

硕 士 研 究 生 读 书 报 告



题目 基于位置的服务：架构与进展

作者姓名 陈昊川

作者学号 21651049

指导教师 李启雷

学科专业 软件工程

所在学院 软件学院

提交日期 二○ 一七年 1月2日

Location-Based Services：Architecture and Progress

A Dissertation Submitted to

Zhejiang University

in partial fulfillment of the requirements for

the degree of

Master of Engineering

Major Subject: Software Engineering

Advisor: Li Qilei

By

Chen Haochuan

Zhejiang University, P.R. China

2017

# 摘要

随着移动互联网和AR技术的发展，基于位置的服务LBS有了十分广泛的应用前景，本文主要介绍了LBS的基本架构，和应用现状。

关键词：基于位置的服务，定位技术

Abstract

With the development of mobile Internet and AR technology, location-based services has a wide range of applications, this paper introduces the basic structure of LBS and its application.

Keywords：Location-based services,positioning technologies

## 引言

如今，无线通信技术与移动智能终端极大的改变了我们的生活。其中基于位置的服务（Location-based Service,LBS）得到了长足的进步和广泛的应用。基于位置的服务（LBS）是一种使用位置信息来控制功能的软件级服务，一般情况下指移动终端通过各种有效的定位手段，获取当前的位置信息，然后在通过通信手段获取某项服务。早期，LBS系统主要用于专门的场景，比如紧急救援等。现在，LBS作为一种信息服务在社交网络、娱乐和安全等领域有广泛的应用。LBS可以应用到很多种场景中，比如健康，室内对象搜索，娱乐，工作和个人生活等。

LBS对于很多公司和政府组织是很重要的，这项技术可以驱动从与活动发生地点相关的数据中进行发现。当位置是是所有这些活动的一个共同点时，位置相关的数据和服务提供的立体模型是最强大和有用的方面，而且还可以成为更好的理解模型和关系的杠杆。

LBS包括识别人或对象的位置的服务，比如发现最近的自动取款机或者是朋友或同事的下落。LBS还包括包裹追踪和交通工具追踪的服务。LBS还可以根据顾客当前的位置信息直接向用户来提供优惠卷或广告。还可以提供定制化的天气服务，甚至还有加入了ar要素的基于位置的游戏，比如ingress和PokemonGo。这些都是LBS应用的很好的例子。

这种关于基于位置系统的观点，与ISO/IEC 19762-5和 ISO/IEC 24730-1上所描述的标准化的实时定位系统和相关的位置服务是不一致的。网络中的计算设备通常都可以很好的通知客户几天中产生的久数据，与此同时，网络中的计算设备本身甚至同样是可以被实时追踪的。在这种情况下LBS隐私问题日益凸显。

## 系统架构

文献中将LBS的系统架构总结为中间件模块，查询执行模块，存储模块和定位模块这几个部分。一般都是先通过先进的定位技术获得用户的实时位置信息，并发送到LBS系统中，LBS将这些信息保存到专门的移动对象数据库中，然后建立索引，提高访问的速度。为了保护用户的隐私，LBS还会设置一个位置隐私保护模块。

### 2.1定位技术

目前主要的定位技术有3类：

最广为人知的定位技术就是卫星定位技术GPS（Global Positioning System）。GPS能将终端的位置限制在经度，纬度，高度组成的三维坐标系统内，其它改进型技术还包括差分GPS技术和辅助GPS技术等。当外部条件良好时，GPS能够获得较佳的定位效果，但是GPS的精度较易受到周围环境的影响。

基于网络的定位技术，这种定位技术一般依靠已有的移动通信网络设施，将移动终端定位在其注册的基站的覆盖范围内。因此移动通信网络定位的精度和基站覆盖范围紧密相关。尽管通过一些手段可以来提高精度，但是总的来说，这种定位方法只能确定移动终端的大致位置区间，精度往往不高。还可以通过无线局域网进行定位，如Wi-Fi等。基于Wi-Fi的定位通常根据Wi-Fi访问点(Access Point of Hotspot)的已知部署位置和信号强弱进行定位，主要有基于三边测量的方法和基于信号强度指纹的方法。基于三边测量的方法需要利用信号传递模型，将移动设备接收到的信号强度换算为到接入点的相对距离，然后再通过三边测量法进行位置的确定真正的位置。然而室内情况一般都十分复杂，所以影响信号强度的因素有很多，所以每次都需要特别的建立模型，而找到一个合适的模型并不容易，所以定位的效果往往不如预期。该方法将会事先选择室内空间中的参考点，并将参考点的相关数据存入数据库中，当移动终端请求定位服务时，LBS服务系统根据当前的各项数据与数据库中的参考点信息进行比对，找出最接近的参考点，并用该参考点的位置定位移动终端，所以该方法的定位精度取决于选取参考点的数量和位置。

