

基于位置服务的分析与展望*

李清泉 乐阳
武汉大学

关键词：基于位置的服务 空间信息服务 空间定位

引言

人们的日常生活常使用“何时(When)、何地(Where)、谁(Who)、什么(What)”等词语,其中“何时、何地”确定了活动的时间和空间要素,可以说,基于位置的服务和人们的日常生活息息相关。

基于位置的服务简称位置服务,是利用定位技术获得移动终端的位置信息,并通过通信网络向移动终端提供与位置相关的信息服务^[1],目的是可以随时(Anytime)、随地(Anywhere)为所有的人(Anybody)和事(Anything)提供实时的“4A”服务^[2]。

基于位置服务的情景可通俗地表示为:你在哪里、什么身份、附近有什么资源^[3]。一个更广义的观点则认为基于位置的服务就是一类无线IP(Internet Protocol, 网际协议)服务,它将信息服务提供给移动终端用户,任何融合了移动终端位置信息的应用服务都可以成为基于位置的服务,比如安全、防卫、紧急事故、导航、生活便利、娱乐、旅行助理、后勤和移动资产管理等^[3-5]。

基于位置服务的最早应用是20世纪70年代美国的911电话定位;之后,随着GPS(Global Positioning System, 全球定位系统)的出现,导航成为基于位置服务的最典型的应用^[6]。如今,随着定位手段和技术的发展、移动计算设备的逐渐普及以及移动网络通信技术的发展,使得基于位置服务的普及成为可能。人

们可以通过自己的手机、PSP(PlayStation Portable, 一种游戏机)等便携设备随时获得生活信息(天气状况、电影场次)、交通信息(交通路况、路径规划导航),或者查找最近的娱乐场所、加油站、医院、车站等,甚至获知朋友所处的位置。由于基于位置的服务为人们的日常生活带来极大的方便,它已经成为软硬件开发者和服务提供商关注的一个热点。



图1 基于位置的服务的基本组成部分^[5]

图1描述了基于位置服务的4个基本组成部分:用户、通信网络、定位、服务与内容提供商。用户是指各类移动终端,是一个提供信息查询的工具,包括手机、掌上设备、笔记本、车载导航仪等;移动通信网络将移动终端用户的请求和数据发送给服务与内容提供商,同时将请求信息回传给用户;定位模块确定用户终端的位置,是基于位置服务的基础,因为基于位置服务的主要特征就是服务与用户

* 本文项目支持: Microsoft Research Asia IST Award: FY09-RES-THEME-055及国家自然科学基金(60872132)。

的位置有关。基于位置服务的服务与内容可能由不同的商家提供，服务提供商负责处理用户的各种请求信息；内容提供商提供各类服务需要的数据，为服务提供内容支持。

关键技术

基于位置的服务是定位、电子地图、基于位置数据的信息挖掘和分析、自适应表达等技术融合的产物，这些技术的集成和综合构成了基于位置服务的基本服务。图2描述了这些关键技术的关系。

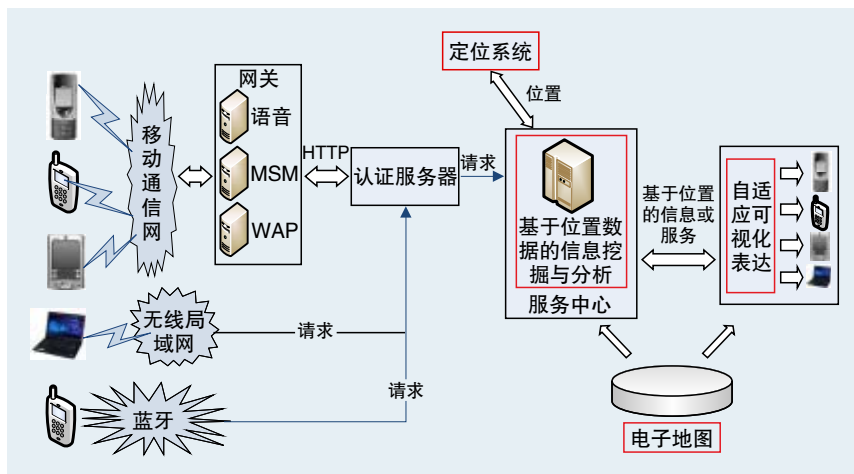


图2 基于位置服务的技术构成框架

定位技术

基于位置服务的前提就是获得移动终端的地理位置。目前，移动定位技术可分为三类：GPS定位、基于手机网络的定位和混合定位，第三类融合了前两类定位。关于这三种技术的详细介绍可参见本期专题中陆锋研究员等撰写的《LBS的数据处理技术》一文。

