

第3章

CHAPTER 3

数字孪生的实现平台和工具

数字孪生技术已经被广泛地应用于游戏、工业、交通、医疗等多个领域,市场前景广阔。数字孪生体的构建流程主要分为数字孪生体的需求分析、几何属性数字化复刻、内核模型构建及数字孪生模型测试验证4个步骤,根据这4个步骤来逐步搭建数字孪生体,为了使数字孪生体更加贴近真实的世界,数字孪生的实现平台和开发工具起着至关重要的作用。

本章主要从数字孪生的实现工具和实现平台两个方面进行阐述,介绍 Unity 3D、Unreal Engine、WebGL 数字孪生常用实现工具,ThingJS、WDP、木棉树、EasyV 等数字孪生实现平台及达索、ANSYS Twin Builder、西门子、Azure Digital Twins 专用平台。



14min

3.1 数字孪生常用实现工具

3.1.1 Unity 3D

1. Unity 3D 简介

Unity 3D 简称 Unity,由 Unity Technologies 公司于 2005 年发布,是一款可用于开发桌面、手机等多个平台游戏的商业二维/三维游戏引擎,能够让玩家轻松地创建三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画等类型互动内容的多平台综合型游戏开发工具,此外 Unity 还应用在车辆、建筑、动画、电影、广告、教育、人工智能等多个领域。

Unity 作为一款全面整合的专业游戏引擎,并不是完全免费的,其源代码是非开源的,具有一定的商用性,但 Unity 游戏可以安装部署在 Windows、Linux、macOS、iOS、Android 等多个平台,具有跨平台性;Unity 资源商店拥有丰富的免费或付费的资源以供用户根据需求进行选择;Unity 在场景中组织游戏对象实现所见即所得的可视化编辑;Unity 具有易于使用的包含程序语句的脚本功能,能以组件的形式附加在特定的游戏对象上;Unity 可让用户按需对编辑器功能进行拓展。

2. Unity 产品

Unity 公司根据不同行业的应用场景,根据场景的特点和服务于不同的用户对象,打造出不同的产品系列。

1) Unity 核心平台

Unity 核心平台主要是 Unity 为不同规模的团队及企业提供的具有针对性的订阅方案,主要分为 Unity Pro(专业版)、Unity Plus(加强版)、Unity Personal(个人版)、可视化编程工具(Bolt)、Plastic SCM,见表 3-1。

表 3-1 Unity 核心平台

订 阅 方 案	简 介
Unity Pro	Unity Pro 专业版,专为企业开发和专业开发者打造的 Unity 订阅版本,其在具有 Unity 引擎核心功能的基础上,还包含团队协作工具、高端艺术资源包、高级分析、自定义启动画面、通用管线渲染等功能,提供更多增值服务,更好地协助团队实时制作游戏、工业、电影等各领域作品,适用于在过去 12 个月公司整体财务规模超过 20 万美元的用户
Unity Plus	Unity Plus 加强版,适合高要求的、过去 12 个月整体财务规模未达到 20 万美元的个人开发者及初步成立的小企业的 Unity 版本
Unity Personal	Unity Personal 属于免费版本,仅供个人学习,适用过去 12 个月整体财务规模未超过 10 万美元的个人用户
Bolt	可视化编程工具,适用于 Unity 的所有订阅方案,通过拖放图创建游戏机制,无须编写代码
Plastic SCM	Plastic SCM 是专为大文件和大型团队设计的版本控制系统,依赖于唯一的真实数据来源

 **注意：**Unity Plus 加强版每个席位仅供一名用户使用。

2) 游戏服务

Unity 致力于打造一款简单易用、功能强大的游戏引擎,其在游戏商业市场占据着半壁江山,这离不开 Unity 针对游戏推出的众多游戏产品服务,主要有游戏分发平台(Unity Distribution Portal)、游戏托管服务(Multiplay)、云端资源分发平台(Cloud Content Delivery)、游戏语音文本通信(Vivox)、云端分布式算力方案,如表 3-2 所示。

表 3-2 Unity 游戏服务

游戏服务平台	简 介
游戏分发平台	该平台通过一个中心便可将移动游戏发布到多个应用商店,供不同型号手机用户下载游戏,并且该分发平台可免费使用
游戏托管服务	该服务按需实现多云扩展、全球覆盖、不停服更新、精准匹配合适玩家等游戏玩家体验。支持跨平台、跨引擎、跨地域游戏托管服务
云端资源分发平台	该平台借助云端专为游戏开发而打造的内容分发网络和后端即服务,对游戏实时更新
游戏语音文本	Vivox 语音文本通信提供游戏内通信服务,让多人游戏玩家可以便利地进行交流。支持任何引擎、任何地方、任何平台
云端分布式算力方案	该方案实现 Unity 云端分布式资源导入与打包、数据与转换等,通过高并发的计算资源,大幅提升项目开发效率

3) 工业应用

Unity 不仅致力于游戏,也扩展到车辆、建筑、动画、电影、广告和人工智能等多个领域,其系列产品主要包括 Unity Reflect、Reflect Accelerator、Unity Forma、Unity Pixyz、Interact、Pacelab WEAVR、VisualLive、Unity Industrial Collection、Unity Manufacturing Toolkit。

(1) Unity Reflect: 针对工程建设行业的用户,通过沉浸式、协作性实时平台将建筑项目的整个生命周期连接起来:一是能够让行业利益相关者通过虚拟环境与逼真三维模型进行互动,加速项目设计的迭代优化,实现数字化的工程设计过程;二是用户可自定义应用程序,解决建筑周期中的问题。

 **注意:** Unity Reflect 产品主要为 Unity Reflect Review 和 Unity Reflect Develop。

(2) Unity Forma: 将实时三维模型融入市场营销,销售人员向用户提供三维可视化产品模型及其不同情景的变体模型,在轻松展示产品的同时,让客户沉浸式体验产品。