感知定位技术一般都通过短距离识别来实现。通常情况下，需要一个信号发送端和一个信号接收端来实现。当信号发送端进入到信号接收端的接收范围时，则能够被识别。其中RFID就是一种典型的感知定位技术。RFID系统一般会包括两个组成部分：RFID阅读器和RFID标签，分别对应信号发射端和信号接收端。RFID阅读器能感知其覆盖区域内出现的RFID标签。RFID便签的覆盖范围有限，所以主要用于室内空间，这就使得定位信息都需要使用符号系统来描述。

### 2.2索引技术

索引技术是LBS系统中很重要的一部分，决定了LBS的查询性能。对空间数据的索引技术的研究工作已经开展了20余年的时间，出现了R-tree家族、KD-tree家族和Quard-tree家族等很多有代表性的索引技术。这类索引技术能够有效实现静态空间对象的索引。然而当移动对象频繁移动时，上述索引技术的性能显著下降。因此，今年来出现了一批有针对性的移动对象历史轨迹索引技术和移动对象当前/将来位置索引技术。

### 2.3LBS中间件模型

主要的LBS中间件模型有三种，包括基于内容的模型、基于主题空间的模型和元祖空间模型。

在基于内容的模型中，一个事件往往被描述为一组(属性，值)的键值对，通过使用一个条件判断来描述订阅请求。对于任何一个事件发生时，对所有的订阅请求进行条件判断，如果判断的结果为真，则将该事件推送给订阅者。基于内容的模型比较简单，所以功能上并不完善，比如模型无法记录发布者或者订阅者的状态。

基于主题空间的模型的核心概念是主题空间。一个主题空间实际上是一个多维空间，空间中的每个维度都被定义为一个元组。此外，兴趣区域表示订阅者感兴趣的一个子域，在某个主题空间中；对象区域表示一个对象的状态或者属性。用户的订阅请求通过一组兴趣区域和一个过滤函数来描述。在基于主题空间的模型中，信息在发布之后仍旧会保留在系统之中，而不是直接被移除，因此该模型支持有状态的发布/订阅。

元组空间模型最早被用于并行编程领域，以协调并发执行的任务。元组是一个包含多项值的矢量，而元组空间就是一个包含了许多元组的集合。利用元组空间可以实现多任务的协作，通过改变元组空间中的各个元组值来实现任务间通信。LBS系统可以和方便的使用元组空间模型，服务提供商和服务请求者可以通过元组空间进行通信。

### 2.4服务处理方法

快照查询的服务处理比较简单。按照查询对象的时效性不同，可以将快照查询大致分为历史查询、当前查询和未来查询三类。历史查询用于查询过去时间发生的事件；当前查询用于查询正在发生的事；将来查询则查询将要发生得事件。为了给用户提供较好的体验，需要创建各种索引结构来提高快照查询的执行效率。对于历史查询，需要在时间-空间维度上对移动对象的历史运动轨迹进行索引。对于当前查询和未来查询，则需要对移动对象的当前位置进行索引，并维护移动对象的移动模型。这一类索引结构需要支持较多的更新操作。

连续查询的处理相对来说更为复杂，常用的策略有周期性快照查询法、增量处理法和查询感知处理法。

周期性快照查询法，定期进行快照查询，并刷新查询结果。缺点是难以确定合适的周期值。

增量处理法，根据初始结果，动态增加数据或者删除过期数据。

查询感知处理法，该方法根据连续查询的查询条件计算出“安全区域”，只有当移动对象离开或进入“安全区域”时，才会音响查询结果。因此，系统可以忽略很多不影响查询结果的位置更新操作，从而就可以降低LBS系统的负荷。

按照移动终端是否参与查询处理，服务处理方法可以分为集中式和分布式两种处理方式。在集中式方式中，仅服务提供商处理连续查询，移动终端并不参与查询处理。分布式方式中，服务提供商与移动终端协作完成连续查询处理。

分布式连续查询的核心思想是由移动终端计算和判断是否是一个连续查询的结果，而中心服务器负责注册和维护连续查询的相关参数，并将参数传到相关移动终端。

与集中式方式相比，分布式方式通常需要在服务器与移动终端之间传递更多的消息，这带来两个问题：一是大量移动终端可能造成网络拥塞；二是网络通信会消耗移动终端的能量，缩短充电周期。