此外，近距离定位也是基于位置服务的定位的重要组成部分，可用于室内和特定区域的定位。

近距离定位

典型的近距离定位技术包括射频识别、蓝牙及ZigBee。

射频识别定位可在特定的区域进行定位，比如

停车场、医院、工厂等。在特定区域的关键地方安装射频标签读写器，区域内任何带有射频识别装置的物体都可以被系统识别，进而得到其位置信息。射频识别的定位精度一般为1~3m。

蓝牙技术是一种短距离无线通信技术，可以实现固定和移动信息设备之间无线通信，从而组成个人局域网。蓝牙定位是指在蓝牙组成的个人局域网中，利用其中的固定访问点来对移动信息设备进行定位。在室内，蓝牙定位精度可以达到0.1m。该技术一般只作为其他定位方法的补充，弥补其他定位方法在室内定位的缺陷。

ZigBee是一种新兴的短距离、低速率无线网络技术，距离和速率介于射频识别和蓝牙之间，可以利用ZigBee网络的无线射频基础设施计算物品或人员的位置。根据其自身的无线电标准，在数千个微小的传感器之间相互协调通信以实现定位，如图3。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，所以它们的通信效率非常高。ZigBee最显著的技术特点是它的低功耗和低成本。

定位技术的选择由应用要求的定位精度及费用共同决定。表1比较了各类定位方法的主要特征。

定位技术的选择由应用要求的定位精度及费用共同决定。表1比较了各类定位方法的主要特征。

电子地图技术

基于位置服务的服务提供商可借助于电子地图表现和空间分析能力，将基于位置的服务更直观地提供给用户。

在基于位置的服务系统中，电子地图是各种信息的载体，多数服务也是以电子地图的形式提供给用户，因此电子地图数据的准确性和现势性会直接影响到基于位置服务的质量。目前，中国经济处于高速发展期，各类基础设施建设日新月异，电子地

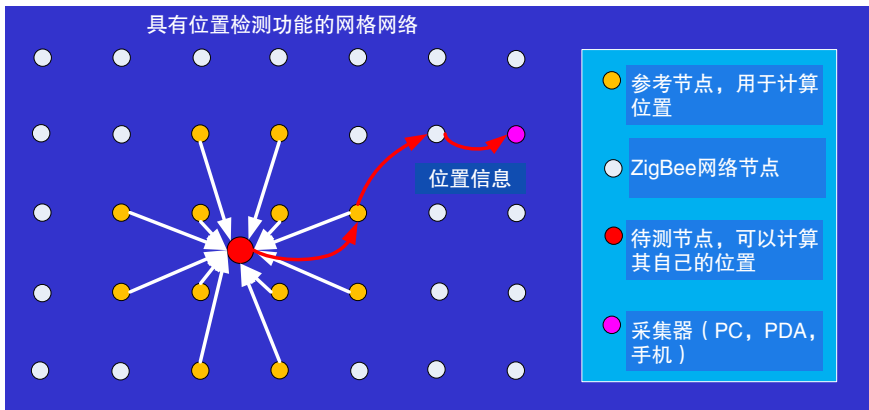


图3 ZigBee的定位原理^[7]

