

基于分层定位模型的 RFID 定位算法研究

宋英娟,杨恒新,陆 音,陈德媛

(南京邮电大学 电子科学与工程学院,江苏 南京 210003)

摘要:识别和定位为智能停车场等服务领域提供关键信息,基于 RFID 的 LANDMARC 算法为常见的室内定位方法。文中对低成本、高精度的经典室内定位算法 LANDMARC 进行分析,针对其在定位过程中单纯根据信号强度的欧几里得距离选择节点进行定位计算的不足,提出基于双层定位模型的算法 D-LANDMRAC。该算法主要由初步定位和精确定位两部分组成,初步定位过滤掉问题参考标签,再基于“距离-损耗”公式利用标签之间信号强度差进行精确定位。仿真结果表明,相比 LANDMARC 算法,D-LANDMRAC 算法定位精度有了明显的提高,并且定位误差的分布更加均衡。

关键词:无线射频识别;室内定位算法;信号强度;LANDMARC

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)10-0080-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.10.019

Study on RFID Location Algorithm Based on Hierarchical Location Model

SONG Ying-juan, YANG Heng-xin, LU Yin, CHEN De-yuan

(College of Electronic Science and Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Identification and location provides critical information for modern intelligent parking system. The indoor location-sensing system LANDMARC based on RFID is used commonly. In this paper, analyze the classical LANDMARC algorithm with low cost and high accuracy, and propose a new indoor location algorithm D-LANDMARC based on two layer location model to avoid the error caused by using only the Euclidian distance of RSSI to select nodes for location computing. This algorithm is mainly composed of two parts, preliminary locating and precise locating. Preliminary location filters out the reference label, and then based on the formula of "distance-loss" which uses tags signal strength difference for precise positioning. Compared with LANDMARC algorithm, the simulation result show that the method enhances the precision of indoor localization and has more balanced distribution of location error.

Key words: RFID; indoor location algorithm; signal strength; LANDMARC

0 引言

当今社会的智能服务系统中,如餐厅智能服务系统、智能停车场等,这些场景中识别和定位信息对服务的效果起到关键的作用,尤其定位的精度更是系统性能评价的一项重要指标。室外的定位场景中 GPS 定位系统^[1]已经很成熟,但是室内的定位由于环境原因 GPS 信号在传播的途中发生多径效应^[2]难以适应室内的定位。

现在室内定位的研究中,常见的定位技术有基于超声波^[3]、WiFi^[4]、UWB^[5](超带宽)等。基于 RFID

的定位^[6-7]研究是一个热点,并且 RFID 技术具有非接触和非视距的优点,同时可以很好地解决身份识别的问题。比较成熟的 RFID 室内定位方案^[8-10]有 SpotON、3D-ID 和 LANDMARC。这几种定位算法都是基于射频信号强度(RSSI)的^[11],其中 LANDMARC 利用引入参考标签的思想,有效降低了环境变化对于定位精度的影响,具有较高的稳定性和定位精度。

文中通过对 LANDMARC^[12]定位算法进行分析,针对 LANDMARC 在选择合适节点进行定位计算过程中的缺陷,提出一种基于双层定位模型的算法 D-LANDMARC。第一层为初步定位,利用 LAND-

收稿日期:2013-11-14

修回日期:2014-02-17

网络出版时间:2014-07-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(GZ212013)

作者简介:宋英娟(1988-),女,硕士研究生,研究方向为智能信息处理;杨恒新,副教授,硕士研究生导师,研究方向为无线射频识别技术;陆音,副研究员,研究方向为无线通信与电磁兼容;陈德媛,硕士研究生导师,研究方向为硅基微电子器件的结构设计和性能表征。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140717.1228.018.html>

MARC 的思想获得距离待定位节点最近的 k 个参考节点;第二层为精确定位,考虑距离较近的节点受周围环境的干扰比较接近,利用 RSSI 的“距离-损耗”公式得到节点信号强度差与到阅读器距离差的关系,计算待定位节点与阅读器之间的平均距离,最后利用待定位节点到各个阅读器之间的距离,利用最大似然估计算法计算待定位节点的坐标。整个定位过程无需外加硬件设备,即可有效提高定位精度。

