

文章编号: 1673-6338(2015)01-0078-04

智慧城市空间信息基础设施支撑力评价体系研究

蓝荣钦^{1,2}, 王家耀^{1,2}

(1. 信息工程大学, 河南 郑州 450001; 2. 智慧中原河南省协同创新中心, 河南 郑州 450052)

摘要: 针对当前智慧城市规划、建设中对空间信息基础设施作用普遍认识不足的问题, 深入分析了空间信息基础设施对于智慧城市建设、运营的重要支撑作用。通过空间信息服务体系分析并根据研究者近年来从事智慧城市规划建设的实践经验, 提出从空间信息基础设施的服务能力、融合能力和协同能力等 3 个方面综合评价其支撑能力。在此基础上, 建立综合评价指标体系, 以便提升城市空间信息基础设施建设力度, 完善智慧城市建设的评价指标体系。也为下一步开展定量分析和综合评价打下坚实基础。

关键词: 智慧城市; 空间信息; 空间信息基础设施; 支撑能力; 评价体系

中图分类号: P208 文献标识码: A DOI 编码: 10.3969/j.issn.1673-6338.2015.01.016

Research on the Support Capacity Evaluation System of Spatial Information Infrastructure for Smart City

LAN Rongqin^{1,2}, WANG Jiayao^{1,2}

(1. Information Engineering University, Zhengzhou, 450001, China; 2. Collaborative Innovation Center of Geo-Information Technology for Smart Central Plains Henan Province, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: In view of the lack of the knowledge about spatial information infrastructure's role in smart city planning and construction, an in-depth analysis of the important support role of spatial information infrastructure to the smart city building and operation management has been performed in this paper. On the basis of the analysis of spatial information service system and our empirical research in smart city planning in recent years, three aspects of comprehensive evaluation system of the support ability of spatial information infrastructure such as service capability, fusion capability and collaborative capability were put forward. A comprehensive evaluation index system helpful to promote urban spatial information infrastructure construction and to improve the smart city evaluation index system were also established. A solid foundation was established to further carry out quantitative analysis and comprehensive evaluation.

Key words: smart city; spatial information; spatial information infrastructure; support capacity; evaluation system

智慧城市规划建设普遍存在着对空间信息基础设施的支撑作用研究不多、认识不足问题。相关论述文献较少。住建部颁发的《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系》作为国家级智慧城市指标体系文件, 仅在三级指标体系里提出城市公共基础数据库和城市公共信息平台两项指标, 工信部颁布的《智慧城市评估指标体系》(征求意见稿) 根本没有提及空间信息基础设施。

有些部门只关注电信和网络基础设施^[1]; 有些部门从经济、科技、社会、环境 4 个子系统作了理论探讨, 未涉及具体指标体系^[2]; 有些研究者提出从应用维度来建构评价指标体系, 未提及空

间信息内容^[3-4]。在国外, 欧盟委员会在《ICT 政策保障项目》中关于智慧城市的开放数据与开放内容, 第 1 条就是地理空间信息^[5-7]。

建立空间信息基础设施支撑力综合评价体系并在此基础上开展定性定量相结合的评价具有重要意义。它将有助于优化空间基础设施的布局体系, 提升城市空间信息基础设施建设力度, 完善智慧城市建设的评价指标体系。

1 智慧城市与空间信息基础设施的相互关系

智慧城市是数字城市的提升, 是城市信息化发展的高级阶段。数字城市不能没有空间信息基

收稿日期: 2014-04-21; 修回日期: 2014-10-15。

作者简介: 蓝荣钦(1963 -), 男, 福建漳浦人, 高级工程师, 博士, 主要研究方向为空间数据挖掘、智慧城市理论与实践。

E-mail: drlanrq@126.com

基础设施即地理空间信息共享交换平台的支撑, 同样, 智慧城市也不能没有智能空间信息基础设施即智能地理空间信息共享交换平台的支撑。因为城市的人都是在一定的时空世界中活动的, 城市的物也是处在一定时空之中的, 也就是说, 城市的人流、物流、信息流都是在一定的时空中进行的, 城市的空间结构和空间关系都具有时空特征。因此, 空间信息基础设施是智慧城市信息基础设施的主要组成之一(还包括网络基础设施等)。空间信息基础设施的核心是时空基准(大地坐标基准、高程基准、深度基准等)、城市基础地理空间数据库及更新机制和城市地理空间信息共享与交换平台等等。在智慧城市建设、运行与维护过程中, 空间信息基础设施有着十分重要的、不可或缺的作用。