(3) Unity Pixyz: 不同行业的用户涉及不同的设计工具和平台的产品数据,在 Unity 中通过 Pixyz 软件能够快速导入、准备和优化大型的 CAD、网格和点云模型,实现实时可视化。

(4) Interact: 能够在任何地方、在所选择的 VR 配置上创建先进的、实时的、以人为中心的模拟,用于培训、可视化和安全教育等。

(5) Pacelab WEAVR: 是一个完整的 XR 平台,能够让不同行业的用户根据所需轻松地创建沉浸式培训项目。通过 Pacelab WEAVR 的 WEAVR Creator、WEAVR Player、WEAVR Manager 产品的相互配合使用,实现培训的实施和管理虚拟培训。

(6) VisualLive: 能够将大型 BIM 模型导出到 HoloLens 设备和移动设备,并通过增强现实软件将大型 BIM 和 CAD 文件叠加到工作现场,实现设计可视化和实时协作。

(7) Unity Industrial Collection: 包含 Pixyz 插件、机电一体化体系模拟和材质文件导入器等,增强了 Unity Pro 实时三维渲染软件,能够实现三维数据和 CAD 数据可视化展示,包括增强现实和虚拟现实在内所需的一切功能。

(8) Unity Manufacturing Toolkit: 是 Unity 为快速搭建柔性制造的数字孪生系统而提供的全新解决方案,帮助零基础用户迅速构建智能制造数字孪生系统,上手快,易操作,方便连接物理与真实世界,增强研发、生产、销售能力。

4) 创意工具

(1) Unity ArtEngine: 可帮助用户使用 AI 辅助的美术效果来创建逼真的世界,并且基于示例的工作流程让用户更易上手。

(2) Unity Mars: 能够构建专业智能 AR 应用程序软件,包含专门为 AR 设计的用户界面、引入环境和传感器数据的智能现实世界识别、多平台开发框架 AR Foundation 等,无须

退出 Unity 编辑器便可进行测试。

5) 优化与变现

(1) Backtrace 游戏崩溃管理平台: 可跨平台管理崩溃和异常管理的一切事务, 优于玩家发现错误, 通过自动响应错误进行快速修复, 以此来提供不间断的游戏体验。

(2) Unity Machine Learning Agents: 利用 Unity 和 ML-Agents 工具包来创建逼真、复杂的 AI 环境, 用来测试和研究新算法; 此外使用 ML-Agents 工具包来使开发者创建更多玩法, 提升智能游戏体验。

3. Unity 3D 的应用场景

Unity 行业应用前景广泛, 在游戏开发、虚拟仿真、动漫、教育、建筑、电影等多行业得到广泛应用。

1) 游戏应用

Unity 提供了一个整合了编辑器、跨平台发布、地形编辑、着色器、脚本、网络、物理、版本控制等特性的游戏开发引擎, 可以开发桌面版、Web 版、手机版游戏, 是一个良好的三维游戏开发平台。

Unity 3D 凭其强大的游戏引擎和专项的游戏服务, 已经占领国内游戏市场的半壁江山, 包括在线游戏(网游)、手机游戏(手游)和页面游戏(页游)等。目前使用 Unity 3D 游戏引擎开发的手游有《王者荣耀》《神庙逃亡》《炉石传说》等, 如图 3-1 所示。此外《仙剑奇侠传 6》《轩辕剑》等单机游戏也是由 Unity 3D 开发的。



(a) 《王者荣耀》

(b) 《神庙逃亡》

(c) 《炉石传说》

图 3-1 Unity 游戏案例

2) 汽车行业

(1) 市场营销: 广汽本田第4代飞度借助 Unity 云渲染技术给观众提供了精致的虚拟世界、逼真的新车模型和身临其境般的试驾体验, 给客户带来沉浸式体验, 助力于市场营销。

(2) 汽车制造: Unity 在汽车设计、自动驾驶虚拟仿真和培训验证、人体工学检测、产线数字孪生虚拟调试、虚拟培训、产品销售配置器、三维产品展示等板块发展, 已经渗透奔驰、宝马、奥迪等汽车厂商。

(3) 汽车智能解决方案: Unity 现已有很多不同的解决方案, 例如在 2022 年底, Unity 全球首发的 Unity 汽车智能底舱解决方案, 结合三维 OS、三维导航、三维车控、三维座舱等创新车载应用, 为汽车厂商提供自由流畅的创新平台。

3) 电影、动画和影视

Unity 以实时方式进行动画、电影等制作, 革新了影视动画领域的瀑布流式制作方式, 缩短了制作周期。Unity 动画实时渲染技术被欧美动画制作公司应用, 如图 3-2 所示, Unity 联合迪士尼、英国 BBC 等制作的动画、短片、电影等。



(a) 迪士尼电视动画《大白的梦》



(b) 皮克斯出品的VR短片《寻梦环游记》



(c) 英国BBC发行《超级无敌掌门狗》

图 3-2 Unity 联合制作动画

4) 建筑行业

Unity 为建筑行业提供的解决方案被广泛应用。

(1) Unity 建筑可视化技术——办公室环境的实时三维建模,如图 3-3 所示。

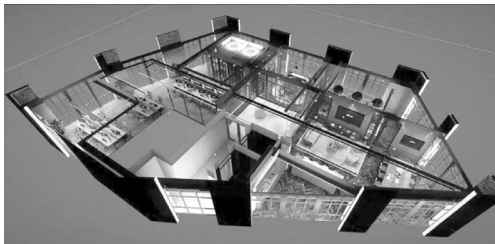


图 3-3 办公室环境三维建模

根据 Unity 所见即所得的特点,通过 Unity 引擎构建的建造模型,可使方案设计前期过程通过 VR/AR、实时语音沟通等技术实现可视化,以便及时对方案的不足进行优化改进。