表1 定位技术的对比

定位方法	定位精度	响应时间	使用范围	费用	终端和网络要求
传统GPS	30m	30s ~ 3m	无遮挡	免费	GPS接收机
Cell-ID	>100m	3s	通信网络覆盖区域	收费	手机+通信网络
TOA、TDOA	100m ~ 500m	<10s	通信网络覆盖区域	收费	手机+通信网络
AOA	150m	<10s	通信网络覆盖区域	收费	手机+通信网络
E-OTD	100m ~ 500m	<10s	通信网络覆盖区域	收费	手机+通信网络
混合定位 gpsOne\XPS	3m ~ 30m	1s ~ 10s	无限制	收费	CDMA/3G+GPS+WiFi
射频识别	1m ~ 3m	1s	特定区域	免费	射频识别装置、射频 标签读写器
蓝牙	0.1m	/	10m有效范围 最大增益到100m	免费	蓝牙设备

图的更新速度需要不断提高。由于受到无线网络传输速度的约束，电子地图如何能够快速有效地更新和传输是一个关键问题。

增量更新是解决电子地图更新问题的有效方法。这种更新是指对原始数据和新版数据更新变化进行检测，根据新版数据中发生变化的要素及相关信息更新相应的原始数据，例如新增、删除和修改数据。建立增量更新体系，可以压缩电子导航地图从数据生产商到客户的延迟。

在增量更新中涉及两个关键问题：变化检测和数据传输。变化检测是指在两个不同版本的数据中提取其中不同的部分，主要包括几何变化、属性变化和拓扑变化。自动变化检测的核心包括自动检测算法。

尽管无线网络传输带宽得到很大的提高，但是

相对而言数据的传输量还是比较有限，影响了浏览的速度和效果。解决这个问题之一的方法之一就是采用渐进传输的方式。其基本思想是将数据分层或者分块传输，按需传输和减少网络延迟，其关键在于平衡传输效率和传输精度，如图4。

信息分析和挖掘技术

基于位置的服务需要结合完备的数据分类、表达模型和信息分析与挖掘技术，才能更好地为用户提供各种位置相关的信息服务。作为一种服务，服务的切合性和人性化是吸引用户的一个重要指标。因此，用户行为和需求分析是基于位置服务的信息

分析和挖掘的重要内容。

路径规划是基于位置服务的一个研究和应用热点，尤其考虑实时交通路况的动态路径规划。用户

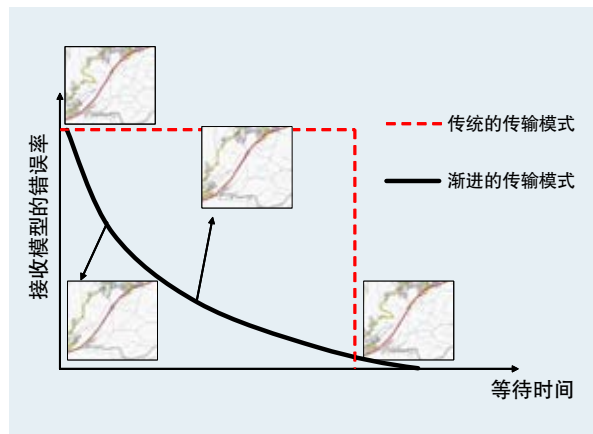


图4 渐进传输与普通传输模式对比^[8]

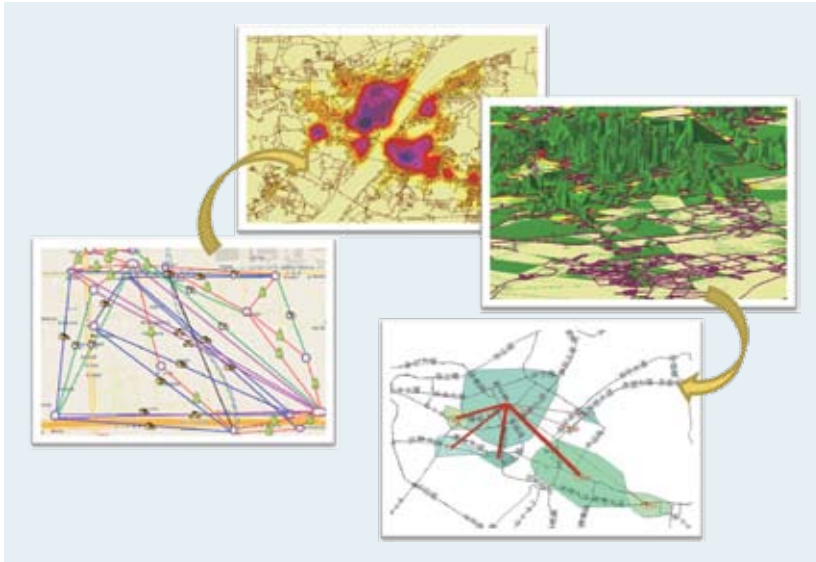


图5 群体行为分析^[9]

