

基于数字孪生的智慧城市建设发展研究

黄梦君

(中国电信股份有限公司汕头分公司, 广东 汕头 515000)

摘要: 随着数字孪生技术的发展, 数字孪生城市的概念应运而生, 为智慧城市的建设和发展带来更多机遇, 是提升城市整体智能化和智能化发展水平的基础保障。因此, 本文针对数字孪生城市的概念、特点和架构, 对关键技术要素和应用领域展开分析, 研究了目前数字孪生城市的特点和架构, 分析了基于数字孪生的智慧城市建设发展领域, 提出城市交通领域、应急救援领域和公共服务领域中数字孪生智慧城市建设的建议, 通过有效进行数字孪生的智慧城市建设和开发, 提升智慧城市的发展水平, 以期达到为促使基于数字孪生的智慧城市建设发展水平提升而夯实基础的目的。

关键词: 数字孪生; 智慧城市; 建设发展

中图分类号: TP391.9; F49

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.32.033

基于数字孪生的智慧城市的建设发展过程中, 应制定完善的智慧城市建设和发展方案, 通过科学有效的措施改善智慧城市的建设现状, 充分发挥各类关键性技术的作用和价值, 为人们提供高质量的公共服务, 塑造良好的智慧城市环境。

端感知设施, 需要配置边缘计算和云计算基础设施、超额计算基础设施、无线宽带和光纤网设置、专网与卫星设施、传感器和泛智能化城市部件, 同时配置激光扫描设施、航空摄影设施和移动测绘设施等。

1 数字孪生城市的概念与特点

2.2 城域物联感知平台

数字孪生主要是利用物联网、传感器和物理模型等进行整个生命周期运行历史数据的采集, 集成多个物理量、不同尺度和不同学科、不同概率的仿真过程, 在虚拟空间进行映射, 最终对实体对象整个生命周期过程进行反映和管控。而数字孪生城市主要就是构建能够合成与物理空间相互对应的网络虚拟空间, 二者之间互相映射和协同。其整体系统庞大复杂, 在网络空间内能够进行相互匹配, 达到整个城市的要素、状态和管理决策的数字化、虚拟化与智能化发展的目的, 从物理层次和信息层次上, 使实体世界与虚拟世界共存, 构建城市的虚实融合发展格局。数字孪生城市是数字化城市的高级阶段, 也是数字化城市建设的目标, 能够使智慧城市的建设达到新的高度和新的维度。而从数字孪生城市的特点来讲, 主要涉及物理实体和虚拟模型多维度特点、孪生数据和交互服务多维度特点等。

数字孪生城市中的城域物联感知平台, 主要是终端设备和智能化应用, 相互之间联系的纽带, 也是数字孪生城市中最为基础的平台系统, 其主要有接入管理、数据管理和设备管理三种核心功能, 接入管理功能具备通用协议方面、SDK 接口方面、协议模型方面的适配性; 数据管理功能具有数据解析作用、统计分析作用和调用作用; 设备管理功能具有远程运维、事件警告和用户管理等作用。整体城域物联感知平台运行期间, 向上层可以为应用开发人员提供最基础的数据信息, 用来进行各种类型物联网创新应用的开发和行业问题解决方案的开发; 中间层次为设备开发人员、运维服务人员和业务管理人员提供设备与用户管理服务、数据信息处理和远程维护服务; 向下层则与感知设备终端相互连接, 兼容适配性的接口, 统一接入和采集感知数据信息。

2 数字孪生城市的架构

2.3 城市大数据平台

2.1 整体架构

从本质层面而言, 数字孪生城市并未和智慧城市的架构布局脱离, 而是在智慧城市总体架构的基础上, 构建新的基础设施、智能化运行中枢和智慧应用体系的不同层次, 其中应用服务涉及超级应用和行业应用。超级应用主要包括城市与人口画像、规划仿真和应急救援; 行业应用主要包括生态治理、产业创新和交通服务等; 智能中枢层次则涉及应用赋能、数据资源和管理调度层次; 基础设施层次包括智能化计算、网络链接和

