

Three-Dimensional Node Localization Algorithm of High-Precision in Wireless Sensor Network*

WANG Quan-di^{1*}, WEI Xin¹, DU Song-wang², YANG Cheng-he¹, YANG Yong-ming¹

1. State Key Laboratory of Power Transmission Equipment & System Security
and New Technology, Chongqing University, Chongqing 400030, China;
2. Suining Branch, Sichuan Electric Power Corporation, Sichuan 629000, China

Abstract: A centralized three dimensional localization algorithm is proposed with the name of NMDS-MEEF, which is based on the location requirements of wireless sensor network used for monitoring large electrical equipment fault. The localization algorithm adopts a changed nonmetric multidimensional scaling in which the iterations process only makes use of the correlated data of one-hop neighbor nodes. The algorithm is more straightforward and practical. The simulation results demonstrate that the algorithm is of great advantages in improving localization accuracy, decreasing the dependence on the density of anchor nodes and reducing the influence by the accuracy of position estimation.

Key words: wireless sensor networks; node localization; multidimensional scaling; fault monitoring
EEACC:7230;6150

一种高精度无线传感器网络节点三维定位算法*

汪泉弟^{1*}, 魏欣¹, 杜松旺², 杨承河¹, 杨永明¹

1. 重庆大学输变电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆 400030;
2. 四川省电力公司遂宁公司, 四川 遂宁 629000

摘 要: 针对电气设备故障监测的无线传感器网络节点定位需求, 提出了 NMDS-MEEF 集中式三维定位算法。该算法采用一跳邻居节点相关信息参与每次迭代来进行定位计算, 相较同类算法更为简单、实用。仿真结果表明, 该算法很好地提高了节点定位精度, 并且测距精度和锚节点密度对该算法定位精度的影响较小。

关键词: 无线传感器网络; 定位; 多维标度; 故障监测

中图分类号: TP393.17

文献标识码: A

文章编号: 1004-1699(2008)12-2050-05

目前大型电气设备故障监测的数据都是通过有线传感器进行采集, 并由通信电缆实现数据的传输^[1-2]。这类传感器的安装和维护费用往往非常高, 甚至会超过传感器本身的费用^[3]。针对以上情况, 有研究者开始探讨引入无线传感器网络(Wireless Sensor Network, WSN)技术^[4]。然而, 电气设备内部及其周围的电磁环境相当复杂, 但所幸的是, 环境中最高频段的电磁干扰主要由电气设备绝缘不良引起的局部放电和高压电极的电晕放电所产生, 其干扰频率在几十 kHz 到几百 MHz 之间。无线传感器

网络的通信频段选在 2.4 GHz 频段, 则这种电磁环境不会对传感器网络的正常工作造成影响。因此, 将无线传感器网络用于大型电气设备故障监测是完全可行的。

大型电气设备故障监测技术要求对设备内部的故障源准确定位, 因此, 一种适合无线传感器网络节点的高精度定位算法是必要的。

近年来, 已有不少关于无线传感器网络节点的定位算法, 其中基于多维标度(Multi-dimensional Scaling, MDS)的节点定位技术是精度比较高的一

基金项目: 重庆市自然科学基金计划重点项目资助(CSTC, 2007BA3001)

收稿日期: 2008-08-04 修改日期: 2008-09-28

类。MDS 是一种将多维数据的相关性转换成空间坐标加以研究的数据分析技术, 按照已知数据是否具有相似度的定性和定量关系大体可以分为非度量 MDS (nonmetric MDS) 和度量 MDS (metric MDS)。非度量 MDS 和度量 MDS 的区别主要在于度量 MDS 需要定量的表现出实体间的相似(异)性, 而非度量 MDS 要求没有那么严格, 只需要数据满足单调的顺序等级关系, 而不需要定量地表示出来^[5]。

最早的基于 MDS 的 MDS-MAP 定位算法及其改进算法是由哥伦比亚大学 Shang 等人提出的^[6-7], 是基于度量 MDS 的算法。在此之后又陆续有人提出了几种基于度量 MDS 的定位算法^[8-10], 将非度量 MDS 及其改进的算法用于无线传感器网络节点定位也有人进行了研究^[11-12]。

本文在分析面向电气设备故障监测的无线传感器网络定位需求的基础上, 提出了 NMDS-MEEF (Nonmetric Multidimensional Scaling-Monitoring Electrical Equipment Fault) 定位算法, 该算法较其它同类算法更为简单, 具有较高的定位精度和实用性。

1 定位需求分析

对监测电气设备故障的无线传感器网络定位需求分析如下。

① 目前对于无线传感器网络节点自身定位的研究主要集中在二维定位, 对三维定位研究得很少。但应用于电气设备故障监测的无线传感器网络要实现对外部故障源的定位, 仅仅知道节点的二维坐标是不够的, 需要知道节点自身的三维坐标。

② 电气设备故障监测的无线传感器网络的规模不会太大, 采用集中式定位所造成的通信开销也不会太大。但管理计算机的计算能力、存储能力都比节点的要大得多, 且没有能耗限制, 能够充分利用收集到的所有数据进行多次计算, 从而大大提高了定位的精度。

③ 电气设备所处的空间不会太大, 节点自身定位的误差即使较小, 在不太大的空间中也会很明显。此外, 无线传感器网络系统完成自身定位之后, 还要结合节点自身的坐标实现对外部目标的精确定位。因此节点自身的定位算法需要有一定的定位精度。

