

空天大数据在新型智慧城市建设中的关键技术与应用探索

史经业^{1,2}, 李攀¹

1. 中科星图股份有限公司, 北京 101399;
2. 北京交通大学计算机与信息技术学院, 北京 100044

摘要

新型智慧城市的提出及发展带来了新的变革, 也对空天大数据等技术的应用提出了更高的要求。分析了空天大数据在新型智慧城市建设中的应用价值, 研究了空天大数据在新型智慧城市应用的关键技术, 同时展示了空天大数据的典型应用场景, 并提出了利用空天大数据推进新型智慧城市建设的建议。

关键词

空天大数据; 智慧城市; 数字孪生; 知识图谱

中图分类号: TP79

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2022018

Key technologies and application exploration of aerospace big data in the construction of new smart city

SHI Jingye^{1,2}, LI Pan¹

1. Geovis Technology Co., Ltd., Beijing 101399, China
2. School of Computer and Information Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract

The proposal and development of a new smart city has brought new changes, and also put forward higher requirements for the application of technologies such as aerospace big data. The application value of aerospace big data in the construction of new smart city was analyzed. The key technologies of aerospace big data in the application of new smart city were studied. The typical application scenarios of aerospace big data were shown. And some suggestions on using aerospace big data to promote the construction of new smart city were put forward.

Key words

aerospace big data, smart city, digital twin, knowledge graph

0 引言

智慧城市运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息,利用先进的信息技术实现城市智慧式管理和运行。进入21世纪以来,国外部分城市纷纷加大新一代信息技术在城市管理、服务和运行中的应用,城市智能发展新模式的价值也越发凸显。目前,全球在建或已启动的智慧城市已达上千个,而中国则以700个试点城市居于智慧城市建设数量的首位,形成了分布在东部沿海及中西部地区的数个大型智慧城市群。

全球在建的智慧城市主要分布在美国,欧洲的瑞典、爱尔兰、德国、法国,以及亚洲的中国、新加坡、日本和韩国。为了增强经济竞争力和创新力,新加坡提出“智慧国”计划,促进信息与通信技术(information and communications technology, ICT)产业增长,提高产业竞争力;日本提出“智慧泛在”构想,将“u-Japan”战略升级为“i-Japan”战略;韩国松岛新市镇借助智慧城市建设,推广韩国的通信技术水准,发挥其对国际通信领域的影响力。

目前众多的智慧城市建设的顶层设计更注重面向民众的服务应用层,而忽略了实体空间;虽然各地也有以地理信息系统(geographic information system, GIS)为主的各类国土空间及地理信息管理平台,但更多以二维数据为主,数据丰富度不够,且在应用层考虑甚少。在新型智慧城市建设中,通过对城市基础设施的数字化,建立空天地一体化的数据资源体系,其既是智慧城市基础信息资源底座,也是其他信息共享交换、协同应用的通道及载体。

与此同时,航空航天产业的快速发展

促进了对卫星遥感对地观测、卫星导航和定位等应用需求的急剧增长。随着遥感、导航定位和地理信息系统等地理信息技术的快速融合,以及遥感卫星系统和全球定位导航系统等空天基础设施的快速发展,地理空间信息的外延已经拓展为空天大数据,并催生了以空天大数据为基础的数字地球技术。

新型智慧城市建设需要解决城市运营态势监测、农业生产管理、自然资源监测、生态环境监测等一系列城市建设面临的新挑战,空天大数据为智慧城市建设提供了更大范围、更加客观的数据及数据资源,在三维空间和时间交织构成的四维环境中为多源信息提供时空数据基础,实现基于统一时空数据基础的感测、规划、布局、分析和决策。

1 空天大数据在智慧城市建设中的价值

1.1 新型智慧城市思考

新型智慧城市的概念于2016年首次被提出,其目标是建设真正以人民为中心,实现民生服务便捷、社会治理精准、社会经济绿色、城乡发展一体、网络安全可控的新型城市。

我国智慧城市建设经历了多个阶段,目前普遍认为智慧城市建设在概念普及、政策推动、试点示范之后,已经进入快速增长阶段,智慧城市相关试点已达700个,开展智慧城市建设及顶层设计的省会城市(直辖市、国家社会与经济发展计划单列市)、地级市已分别达到94%、71%。

大数据是智慧城市建设的关键因素,新型智慧城市建设需要打通各层级、各部

门、各系统之间的数据^[1]，同时建立信息共享和业务协同机制，各系统之间的衔接配合与关联约束关系问题需要使用系统科学的方法进行指导及规划设计。

因此，笔者认为新型智慧城市建设应具备以下能力。

- 空间互联：新型智慧城市建设需具有空间可扩展性，因此应将城乡全域作为一个空间整体进行管理、监控，既满足过去智慧城市微观精细化管理需求，又能够在宏观、中观层面体现城市和城乡整体的变化。

- 即时处理：新型智慧城市建设需充分考虑城市的快速变化特征，因此应该具备快速发现、快速决策的能力，由被动改善转变为主动体察、提前决策，减少城乡建设成本投入。

- 数字孪生：新型智慧城市建设需结合城市的宏观特征，因此应能够通过数字孪生或虚拟镜像的方式对实体城市进行实时的模拟和同步，将新型智慧城市作为城乡全域各类信息汇聚、分析和展现的载体，形成与实体城市信息同步的城乡管理体系。

- 知识服务：新型智慧城市建设需充分结合地理要素格局，实现对时空数据的知识挖掘，因此应通过知识图谱技术结合时空存量数据构建空间知识图谱，对基础时空数据及多源异构信息进一步分析、处理、挖掘、升华，与现有时空知识体系进行关联，形成对时空信息要素空间格局、相互关联和变化规律的系统性认识，打造由数据信息服务走向知识服务的技术体系。

