

无线传感器网络中基于锚节点功率调节的加权质心定位算法

吴 磊¹, 侯忠伟², 许登元², 刘 晟³

(1 重庆交通大学 研究生部, 重庆 400074; 2 重庆交通大学 信息科学与
工程学院, 重庆 400074; 3 中国石油西南油气田公司, 重庆 400021)

摘 要: 提出了一种基于锚节点功率调节的加权质心定位算法, 通过锚节点的功率调节确定各个锚节点对于未知节点的影响力因子, 并将其作为权重计算未知节点的位置, 体现了不同锚节点为未知节点位置计算结果的影响. 仿真表明, 该算法减小了节点的平均定位误差, 是一种适合于无线传感器网络的定位方法.

关键词: 无线传感器网络; 质心定位算法; 功率调节

中图分类号: TP 301.6

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)10-0177-04

Weighted Centroid Localization Algorithm Based on Anchor Power Adjustment in Wireless Sensor Networks

WU Lei¹, HOU Zhong-wei², XU Deng-yuan², LIU Sheng³

(1 Department of Postgraduate, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China

2 School of Information Science and Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China,

3 PetroChina Southwest Oil&Gas Field Company, Chongqing 400021, China)

Abstract: This paper presents a kind of weighted centroid localization algorithm based on anchor power adjustment, this algorithm determines the influence factors of different anchors through power adjustment of the anchors and uses the influence factors as the weights to calculating the position of the unknown node which influences the result of the position unknown node. Simulation demonstrate that this algorithm is able to reduce the average error of the localization and it is fit for Wireless Sensor Networks.

Key words: wireless sensor network; centroid localization algorithm; power adjustment

1 引言

现代微电子技术、微机电系统、片上系统 SoC 和无线通信技术的进步, 推动了无线传感器网络 (Wireless Sensor Network WSN) 的快速发展, 其应用范围也愈加广泛^[1]. 在无线传感器网络应用中, 传感器节点的位置信息十分重要, 一方面, 了解传感器节点的位置信息有助于提高协议 (如 MAC、路由) 的效率, 实现网络的负载均衡, 另一方面, 作为信息获取平台的无线传感器网络, 只有确定了节点所报告的事件所发生的位置、采集信息的范围, 才能更清晰地了解问题产生的原因, 从而给出准确并且行之有效的处理方案, 因此, 无线传感器网络的定位技

术, 对网络应用的有效性起着至关重要的作用.

2 无线传感器网络中的质心定位算法

无线传感器网络中的定位算法通常可以分为基于测距 (Range-Based) 的定位算法和基于非测距 (Range-Free) 的定位算法两类^[2], 质心定位算法^[3]则是典型的基于非测距的定位算法, 其基本思想是将未知节点的坐标 $S(x, y)$ 估计为其周边所能与之通信的已知位置的节点 (锚节点) 所组成的多边形的几何中心 (质心) 的坐标, 通过计算质心的坐标来估计未知节点的坐标. 其计算方法如下:

假设未知节点 S 周围能与之通信的锚节点所组成的坐标集为 $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N,$

$y_N)$ }, 则未知节点 S 的坐标 (x, y) 的估计结果如式(1)所示.

$$\begin{cases} x = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \\ y = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y_n \end{cases} \quad (1)$$

在质心定位算法中, 锚节点周期性地向邻居节点广播信标分组, 信标分组中包含了该锚节点的位置信息, 当未知节点收到来自不同锚节点的位置信息达到一定数目时, 则计算其质心坐标作为自己的位置.

3 基于锚节点功率调节的加权质心定位算法

质心定位算法虽然在一定程度上估计出了未知节点的位置信息, 但是其并没有体现出各个锚节点对未知节点坐标影响力的大小, 是一种粗粒度定位算法. 目前, 国内外的研究者针对质心定位算法已经有了一定的研究成果, 文献[4]中提出了一种基于跳数的加权质心定位算法, 将未知节点到锚节点的跳数作为权重因子进行定位. 文献[5]中提出了一种基于能量级的加权质心定位算法, 将锚节点的覆盖范围划分为不同的能量级, 通过未知节点所处能量级来确定不同锚节点对未知节点的影响力. 文献[6]中提出了一种基于锚同心圆的加权质心定位算法, 通过定义锚节点的不同覆盖范围而形成锚节点的同心圆, 以不同同心圆的交点作为以未知节点为质心的多边形进行质心定位.

