

LBS 定位技术研究与发展现状

刘 成^{1,2}

(1. 中国科学院 国家天文台, 北京 100012; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100190)

摘要: 90 年代末, 随着移动通信业的发展, 诞生了“基于位置服务 (Location Based Service, LBS)”的概念, 并由此产生了一系列的产业链, 创造了巨大的商业价值。近年来计算技术、无线网络通信技术以及电子技术的迅猛发展, 导致了新一代技术革命的到来, 极大地丰富原有的 LBS 定位模式, 也对 LBS 提出了更新、更高的要求。本文描述了 LBS 的概念, 及其兴起与发展的过程; 从室外、室内两方面介绍了当前的 LBS 定位方法, 并作了比较和分析; 阐述了目前 LBS 定位中所存在的技术难点及研究重点; 最后, 对 LBS 的研究方向提出了看法, 并对未来的 LBS 发展蓝图作出了展望。

关键词: LBS; 地面移动通信网; 局域无线传感网; 室内定位

中图分类号: P228

文献标识码: A

文章编号: 2095-4999(2013)01-0078-06

Research and Development Status of LBS Positioning Technology

LIU Cheng^{1,2}

(1. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Science, Beijing 100012, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049, China)

Abstract: In the late nineties, LBS (Location Based Service) was emerged with the development of mobile communication industry. It resulted in a series of chain, and had created tremendous business value. In recent years, the positioning methods of LBS were greatly enriched by the rapid development of computing, wireless network and electronic technology. Meanwhile, it had lead a new coming of technology revolution, and put forward higher requirements on LBS. This paper introduced the concept and development of LBS, described the current LBS positioning methods in both outdoor and indoor, and made a comparison and analysis. It expounded the difficulties and focus of the currently LBS positioning technologies. In the last, the paper made observations on the research, and a blueprint for future development.

Key words: LBS; terrestrial mobile communication network; local area wireless network; indoor positioning

1 引言

人类对导航定位的需求自古有之。90 年代末期, 随着移动通信业的迅猛发展, 手机用户数量不断扩大和增长, 在世界范围内形成了巨大的移动通信市场, 产生了不可估量的潜在经济效益。同时, 人们对导航定位技术的要求也日益迫切, 希望能够出现使用小终端的、高精度、多功能的定位服务, 以满足不同领域、不同场合的定位

需求。

在这样的背景下, 美国联邦通信委员会 (Federal Communications Commission, FCC) 于 1996 年颁布了 E-911 安全条款, 要求所有美国境内的手机制造商与运营商, 必须于 2001 年 10 月 1 日之前为手机用户提供精度在 125m 以内的定位服务, 并又在 1999 年对精度作出了新的要求。FCC 的这些举措大大促进了无线通信定位技术及其相关服务业的发展, 欧洲、日本等国也随即积极开展关

收稿日期: 2012-08-16

基金项目: 国家自然科学基金(61001109)。

作者简介: 刘 成(1987), 男, 湖北监利县人博士生, 研究方向为卫星导航与天文导航。

于商用定位技术的研究。于是,由此产生了基于位置服务(Location Based Service, LBS)的概念,旨在利于手机定位技术向广大移动通信用户提供与坐标位置相关的多样化服务。近年来,全球移动用户数量进一步迅猛增长,除传统手机之外的智能手机、PC、PDA(Personal Digital Assistant, 个人数字助理)、POS机等小型移动终端设备迅速得到使用和普及,为商用位置服务提供了更加广阔的市场前景。于是,在政府强制性要求与市场需求的共同驱动下,移动定位技术在全球范围内取得了重大进展和突破,迅速掀起了一个LBS研究和开发热潮^[1-3]。

目前,LBS相关业务主要包括:车载导航服务、个人问询服务、紧急求救服务、物流管理、商业求助服务等,主要覆盖在室外环境。这些服务均已逐步普及和使用,为人们的工作和生活提供了巨大的便利。随着LBS定位技术的继续发展和进步,其业务领域还必将进一步地延伸与拓展。

2 室外 LBS 定位技术和方法

2.1 手机移动基站定位方法

目前,室外环境基于地面移动网基站、以移动手机为对象的定位方法是最为成熟和普及的,各类LBS服务也以此为基础展开。主要的定位方法有:

(1) 发源区(Cell of Origin, COO) 定位

COO定位根据移动终端所在的区域标识来确定其坐标位置。移动终端在所处基站覆盖区域注册后,系统数据库中即存入相应的区域标识,依据注册基站判断移动终端的当前位置。该方法不必对蜂窝网络和移动终端进行改造,但缺点也显而易见,即定位精度取决于基站覆盖区域的大小。因此,COO定位最简单、最易实现,但误差也很大,一般在200m以上。

(2) 入射角(Arrival of Angle, AOA) 定位

AOA定位通过基站接收天线阵列测出移动台发射电波的入射角,利用两个入射角,交会确定出被测移动台的位置,如图1所示。该方法适合于视距(Light of Sight, LOS)传播的情况,对设备要求也较高。

(3) 到达时间(Time of Arrival, TOA) 与到

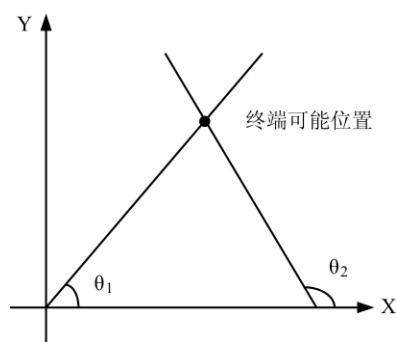


图1 AOA 定位示意图

达时间差(Time Difference of Arrival, TDOA) 定位

均利用移动终端信号到达多个地面基站的时刻特征量计算伪距值,并由距离交会的方法进行定位解算。其中,TOA直接利用信号从基站至用户的传输时间特征量得到伪距值,利用基站位置和伪距值建立球面交会方程,求解得到用户位置;TDOA则利用多段伪距间的时间差特征量,通过双曲面交会方程求解^[4-7]。

事实上,TOA及TDOA不仅是移动基站手机定位中的方法,也同样是卫星导航定位中最常用的两种测量解算方法^[8-10]。

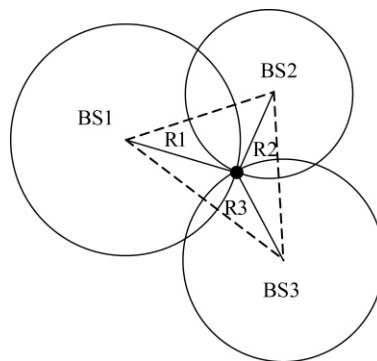


图2 TOA 定位示意图

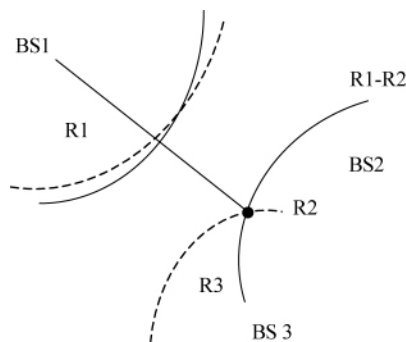


图3 TDOA 定位示意图

(4) 混合定位方法

除传统方法外,也出现了若干混合式定位方法。例如:TOA/AOA定位既测量信号到达时间,也通过天线阵检测电波到达角,综合使用这两种物理量进行定位;可称为边角混合定位方法。结合电子地图的地面基站定位方法,则利用电子地图的路标、参考点等信息对坐标位置进行标示或者修正,是另一类混合定位方法。这些混合类定位方法,通常能获得更高的定位精度,但也更加复杂,需要更高的定位成本。

2.2 基站与卫星定位系统联合的定位方法

2.2.1 A-GPS 技术

A-GPS (Assisted GPS) 利用地面移动基站对卫星信号进行辅助,在某些卫星信号较差的情况下,也能实现卫星信号的快速捕获和用户的快速定位。A-GPS 技术需要在手机内增加 GPS 接收机模块,并改造手机天线,同时要在移动网络上加建位置服务器、差分 GPS 基准站等设备,可以在 GSM/GPRS、WCDMA 和 CDMA 网络中使用。

目前,该技术已广泛用于含有 GPS 功能的手机上。据美国权威咨询机构“Strategy Analytics”分析,至 2010 年,带有 A-GPS 功能手机的全球销售量已达 1.591 亿台,占手机销售总量的 22.8%^[11]。