1.2 空天大数据的应用价值及科学问题

为了及时感知新型智慧城市中的治理问题，实现城市的精细化和动态化管理，基于空天大数据技术构建的空天地一体

化宏观辅助决策系统应运而生。其不仅为传统智慧城市数据中心提供了大量的新型资源数据，同时也为经济发展、城市治理、功能服务、应急指挥、环境保护、交通出行等智慧应用提供了新型的监测手段及服务方式^[2]。

空天大数据技术具有全时空感知、全周期监测、全数据实时融合、全要素评估等核心能力。由此衍生出对新型城市建设的风险立体感知、城市运行规律主动洞察、人和物的轨迹追踪回溯、事件精准定位管控、决策分析动态推演、预案可视化仿真演练、预案调优和执行、要素资源评估配置等多种能力，这将为构建城市现代化治理体系和治理能力提供强有力的支撑。

- 全时空实时感知：新型智慧城市的基础是空天地实时感知网络以及感知网络获取的实时数据^[3]。基于我国数座卫星地面站，能够实时获取卫星观测资料，实时获取高中低不同空间分辨率数据，可以在接到卫星下载数据后的几分钟内给出人们需要的地球物理参数，实现对城乡全域的快速感知，为新型城市建设的运行规律洞察提供支撑。

- 全周期实时监测：在建立全时空实时感知数据体系的基础上，建立起“事前-事中-事后”的全生命周期管理系统。基于空天大数据技术建立遥感影像特征库和地表光谱库，为多源多尺度光学遥感数据的特定目标快速发现和城市利用变化自动检测提供数据分析基础，从而实现对城乡问题的快速发现、快速反馈。

- 全场景实时融合：智慧城市本底时空数据以城市存量时空数据为核心，结合实时感测的空天数据，构建多层次、多维度的时空数据融合统一框架，形成以多源空天数据为基础、以政务数据为主干、以社会数据为补充的全空间、全要素、全过程、一体化的时空孪生数据体系，使智慧

城市建设能被更加精确全面地呈现和表达出来,更准确地实现动态监测、趋势预判、虚实互动。

● 全要素实时评估: 城乡的复杂构成离不开“山、水、林、田、湖、海、草”等基础自然资源要素,而全要素的自然资源也是评价城乡生态环境的关键所在。因此基于“全时空实时感知”“全周期实时监测”和“全场景实时融合”实现城乡全要素的实时智能评价是智慧城市建设的重要目标之一。由此建立“感知—体检—评估—预警—更新”的智能迭代系统是新型智慧城市的大“智”所在。

2 空天大数据在智慧城市应用中的关键技术

从典型场景和技术架构方面分析,笔者认为空天大数据在新型智慧城市应用中的关键技术包含“感—融—管—谱—视”五大核心技术,如图1所示。一是一体化感知技术,采集城市脉搏数据,反映城市实时运行状态;二是全要素数据融合供给技术,构建城市语义信息模型,实现现实世界与数字世界的精准映射;三是时空数据管理

