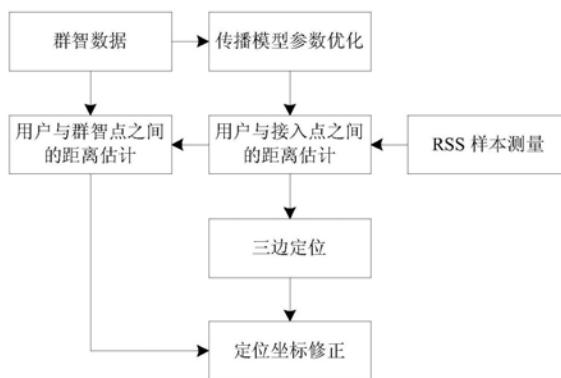
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,该方法根据预先在群智点采集数据建立由优化的传播模型参数和位置信息组成的数据表,用户通过扫描群智点处的标签可获得数据表中优化的传播模型参数,进行三边定位。同时,群智数据还用于估计用户与群智点之间的距离,该距离可作为限制条件修正三边定位的结果,大幅度提高定位精度。本发明与现有技术相比,仅利用从少数群智点处采集的数据,即可实现较高精度的定位。



1. 一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 选择WLAN传播模型,并确定模型中的优化参数;

(2) 在室内待定位区域建立位置坐标系,在该区域内选择若干群智点,在各群智点处设置携带该群智点位置坐标的标签;

(3) 在各群智点处利用终端设备来测量来自多个接入点的RSS数据,将各群智点处测量到的RSS数据与群智点的位置坐标上传给定位服务器;

(4) 定位服务器根据接收到的群智数据来优化WLAN传播模型参数,将各群智点对应的模型优化参数的平均值以及各群智点的位置坐标生成数据表,存储于定位服务器中;

(5) 用户走到某群智点j处时,扫描标签获取该群智点的位置坐标,并在定位服务器中查询步骤(4)生成的数据表,获取该群智点对应的模型优化参数的平均值;

(6) 当用户离开群智点j,并在到达下一个群智点之前,根据群智点j对应的模型优化参数的平均值估计用户当前位置与3个信号最强的接入点之间的距离,再采用三边定位算法对用户当前位置进行定位;

(7) 根据群智点j处的群智数据、用户在当前位置实际测量的RSS数据以及群智点j对应的模型优化参数的平均值估计用户当前位置与群智点j之间的距离,并根据该距离修正步骤(6)中三边定位算法的结果。

2. 根据权利要求1所述基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,其特征在于:在步骤(1)中,选择的WLAN传播模型如下:

$$P_{Tr}^{(k)} - P_{Re}^{(k,j)} = 20 \lg f + N^{(k,j)} \lg d^{(k,j)} - X^{(k,j)}$$

上式中, $P_{Tr}^{(k)}$ 为接入点k的发射功率,从接入点的配置中获得, $P_{Re}^{(k,j)}$ 为用户在群智点j的接收功率,从测量的RSS数据中获得; $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ 分别是该模型的优化参数; $d^{(k,j)}$ 是接入点k与群智点j之间的距离; f 是传播频率。

3. 根据权利要求2所述基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,其特征在于:在步骤(4)中,计算WLAN传播模型参数的平均值的过程如下:

(a) 根据步骤(1)选择的WLAN传播模型,通过优化参数 $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ 估计接入点k与群智点j之间的距离 $d^{(k,j)}$:

$$d^{(k,j)} = 10^{\frac{P_{Tr}^{(k)} - P_{Re}^{(k,j)} - 20 \lg f + X^{(k,j)}}{N^{(k,j)}}}$$

(b) 根据接入点k的位置坐标 $(x_{AP}^{(k)}, y_{AP}^{(k)})$ 和群智点j的位置坐标 $(x_{CP}^{(j)}, y_{CP}^{(j)})$,得到接入点k与群智点j之间的水平距离 $d_{Horz}^{(k,j)}$:

$$d_{Horz}^{(k,j)} = \sqrt{(x_{AP}^{(k)} - x_{CP}^{(j)})^2 + (y_{AP}^{(k)} - y_{CP}^{(j)})^2}$$

(c) 根据下式优化参数 $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$:

$$\begin{cases} (\hat{X}^{(k,j)}, \hat{N}^{(k,j)}) = \arg \min_{(X^{(k,j)}, N^{(k,j)})} |d_{Real}^{(k,j)} - d^{(k,j)}| \\ d_{Real}^{(k,j)} = \sqrt{(d_{Horz}^{(k,j)})^2 + \Delta h^2} \end{cases}$$

