

团 体 标 准

T/ZGCSC 002-2022

数字孪生城市软件人机交互技术总体要求

General technology requirements of human-machine interaction
for digital twin cities softwares

2022 - 03 - 14 发布

2022 - 03 - 15 实施

中关村智慧城市产业技术
创新战略联盟

发布

目 次

前 言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义及缩略语.....	2
3.1 术语和定义.....	2
3.2 缩略语.....	2
4 数字孪生城市软件人机交互技术框架.....	3
4.1 技术框架.....	3
5 数字孪生城市软件人机交互技术总体要求.....	4
5.1 概述.....	4
5.2 功能.....	4
5.3 性能.....	6
5.4 体验.....	7
5.5 安全.....	8
5.6 运维.....	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件涉及数字孪生城市软件人机交互相关技术领域，规范了技术总体要求，包括功能、性能、体验、安全、运维等。

本文件的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村智慧城市产业技术创新战略联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京五一视界数字孪生科技股份有限公司（51WORLD）、北京航空航天大学、中国电信数字城市科技有限公司、中国移动通信集团有限公司、中国联合网络通信有限公司、中国雄安集团数字城市科技有限公司、中电太极（集团）有限公司、讯飞智元信息科技有限公司、京东科技信息技术有限公司、太极智慧城市运营服务(天津)有限公司、山东浪潮新基建科技有限公司、武大吉奥信息技术有限公司、奥格科技股份有限公司、广联达科技股份有限公司、上海华东电信研究院（中国信息通信研究院华东分院）、美的楼宇科技研究院

本文件主要起草人：王辰康、张焜棋、金志国、姚新新、李竹青、魏建权、李超、周彬、封顺天、白隼瑄、杨磊、金程、赵龙军、胡静、陈敏军、徐忠飞、冯晓蒙、辛超、柴青、谭成国、包世泰、曾立民、孙丽、陈婷婷、程俊

本文件为首次发布。

数字孪生城市软件 人机交互技术总体要求

1 范围

本文件描述了确立了数字孪生城市软件人机交互技术框架,规定了数字孪生城市软件人机交互宜具备的技术能力。

本文件适用于数字孪生城市规划、建设、管理、运营服务过程中软件的使用者,也适用于数字孪生城市软件人机交互的研发、测试、评估和验收等工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 22080-2016 信息技术 安全技术 信息安全管理体系 要求

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 25058-2019 信息安全技术 网络安全等级保护实施指南

GB/T 28827.1 信息技术服务 运行维护 第1部分:通用要求

3 术语和定义及缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。数字孪生、数字孪生城市的术语定义建议待国标定义明确后与国标保持一致。

3.1.1

数字孪生 digital twin

数字孪生是以多源、异构、海量数据为基础,融合数学、计算机、物理等学科的综合技术。通过物联感知、多模态多类型数据采集与融合、全要素多尺度分析建模、网络与富媒体协同工具融合、人工智能、模拟仿真等核心技术,构建与物理实体精准映射的虚拟实体,对其进行监控、仿真、诊断、预测、优化和控制,实现对物理实体的全生命周期管理。

3.1.2

人机交互 human-machine interaction

人与计算机之间通过视觉、听觉、力触、体感等方式,完成指定任务的信息交换过程。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AR: 增强现实 (Augmented Reality)
 BIM: 建筑信息模型 (Building Information Modeling)
 CIM: 城市信息模型 (City Information Modeling)
 DT: 数字孪生 (Digital Twin)
 DEM: 数字高程模型 (Digital Elevation Model)
 DLG: 数字线化地图 (Digital Line Graphic)
 DOM: 数字正射影像图 (Digital Orthophoto Map)
 GIS: 地理信息系统 (Geographic Information System)
 IoT: 物联网 (Internet of Things)
 MR: 混合现实 (Mixed Reality)
 VR: 虚拟现实 (Virtual Reality)
 XR: 扩展现实 (Extended Reality)

