

文章编号: 1672-2892(2012)02-0148-04

## 一种基于 RSSI 的权重值选择及加权定位算法

杨 萍, 李 智

(四川大学 电子信息学院, 四川 成都 610064)

**摘 要:**提出了一种基于 Wi-Fi 网络的接收信号强度指示(RSSI)的权重值选择及加权定位算法。该算法在离线阶段为每个接入点(AP)在每个参考位置点的 RSSI 设定了变化区间; 在定位阶段, 将扫描到的每个 AP 的 RSSI 落在该区间的的所有位置点的权重值加 1, 然后采用加权算法计算定位目标的估计位置。实验证明, 该算法减少了 RSSI 随机变化引起的定位误差, 能获得较好的定位精确度。

**关键词:** Wi-Fi 定位; 接收信号强度指示; 指纹匹配; 权重值选择; 加权算法

**中图分类号:** TN915

**文献标识码:** A

## Weight-select and weighted location algorithm based on RSSI

YANG Ping, LI Zhi

(College of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610064, China)

**Abstract:** Based on Received Signal Strength Indicator(RSSI) of Wi-Fi network, a weight-select and weighted localization algorithm is presented. It sets a range for the RSSI of each Access Point(AP) at each reference location in Radio Map. And plus 1 to the weight value of each reference location if the RSSI of the AP scanned is in the range preset, and then calculate the estimated location of the target by using the weighted algorithm. Experimental results confirm that the proposed localization algorithm decreases the location error caused by the random noise of RSSI, and can obtain a more perfect positioning accuracy.

**Key words:** Wi-Fi location; Received Signal Strength Indicator; fingerprint matching; weight-select; weighted algorithm

目标的位置信息在人们的日常生活中发挥着重要作用。近年来, 基于 Wi-Fi 的定位技术因具有覆盖范围广, 传输速度快, 适合楼群密集的城市地带、室内等环境, 实现成本低等优点, 成为 GPS(Global Positioning System)的有力补充, 因此倍受人们的关注。目前, 基于射频信号指纹<sup>[1]</sup>匹配定位目标的方法, 由于借助的硬件设备较少, 很多无线通信模块都可以直接提供射频信号强度值, 成为室内无线定位技术的研究热点。最早的基于 Wi-Fi 网络的定位系统, 是微软公司于 2000 年开发的 RADAR(Radio Detection and Ranging)定位系统<sup>[2]</sup>。该系统采用射频指纹匹配方法, 从指纹库中查找与定位阶段接收到的射频信号强度最接近的  $K$  个位置, 取它们坐标的平均值作为定位目标的估计位置。文献[3]的特征指纹采用 RSSI 均值, 定位阶段采用逐次累加的方式, 为每个扫描到的 AP 的 RSSI 均值设定了选择区间, 将指纹库中落在该区间的的所有位置点的权重值取平均权值, 最后选取最大权重值的位置点, 作为定位目标的估计位置。该算法没有很好地考虑到定位目标移动的问题, 定位精确度较低。为减少训练难度, Ocana<sup>[4]</sup>等人使用 K-means 聚类算法证明, 减少参考位置以及减少在每个参考点的采样时间, 对定位精确度的影响不大, 证实了在一定程度上降低训练难度的可行性。为减少训练时间, 文献[5]利用 RSSI 的空间相关性, 通过空间插值快速建立定位指纹数据库, 从而减少了样本采集点。不同于上述方法, 本文根据在同一位置点接收到的同一 AP 的信号强度总在某一范围内变化的特性, 经过多次采集数据, 找出每个 AP 在每个参考位置点的 RSSI 的大致变化区间, 然后在指纹匹配时采用基于权重值选择的定位算法, 并在定位计算时引入加权算法, 在一定程度上减少了 RSSI 随机抖动引起的定位误差, 引入的加权算法可获得较好的定位精确度。

### 1 定位算法

基于射频信号指纹匹配的定位方法建立在实验数据基础之上, 分为离线训练和在线定位 2 个阶段。它的基本

原理是：定位阶段使用实时采集的射频信号强度与训练阶段构建的射频指纹库进行匹配，从而获得定位目标的估计位置。基于射频信号指纹匹配的定位方法主要包括2种：确定型和概率型<sup>[6]</sup>。概率型定位方法一般是利用训练阶段在不同位置上采集的RSSI构建相应位置的概率分布模型(如高斯模型<sup>[7]</sup>)，定位阶段根据定位目标接收到的RSSI，采用贝叶斯公式<sup>[8]</sup>计算目标位置的后验概率，取后验概率最大的位置点作为定位目标的估计位置。概率型定位方法具有较高的定位精度，但计算比较复杂。确定型定位方法一般是将实时采集的RSSI与指纹库进行比较，选择信号强度距离最近的几个点的质心作为目标的估计位置。确定型定位方法的计算量较少，但定位精确度较低。