上式中, $\hat{X}^{(k,j)}$, $\hat{N}^{(k,j)}$ 是优化后的参数值, $d_{Real}^{(k,j)}$ 为接入点k与群智点j之间的真实距离, Δh

为接入点与终端设备之间的高度差；

(d) 根据步骤(a) - (c), 得到不同接入点与群智点j对应的模型优化参数值, 将这些优化参数值取平均, 得到群智点j对应的模型优化参数的平均值 $\bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$ 和 $\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}$ 。

4. 根据权利要求3所述基于群智感知的WLAN传播模型定位方法, 其特征在于: 步骤(7)的具体过程如下:

(A) 计算用户在当前位置i测量到的来自接入点l的功率 $P_{\text{Re}}^{(l,i)}$:

$$P_{\text{Re}}^{(l,i)} = P_{\text{Tr}}^{(l)} - 20 \lg f - \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg d^{(l,i)} + \bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$$

(B) 根据群智点j的群智数据, 计算群智点j测量到的来自接入点l的功率 $P_{\text{Re}}^{(l,j)}$:

$$P_{\text{Re}}^{(l,j)} = P_{\text{Tr}}^{(l)} - 20 \lg f - \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg d^{(l,j)} + \bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$$

则, $P_{\text{Re}}^{(l,i)}$ 与 $P_{\text{Re}}^{(l,j)}$ 的差值:

$$P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)} = \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg \frac{d^{(l,i)}}{d^{(l,j)}}$$

(C) 根据三角形两边之差小于第三边, 则群智点j和用户当前位置i之间的距离 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$ 满足:

$$d_{\text{Res}}^{(i,j)} \geq \left| d^{(l,i)} - d^{(l,j)} \right| = \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}}} - 1 \right| d^{(l,j)} = \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}}} - 1 \right| d_{\text{Real}}^{(l,j)}$$

(D) 根据用户当前位置i、群智点j测量到的来自所有接入点的功率, 可得:

$$d_{\text{Res}}^{(i,j)} \approx \left(\max_{l \in \{1, 2, \dots, L\}} \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}}} - 1 \right| \sqrt{(d_{\text{Horz}}^{(l,j)})^2 + \Delta h^2} \right)$$

上式中, L为接入点总数;

(E) 若步骤(6)的三边定位结果与群智点j之间的距离大于 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$, 则需要对三边定位结果进行修正。

5. 根据权利要求4所述基于群智感知的WLAN传播模型定位方法, 其特征在于: 当需要对三边定位结果进行修正时, 将三边定位结果 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 修正到以群智点j为圆心, 以 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$ 为半径的圆周上, 保持角度与 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 相同, 则修正后的定位坐标 (\hat{x}'_i, \hat{y}'_i) :

$$\begin{cases} \hat{x}'_i = \frac{(\hat{x}_i - x_{\text{CP}}^{(j)}) d_{\text{Res}}^{(i,j)}}{\hat{d}^{(i,j)}} + x_{\text{CP}}^{(j)} \\ \hat{y}'_i = \frac{(\hat{y}_i - y_{\text{CP}}^{(j)}) d_{\text{Res}}^{(i,j)}}{\hat{d}^{(i,j)}} + y_{\text{CP}}^{(j)} \end{cases}$$

上式中, $\hat{d}^{(i,j)}$ 为三边定位结果 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 与群智点j之间的距离。

一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法

技术领域

[0001] 本发明属于室内定位技术领域,特别涉及了一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法。

背景技术

[0002] 随着移动设备的不断发展和普及,人们对基于位置的服务的需求增长迅速。由于卫星定位和蜂窝网络定位在室内环境下性能受限,因此人们利用无线局域网(Wireless Local Area Network,WLAN)、红外线、超声波等技术开发出了不同的室内定位系统。其中基于WLAN的定位系统因为WLAN已经广泛布置在室内环境和其终端设备广泛普及而备受青睐。目前,人们已经提出多种利用WLAN定位方法,如位置指纹、传播模型(Propagation Model, PM)、到达时间(Time of Arrival,TOA)、到达时间差(Time Difference of Arrival, TDOA)、到达角(Angle of Arrival,AOA)等。