1 LANDMARC 定位算法思想与缺陷

1.1 LANDMARC 基本思想

LANDMARC (LocAtioN iDentification based on dynamic Active RFID Calibration) 系统采用参考标签 (Reference Tag) 来进行辅助定位。信号强度值与距离具有对应关系, LANDMARC 定位算法通过比较待定位标签的信号强度与参考标签的信号强度,得到距离待定位标签最近的 k 个参考标签,根据这 k 个参考标签的位置坐标及它们的权重,计算待定位标签的坐标,从而实现定位。

假设有 n 个 RFID 阅读器, m 个参考标签,对于某一个待定位标签 Target 其信号强度向量为 $\vec{S}_T = (s_{1T}, s_{2T}, \dots, s_{nT})$, 其中 s_{iT} 为第 i 个阅读器检测到标签 Target 的信号强度 ($1 \leq i \leq n$); 第 j 个参考标签的信号强度向量为 $\vec{\theta}_j = (\theta_{1j}, \theta_{2j}, \dots, \theta_{nj})$, 其中 θ_{ij} 为第 i 个阅读器检测到第 j 个参考标签的信号强度 ($1 \leq j \leq m$)。对于待定位标签 Target, 定义:

$$E_{T_j} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (s_{iT} - \theta_{ij})^2} \quad (1)$$

其中, E_{T_j} 表示第 j 个参考标签和待定位标签 Target 之间的欧几里得距离, E_{T_j} 越小表示参考标签与待定位标签越接近。

对于待定位标签 Target, 定义相应的欧几里得距离矢量 $\vec{E}_T = (E_{T_1}, E_{T_2}, \dots, E_{T_m})$, 选择最小的前 k 个 E_{T_j} , $j \in (1, m)$ 。然后对这 k 个欧几里得距离对应的参考标签的坐标按照不同的系数加权求和, 最终得到待定位标签 Target 的坐标:

$$(x, y) = \sum_{l=1}^k w_l (x_l, y_l) \quad (2)$$

式中, w_l 为第 l 个参考标签的权重因子, $l \in (1, k)$; (x_l, y_l) 为参考标签的坐标位置。

w_l 由下式给出:

$$w_l = \frac{1/E_{T_l}^2}{\sum_{i=1}^k 1/E_{T_i}^2} \quad (l = 1, 2, \dots, k) \quad (3)$$

1.2 LANDMARC 缺陷

LANDMARC 算法在待定位标签 Target 的欧几里得距离矢量 $\vec{E}_T = (E_{T_1}, E_{T_2}, \dots, E_{T_m})$ 中选择最小的 k 个值, 对相对应参考标签的坐标进行加权处理, 理论上可以认为 $E_{T_j} (1 \leq j \leq m)$ 越小表示参考标签和待定位标签 Target 位置越接近, 但是由于网络环境的影响会使得阅读器接收到的标签信号强度存在偏差, 根据上述方法选择出来的 k 个参考标签不一定是与待定位标签 Target 最近的 k 个, 往往会引入问题标签, 降低定位精度; 而文献[13]指出增加 k 值, 将增加计算量和提高不确定的精度。

公式(3)成立的前提是信号强度与距离之间呈线性关系, 然而基于“距离-损耗”公式, 信号强度与距离的关系是一种幂函数关系^[14], 这使得利用加权求和公式(2)计算的标签位置本身就引入了误差。

总之, LANDMARC 算法会引入误差, 存在改进之处。如何在定位过程中排除由于环境干扰造成的问题参考标签的影响, 合理利用邻近标签的环境相似性特点对 LANDMARC 算法进行改进是文中的研究重点。

2 D-LANDMARC 定位算法

基于 LANDMARC 算法的思路, 利用待定位标签信号强度与参考标签信号强度的欧几里得距离来初步确定待定位标签的坐标位置范围, 再依据该范围内的 k 个参考标签的信息进行精确定位, 以获得较高的定位精度。

