文章编号：2096-1472(2020)-06-13-03
DOI:10.19644/j.cnki.issn2096-1472.2020.06.004

WLAN定位技术在医疗资产管理中的应用

张碧仙

(福州理工学院，福建 福州 350500)
✉fit.zbx@qq.com

摘 要：随着“十三五”医改的不断深化，伴随而来的医疗资产管理问题日益凸显。在分析无线局域网定位技术的基础上，提出一种优化的基于RSSI定位技术的混合定位方法，并以近年来医疗卫生系统中不断普及的无线局域网为基础，给出了一套可行的医疗资产定位系统组网方案及定位流程，提供基于移动台的位置信息服务，解决庞大医疗系统内的资产管理问题，测试结果表明，利用该方案可有效降低医疗资产管理成本，提升管理效率。

关键词：无线局域网；信号强度；混合定位；资产管理
中图分类号：TP393.1 **文献标识码**：A

Application of WLAN Positioning Technology in Medical Asset Management

ZHANG Bixian

(*Fuzhou Institute of Technology*, *Fuzhou* 350500, *China*)
✉fit.zbx@qq.com

Abstract: With the deepening of the health care reform in *The 13th Five-Year Plan*, the problems of medical asset management have become increasingly prominent. Based on the analysis of Wireless Local Area Network (WLAN) positioning technology, the paper proposes an optimized hybrid positioning method based on Receive Signal Strength Indication (RSSI) positioning technology. Based on the increasingly popular WLAN technology in the health care system in recent years, the paper puts forward a set of feasible networking schemes and positioning processes of medical asset positioning system, and provides location information service based on mobile stations, to solve asset management problem in huge healthcare systems. Test results show that the scheme can effectively reduce medical asset management costs and improve management efficiency.

Keywords: WLAN; signal strength; hybrid positioning; asset management

1 引言(Introduction)

为满足“十三五”医改对医院服务能力的要求提升，越来越多的医疗设备被购入。如何在庞大的医院系统中快速的发现、盘点、分析设备使用情况，是医院资产管理应该考虑的问题。随着移动终端的普及，移动终端的位置信息在基于位置的服务(Location-Based Services，LBS)和泛在环境感知应用中具有重要作用[1]。最常用的定位系统如全球定位系统(GPS)，在宽敞的室外环境下具有良好的定位性能，但当终端活动的热点地区如室内，则GPS直视路径会被阻断，很难接收到信道，定位误差较大，无法满足人们对室内位置服务的要求，因此催生了对室内复杂环境下的定位要求[2]。近十年来，无线局域网以部署方便，网络构建成本低、易于扩展等优势快速发展起来，使WLAN资源迅速普及全国各地。大多数医院WLAN网络的全面覆盖，为医疗资产精准定位提供了良好的前提条件。通过在医疗设备上配置无线网卡，借助医院部署的WLAN网络，计算网卡距离的远近变化实现对物体的定位，无须额外硬件支持，具有部署便利、计算便携、定位精度高、成本低等优点。

2 WLAN定位基本技术(Basic WLAN positioning techniques)

对于自主移动台的定位，主要是通过接收到WLAN接入点(Access Point，AP)和自主移动台(Mobile Station)之间的无线电波信号来确定的。主要的定位技术有：到达时间(Time Of Arrival，TOA)、到达时间差(Time Difference Of

基金项目：2018年福建省中青年教师教育科研项目《基于WLAN/RFID的混合无线定位方法研究》(JT180750)。

www.ijgzz.com

Arrival，TDOA)、到达角度(Angle Of Arrival，AOA)、接收信号强度(Received Signal Strength Indicator，RSSI)。

其中，TOA定位技术对节点的时间同步要求严苛，实施成本高[3]；TDOA定位技术受到超声波传播距离短和非视距(NLOS)性质的影响[4]；AOA定位技术受外界环境影响较大[5]；基于RSSI的定位方法，利用无线信号衰弱与距离的关系来估算距离，并使用算法来减小测距误差[6]，提高定位精度，无须额外硬件支持，成本低，部署简单。上述分析可见，基于RSSI的定位方法相比其他方法具有较大优势。

2.1 基于测距的RSSI定位方法

通过测量接收到的无线信号强度大小，从而计算出信号的传播损耗，利用经验模型或理论将传播损耗转化为距离[7]。信号强度路径传播损耗规律如下。

$$RSSI = A - 10n\log_{10}d \tag{1}$$

其中，d为信号点和接收点之间的距离；A为常量，表示距离d为1m时测得的$RSSI$值；n为信号衰减因子，可理解为路径损耗指数，环境越复杂，障碍物越多，路径损耗指数越大。

