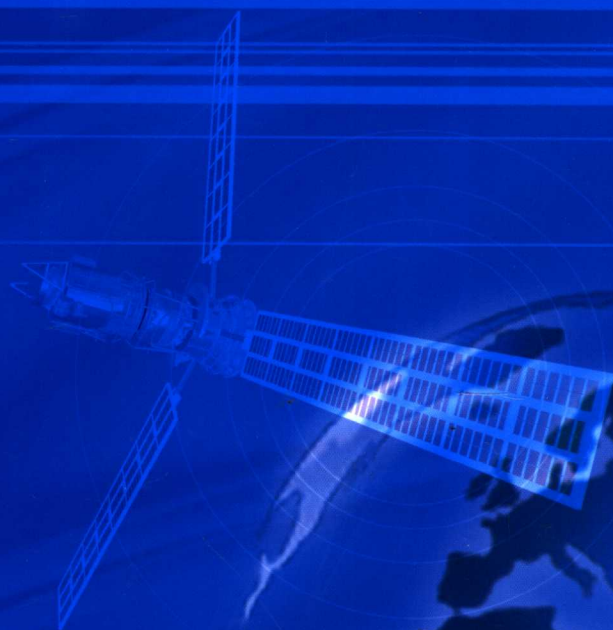


位置服务

■ 余涛 余彬 编著

WEI ZHI FU WU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

位 置 服 务

Location Based Services

余 涛 余 彬 编著



机 械 工 业 出 版 社

本书阐述了位置服务 (LBS) 技术。全书共分 9 章, 分别介绍了 LBS 的社会和技术背景、LBS 的系统框架、定位技术、地理信息系统 (GIS)、移动互联网、LBS 发展中的漫游与隐私问题、LBS 解决方案综述。书中还建立了一个基于 WAP 访问方式的 LBS 原型系统, 包括服务器端原型和移动客户端原型, 总结了 LBS 的应用类型。本书适合于广大从事 LBS 研究和应用的科研人员、高校师生及从事移动增值服务的人员。

图书在版编目 (CIP) 数据

位置服务/余涛, 余彬编著. —北京: 机械工业出版社, 2005.7

ISBN 7-111-16797-X

I. 位... II. ①余... ②余... III. 卫星通信系统 IV. TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 068624 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吉玲 刘星宁 版式设计: 张世琴 责任校对: 王欣

封面设计: 王伟光 责任印制: 洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5·6.625 印张·254 千字

0001—4000 册

定价: 19.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

位置服务 (Location Based Services, LBS) 是一种移动信息服务, 它采用定位技术确定移动用户的当前地理位置, 利用地理信息系统技术和移动互联网技术向用户提供与其位置相关的信息服务。

随着移动通信和互联网的进一步融合, 人类获取信息服务的方式正在经历着以 LBS 为主要特征的深刻变革。这种变革将改变人们的生活习惯, 改变经济的运作模式, 甚至改变人类的思维方式。LBS 最终将成为人们日常生活所依赖的一种基础服务, 成为国家空间信息框架 (NSII)、全球空间数据框架 (GSDI) 和数字地球 (DE) 等系统的基本表现形式之一。

本书共分 9 章。第 1 章首先分析了 LBS 的社会和技术背景; 然后简单介绍了它的起源, 在总结相关研究的基础上, 对 LBS 的概念进行了更科学、更严密的定义; 剖析了 LBS 产业的价值链结构。

第 2 章论述 LBS 的系统框架, 提出了基于层次模型的体系结构, 建立移动计算环境下 LBS 基于 “Thin” Client / Server 和 Grid Computing 的计算模式。

第 3 章对实现 LBS 的前提——定位技术进行了全面、系统的分析和阐述。包括空间位置的描述方法、位置基本法则、基于 GPS 的终端定位、基于基站的网络定位以及结合 GPS 和基站运算的混合定位等。

第 4 章分 5 个部分论述 LBS 的核心技术——地理信息系统 (GIS)。第 1 节介绍地理信息和 GIS 的基本概念; 第 2 节回顾了 GIS 的发展历程; 第 3 节包括 GIS 的构成、数据结构和主要功能; 第 4 节重点论证 GIS 计算环境的演变。最后论述了不受地理位置限制、在移动环境下为人们提供信息服务是 GIS 发展的必然趋势。