2.1 初步定位

如图 1 所示的定位模型中, 假设参考标签之间的距离为 L , 并在参考标签中选择 N 个标签作为核心参考标签, 待定位标签与核心参考标签之间的欧几里得距离矢量为 $\vec{E}_{TD} = (E_{TD_1}, E_{TD_2}, \dots, E_{TD_N})$ 。

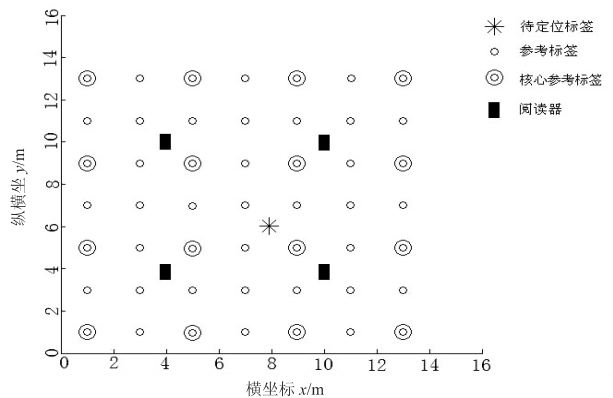


图 1 D-LANDMARC 定位模型

首先对 \vec{E}_{TD} 中的欧几里得距离从小到大排序, 然后取前 $\frac{N}{2}$ 个值更新 \vec{E}_{TD} ;

再依次遍历所有核心参考标签,获得每个核心参考标签 $2\sqrt{2}L$ 范围内覆盖 \vec{E}_{TD} 中所包含的核心参考标签的个数;

最后选择覆盖 \vec{E}_{TD} 中核心参考标签个数最多的核心参考标签作为中心标签。

2.2 精确定位

“距离-损耗”^[15]关系如公式(4)所示:

$$P_{(r)} = P_{(r_0)} + 10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) + \varepsilon_r \quad (4)$$

其中, r_0 为参考距离; $P_{(r_0)}$ 是距离为 r_0 (一般取 1 m) 时的信号强度损耗; r 为真实距离; ε_r 为遮蔽因子, 是一个均值为 0、标准差为 σ 的正态随机变量; α 为路径损耗指数。

由于实际环境中,有诸多的因素影响信号的衰减,如温度、湿度以及建筑布局。因此,对公式(4)中的遮蔽因子 ε_r 进行扩展: $X_r = \varepsilon_r + \psi(x, y)$, 其中 $\psi(x, y)$ 为与地理位置有关的干扰函数,公式(4)变为:

$$P_{(r)} = P_{(r_0)} + 10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) + X_r \quad (5)$$

进而可以得到距离为 $r + \Delta r$ 时,信号的衰减量为:

$$P_{(r+\Delta r)} = P_{(r_0)} + 10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r+\Delta r}{r_0}\right) + X_{(r+\Delta r)} \quad (6)$$

假设标签发射的信号强度为 P_{sum} , 则接收到的信号强度 P_{rec} 为:

$$P_{(r)\text{rec}} = P_{\text{sum}} - P_{(r)}$$

$$P_{(r+\Delta r)\text{rec}} = P_{\text{sum}} - P_{(r+\Delta r)}$$

分别对接收的信号测量多次并求均值,可得:

$$\begin{aligned} \bar{P}_{(r+\Delta r)\text{rec}} - \bar{P}_{(r)\text{rec}} &= \bar{P}_{(r)} - \bar{P}_{(r+\Delta r)} = \\ &P_{(r_0)} + 10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) + \bar{X}_r - P_{(r_0)} - \\ &10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r+\Delta r}{r_0}\right) - \bar{X}_{r+\Delta r} = \\ &10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r}{r+\Delta r}\right) + (\bar{X}_r - \bar{X}_{r+\Delta r}) = \\ &10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r}{r+\Delta r}\right) + \bar{\varepsilon}_r - \bar{\varepsilon}_{r+\Delta r} + \\ &\bar{\psi}(x_r, y_r) - \bar{\psi}(x_{r+\Delta r}, y_{r+\Delta r}) \end{aligned} \quad (7)$$