4 数字孪生城市软件人机交互技术框架

4.1 技术框架

数字孪生城市软件人机交互技术框架图1。

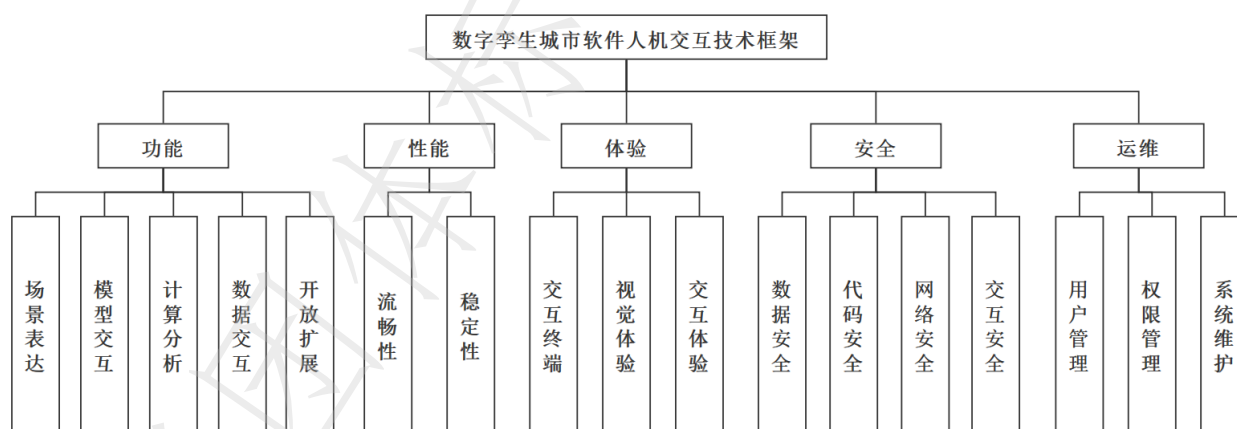


图1 数字孪生城市软件人机交互技术框架

数字孪生城市软件人机交互技术框架由五个方面组成：

- 功能：描述数字孪生城市软件人机交互的功能，主要包括场景表达、模型交互、计算分析、数据交互、开放扩展等；
- 性能：描述数字孪生城市建设中人机交互软件的性能，主要包括流畅性、稳定性等；
- 体验：描述用户在使用软件的过程中，对产品产生的主观体验，主要包括交互终端、视觉体验、交互体验等；
- 安全：描述数字孪生城市建设中系统安全，主要包括数据安全、程序安全、网络安全、交互安全等；
- 运维：描述人机交互的软件运维，主要包括用户管理、权限管理、系统维护等。

5 数字孪生城市软件人机交互技术总体要求

5.1 概述

数字孪生城市人机交互以时空基础数据、物联感知数据、应用专题数据等为数据支撑，以传统算法与机器学习算法为理论支撑，突破传统人机交互模式，完成城市全要素场景表达、计算分析、模型交互、业务交互及不同终端交互。

5.2 功能

5.2.1 场景表达

场景表达涵盖大场景到精细场景、二维/三维场景及静态/动态场景的表达等，其相关要求主要包括：

- a) 应支持二维/三维的调用及使用；
- b) 应支持二维/三维场景切换及二维/三维融合的调用和使用；
- c) 基于静态数据，如：几何模型数据、DEM 数据、DOM 数据、DLG 数据、倾斜摄影数据、激光点云数据、BIM 数据等基础时空数据，应实现城市底板搭建、静态场景的表达；
- d) 基于城市运行的动态数据，如城市公共专题数据、物联感知数据等，应实现城市动态场景的表达，包括但不限于疫情防控、轨道交通、区域经济等场景的表达；
- e) 应支持多要素场景交互，包括但不限于地形、行政区、建筑内外、水系、植被、管线管廊、地质、城市部件、建筑内外、交通设施、场地等要素及主要构件；
- f) 依据城市时空基础数据、物联感知数据、应用专题数据，应支持城市规划、建设、管理等场景的表达：
 - 1) 应支持城市综合运行态势表达；
 - 2) 应支持城市规划场景表达，如方案比选、指标审查、规划成果、产业布局等；
 - 3) 应支持城市建设场景表达，如项目统计信息、在建项目建设进度、在建项目监管、安全监测、渣土车轨迹等；
 - 4) 应支持城市管理运营场景表达，如日常管理、应急调度、交通态势、生态治理、经济运行、招商投资等。
- g) 应支持多维度、多层次场景交互，包括但不限于地上/地下、室内/室外、历史/现状/未来一体化交互，城市宏大场景、城市微单元场景、单栋建筑、建筑内部一体化交互；
- h) 应支持场景缩放、平移、即放、即缩、旋转、聚焦、鸟瞰等，实现 360° 视角查看；
- i) 应支持对城市主要建筑外观、道路、景观、部分楼宇的室内环境进行三维自动/手动漫游。

