



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105828435 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201610373939.1

(22)申请日 2016.05.30

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 张静 杜佳星 刘安安 赵泽
马宜科 靳国庆 崔洪亮 孔祥兵

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 杜文茹

(51)Int.Cl.

H04W 64/00(2009.01)

G01S 11/06(2006.01)

G01S 5/14(2006.01)

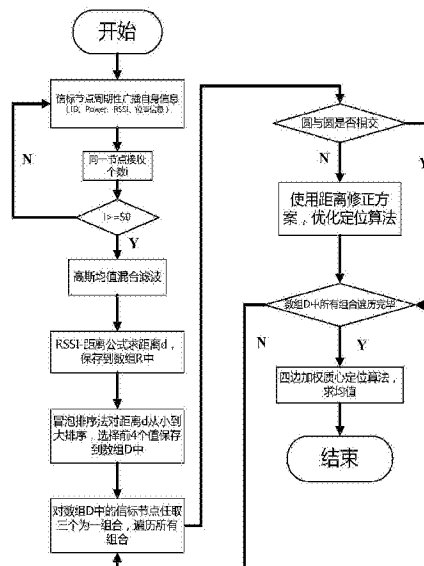
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法

(57)摘要

一种基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,用于移动未知节点在室内复杂环境中进行精确定位。包括RSSI信号处理优化策略,即使用高斯均值混合滤波模型优化RSSI值,消除RSSI值存在着严重抖动的问题,获得更加可靠合理的RSSI值;信标节点实时组合,即使用冒泡排序法按距离从小到大进行排序,选取最小的四个节点进行组合定位;判断组合中圆与圆是否满足两两相交,若不满足,使用距离修正方案进行优化,提高了定位算法的容错能力、适应性和定位精度;使用四边加权质心定位算法进行实时定位,得到未知节点的位置信息。本发明通过优化的定位方法提高了定位精度,具有更强的适应性和容错能力,适合在环境复杂的室内环境中应用推广。



CN 105828435 A

1.一种基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,其特征在于,包括如下步骤:

1)信标节点周期性的广播自身信息,所述信息包括:信标节点ID、Power值、RSSI值以及信标节点位置信息;

2)未知节点收到信息后,对同一信标节点获取到的RSSI值,使用高斯均值混合滤波模型优化策略进行优化筛选,得到精确的RSSI值;再依次求出其他信标节点到未知节点的信号强度值,将信标节点的ID和Power值以及处理后的RSSI值存入到自身维持的集合R中;

3)未知节点首先将集合R中的信标节点RSSI值通过对数路径损耗模型转化为距离信息,并按照冒泡排序法将距离信息从小到大进行排序;再选取前4个距离最小的值,建立信标节点信息集合D,包括信标节点的ID、信标节点位置信息以及信标节点与未知节点的距离信息;

4)在集合D中任取三个信标节点作为一个组合 C_4^3 ,进行定位,分别以每个信标节点位置信息为圆心,以相应的信标节点与未知节点的距离信息为半径作圆,判断圆与圆之间是否相交,若不相交使用距离修正方案来进行半径距离的修正,获得交点信息,进行以距离因子为权值的加权质心定位算法的运算,得到未知节点的四个估计位置;

5)求四个估计位置的平均值,作为未知节点的估计位置信息。

2.根据权利要求1所述的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,其特征在于,步骤1)中所述的Power值是与基站距离1m时的接收功率值。

3.根据权利要求1所述的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,其特征在于,步骤2)中所述的使用高斯均值混合滤波模型优化策略进行优化筛选,包括:

(1)对同一信标节点在同一距离处采样RSSI值,进行高斯滤波,选取高斯模型分布密度属于 $RSSI \in [0.15\sigma + \mu, \mu + 3.09\sigma]$ 范围的数据值,通过如下高斯滤波模型滤波:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$\text{其中: } \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RSSI_i \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (RSSI_i - \mu)^2 \quad (3) ;$$