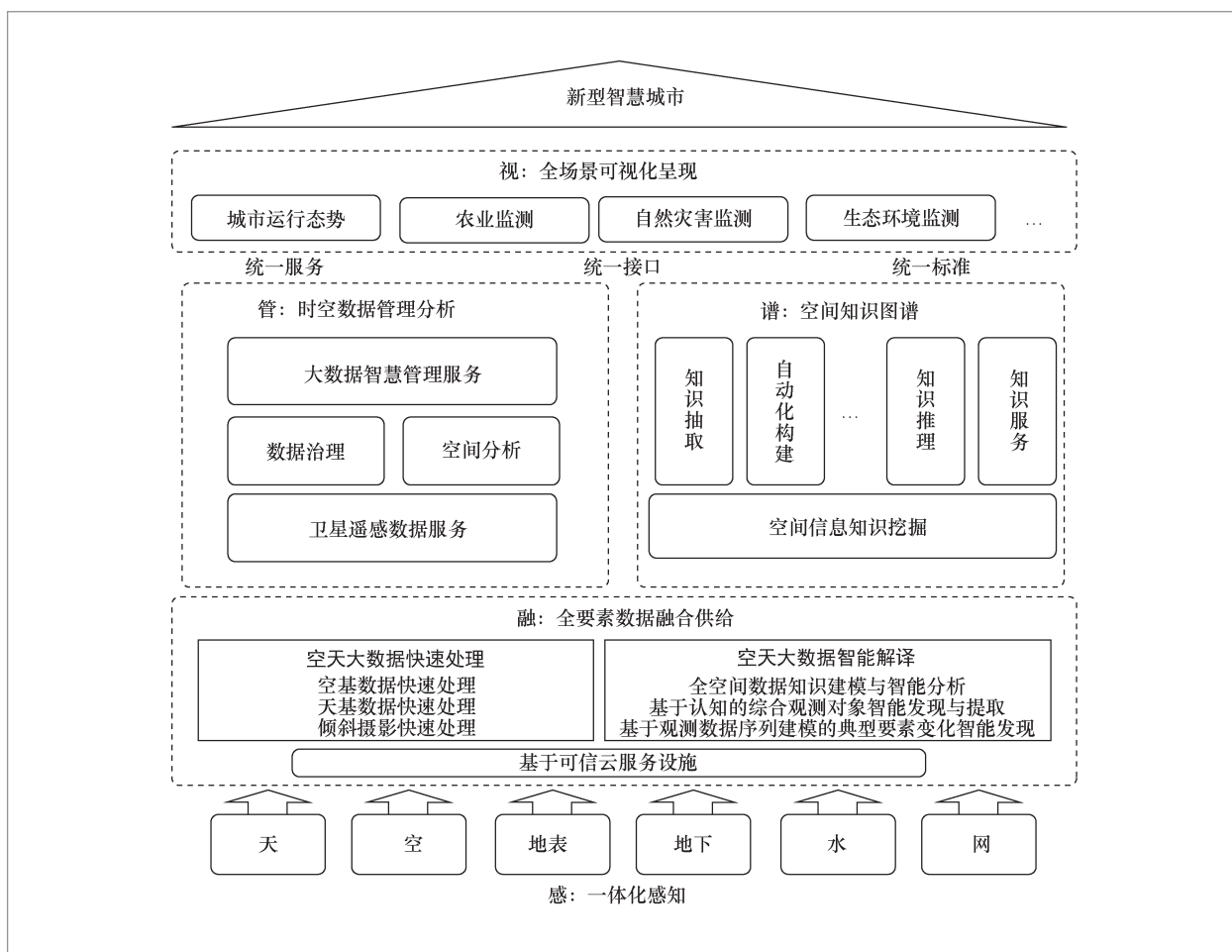


图1 空天大数据在新型智慧城市应用中的关键技术

分析技术,有序治理数据资源,建立数据资源关系,促进数据高效开发利用;四是空间知识图谱技术,基于城市运行规律构建行业分析算法模型,在数字空间中提前推演运行效果;五是全场景可视化呈现技术,渲染数字呈现效果,实现虚实映射的可视化界面。

2.1 一体化感知技术

一体化感知技术是指利用卫星遥感技术、航空遥感技术、卫星定位技术、地面监测技术等空天地一体化立体监测手段,实时或间断采集任何需要监控、观测、连接、互动的物体及过程,采集其光、声、电、热、位置、力学、化学、生物等各种需要的信息,而构建的综合立体感知技术体系。

一体化感知技术通过“空”“天”“地”“网”的监测手段“感知”真实的物理城市,建立物理城市的精准映射,实现

对海量空间数据的智能解译,进而为智慧城市提供海量运行数据,得到可以服务城市管理的本底数据集。

(1) 立体感知

物理世界、人类社会、信息空间构成的人机物三元世界是动态开放的网络社会。在这个人机物三元世界中,一方面,人们采用测量、遥感、野外调查和最近兴起的传感网等技术采集获取物理世界的各种信息;另一方面,人们利用互联网、社会调查以及传感器、智能手机、可穿戴设备等获取人类社会经济信息。这些多源、异构、海量的时空数据包含了复杂的社会网络关系,这些信息共同形成了智慧城市的海量时空大数据。

立体感知技术通过整合、汇集多种感知手段,利用天基、空基、地基、网基不同的感知方式,为天、空、地表、地下、水域等不同智慧城市维度的数据需求提供服务,如图2所示。例如通过卫星遥感影像监

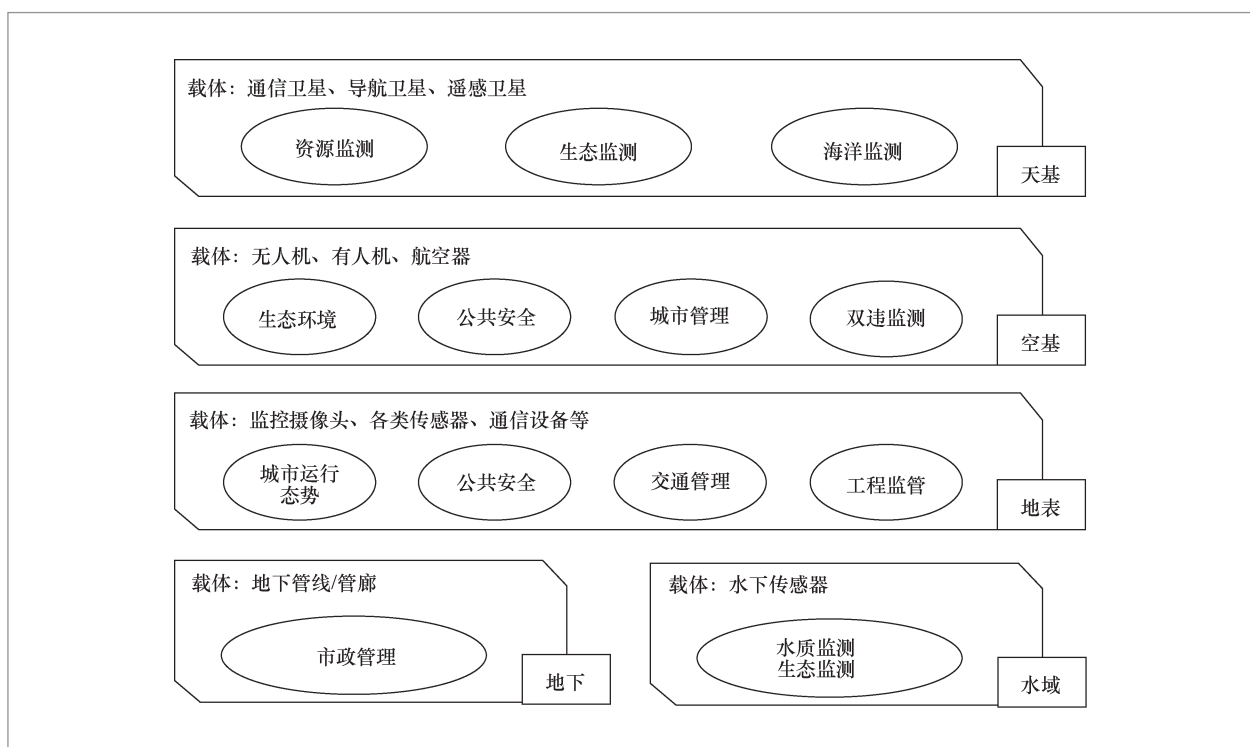


图2 立体感知维度

测山、水、林、田、湖、草的修复程度；通过无人机监测违章建筑的变化；通过传感器与地下管廊、路灯基础设施融合，对其运行状态进行管理，实现设施的“被感知”；基于信号基站，满足各场景下的感知、计算、控制需求等。

(2) 态势感知

《孙子兵法》中就提出了态势感知 (situation awareness) 这个概念。态势感知首先需要获取态势要素，通过数据分析进行态势理解，进而实现对未来短时间内的态势预测。态势感知最终达成的目标是实现动态、准实时的未来短期预测，其核心部分是一个渐进明晰的过程。

