

医院无线定位系统设计与实现^①

陈俊阳, 谢 锋, 马晟杰

(温州医学院 附属第五医院, 丽水 323000)

摘 要: 随着医院 WLAN 的建设与发展, 如婴儿防盗, 资产管理以及人员定位等基于 WIFI 的物联网应用正逐渐增多. 在医院实际需求的基础上, 结合现有的 WIFI 实时定位技术, 提出了一套应用于医院的无线局域网(WLAN)实时定位系统, 并对其基本架构和管理控制模式进行了介绍, 并展望了 WIFI 实时定位技术的研究发展方向.

关键词: 无线局域网; WIFI; AP; RSSI; 指纹定位; RTLS

Design and Implementation of a Hospital Location System Based on WIFI

CHEN Jun-Yang, XIE Feng, MA Cheng-Jie

(Wenzhou Medical College, Lishui 323000, China)

Abstract: Along with the construction and development of hospital WALN, such as infant security, asset management and personnel positioning based on WIFI networking applications are gradually increasing. I am in hospital on the basis of the actual demand, combined with the existing WIFI real-time positioning technology, puts forward a set of application in hospital wireless local area network (WLAN) real-time positioning system, and its basic framework and management control mode are introduced, and the prospect of the WIFI real-time positioning technology research and development direction.

Key words: WLAN; WIFI; AP; RSSI; FP(Fingerprinting Positioning); RTLS

1 引言

随着信息技术的发展, 以及移动医疗技术的逐渐成熟, 部分医院已基本实现 WLAN 在院内的全覆盖. 同时, 如移动诊疗推车、笔记本、PAD 及其它具备无线通信功能的移动诊疗设备也越来越多, 移动设备的增多在一定程度上增强了医院诊疗的便捷性和灵活性, 但可移动的特点也给此类设备的管理带来了挑战. 为了实现高效的资源调配, 如何快速、准确的找到其所在, 并了解其工作状态已经成为医院需要面对的课题. 本文基于医院重点设备及人员的实时定位系统需求, 设计出了一套基于 WIFI 定位技术的医院 RTLS 系统, 并对系统的实现效果进行了验证, 以达到对人员、设备的实时定位. 如图 1 所示.

2 定位技术研究

2.1 定位技术研究

诸如 GPS、移动蜂窝基站定位、RFID 定位等定

位技术已经得到广泛应用, 为上述课题提供了机会, 但是这些定位技术受限于自身的技术特定, 就医院的移动设备资产管理及人员定位而言均存在着诸多问题. GPS 定位, 其利用卫星不间断地发送自身的星历参数和时间信息, 用户接收到这些信息后经过计算求出接收机的三维位置三维方向以及运动速度和时间信息. 卫星定位的主要问题在于卫星信号对障碍物的穿透能力很弱, 导致室内无法接受到卫星信号, 所以卫星定位只适合在室外使. 基站定位, 其基本原理是一部手机同时只会在一个基站注册, 移动运营商可以根据基站位置及其覆盖范围, 并利用起源蜂窝小区、信号场强、到达角度(AOA)、到达时间(TOA)、到达时间差分(TDOA)、增强观测时间差分(E-TDOA)等移动通信的定位技术计算出手机的位置. 基站定位的主要问题在于基站的定位精度只能达到几百米, 无法满足室内设备的定位需要. 射频识别(RFID)定位技术, 它利用了电感和电磁耦合或雷达反

^① 收稿时间:2013-01-22;收到修改稿时间:2013-02-18

射的传输特性,实现对被识别物体的自动识别,并根据 RFID 接收机的物理位置进行位置定位, LANDMARK 是比较典型的 RFID 室内定位技术.其主要问题是,需要增加特定的 RFID 接收机,并且为了达到较高的精度,对于接收机的密度有一定要求;同时 RFID 的抗干扰能力也比较差.

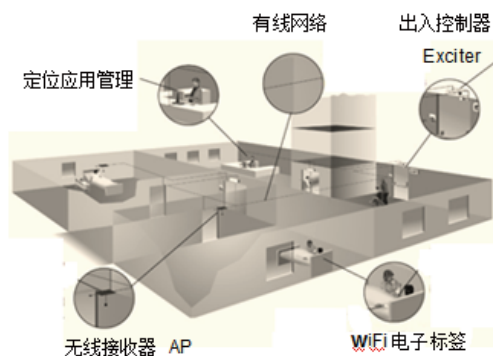


图 1 定位室内场景

基于 WLAN 的定位技术是近几年的室内定位技术研究的热点之一.其主要特点包括: 1)使用 2.4G 通信频率,抗干扰能力较强; 2)WLAN 已经在医院得到普及,改造成本较低; 3)室内高精度定位的理论方法已经趋于成熟.