### 1.1 算法描述

离线训练阶段，在每个参考位置点连续多次采集RSSI值，对扫描到的每个AP的RSSI值取平均，即 $s_i = [\overline{rssi AP_1}, \overline{rssi AP_2}, \dots, \overline{rssi AP_j}, \dots, \overline{rssi AP_m}]$ ，再对每个位置点扫描到的AP对应的RSSI值取一个区间范围 $[\overline{rssi AP_j} - \sigma, \overline{rssi AP_j} + \sigma]$ ， $\sigma$ 为多次实验得到的经验值，从而构建一个RSSI指纹库。

在线定位阶段，定位目标根据在待定位点接收到的各个AP的RSSI值，以遍历的方式去匹配指纹库中的各参考位置点相应AP的指纹信息。若一个AP的RSSI值落在 $k$ 个参考位置点对应AP的RSSI区间范围，则将这 $k$ 个位置点的权重值加1。选出最大的权重值 $g_{max}$ ，再利用式(1)选出与最大权重值相差小于 $\varepsilon$ 的位置点，本文将这些点称为预定位点，其中 $\varepsilon$ 是根据实验的经验得来的。设置这样的限制条件可以保证定位目标正好在参考点上时，选出的预定位点只有1个，即将这个参考点的位置作为定位目标的估计位置。

$$\begin{cases} g_{max} - g_j < \varepsilon \\ g_j \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

当预定位点不止1个时，将预定位点中权重值相等的位置点坐标取平均，并记录相应的权重值，然后添加加权系数来计算最后的结果。假设预定位点的个数为 $n$ ，则将权重值最大的预定位点的信息记录为 $Q_1=(g_1, x_1, y_1)$ ，其余预定位点的信息按权重值从大到小依次记录为 $Q_2=(g_2, x_2, y_2), \dots, Q_k=(g_k, x_k, y_k), \dots, Q_n=(g_n, x_n, y_n)$ ，其中 $g_k$ 表示第 $k$ 个权重值， $x_k, y_k$ 表示第 $k$ 个权重值对应位置点的二维空间坐标， $1 \leq k \leq n$ 。则最终定位目标的估计位置的计算如式(2)。

$$\begin{cases} x = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i x_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \\ y = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i y_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \end{cases} \quad (2)$$

式中 $\omega_i$ 表示第 $i$ 个权重值。

当预定位点为2个时，定位目标估计位置的计算如式(3)<sup>[9]</sup>。

$$\begin{cases} x = \frac{g_1 x_1 + g_2 x_2}{g_1 + g_2} \\ y = \frac{g_1 y_1 + g_2 y_2}{g_1 + g_2} \end{cases} \quad (3)$$

当预定位点为3个时，定位目标估计位置的计算如式(4)<sup>[9]</sup>。

$$\begin{cases} x = \frac{(g_1 + g_2)x_1 + (g_2 + g_3)x_2 + (g_3 + g_1)x_3}{2(g_1 + g_2 + g_3)} \\ y = \frac{(g_1 + g_2)y_1 + (g_2 + g_3)y_2 + (g_3 + g_1)y_3}{2(g_1 + g_2 + g_3)} \end{cases} \quad (4)$$

根据定位结果计算定位误差： $e = \sqrt{(x-X)^2 + (y-Y)^2}$ ，其中 $(X, Y)$ 表示定位目标的实际位置。

### 1.2 算法分析

本文所提算法严格来说是基于确定型的定位方法。在无线定位系统中，无线电波的传输受多种因素影响<sup>[10]</sup>，

在同一位置点采集到的同一 AP 发射的信号强度可能每次都不同,但是从全局来看,每个 AP 的信号强度必然在某一范围内变化,因此采用多次测量然后取平均值的方法,能在一定程度上使计算结果不断向实际的信号强度值收敛,从而有效地减少随机误差对定位的影响。因此本文在训练阶段,将在同一个参考位置点采集的每个 AP 的 RSSI 值取平均,然后利用所得的 RSSI 均值取一个区间范围,实验证明,此区间范围能在一定程度上包含对应 AP 的大多数 RSSI 值。

定位阶段设定一个与最大权重值比较大小的限制条件,当所有其他参考位置点的权重值与最大权重值相差较大时,只选择这个最大权重值的位置点作为定位目标的最终估计位置,保证了定位目标正好在参考点上时的定位精确度,当满足条件的参考点较多时,引入的加权算法突出了应该起主要作用的权重值,提高了定位精确度。

