

# 全息位置地图研究

周成虎<sup>1</sup>, 朱欣焰<sup>2</sup>, 王 蒙<sup>3</sup>, 施 闯<sup>2</sup>, 欧 阳<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;

2. 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉 430723; 3. 中国电子设备系统工程公司, 北京 100141)

**摘 要:**位置信息服务是当代社会发展的一个重要方向,以位置为基础,将相关信息关联和分析,为潜在用户提供知识层次关于表达对象的全方位的信息,实现地理位置概念应用的飞跃。本文在地理位置与位置地图概念分析的基础上,进一步论述了语义位置、位置感知与位置计算的内涵,提出了全息位置地图的新概念,探讨了全息位置地图的主要研究内容和发展方向。

**关 键 词:**地理位置;位置感知;位置服务;位置地图;语义位置;全息位置地图

当今世界已经进入信息的时代与网络的社会,物联网、智慧地球成为全社会关注的热点,移动通信、移动定位、移动网络、智能终端成为社会基础设施的重要构成。世界上的一切事件均可被赋予准确的时空戳印。地理位置成为地球上一切事物、事件的基本属性,一个真实的物理世界和一个虚拟的网络世界再度以地理位置为关联而实现交融。从社会产业发展看,位置信息服务成为现代服务业的重要构成之一,也是未来移动应用的第二大发展方向,而这其中的关键之一则是对高精度、多视角位置地图的需求。发展个性化、智能化、全方位信息的位置地图将是支撑位置服务业发展的关键,也是人类社会应急重大自然灾害、重大突发公共安全事件等的必备基础。本文从地理位置的基本概念出发,提出了全息位置地图的概念,并初步探讨了全息位置地图的内涵及其主要研究内容与发展方向。

## 1 地理位置与位置感知

地理位置是地理研究的基本概念之一,是地表现事物对外在客观事物的相互关系的总和,具有综合性、确定性、层次性和历史性等特点<sup>[1]</sup>。在地理研究中,可以将地理位置分为绝对地理位置和相对地理位置。绝对地理位置表征地理事物在地球表面本

来就存在的时空关系,一般以整个地球为参考系,以经纬度为度量标准。相对地理位置则以其参考点的周围事物进行确定,一般是对地理事物的时空关系所作的定性描述。根据位置运动特性,可将地理位置分为移动位置和固定位置,移动位置主要指运动车辆和人的实时位置,通常以平面坐标方式给出;固定位置是指重要或明显地物、建筑、机构的详细属性(方位、距离、到达路线等),这是传统地图上所标注的位置,所以固定位置也可称为地图位置。现在移动定位和移动通信技术的发展,用户对移动位置信息的需求远远超过了对固定位置信息的需求,甚至在寻求固定位置服务时也需要借助移动位置信息完成<sup>[2]</sup>。

以位置为核心,研究地物、地理事件的空间分布及其相关关系是地理研究的视点,并构成了地理学的基本方法<sup>[3]</sup>。对地理位置的关注和兴趣是人类的基本行为,同时地理位置也在一定程度上,决定了许多事件和事物的固有特征与属性,如日-地-月行星运行的时空关系决定了地球上热量分布的地带性基本规律。

在传统的测绘科学、大地测量中,地理位置作为空间基准,其测量和计算是一项专业性非常强的任务,甚至只有权威部门和专门化机构才可以有能力开展的工作。全球定位技术和系统的发展,使

收稿日期:2011-03; 修订日期:2011-06.