本文提出了一种基于锚节点功率调节的质心定位算法, 其基本思想是通过调节锚节点的发射功率, 找出未知节点所处的功率范围, 从而判断出不同锚节点对于该未知节点的影响力, 并计算出影响力因子, 之后进行加权质心定位, 具体过程是: 锚节点 A 以初始功率 P_0 广播信标分组, 分组中包含锚节点序号、发射功率大小及锚节点位置信息, 当未知节点 S 收到该信标分组后记录该信息并返回应答分组 Ack, 当锚节点 A 收到此应答分组后, 在发射功率的基础上乘以功率调节因子 $\delta (\delta \leq 1)$ 形成新的发射功率 P_1 重新广播信标分组, 若未知节点 S 仍能收到该信标分组, 则继续返回 Ack, 以此往复, 直到锚节点 A 以功率 P_n 广播信标分组后不能收到未知节点 S 返回的 Ack 为止, 此时, 为止节点可确定自身所处于锚节点 A 的功率范围, 功率 P_n 的计算方法如式(2)所示.

$$P_n = P_0 \cdot \delta^n \quad (2)$$

式中, P_0 代表传感器节点的初始能量, δ 代表功率调整系数, n 代表功率调整的次数, P_n 代表节点第 n 次功率调整后的发射功率.

锚节点对于未知节点的影响力因子计算方法如下: 假设位置节点 S 可以收到锚节点 $A(x_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$, $C(x_C, y_C)$ 三个锚节点所发送的信标分组, S 所处的功率范围如式(3)所示.

$$\begin{cases} P_{i-1} \leq S \leq P_i \\ P_{j-1} \leq S \leq P_j \\ P_{k-1} \leq S \leq P_k \end{cases} \quad (3)$$

式中, P_i 表示锚节点 A 第 i 次功率调整后的发射功率, P_j 表示锚节点 B 第 j 次功率调整后的发射功率, P_k 表示锚节点 C 第 k 次功率调整后的发射功率.

由式(3)可知, 锚节点 A 、 B 、 C 对未知节点 S 的影响力因子 ω , 如式(4)所示.

$$\begin{cases} \omega_A = \frac{\frac{1}{2}(P_{i-1} + P_i)}{\frac{1}{2}(P_{i-1} + P_i + P_{j-1} + P_j + P_{k-1} + P_k)} \\ \omega_B = \frac{\frac{1}{2}(P_{j-1} + P_j)}{\frac{1}{2}(P_{i-1} + P_i + P_{j-1} + P_j + P_{k-1} + P_k)} \\ \omega_C = \frac{\frac{1}{2}(P_{k-1} + P_k)}{\frac{1}{2}(P_{i-1} + P_i + P_{j-1} + P_j + P_{k-1} + P_k)} \end{cases} \quad (4)$$

式中, ω_A 表示锚节点 A 对于未知节点 S 的影响力因子, ω_B 表示锚节点 B 对于未知节点 S 的影响力因子, ω_C 表示锚节点 C 对于未知节点 S 的影响力因子.

联立式(2)、(4), 整理后得到式(5).

$$\begin{cases} \omega_A = \frac{1}{1 + \delta^{-i}(\delta^j + \delta^k)} \\ \omega_B = \frac{1}{1 + \delta^{-j}(\delta^i + \delta^k)} \\ \omega_C = \frac{1}{1 + \delta^{-k}(\delta^i + \delta^j)} \end{cases} \quad (5)$$

则估计的未知节点 S 的坐标计算如式(6)所示.

$$\begin{cases} x = \omega_A x_A + \omega_B x_B + \omega_C x_C \\ y = \omega_A y_A + \omega_B y_B + \omega_C y_C \end{cases} \quad (6)$$

该算法的工作流程图如图 1 所示.

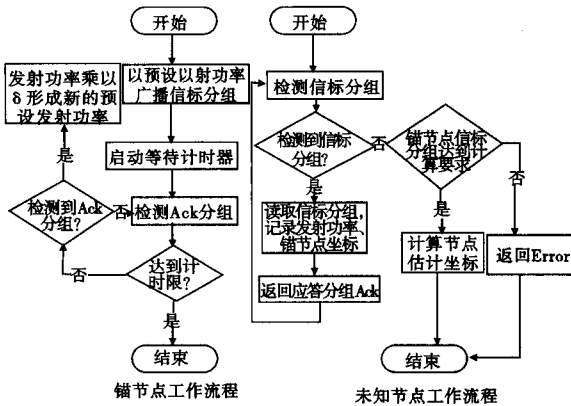


图1 基于锚节点功率调节加权质心定位算法流程图

4 仿真分析

本文采用 Matlab 软件作为仿真平台,对传统质心定位算法和基于锚节点功率调节的加权质心定位算法进行了仿真比较,具体的仿真场景为在 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 的区域内随机布置了 100 个传感器节点,所有传感器节点均具有相同的结构并且初始发射功率相同。