为满足以上三点需求, 本文研究无线传感器网络节点定位精度较高的集中式三维定位算法。

2 NMDS-MEEF 算法

MDS-MAP 算法是基于度量 MDS 的算法, 和

其它定位算法相比有着明显的优越性: 能充分应用网络中各个节点之间的关联信息来对多个节点同时定位, 增加了每个节点定位计算的约束条件, 在相同的测距误差下能得到更好的定位精度。但其缺点也是明显的: 当两个节点间的距离无法测出时, 就采用最短路径代替实际距离, 在最短路径与实际距离相差较大时, 会对定位精度造成极大影响。

电气设备内部环境复杂, 往往会造成最短路径与实际距离相差很大的情况。如图 1 所示, 节点 1 与节点 4 之间有障碍物存在, 导致无法获得节点 1 和 4 之间的距离, 采用最短路径代替, 也就是用节点 1 和 3 与节点 3 和 4 之间的距离之和代替节点 1 和 4 之间的距离。最短路径明显比实际距离大了很多, 会对故障点定位的精度造成很大影响。

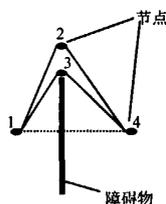


图 1 最短路径代替实际距离

为了在能够充分利用网络中节点之间的关联信息的同时, 解决上述问题, 提出了 NMDS-MEEF 算法。

NMDS-MEEF 算法在每一次迭代过程中, 仅用一跳邻居节点的相关信息进行迭代。网络中锚节点的数目不少于四个, 迭代得到的最终结果即为节点的绝对坐标。算法步骤如下。

① 每个节点依次采用 RSSI (Received Signal Strength Indicator) 或者 TDOA (Time Difference On Arrival) 测距方法获得其与所有一跳邻居节点的距离信息 \tilde{d}_i , 然后将这些信息上传到管理计算机。

② 剔除一跳邻居节点数小于四个的节点的相关数据, 并将这些节点视为无法定位节点。这是因为在三维空间需要至少四个一跳邻居节点的信息, 才能对一个节点准确定位。这类无法定位的节点信息如果不剔除, 将会影响整个网络的节点定位精度。

③ 每个能够进行一跳通信的节点对都将会收集到两个距离信息 \tilde{d}_{ij} 和 \tilde{d}_{ji} , 将它们收集到的两个距离信息取平均值作为这两个节点之间的距离, 即

$$\tilde{d}_{ij} = \tilde{d}_{ji} = \frac{\tilde{d}_{ij} + \tilde{d}_{ji}}{2}$$

④ 初始化节点坐标 $(\hat{x}_i^0, \hat{y}_i^0, \hat{z}_i^0)$ 。未知节点的初始化坐标可取部署该无线传感器网络区域内任意一

点的坐标。锚节点的初始化坐标为锚节点的实际坐标。

⑤ 参数设定。设定误差限 ϵ 、迭代步长 α 、最大迭代次数 K_{\max} ，同时将迭代次数 k 初始化为 0。

⑥ k 增 1，依次计算每个节点的新坐标 $(\hat{x}_i^k, \hat{y}_i^k, \hat{z}_i^k)$ ：

锚节点位置已知且固定，因此有

$$\begin{cases} \hat{x}_i^k = \hat{x}_i^{k-1} \\ \hat{y}_i^k = \hat{y}_i^{k-1} \\ \hat{z}_i^k = \hat{z}_i^{k-1} \end{cases} \quad (1)$$

对于非锚节点，有

$$\begin{cases} \hat{x}_i^k = \hat{x}_i^{k-1} + \frac{\alpha}{n} \left[\sum_{j=1}^{i-1} L \left(1 - \frac{\hat{d}_{ij}^k}{\bar{d}_{ij}} \right) (\hat{x}_i^{k-1} - \hat{x}_j^k) + \sum_{j=i+1}^N L \left(1 - \frac{\hat{d}_{ij}^{k-1}}{\bar{d}_{ij}} \right) (\hat{x}_i^{k-1} - \hat{x}_j^{k-1}) \right] \\ \hat{y}_i^k = \hat{y}_i^{k-1} + \frac{\alpha}{n} \left[\sum_{j=1}^{i-1} L \left(1 - \frac{\hat{d}_{ij}^k}{\bar{d}_{ij}} \right) (\hat{y}_i^{k-1} - \hat{y}_j^k) + \sum_{j=i+1}^N L \left(1 - \frac{\hat{d}_{ij}^{k-1}}{\bar{d}_{ij}} \right) (\hat{y}_i^{k-1} - \hat{y}_j^{k-1}) \right] \\ \hat{z}_i^k = \hat{z}_i^{k-1} + \frac{\alpha}{n} \left[\sum_{j=1}^{i-1} L \left(1 - \frac{\hat{d}_{ij}^k}{\bar{d}_{ij}} \right) (\hat{z}_i^{k-1} - \hat{z}_j^k) + \sum_{j=i+1}^N L \left(1 - \frac{\hat{d}_{ij}^{k-1}}{\bar{d}_{ij}} \right) (\hat{z}_i^{k-1} - \hat{z}_j^{k-1}) \right] \end{cases} \quad (2)$$