医院的设备及人员的活动范围基本在室内进行,因此基于 WIFI 的实时定位方法是医院 RTLS 系统的首选.

2.2 定位算法研究

定位算法的选择是整个系统实现的关键.目前定位算法主要有模式匹配和三边(角)测量两种机制,模式匹配一般需要通过预先采集信号—位置的关系数据建立参考信号分布图,在定位执行阶段选用模式匹配方法搜索并输出度量指标对应的目标位置.典型的模式匹配方法有最近邻居法、支持向量机法和统计学方法等.其中比较常用的方法是基于信号强度的指纹识别(Fingerprinting).信号的多径传播对环境具有依赖性,呈现出非常强的特殊性,对于每个位置而言,该位置上信道的多径结构是唯一的,这样的多径特征(如信号强度)可以认为是该位置的“指纹”.移动用户扫描周围无线信号的强度,将其与预先存储在数据库中的指纹数据进行匹配,找到最相似的结果来进行定位.指纹定位过程主要分为 2 个阶段^[2]: 训练阶段和定位阶段如图 2 所示:

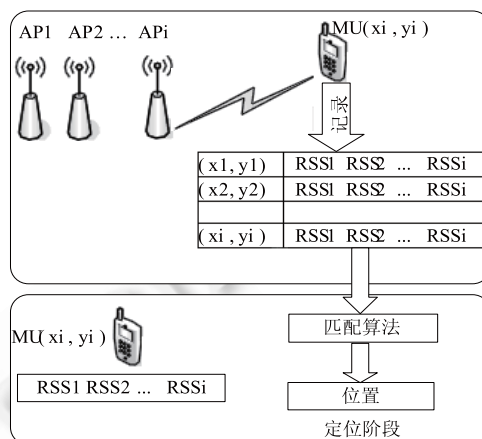


图 2 Fingerprinting 定位过程

基于指纹的定位技术主要存在两个问题: ① 如何快速建立一个位置指纹识别数据库 (radio map), 其主要工作是采集所需定位区域内各参考点(Reference Point, RP)位置的信号特征——信号强度,即 AP 在该点的 RSS 值; ② 如何减少定位阶段的计算量和提供定位精度.

随着测量工具的不断成熟,快速建立位置指纹库已经成为可能,并且基于室内 WIFI 信号的主要衰减来自建筑遮挡,采用基于聚类的快速指纹定位算法^[3]可以大幅减少指纹匹配的计算量.

首先对未知位置接收的 RSS 矢量按信号强度进行排序,找到 m 个最强信号的 APs,然后查找数据库,找到对应的聚类,最后在相对应的聚类集合中计算欧氏距离,得到匹配位置. APs 的典型覆盖范围是 100m,因此,聚类集合所包含的 RPs 点较少,减少了定位计算量,抛弃了与未知位置不相关的其他聚类集,有效提高了定位精度.

三边(角)测量定位则需要先将度量指标转换为收发设备间的距离,并做三边计算,从几何计算角度获取目标点的位置信息.理论上通过 3 个参考节点的 RSSI (Received Signal Strength Indicator)信息就可用三边测量法决定一个未知节点的位置^[4].无线用式(1)表示:

$$P_R = \frac{P_S}{d^n} \quad (1)$$

P_R 式中为无线信号的接收功率, P_S 为无线信号的发射功率, d 为收发单元之间的距离, n 为传播因子,数值大小取决于无线信号传播的环境.