(2)通过均值滤波优化策略将高斯滤波后剩余的有效值进行均值滤波,取高斯滤波后剩余的有效值的算术平均值作为最终的RSSI值。

4.根据权利要求1所述的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,其特征在于,步骤3)中所述的对数路径损耗模型如下:

$$RSSI = RSSI_0 + 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \varepsilon \quad (5)$$

其中, d_0 为参考距离(一般为1m); $RSSI_0$ 是距离为 d_0 时接收到的信号强度; d 是实际距离; $RSSI$ 为距离为 d 时接收到的信号强度; n 为与环境密切相关的无线信号衰减因子; ε 为一个均值为零的高斯随机变量。

5.根据权利要求1所述的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,其特

征在于,步骤4)中所述的距离修正方案是根据圆与圆之间无交点的位置关系分为两种情况:

(1)两圆相离

当圆与圆之间存在两圆相离的情况时,即两圆无交点,所述的距离修正方案是:以距离因子作为权值分别扩大两圆的半径一定距离,使圆与圆两两相交,形成一个重叠的区域;再使用加权质心定位算法求得未知节点坐标;

(2)两圆内含:

当两圆之间呈现内含的情况时,所述的距离修正方案是:使用缩小半径相对大的圆的半径,使半径相对大的圆与半径相对小的圆相切或相交,使两圆之间存在公共交点。

6.根据权利要求1所述的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,其特征在于,步骤4)中所述的以距离因子为权值的加权质心定位算法是,已知三个信标节点分别为: $O_1(x_1, y_1)$ 、 $O_2(x_2, y_2)$ 、 $O_3(x_3, y_3)$,D点为未知节点,D点到三个信标节点的测距距离为 r_1 、 r_2 、 r_3 ,根据未知节点到信标节点的距离与坐标的数学模型:

$$\begin{cases} x = r_1 \times \cos \theta + x_1 \\ y = r_1 \times \sin \theta + y_1 \end{cases} \quad \begin{cases} x = r_2 \times \cos \theta + x_2 \\ y = r_2 \times \sin \theta + y_2 \end{cases} \quad \begin{cases} x = r_3 \times \cos \theta + x_3 \\ y = r_3 \times \sin \theta + y_3 \end{cases} \quad (9)$$

两两圆求交点,得到交点A(x_A, y_A)、B(x_B, y_B)、C(x_C, y_C),未知节点就在交点ABC构成的三角形区域内,在每次定位算法中引入一个权值 ω ,所述权值 ω 与距离相关设定为距离因子,利用距离因子 ω 来体现信标节点对未知节点位置的影响程度,即信标节点与未知节点越远,位置估计时所占比重越小,而每个信标节点由两个距离确定,故权值选择为 $\frac{1}{r_2 + r_3}$,

由此得到未知节点坐标为:

$$\begin{cases} x = \frac{\left(\frac{x_A}{r_2 + r_3} + \frac{x_B}{r_1 + r_3} + \frac{x_C}{r_1 + r_2} \right)}{\left(\frac{1}{r_2 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} \\ y = \frac{\left(\frac{y_A}{r_2 + r_3} + \frac{y_B}{r_1 + r_3} + \frac{y_C}{r_1 + r_2} \right)}{\left(\frac{1}{r_2 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} \end{cases} \quad (10)$$

基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种距离修正加权质心定位方法。特别是涉及一种在复杂室内环境下优化RSSI测量值并改善加权质心定位的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法。

背景技术

[0002] 随着信息的急速增长,如何处理大数据以及如何提供可靠的信息成了关键。将信息附上定位标签成了一种最常用的处理方式。伴随着移动设备和个人设备的流行,定位成为热门。定位系统能够判断设备的位置信息,同时将位置信息用于基于定位的服务,如导航、跟踪、监测等。GPS系统能够方便地提供室外的个人定位信息,但是GPS依靠卫星和接收者之间信号(line-of-sight)的传输,在室内情况下,信号的衰减导致GPS定位信息的不可靠。人们的日常生活和工作大多处于室内,随着移动互联网和智能设备的快速发展,室内定位技术成为O2O、智能家居、室内机器人等应用的瓶颈,基于室内定位技术的应用有着迫切的需求和广泛的应用前景。