其中， $(\hat{x}_i^k, \hat{y}_i^k, \hat{z}_i^k)$ 为节点 i 在第 k 次迭代后得到的坐标； N 为网络中的节点总数； n 为节点 i 能够进行一跳通信的邻居节点总数； L 取 1 或 0，当节点 i 与节点 j 为一跳邻居节点时取 1，反之取 0； \bar{d}_{ij} 为节点 i 和节点 j 当前坐标的欧氏距离。

⑦ 按式(3)计算迭代误差 Err ，并判断 Err 是否达到设定的误差限 ϵ 。

$$Err = \sqrt{\sum_{\substack{i,j=0,j \neq i \\ i,j \text{ 连通}}}^N (\hat{d}_{ij}^k - \bar{d}_{ij})^2 / \sum_{\substack{i,j=0,j \neq i \\ i,j \text{ 连通}}}^N \bar{d}_{ij}^2} \quad (3)$$

⑧ 如果有 $Err < \epsilon$ 或者 $k > K_{\max}$ ，则迭代结束，输出节点坐标 $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ ；否则转到第六步。

设定最大迭代次数是因为在仿真过程中发现，当平均测距误差太大时，迭代到一定程度后收敛很慢，此时再增加迭代次数对定位精度改善不大，反而会增加计算的时间。如果到了最大迭代次数仍然没有 $Err < \epsilon$ ，则将此时的结果作为最后输出值。

⑨ 对于新加入的节点，收集其一跳邻居节点的信息并上传到管理计算机，然后管理计算机将已经定位的节点作为锚节点，对新加入的节点执行第②到⑧步。

3 仿真分析

为了检验 NMDS-MEEF 算法对定位误差的改善，采用 Matlab6.5 进行仿真实验。仿真实验在边长为 10 m 的正方体空间中进行，在该区域内随机部署 30 个节点，若两个节点之间有直线连接则表示节点之间是连通的，如图 2 所示。设定节点的通信半径为 7，则网络的平均连通度为 60.7%。对于有 N 个节点的网络，连通度用每个节点平均的一跳邻居节点数除以 $(N-1)$ 表示。

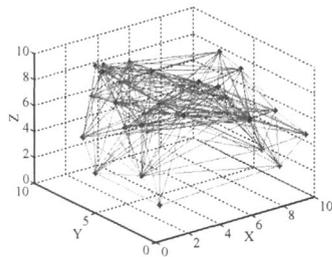


图 2 节点分布图

假设两节点 i 和 j 的欧氏距离设为 d_{ij} ，定位误差 ERR 采用式(4)计算：

$$ERR = \sqrt{\sum_{\substack{i,j \neq 0 \\ j \neq i}}^N (\hat{d}_{ij} - d_{ij})^2 / \sum_{\substack{i,j \neq 0 \\ j \neq i}}^N d_{ij}^2} \times 100\% \quad (4)$$

经过选取不同的参数进行反复比较，在定位时间和定位精度两个指标之间进行权衡折中之后，确定 NMDS-MEEF 算法的迭代参数为：误差限 $\epsilon = 0.001$ ，迭代最大次数 $K_{\max} = 5000$ ，迭代步长 $\alpha = 0.2$ 。

仿真从测距误差对定位误差的影响、锚节点密度对测距误差的影响和低测距误差下的定位三个方面对 NMDS-MEEF 算法和 MDS-MAP 算法进行了比较。

① 测距误差对定位误差的影响

测距误差对定位误差的影响如图 3，这里的测距误差为平均测距误差。由图 3 可以看出，随着测距误差的增加，两种定位算法的测距误差都呈增大的趋势。与 MDS-MAP 算法相比，NMDS-MEEF 很好的改善了定位精度。测距误差对 NMDS-MEEF 算法定位精度的影响远小于对 MDS-MAP 算法定位精度的影响。

② 锚节点密度对定位误差的影响

由于锚节点需要人工部署或者配备 GPS 等定位设备，锚节点数量的增加必然会增加网络的成本，所以有必要研究锚节点密度对节点定位精度的影响。

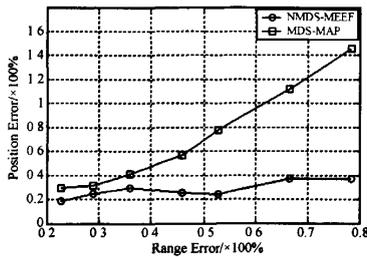


图 3 测距误差对定位精度的影响

在节点总数不变的前提下, 增加锚节点数也就是增加了锚节点密度。图 4 为平均测距误差为 66.4% 时, 将锚节点数由 5 个增加至 10 个得到的定位误差曲线。可以看出, 随着锚节点数目的增加, 两种算法的定位精度变化都不明显, 说明两种算法对锚节点的数目要求不高。

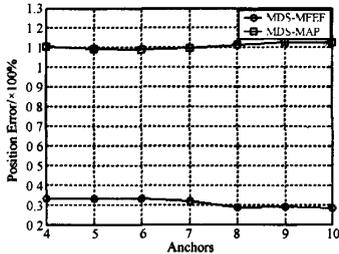


图 4 锚节点数对定位精度的影响

③ 低测距误差下的节点定位

设定平均测距误差为 5.53%, 锚节点数为 5 个时分别采用两种算法进行定位, 如图 5 所示。其中“*”为节点实际位置, “O”为采用 NMDS-MEEF 算法定位的位置, “+”为采用 MDS-MAP 算法定位的位置, 三种表示方式重叠处为锚节点。很显然, 采用 NMDS-MEEF 定位的节点位置与实际位置更接近。NMDS-MEEF 算法定位的相对误差为 5.80%, 最大绝对误差为 0.74 m。MDS-MAP 算法定位的相对误差为 9.88%, 最大绝对误差为 4.83 m。由图 5 还可看出, 距离锚节点越近的节点, 定位精度越高。因此, 部署锚节点的时候考虑将锚节点部署在网络的边缘, 以均衡各未知节点的定位误差。