首先, 时空基准是城市一切事物和人类活动的定位框架, 是各种行动协同、协作、步调一致的基本框架。例如, 以城市基础地理空间数据作为定位的框架, 可以实现多传感器的协作感知, 实现多传感器数据融合, 以及动态传感器重组与搜索定位。所有组网的传感器之间采用基于时空框架的多阶段、多层次的融合策略, 可形成城市所有部门共享的、一致的复合态势图。

其次, 以城市基础地理空间数据作为定位的框架, 可实现分布、多源、异构城市信息资源的深度整合。例如, 以地理空间为框架, 整合城市的各类信息资源, 可实现自然资源、人口、法人、宏观经济以及城市管网、规划、建设、房产、教育等行业专题信息资源的一体化集成管理和共享。

再次, 通过实现非空间数据的空间化(定位), 就可以进行智能综合分析和决策。实现城市社会经济统计信息的空间化和各类专业统计数据基于时间和地理空间框架的统一集成、管理、分析和开发利用。

在智慧城市中, 地理信息系统不仅仅提供数据采集和展示, 更是体现整体价值的关键。

2 空间信息基础设施支撑力评价因素和指标体系

智慧城市空间信息基础设施支撑能力可分解为 3 个方面, 如图 1 所示。首先是空间信息基础设施本身固有的支撑服务能力; 然后是空间信息技术、系统与城市新一代信息技术和系统的组合聚合能力; 最后是空间信息基础设施不同信息系统之间的协同能力。

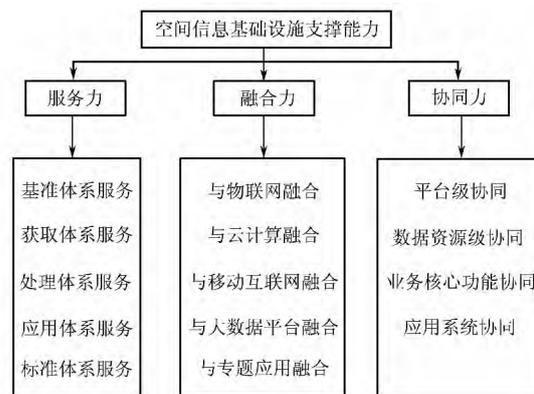


图 1 智慧城市空间信息基础设施支撑能力评估体系

2.1 空间信息基础设施服务能力评价体系

空间信息基础设施服务能力首先取决于自身完备性和开放性。要达到智慧城市要求, 需要在数字城市地理空间框架基础上, 以时空信息动态更新为核心, 建设动态时空地理信息框架, 统一信息资源中心和核心功能组件。主要涉及以下 4 个方面能力的扩展与提升。

第 1 集中的智慧城市数据中心。充分利用空间数据集的海量异构多源数据, 通过对数据中心的功能和集成管理等方面的提升, 实现包括二维、三维、元数据信息的各类数据存储, 为智慧城市提供直观的展现平台, 为物联化、互联化、智慧化提供基础和支持。

第 2 实现综合管理服务平台拓展。拓展的主要内容包括数据的拓展、功能的拓展、服务的拓展和运营模式的拓展。数据的拓展包括数据的内容、数据的格式、多源异构信息资源的整合; 功能的拓展包括基于移动设备系统搭建, 基于倾斜式的影像、街景的影像、2.5 维、三维影像等各类数据的应用功能; 服务的拓展重点在空间信息服务的网络化(网格化)和云服务。运营模式的拓展包括采用多种模式共同建设和运营各个业务平台。

第 3 支撑环境的拓展, 把数字城市地理空间框架支撑环境向“云”建设模式拓展。在软硬件基础设施、公共服务功能、系统数据提供等方面都要向“云”模式进行转化。实现各类资源的虚拟化存储和泛在服务。实现“数据即服务”、“软件即服务”、“平台即服务”等。

第 4 支撑智慧城市业务应用系统的快速构建。基于信息服务网络中各种信息服务平台提供的搭建配置开发技术, 快速搭建应用系统, 通过零编程、模块化等方法为智慧城市提供支撑。系统开发人员可根据需求调用、组合、装配、加工部署于网络中的各种信息服务并快速构建满足业务需

要的应用系统。减少资金投入,缩短建设周期,提供更好服务支持。

地理空间框架由基础地理信息数据体系、目录与交换体系、公共服务体系、政策法规与标准体系和组织运行体系 5 部分构成^[8]。对照智慧城市规划建设运营需求,此处梳理、提炼三级评价体系,主要构成要素如表 1 所示。

