



智能无人集群系统开发与实践

基于RflySim工具链的全栈开发案例

第3讲 三维场景建模与仿真



本讲例程学习路线

- 本讲例程主要介绍三维仿真场景开发流程、RflySim3D场景交互接口等。
- 本讲例程都位于如下目录：
[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\](#)
- 该目录最外层的四个文件包含了对本讲例程的总体介绍

本讲例程总体介绍文件

文件名称	简介	文件地址
三维场景建模API文件	三维场景建模与仿真API接口文档	API.pdf
三维场景建模与仿真课件	该文件全面的讲解了基于RflySim平台的三维场景建模与仿真开发的实验以及效果展示。	PPT.pdf
三维场景建模与仿真入门介绍	三维场景建模与仿真开发的核心功能介绍	Intro.pdf
三维场景建模与仿真例程索引	包含本讲全部例程的索引	index.pdf



本讲例程学习路线

本课件针对本讲例程结构，将分为下面六个小节进行讲解：
实验平台配置、三维场景建模与仿真 workflow、场景交互接口调用实验、基础建模仿真案例、进阶建模仿真案例、扩展接口及建模仿真案例。

本讲例程结构		
文件夹名称	简介	文件地址
实验平台配置及场景交互接口调用实验	本文件夹中的所有实验均为本讲中接口使用类的实验，旨在帮助用户快速熟悉本讲各种接口以便于后续实验开发。	0.ApiExps\index.pdf
基础建模仿真案例	本文件夹中的所有实验均为本讲中基础性的功能实验，用户可快速上手熟悉一些简单的功能性实验，本讲中包含有基本的模型和场景的导入方法。	1.BasicExps\index.pdf
进阶建模仿真案例	本文件夹中的所有实验均为本讲中进阶的实验，基于0.ApiExps、1.BasicExps文件夹中的实验，用户已经在熟悉基于RflySim平台开发本章中的实验，该文件夹中的实验均为本讲的进阶例程，如：进阶场景和模型导入方法。	2.AdvExps\index.pdf
扩展模型接口及建模仿真案例	本文件夹中的所有实验均为部分项目中的拆解实验，相比其他文件夹中的实验，该文件夹中的实验更加完整、复杂，满足更多的项目或者科研需求。	3.CustExps\index.pdf



大纲

1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



1. 安装方法

1.1 需要安装的组件

1. 三维建模工具

- 3Ds Max 2020 (或其他版本, 请自行安装)
- SketchUp Pro 2021 (或其它版本, 请自行安装)

2. 三维引擎

- Unreal Engine 4.27 (体验版和完整版平台都需要安装)
- Unreal Engine 5.2.* (高级完整版平台安装)

3. 实时渲染工具

- Twinmotion 试用版 2022.2.3 (体验版和完整版平台都需要安装, 匹配Unreal Engine 4.27)
- Twinmotion 试用版 2023.1.2 (高级完整版平台安装, 匹配Unreal Engine 5.2.*)