(2) Unity BIM 工作流:通过快速灵活的导入方式,加速建筑行业的 BIM 工作流。Unity 建筑设计通过设计过程和数据可视化、简单的沉浸式 XR 体验及用于培训的安全环境帮助用户快速配置、迭代和测试,加快建筑和基础设施“设计-建造-营运”周期。基于 Unity 构建和渲染的伦敦办公室演示项目,可以在许多对象中看到设计和构建建筑空间的真实数据,如图 3-4 所示。



图 3-4 Unity 伦敦办公室演示项目

5) 智能家居

Unity 家居设计助推智能家居行业发展,探索更多可实现的场景。Unity 家居设计的合成数据生成工具和服务可用于训练模型等,以实现在智能家居、防火防盗、生活辅助等各种应用的多样性和准确性。Unity 家居设计借助程序化方法摆放家具,如图 3-5 所示。

4. Unity 3D 案例

Unity 对游戏开发、建筑设计可视化、智能家居设计、虚拟办公室、施工搭建均有相应的解决方案,通过解决方案解决实际产业中的问题。

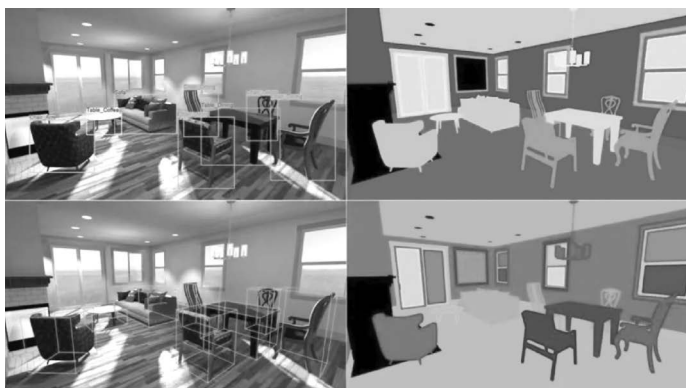


图 3-5 Unity 智能家居项目

1) 游戏

Unity 作为简单易用、功能强大的游戏开发平台,在游戏开发市场占据着重要的地位,譬如《龙之谷 2》《新神魔大陆》《战歌竞技场》《风云岛行动》《一人之下》和《非常英雄》是 Unity 3D 的优质用户案例,如图 3-6 所示。



图 3-6 Unity 游戏案例

2) 汽车、运输与制造

Unity 在汽车领域也有广泛的应用,对汽车行业有专门的解决方案来解决问题。Unity 已经渗透到很多汽车品牌,Daimler 使用 Unity 研发混合现实管线,将其融入奔驰生产与销售;宝马使用 Unity 开发测试自动驾驶技术;全球最大的汽车安全供应商 Autoliv 利用实时三维技术来提高营销效率,如图 3-7 所示。



图 3-7 Unity 汽车行业案例

3) 工程建设与数字城市

Unity 在建筑工程建设与数字城市建设中得到广泛应用,带来可视化的展示,能够及时对建筑方案及数字城市中存在的问题进行检测及调整,避免造成损失。Skanska 通过与创意 VR 和 AR 机构 OutHere 合作,基于 Unity 的 VR 体验实现员工安全培训;Mortenson 通过在交互式三维空间中完美模拟新的医院和手术室设计,保证最佳布局 and 人体工程学设计;此外 Mortenson 在交互式三维空间中模拟新的建筑设计并展示其他技术,并通过 VR 让客户体验,如图 3-8 所示。



图 3-8 Unity 工程建设与数字城市案例

3.1.2 Unreal Engine

1. 虚幻引擎简介

虚幻引擎(Unreal Engine,UE)是 Epic Games 针对移动处理器开发的一款游戏引擎。UE 主要用于开发第一人称射击游戏,也应用于开发潜行类游戏、格斗游戏、角色扮演游戏等多种不同类型的游戏。

UE 是一套完整的开发工具,从 1996 年发布的 UE1 到 2022 年发布的 UE5,其中经历了版本 2~4 的迭代,从 UE4 到 UE5 历经 10 年。

2022 年发布的 UE5,具有实时渲染海量多边形的 Nanite 和渲染实时全局光照的 Lumen 两大核心技术。Nanite 是一套虚拟化微多边形几何体系统,采用全新的内部网格体格式和渲染技术来渲染像素级别的细节及海量对象,能够直接导入数百万个多边形组合的

高品质美术素材,并且不影响游戏的实时帧率;Lumen 是一套完全动态的全局光照解决方案,能够实时模拟光线在场景中的各种散射、反射行为,对场景和光照变化做出实时反映,并且无须专门的光线追踪硬件。UE5 的 Nanite 和 Lumen 两大技术带来的逼真视觉效果,实现了视觉突破,让游戏真正迈入次世代。

此外,UE5 在 PC 端领跑的同时,也为移动端的研发提供了出色的整体解决方案,实现了跨平台体验升级。

2. UE 产品

UE 是一款实时的三维创作工具,延伸出的各类应用产品见表 3-3。

表 3-3 UE 产品

产 品 系 列	简 介
UE	UE 是世界上最开放、最先进的实时三维创作工具,最新版为 UE5。创建者能够使用规模收放自如的内容创建出广阔的世界;Nanite 和 Lumen 两大核心技术可以营造沉浸式逼真互动体验,是颠覆性的高保真技术
MetaHuman	MetaHuman 是一个完整的框架,可创作逼真数字人类角色。它包含一款基于云端的、免费的、可快速创建带有完整绑定的逼真数字人类应用——MetaHuman Creator
Twinmotion	Twinmotion 让设计从数据变成体验,实现实时可视化和轻松制作可视化
Quixel-Bridge	Bridge 包含基于真实世界扫描的世界最大影视级 3A 资源库,是创建者在 UE 中通向三维内容世界的桥梁
RealityScan	RealityScan 是一款可免费下载的移动应用程序,用于随时、随地扫描创建高保真的三维模型