由于 $\varepsilon_{r+\Delta r}$ 和 ε_r 都是均值为 0、方差为 σ 的正态分布,所以 $\bar{\varepsilon}_r = 0, \bar{\varepsilon}_{r+\Delta r} = 0$, 公式(7)简化为:

$$\begin{aligned} \bar{P}_{(r+\Delta r)\text{rec}} - \bar{P}_{(r)\text{rec}} &= 10 \times \alpha \times \lg\left(\frac{r}{r+\Delta r}\right) + \\ &\bar{\psi}(x_r, y_r) - \bar{\psi}(x_{r+\Delta r}, y_{r+\Delta r}) \end{aligned} \quad (8)$$

在初步定位的基础上,确定中心参考标签(Center Reference Tag),在以中心参考标签为中心、 $2\sqrt{2}L$ 为半径的区域内,选取与待定位标签欧几里得距离最小的 k 个参考标签组成标签集合 F

$$F = \{RF_1, RF_2, \dots, RF_k\} \quad (E_{TF_1} < E_{TF_2} < \dots < E_{TF_k})$$

其中, $RF_i (1 \leq i \leq k)$ 为参考标签; E_{TF_i} 为 RF_i 与待定位标签的欧几里得距离。

对 j 号阅读器 ($1 \leq j \leq n$), 定义信号强度矢量 $\vec{R}_j = (\bar{\theta}_{j1}, \bar{\theta}_{j2}, \dots, \bar{\theta}_{jk}, \bar{s}_{jT})$, 其中 $\bar{\theta}_{ji} (1 \leq i \leq k)$ 是 j 号阅读器对标签集合 F 中标签测量多次获得的信号强度均值, \bar{s}_{jT} 为 j 号阅读器对待定位标签测量多次获得的信号强度均值。定义距离矩阵 $\vec{D}_j = (d_{j1}, d_{j2}, \dots, d_{jk})$, 其中 $d_{ji} (1 \leq i \leq k)$ 为 j 号阅读器与标签集合 F 中标签的距离。

对于参考标签 RF_1 , 将 $\vec{R}_j = (\bar{\theta}_{j1}, \bar{\theta}_{j2}, \dots, \bar{\theta}_{jk}, \bar{s}_{jT})$, $\vec{D}_j = (d_{j1}, d_{j2}, \dots, d_{jk})$ 代入公式(8), 由于标签集合 F 中的标签位置接近, $\bar{\psi}(x_r, y_r) - \bar{\psi}(x_{r+\Delta r}, y_{r+\Delta r}) = 0$, 得到公式(9)。式(9)可算出 $k-1$ 个 α 值, 使用拟合算法计算出最优的 α_j 。

$$\begin{cases} \bar{\theta}_{j1} - \bar{\theta}_{j2} = 10\alpha_j \lg\left(\frac{d_{j2}}{d_{j1}}\right) \\ \bar{\theta}_{j1} - \bar{\theta}_{j3} = 10\alpha_j \lg\left(\frac{d_{j3}}{d_{j1}}\right) \\ \vdots \\ \bar{\theta}_{j1} - \bar{\theta}_{jk} = 10\alpha_j \lg\left(\frac{d_{jk}}{d_{j1}}\right) \end{cases} \quad (9)$$

对于待定位标签,有公式(10)。

$$\begin{cases} \bar{s}_{jT} - \bar{\theta}_{j1} = 10\alpha_j \lg\left(\frac{d_{j1}}{d_{jT}}\right) \\ \bar{s}_{jT} - \bar{\theta}_{j2} = 10\alpha_j \lg\left(\frac{d_{j2}}{d_{jT}}\right) \\ \vdots \\ \bar{s}_{jT} - \bar{\theta}_{jk} = 10\alpha_j \lg\left(\frac{d_{jk}}{d_{jT}}\right) \end{cases} \quad (10)$$

计算得到待定位标签与第 j 个阅读器之间的平均距离 \bar{d}_{jT} , 最后利用待定位标签到各个阅读器之间的距离, 利用最大似然估计算法计算得到待定位标签的坐标 (x_T, y_T) 。

