

一种优化的 LANDMARC 射频识别定位系统设计

田晔非¹ 王舒彻²

(重庆电子工程职业学院 重庆 401331)¹ (北京邮电大学信息与通信工程学院 北京 100876)²

摘要 射频识别定位技术中, LANDMARC 定位算法的精度与选取的参考标签有关。传统算法仅局限于小范围的定位环境中选取 3~5 个参考标签, 但在较大范围的定位环境中, 其系统定位精度差, 因此提出了动态选取邻近参考标签来优化系统的定位精度的方法。仿真实验结果表明, 优化后的系统具有良好的定位精度。

关键词 RFID 定位方法, LANDMARC, 参考标签

中图分类号 TP393 **文献标识码** A

Optimized Design of LANDMARC RFID Location System

TIAN Ye-fei¹ WANG Shu-che²

(Chongqing College of Electronic Engineering, Chongqing 401331, China)¹

(School of Information and Telecommunication Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)²

Abstract In the RFID locationing system, the accuracy of LANDMARC locationing algorithm is related to the selection of the reference tags. The traditional algorithm is limited to a small range of 3 to 5 reference tags in the positioning environment. In the larger positioning environment, the positioning accuracy is poor. Therefore it is necessary to select the reference tag to optimize the positioning accuracy of the system. Finally, the optimized system was simulated, and the positioning accuracy of the system was verified.

Keywords RFID locationing, LANDMARC, Reference tag

1 引言

RFID 是自动识别技术, 它通过无线信号识别特定目标, 读写有关数据。其具有非接触、低成本、技术成熟、定位精度高等优点, 现已被广泛应用于人类生产和生活的各方面^[1]。目前将 RFID 技术应用于系统定位, 并逐步提高其定位精度是 RFID 的研究热点。

仓储管理是现代物流的核心, 目标是实现快速准确的货物管控、多库协同作业、缺货报警、滞销品统计等。如何有效获取库存信息, 提高仓储管理效率, 降低成本, 是现阶段仓储管理的重点和难点^[2]。在这一领域, RFID 定位技术正被广泛应用。

当前 RFID 定位技术主要有 4 种: 信号到达时间定位 (Time of Arrival, TOA)、信号到达时间差定位 (Time Difference of Arrival, TDOA)、信号方向测量定位 (Angle of Arrival, AOA)、信号强度定位 (Received Signal Strength Indication, RSSI)^[3]。TOA 和 TDOA 定位要求阅读器与标签在时间上严格保持一致, AOA 定位需要给阅读器安装昂贵的接收天线阵, 这 3 种方法的硬件成本都比较高。基于 RSSI 算法的 LANDMARC 系统通过参考标签进行辅助定位, 依据参考标签与待定位标签之间的信号强度差选择邻近标签, 然后通过计算得到待定位标签的位置信息。这种定位方法在不增加硬件成本的基础上提高了系统的定位精度^[4]。

2 LANDMARC 定位系统及其算法

2.1 LANDMARC 定位系统

LANDMARC 定位系统由定位服务器和定位单元构成,

RFID 阅读器和参考标签组成最小定位基础结构。阅读器读取信号覆盖范围内的标签信息, 解码后通过无线数据采集器传给区域定位服务器, 参考标签用来辅助定位以提高目标标签的定位精度。各区域定位服务器将各定位目标信息集中存储到一个定位服务器上, 从而形成完整的定位系统。

LANDMARC 定位过程, 每个阅读器通过自带天线每隔一段时间对固定区域进行扫描, 标识特定目标的 RFID 标签进入天线信号覆盖范围后被激活, 然后通过内置天线向阅读器发送自身的标签信息, 阅读器读取到信息后进行解码, 并将数据信息发送到区域定位服务器进行定位, 最后各区域定位服务器将定位信息集中存储到定位服务器中^[5]。LANDMARC 定位系统架构如图 1 所示。

