

湖北理工学院

文献综述

室内 WiFi 指纹定位设计与实现

学生姓名 陈自民

学 号 201440410230

院 系 计算机学院

专 业 计算机科学与技术

指导教师 刘军

完成日期 2018 年 3 月 30 日

室内 Wifi 指纹定位设计与实现

1. 引言

随着 4G 网络在国内的广泛普及,中国智能手机用户呈爆炸式增长,目前国内的智能手机用户已经超过 4 亿。随着移动互联网的快速发展,在各种室内场合,用户通常使用自身携带的移动终端设备提供的位置服务,来了解自身在室内场合所处的位置。

相比室外定位技术而言,室内定位技术起步相对较晚,但是发展很快。目前国内外研究者提出了众多室内定位技术的解决方案如:蓝牙定位,室内 WIFI 指纹定位,超声波定位等技术^[1]。但是对于不同的室内定位技术在不同的场景下都有一定的应用局限。相比之下,随着 WLAN 在公共场合的广泛部署,室内 WIFI 指纹定位技术应用在具体的场景中有着不可比拟的优势。通过提高室内 WIFI 定位在离线阶段采集指纹点数据的信号强度精确度,以及通过设计性能更好的指纹匹配算法减少在线定位阶段匹配最佳指纹的计算量,能够使室内 WIFI 定位技术的定位精确度达到米级,定位信号收发范围大,定位成本低,对具体环境的适用性强,因此可以被广泛推广。

当前基于室内 WIFI 指纹定位技术实现的系统有很多,但是系统的定位精确度主要受限制于两个方面,首先由于室内环境的复杂多变,指纹点数据信息在采集的过程中容易受到周围环境因素的影响,造成建立的指纹数据库存在一定的误差。其次运用指纹匹配算法性能不佳,也是定位精确度和系统实时性不理想的重要原因。

2. WIFI 指纹定位技术原理

在室内定位系统中离线指纹库的采集和指纹点数据在线匹配是指纹定位系统中两个最重要的基本过程,同时也是影响室内定位系统定位结果精度的关键因素。下文首先将介绍指纹点数据在线匹配的过程中几种常用的确定性匹配算法和概率匹配算法。

2.1 经典位置指纹匹配算法

2.1.1 NNSS 算法

NNSS(最近邻法)是最基本的确定型指纹信号匹配算法^[2]是 Liu H 和 Darabi H 提出的一种指纹匹配算法。 K 最近邻算法是选取 K 个与待测点相近的指纹点,而最近邻法与 K 最近邻法不同的是只选取一个最接近的指纹点即 $K=1$,是特殊 K 最近邻法。该算法通过在线定位阶段通过计算待定位点与指纹数据库中指纹点的欧式距离,寻找指纹数据库中待定位点欧式距离最小的指纹点作为待定位点的估计值。因此在离线阶段,指纹数据点的采集密度和指纹数据点的采集精确度都对在线阶段定位结果有着相当大的影响。待定位点与某一指纹点的欧式距离越小,说明两者的相识度越高,最后选取与待定位点相似度最高的位置指纹作为估计位置。

2.1.2 KNN 算法

KNN(K 最近邻法)室内定位算法^[3]是 Yongliang Sun 和 Yubin Xu 提出的对 NNSS 算法的改进,对 NNSS 算法的 K 值加以改进,选取指纹数据库中信号强度欧式距离最小的 K 个

指纹点作为定位结果的参考点，待定位点的实际坐标点由这 K 个点坐标点表征大致区域，通过对这 K 个点实际坐标的处理可以得到待定位点的实际场景坐标，这种定位算法能够充分利用指纹数据库中指纹点与待定位点的相关性，提高室内定位系统最后的定位精确度。而在实际的采样工作中，通常是按照一定的采集间隔，对实验区域进行简化采集，按照 NNSS 算法匹配的指纹点，无论定位点的位置指纹是否已经指纹数据库中，其最终估计位置都只能在指纹数据库中某一参考点上，这样会造成很大的定位误差。

