

窄带物联网技术的室内 RSSI 定位仿真算法

李为为, 刘志云

(阜阳职业技术学院工程科技学院, 安徽 阜阳 236031)

摘 要: 分析了 RSSI 定位的算法特点后, 提出了对算法改进的 RSSI 的质心算法和 RSSI 的三边测量算法, 并结合了窄带物联网技术, 将该算法应用到实际中。对已有算法的不足进行优化, 并结合窄带物联网技术实现算法中仿真信标节点位置信息的采集。

关键词: 定位; RSSI; 质心算法; 三边测量算法

中图分类号: TN92; TP212

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2018)02-0036-05

Research on Indoor RSSI Localization Algorithm Based on Narrow-band Internet of Things Technology

LI Wei-wei, LIU Zhi-yun

(Fuyang Vocational and Technical College, Fuyang 236031, China)

Abstract: After analyzing the characteristics of the RSSI algorithm, we propose an improved RSSI centroid algorithm and RSSI trilateration positioning algorithm, combined with narrow-band Internet of Things technology, and then applying the algorithm to practice. The deficiency of the existing algorithm has been optimized through the method, and the narrow-band Internet of Things technology is used to achieve the collection of beacon position information in the algorithm.

Key words: positioning; RSSI; centroid algorithm; positioning algorithm

研究室内定位, 必须要考虑定位算法因环境的影响导致的定位不准确。另外, 不同的建筑设备由于本身的结构很可能会引起信号在传输过程中发生多径现象, 如散射、绕射、折射和反射等, 这样就会导致信号位置信息采集不准确, 给信号信息的采集带来困难。定位技术不管是室内还是室外, 其核心技术基本是一样的, 与室外定位算法相比较, 室内定位要更多地考虑环境因素的影响及室内定位对安全性和准确性的需求, 这对室内定位提出了特殊要求, 这一点与室外定位不同。所以, 两者在定位的标准和定位的区域不具有相似性。鉴于以上室内定位自身的特点, 研究室内定位的相关算法及其相关技术已经成为了各国学科的研究重点。而针对室内定位所具有的特征, 对定位的准确性将是以后研究的重点问题。依据室内定位对定位精确度的要求, 与窄带物联网技术特点结合, 提出了基于窄带物联网技术的 RSSI 室内定位算法, 仿真对比了算法产生的定位误差, 以期找出更准确的室内定位方法, 并将研究应用到实际中去。

收稿日期: 2018-05-11

基金项目: 安徽省自然科学重点研究项目(KJ2018A0737); 阜阳职业技术学院教学研究项目(2018KYXM13); 安徽省自然科学重点研究项目(KJ2017A605); 阜阳职业技术学院科学研究项目(2017KYXM14)

作者简介: 李为为(1984—), 女, 河南周口人, 讲师, 硕士, 主要从事计算机网络方面的研究。

1 RSSI 定位算法模型

提出的算法主要是结合窄带物联网技术将已有的 RSSI 定位算法进行改进^[1-3],并用于室内定位。针对室内特点建立如图 1 所示的基于窄带物联网技术的室内 RSSI 定位算法模型。

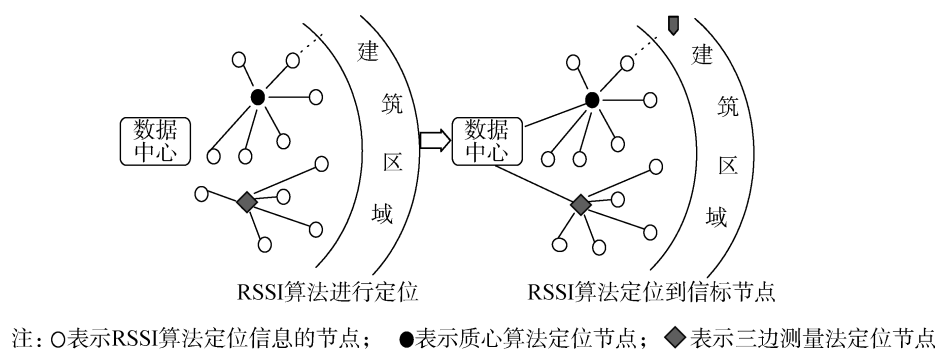


图 1 基于窄带物联网技术的室内 RSSI 定位算法仿真模型

在图 1 中,建筑区域指的是进行室内定位的区域,这里的建筑区域和实际的建筑区域是不一样的,是模拟的建筑区域。采用 RSSI 定位算法的节点采集信息,信标节点^[4]为采集到的节点坐标信息,采用质心算法更进一步确定未知节点的位置;一部分 RSSI 信息采集的节点位置信息转化为节点之间的距离,采用三边测量法进一步确定未知节点的位置;通过这两种方法对比不同的算法对节点定位的准确度,进而确定 RSSI 室内定位的算法^[5]。