表 1 空间信息基础设施支撑服务体系

体系层	系统层	评价指标
基准体系	时间基准系统	可用性,精度
	空间基准系统(大地、高程、重力、深度)	覆盖率,完成率,精确度,时效性,更新速度
获取体系	对地观测系统	持续时间,时效性
	地面测绘系统	一体化,可用性,更新率
	传感器数据获取系统	时效性,动态性,正确性
处理体系	空间数据处理系统	信息筛选有效性,融合正确性,存储完整性,更新周期
	空间数据分析系统	可用度,可信赖性
应用体系	网络化服务系统	容量,可用性,完整性
	数据服务与交换系统	标准化,可信性,安全防护
	三维可视化系统	动态人机交互、可量测
	属性数据空间化系统	文本和属性数据空间化
	位置服务系统	可用性,智能化
标准体系	数据标准	数据、产品格式通用性
	质量标准 安全标准	质量可靠性,安全认证

2.2 空间信息基础设施融合能力评价体系

空间信息基础设施除了满足自身完整性外,还要空间信息技术与其他新一代信息技术进行融合,推动城市智慧化发展^{[9][10][69]}。

1) 空间信息技术与物联网技术的融合(物联与反控)。物联网为 GIS 提供空天地一体化的多源实时信息数据;同时,经过 GIS 的处理、分析、输出,生成警告信息和决策知识,对感知器进行反向控制。从而实现对各种城市设施、部件和事件的全面数据获取、动态监测、自动控制和分析决策。

2) 空间信息技术与云计算技术的融合(空间信息云与 3S 即服务)。一方面利用云计算技术的计算力、弹性存储扩展力和资源动态分配与共享力,构建空间信息云和云服务平台,可实现海量空间数据存储、处理和服务^[11];另一方面,促进 3S 技术的服务化,实现软件、平台、资源的在线服务,极大地降低 3S 应用门槛。

3) 空间信息技术与移动互联网技术的融合(位置服务与地理空间应用商店)。利用移动互联网技术,实现从 WebGIS 到 MobileGIS 的转变,极大地拓展了基于位置服务的应用领域;而基于智能终端的地理空间应用商店的运用,创新了 3S

技术的商业模式,向广大移动用户提供了无所不在的第三方地理空间应用软件服务。

4) 空间信息技术与大数据技术的融合(空间大数据蕴藏大价值)。空间数据采集手段多样化、分辨率越来越高、数据量越来越大,给数据处理与存储带来极大困难。采用大数据技术可以解决地理空间数据爆炸式增长面临的存储、处理、分析和三维表达问题^{[10][69]},促进海量遥感影像、运动视频处理效率,促进智慧城市真三维仿真系统的建立与应用,促进 3D GIS 的应用普及。

5) 空间信息技术与各种专题应用技术的融合。空间信息技术可以为智慧城市各种专题应用系统提供地理空间数据(地图)、空间分析服务、空间化服务以及时空建模服务^{[10][69]}。电子地图是各种专题信息显示的背景和融合的框架;空间分析可以帮助确立各种影响的评价模型,便于定量监测与管理;空间化服务提供目标定位、属性数据空间化、文本信息空间链接等服务;时空建模服务可以揭示部件、事件的时空发展模式 and 未来发展趋势,为决策者提供知识服务。

由此构成了空间信息技术与智慧城市各新技术融合能力的评价体系,如表 2 所示。

表 2 融合能力体系构成

链接对象	系统、功能
物联网	3S 系统物联化;物联反向控制
云计算系统	空间信息云;3S 即服务
移动互联网	位置服务;地理空间应用商店
大数据平台	空间大数据处理系统
专题应用系统	地理空间数据服务;空间分析服务
	属性数据空间化服务;时空建模服务

2.3 空间信息基础设施协同能力评价体系

协同是指协调两个以上不同资源或个体一致地完成某一目标的过程或能力。

在城市空间信息加工处理过程中,传统业务涉及的问题规模较小,一般让某个组织独立予以解决。随着智慧城市的发展和待解决问题规模的不断增大,特别是随着传感器数量剧增和大数据问题的彰显,依靠个别组织或单个系统的能力难以胜任。因此,通过标准接口保证足够的互操作性,确立数据一致性和服务标准化,建立智慧城市协作环境,各部门可以共享网络资源、数据资源、计算资源和存储资源,对空间信息进行协同处理、分发、服务势在必行。有研究者建议在架构上,应采用一种类似于基于网格系统的方式,集成各个单位的生产优势,从而促进协同发展整个体系结

构^{[10]69}。利用网格服务技术将现有的三维可视化处理环境服务封装为服务组件并进行网格化部署,充分利用集群网络上的计算和服务资源,实现网络三维数据的高效实时绘制与服务^[11]。

