

一种改进的加权三边定位算法

吴文健, 刘瑾, 李贺林, 孔兵

(河南大学 计算机与信息工程学院, 河南 开封 475001)

摘要: 针对三边定位算法定位精度不高的问题, 提出了一种改进的加权三边定位算法. 该算法在参考节点呈正三角形摆放时定位精度最高的理论基础上, 将参考节点所围成的三角形的内角和边长信息作为加权因子, 引入到三边定位算法中, 以此来反映该三角形与正三角形之间的差异. 仿真实验结果证明, 该改进算法提高了定位的精度.

关键词: 无线传感器网络; 三边定位; 加权因子; 三角形质心

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A

An improved weighted trilateration localization algorithm

WU Wen-jian, LIU Jin, LI He-lin, KONG Bing

(College of Comp. and Infor. Eng. He'nan Univ. Kaifeng 475001, China)

Abstract: Aiming at the problem that trilateration localization method has low localization precision, an improved weighted trilateration localization algorithm was proposed. Based on the theory that the equilateral configuration of refer nodes can lead to the highest localization precision, this algorithm brings the interior angles and slide length information of the triangle surrounded by refer nodes to trilateration localization algorithm as weighted factor to reflect the difference between this triangle and equilateral triangle. Experiment simulation results showed that this improved algorithm increased localization precision.

Key words: wireless sensor network; trilateration localization; weighted factor; triangle centroid

0 引言

在无线传感器网络中, 传感器节点的位置是至关重要的. 在医疗护理、环境监测、矿井人员定位等领域中, 无线传感器网络的应用更加需要知道传感器节点准确的位置信息. 目前, 在二维定位中, 三边测量是常用的定位方法. 由几何学常识可知, 如果 3 个参考节点不在同一直线上, 则由未知节点与参考节点的距离, 便可唯一确定未知节点的位置. 然而, 在实际定位过程中, 测量误差是不可避免的, 因此由未知节点与 3 个参考节点距离形成的 3 个圆不

可能准确地交于一点^[1], 即不可能准确地求得未知节点的位置, 如图 1 所示.

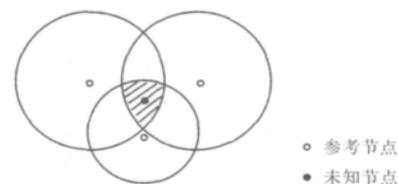


图 1 三边定位效果图

以参考节点为圆心, 3 个测量距离为半径的圆形成了图 1 中的划线区域, 对方程求解, 解的范围便在这个划线区域内. 划线区域越小, 解便越精确. 因

收稿日期: 2012 - 03 - 14

作者简介: 吴文健(1984—), 男, 河南省开封市人, 河南大学硕士研究生, 主要研究方向为无线传感器网络.

此,不少学者提出了改进的三边定位算法.文献[2]证明了在3个参考节点呈等边三角形摆放时,定位误差能够达到最小.文献[3]提出了基于角度值加权的三边定位算法,该算法对循环三边定位的不同结果根据参考节点位置赋予不同的权值,提高了定位精度,然而算法在权值选择上仍旧存在不合理之处.文献[4]提出了基于加权三角形质心的三边定位算法,通过求凸三角形的加权质心来确定未知节点的坐标.然而,该方法需要解3个二元二次方程组,计算量较大;而且,在测量误差较大或者由于参考节点的摆放位置造成凸三角形面积较大时,容易降低定位的精度.

本文拟针对普通三边定位算法定位精度不高的问题,研究参考节点几何位置与定位精度之间的关系,在文献[2]的基础上,将反映参考节点几何位置的加权信息引入到普通三边定位算法中,提出一种基于角度和边长信息的加权二维定位算法,以提高定位精度.

1 加权三边定位算法

1.1 参考节点的加权

如图2a)所示,在该三角形中,令 $\angle\alpha = |\angle A - 60^\circ| + |\angle B - 60^\circ| + |\angle C - 60^\circ|$.若三角形为正三角形,则 $\angle\alpha$ 为 0° ,此时定位效果最好;若三角形呈钝角三角形的程度越来越大,则 $\angle\alpha$ 也越来越大, A, B, C 就越来越趋近一条直线,此时定位精度也越来越差;当 $\angle\alpha = 240^\circ$ 时, A, B, C 三点呈一条直线,此时无法定位未知节点.因此,本文在三边定位中引入加权的概念,角度加权因子为 $1/\angle\alpha$.另外,除了三角形的内角外,也应考虑到边长对定位的影响,若仅缩短 AC 的长度,如图2b)所示,此时, $\angle\alpha$ 的值不变,所以仅仅通过角度来反应对定位的影响是不够的.当 BC 变得越来越短时,它与 AB, AC 之间的长度差别变得越来越大, A, B, C 三点同样越来越趋近一条直线,因此有必要引入边长加权因子

$$L = \frac{AB + AC}{BC}$$

其中, BC 为三角形的最小边长.