3 仿真结果与分析

结合 LANDMARC 定位原理, 在 $14 \text{ m} \times 14 \text{ m}$ 的范围内布置 4 个阅读器, 49 个参考标签。每个参考标签之间的距离为 2 m, 核心参考标签的间隔为 4 m, 设置的路径损耗指数是 1.8。对某个位置的待定位标签进行了 100 次试验取均值, 得到待定位标签的坐标 (x_T, y_T) , 已知待定位标签的坐标 (x, y) , 定义定位误差 = $\sqrt{(x_T - x)^2 + (y_T - y)^2}$ 。

D-LANDMARC 与 LANDMARC 定位算法的结果对比如图 2 所示。随着 k 值的增加,当 k 大于 3 时,D-LANDMARC 的定位误差稳定保持在 0.3 m 左右,具有较好的定位稳定性。而 LANDMARC 算法的定位精度当 $k=4$ 时达到最优,约为 0.8 m。原因在于当 k 值增加时,LANDMARC 算法中选择的参考标签逐渐引入问题参考标签,使得定位误差逐渐增加。

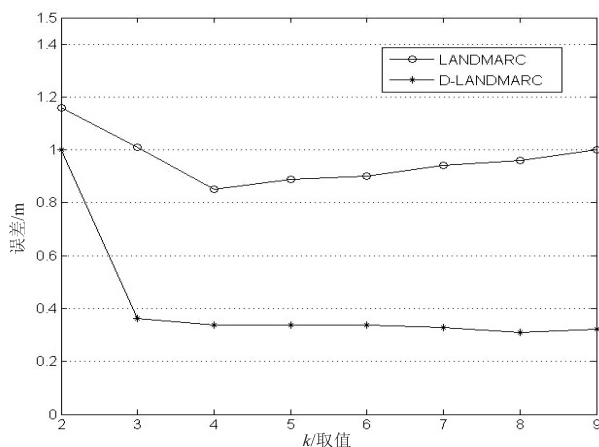


图 2 D-LANDMARC、LANDMARC 算法定位误差与 k 关系

为了更全面地对比 D-LANDMARC 和 LANDMARC 算法的精度,分别取仿真范围四分之一区域内的 9 个点作为待定位标签的位置,进行定位实验。实验结果如图 3 所示,可以看出 D-LANDMARC 算法表现出了良好的定位效果,定位误差保持在 0.4 m 左右,在某些位置定位精度达到了 0.15 m;而 LANDMARC 的定位误差大多情况下都超过了 0.8 m,最优的情况也只是达到了 0.5 m。

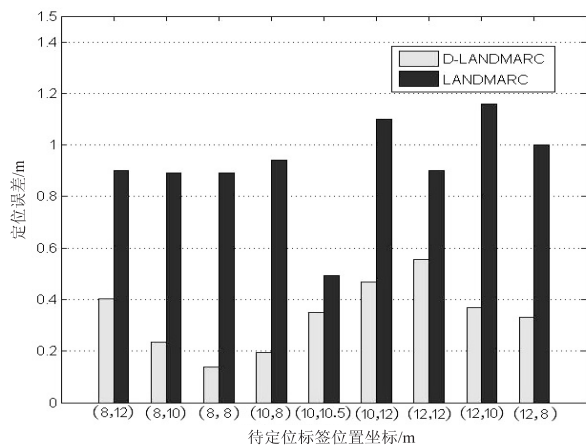


图 3 D-LANDMARC、LANDMARC 算法定位误差与待定位标签位置关系

为研究 D-LANDMARC 定位算法的区域分布情况,在整个仿真范围内抽取更多点进行定位实验,绘制出如图 4 所示的平面范围各位置的定位误差对比图。可以看出 14 m×14 m 范围内,越靠近中心位置,定位误

差越低。仿真环境设置的 4 个阅读器的位置为 (4, 4), (4,10), (10,10), (10,4), 中心区域被多个阅读器覆盖,所以该区域的定位精度高。D-LANDMARC 算法的全局性能还有待提高,如何均衡阅读器覆盖区域与定位精度是有待研究的课题。