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40830529)。

作者简介:周成虎(1964-),男,江苏淮安人,博士,研究员,主要从事地理信息系统基础理论与方法研究。

E-mail: zhouch@lreis.ac.cn

通讯作者:欧阳(1979-),女,河南郑州人,博士,助研,主要研究方向为地图学与地理信息系统。E-mail: ouyang@lreis.ac.cn

得基础测绘、大地测量从地球表面移到空中、甚至是太空。便捷化的GPS终端设备使得每一人都可以非常方便地在任何时候获得全球上任一地方的三维位置、三维速度和时间的信息服务。这样的技术进步,也使测量从专业、权威测量发展出大众测量技术体系,并形成了以位置感知为核心的新型地理位置测量体系。卫星遥感、航空遥感、地面移动车辆测量等技术发展,使得大区域的地理信息获取变得更加便捷和量化。今天,自发地理信息(volunteer geographical information, VGI)通过在维基百科等互联网上的文章、照片、视频上增加地理标识符,使得地理信息类型和内容得到较大的丰富,一种新型的基于网络的大众协同地理位置测量和地理信息采集成为一个重要的时代特色<sup>[4]</sup>。因此,地理位置已不再仅是一个地理学的概念,已经成为多个学科与技术的基本科学范畴,并将由此产生一系列新的发展方向和研究问题,如位置感知与位置计算。

位置感知(Location Awareness)是指通过一种或多种定位系统获取特定个体或物品的位置过程<sup>[5]</sup>。从功能上讲,现有的位置感知系统分为两种:①专用定位系统,如GPS定位系统、Cell-ID等;②具有潜在定位特性的系统,如WiFi、RFID、ZigBee等。由于定位的复杂性和各种技术自身的固有特点,每项技术的应用范围各不相同,其综合集成应用,实现室内外、地上地下等一体化位置感知。

位置感知的重要基础是传感网的构建和运用,传感网和当代的“三网”连接,则构成了更加广泛和使用的“物联网(Internet of Things)”。物联网利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别,通过互联网、电信网、广电网为主的泛在网互联进行智能计算、信息处理和知识挖掘,实现人与物、物与物的信息无缝链接与交互,实现对物理世界实时控制、管理和决策的目的<sup>[6]</sup>。各种传感器不仅能够提供事物本身的信息,而且能够探测、存储、处理乃至整合各种与事物相关的位置、状态、环境等信息,从而向全球网络提供各种关联在一起的信息,使得任何人在任何地方都能够通过该网络获取所需的任何信息,即泛在(Ubiquitous)的信息<sup>[7]</sup>。位置感知和位置计算使“物联网”中的事物获得了位置的“灵性”。因此,在一定程度上,可以说,物联网实现了虚拟空间和现实空间的有机结合,其中的位置信息

也体现出真实地理空间位置和虚拟地理空间位置的本质。

当前,位置感知计算已成为移动业务的重点研究方向,世界各国的大学和研究机构都在积极开展相关研究。例如,Olivetti Research公司的Call Forwarding项目,它根据Active Badge来得到用户的位置;Washington大学的Mobisaic Web Browser研究,设计了一种能根据用户的位置和当前时间显示不同网页风格的浏览器;AT&T Bell实验室的Shopping Assistant研究能用用户的手机/PDA引导用户到欲购商品的货架前等<sup>[8]</sup>。

## 2 位置服务与位置地图

位置服务,全称是基于位置的信息服务(Location based service, LBS),主要通过移动定位技术获得用户当前所在位置,在电子地图及其相关业务平台的支持下,提供给用户与位置相关的感兴趣信息,其最大特点是在用户需要的时间、地点和环境下,为用户提供与位置关联的信息,从而更加贴近用户需求和使用场景<sup>[9]</sup>。早在1994年,Bill等联合提出位置服务的基本概念,并将位置服务的内容分为你在哪里(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)等3方面<sup>[10]</sup>,蒲芳等将用户使用LBS的服务归纳分为定位(个人位置定位)、导航(路径导航)、查询(查询某个人或某个对象)、识别(识别某个人或对象)、事件检查(当出现特殊情况下向相关机构发送带求救或查询的个人位置信息)等5方面<sup>[11]</sup>。

美国通信委员会(Federal Communications Commission, FCC)在1996年颁布了E911行政性命令,强制性要求构建一个公众安全网络,实现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。E911行政令的颁布和实施促使移动运营商投入大量的资金和力量来研究位置服务,从而极大地促进了LBS的发展。此后,FCC对E911进行修订,提出了新的定位精度要求;2000年5月,美国政府将GPS全球定位系统完全开放给商业应用,使得定位精度达到5~50 m,大大促进了位置服务技术的推广应用。目前,全球LBS产业正处于蓬勃发展的新阶段,尤其是北美、亚太及欧洲三大市场日益壮大,其中亚太市场发展最早也最快,尤其是日