数字孪生城市中的大数据平台, 将先进的 BIM 技术作为基础部分, 对城市规划数据、管理和建设数据进行采集、整合, 融入物联网感知、运行和位置数据、政务与行业等系统的数据, 确保城市数据获取和处理的实时性、各类数据的真实性与完整性, 为数字孪生城市建设、数字驱动治理模式夯实基础。例如, 和传统的智慧城市相比, 数字孪生城市中的大数据平台, 能够使政务信息资源转变成城市大数据, 系统可以和物理世界进行连续性和动态化的映射, 从之前的封闭状态、隔离状态转变成跨越状态, 通过大数据技术和 BIM 技术, 对各类城市数据进行识别处理、标识处理、关联处理, 自动化生成知识图谱,

对外提供基础、业务、空间和专题类型的数据信息，通过数据共享交换平台、数据开放性处理和数据服务，为基于数字孪生的智慧城市建设提供高质量数据服务。

2.4 城市支撑赋能平台

城市支撑赋能平台主要采用模块化封装技术，是为对城市关键共性技术、应用组件和模型服务组件等进行基层处理而建设的平台，具有一定的特色优势，例如，城市支撑赋能平台具有场景服务优势，能够提供城市部件和建筑物等各类基础设施的空间地理数据信息；同时，还具有数据和仿真服务优势，可以提供移动物体的实时数据、历史数据，也可以提供轨迹跟踪和位置数据，并以此为基础提供事件和决策预案等仿真模拟服务、预先演练和推理服务等；另外，城市支撑赋能平台还具备渲染服务优势，可以利用城市信息模型，提供实时性和不同精度的渲染服务。

2.5 城市信息模型平台

城市信息模型平台具有实时性映射的特点，属于数字孪生城市发展和建设过程的核心部分，也是对城市细节进行刻画及对未来发展趋势进行预测、显示与推演的信息载体，具有模型数据源采集、模型平台建设的核心功能，同时还具备模型渲染功能。城市信息模型平台是由三个部分组合而成：其一，多种来源模型数据信息采集的功能，可利用三维建模技术、激光扫描技术和航空摄影测量技术等进行数据的采集，主要采集基础地理类型数据、CAD和BIM类型数据、倾斜摄影数据等，并对数据进行汇总分析、清洗处理和结构化存储，提取模型特征，对模型进行单体化建设；其二，模型平台构建功能，通过逐渐进行地形数据、道路数据、水域数据和建筑数据的加载，对城市各类部件进行单体化处理，构建单体模型，例如构建道路和建筑单体库、城市基础部件和植物单体库、贴图库和材质库等；其三，实时性数据显示功能和模型渲染功能，在数据显示的过程中，利用物联网技术实时性加载各类数据信息，主要加载城市动态类型和静态类型的环境、仿真、业务等数据信息，同时，采用不同精度的形式，将模型场景呈现出来，在数据可视化渲染的过程中，进行资源的布局和道路绘制，设置资产索引，场景可视化建设，从而达到预期的服务目的。

3 基于数字孪生的智慧城市建设发展关键技术要素

3.1 新型测绘与标识感知技术

基于数字孪生的智慧城市建设发展过程中，新型测绘技术和标识感知技术是最关键的技术要素。

(1) 新型测绘技术能够快速进行地理数据信息的采集。主要因为目前新型测绘技术的软件化程度和自动化程度很高，能够快速生成二维与三维测绘结果；服务范围有所拓展，可通过机载和车载等智能化设备开展测绘工作；数据采集和生成的效率很高，

不仅测量数据的种类丰富，具备实时性特点，能够满足三维处理的要求，而且在此期间采用实体建库技术，还能集成不同精确度和层次、时相的数据信息。例如，采用新型高端采集设施、三维建模技术和数据融合技术、数据包更新技术等，能够提升城市测绘的智能化水平，促进各类测绘工作的有效实施。