在设计 KNN 算法的过程中，选取合适的 K 值对该算法的定位精确度也很重要。 K 值取得较大会在选取的 K 个相似指纹点中引入过多的干扰点，这些干扰点距离待定位点的实际坐标较远，在后面对这 K 个相似指纹点的处理过程中会影响最后的定位精度。 K 值取得较小 KNN 定位算法的性能就会接近于 NNSS 算法，那么使用 KNN 算法来提高定位精度的优势就不能凸显。

2.1.3 WKNN 算法

WKNN (K 加权临近算法)^[4]是 Di Wu, Yubin Xu, Lin Ma 等人对 KNN 算法的进一步改进，WKNN 算法与 KNN 算法的最大不同之处在于，WKNN 算法在从指纹数据库中选取与待测点最相邻的 K 个指纹点后对这 K 个点的处理方式不一样。WKNN 算法对这 K 个点按照距离待测点信号强度欧式距离的大小来对这 K 个点设置权值，欧式距离越小，则对这个指纹参考点赋予的权值越大，欧式距离越大，对这个指纹参考点赋予的权值越小。最后对这 K 个最相邻的指纹参考点取加权平均得到待测点在实际场景中的坐标值。是精确度比较高的指纹匹配算法。

2.1.4 朴素贝叶斯算法

朴素贝叶斯算法^[5] (Naive Bayes) 与前面介绍的算法在原理上不太一样，前面的指纹匹配算法是基于确定型的指纹匹配算法，而朴素贝叶斯算法的形成源自于概率统计学，是一种概率型指纹匹配算法^[5]。朴素贝叶斯算法在指纹匹配的过程中，指纹数据库中的指纹点与待定位点不是一种确定性关系，而是属于一种概率类事件。

朴素贝叶斯算法基于概率统计学定理贝叶斯定理，该定理通过事件发生的先验概率，来推测事件发生后导致其发生的原因属于各种情况的后验概率。该算法分为两个步骤来执行，在离线训练阶段，将整个定位区域按照一定的规律和大小划分成一个小区域，在每个小区域中，通过收集预先设定好指纹点的位置指纹，形成各个指纹点的指纹数据并存储入指纹数据库。在线定位阶段，根据在线定位客户端在定位点测量得到各个 AP 站点的 RSSI 信号强度值，按预先设定好的贝叶斯公式计算得到指纹数据库中各个位置指纹点的后验概率，然后将后验概率最大的位置指纹点作为待定位点在实际场景中的位置。

2.1.5 最强 AP 站点的带权 K 最近邻算法

基于上述指纹匹配算法的缺点本论文设计了基于最强 AP 站点的带权 K 最近邻算法 (SWKNN)，该算法是在带权 K 最近邻算法上的改进。带权 K 最近邻算法是选取距离定位点信号强度欧式距离最小的 K 个指纹点，并且按照这 K 个指纹点距离定位点信号强度欧式距离的大小赋予一定的权值，最后对这 K 个点的坐标值进行加权平均值计算，计算得到的坐

标值即为定位点在实际场景中的坐标值。带权 K 最近邻算法在执行的过程中, 性能消耗主要在选取信号强度欧式距离最小的 K 个指纹点, 因为该步骤需要对指纹数据库中的所有位置指纹计算与定位点信号强度的欧式距离, 然后才能选出信号强度欧式距离最小的 K 个指纹点。当指纹数据库中的位置指纹数据量特别大时, 这一步的快速计算会变得困难。

基于最强 AP 站点的带权 K 最近邻算法是通过减少从指纹数据库中选取信号强度欧式距离最小的 K 个指纹点的计算量来改进定位系统的性能。在同一片定位区域中, 物理距离相近的点除了点与点之间信号强度的欧式距离应该较小之外, 他们能够接收到的最强的基站信号也应该是相同的。首先对指纹数据库中的指纹点数据筛选出与定位点最强基站信号相同的指纹点, 然后再对这些筛选出来的指纹点调用带权 K 最近邻算法, 这样做既能提高定位系统整体的定位精确度, 也能减少在选取信号强度的欧式距离最小 K 个点的计算量。