1.2 参考节点的计算

在实际测量中,接收信号的强度RSSI值随着距离的增大而降低,当距离较短时,RSSI值降低得较快,而随着距离的增加,RSSI值越来越平缓,逐渐不

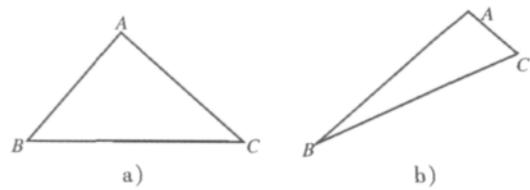


图2 参考节点角度和边长加权因子

能反映出实际的距离.因此,在定位中,未知节点应该选择离其最近的若干个参考节点参与定位.假设未知节点收到 $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2), C(x_3, y_3), D(x_4, y_4), E(x_5, y_5)$ 5个离它最近的参考节点的RSSI值,则共有 $C_5^3 = 10$ 种参考节点选择的方法,若对应的角度权值分别为 $\frac{1}{\angle\alpha_1}, \frac{1}{\angle\alpha_2}, \dots, \frac{1}{\angle\alpha_{10}}$,边长权值分别为 L_1, L_2, \dots, L_{10} ,则未知节点的坐标可以表示为加权质心^[5]

$$\begin{cases} x = \frac{x_1 \frac{1}{\angle\alpha_1 + L_1} + x_2 \frac{1}{\angle\alpha_2 + L_2} + \dots + x_{10} \frac{1}{\angle\alpha_{10} + L_{10}}}{\frac{1}{\angle\alpha_1 + L_1} + \frac{1}{\angle\alpha_2 + L_2} + \dots + \frac{1}{\angle\alpha_{10} + L_{10}}} \\ y = \frac{y_1 \frac{1}{\angle\alpha_1 + L_1} + y_2 \frac{1}{\angle\alpha_2 + L_2} + \dots + y_{10} \frac{1}{\angle\alpha_{10} + L_{10}}}{\frac{1}{\angle\alpha_1 + L_1} + \frac{1}{\angle\alpha_2 + L_2} + \dots + \frac{1}{\angle\alpha_{10} + L_{10}}} \end{cases}$$

加权三边定位算法的流程图如图3所示.

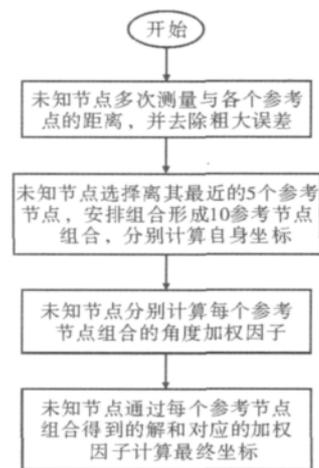


图3 加权三边定位算法流程图

2 算法仿真与分析

本文使用 Matlab 软件对算法进行仿真,仿真结果见图4和图5.仿真场景为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 的正方形区域,未知节点数量为100个,参考节点数量为20个和40个.图4为分别有20个参考节点时加权

