

定位技术 解问

周文红 黄 巍
严学纯 梁朝军 © 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

定位技术解问 / 周文红等编著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-115-37710-4

I. ①定… II. ①周… III. ①移动通信—定位系统—问题解答 IV. ①TN929.5-44

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第285166号

内 容 提 要

本书以问答的形式对移动定位技术所涉及的问题进行了全面的梳理和描述, 主要内容包括: GPS 定位技术原理、移动通信技术与 GPS 技术的结合——AGPS 的原理、移动定位业务流程、Wi-Fi 等新兴定位技术、北斗定位技术等。

◆ 编 著 周文红 黄 巍 严学纯 梁朝军

责任编辑 李 静

责任印制 程彦红

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 13

2014 年 12 月第 1 版

字数: 162 千字

2014 年 12 月北京第 1 次印刷

定价: 50.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

编 委 会

主 任：孙小红

副主任：柏国林 谌 刚 张 强

编写组：宫云平 黄 挺 郭凤延 渠 凯 伍思源 蓝曾威

马卫民 王 颖 赵彦杰 王红晓 邢学锋 卢 凌

杜 涛 刘婷婷 赵立刚 赵其鹏 姚 平 冯 茹

岳 荣 王艳春 杨 涛 张志英 杨 恒 杨 剑



纵观当今世界，世界发展格局正面临深刻变革，信息产业成为新时期全球战略制高点，我国“十二五”规划把全面提高信息化水平，加快建设下一代国家信息基础设施，推动工业化和信息化深度融合，推进经济领域、社会各领域信息化列为其中的重要工作，加快我国作为创新型国家的建设步伐。

随着 3G 的普及、4G 时代的开启以及移动智能终端的发展，移动互联网产业进入前所未有的飞跃发展期，成为我国的战略性新兴产业之一，对社会生产、生活方式产生了深刻而久远的影响。前瞻产业研究院发布的《中国移动互联网行业市场前瞻与投资战略规划分析报告前瞻》数据显示，截至 2013 年年底，中国手机网民超过 5 亿，占比达到 81%。伴随着移动终端价格的下降及 Wi-Fi 的广泛铺设，移动网民呈现爆发趋势，移动互联网全面超越 PC 互联网，引领时代发展新潮流。

聚焦移动互联网这一战略性新兴产业，除了移动化、智能化的发展给人们的生活带来很大便捷、催生了很多新兴业务之外，移动互联网和传统行业的融合，必将改变传统的商业运营模式，提高社会生产效率。一方面移动互联网可以作为传统业务快速推广的手段，如电商、微信等行业 APP 或者推广平台，另一方面移动互联网也重构了传统行业的商业模式，如金融、医疗、教育、旅游、交通、传媒等领域的业务改造。



移动互联网，既可以看作是移动通信的互联网化，也可以看作是互联网的移动化，无论如何，个人化、移动化已经成为移动互联网的显著特征，随着手机作为载体开始搭载 GPS 功能，基站、Wi-Fi 等各种定位技术的发展，位置信息已经成为移动互联网中最为重要的特征，在 AppStore 前 500 位的应用当中，有近 1/3 的应用都使用了位置服务，可以说，位置服务已经成为移动互联网业务的标准配置。目前，位置业务已经覆盖了大众市场、行业和政府应用、国防安全等多领域，未来移动互联网与位置服务的融合必将更为深入，移动定位业务也将迎来更大的发展。

本书的作者从事定位业务运营维护工作多年，为帮助广大读者了解定位的相关概念、技术和应用，他们根据自身工作、学习中的心得编写了这本书，相信一定会成为研究和实践定位业务读者的有益参考。在写作形式上，本书以一问一答的较为新颖的写作形式进行内容阐述，既增强了论述的针对性和趣味性，又能够让读者快速、明确地定位到想要了解的内容，减轻阅读难度，提高阅读效率。



从古至今，人类对于位置服务的渴求以及定位技术的研究从来不曾停歇。古代人民就学会了利用烟雾信号来确定位置和传递信息，利用日月星辰等天体位置指明方向，发明指南针为航海家们提供导航。20 世纪初，人们通过测量无线电信号的强度、时延等方法进行定位，定位准确性大大提高，GPS 系统的问世更是定位行业的里程碑事件，特别是 2000 年 5 月 1 日起停止对民用 GPS 信号的加扰后，民用 GPS 的定位精度达到实用化水平，GPS 基本上成为了个人定位的代名词。