[0003] 与TOA、TDOA和AOA相比,位置指纹法由于其不需要额外的硬件设备和在非视距环境性能好等特点成为人们研究的热点。但是位置指纹法的缺点是需要采集接收信号强度(Received Signal Strength,RSS)样本和其位置信息建立一个叫射频地图的数据库。在线定位时,终端设备实时测量的RSS样本与射频地图中的RSS样本匹配计算定位坐标,或利用离线训练的非线性函数计算定位坐标。一般由专业人员在离线阶段完成射频地图的建立,该过程通常耗时费力,因此该缺点也限制了位置指纹法的广泛应用。另一种传播模型法虽然不需要建立射频地图,但该方法需要利用传播模型估计用户与WLAN接入点之间的距离,因此其性能通常很难令人满意。

[0004] 近年来,人们提出了基于群智感知的射频地图建立方法。群智感知是利用普通用户也叫群智参与者的移动设备作为感知单元,通过移动互联网进行有意识或无意识的协作,实现感知任务分发与感知数据的收集处理,以完成大规模的、复杂的感知任务。因此,与传统的射频地图建立方法相比,以群智感知的方式建立射频地图的优势在于利用大量群智用户共同协作完成专业人员需要较长时间才能完成的、庞大的RSS数据采集任务。但是,这种方法的问题是,仍然需要采集大量的RSS样本。

发明内容

[0005] 为了解决上述背景技术提出的技术问题,本发明旨在提供一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,仅利用从少数群智点处采集的数据,即可实现较高精度的定位。

[0006] 为了实现上述技术目的,本发明的技术方案为:

[0007] 一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 选择WLAN传播模型,并确定模型中的优化参数;

[0009] (2) 在室内待定位区域建立位置坐标系,在该区域内选择若干群智点,在各群智点处设置携带该群智点位置坐标的标签;

[0010] (3) 在各群智点处利用终端设备来测量来自多个接入点的RSS数据,将各群智点处

测量到的RSS数据与群智点的位置坐标上传给定位服务器；

[0011] (4) 定位服务器根据接收到的群智数据来优化WLAN传播模型参数，将各群智点对应的模型优化参数的平均值以及各群智点的位置坐标生成数据表，存储于定位服务器中；

[0012] (5) 用户走到某群智点j处时，扫描标签获取该群智点的位置坐标，并在定位服务器中查询步骤(4)生成的数据表，获取该群智点对应的模型优化参数的平均值；

[0013] (6) 当用户离开群智点j，并在到达下一个群智点之前，根据群智点j对应的模型优化参数的平均值估计用户当前位置与3个信号最强的接入点之间的距离，再采用三边定位算法对用户当前位置进行定位；

[0014] (7) 根据群智点j处的群智数据、用户在当前位置实际测量的RSS数据以及群智点j对应的模型优化参数的平均值估计用户当前位置与群智点j之间的距离，并根据该距离修正步骤(6)中三边定位算法的结果。

[0015] 进一步地，在步骤(1)中，选择的WLAN传播模型如下：

$$[0016] \quad P_{Tr}^{(k)} - P_{Re}^{(k,j)} = 20 \lg f + N^{(k,j)} \lg d^{(k,j)} - X^{(k,j)}$$

[0017] 上式中， $P_{Tr}^{(k)}$ 为接入点k的发射功率，从接入点的配置中获得， $P_{Re}^{(k,j)}$ 为用户在群智点j的接收功率，从测量的RSS数据中获得； $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ 分别是该模型的优化参数； $d^{(k,j)}$ 是接入点k与群智点j之间的距离；f是传播频率；

[0018] 进一步地，在步骤(4)中，计算WLAN传播模型参数的平均值的过程如下：

[0019] (a) 根据步骤(1)选择的WLAN传播模型，通过优化参数 $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ 估计接入点k与群智点j之间的距离 $d^{(k,j)}$ ：

$$[0020] \quad d^{(k,j)} = 10^{\frac{P_{Tr}^{(k)} - P_{Re}^{(k,j)} - 20 \lg f + X^{(k,j)}}{N^{(k,j)}}}$$

[0021] (b) 根据接入点k的位置坐标 $(x_{AP}^{(k)}, y_{AP}^{(k)})$ 和群智点j的位置坐标 $(x_{CP}^{(j)}, y_{CP}^{(j)})$ ，得到接入点k与群智点j之间的水平距离 $d_{Horz}^{(k,j)}$ ：

$$[0022] \quad d_{Horz}^{(k,j)} = \sqrt{(x_{AP}^{(k)} - x_{CP}^{(j)})^2 + (y_{AP}^{(k)} - y_{CP}^{(j)})^2}$$