3. UE 的应用场景及案例

UE 除了为全球的优秀游戏提供支持,也被广泛地应用于电影电视、建筑、汽车、制造和模拟等领域。

1) 游戏

UE 是世界最知名、授权最广的顶尖游戏引擎,占有全球商用游戏引擎 80% 的市场份额,是次世代画面标准最高的一款游戏引擎。此外,UE 可供用户免费下载,具备行业领先的图形技术,有“开箱即用”型的客户端/服务器端架构,具有完整的 C++ 源代码访问权限,以及蓝图可视化脚本和高品质的数字人类创建等特性。

《麻布仔大冒险》、《Kena: 精神之桥》及《我的世界: 地牢》等游戏是由 UE 开发的游戏案例,如图 3-9 所示。

此外由 UE 打造的游戏作品还有《战争机器》、《质量效应》、《无主之地》、《绝对求生大逃杀》、《堡垒之夜》和《和平精英》等。

2) 建筑

UE5 能导入来自三维、CAD 和 BIM 应用的高保真数据,能够让建筑在可视化中包含更多信息和数据,体验沉浸式搭建,并为场景提供极高的视觉保真度,助力房地产营销及建筑展览等。此外 UE5 能够使用像素流将成品级的互动内容交付到远程任何设备上,结合虚拟现实或增强现实,向其他用户可视化展示建筑理念等。



(a) 《麻布仔大冒险》



(b) 《Kena：精神之桥》



(c) 《我的世界：地牢》

图 3-9 UE 游戏案例

UE 与 Twinmotion 结合,使建筑场景搭建更加高效简单,让全流程实时建筑可视化在未来成为可能。

UE 面向房地产行业,提出面向房地产开发和销售的实时解决方案,让房地产在开发、施工、销售等过程中可视化展示房子的布局、采光等。

3) 影视

UE 具有实时渲染的特点,能够在制片过程中即时反馈,实现更加自由的制片流程,并且 Epic 与诸多电影人及工作室合作,开发出世界最强大且免费的虚拟制片平台,打造逼真场景,实现虚拟拍摄制片;此外 MutaHuman Creator 可实现直面特写镜头的数字人类,在影视制作、过程拍摄、影视特效等方面均有广泛的应用。

HBO 的《西部世界》借助 UE 实现摄像机内的特效;Netflix 热播影片《胜利号》用虚幻制作视效预览;将二维动画《格林一家进城趣》转换为三维动画等都是 UE 在影视领域中的应用。

4) 汽车行业

UE 可以应用于汽车领域,在设计汽车模型时,能够向客户可视化展示,让客户得到沉浸式体验,并能够针对客户意见在高保真的设计上不断迭代优化。MHP 为帮助帕加尼更好地为其高端客户提供顶尖的销售服务,开发了一套实时配置程序,该程序可与全面可配置的汽车销售内容相结合;此外采用混合实时模拟器模拟真实环境以测试无人驾驶车辆。

Lotus Hyper OS 是全球首款基于 UE 实时渲染的座舱操作系统,该系统还搭载了两颗高通 8155 芯片,将赛场、车身、云端数据和动态深度融合,带来前所未有的赛道操控体验。

除了以上的应用场景外,UE 还应用于广播与实况活动、动画、采用逼真环境和逼真任务制片、人机界面等方面。

3.1.3 WebGL

1. OpenGL 简介

OpenGL(Open Graphics Library)是1992年由美国硅图公司(SGI)发布的,用于渲染二维/三维向量图形的跨语言、跨平台应用程序编程接口。OpenGL不是一种语言,本质上是一个三维图片和模型库,具有高度的可移植性和较快的渲染速度,具有跨平台运行特性。可用于CAD、虚拟现实、科学可视化程序和电子游戏开发等领域,而基于OpenGL的OpenGL ES(OpenGL for Embedded Systems)是OpenGL三维图形API(Application Programming Interface)的子集,主要用于手机、PDA和游戏主机等嵌入式设备。

2. WebGL 简介

WebGL(Web Graphics Library)是一种三维绘图标准,也是一个JavaScript应用编程接口,能在任何兼容的Web浏览器中渲染高性能的交互式三维和二维图形,并且允许把JavaScript和OpenGL ES结合在一起,通过增加OpenGL ES的一个JavaScript绑定,为HTML5 Canvas提供硬件三维加速渲染,这样Web开发人员就可以借助系统显卡在浏览器里更流畅地展示三维场景和模型,还能创建复杂的导航,并且可以将数据可视化。

3. 基于 WebGL 的延伸框架

WebGL是一项在网页浏览器呈现三维画面的技术,无须安装额外的插件/第三方插件或应用程序。WebGL可用于游戏、工程、数据分析、地理空间分析、科学和医学可视化与模拟等行业,为了适应不同行业、不同场景和不同应用,基于WebGL延伸出多种框架。

1) Three.js

Three.js是基于原生WebGL封装运行的三维引擎,是最著名的三维WebGL JavaScript库,具有简单的学习曲线、在线编辑器、丰富的教程库和大型学习交流社区等特性;主要用作许多WebGL图形引擎和几个支持浏览器的游戏引擎基础,还可用于物联网三维可视化(如物联网粮仓可视化)、数据可视化(如三维直方图)、H5/微信小游戏(如跳一跳)及科教领域和机械领域等。

2) Babylon.js

Babylon.js是打包在JavaScript框架中的功能强大、简单开放的游戏和渲染引擎,具有在线编辑器、简单易学的曲线、丰富的文档和教程列表、易于设置等特点,可用于构建交互式三维展示/演示、游戏、VR应用程序和复杂体系结构仿真等。

3) Filament

Filament是由谷歌开发和发布的,是一种为Web构建的开源WebGL实时三维渲染器,使用C++语言编写,旨在成为移动优先的三维平台,能够实现跨平台开发,但以移动为主。