第 5 章涉及 LBS 的第三个关键技术——移动互联网。内容涵盖 “有线” 与 “无线” 相互融合的必然趋势、移动互联网的通信技术、移

动互联的应用模式、移动终端等。

第6章详细讨论了推动LBS产业发展必须要解决的两个“瓶颈”问题：漫游与隐私，并研究了相关对策。

第7章是LBS解决方案综述，分别从GIS专业厂商、行业标准组织和其他相关厂商三个角度描述目前的主要平台和标准，如ESRI、MapInfo、OMA、OpenLS、Intel、IBM、Microsoft、Oracle、Siemens等。

第8章是一个根据上述研究成果建立的、基于无线应用协议(WAP)访问方式的LBS原型系统，包括服务器端原型和移动客户端原型。原型系统对当前位置查询、临近查询、订购预约、交通导航、紧急救援和推送服务等6个基本位置服务项目进行了模拟试验，并对模拟手机上彩色地图和中文显示进行了探索。

最后一章总结了LBS的应用类型，并从人工智能的角度指出：LBS是GIS对环境进行感知并根据人的要求进行反应的能力，是对人类感觉器官的一种延伸和强化。

通信技术起源于欧洲，互联网技术兴起于美国。GIS首次在加拿大投入使用，移动计算技术已经在全球范围内展开。国际上现正在大力开展基于移动计算环境的LBS的研究和应用，国内的LBS研发已有一段时间，但尚无专著问世。本书首次对LBS进行了较为系统的论述，希望能为推动LBS的发展起到抛砖引玉的作用。

本书适合从事LBS研究和应用的科技人员、高校师生及移动增值服务提供商阅读。由于作者水平有限，加上时间仓促，书中难免有遗漏和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 位置服务简介	2
1.2.1 起源	2
1.2.2 定义	3
1.2.3 价值链结构	4
第2章 位置服务的系统框架	6
2.1 体系结构	6
2.2 计算环境	9
2.2.1 移动计算	9
2.2.2 移动计算环境	9
2.3 计算模式	11
2.3.1 “瘦”客户端/服务器计算	11
2.3.2 格网计算 (Grid Computing)	14
2.4 技术体系	15
第3章 定位技术	16
3.1 位置概述	16
3.1.1 空间位置的描述	16
3.1.2 位置基本法则	18
3.2 基于移动终端的定位	19
3.2.1 GPS 简介	19
3.2.2 辅助 GPS (Assisted GPS, A-GPS) 定位方式	21
3.2.3 自主 GPS 定位方式	22
3.3 基于网络的定位	22

3.3.1 小区定位 (Cell ID)	23
3.3.2 到达角度 (Angle Of Arriving, AOA)	23
3.3.3 到达时间 (Time Of Arriving, TOA)	24
3.3.4 增强观测时间差分 (Enhanced Observed Time Difference, E-OTD)	25
3.3.5 多路径指纹 (Multipath Fingerprinting, MF) 定位	26
3.4 混合定位	28
3.5 定位方案的选择	29
第4章 地理信息系统技术	30
4.1 地理信息与地理信息系统	30
4.2 地理信息系统发展概况	30
4.3 地理信息系统简介	32
4.3.1 地理信息系统的构成	32
4.3.2 地理信息系统的数据结构	35
4.3.3 地理系统的功能	38
4.4 地理信息系统计算环境的演变	42
4.4.1 主机计算环境	43
4.4.2 PC 计算环境	43
4.4.3 工作站/文件服务器计算环境	44
4.4.4 客户端/服务器计算环境	45
4.4.5 Internet 计算环境	46
4.5 移动计算环境下的地理信息系统	50
4.5.1 地理信息系统的转变	50
4.5.2 地理信息系统新的设计理念	50
第5章 移动互联网	53
5.1 移动互联网概述	53
5.2 移动互联网的网络通信技术	54
5.2.1 GPRS	54
5.2.2 HSCSD	55
5.2.3 EDGE	56
5.2.4 CDPD	57
5.2.5 3G	58
5.2.6 IEEE802.11 标准与 HiperLAN/2	61
5.2.7 Bluetooth	67
5.2.8 红外线通信	69
5.2.9 卫星移动通信	71

