室内定位技术对比分析

Comparative Analysis of Indoor Positioning Technology

周钰婷 唐小露 胡潘 何佳星 庄浩然

Yuting Zhou Xiaolu Tang Pan Hu Jiaxing He Haoran Zhuang

成都理工大学 地球科学学院
中国·四川 成都 610059
School of Earth Sciences, Chengdu University of
Technology,
Chengdu, Sichuan, 610059, China

【摘要】在当今这个大数据时代,各种智能设备的普及使室内定位技术成为了研究的热点话题。论文对无线信号定位技术的原理进行阐述,并针对其优缺点进行了对比,就基于测距的定位算法和基于非测距的定位算法进行了分析,简要介绍了当前室内定位的应用现状以及发展趋势。

【Abstract】In this era of big data, the popularity of various intelligent devices makes indoor positioning technology become a hot topic of research. This paper expounds the principles of wireless signal positioning, and compares their advantages and disadvantages, analyzes the location algorithm based on ranging and the location algorithm based on non-ranging, and briefly introduces the current application status and development trend of indoor positioning.

【关键词】室内定位技术;定位算法;无线信号定位

【Keywords】indoor positioning technology; localization algorithm; wireless signal location

【DOI】10.36012/etr.v1i3.456

1 引言

定位技术是位置服务(LBS)的核心要素,即确定物体之间空间关系的一种机制。定位系统利用空间位置属性以及相关计算原理,计算定位目标的逻辑位置及物理位置信息。目前,全球定位系统(Global Positioning System,简称“GPS”)、中国北斗卫星导航系(BeiDou Navigation Satellite System,简称“BDS”)等室外定位技术定位精度可达到米级,几乎解决了室外复杂环境中准确定位的问题。随着智能终端的普及,人们对于位置服务的需求增加。相比于室外定位技术,室内定位范围相对较小,对定位的精度要求较高,室内定位技术在医院、地下停车场、地下矿井、博物馆等众多领域得到了广泛应用。基于室内定位的优势以及在日常生活中的重要性,论文对室内定位技术的原理、优缺点以及应用领域进行了阐述。

2 室内定位技术

定位技术由室内定位技术和室外定位技术组成^[1]。在移动互联网快速发展以及定位服务应用的推动下,室内定位技术进入了快速发展的阶段。室内定位技术根据所接收的信号类型可分为无线信号定位和非信号定位两种。论文主要针对几种无线信号定位进行了原理和应用的阐述。

2.1 WLAN 技术

无限局域网络(Wireless Local Area Network,简称“WLAN”)是一个新的信息获取平台,可以进行大范围区域的定位、监测和跟踪任务。当前运用较多的WI-FI定位是WLAN技术中的一种定位解决方案(IEEE 802.11)^[2]。WI-FI定位技术采用经验测试和信号传播模型相结合的方式^[3],发射射频信号提供网络连接。

2.1.1 WiFi定位技术的相关原理

用户移动终端在启用WiFi的情况下,可以扫描检测到用户周边的WiFi AP参数。AP的MAC地址(简称“BSSID”)是全球唯一的,在短暂时间内无线AP是固定的,使得移动终端在任何情况下都可以获得AP的MAC地址、AP的名称(简称“SSID”)信息。WiFi定位平台有每个WiFi AP位置信息的数据库,设备将能够标示AP位置的参数发送给AP数据库,再附上移动终端接收的WiFi信号强度(RSSI)参数,可查询到WiFi AP的位置,从而估算出用户移动终端的具体位置。由于用户移动的位置和新WiFi接入点的出现,数据服务器的AP数据库需要不断地更新、补充,以保证数据的准确性。

2.1.2 WiFi定位的优缺点

优点:定位速度快,3s内即可完成定位;定位精度高,AP密度越大定位精度越高,通常为3~15m;连续定位,实时查看

用户运动轨迹和当前位置;高宽带、高效率、高覆盖率;成本低,WiFi 覆盖范围较广,采用 WiFi 网络进行定位可降低建网成本;网络扩展能力强,兼容性强。

缺点:服务范围限制,没有方向、速度等数据,不可用于导航;环境影响程度大,依赖于联网状态;系统耗能较大;WiFi 基站或 AP 质量不稳定,导致定位的质量无法得到有效的保证;环境依赖性强。

2.2 RFID 技术

RFID,也称电子标签,是一种利用射频方式进行非接触自动识别的定位技术^[4]。

2.2.1 RFID 定位技术的相关原理

RFID 定位技术主要由标签、阅读器、转换器以及 PC 服务器 4 部分组成。系统工作原理比较简单,主要是通过标签和阅读器之间,利用电磁场相关原理进行信息交互。首先,阅读器发出 RF 信号,使得处于工作范围的标签在磁场作用下产生感应电流,从而激活标签。其次,标签内部天线以电磁波的形式向阅读器发送自身信号,阅读器收到信号后进行解码,并将数据传输至转换器,将 RSSI 值转化为阅读器与参考点之间的距离,根据三角关系计算出移动节点的位置。最后,将信息发送至 PC 服务器,为用户终端提供其所在的定位信息。