4) KickJS

KickJS是Web的开源图形和游戏引擎,具有丰富的文档、教程及一些游戏示例,提供了着色编辑器、模型工具、扩展查看器等多种工具。

5) ClayGL

ClayGL 是一个 Web 三维图形库,用于构建支持三维 Web 的应用程序,具有易学易用、丰富的示例、详细的材料、高级 Web 查看器等特性,可作为开源项目使用。使用 ClayGL 可以在真实的地理地图上绘制交互式三维街道地图。

6) PlayCanvas

PlayCanvas 是一款轻巧的功能齐全的三维网络游戏和图形引擎,可为游戏开发人员提供构建网络优先的、图形丰富的游戏所需的一切,被许多游戏开发商使用,此外也可用于 AR 和 VR 应用程序。

7) WebGLStudio.js 和 Litescene.js

WebGLStudio.js 和 Litescene.js 均属于开源 Web 三维图形编辑器和创建器。Litescene.js 是一个简单但功能强大的 WebGL 库,提供基于组件的节点层次结构和简单的 JSON 代码,该 JSON 代码能在 WebGLStudio.js 编辑器中使用。同样 WebGLStudio.js 也可将包含所有信息的 JSON 文件导出并在 Litescene 中使用,并且 WebGLStudio.js 可从浏览器创建、编辑交互式三维场景。

8) Luma

Luma 是由 Uber 作为开放源项目发布和维护的一个开源高性能 WebGL2 组件,用于 GPU 驱动的数据可视化和计算,适用于地理空间数据(大型数据集)可视化。

9) A-Frame

A-Frame 是用于构建 VR 应用程序的开源 WebGL 框架。迪士尼、谷歌、三星、索尼等公司在用。

10) X3DOM

X3DOM 用于为网站和 Web 应用程序构建可嵌入的三维 Web 图形,可在任何 Web 项目中构建和嵌入三维元素,提供了可添加到任何 HTML5 项目中的简单标记代码。

基于 WebGL 衍生出很多架构,以上是基于 WebGL 的开源框架,此外还有 Grimoire.js 用于 Web 开发的 WebGL 框架、用于 HTML5 创建引擎 PixiJS、基于 WebGL 三维可视化编辑器的 Sovit3D 等。这些基于 WebGL 衍生的架构被广泛地应用于工业、交通、汽车、影视等多个领域。

3.2 数字孪生常用开发平台



12min

数字孪生的落地实现需要依托好的工具和好的开发平台,目前很多公司致力于数字孪生的落地实现,研发出不同数字孪生开发平台,以保证其数字孪生技术在相应的应用领域得以应用,这里简单地阐述几款常用的数字孪生开发平台。

3.2.1 ThingJS

1. ThingJS 简介

ThingJS 是 2018 年诞生的、新兴的 JavaScript 三维框架,由优锆科技公司研发,旨在简

化三维应用开发,主要针对物联网领域的数字孪生应用。

ThingJS 基于 HTML5 和 WebGL 两大技术,能提供在线三维场景搭建、三维应用开发、物联网数据接入功能,可方便地在主流浏览器进行展示和调试,支持 PC 端和移动设备,同时为广大使用者提供海量三维模型库及有效三维场景搭建工具,只需具有基本的 JavaScript 开发经验便可上手。

2. 森工厂——数字孪生一站式开发平台

森工厂 Thing Studio 是 ThingJS 从无到有实现的一站式构建数字孪生系统,提供了 ThingJS 低代码开发平台和 ThingJS-X 零代码交付平台及森大屏、森数据、森园区、森城市、森拓扑、森展厅等多场景应用,见表 3-4。

表 3-4 森工厂——数字孪生开发平台

开 发 平 台	简 介
低代码开发平台 ThingJS	ThingJS 基于 WebGL 技术,针对有基本网页开发能力的开发者来搭建数字孪生三维可视化应用。该平台基于 JavaScript 脚本开发语言,提供了高效的三维场景开发工具和海量的三维模型库,支持 PC 端和移动设备。适用于想掌握自主软件产权的企业
零代码开发平台 ThingJS-X	ThingJS-X 面向需快速交付项目的开发者,提供交付平台和配套丰富的三维场景模型及设计素材,具有一套从实现模型场景、数据结构、效果设置到数据对接的全流程零代码配置交付的完备工具链。适用无意投入数字孪生研发中的企业
森大屏 ThingJS UI	森大屏提供了丰富的行业模板库和组件库,在大屏编辑器中,可拖曳组件、模型创作可视化应用,提供数据接入和处理,实现数据实时对接,支持在线开发,也支持离线部署
森数据 DIX	森数据内置多种数据集成插件,适配网络中常见集成协议,高效集成 IT 运维场景和 IoT 管理场景数据,解决高并发大吞吐量数据问题。支持系统集成和独立部署
森园区 CampusBuilder	森园区依托 ThingJS 的三维引擎技术,提供了模型库、材质库、特效库等多种三维资源,内置丰富的效果模板,用户也可自定义设置效果模板,能够简单高效地搭建三维园区场景
森城市 CityBuilder	森城市内置了开箱即可用的、丰富的全国城市模板,只需上传 GIS 数据,便可快速生成三维城市模型。森城市具有灵活开发的集成方式,有全面的 JavaScript API 二次开发接口,也支持第三方的快速嵌入
森拓扑 TopoBuilder	森拓扑具有零代码拖曳式的组态编辑器,可灵活自由地布局内置的多种开箱即用的行业图形,可轻量化地接入公网或本地数据,并且具有灵活的集成方式
森展厅 ThingEditor	森展厅以三维的形式直观地展示物联网方案,内置丰富的展厅模板,拖曳交互即可见可得元宇宙展厅,并且 24h 无休,可自动获取客户的虚拟展厅。此外,支持业务数据驱动,实现场景线上线下实时同步,实现真正的数字孪生

