

基于射频推断机制的 WSN 网络终端确定算法

梁 丽

(陕西财经职业技术学院 咸阳 712000)

摘 要:为解决当前 WSN 网络终端确定算法中存在的定位过程困难、精度水平较低且定位时延难以达到实际应用水平等问题,提出了一种基于射频推断自适应机制的 WSN 网络终端确定算法。首先,通过对 WSN 网络终端的连通性能进行研究,采取基于强度信息的射频推断自适应机制,对全部网络节点性能进行排序推断,降低信号定位过程中存在的控制难题,提高信号获取过程中的鲁棒性;随后引入线性寻错机制,通过线性微分方式求取坐标定位精度的零点,显著提高了定位的精度,降低了定位过程中的精度误差。仿真实验表明,当前广为适用的共线度精度定位算法(collinear precision positioning algorithm, CPP 算法)相比,所提算法具有更高的定位精度与更低的坐标误差,以及更短的定位时延。

关键词:无线传感器网络;终端确定;射频推断;线性寻错机制;强度信息;零点获取

中图分类号: TP393 TN929.5 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.3040

WSN network terminal identification algorithm based on RF inference mechanism

Liang Li

(Shaanxi Technical College of Finance and Economics, Xianyang 712000, China)

Abstract: In order to solve the problem in existing algorithms of the current WSN network terminal, that it is difficult to determine in the positioning process, and the accuracy level is low, and the positioning delay is difficult to meet actual application level, put forward an algorithm for determining the WSN network inference mechanism based on adaptive RF terminal. First of all through the communication performance of WSN network terminal research, adopts RF adaptive mechanism based on inference intensity information for all the network nodes performance sort inference, reduce the control problem in the process of positioning signal, and improve the robustness in the process of signal acquisition; then introducing the linear search fault mechanism, the differential mode for zero the positioning accuracy, greatly improves the positioning accuracy, reduce the error in the process of positioning. Simulation results show that compared with the current algorithm this algorithm is widely applicable positioning accuracy of collinear, has the advantages of high precision, coordinate error is small, short time delay positioning significant advantages, has good performance in practical application in the field of engineering.

Keywords: wireless sensor networks; terminal determination; RF inference; linear error-checking mechanism; intensity information; zero-point acquisition

1 引言

随着工业 4.0 进程的不断推进,无线传感网技术也得到了飞速的应用和发展,直接促进了以 WSN 网络终端确定算法为代表的定位技术水平的提高;由于定位技术作为无线传感网技术中的核心技术之一,在信号追踪、数据搜集等领域具有广泛的应用,因而成为重要的热点之一^[1]。由于无线传感网技术均采用无线布撒方式进行组网,一旦

功率消耗殆尽将直接导致节点失效现象的发生,因此如何通过一定的方案降低节点能量消耗,并实现网络终端的高效稳定获取,成为当前无线传感网技术的重要应用方向^[2]。

为此,当前研究者提出了诸多的解决方案,在一定程度上提高了无线传感网的适用性能。如 Sichertiu 等人^[3]提出了一种超限度数据融合机制的 WSN 网络终端确定算法,能够在数据链路出现剧烈抖动时实现对传感节点的精

确定位;然而该算法由于对传感信号间的频率漂移现象考虑不足,导致极易出现严重的数据拥塞现象。Ahmed 等人^[4]提出了一种基于混沌传感自适应机制的 WSN 网络终端确定算法,能够在高频率漂移现象发生时提高算法的终端数据获取效率,然而由于该算法信号发射强度较低,难以实现在高衰落条件下的网络终端高效获取;Li 等人^[5]提出了一种基于共线性超混沌机制的 WSN 网络终端确定算法,通过确定数据拓扑结构间的超混沌坐标关系,能够通过布设锚点的方式实现对任意节点的精确定位;然而该算法需要通过确定预设锚点坐标的方式实现节点定位,当锚点因失效而难以发挥作用时,则该算法将失去定位效果。

鉴于当前研究中存在的不足,本文提出了一种基于射频推断自适应机制的 WSN 网络终端确定算法,通过射频推断自适应的方式,对信号进行基于递归搜寻,且引入线性寻错机制,对 WSN 网络终端位置进行二次确认。最后采用 MATLAB 仿真实验环境证明了本文算法的有效性。

2 本文 WSN 网络终端确定算法

本文提出的基于射频推断自适应机制的 WSN 网络终端确定算法 (algorithm for determining WSN network terminal based on RF inference adaptive mechanism, DIA 算法)由射频推断自适应和线性寻错机制两个部分构成,如图 1 所示。