4. 插件扩展包

注: 对于完整版而言, 如果需要使用 RflySimUE5 进行场景开发, 需要安装 UE5.2 引擎, 使用与导入方法与本节介绍的 4.27 的方法完全相同。



1. 安装方法

1.1 需要安装的组件

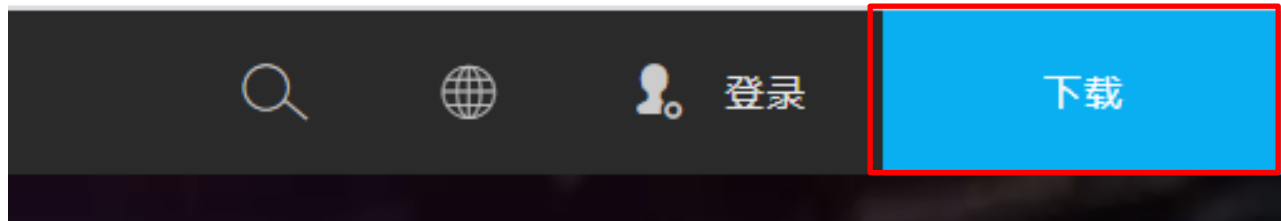
下面介绍UE4.27引擎的安装方法（需要联网）：

打开EPIC UE引擎官方网站：

<https://www.unrealengine.com/zh-CN/?lang=zh-CN>

先注册一个EPIC的账户并登陆
然后，点击右上侧的"下载"按钮

如果遇到网络问题，无法在线下载安装包，也可使用我们提供的离线安装包：
<http://rflysim.com/res/EpicInstaller.msi>





1. 安装方法

1.2 Epic Games的安装方法

- 在点击“下载”按钮后，网页会跳转到下载指南。

1 打开Epic Games启动程序
启动程序是你获取虚幻引擎的地方。

或者

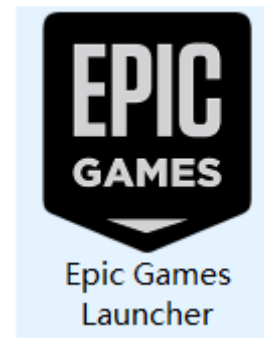
下载启动程序
如果您还没有Epic Games启动程序，需要先下载并安装它才能获取虚幻引擎。

已经有了启动程序？
如果您已经在电脑上安装了Epic Games启动程序，请打开它以下载虚幻引擎。

下载启动程序

打开启动程序

- 在下载指南的第一步点击下载启动程序，即可下载最新安装包。
- 点击安装包进行安装，可以得到“Epic Games Launcher”快捷方式。
- 点击该快捷方式，并登陆Epic账号后，就可以进入Epic Games管理页面。





1. 安装方法

1.2 UE4.27的安装方法

- 在Epic Games程序中，点击左侧栏的“虚幻引擎”，再点击右图“库”页面，“引擎版本”后的“+”加号图标。
- 在下拉框中选择要安装的UE4版本（注意：请安装4.27.*版本引擎）
- 耐心等待安装结束（注意：这里需要下载10+G的资源，整个安装过程需要一个小时左右）





1. 安装方法

1.3 UE5的安装方法

- 在Epic Games程序中，点击左侧栏的“虚幻引擎”，再点击右图“库”页面，“引擎版本”后的“+”加号图标
- 在下拉框中选择要安装的UE5版本（注意：请安装5.2.*版本引擎）

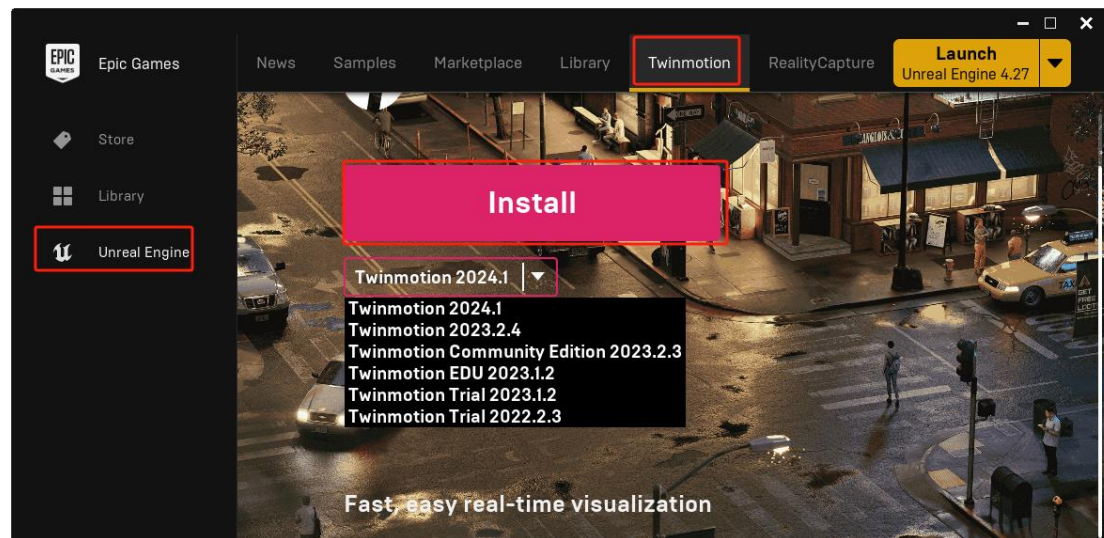




1. 安装方法

1.4 Twinmotion的安装方法

- 在Epic Games程序中，点击左侧栏的“虚幻引擎”，再点击右图“Twinmotion”页面
- 在下拉框中选择要安装的Twinmotion版本（注意：UE4.27.2版本引擎需要Twinmotion 2022.2.3；UE5.2引擎需要Twinmotion 2023.1.2以上版本）