三边(角)测量定位的主要问题是受到实际环境的

影响,在距离不变的情况下收集到的信号衰减是变化的,因此,计算出的距离是有误差的,虽然可以采用多次测量求和的办法进行消减,但是这种方法并不能消减由测量、环境造成的误差,也不适合移动节点。

结合医院实际的需求和应用环境考虑,指纹定位模式的问题具备改进的空间,更适合医院 RTLS 系统

使用。

3 医院RTLS定位系统设计

整个 RTLS 定位系统包含 AP 及 WLAN 的基础设施管理服务、基于 WIFI 的定位服务、人员及设备管理服务三大部分,RTLS 架构如图 3 所示:

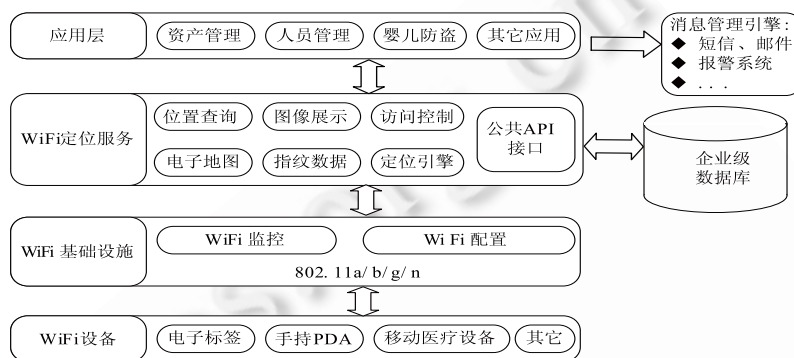


图 3 RTLS 系统架构

AP 及 WLAN 的基础设施服务主要负责对 AP 的位置、AP 的状态的进行监控和管理,为设备的定位提供基础数据;基于 WIFI 的定位服务主要负责管理和维护地图数据、WIFI 指纹数据以及设备位置的计算;人员及设备管理服务主要负责管理人员和设备的 ID,并更具定位服务提供的位置数据为管理人员提供可视的交互服务。

3.1 AP 部署

无线 AP 点位的设计对定位精度和效果具有非常重要的作用。AP 的部署需要根据环境情况进行布置,也可在正式建设前,进行测试搭建,以达到比较理想的无线信号覆盖。空旷区域内 AP 与标签的最大通讯距离是 200 米左右,室内环境中,由于格局等各种因素的影响,如分隔墙的厚度、门的材料等影响,会影响

信号的穿透力,设计时一般原则上 1 个 AP 穿透 2 堵墙以内覆盖区域(30 米以内)。在 AP 部署时,使用专用的无线测试工具和软件,对每个 AP 点位的信号强度、噪音强度、信噪比等进行测试,确保 AP 的部署密度可以满足设计的需要,与 AP 的信号强度不低于-80dbi,最好在-70dbi 以下。在实际部署过程中,为了满足定位精度的要求,对 AP 的位置、发射角度、功率都进行了适当的微调,定位精度可以达到 2-5 米。

3.2 建立指纹识别数据库

建立指纹识别数据库的过程同时也是一个对 AP 部署进行微调的过程。下图是经过调优后的医院综合病房大楼一个楼层的信号覆盖区域信号强度分布图(10 个 AP),如图 4 所示:

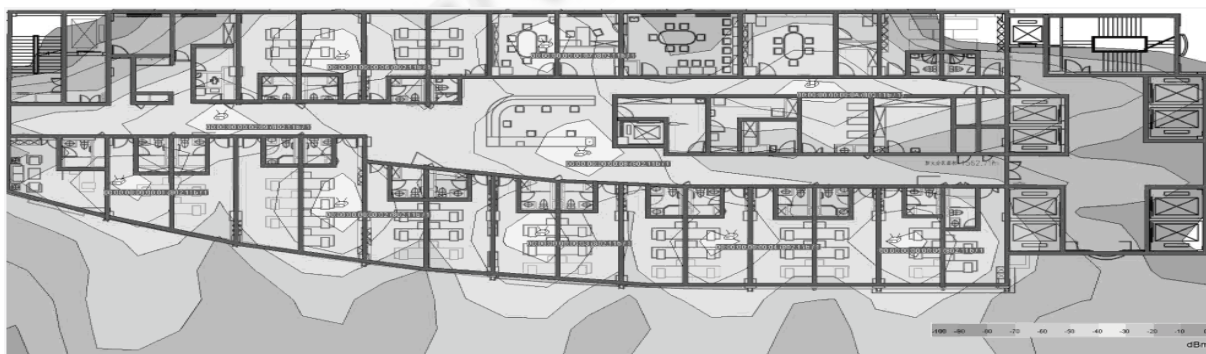


图 4 楼层 Wifi 信号覆盖区域信号强度分布图

注: 1) 红色线条表示衰减为 10db 的砖墙 (房间分隔粗线条)

2) 覆盖区域图对应信噪比图(dBm)(彩色图可以通过色彩表示不同衰减区域)