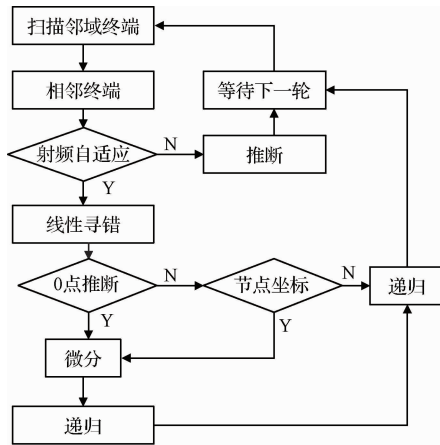


图 1 本文算法流程

2.1 基于射频推断自适应机制的拓扑初定位

由于 WSN 网络在搜寻终端时,不同终端之间的拓扑关系为最重要的定位原则之一;对于任意固定终端而言,其与周围终端之间存在的信息交互程度越高,则依据终端拓扑关系进行的数据定位效果也就越好;此外,该终端的信号发射功率越大,则定位过程中因信道噪声干扰而导致出现定位中断现象的发生频率也将最低^[6]。考虑到该现象,终端位置获取过程中需要充分考虑不同终端之间的交互连通特性^[7],综合相邻终端间的射频信号强度进行推断

自适应,能够在较大程度上精确获取终端的定位信息。

不妨设 i 为待获取位置的 WSN 网络终端,拓扑结构上有信息交互的网络终端总数为 λ_i ,则 λ_i 满足:

$$\lambda_i = \sum_{j \in i} v_{ij} \quad (1)$$

式中: v 为与 i 相邻的终端 j 的集合。

令 i 的初始拓扑位置为 D_{ij} ,则 D_{ij} 满足:

$$D_{ij} = \lambda_i \oint \frac{kP_s + R^3 P_n}{R^3 P_n} ds \quad (2)$$

上式表明,若某个节点的终端位置处于相互交互状态,则可以通过式(2)对节点的拓扑位置进行初步定为;然而由于单纯采用拓扑方式容易导致精度出现下降现象,因此本文通过线性方式构建射频推断,采用模糊函数对式(2)所示的坐标进行定位,以便提高本文算法的有效性。

首先对网络中全部 WSN 网络终端的能量情况进行统计,剩余能量最多的一批节点作为锚节点。待定位终端通过搜寻这些锚节点,获取自身相对于锚节点而言的拓扑定位信息,然后根据位置信息进行排序,其中排序指数 $index(r)$ 的获取方式如下:

$$index(r) = \oint \frac{(1-T/r)P_c - P_r P_{CD_{ij}}}{P_r} \quad (3)$$

式中: T 为拓扑定位信息的偏移, r 为指数更新轮数, P_c 为锚节点失效概率, P_r 为当前节点坐标精确度, D_{ij} 定义同式(4)。

则经过指数更新轮数后,式(2)的形式将变为:

$$D_{ij} = \lambda_i \oint \frac{(1-T/r)P_c - P_r P_{CD_{ij}}}{P_r} \oint \frac{kP_s + R^3 P_n}{R^3 P_n} ds \quad (4)$$

相应的, D_{ij} 也将变为如下的形式:

$$D_{ij} = index(k)\lambda_i \frac{kP_s + R^3 P_n}{R^3 P_n} \quad (5)$$

综合式(4)~(5)可知最终的定位精度 ω_i 为:

$$\omega_i = \frac{\oint \frac{(1-T/r)P_c - P_r P_c}{P_r}}{index(k)\lambda_i \frac{kP_s + R^3 P_n}{R^3 P_n}} \quad (6)$$

显然,定位精度满足高斯平稳随机过程^[8-9],且可以由指数更新轮数来求取最值。

2.2 基于线性寻错机制的精度提升

综上所述,虽然按照式(5)可完全获取 WSN 网络终端的坐标,且采取式(5)可精确获取 WSN 网络终端坐标的定位误差,且能够采取线性微分方式,将最终获取的定位精度进行精度提升。