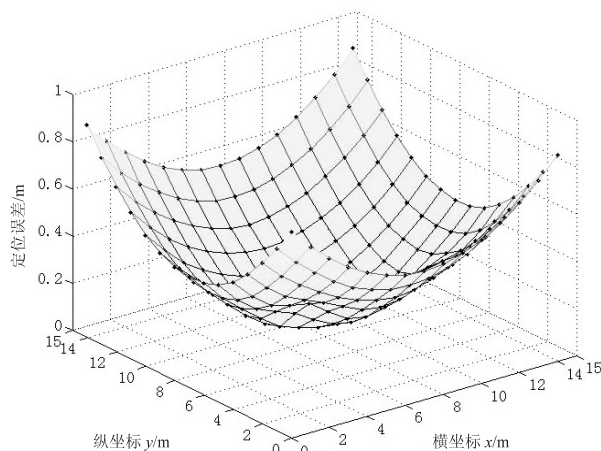


图 4 D-LANDMARC 算法定位误差的区域分布情况

4 结束语

文中提出的 D-LANDMARC 算法首先运用 LANDMARC 算法的思想确定待定位标签的最大可能区域,再选择该范围内的参考标签进行精确定位,既解决了参考标签密度高引起的计算速度慢的问题,又解决了参考标签密度低导致的“问题标签”现象。在精确定位的过程中,利用参考标签与待定位标签的信号强度差与距离的关系,可以有效减轻环境干扰对于整个定位过程的影响,并且利用最大可能区域中 k 个参考标签自身运算得到符合区域环境的路径损耗指数,为待定位标签的坐标计算提供了更好的保证。对于仿真过程中发现的工作区域内定位精度相差较大的问题,可通过分析工作区域的阅读器覆盖范围与定位精度之间的关系进行进一步研究,并通过调整阅读器布局,使得 D-LANDMARC 算法在工作区域内达到最优的定位精度。

参考文献:

- [1] 邱致和,王万义. GPS 原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [2] 袁林果,黄丁发,丁晓利,等. GPS 载波相位测量中的信号多路径效应影响研究[J]. 测绘学报,2004,33(3):210-215.
- [3] 韩 霜,罗海勇,陈 颖,等. 基于 TDOA 的超声波室内定位系统的设计与实现[J]. 传感技术学报,2010,23(3):347-353.
- [4] Van Nee R, Awater G, Morikura M, et al. New high-rate wire-

有效的方法。XML 数据上实体识别的研究方兴未艾,除了以上讨论内容,笔者认为 XML 数据上的实体识别技术尚有如下待研究的问题。

(1) 目前研究的 XML 数据上的实体识别技术主要目的是解决实体识别的有效性,重点在如何有效判定两个数据对象是否描述同一实体,但是对于实体识别效率和规模方面尚未开展相应研究。

(2) 目前研究的 XML 数据上的实体识别技术是建立在静态数据的基础上的,但是现实中的 XML 数据需要频繁更新。因而需要针对新增更新设计相应的 XML 数据上的动态实体识别技术。

综上所述,对于 XML 文档实体识别技术还有很多亟待解决的问题。

参考文献:

[1] Elmagarmid A K, Ipeirotis P G, Verykios V S. Duplicate record detection;a survey[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,2007,19(1):1-16.

[2] W3C. XPath 1.0, XML path language[EB/OL]. 1999. <http://www.w3.org/TR/XPath>.

[3] W3C. XQuery 1.0, an xml query language[EB/OL]. 2004. <http://www.w3.org/TR/XQuery/>.

[4] Hoffmann C M, O'Donnell M J. Pattern matching in trees[J]. Journal of ACM,1982,29(1):68-95.

[5] Chase D R. An improvement to bottom-up tree pattern matching[C]//Proc of POPL. New York, NY, USA: ACM, 1987: 168-177.

.....

(上接第 83 页)

less LAN standards[J]. IEEE Communications Magazine, 1999,37(12):82-88.

[5] Guvenç I, Sahinoglu Z. Multiscale energy products for TOA estimation in IR-UWB systems[C]//Proc of the IEEE global telecommunications conference. [s.l.]:IEEE,2005.

