



LBS核心技术揭秘

LBS是移动应用的本质，如果你对此感兴趣，
那么本书将是你深入探索LBS世界的不二之选。

贾双成 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn



LBS核心技术揭秘

贾双成 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书是作者根据实际的软件研发经验编写而成的,它弥补了目前 LBS 核心技术领域的市场空白,内容均是作者在 LBS 领域中实际工程经验的总结。全书内容包括三部分: LBS 基础知识、技术架构和核心技术,内容涵盖 LBS 研发的所有关键技术,包括 GIS 知识、编程知识、技术架构、数据处理、数据挖掘、导航、显示、搜索、网络传输和后台服务。每章内容相对独立。

本书内容没有华而不实的泛泛之谈,每一部分内容对实际的代码开发都有很大的帮助,希望本书能成为 LBS 开发人员必备的一本案头书。

本书不是一本读完一遍就可以束之高阁的快餐读物,而是一本能解决 LBS 开发人员疑难问题的参考手册。希望本书能助你成为一名 LBS 开发的行家或快乐的程序员。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

LBS 核心技术揭秘 / 贾双成编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.7
ISBN 978-7-121-26214-2

I. ①L… II. ①贾… III. ①地理信息系统—研究 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 116148 号

策划编辑: 孙学瑛

责任编辑: 李利健

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 15.5 字数: 297 千字

版 次: 2015 年 7 月第 1 版

印 次: 2015 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

献给我的儿子——阳明
小家伙，世界因你而不同！

前言

只要打开智能手机，你就会发现 LBS 应用已成为主流，比如：美团、糯米、高德地图、陌陌等。但目前在市场上却没有一本书来揭示 LBS 的核心技术。在今天的图书市场上，虽然我们能看到很多关于网页开发、手机开发、语言编程或者地理信息系统（GIS）的书，但这些书对我们开发 LBS 的应用来说，都只是在描述一些“外壳”，并没有揭示出 LBS 本身内在的核心技术。

LBS 技术覆盖范围广，包含了多个领域的知识，这些领域不仅包括一些已经形成专业的领域，比如：GIS、计算几何、数据挖掘、图像处理、网络通信、图论、三维渲染等，还包括一些新兴的工程领域，比如：TMC、Web Service 等。

由于 LBS 技术覆盖的范围如此广泛，在工作中，我常常看到的一种情形是：很多同事是 GIS 技术出身，对 GIS 领域的知识很精通，但对计算机领域的知识却并不明白；而另一些同事是学计算机知识出身，对计算机很精通，但对 GIS 并不了解。由于大家的知识结构是如此不完整，所以在实际工作中，普遍存在学习成本高、进步慢的状况。我经常看到的一种情况是：不管是什么专业的人，只要新进入 LBS 行业，往往不能立刻工作，要经历极长的学习周期。即使是 LBS 行业的老兵，也往往跟不上 LBS 已经或者正在发生的翻天覆地的变化，很多人的知识仍然停留在 GIS 时代，知识面严重受限。

看起来，LBS 已经成为一个包罗万象，谁都说不清楚的领域。但是作者在实际工作中发现，其实真正对 LBS 工作有用的知识并不是很多，因为许多同事可能就是在靠一两个算法过日子，只不过这些并不神秘的算法却被“封印”了而已。

我进入 IT 领域已经十年了，进入 LBS 领域也有五年。在 LBS 领域，我也经历了一个漫长的黑暗的摸索过程，所以，我希望把我在工作中常用到的技术系统地写出来，以供 LBS 领域的朋友参考。希望新人能够快速成长，少走弯路；也希望 LBS 领域的老人能借此书总结或归纳自己的知识。