对式(6)进行微分展开后,求取第 $n+1$ 阶微分可得:

$$\omega_i = \frac{r-T}{(r-2)^{n+1}} \quad (7)$$

其极限为 2,将该极限代入式(6)计算可得:

$$\omega_i = 0 \quad (8)$$

据式(8)可知,经过 $n+1$ 次指数更新,则本文算法精度误差为 0。

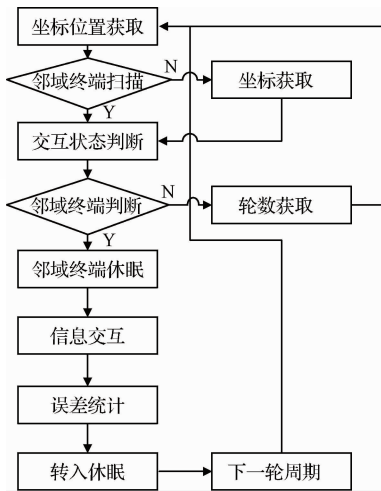


图2 射频推断自适应流程

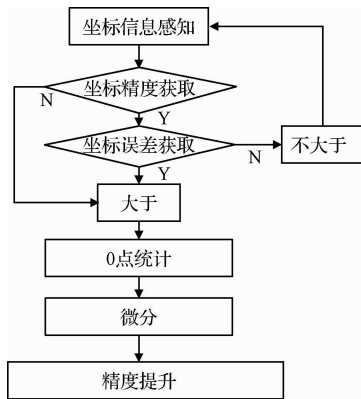


图3 线性寻错机制

3 仿真实验

采用 MATLAB 仿真实验环境^[10],将与当前广泛使用的共线度精度定位算法(collinear precision positioning algorithm, CPP 算法)^[11]视为对照组,并从终端位置精度、定位误差精度、定位时延、能耗带宽 4 个指标上进行分析。具体仿真参数如表 1 所示。

表 1 仿真参数表

参数	数值
区域布洒面积	12 400 m×21 600 m
数据仿真时间	3 600
子区域数量	<1 024
节点布设方式	随机抛洒分布
子区域内节点布设密度	不高于 10
节点信号通信半径	20 m
节点缓存大小	512 KB
节点射频信号发射周期	60 s
节点初始能量	4~16 J

1) 终端位置精度

图 4 所示为本文算法与 CPP 算法在稳定服务时间上的对比情况,由图可知,随着网络节点个数的不断增加,本文算法的终端位置精度波动较小,且始终处于较高水平;而 CPP 算法均出现了终端位置精度大幅度下降的现象,这是用于本文算法引入射频推断自适应方式,当网络拓扑变动剧烈时能够有效的保障信道占用处于较高水平,因此精度较高;而 PCPP 算法均采用固定信道分配模式,一旦网络拓扑发生变动,则信道占用水平将处于不可使用状态,终端位置精度也随之下降。

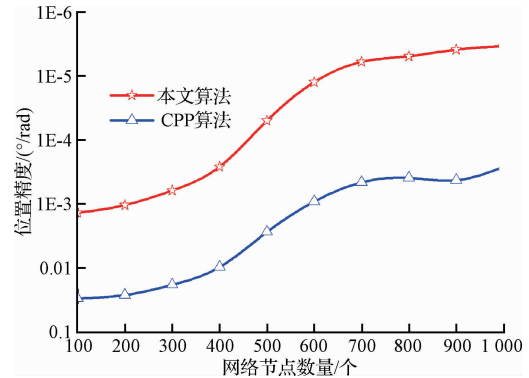


图4 两种算法终端位置精度测试

2) 定位误差精度

图 5 所示为本文算法与 CPP 算法在不同节点密度情况下定位误差精度上的对比;由图可知,随着网络密度不断增加,本文算法的定位误差精度始终高于对照组算法,这是由于本文算法采用基于射频推断等资源调度模式,当接入节点密度不断增加时能够通过固定服务时刻的方式满足 WSN 服务资源需求;而 CPP 算法均不考虑密度因素对网络拥塞情况的影响,因而当发生网络拥塞时将难以改善 WSN 服务流的质量保障需求,导致定位误差精度要大大低于本文算法。

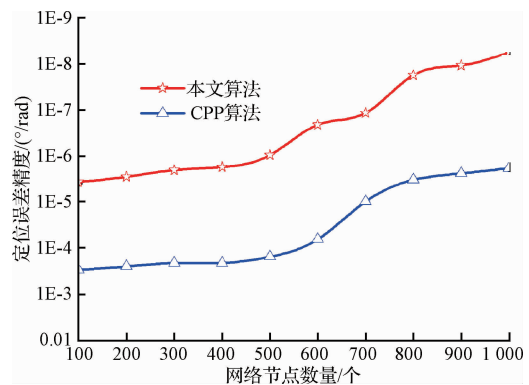


图5 两种算法定位误差精度测试

3) 定位时延

图 6 所示为本文算法与 CPP 算法在定位时延上的对比情况,由图可知,随着节点密度的不断增加,无论网络处

于高密度节点还是低密度节点状态下,本文算法的定位时延指标始终低于对照组算法,这是由于本文算法采用射频自适应等资源调度模式,能够根据当前网络状况的好坏动态调整服务质量,因此定位时延指标处于较低水平,且与节点密度分布没有明显的变动比例关系;CPP算法直接根