实现协同的物质基础是利用网格技术把地理上广泛分布的计算资源、存储资源、网络资源、软件资源、数据资源等连成一个逻辑整体,就像一台超级计算机,为智慧城市用户提供一体化信息和应用服务。需要解决的工程技术问题包括:网格 GIS 体系架构,Web 服务资源框架,虚拟节点构建,系统处理流程和接口设计(服务封装、注册、调用、外部接口设计)。

因此,智慧城市空间信息协同能力取决于“四化”,即平台网格化,数据资源虚拟化,业务核心功能服务化,以及行业应用服务平台智能化。通过分析应用目标和对象,可以梳理成表 3 所示的评价体系。

表 3 协同能力的分级结构

能力等级	系统、功能
平台级	网格化平台架构; MDS 中心
数据资源级	海量信息云存储系统
业务核心功能	网格服务注册中心; 组件封装中心 一组核心功能组件; 服务链构建系统
行业应用服务系统	已有遗留系统; 新建服务系统

1) 平台架构网格化。构建分布、异构地理信息系统和管理信息系统之间信息资源汇集的技术平台,可以很好解决分布、异构信息资源的汇集与共享,实现系统之间互操作和协同工作,为地理空间信息智能分析和综合使用提供技术支撑。

2) 数据资源存储与管理的虚拟化。虚拟化物理存储资源,所有客户共用一个虚拟存储池,统一的数据资源中心,服务器集群,数据资源共享,格式转换、存储和分析计算。

3) 业务核心功能服务化。建立具有一定数量、支持网格服务标准的地理信息功能服务,为地理信息服务组合、工作流和服务链构建提供支持。包括基于 GIS 平台软件服务器版本的服务封装和发布功能服务,基于开源 GIS 软件组件服务封装和发布功能服务,地理信息功能服务底层研发。

4) 行业信息系统的智能集成。解决已有跨部门跨业务信息系统的集成和互操作问题。针对已有的遗留系统,采用网格空间信息中间件方式实现各种服务的集成;针对服务系统,在网格地理

信息系统功能实现上,采用兼容 Web 服务技术的软件接口封装的方式实现资源的统一标准调用。

3 结语

空间信息基础设施对智慧城市的建设、运营与服务具有重要的、必不可少的保障和支撑作用,建立其支撑能力评价体系是一项艰巨而又急需的任务。

此处通过分析研究,提出了服务力、融合力和协同力 3 个方面构成的智慧城市空间信息基础设施支撑能力的综合评估体系。3 个方面的能力不可或缺,服务力是基础能力,融合力是智能化应用的基石,协同力是智慧化服务的关键。三者融合构成城市智慧的物质和技术基础。

但文章主要从技术方面分析和研究空间信息基础设施的支撑能力问题,未涉及组织协调等管理因素。下一步重点研究这一评价体系的量化处理方法,分解支撑能力的各项指标,并依据信息熵理论建立各个要素的独立评估模型以及综合评估模型。

参考文献:

- [1] 李贤毅,邓晓宇. 智慧城市评价指标体系研究[J]. 电信网技术, 2011(10): 43-47.
- [2] DAN KOH. 智慧城市评价体系研究[J]. 城市建筑, 2014(2): 335.
- [3] 陈铭,王乾晨,张晓海. “智慧城市”评价指标体系研究——以“智慧南京”建设为例[J]. 城市发展研究, 2011(5): 84-89.
- [4] 顾德道,乔雯. 我国智慧城市评价指标体系的构建研究[J]. 未来与发展, 2012(10): 79-83.
- [5] EUROPEAN COMMISSION. ICT PSP WORK PROGRAMME 2012: ICT Policy Support Programme [C/OL]. (2012-09-17) [2014-05-22]. http://ec.europa.eu/iet_esp/. CIP ICT PSP work programme 2012: 9-17.
- [6] 刘子刚. 智慧城市建设: 测绘地理信息是基石[J]. 中国测绘, 2013(6): 6-13.
- [7] 蓝荣钦,徐青,杨晓梅,等. 基于网格服务的空间信息三维可视化技术[J]. 测绘科学技术学报, 2009, 26(5): 326-329.
- [8] 李成名,王丹,肖学年. 中华人民共和国测绘行业标准 CH/T 9003-2009: 地理空间框架基本规定[S] 2009-4.
- [9] 金江军. 迈向智慧城市: 中国城市转型发展之路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013: 115-118.
- [10] 吴朝晖,陈华钧,杨建华. 空间大数据信息基础设施[M]. 浙江: 浙江大学出版社, 2013: 69.
- [11] 肖建华. 智慧城市时空信息云平台及协同城乡规划研究[J]. 规划师, 2013, 29(2): 11-15.

责任编辑 安敏