[0003] 目前主流的室内定位技术可以分为两大类:基于非测距和测距的定位算法。前者主要是通过节点间的连通性和多条路由来对距离进行估算,对硬件要求比较高,主要有质心算法、DV-Hop算法、近似三边内角测试算法(APIT)等;基于测距的算法主要是通过测量相邻传感器节点的距离、方位角度等信息,使用三边测量、三角测量、最大似然估计等定位算法建立数学模型,估算出节点位置,从而获得未知节点的实际位置信息。基于非测距的定位算法只是停留在理论研究阶段,且大都是在仿真环境下进行的,需要假设很多不确定因素,而这些因素在实际应用中往往不能满足,因此在实际应用中通常采用测距算法。常采用的测距技术包括RSSI(received signal strength indicator)、AOA(angle of arrival)、TOA(time of arrival)和TDOA(time difference on arrival)等。

[0004] 基于RSSI技术的质心定位方法由于具有低实现复杂度、较少的硬件资源消耗等优势,具在典型定位系统中的得到了广泛的应用,比如cricket系统。虽然具有较低的实现复杂度,但是受限于信号的多径传播、非视距(None Line of Sight,NLOS)、坐标计算精确度不高等问题,往往存在定位失效的情况,给具带来较大的定位误差,以至于无法适应现实生活中室内定位的需要。

[0005] 如由于多径衰减、障碍物等噪声的干扰,信号强度值往往会出现较大的波动,使得RSSI值转换出的距离值误差较大,导致基于RSSI测距方法得到的未知节点到信标节点的距离远远偏差于实际距离,以致3个圆无法满足两两相交,加权质心定位算法失效。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种在圆与圆之间不相交的情况下能够准确进行节点定位,提高在室内环境中定位算法的容错能力、适应性及精确度的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法。

[0007] 本发明所采用的技术方案是：一种基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法，包括如下步骤：

[0008] 1) 信标节点周期性的广播自身信息，所述信息包括：信标节点ID、Power值、RSSI值以及信标节点位置信息；

[0009] 2) 未知节点收到信息后，对同一信标节点获取到的RSSI值，使用高斯均值混合滤波模型优化策略进行优化筛选，得到精确的RSSI值；再依次求出其他信标节点到未知节点的信号强度值，将信标节点的ID和Power值以及处理后的RSSI值存入到自身维持的集合R中；

[0010] 3) 未知节点首先将集合R中的信标节点RSSI值通过对数路径损耗模型转化为距离信息，并按照冒泡排序法将距离信息从小到大进行排序；再选取前4个距离最小的值，建立信标节点信息集合D，包括信标节点的ID、信标节点位置信息以及信标节点与未知节点的距离信息；

[0011] 4) 在集合D中任取三个信标节点作为一个组合 C_4^3 进行定位，分别以每个信标节点位置信息为圆心，以相应的信标节点与未知节点的距离信息为半径作圆，判断圆与圆之间是否相交，若不相交使用距离修正方案来进行半径距离的修正，获得交点信息，进行以距离因子为权值的加权质心定位算法的运算，得到未知节点的四个估计位置；

[0012] 5) 求四个估计位置的平均值，作为未知节点的估计位置信息。

[0013] 步骤1)中所述的Power值是与基站距离1m时的接收功率值。

[0014] 步骤2)中所述的使用高斯均值混合滤波模型优化策略进行优化筛选，包括：

[0015] (1) 对同一信标节点在同一距离处采样RSSI值，进行高斯滤波，选取高斯模型分布密度属于 $RSSI \in [0.15\sigma + \mu, \mu + 3.09\sigma]$ 范围的数据值，通过如下高斯滤波模型滤波：

$$[0016] \quad f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$[0017] \quad \text{其中：} \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RSSI_i \quad (2)$$

$$[0018] \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (RSSI_i - \mu)^2 \quad (3) ;$$