5.3 移动互联的应用模式	75
5.3.1 WAP	75
5.3.2 i-Mode	79
5.4 移动终端	83
5.4.1 移动终端简介	83
5.4.2 移动终端的操作系统	91
5.4.3 移动终端的发展	93
第6章 位置服务的漫游与隐私问题	94
6.1 漫游问题	94
6.1.1 漫游与位置服务	94
6.1.2 位置服务漫游对策	94
6.2 隐私问题	97
6.2.1 什么是位置隐私	97
6.2.2 五种对位置隐私的威胁	98
6.2.3 保护位置隐私的基本规则	99
6.2.4 贝尔实验室的位置隐私保护方案: PCP 软件架构	100
第7章 位置服务解决方案	103
7.1 GIS 专业厂商	103
7.1.1 AutoDesk	103
7.1.2 ESRI: ArcLocation	108
7.1.3 Intergraph: IntelliWhere	110
7.1.4 MapInfo: miAware	113
7.1.5 GeoMicro: AltaMap LBS	117
7.1.6 LocationNet: LocationNet Platform	119
7.1.7 Mapflow: LocationAgent	121
7.1.8 MapQuest: Location Platform	122
7.1.9 OleMap: OleSpot	123
7.1.10 Pointi: Pointi LBS	125
7.2 GIS 行业标准化组织	126
7.2.1 OMA (LIF): Mobile Location Protocol	126
7.2.2 OpenLS: Open Location Services	128
7.3 其他代表性厂商	132
7.3.1 Intel: Location Aware Computing (LAC)	132
7.3.2 IBM: WebSphere Everyplace Server	134
7.3.3 Microsoft: MapPoint Location Server	136

7.3.4 Oracle: eLocation	138
7.3.5 Openwave: Location Manager	144
7.3.6 Siemens: Location Services Platform	146
7.3.7 Telcontar: Drill Down Server	147
7.3.8 Hughes: HSS Location Platform	151
7.4 欧洲的 LBS 计划: LoVEUS	152
第 8 章 位置服务系统原型	157
8.1 原型开发	157
8.2 LBS 原型系统服务器端	158
8.2.1 LBS 原型服务器架构	158
8.2.2 构建 WAP 服务器	160
8.2.3 构建 GIS 应用服务器群	167
8.3 LBS 原型系统客户端	177
8.3.1 客户端的中文显示	177
8.3.2 客户端对 LBS 网站的访问	179
8.4 LBS 原型系统的基本服务	182
第 9 章 结束语	186
附录 本书缩略语索引	188
参考文献	194

第 1 章 绪 论

1.1 引言

现代科学技术的突飞猛进，使社会生产力得到高速发展，人类开始进入以信息为重要资源的信息社会。信息具有时效性、共享性和传递性等基本特点，如果不被及时利用就会逐渐失去价值，出现信息“老化”甚至完全失效的现象，信息只有在传播、交流中才能实现其价值。人类对信息服务有四个方面的基本要求，即在时间、空间、内容和设备（即“4A”要求）上享有合理的自由度，如图1-1所示。

