

# 基于卡尔曼滤波的室内移动目标定位算法

唐士凯, 高 学, 左 鹏, 窦 刚

(山东科技大学电气与自动化工程学院, 山东青岛 266590)

**摘 要:** 针对室内定位算法受环境噪声影响严重, 导致定位误差大的问题, 首先在室内移动目标定位算法中引入卡尔曼滤波算法对原始采集数据进行滤波, 能有效抑制定位过程中因数据采集误差引发的定位误差发散; 然后通过 kNN(k-Nearest Neighbor)算法估算待测目标的坐标; 最后利用方位传感器对直线运动过程的定位点进行修正。通过 3 个阶段的优化可提高定位精度, 仿真实验结果表明, 基于卡尔曼滤波的室内移动目标定位算法的平均测量误差为 0.648 7 m, 误差范围是 0.1~1.9 m, 对于移动目标的路径测定也更加符合实际情况。

**关键词:** 无线传感网络; 室内定位; 移动目标; 卡尔曼滤波; 方位角传感器

**中图分类号:** TP393

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-2783(2017)20-2301-04

## Mobile target indoor positioning algorithm based on Kalman filter

TANG Shikai, GAO Xue, ZUO Peng, DOU Gang

(College of Electrical Engineering & Automation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

**Abstract:** Indoor positioning algorithm is seriously affected by the environmental noise, leading to large positioning errors. Kalman filter algorithm is introduced into the mobile target indoor positioning algorithm to suppress the divergence of the positioning error. Then, the kNN (k-Nearest Neighbor) algorithm is applied to estimate the positioning coordinates. Finally, the azimuth sensor is used to correct the locating point of the linear motion process. The positioning accuracy could be improved through these three optimization stages. The simulation results show that the average positioning error of the mobile target indoor positioning algorithm is only 0.648 7 m, the error range is 0.1-1.9 m, and the path determination for the moving target is also more realistic.

**Keywords:** wireless sensor network; indoor localization; mobile target; Kalman filter; the azimuth sensor

定位系统主要有室外定位系统和室内定位系统, 诸如无线蜂窝定位系统、GPS 和北斗导航定位系统等都是室外定位系统。由于室内定位系统在医疗护理、救援、监狱、矿区等许多领域都有着广泛的应用前景, 且随着移动设备和无线局域网的普及, 室内定位系统也就越来越受到人们的关注<sup>[1]</sup>。然而, 墙壁对电磁波的削弱以及定位精度的不足, 会导致室外定位系统难以满足人们对于室内定位精度的要求<sup>[2]</sup>, 因此, 针对室内环境的定位系统得到了迅速发展。目前, 主要的室内定位系统有超声波定位系统、超宽带定位系统、红外线定位系统以及无线射频识别(Radio frequency identification, RFID)定位系统等。由于无线射频识别定位系统无需接触、体系小、信息容量大、携带方便、穿透力强、可重复使用、耐久性强等特点, 而得到迅速发展及广泛应用<sup>[3]</sup>。

射频识别定位系统包括基于到达角度(angle of arrival, AOA)的定位<sup>[4]</sup>、基于到达时间(time of arrival, TOA)的定位<sup>[5]</sup>、基于到达时间差(time differ-

ence of arrival, TDOA)的定位<sup>[6]</sup>、基于接收信号强度指示(received signal strength indication, RSSI)的定位<sup>[7]</sup>等多种定位方式。由于基于 RSSI 的定位价格低廉、精度较高、测距简单, 因此获得了广泛应用<sup>[8]</sup>。室内定位算法则(location identification based on dynamic active RFID calibration, LANDMARC)是 1 种典型的基于 RSSI 室内定位算法<sup>[9]</sup>, 具有较高的定位精度(2.5 m 以内、概率 90%), 且可扩展性好, 能处理比较复杂的环境, 是 1 种实用的定位方法<sup>[10]</sup>。但是, 该算法也有其一定的不足, 例如由于室内复杂的环境会使 RFID 信号经散射、衍射后形成干扰信号, 这些信号并不是简单的叠加, 而是每个点电势的累加, 结果是不可预知的, 即会产生多径效应, 再加上 RSSI 测量过程中会产生噪声, 从而导致室内定位算法的误差具有随机性和不可预估性。

以往的室内定位算法大多是针对位置固定的目标进行的, 多采用多次测量求取平均值的方法测量数据, 因此对滤波的要求不高。本文算法针对移动

收稿日期: 2017-04-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61473177); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(2013371812009, 20133718110011); 中国博士后科学基金资助项目(2015M582114)

第一作者: 唐士凯(1992-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为智能控制理论

通信作者: 窦刚, 讲师, 主要研究方向为控制理论与控制工程, dougang521@163.com