[0019] (2) 通过均值滤波优化策略将高斯滤波后剩余的有效值进行均值滤波，取高斯滤波后剩余的有效值的算术平均值作为最终的RSSI值。

[0020] 步骤3)中所述的对数路径损耗模型如下：

$$[0021] \quad RSSI = RSSI_0 + 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \varepsilon \quad (5)$$

[0022] 其中， d_0 为参考距离(一般为1m)； $RSSI_0$ 是距离为 d_0 时接收到的信号强度； d 是实际距离； $RSSI$ 为距离为 d 时接收到的信号强度； n 为与环境密切相关的无线信号衰减因子； ε 为一个均值为零的高斯随机变量。

[0023] 步骤4)中所述的距离修正方案是根据圆与圆之间无交点的位置关系分为两种情况：

[0024] (1) 两圆相离

[0025] 当圆与圆之间存在两圆相离的情况时,即两圆无交点,所述的距离修正方案是:以距离因子作为权值分别扩大两圆的半径一定距离,使圆与圆两两相交,形成一个重叠的区域;再使用加权质心定位算法求得未知节点坐标;

[0026] (2)两圆内含:

[0027] 当两圆之间呈现内含的情况时,所述的距离修正方案是:使用缩小半径相对大的圆的半径,使半径相对大的圆与半径相对小的圆相切或相交,使两圆之间存在公共交点。

[0028] 步骤4)中所述的以距离因子为权值的加权质心定位算法是,已知三个信标节点分别为: $O_1(x_1, y_1)$ 、 $O_2(x_2, y_2)$ 、 $O_3(x_3, y_3)$,D点为未知节点,D点到三个信标节点的测距距离为 r_1 、 r_2 、 r_3 ,根据未知节点到信标节点的距离与坐标的数学模型:

[0029]

$$\begin{cases} x = r_1 \times \cos \theta + x_1 \\ y = r_1 \times \sin \theta + y_1 \end{cases} \quad \begin{cases} x = r_2 \times \cos \theta + x_2 \\ y = r_2 \times \sin \theta + y_2 \end{cases} \quad \begin{cases} x = r_3 \times \cos \theta + x_3 \\ y = r_3 \times \sin \theta + y_3 \end{cases} \quad (9)$$

[0030] 两两圆求交点,得到交点A(x_A, y_A)、B(x_B, y_B)、C(x_C, y_C),未知节点就在交点ABC构成的三角形区域内,在每次定位算法中引入一个权值 ω ,所述权值 ω 与距离相关设定为距离因子,利用距离因子 ω 来体现信标节点对未知节点位置的影响程度,即信标节点与未知节点越远,位置估计时所占比重越小,而每个信标节点由两个距离确定,故权值选择为

$\frac{1}{r_2 + r_3}$,由此得到未知节点坐标为:

$$[0031] \quad \begin{cases} x = \frac{\left(\frac{x_A}{r_2 + r_3} + \frac{x_B}{r_1 + r_3} + \frac{x_C}{r_1 + r_2} \right)}{\left(\frac{1}{r_2 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} \\ y = \frac{\left(\frac{y_A}{r_2 + r_3} + \frac{y_B}{r_1 + r_3} + \frac{y_C}{r_1 + r_2} \right)}{\left(\frac{1}{r_2 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} \end{cases} \quad (10)$$

[0032] 本发明的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,利用高斯均值混合滤波的RSSI筛选策略,在圆与圆之间不相交的情况下能够准确进行节点定位,可以减小环境影响和随机干扰对RSSI定位算法带来的误差,以及使用距离修正的加权四边质心定位算法相对于传统方法获得了更高定位精度以及更好的容错能力(即加权质心定位算法失效情况),提高了算法的适应性,可以更好的应用于室内定位。

附图说明

[0033] 图1是三角形加权质心算法原理图;

[0034] 图2a是加权质心算法两圆无交点的失效示意图;

[0035] 图2b是加权质心算法两圆之间为相内含的失效示意图;

[0036] 图3是基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位算法流程图。

具体实施方式

[0037] 下面结合实施例和附图对本发明的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法做出详细说明。