## 2 实验及结果分析

本实验使用如图 1 所示的物理环境,在该实验区域的走廊上共采集了 22 个位置点,横向间隔约为 5.5 m,在 516 房间共采集了 6 个位置点,相邻间隔约为 3.5 m,总共 28 个位置点。在每个位置点采集 100 次数据,扫描周期为 3 s。在实验区域内共扫描到 20 个 AP,选取其中 12 个信号强度比较稳定的 AP 的 RSSI 值作为实验数据。

实验中,硬件部分采用配备了 Atheros AR9285 802.11b/g/n Wi-Fi Adapter 网卡的惠普 4321s 笔记本电脑收集 Wi-Fi 信息,软件部分采用 Wireless Mon3.0 扫描 AP 信号,记录相应的 SSID,RSS 和时间等信息,选用 SQL Server 2000 建立数据库,利用 MATLAB 7.10.0 进行定位处理。

定位阶段,在实验区域随机选择 5 个参考位置点,各采集约 50 次数据,分别采用本文所提算法(图 2 中的黑色框)与最近邻<sup>[2]</sup>算法(图 2 中的白框)计算比较定位的准确率,结果如图 2 所示,证明当待定位目标在参考位置点时,本文所提算法的定位准确率较高。

另外在实验区域随机选择 200 个非参考位置点,分别采集 1 次数据,采用本文所提算法进行定位的结果如图 3 所示,由图可知,定位误差最大为 1.8 m,平均误差为 1.022 m,因此验证了本文所提算法的有效性和合理性。

## 3 结论

本文提出的基于 RSSI 的权重值选择及加权的定位算法,不需要知道 AP 的位置坐标,训练阶段将多次测量的 RSSI 数据取平均再设定范围区间的方法,减少了 RSSI 信号随机变化对定位的影响;定位阶段通过设定的限制条件选出权重值较大的位置点,考虑了定位目标在参考点上的情况,采用的加权算法突出了应该起主要作用的权重值。实验结果证明,本算法的定位准确率和定位精确度都较高。