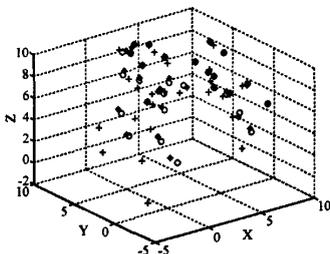


图 5 低测距误差下的位置估计

4 结束语

本文提出的 NMDS-MEEF 算法很好的利用了所有能进行一跳通信的节点之间的距离进行定位, 算法较其它同类算法更为简单、实用。仿真结果表明, 该算法对锚节点数目的依赖性小, 与 MDS-MAP 相比定位精度高, 测距误差对定位精度的影响小。

但在实际工程应用中, 该算法的定位精度会受到外界环境的影响。针对这类问题, 可从两个方面对算法进行改进: ① 通过多次实地测量构建更加准确的测距模型, 以便提高测距精度; ② 如果因背景噪声而造成的定位效果不理想, 可在节点坐标的计算公式中增加修正因子, 修正因子在具体应用环境中通过多次试验获取。此外, 算法的定位时间较长、能进行一跳通信的邻居节点数少于四个的未知节点的处理等问题, 也需要进一步解决。

参考文献:

- [1] Han Y, Song Y. H Condition Monitoring Techniques for Electrical Equipment—a Literature Survey. Power Delivery [C]// IEEE Transactions on Volume 18, Issue 1, Jan 2003; 4-13. Digital Object Identifier 10. 1109/TPWRD. 2002. 801425.
- [2] Stone G C, Lloyd B A, Campbell S R. Electric Machines and Drives [C]// 2005 IEEE International Conference on 15-18 May 2005; 543-550.
- [3] Bin Lu, Long Wu, Thomas G. Habetler, Ronald G. Harley, and Jose A. Gutierrez. On the Application of Wireless Sensor Networks in Condition Monitoring and Energy Usage Evaluation for Electric Machines. Industrial Electronics Society [C]// 2005. IECON 2005. 32nd Annual Conference of IEEE; 2674-2679.
- [4] Bin Lu, Thomas G. Habetler, and Ronald G. Harley. A novel Motor Energy Monitoring Scheme using Wireless Sensor Networks [C]// Industry Applications Conference, 2006. 41st IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2006 IEEE Volume 5, Oct. 2006; 2177-2184 Digital Object Identifier 10. 1109/IAS. 2006. 256844.
- [5] Borg I, Groener P. Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications [M]. New York: Springer-Verlag, 1997.
- [6] Yi Shang, Wheeler Ruml, Ying Zhang, and Markus Formherz. Localization from Mere Connectivity [C]// MobiHoc'03, Annapolis Maryland, USA, 2003; 201-210.
- [7] Yi Shang, Wheeler Ruml. Improved MDS-Based Localization [C]// INFOCOM'04, Hong Kong, China, 2004; 2640-2651.
- [8] Cheng K W et al. A Multidimensional Scaling Framework for Mobile Location Using Time-of-Arrival Measurement [J]. IEEE Trans on Signal Processing, 2005, 53(2): 460-470.
- [9] 周祖德, 胡鹏, 刘泉, 李方敏. 一种基于 MDS 的无线传感器网络快速定位算法 [J]. 传感技术学报, 2007, 10, 10; 2303-2307.
- [10] Yu Gwo-Jong, Wang Shao-Chun. A Hierarchical MDS-based

Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks[J]. Mobile and Wireless Communications Summit, 2007. 16th IST 1-5 July 2007; 1-5.

[11] 肖玲, 李仁发, 罗娟. 基于非度量多维标度的无线传感器网络

节点定位算法[J]. 计算机研究与发展, 2007, 44(3): 399-405.

[12] 陈万明, 梅涛, 孟庆虎, 梁华为, 刘玉枚. 无线传感器网络中一种基于多位定标的迭代定位算法[J]. 传感技术学报, 2007, 5, 20(5): 1124-1128.



汪泉弟(1954-), 女, 教授。1982年1月毕业于重庆大学电机系电机制造专业, 获学士学位。1998年12月获重庆大学理论电工专业博士学位。主要研究方向为无线传感器网络在电气工程中的应用、电磁场数值计算及电磁兼容技术。wangquandi@yahoo.com.cn



魏欣(1981-), 女, 硕士研究生。获西北工业大学学士学位, 重庆大学输变电装备及系统安全与新技术国家重点实验室硕士研究生, 主要从事无线传感器网络用于大型电气设备故障检测的研究, violin1027@163.com

一种高精度无线传感器网络节点三维定位算法

作者: [汪泉弟](#), [魏欣](#), [杜松旺](#), [杨承河](#), [杨永明](#), [WANG Quan-di](#), [WEI Xin](#), [DU Song-wang](#),
[YANG Cheng-he](#), [YANG Yong-ming](#)