通过基于位置的服务获得实时交通路况信息，当道路交通状况发生改变时重新规划路径。更进一步的研究是通过对历史交通状况数据的分析，预测将来的交通拥挤状况，数据分析和挖掘是提供这项服务的基础。

通过个人轨迹分析可以进一步获得用户的行为特征和需求分析，比如行为偏好、消费能力等。但是此项内容涉及用户隐私，因此数据和分析结果的使用都受到一定限制。

通过利用数据挖掘的方法也可对群体轨迹进行分析挖掘，例如城市热点区域信息和群体行为特征。如图5显示的是基于武汉出租车轨迹数据挖掘人们活动热点区域以及区域间的交互，这些分析结果可用于兴趣点（Point of Interest, POI）推荐等基于位置服务的应用中^[9]。

自适应表达

自适应表达就是根据用户、数据、资源及要解决的问题等情况，自适应地采用相应的视觉表现形式。自适应表达在基于位置的服务中的目标是设计出面向人的地理可视化系统，具有自适应表达的地理可视化系统应该具备上下文分析、交互式操作以及自我组织、自我评价的功能。自适应表达的原理

是：当处于一定上下文的用户发出服务请求时，系统根据用户当前所处的上下文，自适应地为之提供相应的信息，再将其以与之相适应的方式提示给用户。如图6，“自适应对象”通过一定的“自适应方法”，自适应地达到“自适应目标/结果”^[10]。

自适应内容主要包括：信息内容的自适应（数量、分类、等级、细节层次、地理范围）、用户接口/界面的自适应、信息表达方式的自适应（地图版面设计、地图尺度、

地图综合、粒度、图元）以及技术（通信、传输等）的自适应。自适应表达一般分为地理信息内容的自适应和用户接口的自适应。

地理信息内容的自适应主要是对地理信息的选取，信息数量与详细程度的调整以及信息的分类与编码；主要研究方法有：基于变比例尺的鱼眼可视化技术、基于邻近的比例尺自动调节的自适应可视化方法、基于拓扑示意图。用户接口的自适应主要是由用户操作行为（地图操作触发地图要素层次、

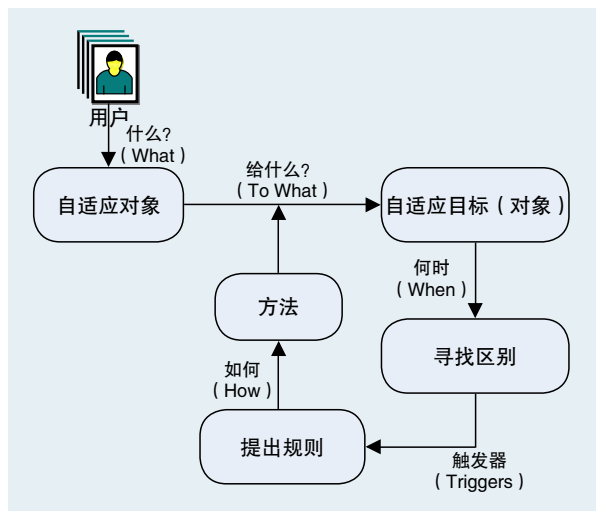


图6 自适应原理^[10]



图7 云计算的概念^[1]

显示顺序和显示频率的变化)或者外部环境的变化来触发接口(天气、光线、用户文化背景等各类外部环境触发调节的显示方式)。

与其他应用相比,自适应表达在基于位置服务的应用中最大的特点是空间数据的地理可视化要在移动环境下的小屏幕设备上设计。在小屏幕设备上可视化表达所面临的主要问题包括:

1. 有限的分辨率、小尺寸的显示屏、有限的可供选择的色彩制约了显示的方式;

2. 有限的处理、存储能力和窄带宽制约了数据的操作;

3. 全局上下文信息的缺失会导致频繁、乏味的地图缩放平移操作。

由此可以看出,基于位置服务的数据种类多,数据量大,而且信息挖掘和分析服务对时效性要求比较高,这就必然要求移动终端设备具有

高速的处理能力。然而,由于移动设备硬件、软件的限制,计算处理能力有限,因此有必要采用云计算的方式(图7)。

由于计算处理任务和数据存储都是在远端“云”上进行的,而且云计算对移动终端的要求较低,移动终端只需具有基本的计算处理能力和移动通信能力,但是由于计算和存储都在远端“云”上,移动终端和“云”的通信数据量必然增加,从而加重了无线通信传输负担。因此渐进传输技术、自适应表达技术的充分运用有助于拓展和满足移动云计算的应用前景。

基于位置服务的典型应用

基于位置的服务几乎涵盖了人类动态活动的各个方面:安全、防卫、紧急事故、导航、生活便利、娱乐、旅行助理、后勤和移动资产管理等(如图8),其市场发展前景将十分巨大。目前,国外已有不少服务商提供了相关的服务,像苹果、诺基亚、谷歌、微软等公司纷纷推出了各自的业务。在



图8 基于位置服务的典型应用^[5]

国内，中国移动于2001年推出了基于移动梦网的位置服务，中国联通在2003年推出了定位之星的服务，但二者只是通过短信的形式提供位置服务，并不是真正意义上的基于位置的服务。下面具体介绍几个基于位置服务的典型应用：路线搜索、兴趣点位置信息搜索、个人/终端位置信息搜索以及基于位置的社交娱乐网络。

路线搜索是传统的也是最常用的基于位置服务。谷歌、Bing、百度等各大地图服务商都发布了自己在线地图，现在通过手机与互联网的连通，用户可以随时随地查询路线。线路查询方式一般包括：全路径搜索，依据请求指定的信息（自驾车、步行、公交车方式，最短、最快以及不走高速公路，途经多点等等方式）返回整个路径的信息；途经多点方式，依据请求指定的点序列（在缺省情况下首末点作为起止点），搜索经过所有指定点的路径；排除条件，基于不同道路类型、地域类型，判断应走的道路或不应走的道路；时间与距离信息，服务将返回多个基于起点、终点和分段路线的时间和距离计算结果。

兴趣点位置信息搜索指的是基于用户个人位置信息对周围用户感兴趣网点搜索。例如：个人附件的商业网点、医疗网点、餐饮网点、住宿网点、书店、公交站、银行、旅游景点、影剧院、歌舞厅等所有与位置有关用户感兴趣的网点。兴趣点搜索一般包括最近距离、指定范围和指定属性等兴趣点搜寻。

手机与拥有海量数据的互联网相结合可以为我们提供实时、方便的位置服务。“iPhone App-Store”中有多种包括地图、导航、搜索和娱乐等基于位置服务的应用程序；“诺基亚地图”提供的卫星视图、混合式视图和街道视图可以从不同角度查找目的地，逐个城市、逐条街道来规划路线；“手机必应”使用户在手机上可以进行必应（Bing）搜索，帮助用户搜索周边的信息，包括生活、美食、旅游、出行和汽车等，并且提供出行驾车路线和公交换乘的搜索服务、显示地图、路况，天气等；“谷歌手机”利用语音辅助和互相切换的地图模式

与街景模式来进行路径规划与导航，提供兴趣点的信息查询和实时路况等。

个人/终端位置信息搜索指查询用户、车辆等各类终端的地理位置，在得到授权后也可以查询第三方的位置信息，例如交友信息搜索、企业外勤人员监控、老人和小孩等特殊人群的保护、警务移动人员监控、企业外勤人员监控；在搜索、监控移动对象的位置信息方面的应用有出租车监控调度、物流监控与调度公司/企业/机关公车私用监督管理、财产监控、工作流管理。