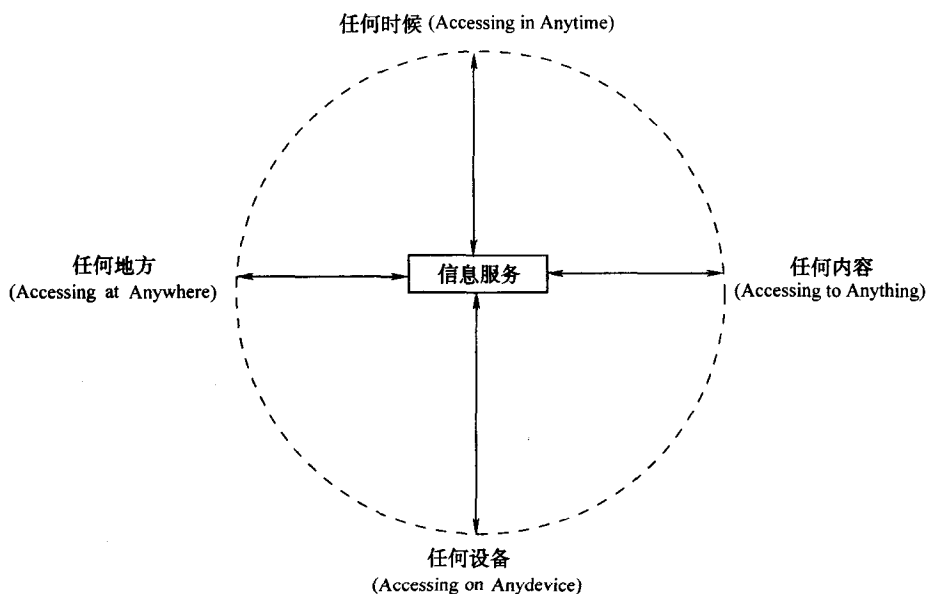


图 1-1 信息服务的四个基本要求

互联网是目前全球最大的信息交流和资源共享平台，目前用户总数约为 4.5 亿，据英国 ARC GROUP 的预测，2005 年互联网用户数将超过 10 亿。从时间角度来说，以互联网为骨干的当代信息网已经实现了信息服务“Anytime”的基本要求；而网上数据内容的爆炸性增长，也可逐步满足人们对信息服务“Anything”的基本需求。但是，基于固定有线网络的互联网无法满足人们在移动中获得信息服务的需要，随着移动时代的来临，人们越来越多地感到这种局限性所造成的不便。

20 世纪 90 年代以来发展迅速的移动通信技术，打破了通信与地点之间的固定连接，使得随时随地在移动中获得信息服务成为可能。现在，全球移动通信用户总数已超过 10 亿，移动通信市场正以每年 50% 的速度增长。但是，由于通信带宽、传输速率以及终端本身的限制，目前仅开发了语音通信、短消息（Short Message Service, SMS）、多媒体短信（Multimedia Messaging Service, MMS）等业务。如何利用互联网上的海量信息为移动用户提供增值服务是推动移动通信继续发展的关键。

互联网与移动通信在提供信息服务时存在着优势互补的特点，因此有线与无线的融合——移动互联网的出现成为必然。移动互联网为实现信息服务“Anywhere”和“Anydevice”提供了一个基本环境。随着移动互联的进一步整合与日益深入，以及广泛的应用，人类获取信息服务的方式正在经历着以位置服务为主要特征的深刻变革。这种变革将改变人们的生活习惯，改变经济的运作模式，甚至改变人类的思维方式。

1.2 位置服务简介

1.2.1 起源

位置服务起源于美国联邦通信委员会（FCC）1996 年 6 月颁布的 E-911 法令，该法令规定：全美无线通信运营商必须为移动用户提供基于位置的 911 服务，即能够根据用户的呼叫信号确定其当前位置并迅速提供紧急救援响应。FCC 要求在 2001 年 10 月 1 日前，所有的呼叫定位服务精度应达到 125m，准确率不低于 67%；2005 年 12 月 31 日之前完成 E-911 部署，并提供更高的定位精度及三维位置信息。根据定位方式的不同，E-911 的定位精度要求如表 1-1 所示。

表 1-1 E-911 定位精度要求

定位方式	精度/m	准确率 (%)
基于终端定位	50	67
	150	95
基于网络定位	100	67
	300	95

欧洲也公布了与 E-911 类似的定位服务法规（E-112）。在实施过程中，人们发现这种基于移动用户本身位置的定位服务可以进一步推广，市场潜力巨大。以下是国外几家著名的分析与咨询公司对位置服务发展趋势的预测（至 2006 年）：