[0023] (c) 根据下式优化参数 $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ ：

$$[0024] \quad \begin{cases} (\hat{X}^{(k,j)}, \hat{N}^{(k,j)}) = \arg \min_{(X^{(k,j)}, N^{(k,j)})} |d_{Real}^{(k,j)} - d^{(k,j)}| \\ d_{Real}^{(k,j)} = \sqrt{(d_{Horz}^{(k,j)})^2 + \Delta h^2} \end{cases}$$

[0025] 上式中， $\hat{X}^{(k,j)}$ 、 $\hat{N}^{(k,j)}$ 是优化后的参数值， $d_{Real}^{(k,j)}$ 为接入点k与群智点j之间的真实距离， Δh 为接入点与终端设备之间的高度差；

[0026] (d) 根据步骤(a) - (c)，得到不同接入点与群智点j对应的模型优化参数值，将这些优化参数值取平均，得到群智点j对应的模型优化参数的平均值 $\bar{X}_{Tab}^{(j)}$ 和 $\bar{N}_{Tab}^{(j)}$ 。

[0027] 进一步地，步骤(7)的具体过程如下：

[0028] (A) 计算用户在当前位置i测量到的来自接入点1的功率 $P_{Re}^{(l,i)}$ ：

$$[0029] \quad P_{Re}^{(l,i)} = P_{Tr}^{(l)} - 20 \lg f - \bar{N}_{Tab}^{(j)} \lg d^{(l,i)} + \bar{X}_{Tab}^{(j)}$$

[0030] (B) 根据群智点j的群智数据计算群智点1测量到的来自接入点1的功率 $P_{\text{Re}}^{(l,j)}$:

$$[0031] \quad P_{\text{Re}}^{(l,j)} = P_{\text{Tr}}^{(l)} - 20 \lg f - \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg d^{(l,j)} + \bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$$

[0032] 则, $P_{\text{Re}}^{(l,i)}$ 与 $P_{\text{Re}}^{(l,j)}$ 的差值:

$$[0033] \quad P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)} = \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg \frac{d^{(l,i)}}{d^{(l,j)}}$$

[0034] (C) 根据三角形两边之差小于第三边, 则群智点j和用户当前位置i之间的距离 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$ 满足:

$$[0035] \quad d_{\text{Res}}^{(i,j)} \geq \left| d^{(l,i)} - d^{(l,j)} \right| = \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}} - 1} d^{(l,j)} - d^{(l,i)} \right| = \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}} - 1} d_{\text{Real}}^{(l,j)} - d^{(l,i)} \right|$$

[0036] (D) 根据用户当前位置i、群智点j测量到的来自所有接入点的功率, 可得:

$$[0037] \quad d_{\text{Res}}^{(i,j)} \approx \left(\max_{l \in \{1, 2, \dots, L\}} \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}} - 1} \sqrt{\left(d_{\text{Horz}}^{(l,j)} \right)^2 + \Delta h^2} \right| \right)$$

[0038] 上式中, L为接入点总数。

[0039] (E) 若步骤(6)的三边定位结果与群智点j之间的距离大于 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$, 则需要对三边定位结果进行修正。

[0040] 进一步地, 当需要对三边定位结果进行修正时, 将三边定位结果 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 修正到以群智点j为圆心, 以 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$ 为半径的圆周上, 保持角度与 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 相同, 则修正后的定位坐标 (\hat{x}'_i, \hat{y}'_i) :

$$[0041] \quad \begin{cases} \hat{x}'_i = \frac{(\hat{x}_i - x_{\text{CP}}^{(j)}) d_{\text{Res}}^{(i,j)}}{\hat{d}^{(i,j)}} + x_{\text{CP}}^{(j)} \\ \hat{y}'_i = \frac{(\hat{y}_i - y_{\text{CP}}^{(j)}) d_{\text{Res}}^{(i,j)}}{\hat{d}^{(i,j)}} + y_{\text{CP}}^{(j)} \end{cases}$$

[0042] 上式中, $\hat{d}^{(i,j)}$ 为三边定位结果 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 与群智点j之间的距离。

[0043] 采用上述技术方案带来的有益效果:

[0044] 本发明将群智感知应用于传播模型定位法, 该方法仅需要从少数坐标已知的群智点处采集的RSS样本和位置坐标数据来进行较高精度的定位, 能够在短时间内快速完成。同时, 该方法无需额外的硬件, 仅利用现有WLAN和终端设备, 节省系统的建造时间和成本。

附图说明

[0045] 图1是本发明的流程图。

[0046] 图2是本发明中估计用户与群智点之间距离的示意图。

[0047] 图3是实施例中的实验环境平面图。

[0048] 图4是实施例本发明与传统传播模型定位方法的误差累积概率对比图。

具体实施方式

[0049] 以下将结合附图,对本发明的技术方案进行详细说明。

[0050] 如图1所示,一种基于群智感知的WLAN传播模型定位方法,包括以下步骤:

[0051] 步骤1:选择WLAN传播模型,并确定模型中的优化参数。

[0052] 本发明选择的传播模型如下式所示:

$$[0053] \quad P_{\text{Loss}} = 20 \lg f + N \lg d + P_f(n) - 28$$

[0054] 其中, P_{Loss} 是传播损耗,单位是dB; f 是传播频率,单位是MHz; d 是接入点与终端设备之间的距离,单位是米; P_f 是楼层衰减因子,单位是dB; n 是终端设备和接入点之间相隔的楼层数; N 是衰减系数,在2.4GHz办公室环境下等于30。

[0055] 由于通常使用在同一楼层的接入点,因此参数 $P_f(n)$ 可以除去,令 P_{Tr} 和 P_{Re} 分别为接入点 k 的发射功率和用户在群智点 j 的接收功率,则上述模型可写为:

$$[0056] \quad P_{\text{Tr}}^{(k)} - P_{\text{Re}}^{(k,j)} = 20 \lg f + N^{(k,j)} \lg d^{(k,j)} - X^{(k,j)}$$

[0057] 其中, $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ 分别是需要优化的参数; $P_{\text{Tr}}^{(k)}$ 和 $P_{\text{Re}}^{(k,j)}$ 可以从接入点的配置和测量的RSS数据中获得。

[0058] 步骤2:在室内待定位区域建立位置坐标系,在该区域内选择若干群智点,在各群智点处设置携带该群智点位置坐标的标签(例如二维码标签)。

[0059] 步骤3:在各群智点处利用终端设备来测量来自多个接入点的RSS数据,将各群智点处测量到的RSS数据与群智点的位置坐标上传给定位服务器。

[0060] 步骤4:定位服务器根据接收到的群智数据来优化WLAN传播模型参数,将各群智点对应的模型优化参数的平均值以及各群智点的位置坐标生成数据表,存储于定位服务器中。

[0061] 根据步骤1选择的WLAN传播模型,通过优化参数 $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$ 估计接入点 k 与群智点 j 之间的距离 $d^{(k,j)}$:

$$[0062] \quad d^{(k,j)} = 10^{\frac{P_{\text{Tr}}^{(k)} - P_{\text{Re}}^{(k,j)} - 20 \lg f + X^{(k,j)}}{N^{(k,j)}}}$$

[0063] 根据接入点 k 的位置坐标 $(x_{\text{AP}}^{(k)}, y_{\text{AP}}^{(k)})$ 和群智点 j 的位置坐标 $(x_{\text{CP}}^{(j)}, y_{\text{CP}}^{(j)})$,得到接入点 k 与群智点 j 之间的水平距离 $d_{\text{Horz}}^{(k,j)}$:

$$[0064] \quad d_{\text{Horz}}^{(k,j)} = 10^{\frac{P_{\text{Tr}}^{(k)} - P_{\text{Re}}^{(k,j)} - 20 \lg f + X^{(k,j)}}{N^{(k,j)}}}$$

[0065] 根据下式优化参数 $N^{(k,j)}$ 和 $X^{(k,j)}$:

$$[0066] \quad \begin{cases} (\hat{X}^{(k,j)}, \hat{N}^{(k,j)}) = \arg \min_{(X^{(k,j)}, N^{(k,j)})} |d_{\text{Real}}^{(k,j)} - d^{(k,j)}| \\ d_{\text{Real}}^{(k,j)} = \sqrt{(d_{\text{Horz}}^{(k,j)})^2 + \Delta h^2} \end{cases}$$