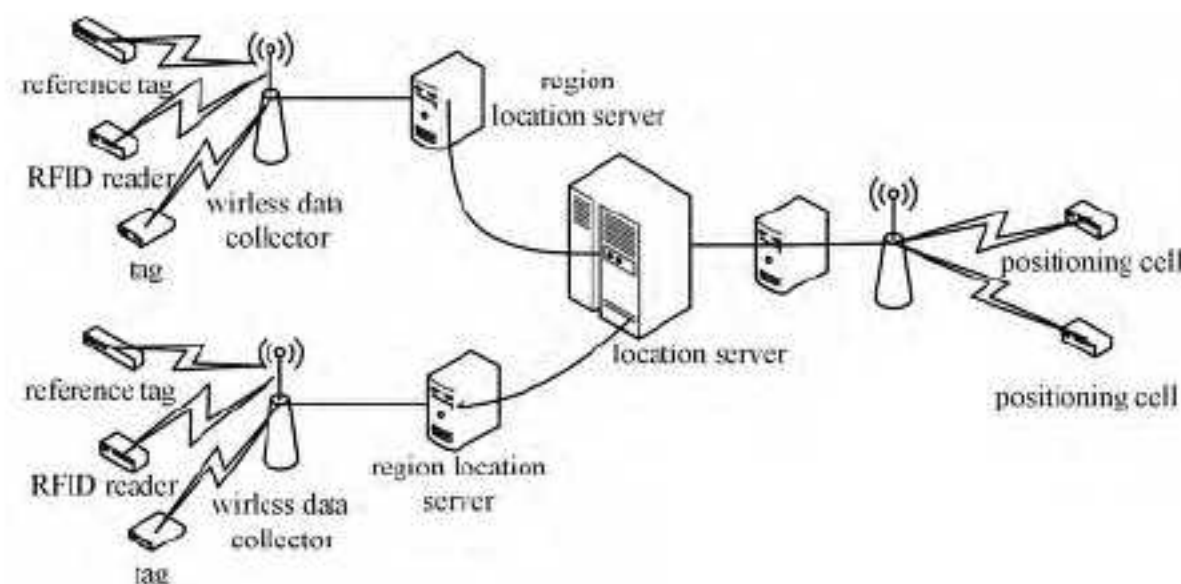


图 1 LANDMARC 定位系统架构图

2.2 LANDMARC 定位算法

LANDMARC 系统是一种基于主动射频识别检验的实时定位系统^[6]。它采用“最近邻居”算法, 以信号强度为标准, 在所有参考标签中选择 k 个距离待定位标签最近的参考标签,

然后根据各参考标签所占权重计算待定位标签位置^[7]。在小范围定位环境中,选取3~5个参考标签具有良好的定位效果,但在较大范围的定位环境中,由于部署的参考标签较多且较密集,致使在计算过程中存在干扰邻近参考标签的情况,因此需动态选取邻近参考标签来优化系统的定位精度。

3 优化的定位系统设计

3.1 基本 LANDMARC 算法

假定一个 LANDMARC 定位系统布置如下: n 个读写器, m 个参考标签和 u 个待定位标签。定义待定位标签和参考标签的信号强度等级矩阵分别为 $S=(S_1, S_2, \dots, S_n)$ 和 $\theta=(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)$, $S_i (i=1, 2, \dots, n)$ 表示第 i 个读写器获得待定位标签的信号强度, $\theta_i (i=1, 2, \dots, n)$ 表示的是第 i 个读写器所读取到的参考标签的信号强度。因此,两者之间的场强欧氏距离为:

$$E_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\theta_i - S_i)^2} \quad (1)$$

其中, $E_i (i=1, 2, \dots, m)$ 表示它们的欧几里德距离, E_i 越小表示它们之间的距离越近, m 是参考标签个数。

3.2 邻近参考标签的动态选取

选用最大功率等级为 8 的读写器,若某个标签在读写器功率等级为 $i (i \leq 8)$ 时被读写器 j 读到,就将相应的二进制数的第 i 位置为 1。这样得到 2 个矩阵,分别对应参考标签(记作 G)和待定位标签(记作 T),其功能矩阵定义如下:

$$G = \begin{Bmatrix} G_{11} & G_{12} & \cdots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \cdots & G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ G_{m1} & G_{m2} & \cdots & G_{mn} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

$$T = \begin{Bmatrix} T_{11} & T_{12} & \cdots & T_{1n} \\ T_{21} & T_{22} & \cdots & T_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ T_{u1} & T_{u2} & \cdots & T_{un} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

邻近参考标签动态选取方法:

1) 求过渡矩阵 L_i 。针对第 i 个待定位标签 p ,将 T 的第 i 行 T_i 与 G 进行位与运算,结果矩阵记为 $L_i (i=1, 2, \dots, u)$,并求取其转置矩阵 LR_i 。