- （1）位置服务在全球的市场规模将达 200 亿美元（英国 BWCS 电信咨询公

司、美国通信市场咨询公司 Ovum)，而美国商业信息（ABI）联盟的预测则更是高达 400 亿美元；

(2) 世界上 70% 以上的移动用户将会利用位置服务（美国权威电信市场调查与咨询公司 Frost & Sullivan）；

(3) 全球的位置服务用户总数将超过 15 亿，如表 1-2 所示。

表 1-2 全球位置服务用户数发展趋势（至 2006 年）

（单位：× 10⁶ 人）

地区 \ 年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006
美国	12	46	96	155	217	236
日本	12	34	68	95	110	116
亚太	12	41	86	157	272	474
西欧	33	83	150	267	421	438
其他地区	4	13	32	60	161	237
总和	72	217	432	748	1181	1502

来源：ARC GROUP

可以预见，在政府和市场双重动力的驱动下，更多的商业公司将投入到位置服务的研发工作，服务内容会更加丰富。美国 Forrester Research 认为，位置服务将主导未来移动数据应用和移动商务市场。

1.2.2 定义

位置服务的英文全称是：Location Based Services，简称 LBS。在国外也有人用“Mobile Location Services”（简称 MLS）来命名，以突出其为移动用户服务的特点。国内一般把 LBS 翻译为无线定位服务、移动定位服务或移动位置服务。本书认为，可以根据 LBS 的英文直译“基于位置的服务”统一其中文称谓：位置服务，以方便今后的研究和应用。

关于位置服务的定义，许多通信运营商、内容提供商、专业公司以及学术研究人员，都分别从不同的角度进行了描述，例如：

(1) 位置服务根据用户的即时需求和位置发布应用（Autodesk，2000）。

(2) 位置服务是指发现移动终端地理位置并基于位置信息提供服务的能力（Maneesh Prasad，2001）。

(3) 位置服务定义于这样的移动商业服务，即利用用户移动终端当前位置提供的信息服务（MobileInfo，2002）。

(4) 移动位置服务又称定位服务，是通过 GSM 网络获取移动终端用户的位

置信息（经纬度坐标），在电子地图平台的支持下，为用户提供相应服务的一种增值业务（GO2MAP，2001）。

（5）无线定位服务就是通过手机终端与无线网络（GSM、CDMA）相互配合，获取用户当前的位置信息，并根据用户需求，提供个性化的位置服务信息（中国联通有限公司，2002）。

（6）位置服务是通过移动通信网获取移动用户的位置信息（经纬度），然后提供相应服务的一种增值业务（中国移动通信有限公司，2002）。

仔细分析这些定义，可以得出四点关于位置服务的结论：

- （1）确定用户的当前位置是提供服务的基础；
- （2）服务的内容与位置密切相关，是基于地理信息分析的结果；
- （3）用户利用移动终端获取服务；
- （4）服务内容通过通信网络传送到终端。

因此，位置服务是一种移动信息服务，它采用定位技术确定移动用户的当前地理位置，利用地理信息分析和移动互联网技术向用户提供与其位置相关的信息服务。

随着技术和应用的快速深化，LBS 最终将成为人们日常生活所依赖的一种基础服务，成为国家空间信息框架（NSII）、全球空间数据框架（GSDI）和数字地球（DE）等系统的基本表现之一。

1.2.3 价值链结构

位置服务是一种融合了多种尖端信息的综合型应用，它的部署需要得到从通信运营商到终端设备制造商等多方面的支持与协作。其价值链结构如图1-2所示。

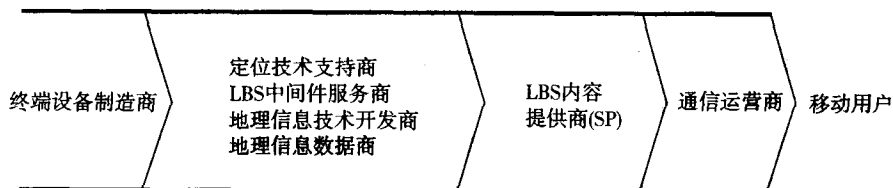


图 1-2 位置服务价值链结构

（1）通信运营商（Mobile Operators 或 Mobile Carriers）：在价值链中扮演重要角色，因为无论移动用户使用何种终端，都必须利用通信运营商提供的无线通信手段才能得到服务内容；LBS 内容提供商则必须首先和通信运营商签订相关的合作协议，才能通过网络部署应用；定位技术支持商的各种定位方案，也必须通过