[0067] 上式中, $\hat{X}^{(k,j)}$ 、 $\hat{N}^{(k,j)}$ 是优化后的参数值, $d_{\text{Real}}^{(k,j)}$ 为接入点 k 与群智点 j 之间的真实距离, Δh 为接入点与终端设备之间的高度差;

[0068] 得到不同接入点与群智点 j 对应的模型优化参数值,将这些优化参数值取平均,得到群智点 j 对应的模型优化参数的平均值 $\bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$ 和 $\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}$ 。

[0069] 步骤5:用户走到某群智点j处时,扫描标签获取该群智点的位置坐标,并在定位服务器中查询步骤4生成的数据表,获取该群智点对应的模型优化参数的平均值。

[0070] 步骤6:当用户离开群智点j,并在到达下一个群智点之前,根据群智点j对应的模型优化参数的平均值估计用户当前位置与3个信号最强的接入点之间的距离,再采用三边定位算法对用户当前位置进行定位。

[0071] 步骤7:根据群智点j处的群智数据、用户在当前位置实际测量的RSS数据以及群智点j对应的模型优化参数的平均值估计用户当前位置与群智点j之间的距离,并根据该距离修正步骤6中三边定位算法的结果。

[0072] 计算用户在当前位置i测量到的来自接入点1的功率 $P_{\text{Re}}^{(l,i)}$:

$$[0073] \quad P_{\text{Re}}^{(l,i)} = P_{\text{Tr}}^{(l)} - 20 \lg f - \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg d^{(l,i)} + \bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$$

[0074] 根据群智点j的群智数据计算群智点1测量到的来自接入点1的功率 $P_{\text{Re}}^{(l,j)}$:

$$[0075] \quad P_{\text{Re}}^{(l,j)} = P_{\text{Tr}}^{(l)} - 20 \lg f - \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg d^{(l,j)} + \bar{X}_{\text{Tab}}^{(j)}$$

[0076] 则, $P_{\text{Re}}^{(l,i)}$ 与 $P_{\text{Re}}^{(l,j)}$ 的差值:

$$[0077] \quad P_{\text{Re}}^{(l,i)} - P_{\text{Re}}^{(l,j)} = \bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)} \lg \frac{d^{(l,i)}}{d^{(l,j)}}$$

[0078] 如图2所示,根据几何原理“三角形两边之差小于第三边”,则群智点j和用户当前位置i之间的距离 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$ 满足:

$$[0079] \quad d_{\text{Res}}^{(i,j)} \geq \left| d^{(l,i)} - d^{(l,j)} \right| = \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}} - 1} d^{(l,j)} \right| = \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}} - 1} d_{\text{Real}}^{(l,j)} \right|$$

[0080] 根据用户当前位置i、群智点j测量到的来自所有接入点的功率,可得:

$$[0081] \quad d_{\text{Res}}^{(i,j)} \approx \left(\max_{l \in \{1,2,\dots,L\}} \left| 10^{\frac{P_{\text{Re}}^{(l,j)} - P_{\text{Re}}^{(l,i)}}{\bar{N}_{\text{Tab}}^{(j)}} - 1} \sqrt{\left(d_{\text{Horz}}^{(l,j)} \right)^2 + \Delta h^2} \right| \right)$$

[0082] 上式中,L为接入点总数。

[0083] 若步骤6的三边定位结果与群智点j之间的距离大于 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$,则需要对三边定位结果进行修正。当需要对三边定位结果进行修正时,将三边定位结果 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 修正到以群智点j为圆心,以 $d_{\text{Res}}^{(i,j)}$ 为半径的圆周上,保持角度与 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 相同,则修正后的定位坐标 (\hat{x}'_i, \hat{y}'_i) :

$$[0084] \quad \begin{cases} \hat{x}'_i = \frac{(\hat{x}_i - x_{\text{CP}}^{(j)}) d_{\text{Res}}^{(i,j)}}{\hat{d}^{(i,j)}} + x_{\text{CP}}^{(j)} \\ \hat{y}'_i = \frac{(\hat{y}_i - y_{\text{CP}}^{(j)}) d_{\text{Res}}^{(i,j)}}{\hat{d}^{(i,j)}} + y_{\text{CP}}^{(j)} \end{cases}$$

[0085] 上式中, $\hat{d}^{(i,j)}$ 为三边定位结果 (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 与群智点j之间的距离。