2.2.2 A-MPS 技术

我国科研人员提出的 A-MPS (Assisted Mobile Positioning System) 技术^[12]是一种由卫星信号辅助的地面移动网定位方法。该方法通过卫星转发的定位信号或导航卫星直发的导航信号,来辅助和增强地面移动通信网进行高精度组合定位。A-MPS 用于 LBS 定位,具有以下技术优势和特点:

(1) 利用通信或导航卫星,可以增强以地面移动网为主的地基定位系统,大大改善测量基准的几何精度因子 DOP。

(2) 利用卫星信号,可以对基站和移动终端进行同步授时,实现更高精度的地面移动网时间同步,提高其定位精度与性能。

(3) 地面移动基站信号同样也能对卫星定位系统起到增强作用。当卫星信号遮挡、卫星定位条件匮乏和不足时,可通过地面移动网基站进行有效的补充,实现定位。

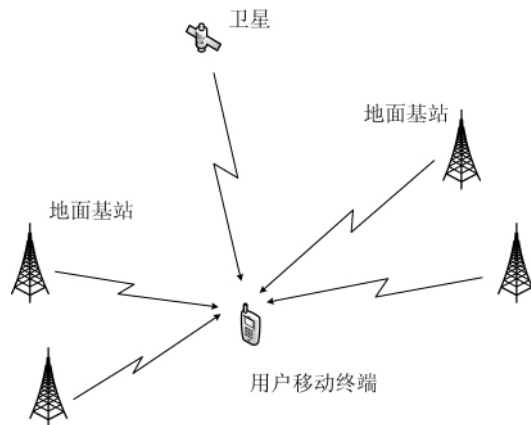


图4 A-MPS系统示意图

3 室内无线局域网定位

室内也同样存在着许多重要而广泛的基于位置服务的需求,如反恐行动支持,人员、资产管理,超市、商场便利服务,火灾救援指挥,突发事件处理和疏导,老人、儿童应急救助服务等。虽然目前室内定位系统并未完全成熟,也未投入运营,但已得到广泛的关注,并开展了部分研究,出现了一些新的定位方法和手段。

3.1 无线局域网定位技术

根据定位中所使用的传感器类型的不同,室内定位技术分为以下几种:

(1) 红外线定位

红外线 IR 标识发射调制的红外射线,通过室内光学传感器接收并进行定位。虽然红外线室内定位精度较高,但由于光线不能穿过障碍物,使得红外射线仅能视距传播。

另外,当标识放在口袋里、遇到墙壁阻隔或其他遮挡物时,可能导致无法正常工作,从而需要在每个房间、走廊安装接收天线。因此,红外线仅适合短距离视距传播,且容易被灯光等干扰,在定位精度上有较大的局限性。

(2) 超声波定位

采用反射式测距法,通过三角定位等算法确定物体位置。定位系统由若干应答器和一个主测距器组成,主测距器放置在被测物体上,在微机指令信号的作用下向应答器发射同频率无线电信号,应答器接收到信号后同时向主测距器发射超声波信号,测量得到主测距器与各应答器之间的距离。当同时有 3 个或 3 个以上不在同一直线上的应答器作出回应时,即可计算确定出被测物体的

坐标位置。

超声波定位能达到的整体定位精度较高,系统结构简单,但超声波受多径效应和非视距传播的影响很大,同时需要大量的底层硬件设施投资,成本很高。

(3) 蓝牙 (Bluetooth) 技术

Buletooth 作为一种短距离低功耗的无线传播技术,设备体积小,易于集成在 PDA、PC 以及手机中,很容易推广普及。实际上,它也可以通过测量信号强度进行定位。在室内安装适当的蓝牙局域网接入点,把网络配置成基于多用户的基础网络连接模式,并保证蓝牙局域网接入端始终是这个微微网 (Piconet) 的主设备,就可以测量得到用户的位置信息。

蓝牙技术主要应用于小范围定位,且信号传输不受视距影响。但蓝牙器件和设备的价格比较昂贵,且系统稳定性稍差、受噪声信号干扰大。

(4) 射频识别技术 (RFID)