现在的 LBS 浪潮只是一个开始，仅是揭开了一个序幕而已。我相信，在 LBS 领

域，肯花时间来系统地学习一点知识是值得的。因为不管我们是得过且过，还是选择做点什么，时间总是要流走的。将时间投资在一个能长期蓬勃向上发展的领域是值得的。

一本参考书需要经过许多人的使用和反馈之后才能变得更加完善。由于本书作者的经验和时间有限，书中的错误和纰漏难免，敬请读者不吝指正。

贾双成

致 谢

感谢在以往十年的工作中，所有曾与我在一起工作的同事，与你们在一起工作是本书的灵感来源。

感谢高德所提供的良好开发环境，以及俞永福总裁对本书的支持。

感谢叶旻提供了一个对开发人员来说比较简单的环境，让我能够静下心来总结以往的知识，并能一直保持对新知识的汲取和学习。

在本书的内容审核上，许多同事都提出了一些宝贵的建议，这些同事包括陈岳、王奇、逯志欣、刘义洲、胡守兴、朱玟征、张志斌、邹剑章。

感谢正在阅读本书的读者。我知道，你正走在成为未来 LBS 中坚人物的路上。这一路上，你要知道，你并不孤独，阅读本书，我即与你同在。

贾双成

博文视点本季最新最热图书



《Netty权威指南 (第2版)》

李林峰 著
ISBN 978-7-121-25801-5
2015年5月出版
定价: 89.00元
国内首次深入剖析 Netty 著作升级版, 更全面系统讲解原理、实战和源码, Java 工程师必读
Hadoop, Storm, Spark, Facebook, Twitter, 阿里巴巴都在使用 Java 高性能 NIO 通信框架 Netty



《Java虚拟机精讲》

高翔龙 编著
ISBN 978-7-121-25705-6
2015年5月出版
定价: 69.00元
Java 程序员人人必备的 JVM 入门经典, 轻松易懂的 JVM 技术细节, 掌握大数据技术 Hadoop, Storm 和 Spark 的必备基础



《实战Java虚拟机——JVM故障诊断与性能优化》

葛一鸣 著
ISBN 978-7-121-25612-7
2015年3月出版
定价: 79.00元
通过 200 余示例详细讲解 Java 虚拟机中的各种参数配置、故障排查、性能监控以及性能优化, 技术全面, 通俗易懂



《OpenCV3编程入门》

毛星云 等著
ISBN 978-7-121-25331-7
2015年2月出版
定价: 79.00元
OpenCV 在计算机视觉领域扮演着重要的角色。作为一个基于开源发行的跨平台计算机视觉库, OpenCV 实现了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。



《Spring Batch 批处理框架》

刘相 编著
ISBN 978-7-121-25241-9
2015年2月出版
定价: 69.00元
国内首次全面解析 Spring Batch 批处理框架的中文原创图书!
大数据时代数据批处理利器学习必备!



《OpenStack企业云平台架构与实践》

张小斌 著
ISBN 978-7-121-24690-8
2014年11月出版
定价: 69.00元
作者经验丰富, 从架构的层面、以结合理论和工程的角度, 对 OpenStack 构建企业云平台进行全面讲解



《Cocos2d-JS开发之旅——从HTML5到原生手机游戏》

郑高强 著
ISBN 978-7-121-25608-0
2015年3月出版
定价: 79.00元
腾讯高级工程师亲身开发经验, Cocos2d-x 联合创始人力荐



《云计算网络珠玑》

李俊武 著
ISBN 978-7-121-25377-5
2015年3月出版
定价: 69.00元
从网络的基本原理、SDN 架构到 neutron 实践, 国内第一本深入分析 neutron 底层网络原理的网络技术书籍



Boost程序库完全开发指南——深入C++“准”标准库 (第3版)

罗剑锋 著
ISBN 978-7-121-25313-3
2015年3月出版
定价: 99.00元
Boost 是一个功能强大、构造精巧、跨平台、开源并且完全免费的 C++ 程序库, 有着“C++‘准’标准库”的美誉。



《游戏自动化测试实践》

陈大卫 李建玲 著
ISBN 978-7-121-25216-7
2015年2月出版
定价: 69.00元
国内首次全面解析游戏自动化测试的图书!

欢迎投稿:

投稿邮箱: jsj@phei.com.cn
editor@broadview.com.cn
读者信箱: market@broadview.com.cn
电话: 010-51260888

更多信息请关注:

博文视点官方网站:
http://www.broadview.com.cn
博文视点官方微博:
http://t.sina.com.cn/broadviewbj

博文视点诚邀精锐作者加盟

十载耕耘奠定专业地位

以书为证彰显卓越品质

《C++ Primer (中文版) (第5版)》、《淘宝技术这十年》、《代码大全》、《Windows内核情景分析》、《加密与解密》、《编程之美》、《VC++深入详解》、《SEO实战密码》、《PPT演义》……

“圣经”级图书光耀夺目,被无数读者朋友奉为案头手册传世经典。

潘爱民、毛德操、张亚勤、张宏江、咎辉Zac、李刚、曹江华……

“明星”级作者济济一堂,他们的名字熠熠生辉,与IT业的蓬勃发展紧密相连。

十年的开拓、探索和励精图治,成就博古通今、文圆质方、视角独特、点石成金之计算机图书的风向标杆:博文视点。

“凤翱翔于千仞兮,非梧不栖”,博文视点欢迎更多才华横溢、锐意创新的作者朋友加盟,与大师并列于IT专业出版之巔。

英雄帖

江湖风云起,代有才人出。

IT界群雄并起,逐鹿中原。

博文视点诚邀天下技术英豪加入,

指点江山,激扬文字

传播信息技术,分享IT心得

· 专业的作者服务 ·

博文视点自成立以来一直专注于IT专业技术图书的出版,拥有丰富的与技术图书作者合作的经验,并参照IT技术图书的特点,打造了一支高效运转、富有服务意识的编辑出版团队。我们始终坚持:

善待作者——我们会把出版流程整理得清晰简明,为作者提供优厚的稿酬服务,解除作者的顾虑,安心写作,展现出最好的作品。

尊重作者——我们尊重每一位作者的技术实力和生活习惯,并会参照作者实际的工作、生活节奏,量身制定写作计划,确保合作顺利进行。

提升作者——我们打造精品图书,更要打造知名作者。博文视点致力于通过图书提升作者的个人品牌和技术影响力,为作者的事业开拓带来更多的机会。



联系我们

博文视点官网: <http://www.broadview.com.cn>

CSDN官方博客: <http://blog.csdn.net/broadview2006/>

投稿电话: 010-51260888 88254368

投稿邮箱: jsj@phei.com.cn



目 录

第 1 部分 LBS 基础知识

第 1 章 基于位置的服务	2
1.1 背景	2
1.2 含义	2
1.3 包含的领域	4
1.4 展望	5
第 2 章 基础知识	6
2.1 地图、测绘及坐标系	6
2.1.1 地图和测绘的演变	6
2.1.2 地图采集、制作	9
2.1.3 地理坐标系	10
2.2 编程基础知识	14
2.2.1 排序方法	14
2.2.2 数据结构	23

第 2 部分 LBS 常用技术架构

第 3 章 LBS 数据及编译的架构	38
3.1 数据的架构	38
3.1.1 点	39

3.1.2	线	41
3.1.3	线、点、线	43
3.2	数据编译器的架构	53
3.2.1	交换格式的数据编译架构	53
3.2.2	物理格式的数据编译架构	54
第4章	LBS引擎的架构	56
4.1	内存和磁盘	56
4.2	操作系统原理	59
4.3	设计模式	63
4.4	引擎架构	64
4.4.1	五个要点	64
4.4.2	一个失败的案例	65
4.4.3	建议	66
4.4.4	一个LBS引擎的实施方案	67

第3部分 LBS各模块的核心技术

第5章	数据处理	74
5.1	几何数据处理	74
5.1.1	地图的结构	74
5.1.2	空间索引	76
5.1.3	几何图形	86
5.1.4	常用技巧	90
5.2	图像处理	98
5.2.1	傅里叶变换	99
5.2.2	线性滤波器	101

第 6 章	数据挖掘	104
6.1	相似度	104
6.1.1	距离	104
6.1.2	相关系数	109
6.2	数据分类	113
6.2.1	聚类	113
6.2.2	机器学习	115
6.3	图像识别	126
6.3.1	RANSAC 算法	126
6.3.2	HOUGH 变换	130
第 7 章	导航	133
7.1	定位	133
7.2	算路	136
7.2.1	遍历式算法	136
7.2.2	启发式搜索	137
7.3	路径引导	139
7.4	TMC	142
第 8 章	显示	146
8.1	基本显示要素	146
8.1.1	分层显示和渲染	146
8.1.2	三角剖分	152
8.1.3	曲线拟合	156
8.2	3D 显示	162
8.2.1	3D 场景	162
8.2.2	DTM 显示	165
第 9 章	搜索	167
9.1	兴趣点	167
9.2	推荐系统	167

9.3 名称搜索	171
第 10 章 网络传输	182
10.1 计算机通信原理	182
10.1.1 进程间通信	183
10.1.2 网络通信	189
10.2 压缩算法	196
10.3 数据检验	202
第 11 章 后台服务	204
11.1 Web Service	204
11.2 高并发	221
11.3 多线程与多进程	225
11.3.1 多线程	226
11.3.2 多进程	228

附 录

附录 A LBS 各领域常用的开发资源（常用库及 API）	232
附录 B 本书主要术语的定义或说明	233

第 1 部分 LBS 基础知识

基础是经典的代名词

基于位置的服务

智能手机及移动应用深刻地改变了人们的生活,而LBS(Location-Based Services, 基于位置的服务, 简称LBS)正是移动应用区别于PC应用的主要特征。

1.1 背景

每一项新技术的出现都会产生新的商机,重大的科技创新尤其如此。智能手机作为这种革命性技术的代表,已经对人们的日常生活产生了巨大的影响。如今,不管是在地铁上,还是在餐馆里吃饭,低头看手机的人群已经占了大多数。