所提出算法的核心思想为:需根据 RSSI 定位算法进行节点配置,假设该算法定位不受外界影响,在比较优化的环境中进行。对 RSSI 算法进行信标监测后,采用质心算法和三边测量法两种不同的算法进行定位。最后通过算法对比,最终得出将质心算法和三边测量算法结合能够达到更好的定位效果。

2 相关技术原理

2.1 窄带物联网技术

提到定位技术,很多人能够联想到 GPS^[6],由于它的特点在室外定位中扮演了重要的角色。物联网技术的发展,不久的将来能够进行“物”互联的会更多。如果每个需要定位的“物”都安装 GPS,这样会增加很多成本。另外,GPS 不适合在室内环境如停车场、仓库、办公区域中。鉴于这些原因,很多人开始寻求适合室内定位、成本低、定位精度高的通信技术。

鉴于室内定位特点及要求蜂窝窄带物联网(Narrow Band Internet of Things, NB-IoT)的定位技术相应产生了,该技术具有低成本、大容量、对通信信道占有率为 0 的特点^[7],可以大大降低硬件成本。另外, NB-IoT 能够全面覆盖室内的数据的蜂窝连接,利于接入智能家居、智能手机和设备标签等,能够为室内外提供更加精确的定位服务。

2.2 RSSI 算法

接收信号强度 RSSI 算法,算法的定位是通过传输损耗来进行定位的。传输损耗的计算,是通过对发送功率和接收功率进行测量后进行计算的。该定位算法不需要节点安装额外的设备,实现比较简单。但是该定位算法,容易受到信号传播模型或多径反射等的影响,测量的误差有时达到 50%。因此,该定位算法一般不单独使用,会与其他算法结合实现准确定位。

根据文献[8]得到发送与接收无线信号功率关系如下:

$$P_r = P_t / r^n \quad (1)$$

其中: P_r 为接收无线信号功率; P_t 为发射无线信号功率; r 为接收和发射信号节点的距离; n 为传播因子,它的数值大小依据无线信号环境确定,仿真中经过多次验证 n 取值 3.5。

将以上公式用分贝(dBm)来表示,可以直接写成

$$P_r(\text{dBm}) = P_t(\text{dBm}) - 10n \lg r \quad (2)$$

式(2)表明,在一定的发射功率下,接收信号强度和无线信号传输距离之间存在理论关系,因而可以直接通过信号强度估算节点间的距离值。

2.3 三边测量法

该算法定位原理如图2所示,假设图2中三个圆的圆心A、B、C是三个信标节点对应的位置,为这三个节点的坐标值。 D 即为将要进行定位的未知节点位置, (x, y) 为其坐标。 d_1, d_2, d_3 为已知三个信标节点到进行定位的节点的距离。根据距离之间的定义可得到如下公式:

$$\begin{cases} (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 = d_1^2 \\ (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 = d_2^2 \\ (x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 = d_3^2 \end{cases} \quad (3)$$

将式(3)最后式分别减去前两式,可得:

$$\begin{cases} 2(x_1-x_3)x + 2(y_1-y_3)y = x_1^2 - x_3^2 + y_1^2 - y_3^2 + d_3^2 - d_1^2 \\ 2(x_2-x_3)x + 2(y_2-y_3)y = x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 + d_3^2 - d_2^2 \end{cases} \quad (4)$$

由式(4)得到终端的位置坐标:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = 2 \begin{bmatrix} x_1-x_3 & y_1-y_3 \\ x_2-x_3 & y_2-y_3 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_1^2 - x_3^2 + y_1^2 - y_3^2 + d_3^2 - d_1^2 \\ x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 + d_3^2 - d_2^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

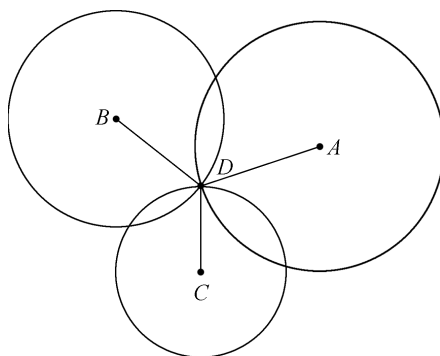


图2 三边测量法

2.4 无需测距的质心算法

在算术学中,质心定义为多边形的几何中心,质心坐标定义为多边形顶点坐标值的平均。设为多边形顶点坐标位置向量,则质心坐标 $(\bar{x}, \bar{y})$ 的计算如公式(6)。