[0038] 首先介绍基于信号强度的测距模型,它是一种将信号强度转化为距离值得理论模型;之后介绍针对信号强度的信号处理所采用的优化策略,即使用高斯均值混合滤波模型进行RSSI值筛选优化;最后给出距离修正的加权质心定位算法,利用几何图形的质心作为未知节点的位置信息。

[0039] RSSI测距模型

[0040] RSSI测距原理,是无线信号随距离的增加传播信号强度也随之发生衰减。本发明中通过蓝牙4.0协议栈接收到蓝牙信标节点发送的基准值POWER(与基站距离1m时的接受功率值)和经过无线信道衰减后的RSSI值,通过无线信号在室内环境中的传播模型,计算出移动终端与蓝牙信标节点间的距离。

[0041] 本发明的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法,如图3所示,包括如下步骤:

[0042] 1)信标节点周期性的广播自身信息,所述信息包括:信标节点ID、Power值、RSSI值以及信标节点位置信息;所述的Power值是与基站距离1m时的接收功率值,RSSI(Received Signal Strength Indicator)是接收信号的强度指示。

[0043] 2)未知节点收到信息后,对同一信标节点获取到的RSSI值,使用高斯均值混合滤波模型优化策略进行优化筛选,得到精确的RSSI值;再依次求出其他信标节点到未知节点的信号强度值,将信标节点的ID和Power值以及处理后的RSSI值存入到自身维持的集合R中;

[0044] 利用RSSI测距时,由于环境中干扰的存在以及物理层实现机制的问题,同一信标同一距离处的RSSI值会存在部分异常值,这些异常值会干扰定位精度,通过高斯均值混合滤波的RSSI信号处理优化策略,滤除有外界波动干扰产生的噪声,排除偶然因素给实验结果带来的误差,提高了测距精度,增强了定位信息的准确性。

[0045] 所述的使用高斯均值混合滤波模型优化策略进行优化筛选,包括:

[0046] (1)对同一信标节点在同一距离处采样RSSI值,进行高斯滤波,选取高斯模型分布密度属于 $RSSI \in [0.15\sigma + \mu, \mu + 3.09\sigma]$ 范围的数据值,通过如下高斯滤波模型滤波:

$$[0047] \quad f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$[0048] \quad \text{其中: } \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RSSI_i \quad (2)$$

$$[0049] \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (RSSI_i - \mu)^2 \quad (3) ;$$

[0050] (2)经过高斯滤波有效滤除了远离真实值的数据,但剩余数据中仍有一定的波动,导致定位精度仍然不稳定,因此要通过均值滤波优化策略将高斯滤波后剩余的有效值进行均值滤波,取高斯滤波后剩余的有效值的算术平均值作为最终的RSSI值,有效提高了RSSI测距的可靠性和合理性,为进一步估计实际距离奠定了基础。校正后的RSSI值如下:

$$[0051] \quad \overline{RSSI} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n GuassRssi[i] \quad (4);$$

[0052] 3)未知节点首先将集合R中的信标节点RSSI值通过对数路径损耗模型转化为距离信息,并按照冒泡排序法将距离信息从小到大进行排序;再选取前4个距离最小的值,建立信标节点信息集合D,包括信标节点的ID、信标节点位置信息以及信标节点与未知节点的距离信息;

[0053] 所述的对数路径损耗模型如下:

$$[0054] \quad RSSI = RSSI_0 + 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \varepsilon \quad (5)$$

[0055] 其中, d_0 为参考距离(一般为1m); $RSSI_0$ 是距离为 d_0 时接收到的信号强度; d 是实际距离; $RSSI$ 为距离为 d 时接收到的信号强度; n 为与环境密切相关的无线信号衰减因子; ε 为一个均值为零的高斯随机变量,

[0056] 将校正后的得到的~~RSSI~~值带入对数路径损耗模型中,即 $RSSI = \overline{RSSI}$,得:

$$[0057] \quad \overline{RSSI} = RSSI_0 + 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \varepsilon \quad (6)$$