2.2 基于 WIFI 的指纹定位技术原理

在扬帆和赵东东设计的基于 Android 的室内 WIFI 指纹定位系统^[6]的实现是两个重要的阶段即: 实时定位阶段和离线指纹数据库建立阶段。离线数据库建立阶段的主要任务是通过客户端对室内各个指纹点的 RSSI 进行采集, 并且将数据发送到服务端, 在系统服务端建立指纹数据库。实时定位阶段的主要任务是: 通过指纹匹配算法, 根据指纹数据库中的位置指纹来确定定位点在实际场景中的坐标值。

(1) 离线阶段:

① 将整个室内区域按照一定的大小划分为若干小区域, 在各个小区域内设定一系列的指纹点, 对各个指纹点进行采样, 采用标记法描绘其坐标信息。

② 将各采样点在实际场景中的坐标信息和在指纹点采集的位置指纹信息发送给服务端, 并且存入服务端的位置指纹数据库中, 位置指纹信息即:

$(x_i, y_i, \text{WIFI-SS1}, \text{WIFI-SS2}, \text{WIFI-SS3}, \text{WIFI-SS4}, \dots, \text{WIFI-SSN}, i=1, 2, \dots, N)$ 。

(2) 在线阶段:

① 首先检测服务端是否已经在离线阶段采集位置指纹形成了位置指纹数据库, 并且是否已经加载好了指纹匹配算法。

② 当用户使用移动终端进入室内环境时, 首先对用户当前的位置实时采集 N 组 WIFI 信号值(WIFI-SS1, WIFI-SS2, WIFI-SS3, ..., WIFI-SSN)。

③ 调用 WKNN (带权 K 最近邻法) 位置指纹匹配算法来计算当前待定位点在实际场景中的坐标值。

3 总结

上面的多篇文献中主要是对室内定位系统中存在的指纹数据库指纹点采集精确度不高和在线阶段指纹匹配计算量大 2 个问题进行相应的改进。针对这两个问题在文献中提出了自己的解决方法, 虽然都从一定程度上提高了室内 WIFI 指纹定位系统的精确度, 但是这些系统应用在实际的场景中还是存在较多的问题。例如在文献[6]中扬帆和赵东东设计的基于 Android 的室内 WIFI 定位系统中, 在指纹匹配阶段采用的是典型的 KNN 指纹匹

配算法，导致在线定位阶段计算量巨大，降低了定位系统的实时性。在文献[1]中罗利设计的基于 Android 的室内定位系统尽管对指纹匹配算法进行了非常大的改进，但是在指纹点数据的采集阶段由于指纹采集客户端没有对采集到的指纹数据进行处理，导致建立的指纹数据库精确度低。在文献[5]中 Moustafa Youssef 和 Mohamed Abdallah 采用朴素贝叶斯算法进行指纹点的匹配，虽然能够得到较高的指纹匹配精确度，但是匹配阶段计算量大。

本文通过对室内 WIFI 定位技术分析和总结，针对室内定位系统指纹数据库指纹点采集精确度不高和在线阶段指纹匹配计算量大的特点，设计了基于最强信号站点的带权 K 最近邻算法。

参考文献

- [1] 罗利. 基于 Android 的 WIFI 室内定位技术研究[D]. 成都:西南交通大学. 2014
- [2] Liu H, Darabi H, Banerjee P, et al. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems[J]. Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on, 2007, 37 (6) :1067-1080
- [3] Yongliang Sun, Yubin Xu, Lin Ma, Zhian Deng. KNN-FCM Hybrid Alorithm for Indoor Location in WLAN[R]. International Conference on Power Electronics and Intelligent Transportation System, 2009
- [4] Di Wu, Yubin Xu, Lin Ma. Research on RSS based Indoor Location Method[R]. Pacific Asia Conference on Knowledge Engineering and Software Engineering Shenzheng, 2009: 205-208
- [5] Moustafa Youssef, Mohamed Abdallah, Ashok Agrawala. Multivariate Analysis for Probabilistic WLAN Location Determination Systems[R]. The Second Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, 2005:353-362
- [6] 扬帆, 赵东东. 基于 Android 平台的 WiFi 定位[J]. 北京:电子测量技术, 2012, 35 (9) :16-24