智能手机的出现不仅改变了人与人的交流方式(比如:微信、陌陌),也改变了人的购物方式(比如,O2O的团购App:美团、糯米等),还改变了人的工作方式(比如:GPS定位下的物流或销售人员的管理)、娱乐和休闲方式(比如:各种智能手机的游戏应用)。在这些智能手机所带来的改革浪潮中,基于位置的服务已经拔得头筹。

1.2 含义

LBS(基于位置的服务)通过无线电通信网络(如通信运营商的GSM网、CDMA网或网络Wi-Fi)或外部定位方式(其中,用GPS定位来获得用户位置的方法是目前的主流方法)获取移动终端用户的位置信息(某种地理坐标),在GIS(Geographic Information System,地理信息系统)平台的支持下,为用户提供的某种服务(比如:O2O、社交、游戏等)。

LBS通过一组定位技术获得移动终端的位置信息(如经纬度坐标数据),从而实现各种与位置相关的服务。LBS实质上是一种与空间位置有关的服务的统称。

一般情况下,LBS系统由以下模块组成。

- 空间位置获取(定位平台);
- 地理信息系统(GIS);

- 业务服务；
- 信息传送；
- 移动智能终端。

其中，各模块的含义如下。

（1）空间位置获取系统

该模块主要通过定位技术获取移动客户准确的地理位置，这里的地理位置数据是 LBS 系统的基础。该模块通常由一些定位模块（采用 GPS 或者 Wi-Fi，或者移动网络基站定位）构成。

（2）地理信息系统（GIS）

该模块一般体现为地图，可以自建，也可以使用第三方的大型地图服务商（如高德地图、百度地图等）所提供的 GIS 服务。GIS 是整个位置服务系统的基础，负责将移动终端的地理数据信息转换成地图中可视化位置的功能。一般情况下，我们从定位系统中只能获取到终端的三维地理空间坐标，这种数据只有通过 GIS 的处理，才能为业务服务系统所用。得到客户的地理位置信息也就相当于得到了客户的位置，只有得到了客户的位置，才能向客户提供相应的 LBS 服务。

（3）业务服务系统

该模块为客户提供具体的业务服务。根据不同的市场细分，业务服务系统可以为不同类型的客户提供不同的服务，如为时尚青年提供基于位置的游戏、聊天、交友服务，为家庭客户、商务人士提供移动保姆、交通导航、商业广告服务，为行业用户提供车辆调度、紧急救援、物流配送服务等。

另外，业务服务系统还负责隐私管理、用户认证管理、业务管理和计费管理等功能。

业务服务系统使移动客户可以获取他所需要的服务，如客户需要通过定位服务查询附近有哪些著名的花店、酒家信息。周围的这些花店或者酒家信息往往是业务服务提供系统的合作商家，其具体信息已事先录入业务系统，并与自建或第三方的地理信息系统相关联。以用户在团购网站搜索酒家为例，当用户在搜索某个酒家时，业务提供方可以用地理信息系统来展示酒家的位置，也可以借助地理信息系统来展示用户距离某酒家的距离。

(4) 信息传送系统

该模块是指客户和内容提供商之间的网络传送平台。目前比较成熟的传送平台是无线网络或移动运营商的 2G/3G/4G 网络。

(5) 移动智能终端

该模块是用户唯一接触的部分，手机、Pad 均可作为 LBS 的用户终端。在信息化的现代社会，由于智能手机有完善的图形显示能力、良好的通信端口、友好的用户界面和完善的输入方式（键盘控制输入、手写板输入、语音控制输入等），且因为便携性出众。因此，智能手机已成为个人 LBS 终端的首选。

1.3 包含的领域

LBS 服务包含的领域如下。

- 物流（榜样企业：顺丰、沃尔玛）；
- O2O（榜样企业：美团、淘点点）；
- 拼车（榜样企业：快的、滴滴、神州租车）；
- 旅游；
- 导航（榜样企业：高德地图）；
- 社交（榜样企业：陌陌）；
- 游戏等。

具体地说，目前国内流行的 LBS 服务已数不胜数，包括：高德地图、百度地图、微信、美团、街旁等。打开如今的智能手机，我们可以发现，包含 LBS 功能的应用已经成为主流，很少有手机应用中没有包含 LBS 功能。例如，一款典型的手机中包含的 LBS 应用可能如下。

- 高德地图（主流导航应用）；
- 微信（内含 LBS 应用：摇一摇、附近的人等）；
- 58 同城；
- 陌陌；
- 美团、糯米等。