(2) 标识感知技术的应用可以实时进行真实城市的读写，而以数字化孪生城市为基础的智慧城市建设，需要将城市物联网感知当作核心部分。采用全域标识技术，可以赋予城市范围内物理对象数字化身份，达到孪生映射的目的，同时还能确保各类基础设施的可控性和可靠性、城市数据信息的安全性。而标识感知技术中的核心技术为物体全域标识、设备安全防护和物联网感知技术，核心设备为报警终端设备、传感器和控制终端设备。在对感知设备进行部署的过程中，可以将设备部署在地表区域、地下区、空中和水域，为基于数字孪生的智慧城市的建设发展提供保障^[1]。

3.2 模拟仿真与深度学习技术

基于数字孪生的智慧城市建设发展期间，模拟仿真技术和深度学习技术也属于非常重要的关键技术。

(1) 模拟仿真技术能够在数字化环境中进行城市运行态势的推演，可实现自然现象、物理学规律、人群活动和自然灾害等方面的模拟仿真目的，为城市管理规划工作、应急救援工作等决策的制定提供准确依据，在一定程度上还能起到对城市资源公平、平等分配的促进作用。整体的模拟仿真技术中最为核心的部分是有限元分析技术、流体力学计算技术和多物理场合耦合技术，在未来发展的过程中，会向着对象仿真、分布交互和智能化仿真、虚拟现实仿真等方向发展。

(2) 深度学习技术的应用能够促使城市自我学习，最终达到智慧化成长的目的。目前，在人工智能技术快速发展的过程中，深度学习技术和自我优化技术得到广泛运用，将其应用在基于数字孪生的智慧城市建设中，可以使基层治理模式不断优化成为全域协同的治理模式，智能化响应各类问题，提前预测需求，自动生成高效运行的智能城市运行规则。目前，由于基于数字孪生的智慧城市有需要优化处理的海量数据信息、系统运行过程中需要进行自动化迭代更新，此情况下就可以采用计算机视觉技术、生物特征识别和知识图谱技术、自动化机器学习技术和深度学习算法技术等解决问题，全面优化各类数据结构，促进智慧城市的自我更新和迭代发展^[2]。

4 基于数字孪生的智慧城市建设发展领域

4.1 城市交通领域

智慧城市建设的过程中采用数字孪生技术，可通过现代化技术，促进城市交通领域的智慧化发展，采用云计算、人工智能和三维技术等，开发能够被机器所理解的数字孪生交通系统，

最终达到城市交通领域的智能化和智慧化监测预警目的、应急处理目的、解决道路拥堵问题的目的。其一，可采用数字孪生技术，全面进行智慧城市交通系统的优化，自动完成倒运入网密度的计算、时间可达性的计算、空间可达性的计算，做出路网分区域、分段落和整体层面的拓扑评价，同时，也可以将微观仿真作为基础，使流量转变成为宏观参数，准确评价道路路网的负荷程度和运行效率，另外还能全面评价公交线路的静态情况和动态情况，为交通系统的优化提供助力；其二，采用数字孪生技术提升智慧城市交通的安全性，以数字孪生技术为基础，在空中进行交通的管理，例如，合理进行空中交通的空中流量管理和雷达扇区管理，自动化制作数字镜像，将数字镜像集成处理，为交通系统的运行管理和飞行服务中心等提供依据，确保空中交通的安全性；其三，通过数字孪生技术促进智能化驾驶行业的发展，数字孪生技术有着非常完善的工具链仿真系统，可以精确模拟仿真道路、交通标识和交通流等，并且采用数字孪生技术，还能以真实的道路数据信息、智能化模型和案例场景数据信息为基础，全面进行智能驾驶车辆的训练和测试，增强智能驾驶的安全性和稳定性^[3]。