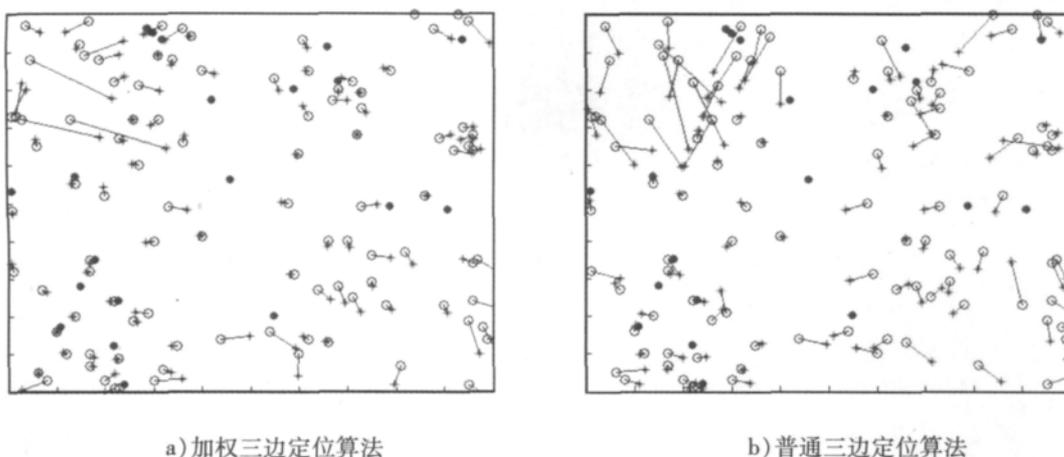


图4 定位算法仿真比较图(20个参考节点)

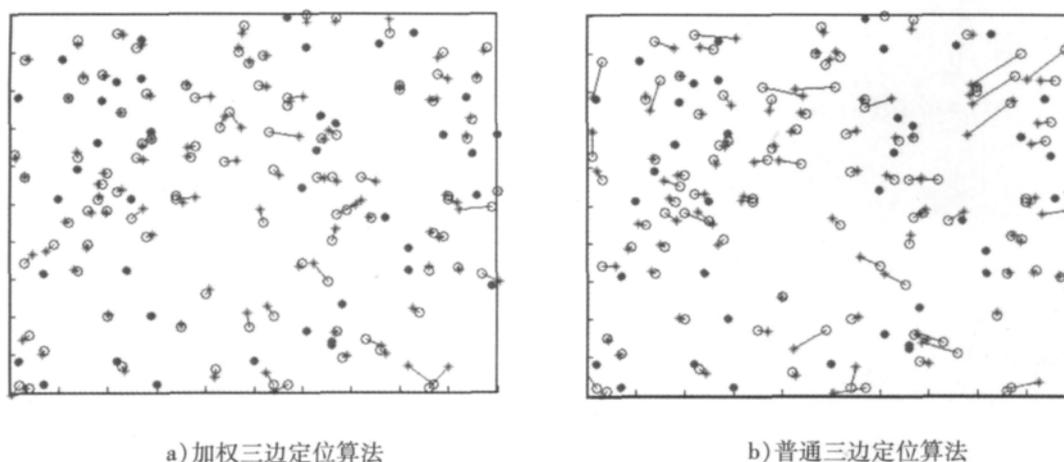


图5 定位算法仿真比较图(40个参考节点)

三边定位算法与普通三边定位算法的定位仿真效果图,其中,加权三边定位算法的平均误差为3.48,普通三边定位算法的平均误差为5.31。图5为分别有40个参考节点时加权三边定位算法与普通三边定位算法的定位仿真效果图,其中,加权三边定位算法的平均误差为1.88,普通三边定位算法的平均误差为3.11。因此改进的加权三边定位算法较普通三边定位算法,在定位精度上有了提高,另外,参考节点数量对定位精度亦有影响,在相同的未知节点数量下,参考节点越多,则定位精度越高。

3 结论

本文针对普通三边定位算法定位精度不高的问题,提出的基于角度加权因子的三边定位算法。该算法引入角度和边长加权因子的概念,在参考节点呈正三角形摆放时定位误差最小的理论基础上,把参考节点所围成的三角形的内角和边长信息作

为加权因子来体现三角形与正三角形间的差异。仿真试验证明,该改进算法提高了定位的精度。

参考文献:

- [1] 朱剑,赵海,孙佩刚,等.基于RSSI均值的等边三角形定位算法[J].东北大学学报:自然科学版,2007,28(8):1094.
- [2] 孙佩刚,赵海,韩光洁,等.混沌三角形定位参考点选择算法[J].计算机研究与发展,2007,44(12):1987.
- [3] 朱勇,王苹,张昕明.基于WSN的加权组合三边气体源定位算法研究[J].电子测量技术,2009,32(8):12.
- [4] 朱建新,高蕾娜,张新访.基于距离几何约束的二次加权质心定位[J].计算机应用,2009,29(2):480.
- [5] 何艳丽.无线传感器网络质心定位算法研究[J].计算机仿真,2011,28(5):164.