基于测距的RSSI定位方法主要有两种：一种是单点定位法，即最强基站法，选择RSSI信号强度最大的AP坐标作为移动台的定位坐标，常用于AP数量少，AP间距较大的场景，无方向性，无法精确定位；另一种是三角定位法，又称三边定位法，利用已知三个AP的坐标及计算出的移动台到AP的距离，根据毕达哥拉斯定理，计算得到交点即移动台的位置坐标，常用于较多AP的场景，定位精度较高。

2.2 基于位置指纹的RSSI定位方法

利用位置指纹进行定位一般分成两个阶段：离线部署训练阶段和在线运行定位阶段。离线部署训练阶段，对每个采样的信号进行采样数据，即指纹采集，形成指纹库；在线运行定位阶段，根据RSSI记录，计算出指纹，和指纹库进行相似度匹配，获得匹配度最高的指纹点的坐标，即为待定位设备的位置[8]。

在实际的WLAN定位系统中，受室内复杂环境的影响，无线信号在传播过程会产生多径效应，因此同一位置接收同一个AP的RSSI值是会变化的，导致室内定位精度降低[9]。在定位过程中结合算法提高定位精度是常见的做法，典型的指纹定位算法有最大似然估计法、核函数法、深度置信网络法、指纹聚类法、K最近邻法等。其中K最近邻(K−Nearest Neighbor，KNN)算法因原理简单，容易实现获得了广泛使用。

经过不断改进优化，基于WLAN的室内定位方法已成为室内复杂环境精确定位的主流技术，成为目前室内定位技术中的研究热点。

3 基于WLAN定位技术的医疗资产定位系统(Medical asset positioning system based on WLAN positioning technology)

3.1 系统组网及定位流程

WLAN定位技术在医疗资产定位应用中的系统组网如图1所示，通过在WLAN网络的核心层增加定位引擎服务器及业务平台来实现相关功能，并采用混合定位算法实现在不同网络部署条件下的最佳定位。

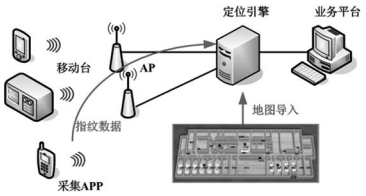

图1 医疗资产定位系统组网

Fig.1 Networking of the medical asset positioning system

系统运行主要流程包括：

(1)将准备好的SVG格式地图及AP信息导入定位引擎的配置系统；

(2)在预置的参考点(Reference Point，RP)进行指纹采集，在定位引擎系统中生成指纹库；

(3)移动台在未关联WIFI情况下，将向外发送广播帧；在关联WIFI情况下将向外发送数据帧；

(4)AP采集到来自移动台发送的广播帧或数据帧，根据802.11协议从报文中获取移动台的MAC地址，并从芯片层解析出RSSI信号强度信息，发送给定位引擎系统；

(5)定位引擎系统采用RSSI定位技术，结合特定的定位算法，计算出移动台在地图上的平面坐标位置(x,y)，将坐标位置生成位置数据库；

(6)业务平台从位置数据库中周期性读取定位数据，进行统计分析，生成统计项、统计表等，以WEB页面或图表形式以供查询展示或导出统计结果。

3.2 基于RSSI定位技术的混合定位算法

AP通过解析来自移动台的广播帧或数据帧进行RSSI过滤，并将数据发送给定位引擎服务器的缓存，定位引擎服务器结合预先导入的地图及AP信息，进行移动台的楼层计算及坐标计算，在进行坐标计算过程中将采用多样化的混合定位算法，产生最终坐标，最后进行数据上报，定位引擎处理流程如图2所示。

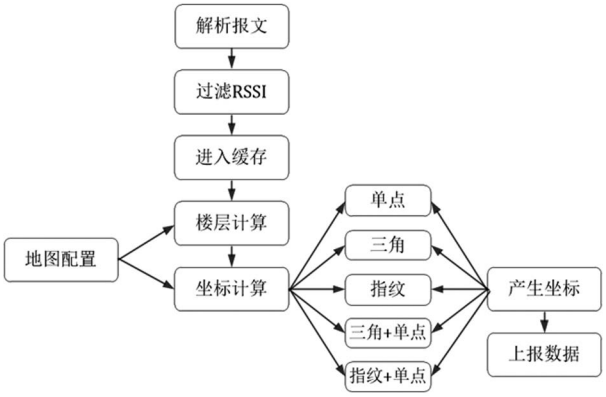

图2 基于RSSI定位技术的定位引擎处理流程

Fig.2 Processing flow of the positioning engine based on RSSI positioning technology

www.rjgcz.com

3.2.1 楼层定位算法

在多楼层建筑环境中进行定位时，非常关键的是首先要进行移动台的楼层定位，特别如中空、天井周边区域，由于障碍物较少，信号强度随距离衰减不明显，容易出现楼层漂移问题。为了最大限度地防止出现楼层漂移问题，本系统采用以下算法进行移动台的楼层判定：首先判断该移动台是否有关联AP，若有，则直接选定移动台所关联的AP所在的楼层为移动台所在楼层；若无，则分析所有收到该移动台广播帧的AP中，归属于各楼层的AP数量比例，选定比例最高的楼层为移动台所在楼层；若出现AP数量并列最高，则计算各AP接收到的RSSI权重比值，选定AP收到的RSSI中权重最大的楼层为移动台所在楼层。