森工厂 ThingStudio 配合一套覆盖全流程的工具链和资源库,能够实现从模型场景、数

据结构、效果设置到数据对接全流程低/零代码交付。

3. ThingJS 开发流程

ThingJS 平台开发流程主要分为场景搭建、开发应用、对接真实数据和发布项目这 4 步,如图 3-10 所示。



图 3-10 ThingJS 开发流程

1) 场景搭建

ThingJS 提供了森大屏、森数据、森园区、森城市、森拓扑、森展厅等不同场景应用。如森园区可搭建校园区级场景,森城市可搭建城市级场景,森大屏可制作行业中的可视化等。不同的场景搭建平台中均内置了丰富的模板案例供用户使用,以及实际应用案例供用户参考。

2) 开发应用

选定某一场景后,基于三维场景使用在线开发或离线开发进行三维可视化应用开发,可通过拖曳式来进行场景布局。注意离线开发需要提前下载好相应的素材文件。

3) 对接真实数据

搭建应用模型后,如果想要实现虚实联动,则需对接真实的物理数据,以实现线上线下的实时同步。在所开发的三维可视化应用中,导入物联网或业务数据,实时驱动三维场景动态变化或图表数据更新。

4) 发布项目

在项目开发完成后,可选择在线部署到云服务器上,还是离线部署到自己的服务器上,任选其一即可。

3.2.2 WDP

1. WDP 简介

北京五一视界数字孪生科技股份有限公司(简称 51WORLD)是一家数字孪生平台公司,致力于创造一个真实完整恒久的数字孪生世界。该数字孪生世界以原创的全要素场景(All Element Scene, AES)为基础,将物理模拟、工业仿真、人工智能、云计算等技术融合,用于建立数字孪生应用生态,助推不同行业的新一轮数字化升级,并推动数字孪生成为新型基础设施之一。

51WORLD 为了将过去致力于多行业数字孪生领域的经验技术和实际案例开发给相关生态合作伙伴参考应用,研发并打造了 51WDP 数字孪生 PaaS(Platform as a Service, 平台即服务)平台(51WDP),以促进不同生产合作伙伴合作,助推不同数字孪生行业发展。

51WDP 数字孪生平台由可编辑的场景、可摆放的模型、可搭建的面板、可交互的 API 及从数字孪生基础设施建设到实际应用全链路覆盖五大部分组成,主要提供面向智慧产业的一套完整解决方案,具有数字资产按需生成、数字孪生自由构建、应用组件灵活扩展、平台服务多样部署等核心特点,可应用在城市与新区、园区与建筑、车辆与交通、工业与能源等多个



6min

领域。

💡 **注意：**WDP 目前的最新版为 WDP4.9。

2. WDP 应用场景

51WORLD 的数字孪生底座是 51WORLD 原创的可交互三维仿真场景,汇聚了 LBS、AI、5G、云和大数据等领先技术,覆盖了多行业的不同领域,全要素场景持续更新升级,可进行自由构建、海量渲染和二次开发等深度应用,其中 51WORLD 的核心产品——全要素场景,划分为 5 个不同等级: AES1 和 AES2 应用于城市级宏观应用; AES3 应用于园区和楼顶级应用; AES4 和 AES5 应用于道路模拟、无人驾驶仿真和 AI 训练。基于不同的全场景要素,51WORLD 数字孪生技术及平台已被政府和企业单位广泛应用,覆盖智慧城市、园区、汽车与交通、水务、港口、航空、能源、地产等多行业的不同领域。

1) 城市与新区

51WORLD 的新一代数字孪生城市信息模型平台——51CIM,从数据和场景使用路径、场景精度与交互深度等出发,推进智慧城市建设的基础设施底座,致力于未来数字化城市的基础设施建设。

2) 工业与能源

51WORLD 的新一代行业仿真算法平台——51ISE,集合行业算法、工程系统、自然环境、社会活动等多个仿真于一体,模拟仿真工业生产全生命周期,实现生产设计迭代优化、辅助决策,助力行业的数字化转型。目前已应用在工业、能源、水利、轨道、交通等领域。

3) 车辆与交通

51WORLD 推出了已经形成完善的产品生态的国产汽车工业仿真软件——51Sim,具备自主可控数据驱动闭环云仿真落地,实现软硬件深度整合高置信度告知仿真,实现软件硬件一体化全栈仿真,助力中国自动驾驶量产落地。在之前,51WORLD 早已提出车路云协同数字孪生,将多个维度数据信息融合到一起,进而基于实时信息进行全局调度与决策。

此外 51WORLD 不断对推出的其他平台工具、编辑器等迭代升级更新,深入各行各业。WDP 目前开放了城市、园区、楼宇、电力、港口、工厂、地铁等近 20 款场景地板,并持续更新,快速迭代,让相应的合作者或潜在客户等能够及时参考和调研,如图 3-11 所示。

3. 开发流程

WDP 平台提供了低代码开发和高灵活度前端开发两种不同的开发方式,有针对性地分别实现 WDP 交付和前端交付两种形式,但在场景与模型制作流程中这两种方式的流程是相同的。

1) 全程 WDP 低代码平台开发

在 WDP 平台按照如图 3-12 所示的流程进行 WDP 低代码平台开发。该开发模式适用于所有用户,基于 51WORLD 的 SuperGUI 产品进行开发,满足高效率、低成本数字孪生业务场景构建的需求。

