

大数据与决策研究

(政策与技术跟踪专题)

2021年第45期(总第88期)

广西壮族自治区信息中心

广西壮族自治区大数据研究院

2021年9月15日

编者按：智慧城市是在物联网、云计算等新一代信息技术的支撑下形成的一种新型信息化的城市形态，已成为推进城镇化建设、提升城市治理水平、提高公共服务质量、发展数字经济的战略选择。目前，广西已有“六市一区一县”成为国家智慧城市试点。本期主要介绍智慧城市相关技术情况。

本期要目

智慧城市的5大关键技术

赋能智慧城市建设的城市信息模型(CIM)的内涵及关键技术探究

智慧城市的 5 大关键技术

人们想到智慧城市技术时，最容易想到的词是物联网（IoT）和传感器（sensors）。而且这种联系并非没有依据，因为到目前为止，智慧城市的最大推动者将是这些相互连接的传感器组成的错综复杂的网络，网络收集来自市民、基础设施以及几乎所有其他方面的各种数据。然而，尽管先进的传感器技术将在增强智慧城市的能力中发挥关键作用，但智慧城市还需要依靠传感器以外的更多技术。这些数据驱动技术共同发挥作用，以优化资源利用，为公民提供便利，并为政府提供更大的可见性和控制力。

以下是将构成智慧城市基础设施核心的各种技术：

一、物联网（IoT）

物联网传感器和摄像头可以不断以各种形式实时收集详细信息。可以使用不同类型的 IoT 传感器实时收集诸如火车站的人流、道路上的交通状况、水源中的污染水平以及住宅区中的能耗等数据等等。通过使用这些数据，政府机构可以做出与不同资源和资产分配有关的快速决策。

例如，根据火车站的客流量和售票信息，运输机构可以重新安排火车路线，以满足不断变化的需求。同样，健康、安全和环境机构可以监控水体的污染水平，并通知负责人员采取补救措施。在某些情况下，物联网执行器可以在紧急情况

下自动启动响应措施，例如停止向家庭住户供应受污染的水。

因此，物联网网络和传感器将本质上构成智能城市的神经系统，将关键信息传递给控制实体，并将响应命令中继到适当的端点。

二、大数据分析（Big Data）

智慧城市各个方面的应用将主要由数据驱动。所有决策，诸如从公共政策这样的长期战略决策，到评估每个公民的福利价值之类的短期决策，都将通过对相关数据的分析来做出。

借助物联网传感器和其他先进的数据收集方法，随着生成的数据量、速度和种类的增加，对大容量分析工具的需求将比以往任何时候都要大。大数据分析工具已被政府用于广泛的应用，从预测城市特定区域的犯罪可能性到预防诸如贩运儿童和虐待儿童等犯罪等等。随着物联网能够从大量新资源中收集数据，大数据分析将在包括教育、医疗保健和运输等关键领域的所有领域中使用。

实际上，大数据分析已经是物联网网络不可分割的一部分，并且将来可能会归入物联网。大数据可以使政府通过发现反映城市趋势的模式来理解其拥有的数据。

例如，大数据分析可以帮助教育部门发现诸如入学率低之类的趋势，从而防止出现此类结果。大数据还可以用于查找导致此类问题的原因并计划补救措施。因此，大数据将成为智慧城市政府的关键决策支持。

三、人工智能（AI）

基于物联网和大数据功能的将是人工智能。人工智能可以通过自动化智能决策来支持智慧城市的大数据和物联网计划。

实际上，物联网发起响应性行动的能力将在很大程度上由某种或其他形式的人工智能驱动。在智慧城市中，人工智能最明显的应用领域是自动化执行大量与数据密集型相关任务，例如以聊天机器人的形式提供基本的公民服务。例如，基于 AI 的聊天机器人可用于处理简单的请求，例如：提供新的水、电和气连接更改财产所有权详细信息以及更改政府记录上的地址和其他注册详细信息。然而，人工智能的真正价值可以通过利用深度学习和计算机视觉等先进的 AI 应用，以应对智慧城市运营中面临的问题。例如，交通管理人员可以使用计算机视觉来分析交通画面，以识别驾驶员非法停车的情况。计算机视觉还可以用来查找和举报与犯罪行为有关的车辆，以帮助执法部门追踪罪犯。