在新型智慧城市建设中，海量时空数据的获取能够为城市态势分析提供支撑，与海量物联数据汇聚分析的结果可指导城市运行的物理规律和机理分析。同时在海量时空数据的基础上，同云计算、深度学习等技术融合，推演城市环境中不同管理要素的变化规律，实现态势预测。

2.2 全要素数据融合供给技术

全要素数据融合供给技术本质上是城市物理实体提供数据处理与建模服务，通过空、天、地、海的多层面和多级别的数据采集，结合一体化感知技术，对城市进行全要素全场景数字化和语义化建模，实现从宏观到微观、从室外到室内、从地上到地下、从二维到三维等不同粒度、不同精度的数字化孪生还原，形成全空间一体化且相互关联的城市数据底座，实现数字空间与物理空间的映射，为新型智慧城市可视化呈现、立体监测、智能决策等提供数据基础，共同支撑智慧城市应用。

全要素数据融合供给技术是时空数据管理分析技术、空间知识图谱技术、全场

景可视化呈现技术的基础支撑，其由空天大数据快速处理技术及空天大数据智能解译技术构成。

2.2.1 空天大数据快速处理技术

空天大数据具有多源、异构、异质特征，从建模方式区分，主要分为正向设计建模和逆向测绘建模；从建模成果区分，主要分为非结构化建模和结构化建模两类^[4]，如图3所示。

目前空天大数据快速处理技术主要针对逆向测绘建模进行快速化处理，由以遥感卫星数据为代表的天基数据处理、以航空遥感为代表的空基数据处理及以倾斜摄影为代表的三维数据处理等关键技术构成。具体如下。

(1) 天基数据快速处理技术

天基数据主要指传感器在地球大气层以外观测获得的数据，如遥感卫星、通信卫星、导航卫星、探测火箭等获取的信息。其中遥感卫星重返周期最长，所获取的数据体量最大，信息“杂质”最多。

天基数据快速处理技术的优势主要包括以下几个方面：①能够对单景卫星数据实现从数据处理到发布的全流程自动化，包括数据解压、影像自动匹配、测量平差、影像校正、融合、拼接、裁剪等一系列操作；②天基数据可被自动发现，并自动发布成服务，缩短从处理到应用的时间；③能够针对不同类型的卫星数据进行模块化、流程化构建，可对影像进行量化质检；④可快速生成卫星遥感镶嵌影像图、卫星遥感标准分幅正射影像图、数字高程图等标准化成果产品。

(2) 空基数据快速处理技术

空基数据采集系统主要指由高空用的气象探测仪器组成的观测系统。目前应用的空基数据主要以无人机航空摄影数据为

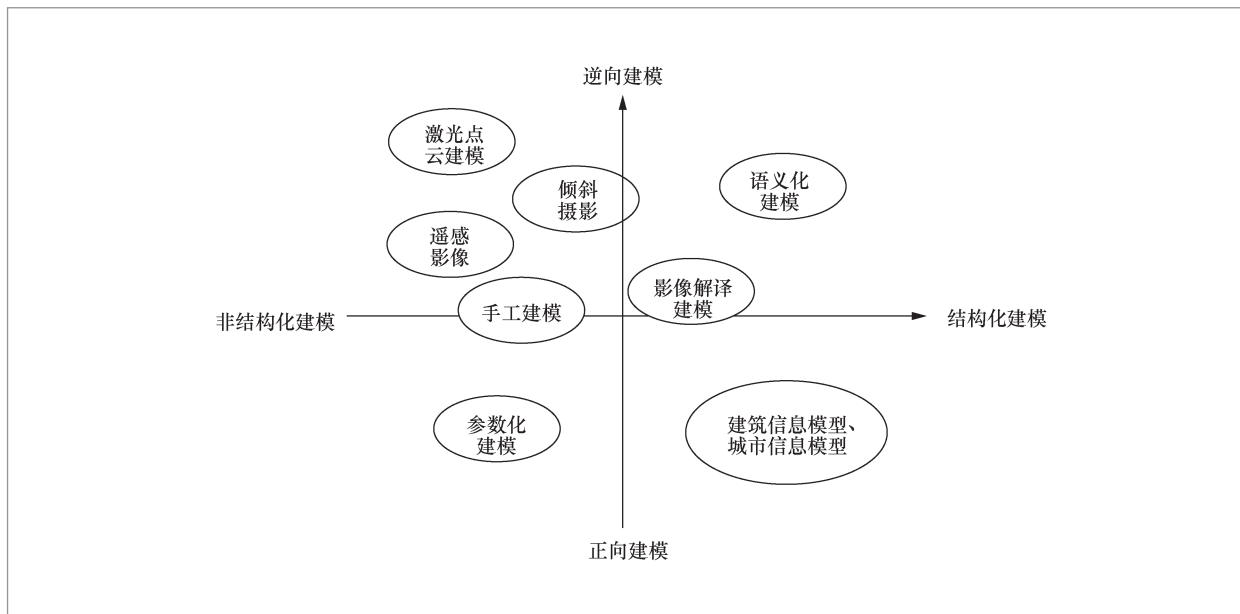


图3 空天大数据建模方式

主，其在新型智慧城市建设中的应用范围逐年扩大。

空基数据快速处理技术的优势主要包括以下几个方面：①高度自动化，可自动进行空三加密，能够自动匹配及平差；②自动匀光匀色、镶嵌和分幅；③便捷的人机交互能力，如测量、连接点自动抽稀、直观测区分析、测区分割和合并等；④能够快速生成航空影像快拼成果图，并发布成服务。

(3) 倾斜摄影数据快速处理技术

倾斜摄影数据快速处理技术通过在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从一个垂直角度、4个倾斜角度共5个不同的角度采集影像^[5]，倾斜影像能更加真实地反映地物的实际情况，极大地弥补了基于正射影像分析应用的不足。