RFID 是一种以 RF 无线电波辨别物体的自动辨别技术,利用射频方式进行非接触式双向通信交换数据以达到识别和定位的目的。主要原理是利用读取器 (Reader) 发送无线电波信号并植入或贴在物体上的电子标识中,进行无线信号的识别和收集。这种技术作用距离短,一般为十几米。但是,可以在几毫秒内得到厘米级定位精度,且具有传输范围大、成本较低、非接触、非视距等优点。

RFID 已广泛应用于超市、仓库货物管理和销售等场合。目前,射频识别研究的热点和难点在于理论传播模型的建立、用户的安全隐私和国际标准化等问题,且由于其作用距离短、不具备通信能力,因此不便于整合到其他系统之中。

(5) Wi-Fi 技术

Wi-Fi 技术是无线局域网系列标准之 IEEE802.11 的一种定位解决方案,由 Wi-Fi 联盟 (Wi-Fi Alliance) 所持有。该系统采用经验测试和信号传播模型相结合的方式,易于安装,需要较少的热点,能采用相同的底层无线网络结构,系统总精度高。Wi-Fi 的应用已相当普及,被大量布设在写字楼、咖啡厅、机场等许多公共场合,主要用于网线宽带与通信领域,将个人电脑、手持设备等终端以无线方式互相连接、进行信息交互。

在定位领域,它主要应用于小范围的室内定位,成本较低。但无论是室内还是室外,Wi-Fi 接收器都只能覆盖半径 90m 以内的区域,且很容易受到其他信号的干扰,从而影响精度。另外,Wi-Fi 定位器的能耗也较高。

(6) ZigBee 技术

ZigBee 是一种新兴的短距离、低速率无线网络技术,介于射频识别和蓝牙之间,也可以实现用户的室内定位。它有自己的无线电标准,在数千个微小的传感器之间相互协调通信以实现定位。这些传感器只需要很少的能量,以接力的方式通过无线电波将数据从一个传感器传到另一个传感器,所以通信效率非常高。ZigBee 最显著的技术特点是它的低功率和低成本^[13-14]。

3.2 室内主要定位算法

除所采用的传感器种类外,室内环境的定位模型和算法也是一大难点所在。典型室内定位模型可以分为三种基本类型,如图 5 所示:

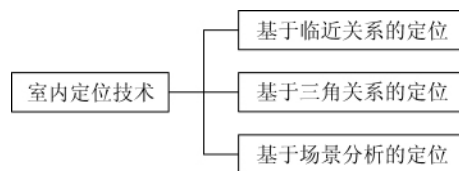


图 5 室内定位技术分类

其中,基于临近关系的定位从原理上类似于室外移动基站的 COO 定位,通过标识系统的辅助,以唯一标识的方式确定终端位置。基于三角关系的定位类似于 AOA、TOA 及 TDOA 定位方法,根据测量得到的物理量,利用几何三角关系计算被测物体的位置。然而,由于室内环境的复杂性与多变性,这两类方法均存在着较大的局限性。

从国内外研究情况来看,目前较为普遍采纳的室内定位方法为基于场景分析的方法。该方法对定位的特定环境进行抽象和形式化,用具体、量化的参数描述定位环境中的各个位置,并用数据库将这些信息集成在一起。观察者根据待定位物体所在位置的特征查询数据库,并根据特定的匹配规则确定物体的位置。基于场景分析的定位的核心是位置特征参数库和匹配规则,它实质上是一种模式识别方法^[15-16]。

然而,这类定位方法通常都需要建立庞大的数据库,让用户进行搜索和匹配,所以其建立与存储会较为困难;当室内环境发生改变时,其更新与维护也会较为棘手。

4 未来 LBS 发展方向

未来 LBS 定位技术的发展,主要体现在多种定位手段的融合以及多重定位环境的覆盖。简单来讲,包含以下几个方面:

(1) 天地一体化定位

卫星定位系统信号覆盖范围广、定位精度较高,地面移动网基站覆盖密度大、信号强度好,因此这两种定位方法和手段可以做到相互补充、互尽所长。未来,这两种手段的结合也必然会更加紧密。