LBS服务商往往具有如下几个方面的特点：

高性能，快速的处理用户的查询请求，以避免长时间的等待；可拓展性，能够支持大规模用户和数据；高可靠性，保证系统长时间稳定运行；实时性，支持实时查询动态星系；移动性，移动终端所在的大多数地点都可以为其提供服务；开放性，支持多种公告协议和标准；安全性，保护服务提供商的数据和用户的隐式；互操作性，LBS通常需要与其他服务提供程序集成在一起，因此需要有良好的互操作性。

### 2.5LBS的分类

根据服务信息的投递是否需要用户的直接交互，LBS可以分为拉动服务和推送服务。拉动服务用户主动发送确定的服务请求，而推送服务则相反，用户无需发送明确的服务请求，当满足某一特定的条件时，服务提供商将会自动将相关信息推送给用户。

根据服务对象的不同，LBS又可以分为特定服务和通用服务。特定服务是指为特定人群或特定地区提供的服务。通用服务是指通信提供商对其所用用户提供的通用服务

根据服务处理技术的不同，LBS又可以分为快照查询服务和连续查询服务。快照查询服务根据查询条件，一次执行，返回结果；连续查询根据移动对象的位置变换信息持续更新查询结果。

## 应用现状

拿出手机，查看附近餐馆、叫个车……这些事在今天看来再自然不过了。而它们能够运作的一个前提是知道你人在哪儿，这是手机学会不到十年的功能，这些都是基于lbs的。

在国内，基于地理位置而产生的商业活动被认为有值几千亿元的市场。百度地图、陌陌、京东到家、美团外卖、大众点评团购，饿了么、滴滴、Uber……随便打开任意科技公司的产品，基于地理位置推荐商家的功能无处不在。

他们不但把人送到了线下的餐厅、美容院，还让食物、服务上门找人。你已经很难找到哪个关于消费的应用不用到你的地理位置。

现如今AR技术大热，与AR这些新技术的结合给LBS带来了许多新的应用前景。12月21日，支付宝公布今年春节将采用基于“LBS+AR”的方式的“实景红包”玩法：用户在发、抢红包时，需要满足地理位置和AR实景扫描两个条件。

在国外,LBS+AR游戏《Pokemon Go》吸引了大量玩家，预示着LBS+AR游戏的广阔前景。LBS+AR游戏天然地就具备社交属性，是一种全新的场景社交方式。这种社交方式介于纯线上社交和纯线下社交之间，能够大大促进用户基于消费场景而进行互动的行为。国外《Pokemon Go》一方面用快速吸引一亿用户的实力证明了这种场景社交体验的价值，另一方面也与各种线下商家进行异业合作，大大促进线上用户与线下场景之间的联系，用社交的力量带动了线下消费场景的交易互动。

## 隐私保护

LBS服务为用户提供了极大的便利，但同时也带来了泄漏用户隐私的危险。隐私保护是LBS的重要内容，用户肯定无法容忍由于接受了服务而泄漏了自己的隐私信息，这既包括用户当前的具体位置，也包括用户对象的使用习惯等。最常用的位置隐私解决方案是空间伪装，即用户将位置伪装成为一个区域之后再发送给服务提供商，服务提供商根据用户所提供的区域信息为用户提供服务。在这种方式下，服务提供商无法准确得知用户的位置。事实上，用户隐私和服务质量是一对矛盾关系，需根据具体情况进行权衡。

### 4.1依赖可信赖第三方机构的隐私保护方式

在依赖可信第三方的技术中，用户将位置信息发送给可信赖的第三方，由可信赖的第三方对位置信息做变换，之后再连同服务请求一起发送给服务提供商；服务提供商基于不精确的位置信息进行处理，并将服务结果返回给可信第三方的。可信第三方经过处理后，将有用信息返回给用户。在此过程中，可信第三方的主要任务是将原始的、准确的位置信息转化为不准确的位置信息，以保护用户的隐私。

一种简单的方法是可信第三方直接用虚假标识符表示真实的用户标识符，在发送给服务提供商。K-匿名方法是另外一种使用较广泛的方法，其核心思想是以一个覆盖移动对象的矩形来描述该对象的真实位置。

依赖于可信第三方的隐私保护技术的有效性在很大程度上取决于第三方机构是否可信。另一个缺点是集中式处理方式，即所有用户请求均发送到可信第三方，使得可信第三方成为系统性能瓶颈。