3) 不同颜色区分信号强度(dbi), 如图 5 所示:



图 5 信号强度对应关系图

从图中可以看出, 砖墙对信号具有强发射, 导致同一 AP 在室内和室外的信号强度具有显著差别, 并且通过进行实际的测试, 我们发现仅需要采集信号强度最大的四个 AP 的 RSSI 值作为该点的指纹即可实现高精度定位. 通过算法引擎计算生成得到 'x' 和 'y' 定位坐标信息, 实现对人员或者移动资产的实时定位、定位历史记录, 定位精度可控制在楼栋、楼层及房间(米级)三种级别, 系统定位反应时间小于 1 秒.

3.3 WIFI 电子标签部署与婴儿防盗应用

对于不具备 WIFI 通信及位置计算能力的智能设备, 需要部署电子标签, 比较典型的应用是婴儿防盗. 新生儿在产房出生后, 立即由护理人员佩戴具有 WIFI 信号发射能力的腕带式电子标签. 标签在佩戴之前由 RTLS 系统进行初始化及资料登记, 同时规定安全活动范围, 系统将实时监控婴儿的活动区域. 由于标签具有可靠的防破坏特性, 从戴上标签的瞬间开始, 电子标签就不断地自动发射出信号, 系统将随时进行安全监控和追踪. 未经授权, 任何试图取下或破坏标签的行为将会触发报警. 出入控制器 Exciter 部署在所有安全区出入口(例如: 电梯、楼梯、整栋楼宇出入口), 发射 125Khz 低频扫描信号, 形成由无线扫描信号构成的隐形屏障, 任何未经授权将新生儿带离安全区的行为都会触发出口警报, 系统将报警, 报警的方式包括但不限于通知相关的门禁系统发出声光告警, 以及通过短信方式提醒相关工作人员, 或者在监控屏幕上提示监控人员进行处理, 具体报警位置可以立即在地图上显示.

4 结语

经过改良的基于信号强度指纹匹配的方法不仅适

用于对于医院, 对于精度有一定要求的其它室内环境同样适用. 定位系统采用基于 Wi-Fi 的实时定位技术, 漏读率几乎为零, 基于 RTLS 的移动医疗应用目前还处于探索应用阶段, 随着信息技术进步, 应用将会进一步丰富. 同时, 对定位精度和速度也提出了新的要求, 应用可以拓展到资产及移动设备管理、VIP 病人管理、污物及危险物品管理等应用场景. 并且综合性的医疗服务已经不再局限于医院本身, 为医院之外的紧急救助、远程诊疗提供医疗服务的同时, 基于 WLAN 的定位可以与其它定位技术相结合, 提供综合性的 RTLS.

参考文献

- 1 石东源, 卢炎生, 王星华, 段献忠. SVG 及其在电力系统软件图形化中的应用初探. 继电器, 2004, 32(16): 37-40.
- 2 Honkavirta V, Perala T, Ali S. A comparative survey of wlan location fingerprinting methods. Proc. of the 6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2009 (WPNC'09): 243-251.
- 3 刘兴川, 林孝康. 基于聚类的快速 Wi-Fi 定位算法. 计算机工程, 2011, 37(8).
- 4 邓琛, 叶志群. 基于无线传感器网络的低功耗室内定位系统. 测控技术, 2011, 30(3).
- 5 Fang SH, Lin TN, Lee KC. A Novel Algorithm for Multipath Fingerprinting in Indoor WLAN Environments. IEEE Trans. On Wireless Communication, 2008, 7(9): 3579-3588.
- 6 毛利洋, 林秀晶, 邵开来, 季才力. 基于 RSSI 的无线传感网络协同定位算法及其应用. 机电工程, 2012, 29(1).
- 7 刘辉亚, 徐建波, 彭理. 无线传感器网络移动节点定位算法. 计算机工程与应用, 2011, 47(3): 103-106.
- 8 Yedavall K, Krishnamachari B, Ravula S, et al. Ecolocation: A sequence based technique for RF localization in wireless sensor networks. Proc. of the 4th International Symposium on Information Processing in Sensor Networks (IPSN 2005). 15 April, 2005: 285-290.
- 9 Seco F, Jimenez AR, Prieto C, Roa J, Koutsou K. A survey of mathematical methods for indoor localization. 6th IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing, WISP, page August, Budapest, Hungary, 2009.