韩两国的 LBS 业务已经从入门级服务向丰富的应用发展,市场成熟度处于世界领先水平。例如,日本的 KDDI 基于较为先进的 CDMA 网络,将 LBS 业务作为与 DoCoMo 竞争的重要手段,已经推出上百种业务类型,其中以美食指引、娱乐黄页、气象与交通导航最受欢迎。2010 年 6 月, Twitter 正式推出地理位置服务 Twitter Places。用户可以将发送的每条消息标注上地点,或添加新的 Twitter Place,也可以点击某个地点查看来自于这个地点的最新的 Twitter 消息。Twitter 计划在所有用户发到 Twitter 上的信息(tweet)中增加“兴趣点-发布 tweet 时附加的位置信息”。基于位置服务的 Twitter 应用将成为商业应用的新亮点。

随着移动通信、移动网络和移动定位技术的成熟发展和广泛应用,以地理位置为核心的位置服务将迎来重大的发展机遇。例如,基于手机导航的位置服务,不仅仅是电子地图内容服务,还包括实时路况、3D 地图、实时天气、在线导航和周边资讯等多种增值信息服务;基于位置的社会性网络服务则通过整合移动互联网和互联网的无缝网络服务,帮助用户寻找朋友位置和关联信息,同时激励用户分享位置等信息内容。智能汽车、智能交通、智能搜救等都是新需求衍生出来的位置服务新产业<sup>[9]</sup>。

实现位置服务的重要基础则是可信、可用的位置地图。地图作为传承人类文明的手段,已经存在了几千年,刻画在陶片上的巴比伦地图,大约是 4500 年前的遗物。埃及人在苇草上描绘的金矿图、马绍尔群岛上居民用椰枝贝壳缀成的海图、北美爱斯基摩人的海图等,反映了原始公社时代人们对地图的需求。通过地图,可了解与自己紧密相关的周围环境的细节和状况,获取遥远异国他乡的信息,分析家乡在更为广阔的世界处于什么位置<sup>[12]</sup>。

作为地图家族中的一分子,位置地图则是服务于当今信息时代的一种地图,一种以感兴趣的位置为中心的地图。在一般意义上,所有的地图都是以地理位置为基本出发点,是关于位置及其相关现象的集合。然而,作为位置地图,其中所表述的位置则是实时动态定位所获得的或预先定义的位置与数字地图中所存储的静态位置及其相关信息的组合,通过两者的语义匹配,从而为用户提供所感兴趣、及时的信息。因此,位置的语义特征是位置服务的关键,所以也可将位置地图中的位置称为

语义位置<sup>[13]</sup>。

语义位置由地理位置、位置属性、位置联系以及随对象移动的位置移动的特征所构成,其中,地理位置是指真实地理空间的坐标位置,位置属性是某位置概念所具有的属性,位置联系是指若干个不同的位置之间的相互联系。在语义位置中,位置的移动特征具有非常重要的意义,通过移动的位置匹配和关联,形成了以位置为关联的信息链(流),从而产生有意义的服务。但在很多研究中,语义位置的移动特征常常被忽略。事实上,智能终端的广泛使用,用户的位置则随着携带移动终端用户的移动在不断改变。位置移动的速度和方向是语义位置的重要特征,应在语义位置的研究和应用中予以充分的考虑<sup>[13]</sup>。

### 3 全息位置地图

地图和文字不同,它提供的是一种视觉思维,而视觉思维是唯一可以在其中以足够的精确性和复杂性表现空间联系的感觉式样<sup>[14]</sup>。汪成为等<sup>[15]</sup>研究指出:人类是依靠自己的感知和认知能力,全方位地获取知识,并在多维化的信息空间中认识问题。地图则提供了这样的综合能力,特别是数字地图。数字地图的可视化极大地扩充了地图的家族,出现了电子地图、动态地图、赛博地图(Cybermap)等新的业态地图<sup>[16]</sup>。