倾斜摄影数据快速处理技术的优势主要包括以下几个方面：①支持输入并处理TIFF、JPEG格式的倾斜原始数据，可处理多种硬件采集的原始数据；②在运算过程中支持空三解算和数据处理的计算机集群并行计算；③支持输出空三报告和建

模过程统计分析结果，包括统计建模每个阶段花费的时间、引擎参与情况、建模有效面积、瓦片出错率等。

2.2.2 空天大数据智能解译技术

IT技术、云计算、人工智能等信息化技术的发展，以及海量数据处理、存储、挖掘、分析技术的提升，为海量遥感数据的实时处理提供了一套新的思路，也使得各类遥感信息数据产品和专题产品的应用前景越来越广阔。面向空天遥感大数据的云计算技术可以突破传统遥感数据处理的局限，在高性能存储算法和并行化图像处理算法的辅助下，将不断升级的视觉人工智能技术与空间信息结合，将深度学习技术与遥感数据智能解译结合，实现基于云平台服务架构的大数据多源载荷遥感数据自动化处理与综合应用。

(1) 全空间数据知识建模与智能分析技术

地理要素智能解译技术主要包括智能

解译算法、高性能处理算力、海量自产样本等。智能解译算法需构建多要素多任务智能学习框架,其基于AI的遥感数据智能解译与分析能力达到地理要素自动分类及目标智能提取,包括多源异构巨量数据中的城市地物识别、目标要素发现和提取、在线融合和制图、信息融合决策等技术,实现遥感图像数据到行业应用信息知识变现,打通遥感应用“最后一公里”,使城市从“看得清”变为“看得懂”。

(2) 基于认知的综合观测对象智能发现与提取

针对多源遥感观测数据的多模态、多尺度特点,以认知理论为指导,通过对数据处理过程进行解构^[6],分解典型要素发现过程,建立典型要素的语义标识,将经验集成到深度学习中,建立典型要素稳定的信息处理流程与模式,实现多模态典型要素智能发现与快速提取。

(3) 基于观测数据序列建模的典型要素变化智能发现

实现典型地形要素、生态要素和基础地理信息等要素的多尺度、多维度特征提取和发现,并通过对提取的典型要素空间位置、类型、特性、等级等属性特征进行深度学习,发现各种典型要素的拓扑关系、顺序关系和度量关系等空间关系特征;同时,建立观测数据时间序列,研究预测典型要素变化趋势与规律,形成基于观测数据序列的典型要素动态变化智能发现技术。

2.3 时空数据管理分析技术

时空数据管理分析技术包括时空数据管理共享技术及时空数据空间分析技术,其中时空数据管理共享技术是以多源空天数据为基础、以政务数据为主干、以社会数据为补充的全空间、全要素、全过程、一体化的时空孪生数据体系;时空数据空间

分析技术是指结合时空网格技术、时空布尔运算技术等,针对具体业务需求进行空间数据计算、分析、查看、展示的能力,包括距离测量、面积测量、体积测量等测量能力,叠加分析、序列分析和预测分析等时空分析能力,路径规划、可视域分析等场景分析能力。

2.3.1 时空数据管理共享技术

(1) 分布式的时空大数据管理技术

分布式的时空大数据管理技术能够汇聚、处理、动态管理时空数据、政务数据、物联网感知数据,建立管理信息模型,实现从地上到地下、从室内到室外、从虚拟到孪生的时空大数据一体化管理,克服使用关系数据库存储时空大数据时存在的存储与访问效率低下、难以满足高并发等问题,解决海量数据的实时性要求,充分发挥非关系数据库的性能优势。

分布式的时空大数据管理技术能够支撑分布式存储、海量数据高效存取、精确检索、高并发下并发响应及负载均衡,从而提升时空大数据的查询效率、吞吐量、可用性、容错性以及稳定性。多源异构时空大数据的共享、互操作和无缝流转,支持不同类型数据库的有效集成,并提供应用层面的统一访问接口、统一查询方式和统一操作行为。

(2) 多源异构数据动态聚合与自适应共享分发技术

现阶段智慧城市大多围绕“云-边-端”模式构建,时空数据的管理共享技术以多源异构巨量数据、内容、关系的统一聚合、组织、动态关联和共享分发的主要目标,多源异构数据结合基于属性基加密的隐私个性化访问控制方法,以及基于高拓展性安全多方计算的数据隐私共享查询方法,实现权限可伸缩的多模态数据隐私共享访问。

2.3.2 时空数据空间分析技术

空天大数据在智慧城市应用中能够提供对空间相关矢量、栅格、3D以及实时位置数据的分析能力,如针对常规矢量数据,提供空间点、线、面的缓冲区分析、叠加分析等;针对复杂矢量数据集,提供路网的路径分析以及管线的上下游分析等;针对栅格数据,提供遥感卫星影像、无人机图像等地物分类、信息提取、坡度坡向分析等;针对3D数据的可视性分析以及针对实时数据的电子围栏分析等。

除上述常规通用空间分析能力外,空天大数据也融入了部分机器学习和深度学习等人工智能空间分析能力,以分类、聚类、回归等监督与非监督学习方法,实现信息的分类与预测等。

将上述不同类别的分析能力按特定的应用场景进行建模,即可组成面向特定专题的空间分析能力,如面向国土规划的国土适宜性评价、面向商业选址的可行性分析、面向应急事件的灾害损失分析等。同时针对在线分析建模能力,能够为智慧城市应用构建空间数据的分析管道,以有向无环图形式组织数据和算法模型,按照策略进行分析过程的调度执行。

面对海量的空间数据规模场景,时空数据空间分析能力也支持以分布式大数据框架的形式进行分布式运算,包括百万级乃至亿级以上的空间要素量级下的空间分析,如根据城市全年出租车的行驶轨迹数据进行统计运算,可获得市民打车最容易、等待时间最短的地点分布,进而帮助城市管理者进行更合理的路网规划和公共设施投入。