2.2.2 RFID 定位技术的优缺点

优点:定位数据的获取速度快,多个标签数据能够被阅读器同时识别;读取方便、快捷,易于控制,使用寿命长,传输范围大,应用范围广;标签数据可动态更改;体积小,可嵌入或附着在不同形状、类型的产品上;安全性好,成本低;实时性强,阅读器可在几毫秒内获取厘米级精度的信息,定位时间小于 1s。

缺点:抗外界干扰能力较差,易受环境因素的影响作用;作用距离近,不便于整合到其他系统之中;定位精度会随标签的部署方式不同而不同,变化幅度较大。

2.3 蓝牙(iBeacon)技术

2.3.1 iBeacon 定位技术的相关原理

在室内区域内定点布置 beacon 基站,并将其作为蓝牙信标。这些蓝牙信标会不间断地向周边区域发送 beacon 广播信号。当终端设备处于蓝牙信号覆盖范围内时,终端设备会收到 beacon 广播信号,根据接收的广播信号(内含发射功率),测算出接收功率和不同 beacon 基站下的信号强度(RSSI)值。经过 WiFi 网络,将测算出的接收功率和 RSSI 值传送到后端数据服务器。根据后端服务器中内置的功率衰减与距离关系的函数算法,测算出终端设备距离该 beacon 基站的距离,得到其具体位置(一般至少需要3个信标点的 RSSI)。利用上述方法

可测算出终端设备距离多个 beacon 基站的距离,即实现了蓝牙多点定位的功能。

2.3.2 iBeacon 定位技术的优缺点

优点:短距离、低功耗,具有自适应性;可随时用无线接口代替有线电缆连接;易于推广,无电磁波污染,对人体伤害小;采用无基站组网方式,可方便地实现自组织网络;具有较强的移植性,抗干扰能力强;定位时间小于 1s,定位精度在 0.5~5m;采用 CVSD 语音编码和快速确认机制。

缺点:对于复杂的空间环境,系统容易受噪声影响,稳定性较差;需建立蓝牙信标和蓝牙网络,使得成本较高。

2.4 ZigBee 技术

ZigBee 技术,也称“紫蜂”,是基于 IEEE 802.15.4 标准的低功耗个域网协议,是一种满足电子元器件之间无线连接需求的双向无线通信技术。

2.4.1 ZigBee 定位技术的相关原理

首先,在待定位区域布设大量的依靠无线通信的参考节点,形成一个较大型的自组织网络系统。当被感知对象出现在定位区域时,处于通信范围内的参考节点能快速采集被感知对象的信息和 RSSI 信息,采用路由广播的方式将采集的信息传递给其他参考节点,以达到对象定位的目的。被采集的信息通过在参考节点间的相互传递,从而形成一个 ZigBee 网络,并经过 ZigBee 网络将信息传送给转换器。转换器节点将数据信息通过串口传送给 PC 服务器加以处理,并在 Web 前端同步显示以供移动端查看,从而实现对一定区域的长时间定位和监控。

2.4.2 ZigBee 定位技术的优缺点

优点:低功耗,系统的传输速率较低,具有休眠模式功能;时延短,典型的 ZigBee 设备,休眠激活仅需 15ms,节点进入网络仅需 30ms;低速率,系统工作时,传输速率为 20~250kbps;网络容量大;成本低,ZigBee 协议是免专利费的;可靠性高,整个网络可动态进行切换,有效避免了在传输过程中信息发送冲突和多跳问题,提高了整体网络的可靠性。

缺点:受网络限制,系统只能专网专用;效率低,系统不适用于要求传输速率高的应用场景。

2.5 UWB(超宽带)技术

2.5.1 UWB 定位技术的相关原理

UWB 系统一般由定位基站、定位标签和定位软件构成。UWB 室内定位的原理是在室内区域布设多个坐标已知的定位基站,定位标签以一定的频率发射冲击脉冲,待定位目标需携带定位标签,定位标签的数量取决于待定位目标的数量,且一个目标只能携带一个定位标签。这些定位标签和室内布置