[0058] 通过信标节点可获取到 $d_0 = 1m$ 时接收信号强度值Power值,带入公式中,即求得信标节点与未知节点间的距离 d 。

[0059] 4)本发明方法利用接收信号强度对未知节点进行定位时,根据RSSI测距模型得到节点间的距离,未知节点筛选出与未知节点最近的四个信标节点,将其中的节点每三个作为一个组合,利用每个组合定位未知节点,将每个组合得到的结果求均值,作为最终定位坐标。本发明在使用与未知节点最近的四个信标节点进行加权质心定位时,判断圆与圆之间是否存在无交点的情况,对该情况进行距离修正,使四个圆两两相交,形成一个重叠的区域。具体是:

[0060] 在集合D中任取三个信标节点作为一个组合 C_3^4 进行定位,分别以每个信标节点位置信息为圆心,以相应的信标节点与未知节点的距离信息为半径作圆,判断圆与圆之间是否相交,若不相交使用距离修正方案来进行半径距离的修正,获得交点信息,进行以距离因子为权值的加权质心定位算法的运算,得到未知节点的四个估计位置;

[0061] 所述的距离修正方案是根据圆与圆之间无交点的位置关系分为两种情况:

[0062] (1)两圆相离

[0063] 当圆与圆之间存在两圆相离的情况时,即两圆无交点,如图2a所示。所述的距离修正方案是:以距离因子作为权值分别扩大两圆的半径一定距离,使圆与圆两两相交,形成一个重叠的区域;本发明实施例使用如下的距离修正方案,可保证增加后的半径比与之前半径比保持不变,即距离因子对未知节点所占权重不变。再使用加权质心定位算法求得未知节点坐标;

[0064] 半径增加公式如下:

$$[0065] \quad \begin{cases} r_1 = \frac{r_2(d-r_1-r_2)}{r_1+r_2} + r_1 \\ r_2 = \frac{r_2(d-r_1-r_2)}{r_1+r_2} + r_2 \end{cases} \quad (7)$$

[0066] 其中 r_1 、 r_2 为两圆 O_1 、 O_2 半径； d 为两圆圆心距离。

[0067] (2)两圆内含：

[0068] 当两圆之间呈现内含的情况时，如图2b所示。所述的距离修正方案是：使用缩小半径相对大的圆的半径，使半径相对大的圆与半径相对小的圆相切或相交，使两圆之间存在公共交点。本发明实施例使用的具体修正方案如下：

$$[0069] \quad \begin{cases} r_1 = d + r_2 \\ r_2 \text{ 不变} \end{cases} \quad (8)$$

[0070] 其中， r_1 、 r_2 分别为圆 O_1 、 O_2 的半径，且 $r_1 > r_2$ ， d 为两圆圆心距离。使用该方法可以在尽量减小两圆偏移量的基础上保证两圆半径比变化较小，即在修正距离从而使其存在重叠区域的情况下，使其距离比变化最小从而减小距离变化对加权质心算法中权值的影响。

[0071] 所述的以距离因子为权值的加权质心定位算法，是利用信号传播模型计算出的接收信号强度的误差实现定位，通过RSSI值来计算每个信标节点对未知节点贡献的权值。具体算法是：由于RSSI值易受环境干扰以及电磁场信号无规律衰减等因素的影响，转化成距离时必然存在误差，因此信标节点的感知交集不是一个点，而是一个区域，未知节点就在该区域内。如图1所示，已知三个信标节点分别为： $O_1(x_1, y_1)$ 、 $O_2(x_2, y_2)$ 、 $O_3(x_3, y_3)$ ， D 点为未知节点， D 点到三个信标节点的测距距离为 r_1 、 r_2 、 r_3 ，根据未知节点到信标节点的距离与坐标的数学模型：

$$[0072] \quad \begin{cases} x = r_1 \times \cos \theta + x_1 \\ y = r_1 \times \sin \theta + y_1 \end{cases} \quad \begin{cases} x = r_2 \times \cos \theta + x_2 \\ y = r_2 \times \sin \theta + y_2 \end{cases} \quad \begin{cases} x = r_3 \times \cos \theta + x_3 \\ y = r_3 \times \sin \theta + y_3 \end{cases} \quad (9)$$