2.4 空间知识图谱技术

传统的空间数据一般被认为是地形地

物位置分布、形态大小、相互关系的数字化描述与表达,以矢量、影像、数字高程模型等形式呈现,兼具空间载体和知识存量两大作用。但空间数据具备的知识存量缺乏挖掘分析,可提供的知识服务较少。

构建和提供空间知识服务时,需要充分考虑其影响因素,技术体系涉及知识抽取、知识挖掘、图谱自动化构建、空间推理、空间知识服务、可视化表达等关键技术。

(1) 知识挖掘或抽取的智能化

基于空天数据直接提取语义信息,构建其基础空间的领域知识体系。按类型分析空间信息的特点,分析其内涵、来源和用途,并按照体系进行粒度划分,揭示和描述其全面、深层次的概念关系,实现知识组织的深度序列化。

(2) 空间知识图谱的自动化构建

根据基础地理知识图谱的时空特性,解决空间关联关系的自动提取、关联数据的动态维护等问题,实现自动化的动态关联技术。

(3) 空间知识推理

通过基于规则的推理、基于图的推理、基于深度学习的空间推理以及混合知识推理等方法,重新组合知识元和知识关联的结构,形成和提供描述型、诊断型、引导型和方案型的知识服务。

2.5 全场景可视化呈现技术

全场景可视化呈现技术是指通过图形引擎,以数字化方式多层次精准映射、实时渲染呈现智慧城市物理实体的能力。在新型智慧城市需求中,可视化呈现技术既能够渲染宏大开阔的城市场景,又可展示地理信息的局部特征;既能够实现“天空地海网”多维度的城市全貌展示,又可对城市细节进行微观渲染。呈现的内容映射展现了城市样貌、自然环境、城市细节、

城市实时交通等各种场景,同时实现分析挖掘结果、数据分析结果、仿真结果等的可视化,实现大屏端、桌面端、网页端、移动端、虚拟现实(virtual reality,VR)/增强现实(augmented reality,AR)设备端多终端一体化展示,满足不同业务和应用场景的需求。

(1) 基于统一内核的多终端实体可视化渲染技术

城市的物理实体一般拥有不同的外形、颜色、纹理、材质等本体属性,以及光照、温度、湿度等环境属性,可视化呈现需充分考虑不同实体间的差异性表达,以更真实的方式进行可视化展示。同时在充分考虑多终端多业态的模式下,要能够适配国产化平台,跨平台兼容多种国产化平台和操作系统,如龙芯平台、x86平台、中标麒麟操作系统、Linux操作系统、Windows操作系统,能够支撑多种终端形态,包括平板电脑、PC、国产化桌面终端等。

在架构层面,需充分考虑标准内核对可视化的支撑,如“微内核+插件”的架构,封装标准二/三维渲染引擎、Web引擎,提供地理信息数据的接入、渲染、分析和可视化能力;并在HTML5的基础上拓展形成标准可视化描述语言,封装地理时空信息显示应用标签,支撑智慧城市的渲染展示。

(2) 虚实结合的全场景大数据可视化技术

针对城市数据不同的视图展现模式,建立信息多维度可视化方法,如拓展时序展现数据、拓扑方式展现关联数据、二维地图方式展现适量数据、三维方式展现街景数据、二/三维组合联动方式展现多维数据等,提高城市数据交互分析技术水平。

(3) 融合深度学习的业务场景可视化渲染

针对业务场景的可视化渲染,可进行业务管理与业务流程的可视化渲染,根据

行业研究经验与行业业务工作界面类型进行业务流程逻辑拆分。事前,对用户界面的静态数据、静态业务管理、静态人员及关系元素进行呈现;事中,对事件、业务的流程化监控、处理方式监督、执行方案监管进行呈现;事后,回溯事件的产生及发生过程,对闭环业务、闭环事件的全流程进行可视化。同时针对新型智慧城市的不同行业需求,实现超大场景动态缩放加载渲染、自然现象的效果渲染等能力。

3 空天大数据在智慧城市中的应用

3.1 城市运营态势监测

空天大数据在资源环境应用中具有先天的优势,基于高分遥感影像,可进行城市土地利用现状调查、城市扩张监测、城市环境质量管理、城镇发展格局动态监测、交通路网动态监测、城市重点区域产业布局监测、重大工程监管。

在城市运营态势监测中,通过以上专项调查结果,可判断城市布局是否合理、城市绿地是否足够、城市运营中存在的问题及需要如何改进等,从而因地制宜地为城市制定相应的规划、建设和管理方案。

(1) 城市土地利用现状调查

利用空天大数据技术,可进行城市用地类型的空天一体化调查,获取相应的遥感数据资料,利用绘制的土地利用现状图和土地利用演变图,可监测区域内各类用地的面积、分布、变化情况及发展趋势。

(2) 城市扩张遥感监测

城市的发展是一个时间上的动态过程,它的发展变化不仅表现在人口的增加、经济的发展和功能的变化上,而且也

表现在城市空间结构的变化上。这些要素的数量、形态、分布、结构、功能等对城市整体的建设规划乃至城市的可持续发展具有直接的影响。

利用空天大数据技术,以除农村居民点外的城镇建设用地及交通基础用地为主要监测对象,开展对城市主建成区、主建成区边缘集中连片建设用地、新城新区建设用地、城市间大型基础设施和区县城镇建设用地等的监测,形成系列监测数据、图件和专题报告成果;对不同时期城市的建设规模、扩展形态和动态变化状况进行定量分析,客观、系统地反映城市的演变历史,对准确掌握城市建设现状、研究城市时空演变情况、优化城镇体系和地域空间结构等都具有重要的战略意义。