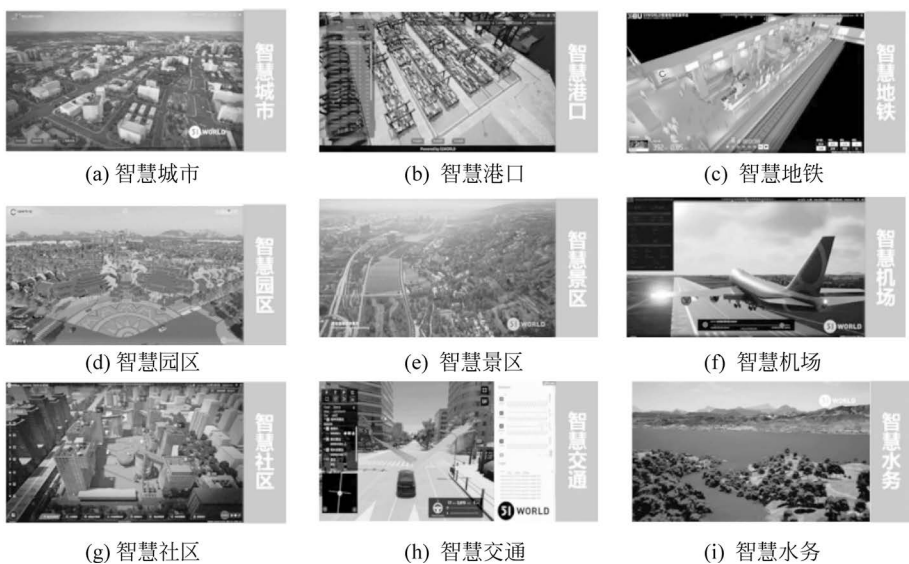


图 3-11 WDP 场景应用



图 3-12 WDP 低代码开发流程

2) WDP 高灵活度前端开发

前端开发与 WDP 低代码开发流程的前三步流程是相同的,待导入与摆放模型后,WDP 发布并获取渲染口令,前端开发再利用 SuperAPI 制作面板、交互和数据联动等。该方式适用拥有技术开发能力并需要大量自定义业务功能开发需求的团队进行集成开发,基于 SuperAPI 产品的前端开发在面板制作方面更加灵活。

3.2.3 木棉树

1. 木棉树简介

重庆木棉树软件开发有限公司针对美术师不擅长代码编写和软件工程师不擅长视觉处理两个问题,研发构建了 mms3D 数字孪生开发平台,让工程师无须考虑复杂的三维图形着色器构建及三维仿真视觉特效,只需业务逻辑构建,就能构建数字孪生系统。

mms3D 数字孪生系统是基于 HTML5 的三维图形渲染引擎,由基于云计算的 PaaS 可视化在线编辑平台、基于 WebGL 2.0 的三维图形渲染引擎库 mms3D.js 和基于 JavaScript 的数字孪生功能库 mmsDT.js 组成,提供了丰富的 Web 可视化展现形式和多彩的视觉效果。该系统主要针对工业数字孪生的生产管控、智慧城市的监控运维等可视化应用领域,产品的模块组态化形式能满足全要素智慧场景的构建。



10min

2. 木棉树软件工业大脑集控中心管理平台

木棉树软件工业大脑集控中心管理平台是一款采用云计算技术的 PaaS 三维可视化场景在线编辑平台,具有丰富的动画库、场景模型和基于 JavaScript 的 API 数据接口,能够便捷地绑定物联网设备数据、可视化设置实时的动画效果及全自动化的生成场景文件。木棉树能够通过在线编辑器新建项目,导入场景案例模型,如图 3-13 所示。



图 3-13 木棉树软件工业大脑集控中心管理平台 5.2

注意：木棉树提供 mms3D-v5.2 数字孪生系统开发包,可免费下载。

3. 木棉树的全要素场景建模

木棉树的全要素场景(All Element Scene,AES)是 mms3D 的核心,其包含来自显示世界的城市、建筑、工厂、环境、设施、产线等不同行业场景,具有视觉真实、地理信息、物理模拟及自由交互等要素。全场景要素分为 L1~L5 共 5 个等级,场景的真实程度由低到高见表 3-5。

表 3-5 木棉树全要素场景分级特点

等 级	简 介
L1 初精度	AES-L1 初精度基本还原建筑物轮廓、地形地貌特点、城市主要建筑物轮廓,大致显示主要道路及街区、公园划分,展示主要山脉、大致的河流形状,显示机械设备、工厂生产线设备的基本轮廓和粗略贴图,展现基本的太阳光照以及光照明暗基本变化
L2 中精度	AES-L2 正确还原城市建筑外形,包括材质贴图的基本特点,道路及桥梁的基本形状、特征,还原地表的草坪、树木等颜色、贴图,还原机械设备、工厂生产线设备的主要细节轮廓、结构特征、材质,以及光照、反射、粗糙度、阴影等

续表

等 级	简 介
L3 高精度	AES-L3 还原建筑物的主要细节结构,材质特性,玻璃特性,粗糙特性。展示树木、灌木的基本形状特点,显示道路标志标线,机械设备、工厂生产线设备的细节、材质特征,材质灯光信息烘焙、光照贴图、法线及阴影贴图
L4 高拟真	AES-L4 还原建筑物的全部细节,体现材质细节特点,以及树林、草木叶片等细节。机械设备材质做旧仿真。在第一人称漫游的情况下,细节表现优良。支持程序后期光效的动态辉光、衍射等
L5 全拟真	AES-L5 具有影视级视觉特效,以假乱真的 3A 大作,好莱坞影视巨作级视觉。使用高清三维扫描、激光点云扫描,对微观细节还原岁月的旧有痕迹

4. 木棉云工业互联网平台

木棉云工业互联网平台帮助制造企业实现设备、控制及信息系统的互联和数据融合,加强企业间及供应链上下游的互联和数据融合,从而帮助制造企业打造数字化转型的基础设施。木棉云工业互联网平台能够实时检测设备的整体情况,并实时可视化展示,如图 3-14 所示。