[6] 吴永祥. 射频识别(RFID)技术研究现状及发展展望[J]. 微计算机信息,2006,22(11-2):234-236.

[7] Zhao Yiyang, Liu Yunhao, Ni L M. VIRE; active RFID-based localization using virtual reference elimination[C]//Proc of international conference on parallel processing. Xi'an:IEEE, 2007.

[8] Liu Hui, Darabi H, Banerjee P, et al. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews,2007,37(6):1067-1080.

[9] Hightower J, Want R, Borriello G. SpotON: an indoor 3D location sensing technology based on RF signal strength[R]. Seattle: University of Washington, 2000.

[10] Bahl P, Padmanabhan V N. RADAR; an in-building RF-

[6] Cai Jiazhen, Paige R, Tarjan R E. More efficient bottom-up tree pattern matching[C]//Proc of CAAP. [s.l.]:[s.n.], 1990:72-86.

[7] Burghardt J. A tree pattern matching algorithm with reasonable space requirements[C]//Proc of CAAP. [s.l.]:[s.n.], 1988:1-15.

[8] Kosaraju S R. Efficient tree pattern matching[C]//Proceedings of the 30th annual symposium on foundations of computer science. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1989:178-183.

[9] Dubiner M, Galil Z, Magen E. Faster tree pattern matching[J]. Journal of ACM,1994,41(2):205-213.

[10] Bille P. A survey on tree edit distance and related problems[J]. Theoretical Computer Science,2005,337(1-3):217-239.

[11] Tai K C. The tree-to-tree correction problem[J]. Journal of ACM,1979,26(3):422-433.

[12] Zhang Kaizhong, Shasha D. Simple fast algorithms for the editing distance between trees and related problems[J]. SIAM Journal of Computing,1989,18(6):1245-1262.

[13] Klein P N. Computing the edit distance between unrooted ordered trees[C]//Proceedings of the 6th annual European symposium on algorithms. [s.l.]:[s.n.], 1998:91-102.

[14] Jiang Tao, Wang Lusheng, Zhang Kaizhong. Alignment of trees—an alternative to tree edit[J]. Theoretical Computer Science,1995,143:137-148.

[15] Kuboyama T, Shin K, Miyahara T, et al. A theoretical analysis of alignment and edit problems for trees[C]//Proc of ICTCS. [s.l.]:[s.n.], 2005:323-337.

.....

based user location and tracking system[C]//Proc of ninth annual joint conference of the IEEE computer and communication societies. Tel Aviv:IEEE,2000:775-784.

[11] Wang Y, Jia X, Lee H K. An indoor wireless positioning system based on wireless local area network infrastructure[C]//Proc of the 6th international symposium on satellite navigation. Melbourne, Australia:[s.n.], 2003.

[12] Ni L M, Liu Yunhao, Lau Y C, et al. LANDMARC: indoor location sensing using active RFID[J]. Wireless Networks, 2004,10(6):701-710.

[13] Chen Jing, Li Gengmin, Zhang Xuejun, et al. An efficient algorithm for indoor location based on RFID[C]//Proc of 2011 international conference on wireless communications and signal processing. [s.l.]:[s.n.], 2011:1-4.

[14] 李兴鹤, 胡咏梅, 宋吉波, 等. 基于 LANDMARC 系统的室内定位仿真研究[J]. 计算机工程与应用, 2008,44(27):209-212.

[15] 程远国, 耿伯英. 基于高斯混合模型的无线局域网定位算法[J]. 计算机工程, 2009,35(4):25-27.

基于分层定位模型的RFID定位算法研究

作者：[宋英娟](#)，[杨恒新](#)，[陆音](#)，[陈德媛](#)，[SONG Ying-juan](#)，[YANG Heng-xin](#)，[LU Yin](#)，[CHEN De-yuan](#)

作者单位：[南京邮电大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京, 210003](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(10)

引用本文格式：[宋英娟](#). [杨恒新](#). [陆音](#). [陈德媛](#). [SONG Ying-juan](#). [YANG Heng-xin](#). [LU Yin](#). [CHEN De-yuan](#) [基于分层定位模型的RFID定位算法研究](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(10)