通信运营商的测试，才有可能被选用。

(2) 内容提供商 (Service Provider, SP): SP 是指具备电信增值业务经营资格的移动互联网内容服务商, 在 LBS 价值链中处于核心地位。LBS 是一项复杂的系统工程, 需要定位技术支持商、LBS 中间件服务商、地理信息技术开发商和地理信息数据商等多方面的协作, 而 SP 则是这个系统工程的策划者、组织者、开发者和管理者。

(3) 终端设备制造商 (Mobile Terminals Manufactures): LBS 是一种移动数据增值业务, 与语音基础业务相比, 对终端设备的要求比较高, 例如要求支持彩屏、较大的存储容量、较长的待机时间以及人性化的用户界面等, 终端设备制造商必须根据市场动态不断进行创新, 生产更符合服务要求的产品, 才能在价值链中立于不败之地。

第 2 章 位置服务的系统框架

系统框架是部署任何信息服务的基础，它定义了服务系统的体系结构、计算环境、计算模式和技术体系，阐明了系统的基本构成及各组成部分之间的依赖关系，为应用开发提供一种可遵循的标准。

2.1 体系结构

LBS 构建于分布、异构、多元和开放的移动环境中，要求能在不同系统、数据之间进行跨平台的透明操作，涵盖范围极广。如此复杂的应用，不是建立一个“巨无霸”型的信息系统就能解决的。

国际标准化组织（ISO）自 1977 年开始就一直致力于开放系统互联（OSI）参考模型的研发工作。OSI 参考模型采用分层技术来构建，总共分 7 个功能层：应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层、物理层，形成标准的计算机网络体系结构（见图 2-1）。任何个人、组织只要按照层次标准，就能在其中的一层或某几层开展相应的研究、开发。

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

图 2-1 OSI 参考模型

分层是允许开放系统用层次模型构造体系结构的一种方法，借鉴这种方法，也可以建立标准的 LBS 层次体系结构，各层都具有相对独立性，每层的技术由专业开发商负责实现。SP 只要根据服务内容选择合适的技术进行系统集成，就可以实现 LBS，极大地提高了开发效率。一般来说，LBS 的体系结构可以划分为 5 个逻辑层次（见图 2-2）：表示层、定位层、传输层、功能层、数据层。

表示层：移动终端上图文信息的显示、操作、多媒体接口等
定位层：移动终端的定位技术、用户定位隐私保护方法等
传输层：定义数据通信的逻辑路径、标准、格式、带宽等
功能层：LBS 可以提供的空间信息服务功能
数据层：数据存储、管理、挖掘、分析等

图 2-2 基于层次模型的 LBS 体系结构

1. 表示层

描述移动终端上用户可以执行的操作、输出结果的表现方式等。涉及终端物理设备（如 PDA、手机等）的定义、外观与运行方式（屏幕尺寸、操作面板的标准等）、图文数据显示格式、存放规范（位图、矢量图的编码与解码、中文字符集的调用规定等）、多媒体接口（触摸屏、光笔、声音等）等。用户操作包括地图漫游、放大、缩小、简单查询等。

2. 定位层

确定终端的空间位置是提供任何位置服务的前提条件，因此定位层的主要作用是研究移动定位的技术、位置数据的表示方法、定位精度对 LBS 应用的影响、用户定位隐私权的保护等。目前主要有三种定位方法，即终端定位、网络定位和混合定位，本书第 3 章将对定位技术作详细讨论。

3. 传输层

该层的主要作用是在上层和下层之间起到一种链接作用，为上下层提供端到端的、透明的、可靠的数据传输服务。所谓透明传输是指在通信过程中上下层各是一个黑箱系统，传输层屏蔽了传输的细节，只给上下层提供标准的通信接口。传输层定义了移动终端和 LBS 网站之间建立数据通信的逻辑路径、数据传输的标准、格式、加密解密方案和通信带宽等；该层还负责建立、管理、删除通信连接以及检测和恢复通信中产生的错误。