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right) \quad (6)$$

假设, $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)$ 为四边形ABCD的顶点坐标,可按公式(7)计算质心坐标,这里 n 的值为4:

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{n}, \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{n} \right) \quad (7)$$

质心算法的实现方法比较简单,通过质心的计算公式来求解未知节点的坐标位置信息。

质心算法假设节点部署后,节点中间的网络具有完全连通性,在进行未知节点定位时,也不需要与信标节点进行协作通信,实现起来比较简单。

质心算法实现起来比较容易,实现过程中的通信开销也比较小,但是该算法仅能够实现大概的定位,并且对信标节点的密度也有较高要求,另外信标节点定位的准确性对定位的结果影响也很大。

3 算法流程和具体步骤

3.1 算法流程

图 3 所示为算法流程图。

3.2 算法步骤分析

算法假设,在建筑周围的节点能够对建筑区域全覆盖,每个节点都处于工作状态,设计的算法具体步骤如下:

1)初始时传感器区域节点对建筑物进行信息监测,利用窄带物联网技术能够无障碍通信的特点,安装有 GPS 的建筑区域作为信标节点位置,用具有窄带物联网技术的移动手机用户接收信标节点的位置,这时的位置为未知节点;2)根据步骤(1)RSSI 算法采集到的信标节点信息,结合加权质心算法确定未知节点位置;3)假设节点能够全覆盖部署区域,根据距离公式,假定未知节点的坐标为 (x,y) ,定位三个信标节点坐标为 (x_1,y_1) 、 (x_2,y_2) 、 (x_3,y_3) ,根据公式(3)换算成距离;4)根据步骤(3)计算的距离值,根据三边测量算法来定位手机携带用户中未知节点位置信息。

3.3 算法参数分析

设置仿真中手机携带用户所处位置及参数值如下:

区域:正方形区域;大小:100 m×100 m;感知半径:10 m;通信半径:50 m。为了确保仿真的结果更加准确,仿真中程序运行 20 次,最后设置平均值作为最后数据。

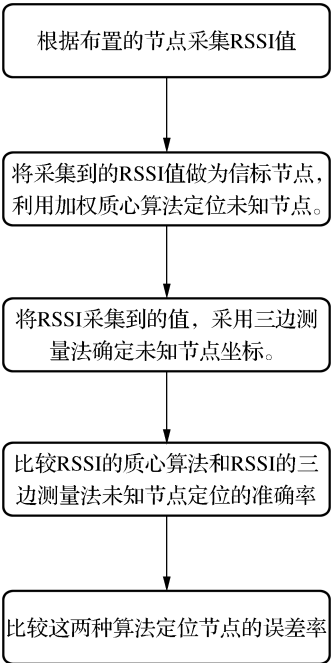


图 3 算法流程

4 仿真结果分析

4.1 采用 RSSI 算法确定节点距离

通过 RSSI 加权质心算法确定为止节点,通过未知节点估算节点之间的距离,为三边测量法提供基础。

4.2 三边测量法定位

该仿真过程,假设在该正方形的建筑区域,有 100 个节点对该区域全覆盖,仿真中为保证测量数据更加准确,假定节点在进行信息传输及定位时不受外界因素的影响。采用三边测量法进行未知位置节点定位如图 4 所示。其中 Δ 号代表利用 RSSI 采集到的信标节点, $\circ$ 号代表将要定位位置的未知节点,+号代表经过三边测量法定位位置的节点。算法利用窄带物联网技术的无障碍通信特点,将该技术应用于室内手机用户,结合相应的定位算法,仿真对室内位置目标节点进行位置信息定位。

4.3 质心算法定位

由图 5 可知,仿真中 Δ 号代表通过 RSSI 定位的信标节点, $\circ$ 号代表未知位置信息的节点,+号代表通过质心算法定位的节点。对比图 4 和图 5,可以看到 RSSI 的三边测量定位算法比 RSSI 的质心算法定位更加准确。