全息位置地图是以位置为基础,全面反映位置本身及其与位置相关的各种特征、事件或事物的数字地图,是地图家族中适应当代位置服务业发展需求而发展起来的一种新型地图产品。与一般的位置地图相比,全息位置地图具有以下两方面的基本特征:

(1) 全息位置地图是语义关系一致的四维时空位置信息的集合。全息位置地图所反映的位置及其相关信息更为全面,多层次、多粒度、全方位反映空间位置本身以及各种关联关系,涵盖了以位置为基础的人与人、人与物、物与物的直接关联以及蕴含信息,各相关信息之间的语义位置关系更为明确和一致。例如,对地球表面上的任意一点,全息位置地图在垂直方向上,将包括地上、地表和地下空间的相关信息;在水平方向上,将包括局部区域和广域空间特征信息;在时间方向上,将包括过去、现



在以及可能的将来的信息。因此,全息位置地图的全息是对位置的四维时空特征的综合描述与解析。

(2) 全息位置地图由系列数字位置地图所构成。全息位置地图可以满足多种应用需求,可以形成多种场景,并可以多种方式呈送给用户。例如,Google等公司在网络地图服务领域所提供的全景地图则是其中的一类。全景地图是三维图像全景(Panorama)与二维地图结合而创建的一种地图。它提供每个地理位置的360°真实场景,并且实现全景漫游、全景搜索和全景分享等功能,有效地弥补了传统电子地图完整性和直观性欠缺问题。把电子地图所具有的地理位置查询功能与三维全景所提供的虚拟现实技术结合起来,将会给人们平常的生活、出行等提供非常大的便利<sup>[17]</sup>。

作为一种新型的数字地图,全息位置地图的研究尚处于初始阶段,以下一系列的理论与技术及其应用问题有待深入研究:

#### (1) 全息位置地图表达的数据模型

研究满足构建全息位置地图要求的三维几何对象、空间拓扑位置、语义位置、音视频综合等要求的统一数据表达模型,发展面向移动数据库架构的新型全息位置地图数据结构。

#### (2) 全息位置地图的统一编码

从满足在全方位(多方向多角度)、多层次(室内室外,不同空间尺度)、多粒度(室内外不同尺寸的物件)的位置感知与泛在服务环境中对位置信息的需求出发,研究简洁、易扩张、可解析的全息位置地图编码体系,构建不同参考系统中的位置信息的转换方法。

#### (3) 全息位置地图的构建技术

全息位置地图的构建技术研究多源、多维模型数据的提取、加载、整合与编辑工具和高效建模方法,建立建模过程中的几何一致性、时空关系一致性、语义逻辑一致性与属性一致性的控制方法,全景信息的多维变换与漫游等。

#### (4) 全息位置地图可视化方法

研究全息位置地图的可视化特征分析与提取,多分辨率表达与无缝显示,全景可视化与虚拟地理场景再现,CPU与GPU的异步渲染可视化模型等。

#### (5) 全息位置地图的应用方法

对各种空间位置按照层次和粒度进行有效空间转换,实现各种信息与位置的关联与融合,解读多源信息的冲突与协作;全息位置地图中多维模型

的语义信息、空间几何信息的解析和提取,时空多维空间路径规划和搜索模型的构建等;实时位置的感知与特征分析,位置关联信息的自动推送与服务的建立等。

## 4 结 语

当前,移动互联网、传感网、物联网和智能移动终端的飞速发展,使得信息内容更丰富、获取形式更多样,可实现人与人、人与物、物与物之间按需进行信息获取、传递、存储、认知、决策等。因此,以全息位置地图为基础,通过位置实现多维时空动态信息的关联,有效地将各种位置空间信息、传感网信息、社交网信息、自发地理信息、实时公众服务信息等进行相互连结,实现无处不在的泛在空间信息智能服务。在未来的位置信息服务中,全息位置地图的广泛使用,将全方位地打破时间和空间的局限,享受随时随地、按需供给的泛在智能信息服务。