作者单位: [汪泉弟, 魏欣, 杨承河, 杨永明, WANG Quan-di, WEI Xin, YANG Cheng-he, YANG Yong-ming\(重庆大学输变电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆, 400030\)](#), [杜松旺, DU Song-wang\(四川省电力公司遂宁公司, 四川, 遂宁, 629000\)](#)

刊名: [传感技术学报](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名: [CHINESE JOURNAL OF SENSORS AND ACTUATORS](#)

年, 卷(期): 2008, 21(12)

引用次数: 1次

参考文献(12条)

1. [Han Y, Song Y.H Condition Monitoring Techniques for Electrical Equipment—a Literature Survey](#) 2003(1)
2. [Stone G C, Lloyd B A, Campbell S R Electric Machines and Drives](#) 2005
3. [Bin Lu, Long Wu, Thomas G Habetler, Ronald G. Harley, Jose A. Gutierrez On the Application of Wireless Sensor Networks in Condition Monitoring and Energy Usage Evaluation for Electric Machines](#)
4. [Bin Lu, Thomas G Habetler, and Ronald \(3. Harley. A novel Motor Energy Monitoring Scheme using Wireless Sensor Networks](#) 2006
5. [Borg I, Groener P Modem Multidimensional Scaling: Theory and Applications](#) 1997
6. [Yi Shang, Wheeler Rural, Ying Zhang, Markus Formherz Localization from Mere Connectivity](#) 2003
7. [Yi Shang, Wheeler Ruml Improved MDS-Based Localization](#) 2004
8. [Cheng K W A Multidimensional Scaling Framework for Mobile Location Using Time-of-Arrival Measurement](#) 2005(2)
9. [周祖德, 胡鹏, 刘泉, 李方敏 一种基于MDS的无线传感器网络快速定位算法\[期刊论文\]-传感技术学报](#) 2007(10)
10. [Yu Gwo-Jonng, Wang Shao-Chun A Hierarchical MDS-based Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks](#) 2007(16th IST)
11. [肖玲, 李仁发, 罗娟 基于非度量多维标度的无线传感器网络节点定位算法\[期刊论文\]-计算机研究与发展](#) 2007(3)
12. [陈万明, 梅涛, 孟庆虎, 梁华为, 刘玉枚 无线传感器网络中一种基于多维定标的迭代定位算法\[期刊论文\]-传感技术学报](#) 2007(5)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [匡兴红 无线传感器网络中定位跟踪技术的研究](#) 2008

无线传感器网络集成了传感器技术、微机电技术、分布式信息处理技术和无线通信技术, 它已成为当前IT领域研究的热点之一。由于网络自组织、广覆盖、高容错性以及高精度测量等固有优点以及组网成本低、构建灵活、方便等特点, 使得无线传感器网络在军事、民用等领域应用广泛。 本文深入研究了无线传感器网络中的定位跟踪问题, 包括节点定位、生化气体源定位以及目标跟踪问题, 并设计开发了面向定位跟踪应用研究的平台, 为进一步的应用研究打下基础。在上述问题的研究中, 针对不同的实际应用场景提出了具有理论和实际价值的定位、跟踪新方法, 并通过计算机仿真对性能进行了验证和评价。 具体地, 论文主要的研究成果和创新有: (1) 无线传感器网络中的节点定位研究将无线传感器网络中的节点定位问题看作目标跟踪的对偶问题, 提出一种基于虚拟信标点的节点定位方案, 区别于基于固定信标点方式的现有定位算法。基于超球面交叉机制, 提出了VB-ERL节点定位算法。它利用非线性最小二乘优化方法, 求解由能量比构成的最小化成本函数实现节点自我定位。为了克服VB-ERL节点定位算法存在的弊端, 对节点定位问题又提出了一种贝叶斯框架下基于改进粒子滤波的VB-IPF算法, 并实现在线迭代预估。(2) 无线传感器网络中的生化气体源定位研究将无线传感器网络应用于生化气体源定位, 以提高人们对突发事件的快速反应能力。首先提出了一种鲁棒性强的极大似然定位算法, 对比研究了直接三边法以及非线性最小二乘法。为了消除集中式定位算法的固有缺陷及节省网络能量, 将分层传感器网络应用于生化源定位, 提出了一种分层传感器网络下的基于改进粒子滤波的分布式定位算法, 通过子区域管理节点的状态传递, 循环迭代预估得到收敛的生化气体源位置。(3) 无线传感器网络中的目标定位跟踪研究目标定位跟踪技术无论是在军事还是民用领域都有着重要的应用价值。首先研究了传感器网络下一种仅有角度测量的移动目标定位跟踪。从提高滤波算法的角度出发来提高目标预估定位精度, 提出了一种无线传感器网络下的集中式融合方案, 应用SRCDKF-PF算法及其改进措施进行预估。 其次, 考虑无线传感器网络中的目标跟踪节能的需要, 提出了一种轻量级的自适应机制的分布式目标跟踪算法。在跟踪算法中: 采用节点密度自适应的节点激活机制, 寻找定位精度与网络能耗之间的平衡; 提出的退避定时机制用于头节点的选取及传输序列的确定; 基于改进粒子滤波的定位算法提高了滤波的精度; 提出的一种波浪式区域逐层唤醒机制用于快速重新定位丢失的目标。(4) 面向定位跟踪的平台设计与开发面向定