4.2 应急救援领域

智慧城市建设发展期间，可以采用数字孪生和虚拟现实技术，为用户进行突发性灾难场景的模拟仿真，使用户有身临其境的感受，生动地体会紧急事件中的场景和各类事件可能产生的后果，为应急救援提供保障。首先，可采用数字孪生技术快速还原应急场景，通过新型测绘技术，将泥石流事故、地震事故和滑坡事故等场景还原，使应急救援部门能够按照场景环境制定完善的应急救援方案；其次，应用数字孪生技术能进行应急救援物资的可视化管理，了解应急救援物质的状态和位置，为突发事件的救援工作提供数据支持；同时，数字孪生技术还能实现应急预案方面的模拟仿真，利用三维模拟仿真技术，仿真整个应急事件的流程，从多个角度进行应急预案的评价分析，然后模拟仿真应急预案的落实情况，一旦发现预案内容存在问题，就可以进行严格的处理和应对；最后，可利用数字孪生技术实现公共安全防范的目的，动态性和实时性地进行城市公共安全监控，在线模拟真实场景，反向进行智能化控制，透彻感知和分析城市公共安全问题，精确且系统地掌握实际情况，为有效维护城市的公共安全提供助力^[4]。

4.3 公共服务领域

数字孪生技术在智慧城市建设发展中的应用，可为公共服务领域提供一定支持，三维可视化构建公共服务传播形式和服务载体的模拟仿真模型，高效和可靠地传递各类公共服务。

(1) 在医疗公共服务领域中应用数字孪生的智慧城市技术，可通过三维可视化技术进行患者病情的透视诊断。近年来，在医疗公共服务领域中，在线监测患者的生理指标技术受到广泛

应用，而采用数字孪生技术就能开发数字化的虚拟人体，利用三维可视化的基础措施，提升医疗诊断服务和救治服务的精准性；同时，在对患者进行疾病治疗的过程中也可以采用数字孪生技术，例如，针对骨科修复手术患者，可采用数字孪生技术构建骨头模型，提升修复手术的精确性和可靠性。

(2) 教育公共服务领域中可采用数字孪生的智慧城市技术，使课堂教学知识可感受和可触摸，教师在智慧课堂中采用数字孪生技术，可借助三维模拟仿真的技术措施，为学生模拟真实的情景，提升课堂教学工作的沉浸感和真实度，增强教育教学的效果^[5]。

5 结语

综上所述，由于当前我国处在智慧城市建设期间，采用的技术较为落后，很难全面进行城市物理层面的映射和调控并为城市各个领域提供高效化和有效性的智慧服务，而采用数字孪生技术建设智慧城市，能有效解决问题。因此，建议在未来发展期间重点关注基于数字孪生智慧城市的建设，可利用数字孪生城市的各类技术平台，提升智慧化城市的建设水平；同时，采用相关的关键性技术，还能提高智慧城市的建设，不断促进智慧城市建设有效性的提升，为城市交通领域、应急救援领域、医疗公共服务领域、教育公共服务领域等提供高质量的服务。同时在未来发展的过程中，应积极研究开发智慧城市建设中的数字孪生技术体系，促进智慧城市中数字孪生技术的良好配置和应用发展。

参考文献：

- [1] 赵强.BIM技术在智慧城市“数字孪生”建设中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2022,23(03):108-110.
- [2] 佟林杰,牛朝文.基于数字孪生的智慧城市建设研究[J].四川行政学院学报,2021,13(05):18-26.
- [3] 鲍巧玲,杨滔,黄奇晴,等.数字孪生城市导向下的智慧规建管规则体系构建——以雄安新区规划建设BIM管理平台为例[J].城市发展研究,2021,28(08):50-55,106.
- [4] 陈若飞,李江川,马燕,等.基于数字孪生技术的明珠湾智慧城市信息平台建设实践[J].国土资源信息化,2022,11(02):63-68.
- [5] 王建翔,胡蔚.BIM技术在智慧城市“数字孪生”建设工程的应用初步分析[J].智能建筑与智慧城市,2021,22(01):94-95,98.

作者简介：黄梦君（1977-），男，广东汕头人，通信工程师，大学本科，主要从事数字政府“一网统管”底座、智慧城管、智慧城市的相关应用研究。