21 世纪随着移动互联网的发展，GPS、基站、Wi-Fi 等各种定位技术的成熟和智能手机的出现，移动定位业务进入飞跃发展期，谷歌、百度、腾讯等互联网巨头纷纷建设位置服务能力平台并对外提供接口调用，众多的 APP 提供基于位置的应用使得 LBS 服务在中国发展壮大，围绕位置信息的生活服务和营销业务已经成为新的互联网经济发展重点。

本书从定位技术、位置服务产业链、定位服务应用以及定位业务运营维护，四大方面，较为全面地对定位服务各领域的关键问题进行了论述。全书分为六篇：引入篇从定位技术和位置服务的发展历程开始介绍，将读者带入 LBS 世界，并概括介绍了典型的定位技术、国际标准以及位置服务给人们生活带来的影响；技术篇全面介绍了当前使用的各种定位技术，从定位原理、系统组成、定位算法、



典型应用等方面进行阐述，并对各种定位技术的特点进行了总结比较；产业链篇全面介绍了位置服务产业链、各环节的角色、作用和影响以及位置服务产业链的发展状况、主流提供商以及服务能力；应用篇介绍了定位业务的分类方法，对行业应用和公众应用中的典型应用从功能、原理、架构和流程等方面进行了阐述；运营维护篇对定位业务关键指标、定位业务质量提升和排障思路、定位基础数据的维护和常见故障案例进行了介绍；总结篇对 LBS 的未来进行了展望。

本书的读者对象可涵盖参与研究、开发、设计、应用定位技术的相关从业人员，同时也可作为各类院校中开展该研究方向课程的参考书籍。

由于本书涉及面广，笔者知识水平和技术能力有限，书中难免有疏漏或不当之处，敬请广大读者和专家批评指正。



定位技术解问

目录

【引入篇】	1
【技术篇】	15
【卫星定位子篇】	15
【基站定位子篇】	39
【Wi-Fi 定位子篇】	45
【IP 定位子篇】	53
【其他定位技术】	58
【混合定位子篇】	72
【定位技术比较】	92
【产业链篇】	95
【终端篇】	102
【位置服务平台篇】	125
【配套篇】	131
【SP 篇】	139



【应用篇】	143
【行业应用篇】	148
【公众应用篇】	163
【运营维护篇】	179
【总结篇】	195



【引入篇】

1. 什么是定位服务

“定位服务”也称为“位置服务”或“基于位置的信息服务”，来源于英文 LBS(Location Based Service)。早在 1994 年，美国学者 Schilit 首先提出了位置服务的三大目标：你在哪里（空间信息）、你和谁在一起（社会信息）、附近有什么资源（信息查询），这也构成了 LBS 最基础的内容。2004 年，学者 Reichenbacher 将用户使用 LBS 的服务归纳为五类。

（1）自我定位：通过 LBS 获取我的位置。

（2）路线导航：通过 LBS 获取从这到那的导航路线或者智能规划路线。

（3）信息查询：通过 LBS 查询具体的对象或信息。

（4）基于位置的识别：相当于知道了一个点，就知道这个点是什么或者这个点和什么东西相关。

（5）突发事件服务：当出现特殊情况时向相关机构发送带求救或查询的个人位置信息。

从技术角度，定位服务实际上是移动设备、定位技术、通信网络、服务与



内容等多种元素融合的产物，因此不同技术领域的人员对定位服务有着不同的理解，就其本质来说是一种与空间位置有关的新型服务，通过一种或一组定位技术获取用户位置信息并将信息提供给用户本人、他人或通信系统，最终向用户提供位置相关的增值业务。它包括两层含义：首先是确定移动设备或用户所在的地理位置，其次是提供与位置相关的各类信息服务。

2. 定位技术的发展历史

定位技术是定位服务发展的重要基础，下面我们就来回顾一下人类定位技术的发展历程。

烟雾信号：公元前 11 世纪，从美国的印第安人到古代中国人，烟雾信号不仅可以用来寻找回家的路，而且还可传递信息。

家鸽：公元前 1000 年，某些品种的野鸽经过驯养，即使是在千里之外也能寻找到返家的路，主要用在信使服务和自我导航。

天体导航：公元前 10 世纪，人类就知道如何以太阳或星辰来判断纬度，直到 18 世纪中期，钟表商 John Harrison 发明了精密计时器后，人们通过追踪家与当前位置的时间变化计算出经度。