1. 安装方法

1.5 插件安装方法

当下流行的三维引擎都会提供大量的插件以支持扩展功能，可以按需选用。

本讲例程主要用到下述几种虚幻引擎插件：

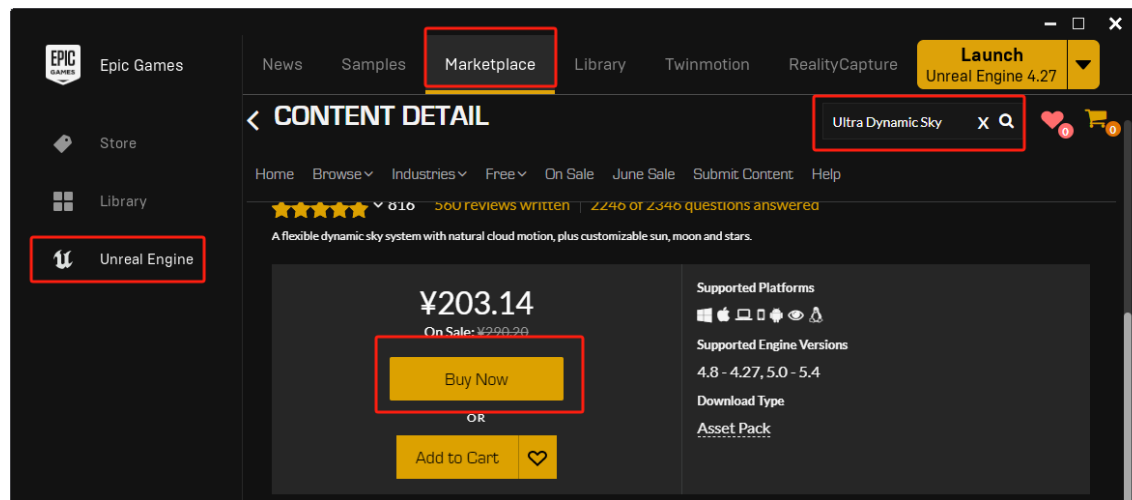
1. Cesium for Unreal

详见 [APL.pdf](#) 中的 **7.4 Cesium 导入**

2. Datasmith 系列插件

详见 [APL.pdf](#) 中的 **7.2 Datasmith 导入**

如果要使用其它特定场景特效，需要添加对应的插件，例如，如果要为场景添加天气特效，可以在虚幻商城中下载并添加到对应的项目中





大纲

1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



三维引擎

三维引擎和图形接口的关系：可以类比成工厂流水线和基本的钳工工具箱，都要处理对应的零部件，所以引擎会在兼容图形标准的基础上快速产出内容

本讲的三维建模与仿真 workflows 是基于虚幻引擎实现的，虚幻引擎是目前最流行的三维引擎之一，这里的引擎就是一系列标准流程（可以简单理解为建模、渲染以及交互界面）和资源（包括模型、光照、动画、特效等）的组合，它的底层已经兼容了不同操作系统的图形接口（例如OpenGL、DirectX等）。

用户利用虚幻引擎构建自己的三维仿真场景时，已经几乎不需要再做复杂的图形学设计，可以直接在引擎中利用现成的关卡地形和各种模型资产，自行添加交互逻辑，从而快速地组合出非常逼真的三维场景。

虚幻引擎包含的完整流程见：

[虚幻引擎项目设置的引擎设置](#) | [虚幻引擎 5.4 文档](#) | [Epic Developer Community \(epicgames.com\)](#)