的定位基站可利用一定的算法进行测距,并计算定位标签的位置,即得到待定位目标的具体位置,从而实现定位功能。

2.5.2 UWB 定位技术的优缺点

优点:高传输速率,UWB 定位技术以超宽带的频率换取高速的数据传输速率,通信速度可达到几百 Mbit/s 以上;低发射功率,UWB 能直接发送冲击脉冲,每秒可发送数 10 亿个脉冲,且脉冲所持续的时间较短,所占空间比例较小,降低了收发信号机的功耗;系统结构简单,UWB 利用一种数字方式的纳秒至微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据,无需利用载波、中频处理;安全性高,UWB 相当于噪声,对传统的无线电波影响小;实时性强,穿透力强,抗多径干扰;定位精度高,UWB 直接发射的冲击脉冲达厘米级定位精度;抗干扰能力强,UWB 定位技术采用时间间隔极短的脉冲实现信号传递,使得系统具有较强的抗干扰能力。

缺点:施工复杂,成本较高;易受干扰。

2.6 WSN(传感器)技术

2.6.1 WSN 技术的相关原理

首先,根据数量有限的已知锚节点(Anchors)的位置坐标,测量待定位的网络节点到其余节点的距离或跳段总数,或估计普通节点的潜在区域,结合节点之间交换的信息和锚节点的已知位置坐标,最后确定每个未知节点的位置,并将这些信息发送给用户。

2.6.2 WSN 技术的优缺点

优点:具有自组织性、动态性、可靠性;定位精度高,WSN 技术可实现单一传感器难以实现的监测和数据采集;通用性强,系统以数据为中心,可广泛应用于工作人员难以到达的区域进行定位;网络节点的数量多,对于某些区域往往需要布设大量的 WSN 节点,且布设范围应超过待定位范围,使得节点的数量增加,提高整体监测的精度。

缺点:成本高、数据通信弱。

3 室内定位技术的应用

随着科技的进步和智能行业的发展,各种室内定位技术的运用,给人们带来了许多的便利,同时,也解决了许多生活中的定位问题。在互联网通信的时代,运用无线通信、无线定位和传感、多媒体等多种技术的有机融合,更好地将位置服务、安防系统和物流系统结合在一起,形成了各种形式的信息交互,实现了各个领域的自动化管理和监控。

3.1 医疗领域

在医院设置蓝牙基站或 WiFi 热点,开发微信平台或移动应用,用户可以利用应用中的室内数字导航地图,解决病人排

队就诊问题。另外,还可给医疗设备安装一个电子定位标签,由于该标签内置全球唯一 ID,能够和系统中的资产号相关联,通过上传的标签信息反馈设备的位置信息,系统能够实现医疗设备的全方位定位追踪与监控,以便对各个设备实时监控,避免资产损失和事故发生。通过传感器和形成的 ZigBee 网络,系统可实时将病人的体温、心跳速度和血压等详细信息反馈给主治医生或相关人员,使医生能够对病人实时监护并做出准确的治疗。其中,运用在该领域的室内定位技术主要有 WiFi、蓝牙、RFID、ZigBee 定位技术。

3.2 地下停车场

地下信号容易被各种因素阻挡,使得 WiFi 定位和蓝牙定位的精度较低,无法得到准确的定位信息,以及无法实时监测车辆信息。在车库内安装 UWB 基站,以及在车辆上安装信号发射标签,将标签通过串口和车辆控制终端进行连接,使得标签可实时输出自身的实际坐标到车辆控制系统,系统根据此位置信息可实现自动导航和对室内封闭空间车辆的准确定位。

3.3 博物馆

室内定位技术在博物馆的应用十分丰富。使用 WiFi 定位系统,参观者可根据自己携带的移动设备在博物馆环境中进行实时定位及轨迹回放,可查看自己的行走轨迹和参观过的展品记录。博物馆使用 UWB 定位技术,对展品进行区域管理,当存在非法移动展品时后台将发出警报;使用 WSN 定位技术,对展品的属性进行实时监控,以保证展品的正常存储。

4 结语

作为定位导航的重要分支,室内导航技术影响着医疗、公共服务等领域。论文对各种定位技术进行了阐述,每种定位方式都有其侧重的表现形式,对其精度的影响也不同。就目前室内定位技术的应用而言,人们对位置定位的追求不再是简单的高精度,而是如何将有限的定位技术与智能应用相融合,使位置定位更好地服务于人们。随着软硬件技术的提高,相信在不久的将来会创建全天候、全方位、全覆盖的高精度定位系统。

参考文献

- [1]张勇,黄杰,徐科宇.基于 PCA-LSSVR 算法的 WLAN 室内定位方法[J].仪器仪表学报,2015,36(2):408-414.
- [2]张扬勇.基于 RSSI 的 ZigBee 无线传感器网络定位算法[D].广州:广东工业大学,2015.
- [3]周亮,付永涛,李广军.无线定位与惯性导航结合的室内定位系统设计[J].电子技术应用,2014,40(4):73-76.
- [4]王淑婷.基于位置指纹的 WI-FI 定位算法研究[D].吉林:吉林大学,2015.