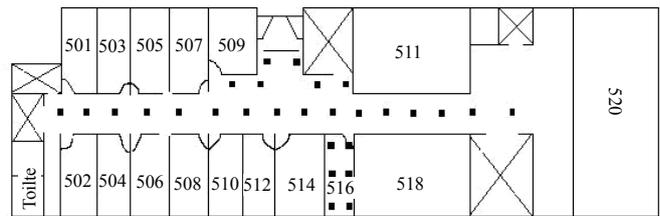


Fig.1 Test-bed,the reference locations are shown with black diamonds

图 1 实验环境

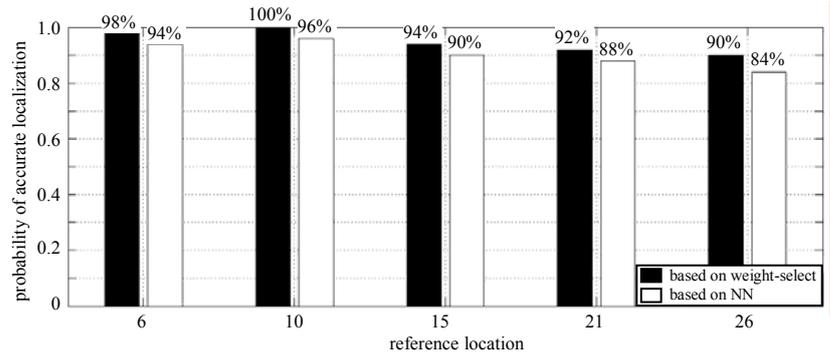


Fig.2 Probability of exact localization at 5 random locations

图 2 参考位置点定位结果

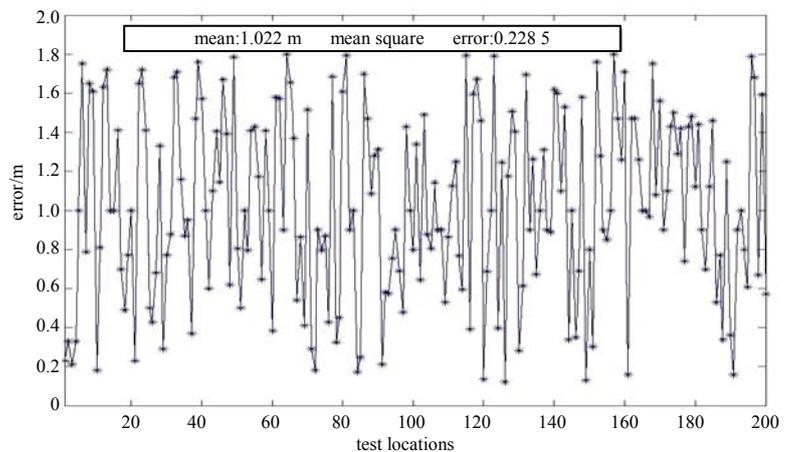


Fig.3 Localization errors at 200 random non-reference locations

图 3 非参考位置点定位结果

## 参考文献:

- [1] Veljo Otsason. Accurate Indoor Localization Using Wide GSM Fingerprinting[D]. Estonia:University of Tartu, 2005.
- [2] Bahl P,Padmanabhan V N. RADAR:an in-building RF-based user location and tracking system[C]// Proceedings of IEEE INFOCOM,2000. Tel,Aviv,Israel:[s.n.], 2000,2:775-784.
- [3] 雷地球,罗海勇,刘晓明. 一种基于WiFi的室内定位系统设计与实现[C]// Proceeding of HHME,2010. Luoyang,Henan:[s.n.], 2010. (LEI Diqiu,LUO Haiyong,LIU Xiaoming. Design and Implement an Indoor Location System based on WiFi[C]// Proceeding of HHME,2010. Luoyang,Henan:[s.n.], 2010.)
- [4] Ocana M,Bergasa L M,Sotelo M A,et al. Indoor robot localization system using WiFi signal measure:and minimizing calibration effort[C]// Proc. of IEEE International Symposium on Industrial Electronics. Dubrovnik,Croatia[s.n.], 2005:1545-1550.
- [5] 唐文胜,李珊,匡旺秋. RF室内定位指纹库空间相关生成算法[J]. 计算机工程与应用, 2008,44(23):226-232. (TANG Wensheng,LI Shan,KUANG Wangqiu. New algorithm based on spatial correlation for yielding fingerprints database of RF indoor localization[J]. Computer Engineering and Application, 2008,44(23):226-232.)
- [6] 赵方,罗海勇,林权,等. 基于核函数法及马尔科夫链的节点定位算法[J]. 通信学报, 2010,31(11):195-204. (ZHAO Fang, LUO Haiyong,LIN Quan,et al. Node localization algorithm based on kernel function and Markov chains[J]. Journal of Communication, 2010,31(11):195-204.)
- [7] Duvall F,Tews A D. WiFi position estimation in industrial environments using Gaussian processes[C]// IEEE International Conference on IROS,2008. Nice:[s.n.], 2008:2216-2221.
- [8] Madigan D,Elnahrawy E,Martin R P,et al. Bayesian Indoor Positioning Systems[C]// Proceedings IEEE INFOCOM,2005. Miami,FL,USA:[s.n.], 2005:1217-1227.
- [9] 刘运杰,金明录,崔承毅. 基于RSSI的无线传感器网络修正加权质心定位算法[J]. 传感技术学报, 2010,23(5):717-721. (LIU Yunjie,JIN Minglu,CUI Chengyi. Modified Weighted Centroid Localization Algorithm Based on RSSI for WSN[J]. Journal of Transduction Technology, 2010,23(5):717-721.)
- [10] 姚俊邑,傅焯. 基于CC2431实现的无线传感器网络定位[J]. 信息与电子工程, 2010,8(3):257-260. (YAO Junyi,FU Xuan. Location estimation based on CC2431 RF transceiver in WSN[J]. Information and Electronic Engineering, 2010, 8(3):257-260.)

## 作者简介:



杨 萍(1987-),女,四川省资阳市人,在读硕士研究生,主要研究方向为无线定位技术.email:yangping6210@163.com.

李 智(1975-),男,成都市人,副教授,研究生导师,主要研究方向为无线传感器网络、嵌入式系统、自组织网络、感知无线电、无线网络安全等.

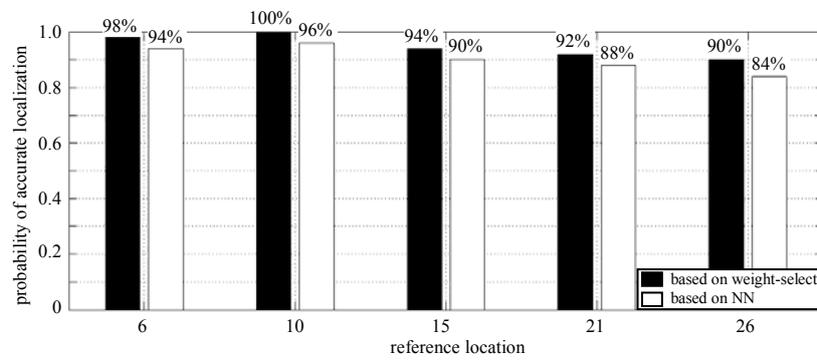


Fig.2 Probability of exact localization at 5 random locations

图2 参考位置点定位结果