设未知节点 i 的真实坐标为 (x_i, y_i) ,通过定位算法得出的估计坐标为 (x, y) ,则节点的绝对定位误差 e 的计算方法如式(7)所示。

$$e = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (7)$$

对于包含 N 个节点的无线传感器网络的节点平均定位误差 E 的计算方法如式(8)所示。

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N e_i}{N} \quad (8)$$

传统质心定位算法与本文提出的基于锚节点功率调节的加权质心定位算法的网络中节点平均定位误差如图 2 所示。

图 2 所示为当功率调整系数 $\delta=0.8$ 时,本文所提出的基于锚节点功率调节的加权质心定位算法节点平均定位误差与传统的质心定位算法的节点平均定位误差比较,从图中可以看出,节点平均定位误差随锚节点密度而下降,由于引入了锚节点影响力因子,本文算法的定位精度要明显高于传统的质心定位算法。

功率调整系数 δ 对于定位误差的影响,如图 3 所示。

从图 3 中可以看出,当功率调整因子 δ 逐渐增大时网络中节点的平均定位误差逐渐减小,定位精

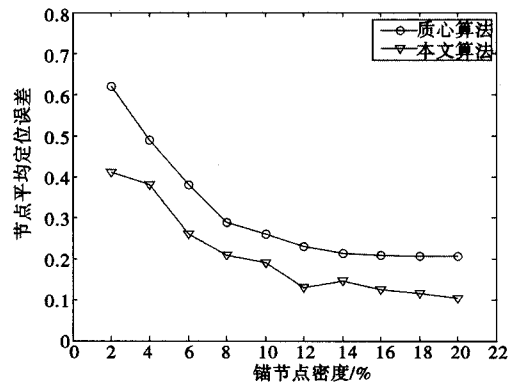
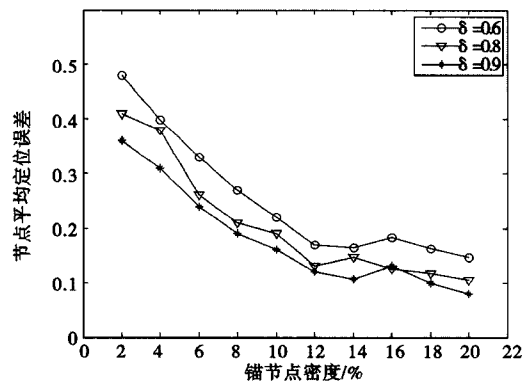


图2 网络中节点平均定位误差比较

图3 功率调整系数 δ 对定位误差影响

度逐渐增大,说明功率调整越精密锚节点影响力因子越接近真实情况,定位精度越高。

5 结束语

本文提出了一种基于锚节点功率调节的加权质心定位算法,利用锚节点功率调整确定锚节点对未知节点的影响力,体现了不同锚节点对未知节点的位置信息计算结果的影响。仿真结果表明,该算法能够有效减小网络中节点的平均定位误差,提高了定位精度。

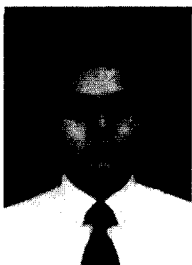
参考文献:

- [1] Akyildiz I F, Su W, Cayirci E. Wireless sensor networks: A survey [J]. Computer Networks, 2002, 38 (3): 393-422.
- [2] 王福豹,史龙,任丰原. 无线传感器中的自身定位系统和算法[J]. 软件学报, 2005, 16(5): 857-868.
- [3] Vivekanandan V, Wong V W S. Concentric anchor beacon localization algorithm for wireless sensor networks[J]. Vehicular Technology, 2007, 56(5): 2733-

2744.

- [4] 孟祥中,宋保业.无线传感器网络中的 HWC 定位算法[J]. 计算机工程,2009,35(7):104-106.
- [5] 刘文远,张作良,陈子军,等.无线传感器网络中基于能量级加权的质心定位算法[J]. 小型微型计算机系统,2011,32(9):1845-1848.
- [6] 李尧尧,廖红云,曾孝平,等.基于锚同心圆的改进加权质心 WSN 定位算法[J]. 计算机仿真,2011,28(6):141-144.

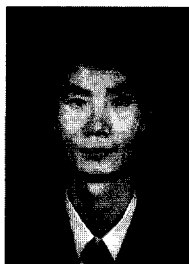
作者简介:



吴 磊 男,(1981—),硕士.研究方向为交通信息工程及控制、信号与信息处理及无线传感器网络技术.



侯忠伟 男,(1986—),硕士研究生.研究方向为无线传感器网络技术.



许登元 男,(1971—),博士,副教授.研究方向为宽带无线接入技术及智能交通系统.

刘 晟 男,(1980—),硕士.研究方向为企业信息化建设.