2) 确定邻近参考标签原始矩阵 H 。选取矩阵 LR_i 中最大的元素 a ,将该矩阵中含有元素 a 的行编号依次记入矩阵 H 的第 i 行中,同时将该行元素置为 0,这样便得到了待定位标签 p 的邻近参考标签原始矩阵 H 。

3) 动态选取邻近参考标签。 H 中的第 i 个待定位标签的最邻近参考标签(若在矩阵 H 中第 i 行元素个数不足 k ,将继续重复步骤 2),直至第 i 行元素等于 k)。

4) 确定邻近参考标签坐标。通过求得的 k 个待定位标签的信号强度最接近的参考标签,可以推算出待定位标签的坐标 (x, y) 为:

$$(x, y) = \sum_{j=1}^k w_j \times (x_j, y_j) \quad (4)$$

其中, $w_l (l=1, 2, \dots, k)$ 表示的是第 l 个邻近参考标签的权重, w_l 可以通过下式获得:

$$w_l = \frac{1/E_l^2}{\sum_{l=1}^k 1/E_l^2} \quad (5)$$

4 仿真与分析

4.1 仿真结果分析

为分析优化后系统的定位精度,用 4 个读写器、8 个待定位标签、16 个参考标签来模拟仿真定位环境。分别选取 $k=4, 5, 6, 10$ 对仿真结果做分析,结果如图 2 所示,从中可得出, $k=5$ 时系统获得最优定位精度。

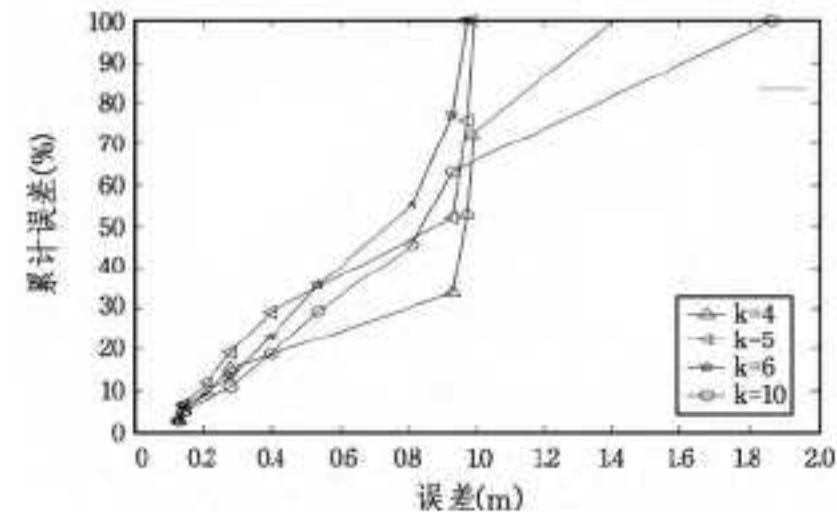


图 2 不同 k 值下的系统定位效果图

相对于基本 LANDMARC 定位算法,所提动态选取参考标签方法通过合理选取 k 值,提高了系统的定位精度,减小了最大定位误差。定位系统经优化后平均定位误差为 0.51m,最大定位误差为 0.99m。

结束语 将 RFID 定位技术应用于仓储管理系统,可实现精确库存、提高仓储管理效率、降低管理成本等。本文在比较现有 RFID 定位算法优劣的基础上,针对 LANDMARC 算法定位精度受限的问题,提出动态选取参考标签方法。仿真验证表明,改进后的系统具有良好的定位精度。

参考文献

- [1] 张凡,陈典铨,杨杰.室内定位技术及其比较研究[J].广东通信技术,2012,32(11):73-79
- [2] 宋远峰,刘新.基于 RFID 的定位系统综述[J].数字通信,2013,40(4):9-13
- [3] 吕舟.基于 Zigbee 的无线定位网络的研究与实现[D].武汉:华中科技大学,2009
- [4] 俱莹.基于 RFID 的室内定位算法研究[D].天津:天津大学,2010
- [5] 马捷中,刘云超,郭阳明,等.基于最近邻居的区域定位改进算法[J].西北工业大学学报,2015,33(1):93-97
- [6] Li Xing-peng, Hu Yong-mei, Song Ji-bo. Indoor Positioning Simulation Based on Landmarc System[J]. The Computer Engineering and Application, 2008, (27): 209-212
- [7] Lionel M N, Liu Yu-hao, Lau Y C, et al. LANDMARC: indoor location sensing using cutive RFID[C] // IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications. IEEE, 2003: 701-710