3.2.2 混合定位算法

在进行坐标计算过程中，根据移动台所处的WLAN环境中AP数量、AP间距等因素，在单点、三角、指纹定位法等传统算法基础上，提出了一种优化的混合定位算法，主要有三角+单点混合算法、指纹+单点混合算法。

三角+单点混合算法：定位时首先进行三角定位算法计算，过滤掉[−25,−75]dBm范围之外的RSSI报文及非本楼层的RSSI报文，若过滤后AP数量小于3个，则不进行三角定位，而采用单点定位，否则进行三角定位计算坐标。若采用单点算法进行计算，则首先过滤[−25,−38]dBm范围之外的RSSI报文，过滤后AP数量如果是1，则定位坐标为AP所在的位置，如果是2，则根据RSSI比重，得到两个AP连线中的坐标位置点。该算法适用于较多AP场景且AP间距较小，一般要求AP间距小于等于20米，满足房间级的定位需求。

单点+指纹定位算法：定位时首先过滤掉[−25,−75]dBm范围之外的RSSI报文及非本楼层的RSSI报文，若过滤后AP数量小于三个，则不进行指纹定位，直接采用单点定位，否则采用K最近邻法，计算移动台的RSSI指纹与各RP的RSSI指纹之间的欧式距离，找出距离移动台最近的K个RP，并将它们的位置坐标进行算术平均，得到指纹定位坐标数据。然后采用单点定位法，计算出单点定位坐标数据。若指纹定位及单点定位都有结果，则取两种定位算法计算出来的坐标均值，作为最终定位坐标。该算法适用于AP部署较多，较密集，且定位精度要求较高的场景。

4 实验结果(Experimental result)

本文采用支持IEEE802.11g/n标准的WIFI模块附着在被管理医疗资产上构成移动台，构建基于WLAN定位技术的定位系统实验平台，对某县级医院病区的设备进行盘点，设备清单如表1所示。

表1 某县级医院病区设备清单

Tab.1 Equipment list of a county hospital

设备名称	数量
多功能监护仪	2台
轮椅	3张
病历车	2台
除颤器	1台
呼吸气囊	1个
可移动紫外线消毒车	1台
活动输液架	7台
洗手消毒装置	5套
口服药车	2台
洗头器	1台
床单位消毒机	1台
观片箱	3个
移动治疗车	2套
对讲信号机	3套
输液泵	1台

对以上设备，分2组同时进行盘点，由病区护士组成。其中1组由2名护士组成直接进行人工盘点，另1组则由1名护士直接使用平板电脑登录本定位系统中的业务平台实时查看设备在病区的位置信息再进行盘点，2组盘点时间统计如表2所示。

表2 设备盘点时长统计

Tab.2 Equipment inventory time statistics

序号	人员数量/人	盘点方式	时间/min
1	2	人工	132
2	1	本定位系统	95

由表2可见，利用本文所提出的定位系统进行该医院病区的医疗资产进行盘点，不仅将人工成本降低到原来的50%，同时将资产盘点效率提高了42%。根据不同医院设备的数量多少、设备分散情况，所提升的效率有所不同，尤其设备数量越庞大、设备位置越分散，则通过本定位系统进行资产管理其效益越高。

5 医疗资产定位应用实例分析(Analysis on the application of medical asset positioning)

(1)资产盘点：利用无线定位引擎探测移动台的位置信息，通过业务平台可视化界面直观显示所有设备位置，也可查询某特定设备的位置信息，从而实现医疗资产的快速盘点，提高效率，缩减人工成本。

(2)轨迹跟踪：通过无线定位引擎，可进一步生成特定移动台的移动轨迹图，对院内重要医疗设备的运行轨迹进行跟踪，尤其对于部分稀缺设备，通过轨迹跟踪可有效分析各科室对设备的使用情况，在院内进行合理调配，有效提高设备使用率。

www.rigcz.com

(3)设备利用率分析：通过业务系统对设备利用率数据进行分析。对于移动医疗设备，根据其移动频率进行分析判断；对于固定医疗设备，则通过设备的实时位置与预置使用位置的吻合度进行分析判断。系统定期输出设备使用效率报表，评估各科室的设备利用率，提供优化调整建议，避免设备闲置。对于业务部门提出的采购需求，根据同类设备的使用效率，进行合理性评估，优化采购计划。