指南针：公元 1100 到 1200 年间，航海家们通过指向地球两极的指南针，最终确定前行方向以及纬度，后又逐步扩展到经度。

无线电测量：20 世纪初，通过测量无线电信号的强度，轮船、飞机和部队可以远距离估算自己的坐标。

卫星 GPS：GPS 系统建设始于上世纪 60 年代，至 90 年代中期部署完成，利用围绕地球转动的 24 颗卫星测量接收器的位置。附近的人造卫星发送带有时间戳的消息，然后接收器根据信息收发时延计算到每个卫星的距离，由此定位

自身坐标。

车载 GPS: 20 世纪 90 年代, 车载 GPS 导航系统是首款获得大众消费者青睐的专用 GPS 设备, 是司机的必备工具, 包括地图和导航功能。美国总统克林顿下令从 2000 年 5 月 1 日起停止民用 GPS 的 S/A (Selective Availability) 政策, 对民用码不加干扰, 使民用 GPS 的定位精度达到平均 6.2 米的实用化水平, 由此催生了车载导航的蓬勃发展。

移动定位技术的发展和融合: 21 世纪初, 手机作为载体开始搭载 GPS 功能, 民用 GPS 受众得到巨大扩充。2007 年 1 月苹果手机横空出世, 2008 年 9 月第一部安卓手机问世, 从此智能手机进入快速发展期。一方面, 智能手机允许第三方开发者调用手机定位模块, 给手机定位应用的发展带来了巨大影响; 另一方面, 单纯依靠 GPS 定位不能满足人们对室内定位服务的需求, 从基站定位到 Wi-Fi 定位, 以及 RFID 定位、ZigBee 定位、蓝牙定位等多种室内定位技术发展, 提供了更加精准的室内定位服务。在多种定位技术发展基础上, 移动互联网巨头更是打造了基于卫星、基站、Wi-Fi 等多种定位手段的混合定位能力, 为用户提供全方位的位置服务。

3. 位置服务产业的发展历程

从历史发展的角度看, 位置服务伴随着定位技术发展的历程很早就已经出现, 本问题主要从位置服务形成产业开始, 介绍了近期 LBS 业务发展的几个重要阶段:

(1) 第一个阶段是 LBS 胚胎期 (20 世纪 70 年代—20 世纪 90 年代中后期)

从上世纪六七十年代美国建设 GPS 卫星系统开始, LBS 的应用就拉开了帷幕。GPS 的设计初衷是为陆、海、空三大领域提供实时、全天候和全球性的导



航服务，并用于情报收集、核爆监测和应急通信等一些军事目的。这种情况下，定位以及基于定位结果的应用这两个概念已经诞生。

上世纪 70 年代，美国颁布了 911 服务规范，基本的 911 业务（Basic 911）是要求 FCC（美国通信委员会）定义的移动和固定运营商实现的一种关系国家和生命安全的紧急处理业务，要求电信运营商在紧急情况下，可以跟踪到呼叫 911 号码的电话的所在地。而这个时候，第一代手机才刚刚可以投入运营，因此此时提及的定位主要针对有线的定位。

美国 E911 法规：1993 年 11 月美国女孩詹尼弗·库恩遭绑架之后被杀害。在这个过程当中，库恩用手机拨打了 911 电话，但是 911 呼救中心无法通过手机信号确定她的位置。由于这个事件，导致美国的 FCC（美国通信委员会）在 1996 年推出了一个行政性命令 E911，要求强制性构建一个公众安全网络，即无论在任何时间和地点，都能通过无线信号追踪到用户的位置。美国通信委员会定义的无线 E911 主要有两个版本：第一个版本要求运营商通过本地 PSAP（Public Safety Answering Point）进行呼叫权限鉴权，并且获取主叫用户的号码和主叫用户的基站位置；第二个版本要求运营商提供主叫用户所在位置精确到 50 ~ 300m 范围的位置信息，采用的定位技术包括基于移动基站的 AOA（angle of arrival）、TDOA（time difference of arrival）、location signature（位置区标识）以及卫星定位。从某种意义上来说，是 E911 促使移动运营商投入大量的资金和力量来研究位置服务，从而催生了 LBS 市场的蓬勃发展。