5.2.2 模型交互

模型交互涵盖模型导入、模型编辑、模型轻量化及模型可视化等，其相关要求主要包括：

- a) 支持不同格式、不同类型的模型数据的汇聚、转换、加载：
 - 1) 应支持 BIM 模型的主流格式解析、导入，包括但不限于 RVT、SKP、DGN、NWD、NWC、DWG 等；
 - 2) 应支持倾斜摄影模型的主流格式导入，包括但不限于 OSGB、OBJ、FBX、STL 等；
 - 3) 应支持人工构建三维模型的主流格式导入，包括但不限于 3DS、OBJ、MAX、DAE、STL、C4D、MA 等。

- b) 应支持单一模型删除、替换、摆放、拖拽、移动调整、缩放，包括但不限于建筑物窗户大小的替换、植被模型的摆放、建筑物摆放位置的调整等；
- c) 应支持模型零部件增减、缩放、旋转，包括但不限于更换建筑物外立面颜色、调整建筑物楼层高度等；
- d) 应支持模型轻量化的通用操作，包括但不限于数模分离、材质替换、贴图修改、三角面缩减、模型切分、数据流压缩等方式；
- e) 宜支持单一模型正视图剖切、俯视图剖切、左视图剖切、任意平面剖切、布尔剖切及剖切位置的自行更换；
- f) 宜支持多种模型视图查看，包括但不限于主视图、后视图、左视图、右视图、俯视图、仰视图、轴测图等。

5.2.3 计算分析

计算分析涵盖图表分析、大数据计算分析、空间分析等，其相关要求主要包括：

- a) 支持基础统计数据的图表分析与展示，支持多种形态的图表进行多维度分析研判：
 - (1) 应支持基于三维地理空间的统计图表显示，如表格、柱状图、饼图、条形图、雷达图、气泡图、玫瑰图；
 - (2) 应支持基于三维地理空间的点位分布图展示，如节点轨迹图、热力图、星光图、聚合图等；
- b) 应支持指数分析、模型分析、画像分析以及典型的大数据计算分析等；
- c) 应支持场景性的知识图谱，实现不同应用场景之间的相互印证，进而辅助城市规划决策；
- d) 支持数字孪生城市通用空间分析：
 - (1) 应支持精准到户的日照时长分析；
 - (2) 应支持对规划重点区域进行天际线查看、分析功能，且将天际线效果进行表达；
 - (3) 应支持不同视角下对应视域范围内的城市空间开敞度分析；
 - (4) 应支持对于给定用地上所有建筑，依据给定高度值进行控高分析；
 - (5) 应支持三维场景内任意点对点、多点间的通视性分析；
 - (6) 宜支持对城市街道高精场景的街景语义分析。
- e) 应支持数字孪生城市通用空间计算，包括但不限于空间测量、空间搜索、空间路径规划；
- f) 应支持 AI 视频识别分析，实现视频智能分析的可视化表达；
- g) 支持多方案比选分析：
 - (1) 应支持不同规划设计方案的导入，并在同一位置加载，在三维场景中进行直观查看、切换对比分析；
 - (2) 应支持多屏联动比选分析，通过多屏、多窗口的数据联动和视觉联动，实现不同方案间的数据指标、空间效果等的直观对比分析。
- h) 宜支持城市多种业务场景分析，包括但不限于地下空间人员疏散分析、交通路口车流分析、建设工地渣土车运行分析等；
- i) 宜支持依据区域交通条件、市政设施成熟度、产业规划等指标，对周边居民生活便利性进行分析；
- j) 可依据物理城市的真实运行数据，构建不同场景下的推演模型，模拟和分析物理城市的运行状态和发展趋势，推演预测物理城市的发展态势与运行结果，并提出优化建议，辅助城市日常管理、应急指挥和科学决策。

5.2.4 数据交互

数据交互涵盖场景交互和面板交互等，其相关要求主要包括：

- a) 应支持通过基础数据更新、场景数据的变化驱动城市二维场景、三维场景变化，包括但不限于单位面积的 GDP 驱动建筑的高度、人口密度驱动公共服务设施配比等；
- b) 应支持无缝下钻，从地球、国家、省、市、区、街道、园区、楼宇、楼层、房间到设备的逐级递进；
- c) 应支持通过点选、缩放、平移、跳转实现面板数据交互；
- d) 应支持基于业务需求对数据进行多维度并行分析，并支持上卷、下钻、切片等数据分析支持；
- e) 应支持通过视觉提醒、听觉提醒实现面板数据交互；
- f) 应支持按照工作方式进行数据索引搜索，包括但不限于全文索引、目录索引、元数据索引等方式；
- g) 应支持基于用户实际需求，按照属性和空间查询的方式进行数据索引查询，并支持点击展示详细属性信息；
- h) 应支持在三维场景中，支持将规则范围内的视频画面进行拼接融合，展示符合观看常规的实时视频融合画面。