6 结论(Conclusion)

随着医药卫生体制改革的不断深化，庞大的医疗系统内种类繁多的医疗资产的管理问题不断凸显，尤其在抗击类似“新冠肺炎”重大疫情时，合理高效的利用有限的医疗设备尤为重要。借助日益普及的WLAN网络，在分析各种WLAN定位技术的基础上，提出了一种优化的基于RSSI的混合定位方法，并给出了可行的医院环境下的定位系统组网方案，无须额外硬件，投资成本低。测试结果表明该方法实用性高，有效提升了资产管理效率，降低管理成本。

参考文献(References)

[1] Chon Y, Cha H. Lifemap: a smartphone-based context provider for location-based service[J]. IEEE Pervasive Computing Magazine, 2011, 10(2): 58-67.

[2] Ma L, Xu Y. Received Signal Strength Recovery in Green WLAN Indoor Positioning System Using Singular Value Thresholding［J］. Sensors, 2015, 15(1): 1292-1311.

[3] 谈飞,卢翔,涂时亮.基于TOA的指纹定位系统[J].计算机系统应用,2010(03):137-141.

[4] 王彪,傅忠谦.基于超宽带技术的TDOA室内三维定位算法研究[J].微型机与应用,2013(14):83-86.

[5] 李志刚,吕杰,董小飞,等.TDOA、AOA算法在车辆出入管理中的应用研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2019(7):14-19.

[6] 张勇,范恒,王昱洁.基于DBSCAN-GRNN-LSSVR算法的WLAN异构终端定位方法[J].计算机应用研究,2019(4):1174-1177.

[7] 黄丰胜,肖厦,成芳,等.基于RSSI的Wi-Fi室内定位常用算法对比[J].信息技术,2017(12):73-75.

[8] 杨晋生,刘斌.基于改进的DBN的WLAN指纹定位数据库构建算法[J].光电子·激光,2018(9):996-1002.

[9] 刘兴川,吴振锋,林孝康.基于自适应加权算法的WLAN/MARG/GPS组合定位系统[J].清华大学学报(自然科学版),2013(7):955-960.

作者简介：

张碧仙(1986-)，女，硕士，工程师/讲师.研究领域：计算机网络，网络通信协议.

(上接第22页)

5 结论(Conclusion)

本文通过全卷积网络来对特定目标进行语义分割，结果表明具有数据增强的FCN，以及适当的权重，给实验提供了较好的结果。FCN分割的缺陷在于分割结果不够精细，对图像中的细节不敏感。同时在对像素分类时忽略了在通常的基于像素分类分割方法中使用的空间规整步骤，没有充分考虑像素与像素间的关系。在未来的实验中，可尝试添加相邻切片来提高分割性能。

参考文献(References)

[1] Hssayeni MD, S.M, Croock MS, et al. Intracranial Hemorrhage Segmentation Using Deep Convolutional Model[J]. Benchmarking Datasets in Bioinformatics, 2020, 5(1): 14.

[2] Russel Mesbah, Brendan McCane, Steven Mills, et al.Improving Spatial Context in CNNs for Semantic Medical Image Segmentation[C]. 2017 4th IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR), 2017.

[3] Bo Zhao, Jiashi Feng, Xiao Wu, et al. A Survey on Deep Learning-based Fine-grained Object Classification and Semantic Segmentation[J]. International Journal of Automation and Computing, 2017, 14(2): 119-135.

[4] 章琳,袁非牛,张文睿,等.全卷积神经网络研究综述[J].计算机工程与应用,2020,56(01):25-37.

[5] Ben-Cohen A, Diamant I, Klang E, et al. Fully Convolutional Network for Liver Segmentation and Lesions Detection[C]. International Workshop on Deep Learning in Medical Image Analysis, 2016.

[6] Long J, Shelhamer E, Darrell T. Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2014, 39(4): 640-651.

[7] 李智能,刘任任,梁光明.基于卷积神经网络的医学宫颈细胞图像的语义分割[J].计算机应用与软件,2019,36(11):152-156.

[8] 赵梓淇,裴昀,常振东,等.基于深度学习的CT影像肺结节检测[J].吉林大学学报(信息科学版),2019,37(05):572-581.

作者简介：

徐婷宜(1996-),女，硕士生.研究领域：医学图像处理.本文通讯作者.

朱家明(1972-)，男，博士，副教授.研究领域：智能与自适应控制，图像处理.

李祥健(1992-)，男，硕士生.研究领域：数字图像处理.

www.rjgcz.com