深度强化学习还可以用于根据智慧城市中的新兴需求自动优化资源。在强化学习的帮助下，政府可以提高其运营效率，因为这些 AI 系统可以凭经验变得更好。

四、5G

智慧城市建立在其不同部门的实时通信和共享信息能力之上，以确保运营中的完全同步。通过实现这种同步，政府可以确保其公民及时获得关键服务，例如医疗保健、紧急

响应和运输。从而，不仅可以确保公民城市生活的便利，而且还可以改善他们的安全和整体福祉。例如，在发生爆炸或火灾之类的紧急情况时，消防部门、城市救护车服务和交通控制部门之间的实时通信可以确保这些实体之间实现完美的实时协调，从而将人员伤亡降至最低。

为了实现不同政府实体之间的这种无缝通信，拥有一个能够以低延迟和高可靠性处理大量通信的通信网络非常重要。尽管实时共享大量数据，但通过使用 5G 通信技术，政府可以确保所有政府机构都能无缝协作。

五、增强现实（AR）

为公民提供及时的服务意味着确保为政府人员提供有效执行任务所需的信息。例如，必须向政府卫生中心的医生提供有关所治疗患者的信息。或者，应该给负责修复受损铁路线的工人更新轨道的布局，并准确确定受损零件的位置。

通过使用 AR 头戴式设备，此类信息可以在工人需要时立即实时转发给他们。这样可以最大程度地减少工人查找必要信息所需的精力和时间。从而使得他们可以立即采取行动。交通管理人员还可以使用 AR 通过智能眼镜或智能手机应用程序获取有关违章停车和被盜车辆的实时信息，提供城市交通运营管理的效率。

总而言之，以上这些智慧城市技术中的每一种都是相互依赖。因此，我们应制定综合战略，以便将这些技术相互结合起来，同时考虑到它们各自带来的优势。（作者：傅一平）

赋能智慧城市建设的城市信息模型(CIM)的内涵 及关键技术探究

一、城市信息模型的基本内涵

(一) 城市信息模型的提出

CIM 的提出源起于建筑信息模型 (BuildingInformation Modeling, 以下简称 BIM)。BIM 将建筑物在设计、施工、建造、运维全生命周期的建筑信息集成整合至一个三维模型信息数据库中,方便信息共享,设计团队、施工单位、设施运营部门和业主等各方人员可以基于 BIM 进行协同工作。借鉴建筑尺度的这一模型,城市信息模型 (CIM) 被提出,用以实现城市规划、建设、运维管理全链条的信息管理,解决新型智慧城市建设中数据孤岛的困境,以数据驱动城市治理方式的革新。在概念上, BIM 是基于工程项目的小场景模型,而 CIM 是在城市宏观领域的大场景模型。在 BIM 的基础上, CIM 需要汇聚和管理时空基础地理信息,感知监测信息、公共专题数据、业务数据和三维模型等城市级别海量的多源异构信息,支撑城市在规划、建设、运维管理全生命周期各阶段的数据汇聚共享和业务协同管理。

(二) 城市信息模型的基本内涵

2019 年 3 月,住房和城乡建设部颁布的《工程建设项目业务协同平台技术标准》 (CJJ/T296-2019) 中首次公开提

出了 CIM。研究开始对 CIM 的定义和内涵进行探讨，比较统一的是，CIM 要建立在城市级别的基础地理信息基础上，融合建筑物 BIM 模型以及基础设施等三维数字模型，表达和管理城市历史、现状、未来三维空间的综合模型。

从内涵上来理解，CIM 既是模型，也是平台。2020 年 9 月，住房和城乡建设部发布了《城市信息模型（CIM）基础平台技术导则》，提出了“城市信息模型”和“城市信息模型基础平台”的定义，将 CIM 区分为“模型”和“平台”两层涵义。

1. CIM 表达的“孪生城市空间信息模型”

城市是复杂的巨系统，涉及人口、土地、基础设施等多种元素，CIM 模型主要体现在 CIM 对于城市空间全要素高精度模型的表达，以及城市级别海量多源数据和各类模型的汇聚和融合技术上。从技术层面来看，CIM 模型的本质是在云计算基础上实现“大场景的 3D GIS 数据+小场景的 BIM 数据+微观物联网 IOT 数据”的有机结合。从模型层面来看，CIM 模型要表达三个维度：空间维度、时间维度、感知维度。

空间维度（Space）。空间维中应包含物理空间、社会空间、属性空间以及基于空间位置链接的三类空间的耦合系统。其中，物理空间要包含地上、地下各类物理空间的数据模型，包括城市地下管线、综合管廊等地下空间的要素数据，也包含城市地质地形、时空基础数据等地表覆盖数据，以及建筑物、构筑物的三维模型、倾斜摄影等城市三维数据。社