（2）第二个阶段是 LBS 导入期（20 世纪 90 年代末—21 世纪初）

1999 年，美国高通公司开始了专门针对无线设备的个人定位技术的研发，即 gpsOne。它是一种基于基站定位的无线辅助 AGPS，并且与 CDMA 网络特有的高级前向链路 AFLT 三角定位法有机结合，实现高精度、高可用性和较高速

度定位。美国 Sprint PCS 和 Verizon 分别在 2001 年 10 月和 2001 年 12 月推出了基于 gpsOne 技术的定位业务。2001 年 12 月,日本的 KDDI 推出第 1 个商业化位置服务,日本的 LBS 市场产值在 2004 年就达到 5.5 亿美元。韩国的 KTF 于 2002 年 2 月利用 gpsOne 技术成为韩国首家在全国范围内通过移动通信网络向用户提供商用移动定位业务的公司。在我国,中国移动在 2002 年 11 月首次开通位置服务,如移动梦网品牌下面的业务“我在哪里”、“你在哪里”、“找朋友”,提供 STK 与 GPS 结合的定位解决服务;2003 年,中国联通在 BREW 平台上推出了基于高通公司 gpsOne 技术的“定位之星”业务,用户可以在较快的速度下体验下载地图和导航类的复杂服务;而中国电信和中国网通似乎也看到了位置服务的诱人前景,启动在 PHS(小灵通)平台上基于基站定位的位置服务业务。

在这个时期,LBS 普遍被应用于交通安全管理与应急联动领域开发相关的运输监控管理系统,如公交、出租、货运、长途客运、危险品运输、内陆航运等。但是由于当时移动通信的带宽很窄、GPS 的普及率很低,几大运营商虽然热情很高,但是整个市场并没有如预期顺利启动,在一个很长的时间反响平淡。

2004 年—2006 年期间,LBS 慢慢走向成熟,但是 LBS 的市场应用以及消费者对 LBS 的需求并不像互联网那么活跃,这一阶段的 LBS 以基于 GPS 的位置服务为代表,主要的产品有路线导航、位置监控、车载导航,其中车载导航发展到高峰阶段,但由于这个阶段的产品成本相对较低,涌现出了大量 LBS 服务企业,但大多数还处于小作坊的生产模式,竞争相当激烈,导致市场恶性竞争、服务质量差、投诉多等问题,同时由于产品缺少多样性,用户的需求并没有真正被激发出来。

(3) 第三个阶段 LBS 飞跃发展期(2007 年至今)

这个阶段 LBS 应用得到快速发展,市场规模以每年 80% ~ 100% 的速度增长。



通信运营商、地图厂商、软件开发商、终端厂商等整个 LBS 产业链中的众多参与者都积极投入其中，有如下几个原因促使了 LBS 市场的快速发展：

1) 定位技术的发展：无线技术和硬件设施得到完善，定位技术和方法也得到了有效的补充，特别是 Wi-Fi 定位技术的出现为 LBS 提供了更加宽广的发展空间。

2) 互联网地图的发展：自 2005 年谷歌推出 Google Maps 后，互联网地图市场快速发展。互联网地图的发展给 LBS 应用注入了新的活力。基于互联网地图的位置服务给广大人民的工作和生活带来了极大的便利，并创造了越来越大的市场，典型的互联网地图有谷歌地图、百度地图等。

3) 智能手机走进普通用户的视野：2007 年苹果手机问世、2008 年安卓手机问世，从此智能手机快速发展。智能手机允许第三方开发者开发程序，基于手机位置的应用大量出现，促进 LBS 应用发展。

4) 移动网络的发展：2.5G(GPRS)、3G 及 4G LTE 给更多的用户带来了高速、低廉的网络流量体验，使得用户对数据网络的黏度越来越高，为包括 LBS 在内的互联网服务创造了越来越好的网络条件。