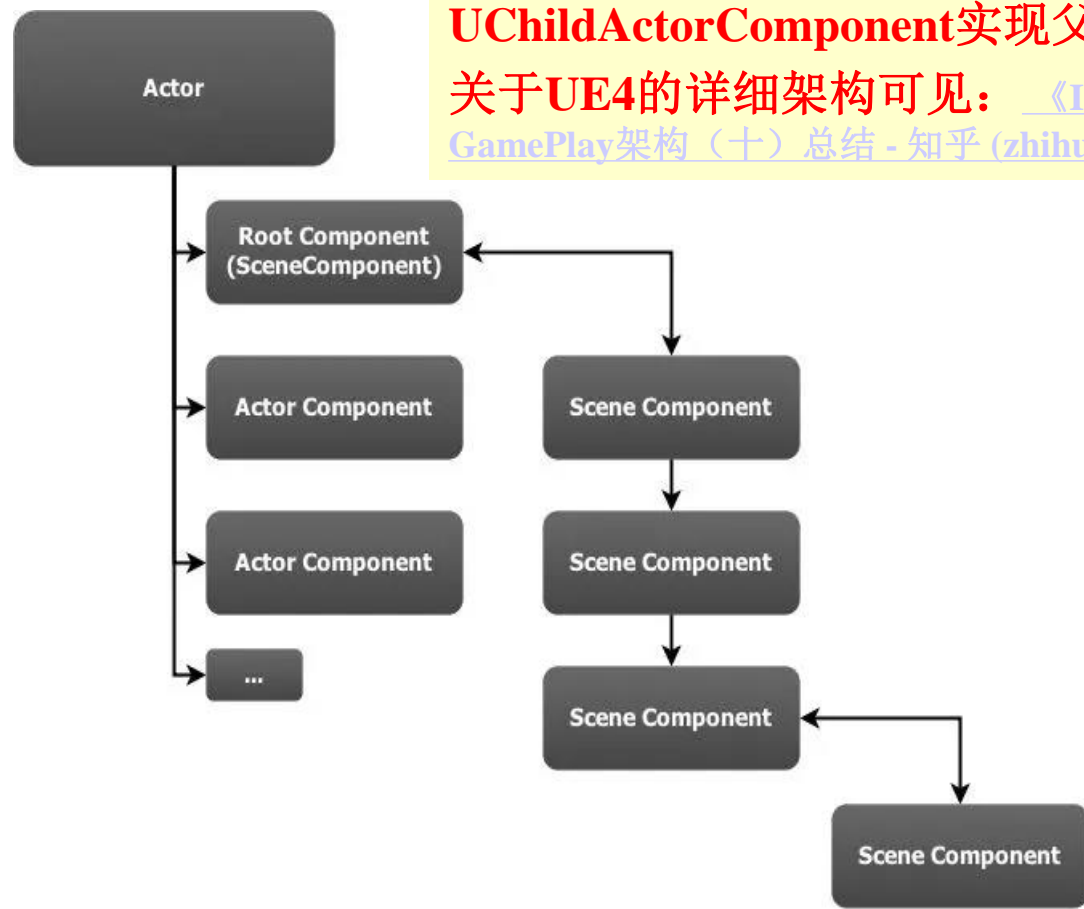
<p>DirectX是一组应用程序编程接口 (API)，用于在微软平台上处理与多媒体相关的任务，尤其是游戏编程和视频。</p> <p>涵盖Direct3D、DirectDraw、DirectMusic、DirectPlay、DirectSound等。</p>	<p>OpenGL (开放图形库) 是一种跨语言、跨平台的应用程序编程接口 (API)，用于渲染2D和3D矢量图形。</p> <p>API 通常用于与图形处理单元 (GPU) 交互，以实现硬件加速渲染。</p>	<p>Vulkan是一种低开销、跨平台的API，是3D图形和计算的开放标准。Vulkan的目标是高性能实时3D图形应用程序，例如视频游戏和交互式媒体。</p> <p>与同类渲染引擎相比，Vulkan旨在提供更高的性能和更平衡的CPU/GPU使用。</p>	<p>Metal是由苹果创建的低级别、低开销的硬件加速3D图形和计算着色器API。</p> <p>它在iOS 8中首次亮相，旨在通过为iOS、iPadOS、macOS和tvOS上的应用程序提供对GPU硬件的低级访问来提高性能。</p>



2. 三维场景建模与仿真 workflow

2.0 虚幻引擎三维场景开发 workflow

1. 首先需要创建好项目和关卡（这时就会得到一个可以变换到任意视角的3D视口）
2. 将Unreal对象（构成三维场景的所有元素）放置到一个关卡中
3. 然后通过程序来处理各种场景交互逻辑（包括场景对象的行为、人机交互行为以及可视化界面的编写）
4. 将编辑好的项目编译并打包到对应的平台（这里引擎内部会对图形质量做处理，包括分辨率、可视空间、反锯齿以及后处理）



可以类比于戏剧的概念，引擎的本质在于提供一个兼容不同抽象框架的舞台。在UE的眼里，三维场景的万物皆Actor，Actor再通过Component组装功能。Actor之间又通过UChildActorComponent实现父子嵌套。关于UE4的详细架构可见：[《InsideUE4》GamePlay架构（十）总结 - 知乎\(zhuhu.com\)](#)