5.2.5 开放扩展

开放扩展支撑软件对各类终端、数据、用户的兼容、修订、调整等，其相关要求主要包括：

- a) 应支持数据汇入，宜支持空间数据发布且对外提供数据访问的服务，包括但不限于遥感影像数据、瓦片数据、矢量数据等；
- b) 应支持主流 GIS 坐标系统，包括但不限于 CGCS2000、WGS84、GCJ02、BD09、西安 80、北京 54 等；
- c) 应支持 OGC 标准服务，包括但不限于 WMS 服务、WFS 服务、WMTS 服务等；
- d) 数据支持通用传输协议：
 - (1) 基础数据应支持 Socket、HTTP/HTTPS、WebSocket、GRPC 等协议；
 - (2) IoT 数据应支持 HTTP/HTTPS、MQTT 等传输协议；
 - (3) 音视频数据应支持 RTSP/RTMP、WebRTC 等传输协议。
- e) 应支持按照权限选择，将不同服务内容分发给不同用户；
- f) 应支持云边端的一体化算力协同机制，用户可根据自身需求选择算力模式；
- g) 宜具备接入与常用地图数据的能力，包括但不限于百度地图、高德地图、腾讯地图等；
- h) 宜支持三维场景、二维界面、特效等接口开放，第三方用户可进行修改，宜支持调用第三方服务如天地图服务进行展示。

5.3 性能

5.3.1 流畅性

流畅性相关要求主要包括：

- a) 运行最小帧率应不低于 30FPS；
- b) 页面平均响应时间应 $\leq 1s$ ；
- c) 页面跳转时间应 $\leq 2s$ ；
- d) 模型加载响应时间应 $\leq 3s$ ；

- e) 界面用户访问平均响应时间应 $\leq 3s$;
- f) 应支持多路视频实时播放;
- g) 应支持大体量城市三维模型的场景浏览;
- h) 观感和操作体验上应运行流畅, 无明显的顿挫感。

5.3.2 稳定性

稳定性相关要求主要包括:

- a) 服务可用性 SLA 应不小于 99%;
- b) 在正式上线运行后, 应保证 7*24 小时的不间断稳定运行, 紧急事故平均修复时间应 ≤ 2 小时, 功能性故障平均修复时间应 ≤ 4 小时, 严重系统级故障平均修复时间应 ≤ 24 小时;
- c) 正式上线运营后, 数据可靠性应达到 99.99%;
- d) 应保证网络稳定, 确保数据高效传输;
- e) 应支持在百万级数据并发情况下准确响应、交互;
- f) 应提供高性能的渲染性能与质量, 支持多人同时在线访问。
- g) 应支持大数据运行情况下, 万条以上数据交互;
- h) 应具备良好的扩展性, 支持根据要求进行数据弹性扩容。

5.4 体验

5.4.1 交互终端

交互终端访问应根据用户请求, 实现关联数据在不同终端的二三维场景重构。涵盖跨平台访问、跨浏览器访问和多终端显示等, 其相关要求主要包括:

- a) 应支持主流浏览器, 如 IE、Edge、Chrome、Safari、Firefox、360 浏览器、搜狗浏览器、QQ 浏览器等;
- b) 应支持分辨率 1080P-8K, 应支持自适应分辨率和比例;
- c) 宜兼容适配台式机、电脑一体机、笔记本电脑、平板电脑、电视、大屏等各类终端设备, 不应指定单一终端设备;
- d) 宜支持 VR/AR/MR/XR 智能交互设备:
 - 1) 头戴式设备, 如 VR 眼镜、眼动仪等;
 - 2) 手持式设备, 如 Kinect、数据手套等;
 - 3) 投影式设备, 如全息投影、幻影成像等。

5.4.2 视觉体验

软件体验涵盖界面风格、视觉冲击力等, 其相关要求主要包括:

- a) 软件界面风格应符合行业调性, 宜具备科技氛围感;
- b) 界面层级样式应明显清晰, 视觉装饰宜简约美观不冗余, 可帮助用户准确获取目标信息;
- c) 动画效果应流畅美观突出视觉焦点, 引导视觉流向, 便于用户理解产品核心功能与特点;
- d) 宜具备较强视觉冲击力, 给用户使用带来新鲜感与记忆点。