## 参考文献

- [1] 胡兆亮. 论地理位置. 中原地理研究, 1985(2): 9-16.
- [2] 廖巍, 唐桂芬, 景宁, 等. 基于速度分布的移动对象索引方法. 计算机学报, 2007, 30(4): 661-671.
- [3] Hartshorne R. The Nature of Geography. The association of American Geographers, Lancaster, PA, 1964: 18-98.
- [4] Goodchild M F. Citizens as sensors: The World of Volunteered Geography. GeoJournal, 2007, 69(4): 211-221.
- [5] 刘瑜, 肖昱, 高松, 等. 基于位置感知设备的人类移动研究综述. 地理与地理信息科学, 2011, 27(4): 8-13.
- [6] 宋俊德. 浅谈物联网的现状和未来. 移动通信, 2010(15): 8-10.
- [7] 钱小聪. 当泛在网真正泛在. 中国电信业, 2010(8): 38-40.
- [8] 喻玫瑰, 谷洪亮. 位置感知计算的概论、关键问题和技术探讨. 现代计算机, 2006(227): 16-20.
- [9] 张园. 移动位置服务应用发展研究. 信息通信技术, 2011(2): 42-46.
- [10] Schilit B N, Adams N, Want R. Context-Aware Computing Applications. Proceedings of Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994.
- [11] 蒲芳, 曹奇英, 李彩霞. 普适计算中的位置感知综述. 东华大学学报: 自然科学版, 2006, 32(1): 120-124.
- [12] Beazley M. Vision of the World. 2-4 Heron Quays, Docklands, London E14 4JP: Octopus Publishing Group Ltd., 2003.

- [13] 黄仁亮, 王锋. 基于位置服务的语义位置综述//Proceedings of 2010 International Conference on Broadcast Technology and Multimedia Communication, 2010: 268-271.
- [14] 高俊. 换一个视角看地图. 测绘通报, 2009(1): 1-5.
- [15] 汪成为, 高文, 王行仁. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实践及应用. 北京: 清华大学出版社, 1997.
- [16] 高俊. 数字地图, 21 世纪测绘业的支柱. 测绘通报, 1999 (10): 2-6.
- [17] 李海亭, 张森, 彭清山. 城市地理信息系统中的全景地图技术研究. 城市勘测, 2010(3): 39-43.

## Panoramic Location-based Map

ZHOU Chenghu<sup>1</sup>, ZHU Xinyan<sup>2</sup>, WANG Meng<sup>3</sup>, SHI Chuang<sup>2</sup>, OU Yang<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Resources and Environment Information System of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. State Key Laboratory of Mapping and Remote Sensing of Wuhan University, Wuhan 430723, China;

3. China Electronic Device System Engineering Company, Beijing 100141, China)

**Abstract:** Location-based service is one of the key developing areas in modern information society. Linking all kinds of information with their explicit or implicit location(s) greatly promotes the geographical concepts to be more and more accepted and popularized. This paper mainly focused on the discussion on the contents of location based service with location-based map. At first, the authors explained the concept and its contents of location awareness and location computation from the point of view of geographical location and place. Moving location, or the position of a moving object, will be widely adopted and used while positioning system based on GPS and wireless communication are developed. Then, the authors discussed the difference and commonness between location map and general digital map. The semantic location will play key roles in the location-based services. On the basis of state-of-the-art navigation maps widely used in car navigation and internet map service, panoramic location-based map (PLM) is proposed as a new concept and new type of location map. It is a kind of digital map which store all the related data and information about the location and its surrounding events, matter and environment. The user will be served with the information of interest when he or she steps into a certain geographical fence. As location based service is developing and getting popular, PLM will become the most welcome map in the near future.

**Key words:** geographical location; location awareness; location based service; location map; semantic location; panoramic location map

本文引用格式:

周成虎, 朱欣焰, 王蒙, 等. 全息位置地图研究. 地理科学进展, 2011, 30(11): 1331-1335.