[0073] 两两圆求交点，得到交点 $A(x_A, y_A)$ 、 $B(x_B, y_B)$ 、 $C(x_C, y_C)$ ，未知节点就在交点 ABC 构成的三角形区域内，在每次定位算法中引入一个权值 ω 来防止信息淹没现象（即信标节点的相关信息对质心坐标估算的影响因素），所述权值 ω 与距离相关设定为距离因子，利用距离因子 ω 来体现信标节点对未知节点位置的影响程度，即信标节点与未知节点越远，位置估

计时所占比重越小，而每个信标节点由两个距离确定，故权值选择为 $\frac{1}{r_2 + r_3}$ （以圆 O_1 为例，

r_2 、 r_3 为圆 O_2 、 O_3 半径），由此得到未知节点坐标为：

$$[0074] \quad \left\{ \begin{array}{l} x = \frac{\left(\frac{x_A}{r_2 + r_3} + \frac{x_B}{r_1 + r_3} + \frac{x_C}{r_1 + r_2} \right)}{\left(\frac{1}{r_2 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} \\ y = \frac{\left(\frac{y_A}{r_2 + r_3} + \frac{y_B}{r_1 + r_3} + \frac{y_C}{r_1 + r_2} \right)}{\left(\frac{1}{r_2 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} \end{array} \right. \quad (10)$$

[0075] 5)求四个估计位置的平均值,作为未知节点的估计位置信息。

[0076] 以上是对本发明的基于接收信号强度优化的距离修正加权质心定位方法的说明。从上述说明可以看出,本发明主要针对随机分布的网络,在传统三角形加权质心定位算法的基础上,考虑因RSSI测距误差导致定位算法失效的情况,提出了一种新的RSSI优化策略以及距离修正方案的加权质心算法。