2007 年以贝多为代表的基于 LBS 的社交网络产品上线，2009 年在 Foursquare 等国外 LBS 网站成功试水的示范带动下，中国兴起了一股 LBS 热潮，到 2011 年上半年，国内的 LBS 公司一度多达五六十家。然而，进入 2011 年下半年，LBS 行业用户积累困难，用户黏性不高，网站模式陈旧，盈利模式不清晰等问题开始逐渐显现。2012 年，随着 Foursquare 等签到网站的转型，国内 LBS 网站进入集体沉寂期。

随着谷歌、百度、腾讯等互联网企业建设位置服务能力平台并对外提供接口调用，众多的 APP 提供基于位置的应用使得 LBS 服务在中国发展壮大。例如

微信的“查找附近的人”、“摇一摇”、“漂流瓶”这3个娱乐功能都融入了基于“LBS”的地理位置技术，其他应用如墨迹天气、网购货品实时跟踪等都融入了位置的因素。在2013年，有关移动互联网的合纵连横不断上演：百度已经形成完整的“一体化生活服务平台”生态链条，阿里巴巴全资收购高德地图，腾讯入股大众点评，打车应用寡头滴滴、快的各占半壁江山，高德和百度同时宣布其手机导航应用免费等。诸多事件充分表明，互联网巨头们正积极将位置服务概念整合进各自的业务中，围绕位置信息的生活服务和营销业务已经成为新的互联网经济发展重点。

导航定位协会2014年4月15日在京发布的《中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书（2013年度）》显示，2013年，我国卫星导航与位置服务产业总产值超过1040亿元。其产值相比2012年增加了28.4%。报告指出，北斗应用将迈上新台阶，互联网经济将开辟位置服务新局面。预计2015年产业年产值将达到2000亿元左右，位置服务产业已进入高速增长时代。

4. 定位技术与移动通信的融合给人们的生活带来了什么改变？

逛街累了想找一家附近的咖啡厅休息一会儿，开车到一个商业区想知道哪儿有空的停车位，网上买了件衣服想知道快递派送到哪里了，身为路盲却要开车去一个陌生的城市，发现一件漂亮的衣服想立马分享给朋友在哪儿买。如今想要解决这些问题相当简单，只要你有一台智能手机，装上相应的APP客户端程序就可以实现你的梦想！

定位服务是移动通信技术、空间定位技术、地理信息系统技术等多种技术融合发展到特定历史阶段的产物。目前各种定位业务已经深入应用到社会各行业以及普通百姓的生活中，给企业管理带来了巨大的帮助，让人们的生活方式



发生了巨大的改变。

定位服务主要分为行业应用和公众应用。对于行业应用来说，定位服务主要应用于政府机构、物流、警务、中小企业管理等领域。比如过去，货运公司想跟踪货物的位置极其困难，有时甚至是不可能的，而现在，随着通信技术的发展和 LBS 技术的广泛应用，货运公司可以通过 LBS 跟踪定位来实现对货物的遥控跟踪，保证货物能通过最佳路径、最优安排被准确及时运送，降低成本。司法监控可以对矫正人员的手持终端进行定位和互发短信，实现对矫正人员的有效区域监管、越界告警、越界惩罚等。定位服务在公众领域的应用更是百花齐放，最早出现的是手机导航应用，高德、凯立德、灵图等等导航工具帮助你不再需要出行前辛苦预习制定行车路线；大众点评、翼周边等应用让你随时掌握周边美食、购物、酒店、团购、娱乐等生活信息，成为你的贴身生活助理；墨迹天气等天气预报 APP 会自动根据你身处的地区为你推送当地的天气预报；微信摇一摇，轻摇手机，微信会帮您搜寻同一时刻摇晃手机的人，帮助你结交新朋友。近两年流行的滴滴打车和快的打车更是为打车乘客和出租车司机量身定做，乘客可以通过 APP 就能看到周围行驶的出租车，对着手机说出所在位置及目的地就可以叫来出租车，司机也可以通过 APP 安全便捷地接生意，同时通过减少空跑来增加收入。

我们正步入移动互联网时代，移动互联网与定位技术相结合的应用将越来越深地融入到人们的工作与生活中，提供更加丰富多彩的服务。

5. 带给用户完善的位置服务体验需要哪些角色的参与？

定位服务的本质包括两层含义：首先是确定移动设备或用户所在的地理位置，其次是提供与位置相关的各类信息服务。第一层含义可以认为是位置服务