图 3-14 木棉云工业互联网平台

3.2.4 EasyV

1. EasyV 简介

杭州易知微科技有限公司是袋鼠云旗下数字孪生全资子公司,于 2021 年 5 月成立,公司致力于将可视化、低代码和数字孪生技术相融合,将物理世界全方位数字化,实现一个真实的、能实时感知并进行管理的数字增强世界。

EasyV 是杭州易知微科技有限公司自主研发的一款数字孪生可视化平台,该平台结合



10min

WebGL、三维游戏引擎、GIS、BIM 等技术实现数字看板、数字驾驶舱、数字孪生等可视化场景的搭建,帮助企业实现数字化管理与转型。

2. EasyV 数字孪生可视化平台

EasyV 数字孪生可视化平台是一款开箱即用的低代码可视化搭建平台,该平台由可视化编辑器、地理信息引擎、统一数据源管理三部分构成,平台内置了 200 多种自主研发的可视化标准组件素材,允许 ECharts 等第三方开源组件接入,包含大量的行业应用模板,只需简单地进行拖、拉、拽便可完成实时数据、复杂交互、视觉震撼的可视化场景构建,如图 3-15 所示。



图 3-15 EasyV 数字孪生可视化平台

3. EasyV 应用场景

EasyV 数字孪生可视化系统,支持整合对接城市全方位建筑模型、地理信息、各渠道数据,并利用大数据、数字孪生等及时实现城市运行态势检测、服务效能管理、应急指挥、建设规划展示等多维度功能场景。

1) 城市综合治理

EasyV 以 BIM、GIS 和检测到的物联网数据为基础,构建城市数字孪生体,对城市的环境保护、公共安全、交通运输、基础设施等领域的指标进行分析、可视化,实现真实城市的数据融合,从宏观至微观整合整个城市资源,便于构建城市综合治理体系,提升监管质量及行政效率。

2) 服务效能管理

EasyV 数字孪生可视化系统采用地图的形式对行政服务大厅进行全方位可视化展示,实时显示行政中心的各级大厅服务动态,对行政服务和公共资源等数据进行分析管理,构建政务服务和公共资源数据体系,打造智能化、集成度高的政务大厅服务平台,实现“一屏通览、全域检测”。

3) 应急指挥中心

EasyV 数字孪生可视化系统对地震、洪水等自然灾害的历史数据、国土气象等各部门灾情数据及灾情检测、预警和指挥调度体系进行融合,分析预判灾情风险及发展趋势,科学地制定灾害应对方案,提高灾情智慧决策水平,减少灾害带来的人力和财产损失等。

4) 重大活动保障

通过易知微对指挥中心检测到的数据进行关联分析,对危险活动进行预警预测,消弭风险,集成地理、视频监控、车辆流动等各系统部门数据,对安保系统、重点区域、重点车辆等进行可视化检测,实现“目标”的全方位检测,并可随时查看“目标”的详细情况,从而全面辅助公安部门掌控整个区域或城市活动的安保态势。

易知微的 4 个应用场景分别致力于城市的服务中心、治理中心和应急中心,为城市管理者提供更加精细化的运营管理平台,实现社会治理体系的智慧化,为广大人民群众提供服务。

3.2.5 数字孪生专用平台

针对不同模型之间的数据格式不同,不能实现互联互通问题,有部分企业针对企业自身产业或应用场景的特点研发了数字孪生平台,以实现企业内部的相关数据的互联互通,并针对企业的相关产业进行应用开发。

1. 达索 3DEXPERIENCE

达索 3DEXPERIENCE 简称为 3DE 或 3DE 云平台。3DE 云平台包含一系列应用程序平台,用户能够打开应用程序进行项目设计、模拟、通知和协作,为用户提供了可持续构想创新产品的虚拟协作环境。通过 3DE 平台和其上的应用程序,能够打造真实世界的“孪生虚拟”体验,拓展创新、学习和生产的边界。

2. ANSYS Twin Builder

ANSYS Twin Builder 是一款多技术平台,通过模拟仿真创建数字孪生,进行现实世界或虚拟传感器数据数字映射。

ANSYS Twin Builder 主要通过一个完整的方法来构建、验证和部署基于云或边缘的数字双胞胎模拟。其中创建用于集合系统级模拟的速度和提高三维物理求解器的准确性,并可通过模型降阶来重构组件,实现快速嵌入性能信息;验证则要结合多领域系统、仿真能力与系统验证和优化;展示用于实时展示及创建更简单、更高度复杂的模型,并结合 ANSYS 模拟和内部数据产生高度准确和有用的结果。

3. 西门子数字孪生体

2017 年底西门子正式发布完整的数字孪生应用模型,该模型包含数字孪生产品(Digital Twin Product)、数字孪生生产(Digital Twin Production)、数字孪生体绩效(Digital Twin Performance)。数字孪生产品指的是使用数字孪生进行有效的新产品设计;数字孪生生产指的是在生产制造规划中使用数字孪生;数字孪生体绩效指的是使用数字孪生捕获、分析和践行操作数据,这样三者便形成了一个完整的解决方案体系。

4. Azure Digital Twins

Azure 数字孪生是一种 PaaS 产品/服务,支持基于建筑物、工厂、农场、能源网络等整个环境的数字模型创建孪生图,即环境中的实体由数字孪生体表示。Azure 数字孪生中的数字孪生可表示由数字模型定义并在 Azure 数字孪生中实例化的任何内容。

本章小结

本章主要介绍了数字孪生的实现平台和工具。首先对数字孪生常用的实现工具 Unity 3D、Unreal Engine、WebGL 从不同方面进行了简要介绍,接着介绍了数字孪生常用开发平台 ThingJS、WDP、木棉树、EasyV 及 3DE、ANSYS Twin Builder、西门子、Azure Digital Twins 专用平台。

本章习题

简答题

- (1) 除了本章介绍的数字孪生平台外,同学们还了解哪些数字孪生开发平台?
- (2) 打开任意一个数字孪生在线开发平台,尝试搭建一个可视化的项目。