位跟踪的平台开发,包括无线传感器网络网关的开发、传感器节点的开发。开发了基于GPRS网络通讯的网络网关,实现与Internet外部网的连接。开发了基于CC1010传感器节点,重点阐述了RT通讯的设计。为进一步的应用和研究打下基础。

2. 期刊论文 [史龙,王福豹,段渭军,任丰厚](#) [无线传感器网络Range-Free自身定位机制与算法](#) -[计算机工程与应用](#)

2004, 40 (23)

无线传感器网络是一种全新的信息获取和处理技术,能够实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息,而网络自身定位是其大多数应用的基础。在综合分析大量无线传感器网络定位算法的技术文献和最新研究结果的基础上,从测距技术和算法两方面阐述了range-based定位机制的局限性,着重论述和比较了现有的六种range-free定位算法,指出无线传感器网络自身定位问题的研究方向。

3. 学位论文 [魏叶华](#) [无线传感器网络中定位问题研究](#) 2008

作为一种新兴的无线网络技术,无线传感器网络在工业、农业、环境监测、军事和抢险救灾等领域有着广泛的应用前景。在许多应用中,节点位置至关重要,离开位置信息,监测事件或者感知数据也失去了实际应用价值。而每个传感器节点均配置GPS收发器,成本和能耗较高,不符合无线传感器网络各方面的约束,必须研究适合无线传感器特点的自定位算法。本文围绕无线传感器网络中的定位问题,针对现有研究的不足,结合无线传感器网络的特点,分别对静止网络、信标节点移动网络和移动网络下的定位相关问题进行了相应研究。本文首先对静态网络定位进行了研究。在增量或多跳测距定位中定位误差或测距误差容易造成累积,对后继节点的定位精度影响较大。现有一些非测距集中式算法仅使用网络连通信息,也能够获取较高的定位精度,并无需考虑测距误差问题。然而通常需收集网络全局信息,通信开销较大。针对以上缺点,本文提出了一种基于支持向量回归的半集中式定位算法。首先收集各信标节点间的连通信息到中心节点作为训练样本,然后使用支持向量回归技术得到连通信息到节点位置之间的回归函数,分发此函数到网内各节点,普通节点即可使用此函数完成自身位置估计。并且为了增加训练样本,对邻居信标节点大于等于三个,使用基于RSSI测距的最小二乘法进行定位,升级为新的信标节点。实际上是一个测距和非测距的混合算法,但避免了全局网络信息的收集,缓解了测距误差的累积。集中式定位通信开销大、扩展性差,对于资源受限的、自组织无线传感器网络来说,具有一定的局限性。通过把定位问题转化为无约束优化问题,本文提出了一种基于混合禁忌搜索的分布式定位算法。为减轻测距误差的影响和获取较好的邻域解生成区间,设计了一个选择算子,选择合适的信标节点参与定位。接着,使用信标节点信息获取初始解。最后,使用禁忌搜索和模拟退火相结合的混合策略进行位置优化,进一步提高了定位精度,本质上也是一种二阶段求精定位算法。仿真表明本文算法在不同噪音因子和信标节点下能够获取较高定位精度。与大多数静态网络定位算法中假定部署一定比例的信标节点不同,在移动信标辅助定位中,使用一个或几个移动信标节点在部署区域内移动来协助普通节点进行位置估计,有效节约了网络成本。而信标节点的移动路径对定位性能具有很大的影响,但目前关注比较少,提出了几种基于某种曲线的静态路径规划方法,未考虑定位过程中的实时信息,对不规则网络拓扑不太适用。本文针对静态路径规划方法的不足,提出了一个更具灵活性的动态启发式路径规划方法。首次提出了使用定向天线技术来解决路径规划问题,通过配置了定向天线阵列的移动信标与邻居节点的通信,可收集邻近普通节点的分布和信标信息接收情况,以此在线决策信标节点的移动。为减少信息收集带来的通信开销,提出了一次决策两次移动的信标移动方法。仿真表明本文的动态方法能够有效避免非节点部署区域的遍历,避免了不必要的信息发送,减少了移动距离,并保持了较高的定位覆盖率。在移动无线传感器网络中,普通节点和信标节点均可按某种方式移动,导致网络拓扑和节点间的连通性不断发生变化,给定位带来了一定的难度和新的要求。为提高定位算法的收敛速度,增强定位结果的时效性和精度。本文提出了一种基于动态网络划分的蒙特卡罗定位算法。首先提出了最远距离选择模型,在保证一定定位精度的情况下减少参与定位的信标节点数,节约能耗。接着根据信标节点构建采样区域,限定采样范围,并引入了概率方法来计算最大采样次数。最后,进行采样、过滤和位置估计,并且改变了常用蒙特卡罗的过滤方法,使用误差补偿的运动模型进行样本过滤,避免了过滤阶段大量的循环计算开销。仿真表明本文算法在保证一定定位精度的情况下,节约了采样次数和能耗,减少了处理时间。最后,为了更好的研究无线传感器网络的各方面特性,分析算法在实际系统中的性能,设计并实现了一个无线传感器网络原型系统。系统使用自己设计的硬件节点,运行ZigBee通信协议,开发了终端软件来管理和监控节点信息。并且,使用基于RSSI的测距方法,对提出的定位算法进行了验证、分析。

4. 期刊论文 [陈帅,钟先信,石军锋,邵小良,廖晓纬](#) [Chen Shuai, Zhong Xianxin, Shi Junfeng, Shao Xiaoliang](#).