据当前网络中可提供资源的节点进行资源匹配,当节点无法匹配资源时,信道的占用将处于中断状态;此外 CPP 算法虽然对节点密度分布进行了冒泡匹配,然而仅采用最佳节点资源匹配方式进行资源规划,容易产生严重的拥塞现象,因而本文算法的定位时延指标要低于对照组算法。

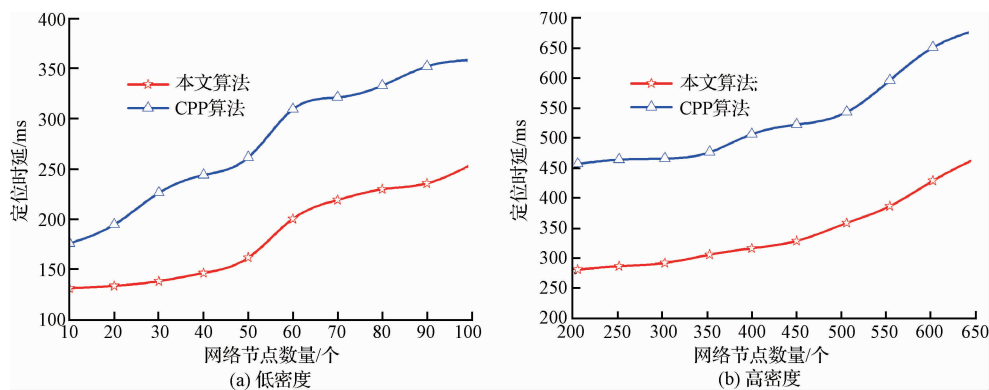


图6 不同网络节点密度下的两种算法定位时延测试

4 结论

考虑到 WSN 网络资源具有受限特性,容易导致定位精度低,定位时延严重等现象的发生,从而降低网络整体定位服务水平;提出了一种新的基于射频推断自适应机制的 WSN 网络终端确定算法。该机制采用节点信息交互质量及零点数量最大原则进行资源匹配,且采用精度的方式对定位资源进行二次规划,能够提高终端定位精度及网络节点的使用效率,增加定位误差精度,稳定定位时延,具有显著的实践价值。

下一步,将引入移动机制,对整体网络资源进行动态规划,进一步降低本文算法在 WSN 网络终端确定过程中的能量代价,提高本文算法在工程领域的使用价值。

参考文献

- [1] 何敏,官铮,保利勇. 无线传感器网轮询接入控制平均查询周期分析[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(11): 2637-2644.
- [2] 郭剑岚,陈俞强,刘怡俊. 感知策略下的无线传感网络保密容量问题研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 10(8): 1151-1156.
- [3] SICHITI M L. Cross-layer scheduling for power efficiency in wireless sensor networks[C]. Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, 2004(3):1740-1750.
- [4] AHMED A, BAKAR K A, CHANNA M I, et al. A survey on trust based detection and isolation of mali-

cious nodes in ad-hoc and sensor networks[J]. Frontiers of Computer Science, 2015, 9(2):280-296.

- [5] LI Z, XI L, HONG J. Cross-Layer adaptive resource allocation algorithm with diverse QoS requirements for single-cell OFDMA systems [J]. Journal of Harbin institute of Technology, 2015, 1(1):15-22.
- [6] 王延年,张双双,刘婷. 无线传感器低功耗路由算法[J]. 电子测量技术, 2016, 39(2):115-117.
- [7] 张翠. 无线传感网协议测试平台研究[J]. 国外电子测量技术, 2015, 4 (6):54-57.
- [8] 王翥,王祁. 多约束容错性 WSN 中继节点布局算法的研究[J]. 电子学报, 2011, 1(2): 115-120.
- [9] 章韵,巨德文. 基于可预测移动汇聚节点的无线传感网分簇算法研究[J]. 计算机科学, 2012, 06(9): 89-92.
- [10] LI J, CHEN H. A data transmission scheduling algorithm for rapid-response earth-observing operations[J]. Chinese Journal of Aeronautics, 2014, 02(7):349-364.
- [11] TANG B, DONG X R. High sensitivity GPS software receiver algorithm based on simple differential coherent accumulation [J]. Signal processing, 2014, 25(5):832-836.

作者简介

梁丽, 1979 年出生, 硕士, 讲师, 主要研究方向为计算机网络、计算机应用。

E-mail: Liangli1979xyfe@163.com