[0077] 最后所应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

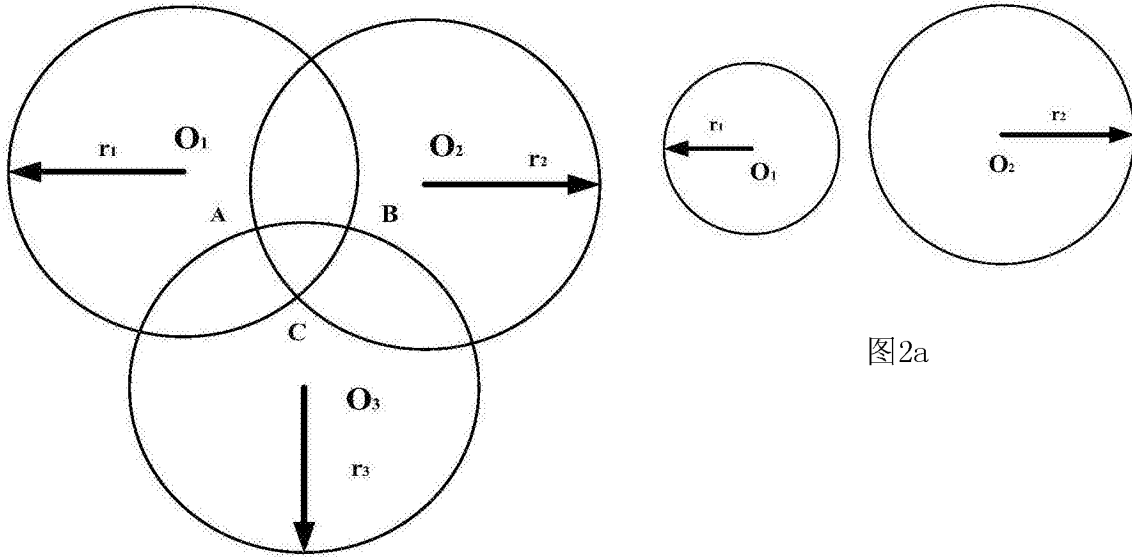


图2a

图1

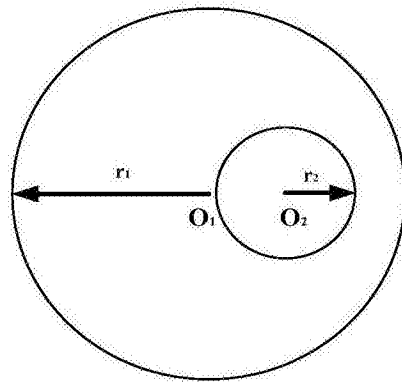


图2b

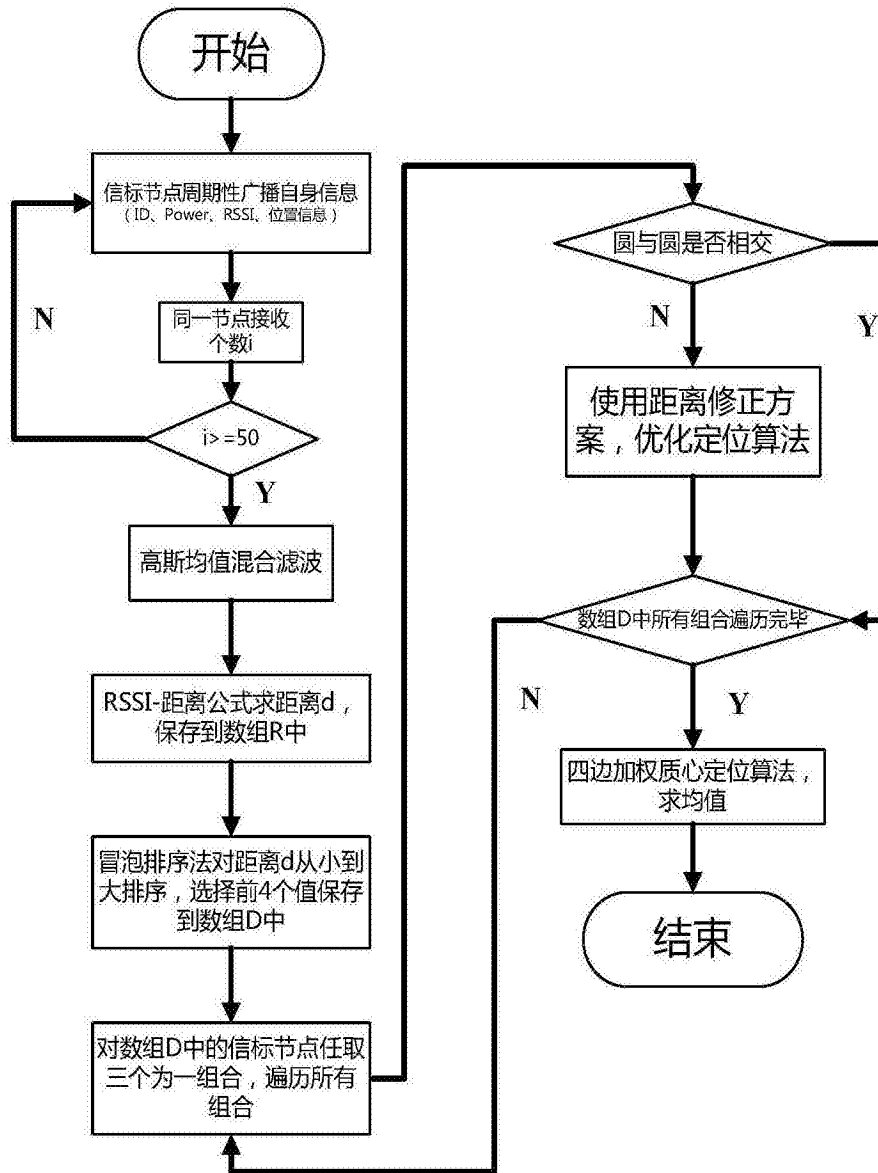


图3