(2) 室内外一体化定位

当前手机定位服务已十分普及,然而主要针对的仍是室外环境。实际上,室内环境下的 LBS 服务应用也同样重要,需求也更为紧迫。

室内环境下,由于卫星信号太弱,使得利用卫星进行定位变得不太现实。目前,室内环境下较理想的移动终端定位方案,还是以局域无线传感技术为基础、辅以移动基站等其他手段来进行的。室内定位问题也已在世界范围内成为一个研究热潮,不少定位方法也已可达优于米级的精度。

相信随着室内定位技术的不断发展和成熟,未来的 LBS 服务必然是同时覆盖室内外多重环境的一体化无缝定位服务^[17]。

5 结语

现代人的生活和工作已离不开手机、PC、PDA 等多种终端设备,同样,也离不开对位置信息的需求。LBS 正是这两者紧密结合的产物。它不仅是导航定位技术与信息通信技术的结合,也是科学技术与商业运作的结合,能够为包括消费者、产品制造商、应用开发商与服务运营商等在内的多方带来共赢的利益和局面。

当然,未来 LBS 技术的发展和进步,还需要克服大量的瓶颈与难题,主要体现在室内定位技术和系统的真正实现与应用,完善的定位模型与算法的研发,以及网络、信息的管理和调度能力等方面。

但有理由相信,随着这些难题的逐个克服,未来的 LBS 将大大超出现有的基础和范畴,变得更为先进和多样化。在定位手段上,将能够综合运用卫星、地面移动网基站以及局域无线传感等多种定位技术;在空间范围上,将不再局限于室外环境,而将是室内外一体化定位服务;在商业运作与推广上,也会随之产生各种更为丰富多样、更加人性化的服务和运营模式。

参考文献

- [1] Federal Communications Commission. FCC Enhanced 911-wireless services[EB/OL]. (2011-05-26)[2012-12-26]<http://www.fcc.gov/911/enhanced/>.
- [2] Mind Commerce. The Definitive Wireless E-911 Reference Guide 2005[EB/OL]. (2005-08-01)[2012-12-26]http://www.researchandmarkets.com/reports/54642/the_definitive_wireless_e911_reference_guide.
- [3] GOODSTEIN L. Location Based Service: Analysis of Carrier Spending[C]. //Devices and Applications for Handset-based and Telematics Services. New York: ABI Research, 2004.
- [4] BARD J D. Time Difference of Arrival Dilution of Precision and Applications[J]. IEEE Trans on Signal Processing, 1999, 47(2): 521-523.
- [5] CHEUNG K W. Least Squares Algorithms for Time-of-arrival-based Mobile Location[J]. IEEE Trans on Signal Processing, 2004, 42(4): 1121-1128.
- [6] 范志平, 邓平, 刘林. 蜂窝网无线定位[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [7] CAFFERY J J. Wireless Location in CDMA Cellular Radio Systems[M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [8] KAPLAN E D, HEGARTY C J. Understanding GPS Principles and Applications[M]. London: Artech House, 1996.
- [9] SHI Hu-li, PEI Jun. The Solution of Navigation Observation Equations for CAPS[J]. Science in China, Series G: Physics, Mechanics & Astronomy, 2009, 52(3): 434-444.
- [10] 施浒立, 杜晓辉, 耿建平, 等. 卫星导航观测方程双曲面交会解[J]. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2010, 40(9): 1192-1196.

-
- [11] 曹 冲. 卫星导航常用知识问答[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [12] 施浒立, 吕子平, 邓中亮, 等. 由通信广播卫星信号辅助的地面移动通信网定位方法: 中国, 201010143009. 2[P]. 2011-10-12.
- [13] 赵 军, 李鸿斌, 王 智. 无线网络室内定位系统研究[J]. 信息与控制, 2008, 37(4): 1-5.
- [14] 张明华. 基于 WLAN 的室内定位技术研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- [15] 李思齐. 基于 Wi-Fi 的定位系统的设计和实现[D]. 北京: 北京交通大学, 2009.
- [16] 汤 丽, 徐玉滨, 周 牧, 等. 基于 K 邻近算法的 WLAN 室内定位技术研究[J]. 计算机科学, 2009, 36(4B): 54-57.
- [17] 施浒立, 景贵飞. 卫星导航技术新进展[C]//中国科学院. 2011 新技术发展报告. 北京: 科学出版社, 2011.