基于位置的社交网络服务横跨手机及PC互联网的社交平台，提供了基于真实地理位置的网络社交服务，包括基于位置的手机交友及移动博客、无线即时通讯、手机对讲、内容分享等。个人/终端位置信息搜索是基于位置的社交网络的一种重要形式。除此以外，用户还通过这个平台可以使用一系列的在线服务，包括博客、相册、圈子、交友、新闻、书城以及娱乐游戏等功能。基于位置的社交网络隐藏巨大商机，几个典型的基于位置的社交娱乐服务有Whrrl、Loopt、Bedo（贝多）以及谷歌纵横（Google Latitude）等。

结语

基于位置的服务作为一种新型的空间信息服务模式逐渐发展起来，并且呈现出良好的市场前景和发展势头。在硬件方面，可提供基于位置服务的功能和设备的移动设备越来越多；在软件方面，谷歌提供利用位置相关信息的应用程序，Skyhook为Mozilla浏览器提供基于无线保真（Wi-Fi-based）的位置服务的插件（Plug-in），微软Windows 7提供内置的基于位置服务的应用程序接口（Application Programming Interface, API）。

但是，目前基于位置的服务的发展并不成熟。在技术方面，定位精度、电子地图快速更新、位置语义表达、基于位置数据的挖掘和实时分析技术都有待进一步提高；在应用方面，产业链尚不成熟，规范标准、隐私保护、用户需求等方面还有待完善

和统一等。因此，基于位置服务的进一步发展和普及还需要学术界和产业界的共同努力。■



李清泉

武汉大学教授。主要研究方向为GIS-T、车载导航与智能交通技术，移动GIS与空间信息服务技术等。

qqli@whu.edu.cn



乐 阳

武汉大学副教授。主要研究方向为交通数据管理与分析、移动轨迹分析与挖掘、时空数据表达及挖掘等。

yueyang@whu.edu.cn

参考文献

- [1] Virrantaus, K., Markkula, J., Garmash, A., Terziyan, Y.V. Developing GIS-Supported Location-Based Services. In: Proc. of WGIS' 2001 – First International Workshop on Web Geographical Information Systems, Kyoto, Japan. 2001: 423 ~ 432
- [2] 李德仁, 李清泉, 谢智颖. 论空间信息技术与通信技术集成. 武汉大学学报·信息科学版, 2002, 26 (1) : 1 ~ 7
- [3] J. Schiller, A. Voisard (editor). Location-based Services (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems), San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann Publishers. 2004
- [4] 陈飞翔, 李华, 周治武. 面向LBS的移动空间信息服务研究. 计算机工程与应用, 2008, 44(13): 217 ~ 219
- [5] S. Steiniger, M. Neun, and A. Edwardes. Foundations of Location Based Services. CartouCHe Lecture Notes on LBS, version 1.0. Department of Geography, University of Zurich, Switzerland, 2006.
- [6] S. J. Vaughan-Nichols, Will Mobile Computing' s Future Be Location, Location, Location? Computer, February 2009, IEEE Computer Society: 14-17
- [7] J. Boe, ZigBee定位解决方案[J]. 电子设计应用, 2008(1): 85 ~ 87
- [8] B.-S. Yang, R. Purves, R. Weibel. Efficient Transmission of Vector Data over the Internet, International Journal of Geographical Information Science, 2007. 21(2):215 ~ 237
- [9] Y. Yue, Y. Zhuang, Q.-Q. Li. Mining Time-Dependent Attractive Areas and Movement Patterns From Taxi Trajectory Data. The 17th International Conference on Geoinformatics, Fairfax, VA, USA., 12 ~ 14 Aug. 2009.

[10] T. Reichenbache., Mobile Cartography – Adaptive Visualization of Geographic Information on Mobile Devices, Doctoral Thesis, Institute for Photogrammetry and Cartography, Technical University of Munich, 2004

[11] Infreemation, Cloud Computing – Linear Utility Or Complex Ecosystem?, June 22nd 2008, <http://infreemation.net/cloud-computing-linear-utility-or-complex-ecosystem/>