会空间要包含人、企业等社会空间的数据和模型。属性空间则附加于物理空间和社会空间之上，详细解构物理空间和社会空间的特点。最后，三类空间要基于统一的空间位置，彼此之间相互链接，才能形成一个有机的物理空间。

时间维度（Time）。CIM 要实现对城市历史、现状、未来的信息的综合，既体现城市历史的变迁，也要包含城市的现状实体，以及对于城市未来的规划。

感知维度（Sensitive）。在新一代信息技术的影响下，传统的信息数据环境由低频向高频转变，高频信息数据具有多维、异质、实时等特性，可以实现对于传统城市空间和时间维度的更加精准、实时、丰富的感知。由此，CIM 模型也应充分考虑对于城市的感知维度，这其中包括人流、物流、信息流等表达社会空间与物理空间耦合轨迹的“流向”感知监测数据和模型；也应包含新一代传感器对于城市各类实时状态的监测，例如温度感知、能耗监测等感知数据和模型。

2. CIM 表达的“城市全生命周期管理平台”

CIM 将城市全空间高精度的数据汇聚和融合至一个统一的平台，它是建构一个管理与城市空间相孪生的“信息空间”的基础平台。

CIM 平台的底层首先要建立一个数据治理的平台，完成城市海量多源异构数据从汇聚、融合、处理、分发为一体的数据治理。这其中涉及到多种模型融合，模型轻量化，模型分类分级浏览等多项关键技术。其次，CIM 平台将能够实现

多场景模型的浏览与定位，使用户具有真实的视觉和地理体验感。CIM能够在宏观到微观多种空间场景，从室外到室内不同视觉场景，从二维到三维不同空间维度中无缝衔接、切换和浏览，并且借助 BIM 技术，将传统以 GIS 技术为支撑的地理空间信息平台，走向部件、构件乃至零件级的微观信息管理平台，建立一个真正全息、综合的智慧城市所必需的基础性平台。以上 CIM 的“平台”内涵可理解为 CIM 基础性平台，在此基础上可拓展丰富的“CIM+”应用，为各领域的智慧应用提供赋能。

3. CIM 赋能智慧城市建设的重要意义

CIM 平台是智慧城市的基础性平台，其突出作用主要体现在，可推动城市规划、建设、管理全流程数据汇聚和融合，以及推动各部门业务协同上。具体来讲：

(1) CIM 有利于推动城市管理各行业的数据汇聚共享。CIM 有能力表达从零构件、项目单体、社区到城市、区域多种场景下全要素的信息。各类信息以三维空间地理信息为纽带，在标准化的空间地址上实现信息的精确匹配和关联。各专业按照名称、计量、坐标等统一的标准交付至 CIM，可实现多软件的格式共享、多领域的公开应用，这将大大降低部门和行业之间信息共享的技术门槛。基于 GIS、BIM 的技术融合，汇聚各行业数据将赋能更精细化的城市管理应用，例如基于 CIM 中统一的空间地址，可实现人口普查、建筑信息模型有机融合便于人口管理；基于 BIM 实现零构件信

息、建筑材料和结构信息、和消防资源信息的空间匹配可便于消防作业快速制定救灾方案；基于 CIM 实现人口轨迹、空间地址、人口普查等信息的匹配可有效服务于疫情防控中密切接触人口的筛选等。

(2) CIM 有助于推进城市规划、建设、运行、管理的业务协同。CIM 的建立有助于打通信息和模型在城市管理各环节的横向和纵向流通。以 CIM 平台为桥梁,协同城市规划、交通、市政、建筑、道桥、园林、公共安全各领域,整合不同领域的规划、历史、现状的多源数据和信息,有助于构建全面的城市数据空间资产,构建全局联动和反馈的机制。以雄安 CIM 平台建设为例,雄安 CIM 平台建立了多规合一、多测合一、多管合一体系,重点解决了建设项目的多方审查、项目审批、城市建设监管等问题,推进多部门管理流程与制度统一,线上支持多部门联审、多专家论证。目前,广州、南京等一些城市基于 CIM 平台探索基于 BIM 的报建智能审批,在立项用地规划许可、工程建设许可、施工许可、竣工验收四个阶段实现电子辅助审批,这一方面将极大的提升审批效率,同时有助于 BIM 模型在各个业务环节的流通和沉淀。

二、城市信息模型发展的关键技术和难点问题

鉴于 CIM 在国内外均属于新生事物,且在涉及多个尺度多个模型的汇聚和融合,制约 CIM 发展的关键技术主要有:

(一) 海量多源异构数据的汇聚及融合技术

CIM 涉及到城市海量数据的汇聚,首先便要考虑城市海

量数据的存储和处理问题，仅以中国第一高楼上海中心为例，其 BIM 模型数据量高达 250GB，三维构件数达 300 万个，而这一数据量到城市级别则将呈几何级别增长，且 CIM 包含的数据要素种类更丰富，动态迭代速度更快、频率高，增长速度极快。因此，提高 CIM 基础平台的性能、效率，必须解决海量数据的汇聚和融合技术，例如海量数据的清洗、筛选技术，数据分类分级体系的建构、数据存储方式的优化，建模中的轻量化技术，数据的无损接入技术等。其次，不同行业不同渠道的数据在格式和标准上有很大的不同，这就给多源异构数据的融合带来了困难。以 BIM 模型数据来讲，当前主流的 BIM 软件均为国外软件，这些软件格式彼此并不互通，尽管国际上有通用的 IFC 格式提供了不同软件数据转换的格式，但也会存在信息缺失的问题。再次，海量异构信息需要在统一的空间地址和编码上进行衔接和匹配，形成城市统一的空间资产，这就涉及到空间坐标转换及衔接的问题，这一点在 BIM 与 CIM 的融合中体现的尤为重要。最后，除了技术本身，建立健全合理的数据共享和数据更新的制度体系也是保障海量数据汇聚的根本。由于很多行业是垂直管理，数据共享和实时交换存在制度壁垒，这也成为很多城市信息化项目失灵的最直接原因。

（二）BIM 与 GIS 的融合技术

微观场景的 BIM 技术与宏观场景的 GIS 技术融合也成为 CIM 的关键技术难点，也是近年来学术界的热议话题。首

先是融合主体的问题。一种是将 BIM 数据融入 GIS 场景；另一种是将 GIS 数据融入 BIM 场景。学术界认为，选择何种融入方式应取决于研究的尺度问题。如果研究视角聚焦项目单体及周边环境，则将 GIS 数据融入 BIM 更符合项目精细化管理的需求。如果研究视角聚焦于城市级精细化管理，则涉及到城市地上、地下全方位的数据管理，则将 BIM 数据融入 GIS 场景，与其他空间数据一起构成城市数据资产。其次是融合的关键技术问题。鉴于 BIM 模型大多是基于平面坐标系，有多种独立的数据格式，而实体空间数据大多是带有地理坐标的地理信息，BIM+GIS 的相互融合就会涉及到：BIM 数据无损接入 GIS 软件、海量 BIM 模型数据的轻量化、BIM 模型与地理信息数据的坐标转换技术、BIM 模型与 TIN 模型等其他多源数据的融合技术等关键技术。

（三）CIM 标准体系的建立

BIM 是单个行业从设计、施工、运维纵向各阶段的打通。随着 BIM 技术和应用的发展，为了支撑 BIM 技术在工程各阶段不同专业 and 不同参与主体之间的信息传递和共享，国际上已有一套城市的 BIM 标准体系，例如经 ISO 组织认证的 IFC、IDM、IFD 等有关数据收集、处理、交换、交付、编码的标准体系。相比而言，CIM 是多个行业的横向和纵向打通，在国内外均处于探索阶段，可参考的成熟实际案例较少。目前各试点城市和项目在推行 CIM 基础平台建设的同时，也陆续在探索项目级和城市级的一些数据编码标准、基础数据标

准，模型交付标准、基础平台技术标准等，但尚未形成统一认识的标准体系框架，且在国家、行业、地方、企业各级标准之中也存在着缺位现象。在各地 CIM 平台建设热情高涨的实际需求下，CIM 相关标准的编制只能与实际建设项目同步进行并不断修订完善，这给 CIM 标准编制的专业性、全面性和权威性带来了巨大的挑战。

（四）信息安全技术

CIM 基础平台未来将汇聚城市海量精细尺度的数据和模型，在挑战数据存储技术的同时，也会带来数据使用、传输、共享过程中的系列安全问题，如何采用信息安全技术保证城市信息安全也是面临的一大技术挑战。（《城市发展研究》2021 年第 3 期）

广西壮族自治区信息中心
广西壮族自治区大数据研究院

编辑部地址：南宁市体强路 18 号广西信息中心 1412 号房

联系电话：0771-6113592

电子邮箱：dsjyjs@gxi.gov.cn

网 址：<http://gxxxzx.gxzf.gov.cn/>



扫描二维码获取
更多决策参考信息