[0086] 下文通过一个实例对本发明进行分析。如图3所示,实验楼层的面积为 $51.6\text{m} \times$

20.4m,高度为2.7m。在楼层内共布置有7个TP-LINK TL-WR845N的WLAN的接入点,高度为2.2米。在楼层内选择10群智点,并用印有二维码的贴纸贴在地面上。采用魅族魅蓝2手机采集RSS样本,采样速率为每秒1个RSS样本。魅族魅蓝2手机放在高度为1.2米的三脚架上。在每个群智点上采集1分钟共60个RSS样本作为群智数据,在实验区域的走廊和房间620内共采集5400个RSS样本作为测试数据。

[0087] 实验结果如表1和图4所示,基于群智感知的传播模型定位方法可在基本的传播模型方法的基础上大幅度提高定位精度,利用本发明提出的方法平均定位误差可降低至5.79米。本发明提出的方法不仅无需耗时费力的数据采集过程,而且与基本的传播模型定位方法相比大幅度提高定位精度。具有较高的理论价值和实际意义。

[0088] 表1

[0089]

类型	传统的传播模型方法	基于群智感知的传播模型定位方法
平均误差 (m)	20.85m	5.79m

[0090] 实施例仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明保护范围之内。

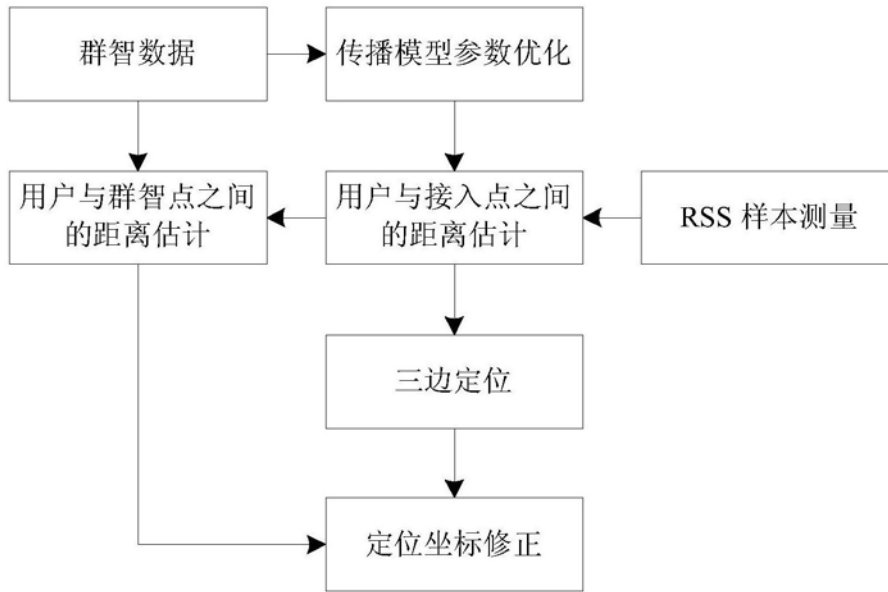


图1

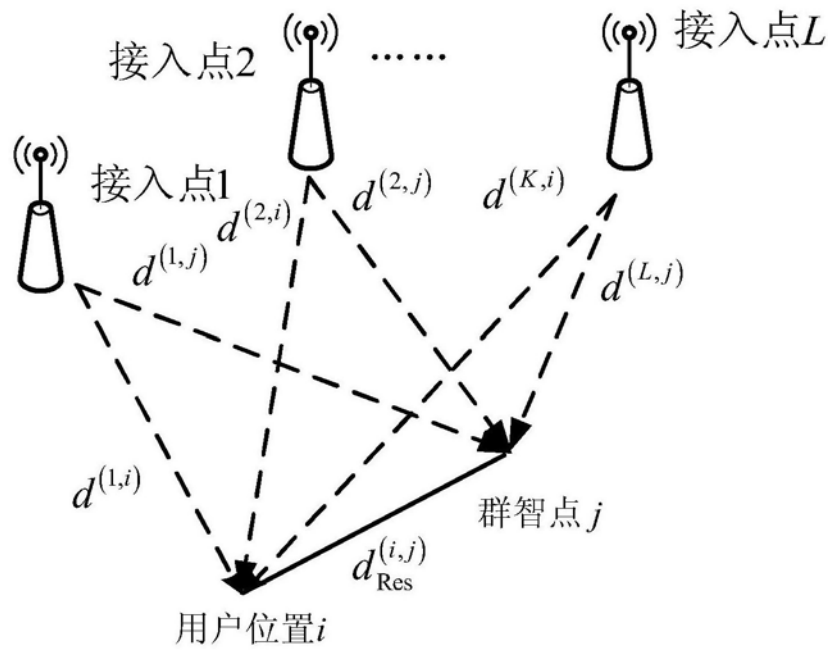


图2

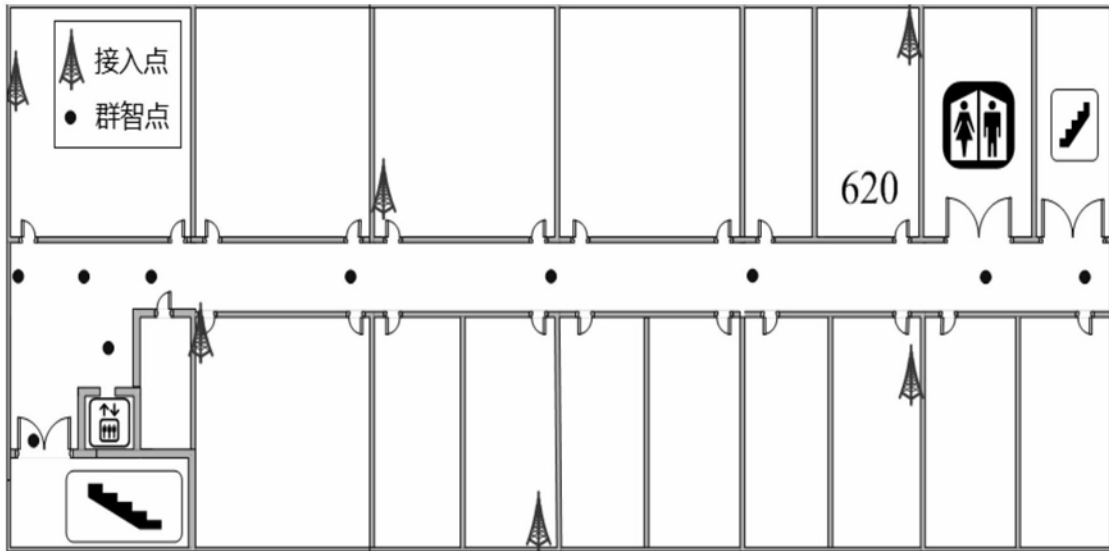


图3

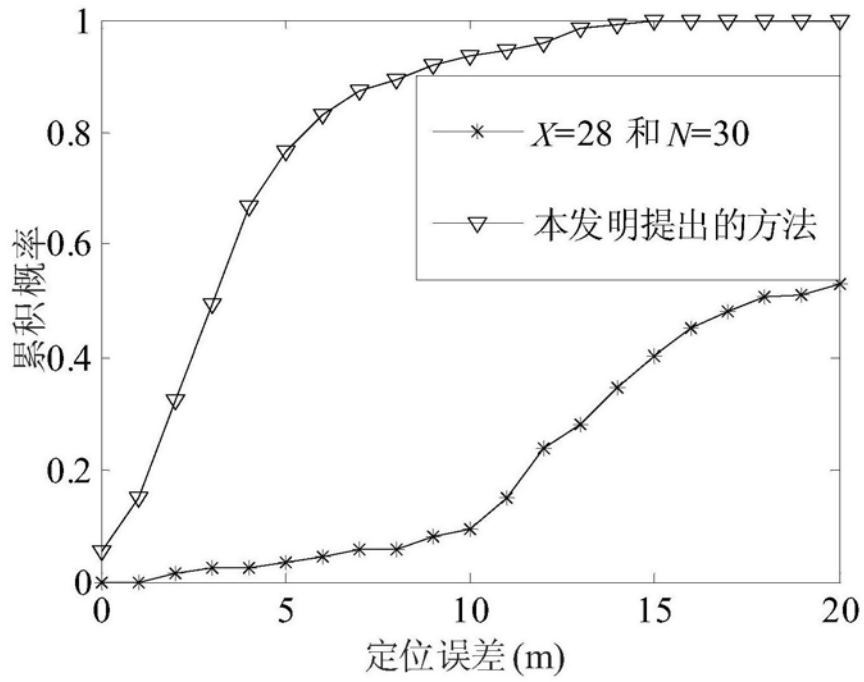


图4