[Liao Xiaowei](#) [无线传感器网络的可视化定位原理与应用](#) -[电气自动化](#)2006, 28 (3)

可视化定位无线传感器网络是在无线获取定位信息的同时采集测控目标现场的真实图像。证明了可视化定位无线传感器网络的信息论依据。介绍了可视化定位无线传感器网络节点中的图像信源编码原理和无线通信技术。实现了可视化定位无线传感器网络的应用实例。理论与实验结果证明了可视化定位无线传感器网络的优越性和可行性。结果表明通过可视化定位无线传感器网络可以掌握目标更多的信息。

5. 学位论文 [刘克中](#) [无线传感器网络分布式节点定位方法研究](#) 2006

近年来,微机电系统、无线通信和数字电子技术的发展促进了具有低功耗、低代价与多功能特点的微型传感器制造技术的发展。大量具有传感单元、数据处理单元和通信单元的传感器节点引发了无线传感器网络的概念,即将大量的传感器密集地散布在感知区域,传感器间以自组织的方式构成无线通信网络,有效实现远程信息的采集、处理和传输。无线传感器网络在国防军事、环境监测、交通管理、医疗卫生、建筑和结构监测及反恐抗灾等领域具有广泛的应用前景。无线传感器网络及其相关领域的研究引起了人们广泛的关注,主要包括各种网络协议、时间同步、协同信息处理、网络拓扑控制等。在众多相关研究领域中,传感器节点的位置信息作为网络无线通信的基础成为了必需解决的关键问题之一。对无线传感器网络而言,设计一个可行的节点定位方案面临诸多挑战,主要表现为复杂的物理环境和有限的网络资源。本文旨在探讨符合无线传感器网络特点和要求的分布式节点定位方法,主要工作概括如下: 本文探讨了大规模、自组织无线传感器网络实现节点定位的主要挑战。阐述了本文的选题背景及意义,综述了无线传感器网络的节点定位算法的研究进展。此外,论文简要介绍了无线传感器网络其他领域的主要研究现状。针对典型的DV-Hop定位算法,详细分析了该算法的特性,利用Cramer-Rao边界定理对定位误差特性从理论上进行了分析和探讨,然后从理论和实验两方面分析了算法中使用的跳距估计误差。在此基础上,本文提出了一种改进方法,其基本思想是根据导标节点和未知节点间的相互位置关系有选择性地利用导标节点,主要创新在于导标节点共线度概念的引入。在算法的实现中,提出了自适应共线度阈值确定方法。通过仿真实验对定位性能比较,改进算法较传统算法在平均误差和误差方差方面分别降低10~45%和35~50%。针对无线传感器网络拓扑结构特点及经典无须测距定位方法的局限性,提出了分布式的多跳导标节点定位方法(Multi-Hop Beacon Based Localization,简称MHB定位方法)。该方法的主要创新在于应用距离矢量法获得邻近导标节点的同时,充分利用了三角形内点的特性及相关几何性质,在选择参与定位的导标节点集时考虑了导标节点共线度及未知节点与导标三角形的几何位置关系,并在此基础上提出了不依赖于复杂优化计算的扩展质心位置估算策略。MHB算法具有很好的自适应性、分布性和可扩展性,特别是在计算复杂度及定位精度鲁棒性等方面表现出了很好的性能。当网络密度从4到14变化过程中,该算法最大定位误差和定位误差方差分别为DV-Hop的 $1/6^{1/2}$ 和 $1/3^{1/2}$ 。本文也探讨了高精度的节点定位方法,该方法的探讨是基于测距技术而展开的,刚性图理论和柔性图理论为本方法提供了理论支撑。受随机图论中刚性图理论的启发,本文提出了基于定位协作体的节点定位方法,该方法主要思想是根据网络局部拓扑自适应形成可实现节点位置估计的定位协作体,然后通过优化计算实现未知节点的位置估计。这种基于协作模式的定位策略的主要优点在于充分利用了多跳导标节点的位置信息,同时还可有效避免了定位误差在网络中恶性传播和积累。论文重点描述了基于协作模式的节点定位方法的基本原理及定位协作体的生成算法。仿真结果表明,提出的定位策略具有较好的自适应性、鲁棒性和可靠性,当测距误差方差从0.025*0.30倍通信视距时,定位误差为0.02*0.36倍通信视距,该定位精度能满足多数场合下无线传感器网络对节点位置信息的精度要求。在上述定位方法的研究基础上,本文分析了定位服务质量的相关问题,提出了区分定位服务策略,即在实际的应用中可以根据定位需求和定位场景提供不同服务质量的定位支持。这种策略的提出可以使定位算法在满足系统定位精度的前提下大大降低系统能耗,这为无线传感器网络定位问题提供了新的解决思路。论文最后总结了所作的工作,并就进一步的研究方向进行了简单探讨。

6. 期刊论文 [于宁,万江文,吴银锋](#) [YU Ning, WAN Jiang-wen, WU Yin-feng](#) [无线传感器网络定位算法研究](#) -[传感技术学报](#)2007, 20 (1)