5.4.3 交互体验

交互体验是用户对交互效果的切身感受，涵盖易用性、高效性、可容错性、使用及满意度等，其相关要求主要包括：

- a) 应具备清晰的路径步骤流程与提示信息，降低用户操作负担；
- b) 应具备可容错性，可帮助用户进行错误快速识别与纠正；
- c) 软件功能应满足不同用户群体的日常业务需求；
- d) 各类专题页面的控件布局、操作交互、跳转应保证逻辑一致性，降低学习成本；
- e) 使用界面、使用内容可根据用户需求进行编辑，宜支持不同用户群体能够快速上手，完成业务操作，实现用户目标。

5.5 安全

5.5.1 数据安全

数据安全涵盖访问安全、篡改安全、传输安全、数据修复等，其相关要求主要包括：

- a) 应提供数据资源订阅窗口，根据用户身份，确定访问数据资源的权限，对用户进行分级、分类管理，配置数据访问权限，保证登录用户只可对操作权限内的数据进行访问或远程控制，防止信息泄露和被非授权人员所干扰；
- b) 应保证数据在传输过程、存储过程中的完整性、保密性，包括但不限于基础模型数据、业务数据、配置数据等；
- c) 应支持防留痕，包括但不限于截图、系统运行硬件内录屏等；
- d) 应支持全屏隐藏水印；
- e) 应支持 PKI、SSI、X. 509 等规范，保证系统业务信息存放和传输的安全，保障信息资源交换业务的安全性；
- f) 可对二维地图、三维模型、BIM 模型等数据转换成图片，浏览器访问图片而非原始数据的形式，保证数据安全。

5.5.2 代码安全

代码安全的相关要求主要包括：

- a) 应支持 SDK 访问加密，包括但不限于混淆加密、花指令插入等技术；
- b) 应支持执行代码防篡改；
- c) 应支持依据用户等级，设置 API 执行权限管理；
- d) 应支持资源进程保护，限制程序或进程等大量占用计算资源，如平台中服务器内存、CPU、网络带宽资源，并限制对网络、服务器、产品/应用等带来严重的、不合理的负荷，影响产品与服务或导致服务器宕机、死机或者不可访问等。

5.5.3 网络安全

网络安全的相关要求主要包括：

- a) 应具备网络设备的处理能力，保证系统的可用性；
- b) 应支持对未经授权的访问和恶意的攻击进行实时的响应；
- c) 涉及网络安全方面其他内容可参照 GB/T 25058-2019 的要求。

5.5.4 交互安全

交互安全的相关要求主要包括：

- a) 前后端交互安全：
 - 1) 应对请求参数进行签名，防止数据被篡改；
 - 2) 应对请求参数以及响应进行加密解密处理；
 - 3) 应采用 IP 白名单设计手段，限制非法 IP 访问，减少非法请求；
 - 4) 应采用 Token 方式，进行身份验证。
- b) 应防止用户输入数据的 XSS 攻击；
- c) 与第三方系统交互安全：
 - 1) 应构建第三方系统资源库，进行统一管理、使用；
 - 2) 应定期对第三方系统进行安全检测，确保使用的第三方系统未被篡改。
- d) 涉及其他安全内容可参照 GB/T 22239-2019、GB/T 22080-2016 等的要求。

5.6 运维

5.6.1 用户管理

用户管理要求主要包括：

- a) 应支持用户账号基本信息的增删改查，如用户名、密码、口令、用户组等；
- b) 应支持用户组基本信息的增删改查，如用户组-用户关系、用户组名称、用户组权限集等。

5.6.2 权限管理

权限管理涵盖数据权限和操作权限，其要求主要包括：

- a) 应支持用户数据权限的设定，数据权限是对用户数据访问、查看、增加、删除、修改、下载等权限管理；
- b) 应支持用户操作权限的设定，操作权限是对用户查看、部分操作、完全控制等授权。

5.6.3 系统维护

系统维护涵盖操作日志、数据还原、设定还原、系统升级等，其要求主要包括：

- a) 应支持操作日志记录时间、用户、操作动作等记录；
 - b) 应支持操作日志记录错误信息；
 - c) 应支持数据还原，确保各类数据初始化；
 - d) 应支持设定还原，确保各类设定初始化；
 - e) 涉及运维方面其他内容可参照 GB/T 28827.1 的要求。
-