(3) 城市环境质量监测

城市环境是指自然环境和社会环境综合作用下的人工环境。城市环境质量是指城市各环境要素本身及其组合受到污染影响的程度。当前,城市环境质量监测的主要内容是对大气环境、大雾、沙尘、城市市容环境等方向的监测。

① 大气环境监测

基于光学卫星数据、气象卫星数据、气象常规观测资料,深度融合业务数据,监测大气扩散条件关键参数(风、大气稳定度、降水、雾、温度等)的分析结果,为大气环境保护提供服务保障。

② 大雾监测

结合卫星资料、气象常规观测资料、数值预报产品以及其他辅助数据,监测大雾影响范围、浓度,通过变化趋势分析模型,研究大雾未来一段时间内的发展趋势,从而为城市交通、高速公路应急管理提供实时监测服务信息。

③ 沙尘监测

基于风云四号(FY-4)卫星及沙尘产

品,进行沙尘信息(包括浮尘、扬沙和沙尘暴)的识别提取,计算沙尘影响面积、地面能见度等沙尘强度特征量,同时,结合气象常规观测资料、数值预报产品,追踪沙尘过程,动态监测沙尘影响过程中的沙尘面积和强度变化信息。

④ 城市市容环境监测

为了提升业务部门对城市窗口地区的掌握能力,利用高分遥感影像季度性地监测城乡重点地区、机场、重要景区、重要水系周边的市容环境污染源(主要指重点地区的垃圾和工地),为其开展市容环境污染源治理提供依据。

(4) 城镇发展格局动态监测

基于空天大数据技术,开展城镇发展格局动态监测,分析城镇扩展状况、用地结构、空间布局和发展形态,掌握各城镇的发展特征和发展趋势。

(5) 交通路网动态监测

基于空天大数据技术开展城市交通路网监测,摸清城市交通网络状况以及变化情况,分析交通布局的合理性和存在问题。监测重点机场、港口等交通枢纽建设及变化情况,监测城镇内部的交通基础设施及变化情况,分析确定其分布状况和亟须完善优化的地方,弄清城市内部交通发展不均衡情况。

(6) 城市重点区域产业布局监测

基于空天大数据技术,结合城市经济、工业、人口等经济指标数据,对重点区域的战略新兴产业与优势产业布局、物流园区分布现状等开展监测,从空间上直观地展示城市大型工业园区、产业新城、都市物流基地的聚集程度和分布特点,辅助相关部门分析产业布局的合理性,控制高耗能、高耗水、高污染的新增产业,制定产业协同发展规划,实现都市产业、制造业配套、物流和专业服务的差异对接。

(7) 重大工程监管

基于云计算技术开展三维空间快速建模,辅助重点工程设计规划;基于人工智能的高分卫星遥感影像智能解译,对城市重点项目的拆迁区域开工进度、违规建设情况进行提取;按照一定频次进行更新,直至重点工程项目结束,从而更好地服务于城市重点工程监测业务。

3.2 农业监测

基于空天大数据技术,对相同区域的农业信息进行多次提取,提供直接分析比较和分类后比较等不同方法,实现农作物、农用地、农业水体、农业灾害等各种农业地表现象随时间的变化分析,为农业智慧生产、政府科学决策提供有效支撑。

构建的智慧农业三产融合大数据平台以数字地球为框架,充分运用空天大数据技术,纵向融汇空、天、地、网一体化的数据资源,横向贯通农业区域、产业之间的新型壁垒,打造系统感知、精准种植、精致加工、销售流通、社会服务、灾害防控、安全追溯等核心能力,满足农业全产业链信息服务的要求,形成“数据+服务+应用”的服务模式。

在农业监测方面,通过对作物、农用地、水体、灾害的动态化、立体化监测,实现农业生产的自动化与精准化,推动农业发展方式的进一步转变。

(1) 农作物遥感动态监测

基于空天大数据技术获取农作物信息,实现对农作物空间分布、农作物种植面积、农作物长势、农作物产量等的变化情况进行分析。

(2) 农用地遥感动态监测

基于空天大数据技术获取农田信息,以卷帘或多屏方式,实现对同一地区不同时期的农田变化情况进行分析。

(3) 水体遥感动态监测

基于空天大数据技术获取灌溉水体信息,以卷帘或多屏方式,实现对同一地区不同时期的水体变化情况进行分析。

(4) 农业灾害遥感动态监测

基于空天大数据技术获取农业灾害信息,实现对农业病虫害、农业冰冻雨雪、农业干旱、农业洪涝灾害等农业灾害空间位置、范围信息的变化分析。

3.3 自然灾害监测

运用物联网、大数据、人工智能、遥感定量反演等先进技术,基于高分遥感卫星数据,结合航空激光雷达、倾斜摄影和无人机遥感等航空遥感数据,构建基于高分遥感卫星的自然灾害监测专题应用,开展图像识别和特征提取,实现对自然灾害信息的处理和提取,开展地质灾害、气象灾害、水旱灾害、森林草原火灾等灾害的遥感监测应用。

(1) 地质灾害遥感监测

基于空天大数据技术获取大型滑坡、小型崩塌型滑坡、泥石流等地质灾害的空间分布信息和灾害面积信息,对地质灾害的变化情况进行分析,满足突发地质灾害监测预警、应急处置和经济发展的需要。

(2) 气象灾害遥感监测

基于空天大数据技术获取云图、冰雪、风沙等气象灾害的空间分布信息和灾害面积信息,对台风、干旱、高温、山洪、雷暴、沙尘暴等气象灾害的变化情况进行分析,满足气象行业灾害风险监测的需要。

(3) 水旱灾害遥感监测

基于空天大数据技术获取洪水灾害和干旱灾害的空间分布、灾害面积信息,针对洪水灾害和干旱灾害变化情况进行分析,为更全面、更细致地掌握洪水灾害和干旱灾害灾情总体情况提供信息支撑。