定位技术是无线传感器网络的支撑技术之一。针对无线传感器网络低成本、低能耗的要求,在继承DV-Hop定位算法优点的基础上,提出根据跳数来调节节点定位过程中的数据包接收量即LDV-Hop定位算法。算法在局部范围内索取定位信息,并可以部分抵制MAC层冲突带来的错误信息。利用网络仿真工具Ns-2对算法进行仿真分析和比较,结果表明LDV-Hop定位算法有更高的定位精度,能有效降低数据通信量,并且对于不规则形状的节点分布具有较强的适应性。

7. 学位论文 [陈红阳](#) [基于测距技术的无线传感器网络定位技术研究](#) 2006

无线传感器网络许多应用需要知道节点的位置,在某些环境下还需要获得节点的相对位置。基于测距技术的传感器网络定位算法比无需测距技术的传感器网络定位算法精度相对高,因此本文将重点研究基于测距技术的无线传感器网络定位算法,并在第三章和第四章分别详细地讨论和分析了其中的TDOA和RSSI两种定位算法。首先,论文在查阅大量相关文献的基础上,综述了基于无线传感器网络定位技术的国内外研究现状。介绍了无线传感器网络定位系统和算法的性能评价标准和分类方法,着重综述了近年来该领域具有代表性的算法及系统的原理和特点。其次,我们提出了一种能应用在无线传感器网络中基于扩展卡尔曼滤波的TDOA定位方案。该定位方案不需要节点间全局同步,能有效减小节点设计的额外硬件开销,降低了节点功耗和成本。我们先利用测得的TDOA值进行定位,再将算法得出的目标节点估计值作为扩展卡尔曼的观测值进行滤波估计,以三个锚节点为例,进行了仿真分析。仿真结果表明改进的泰勒序列展开法获得的估计值经扩展卡尔曼滤波优化后,定位精度接近Cramer-Rao理论下限值。然后,本文提出了基于接收信号强度均值的无线传感器网络定位方案。该定位方案不需要目标节点主动发射信号而是被动监听信道,这将有效降低目标节点功耗并在一定程度上提高信道利用率。由于定位处理是在后台PC机上集中处理而不是节点本身,我们可以采用复杂度略高但定位性能更理想的定位算法。仿真结果表明,本文的RSSI定位机制比传统的基于接收信号强度的无线传感器网络定位算法有更好的定位性能。最后,我们在现场环境下验证了本文提出的基于接收信号强度均值的无线传感器网络定位方案的计算效率和定位性能。在办公室视距环境下,该定位方案绝对定位精度均值达到1.56米,从而在硬件平台上验证了算法的可行性,进一步表明该定位方案能满足某些室内无线传感器网络的定位需求。

8. 期刊论文 于宁. 万江文. YU Ning. WAN Jiang-wen 无线传感器网络抽样定位和求精算法 -计算机工程2008, 34(3)

定位技术是无线传感器网络的支撑技术之一。针对无线传感器网络低成本、低功耗的要求,提出一种抽样定位和求精的分布式算法。算法在第1阶段基于收到的锚节点信息进行抽样,形成节点的初始位置估计。在第2阶段对节点初始位置进行求精。仿真实验结果显示了该定位算法可以在1~2次求精情况下达到收敛,在样本量为20左右的较低阈值下实现较高的定位精度,在12%左右的锚节点比例下实现95%以上的定位覆盖率,并且与dv-hop和dv-distance定位算法比较,证明该算法分别可以提高20%和5%的定位精度。

9. 学位论文 赵军 无线传感器网络定位机制的研究 2007

微机电系统、片上系统和无线通信技术的飞速发展促进了无线传感器网络的诞生。无线传感器网络中的节点能够实现实时监视、协作地感知和采集各种环境或监测对象的信息,并对其进行处理,势必引领人类进入一个新的“网络即是传感器”时代。同时,作为自动化、通信工程和计算机科学技术学科中的一个新的研究领域,无线传感器网络向研究人员提出了大量富有挑战性的课题,无线传感器网络的定位机制的研究就是其中之一。无线传感器网络定位机制分为节点对外部目标定位、跟踪和节点自身定位两大类。本文简要介绍了目标定位与跟踪的研究背景、研究意义和研究动向等相关情况,着重介绍了节点自身定位算法的基本概念和基本计算方法—三角测量法、三边测量法和极大似然估计法,并以是否基于测距为分类标准,重点分析了基于测距和不基于测距中典型定位算法的工作机理,并对其性能作出比较和总结。本文结合不基于测距定位算法的思想,提出一种新的定位算法—近似三角形内点测试定位算法,详细描述了算法的定位过程,并对其性能进行分析。为改善APIT算法的性能,本文通过引入了迭代循环和增添计数器,实现了一种改进的定位算法IAPIT,通过计算机仿真分别对APIT和IAPIT两种算法的性能进行分析,结果证明IAPIT比APIT具有更好的定位精度和节点覆盖率。

10. 期刊论文 陆锋. LU Feng 无线传感器网络定位算法分析与比较 -科技情报开发与经济2008, 18(18)

介绍了无线传感器网络节点定位的概念和技术特点,详细描述了基于测距和无需测距两种定位的机制,并对这些典型的算法和系统进行了全面详细的比较分析。

引证文献(1条)

1. 韩双霞. 张露. 范一鸣. 陈江富 WSN中改进的分布式多维定标定定位算法[期刊论文]-传感技术学报 2009(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_cgjsxb200812020.aspx

下载时间: 2010年4月15日