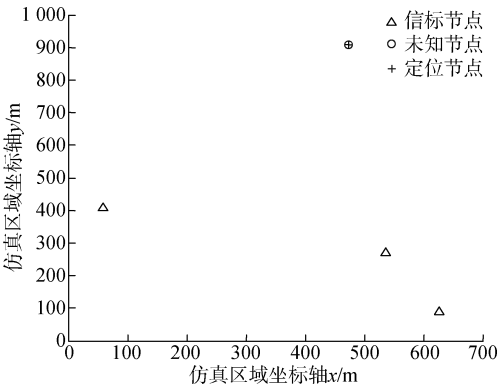


图 4 仿真三边测量法

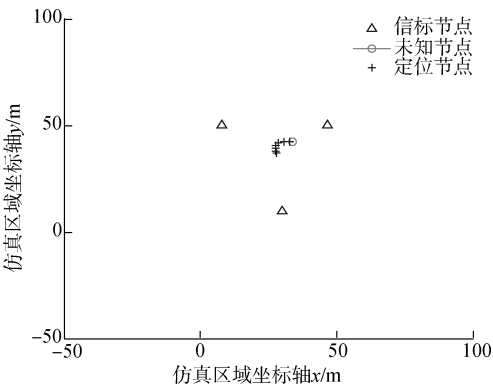


图 5 质心算法定位

4.4 算法误差对比

将 RSSI 的质心算法与 RSSI 的三边测量法在不同的测距误差率下进行了误差对比,这里定义定位误差为 y 的值,单位为 m ,假设定位到的未知节点的坐标为 (x_m, y_m) ,其真实位置为 (x_t, y_t) ,则定位误差 y 的值为:

$$y = \sqrt{(x_m - x_t)^2 + (y_m - y_t)^2}$$

这里误差率 x 值为测距误差率,测距的误差率 $1\% \sim 7\%$ 时,比较这两种算法定位的准确性。其中 $\circ$ 表示 RSSI 的三边测量法定位值, $*$ 表示 RSSI 的质心算法的定位值。从图 6 可以看到,测距误差率从 1% 变化至 7% ,RSSI 的三边测量法的定位误差率几乎为 0,质心算法随着测距误差率的增加,定位误差率也增加。所以经过改进后的算法具有更优的性能,能够进行更准确的定位。

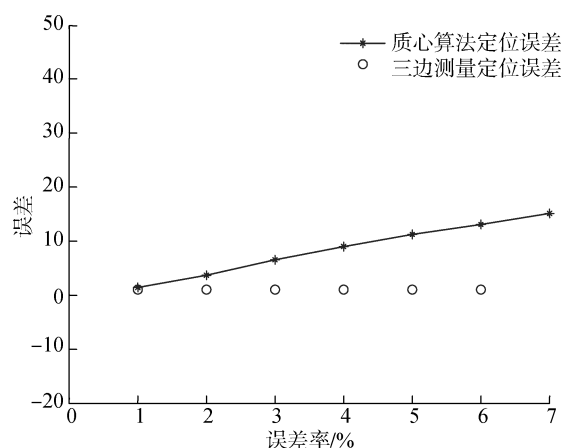


图 6 对比三边测量法和质心算法

5 结 语

本文根据室内定位的特点提出了将相应的窄带物联网技术与质心算法和三边测量法相结合,并介绍了相关算法的技术原理,最后通过仿真对比得出 RSSI 的三边测量法更适合室内定位,且定位更加准确。

参考文献:

- [1] 朱明辉,张会清. 基于 RSSI 的室内测距模型的研究[J]. 传感器与微系统, 2010, 29(8): 19 - 22
- [2] 王福豹,史龙,任丰原. 无线传感器网络中的自身定位系统和算法[J]. 软件学报, 2005, 16(5): 857 - 868
- [3] 彭宇,王丹. 无线传感器网络定位技术综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(5): 389 - 399
- [4] 邹玉龙,丁晓进,王全全. NB-IoT 关键技术及应用前景[J]. 中兴通讯技术, 2017, 23(1): 98 - 102
- [5] 刘新华,李方敏. 一种分布式的无线传感器网络 Range-free 节点定位算法[J]. 传感技术学报, 2008, 21(1): 154 - 157
- [6] 刘伟. 全球定位系统(GPS)数据处理[M]. 长沙:大象出版社, 2008
- [7] 张寅. 基于 GPRS 的远程无线监控系统[D]. 秦皇岛:燕山大学, 2006
- [8] 方震,赵湛,郭鹏. 基于 RSSI 测距分析[J]. 传感技术学报, 2007, 20(11): 2526 - 2530

(责任编辑:谭彩霞)