### 4.2不依赖可信赖第三方机构的隐私保护方法

目前，有一些隐私保护技术并不依赖于可信第三方，其基本思想是用户和其它用户之间交互位置信息，进而构造伪装的位置。

## 研究进展

### 5.1室内LBS技术

现如今，各种大型商厦和展馆相继建成，这些大型建筑的内部空间趋于大型化和复杂化，室内LBS也迎来了极大的发展前景。比如大型商场内的定位导航，各种展馆中的自动解说服务等。为了支持这些服务，需要在一些技术上取得研究进展。

室内空间模型，一般来说，室内空间的拓扑关系比 室外空间复杂得多，因而更适合用符号化的坐标系统对室内空间结构建模。三维几何网络模型区分对待室内实体之间水平和垂直的连通关系。为了室内导航，一种三维可测量拓扑模型被提出，该模型同时考虑空间实体的形状和连通关系。

室内轨迹索引技术。由于室内空间表示为符号化系统，因此室内轨迹表达方式也和室外轨迹不同。室内移动对象的轨迹可以表示在一个包含空间维和时间维的多维空间。空间维用符号化的地理位置编号表示，例如房间号、RFID阅读器编号等。这样，移动对象的轨迹可以表示为若干水平线段，进而利用R-tree索引这些线段。Jensen、Lu和Yang提出了一种基于图的室内移动对象的跟踪算法，用于确定室内移动对象的轨迹，并且提出了两种基于R-tree的索引结构RTR-tree和TP2R-tree。RTR-tree将室内移动对象的轨迹表示为若干水平的线段，TP2R-tree。RTR-tree将室内移动对象的轨迹表示为若干水平的线段，TP2R-tree则把轨迹表示为一个带时间参数的点。这两种索引结构均可有效支持室内空间范围查询和室内轨迹查找。

连续查询处理。针对室内移动对象的连续查询处理，Yang等人提出了一种查询感知的、增量的方法。该方法适用与基于符号化存在感应器的室内定位技术。针对每个连续范围查询，作者提出了关键设备的概念，即在符号空间中的安全区域。仅当关键设备有新的读数产生时，会对查询结果进行增加或删除操作。这样，非关键设备的新读数将不会被用于增量更新查询结果。

### 5.2不确定的位置服务

位置信息的不确定性源于多种因素。首先，非连续的定位采样会带来不确定性。一般来说，定位技术会定期汇报位置信息，因而移动对象的位置在相邻两次采样之间存在不确定性。一般来说，定位技术会定期汇报位置信息，因而移动对象的位置在相邻两次采样之间存在不确定性。最后，处于隐私保护目的，需将数据模糊化，人为的引入不确定性。

### 5.3云计算平台下的LBS

通常情况下移动终端受限于计算能力和电池资源，无法完成较复杂的运算，如何利用强有力的云计算平台来提供更高效的基于位置的服务富有挑战。

对于超大量的历史轨迹数据进行管理，已经有相关的研究对多达1亿个室外移动对象进行了轨迹索引研究。另一方面，室内轨迹数据也在快速增长，比如各种交通枢纽，每天能产生的大量的数据，对大量的历史轨迹数据进行分析和查询，这样就可能对现有的LBS服务进行改进。

隐私保护。借助云计算这一新技术，LBS的运行模式也会发生了一些变化，LBS服务提供商可以将自己的数据和服务外包到云计算平台上运行。可是在利用云计算平台的同时，还会带来新的隐私保护问题，即在不知道云计算平台是否可信的情况下，如何获得安全的基于位置的服务。这类隐私保护方法有两方面的安全需要得到保证：即被外包的数据需要是隐私的，即提供云计算服务平台的机构无法破解外包的时空数据；同时也要求用户能对查询的结果的完整性进行验证。

### 5.4社会化LBS

随着Web2.0技术的迅速普及，YouTube和Facebook等服务提供商运行用户参与并共享自己的数据。由于这些数据通常包含3种信息——时间、空间和人物，因而也常被视为是时间-空间-社会数据。针对这一类型数据的分析可以更深入的掌握用户的兴趣爱好，并进一步地提供个性化LBS服务。通过对具有空间信息标注的图片的分析，可以提供一种新的基于地图的探索服务。

## 未来的研究工作

室内移动对象管理：支持多定位方法的统一室内定位模型，室内移动对象的索引技术和室内移动对象的隐私保护

无缝化的LBS，在一些大型应用中，室内/室外相结合的无缝化服务也非常重要。无缝化LBS的难点在于室外/室内空间的定位技术切换和统一数据管理。

云计算下的LBS挑战，海量移动对象当前/将来位置索引和云计算下的隐私保护

高效的社会化LBS，web2.0技术和LBS的结合，带来了许多新的应用，社会化的LBS正式成为一个应用和研究的热点