(4) 森林草原火灾遥感监测

基于空天大数据技术获取森林草原火点空间分布、火灾面积等信息,实现对森林草原火灾的动态持续监测。

3.4 生态环境监测

充分发掘遥感、气象等卫星数据的特点,基于国内外气象卫星数据,包括极轨卫星、静止卫星以及多源多时相遥感卫星等的的数据,构建大气污染遥感动态监测专题、绿化环境遥感动态监测专题、水资源保护遥感动态监测专题等,为环境保护提供遥感监测手段,获取环境保护监测相关要素,以便能迅速获取环境状况的变化信息,及时预警并提供决策意见,满足政府用户对环境保护的决策支持和行业用户的业务化需求。

(1) 大气污染遥感动态监测

基于空天大数据技术获取大气气溶胶、大气尘源、污染源等信息,对城市交通扬尘、施工扬尘、平房燃煤区、锅炉周边环境等不同类型的空间分布状况、变化情况进行分析,弥补常规大气监测的不足,更加高效、直观地了解污染源的分布情况,服务大气污染监管与治理。

(2) 绿化环境遥感动态监测

基于空天大数据技术获取防护林、绿化等绿化带环境信息,对绿化环境空间分布、绿化环境面积、植被长势等变化情况进行动态分析,为绿化生态环境动态监测提供空间信息和技术支撑。

(3) 水资源保护遥感动态监测

基于空天大数据技术,结合高分三号雷达卫星、高分五号高光谱卫星等的多源遥感数据,对海河、水库等重要水资源的空间分布、水面面积、水质、透明度、泥沙、悬浮物和叶绿素浓度等信息进行提取,开展水资源变化情况的动态分析,从而服务于水资源保护和水环境治理。

3.5 自然保护地监测

(1) 自然保护地资源遥感监测

基于空天大数据技术,获取地质公园、森林公园、湿地公园、风景名胜区、自然保护区等各类自然保护地空间分布及范围信息,通过对多源、多期数据的自然保护地资源信息进行提取,实现自然保护地资源变化分析,为满足自然保护地资源保护与监管提供有效支撑。

(2) 自然保护地人类活动遥感监测

基于空天大数据技术,获取自然保护地内非法开矿、修路、筑坝、建设等人类活动空间分布及范围信息,通过提取多源、多期数据的人类活动信息,实现对自然保护地人类活动的全局统览及变化分析,为打击自然保护地的不法人类活动提供辅助决策。

4 结束语

空天大数据时代的到来使人们面临前所未有的挑战和机遇。空天大数据带来了科学范式的变化,这可能是解决当前所面临挑战的具有本质性的理论、方法与技术;空天大数据推动了空天大数据产业的变化,空天大数据技术无论在军事领域还是民生领域都具有广泛的应用,其中民生领域的新型智慧城市建设是大数据时代发展的趋势,由此建立的“感知—体检—评估—预警—更新”的智能迭代系统是新型智慧城市的大“智”所在。

作为新型智慧城市中枢的空天大数据平台,在智慧城市建设和城市运行管理中 will 得到广泛深入的应用,尤其在城市运行态势监测、自然资源开发利用、生态文明建设以及公众服务的智能化应用中发挥基础支撑作用。建设智慧城市空天大数据平台

对于提高城市管理能力和水平,促进城市科学、高效、可持续发展具有重要意义。

参考文献:

- [1] 龚健雅,张翔,向隆刚,等.智慧城市综合感知与智能决策的进展及应用[J].测绘学报,2019,48(12):1482-1497.
GONG J Y, ZHANG X, XIANG L G, et al. Progress and applications for integrated sensing and intelligent decision in smart city[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2019, 48(12): 1482-1497.
- [2] 李德仁,邵振峰.论物理城市、数字城市和智慧城市[J].地理空间信息,2018,16(9):1-4,10.
LI D R, SHAO Z F. Research on physical city, digital city and smart city[J]. Geospatial Information, 2018, 16(9): 1-4, 10.
- [3] 伯纳德·马尔.智能大数据SMART准则:数据分析方法、案例和行动纲领[M].秦磊,曹正凤,译.北京:电子工业出版社,2015.
MARR B. Using SMART big data, analytics and metrics to make better decisions and improve performance[M]. Translated by QIN L, CAO Z F. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2015.
- [4] 王家耀.大数据时代的智慧城市[J].测绘科学,2014,39(5):3-7.
WANG J Y. Smart city in the era of big data[J]. Science of Surveying and Mapping, 2014, 39(5): 3-7.
- [5] 杨国东,王民水.倾斜摄影测量技术应用及展望[J].测绘与空间地理信息,2016,39(1):13-15,18.
YANG G D, WANG M S. The tilt photographic measurement technique and expectation[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2016, 39(1): 13-15, 18.
- [6] 关丽,丁燕杰,刘红霞,等.新型智慧城市下的体检评估体系构建及应用[J].测绘科学,2020,45(3):135-142.
GUAN L, DING Y J, LIU H X, et al. Construction and application of health examination evaluation system in new smart city[J]. Science of Surveying and Mapping, 2020, 45(3): 135-142.

作者简介



史经业(1982-),男,中科星图股份有限公司高级工程师、副总裁,中国图象图形学协会会员,中国测绘学会智慧城市工作委员会委员,林业和草原国家创新联盟成员,先后负责国家发展和改革委员会云计算全国示范项目、空天地智慧城市宏观决策项目、智慧农业三产融合大数据项目、省级应急管理指挥项目及乡村振兴等领域的解决方案制定和重大项目实施;参与科学技术部“十三五”国家重点研发计划公共安全应急专项2项;发表SCI/EI检索论文3篇,授权专利2项,软件著作权10项。



李攀(1989-),男,中科星图股份有限公司民用方案部经理,先后负责并参与创新应用服务平台、智慧农业三产融合大数据平台等空天大数据领域重大项目的解决方案制定和重大项目实施等,主要研究方向为空天大数据、智慧城市应用等。

收稿日期:2021-10-26

通信作者:李攀, lipan01@geovis.com.cn