4. 功能层

功能层是 LBS 的核心层次，它的主要功能是：

(1) 接收传输层上传的客户端请求，根据数据通信协议打包并通过传输层发送客户所要求的空间数据。

(2) 与数据层进行交互，通过数据管理系统获得、修改、增加空间数据。

(3) 进行复杂的空间分析运算和事务处理，功能层的应用服务器应提供形式多样的有关空间信息的专用服务，如空间定位、查询、空间近邻分析、最优路径分析、物流配送等。

(4) 用户的身份验证和权限控制，个性化服务非常重视对用户隐私的保护，因此 LBS 必须具有严格的身份检验方案以及对用户访问权限进行控制的措施。

(5) 负责 LBS 网站的建立，对站点资源的全面管理和维护。功能层的系统资源主要有网关、Web 服务器、各种具有特殊计算功能的应用服务器以及安装在服务器上的应用软件，建立良好的组织管理体系是提供优秀服务的重要保障。

5. 数据层

该层为功能层的分析运算提供数据支持。LBS 数据可归纳为两种类型：

1) 与空间位置相关的数据。在现实生活中约 80% 的数据都与空间位置相关，如住址、距离等。

2) 与空间位置无关的数据,如姓名、年龄等。

数据层的内容涉及数据共享、数据管理、数据安全等方面的内容。

(1) 数据共享 LBS 数据的特点是来源多、类型复杂、规模庞大。长期以来由于缺乏统一的数据管理和共享标准,在社会各个行业、部门形成了数量众多的“数据孤岛”,孤岛上的数据只能在一个狭窄的领域内起作用,而无法面向社会大众发挥更大的能量。因此必须在数据层上定义完整的数据共享机制。实现 LBS 数据共享大体上有三种方案:数据格式转换方案、数据直接访问方案和数据互操作方案。

1) 数据格式转换方案:制定转换标准,编制专门的程序进行数据格式转换。例如美国的 SDTS (空间数据转换标准)、欧洲的 DIGEST (数字地理信息交换标准)、加拿大的 SAIF (空间档案交换格式) 等。

2) 数据直接访问方案:指在一个软件环境下实现对其他格式数据的直接访问,用户可以任意存取多种数据格式。

3) 数据互操作方案:数据互操作是指通过规范接口自由处理所有种类数据的能力和通过网络处理数据的能力。与数据转换相比,互操作不仅是对数据的集成,还是对处理过程的集成,在更高层次上实现系统之间的合作。例如开放地理信息系统团体 (OGC) 所倡导的空间数据互操作规范 (OGIS) 已逐渐成为被广泛认可的主流标准,OGIS 提供一系列全面的、开放的接口规范,使开发者可以编写支持数据共享的互操作构件。

(2) 数据管理 LBS 数据内容复杂,需要引入新技术以加强数据管理。

1) 数据仓库 (Data Warehouse, DW) 技术。DW 是面向主题的、集成的、稳定的、随时间不断变化的数据集合,用以支持经营管理中的决策制定过程。DW 可以实现 LBS 多种数据的高度综合,它存放的不仅是数据,还有在一定激发条件下能主动起作用的处理规则、算法、甚至过程等。

在 LBS 的数据层, DW 至少应包括三个功能部分:一是数据获取,即从外部数据源获取数据,并把数据区分出来,进行复制和重新定义格式等处理后,准备载入 DW;二是数据存储和管理,负责 DW 内部维护和管理,包括数据存储的组织、维护、分发等;三是信息访问,它属于 DM 的前端,功能层在这里提取信息。

2) 数据挖掘 (Data Mining, DM) 技术。DM 是指从大型数据库或数据仓库中提取人们感兴趣的知识,这些知识是隐含的、事先未知的潜在有用信息。提取的知识一般可表示为概念、规则、规律、模式等形式。应用 DM 技术可以建立知识库,使 LBS 智能化。DM 的知识类型通常有空间分布规律、空间特征规则、空间关联规则、空间聚类规则、空间区分规则、空间演变规则等。

(3) 数据安全 维护数据安全需要建立一个强健的、可广泛使用的、能成为