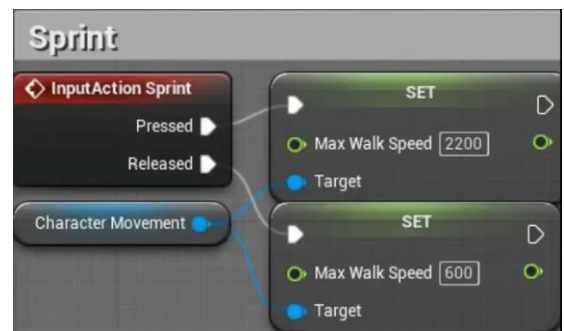
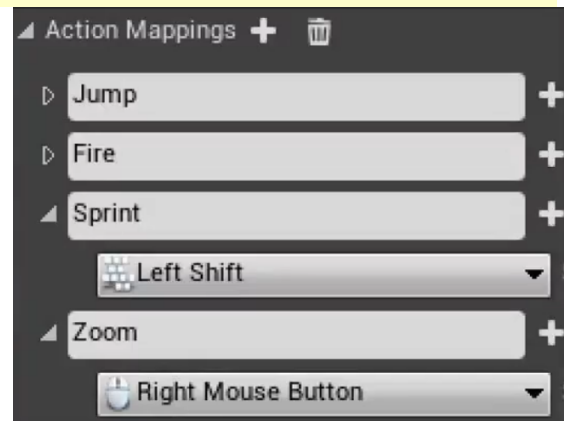
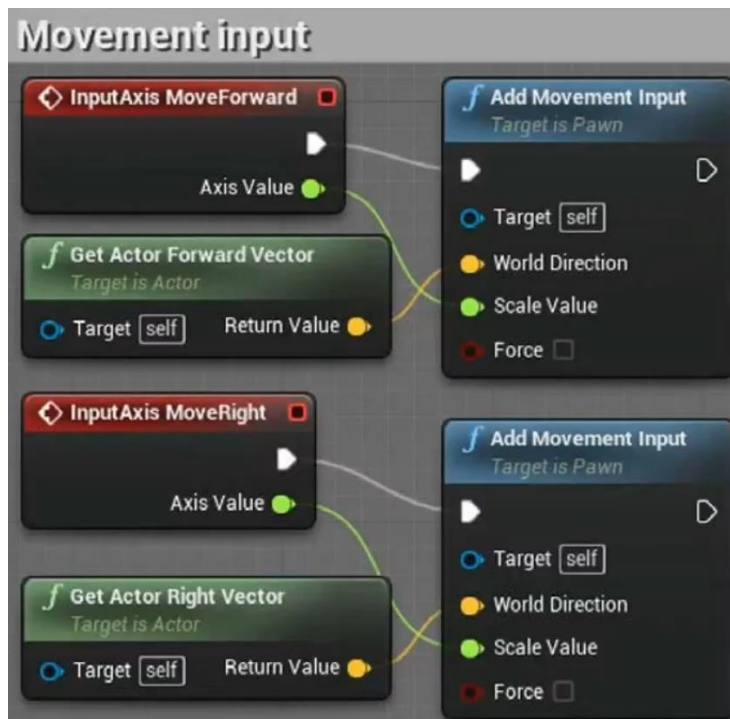


2. 三维场景建模与仿真 workflow

2.0 虚幻引擎三维场景开发 workflow (用蓝图处理交互逻辑)

- 蓝图由事件、变量和函数组成。事件控制流程（函数的执行顺序），变量控制具体数据的变化
- 所有Actor通用事件包括：**begin**（激活物体）和**tick**（静态帧的循环）；不同actor有特有事件

事件对应的交互概念可与具体的交互操作分离：要兼容不同交互设备，只需根据事件和交互设备映射表调整即可。例如，可以附加侦听按键的蓝图事件到蓝图的特征运动组件来调整运动速度，只要修改附加的侦听按键的事件，就能支持不同交互设备



参见如下教程

https://www.bilibili.com/video/BV1td4y1M7JT?vd_source=0380b6479dcd6152badff9c466134c51



2. 三维场景建模与仿真 workflow

2.1 三维场景开发工具入门

本系列实验提供了一套基于UE引擎进行三维仿真场景开发的依赖软件，包括常用的三维模型处理软件3dsMax和SketchUp，基于UE的场景实时渲染效果预览软件Twinmotion，以及支持UE引擎的全球大场景插件Cesium for Unreal。这些实验只是简单介绍以上工具的基本功能，具体使用方法可以参考例程中的学习途径。

UE蓝图简单使用入门	0.ApiExps\e0_DevToolsUsage\1.UBlueprintUsage\Readme.pdf
3dsMax简单操作入门	0.ApiExps\e0_DevToolsUsage\2.3dsMaxUsage\Readme.pdf
SketchUp安装与简单使用	0.ApiExps\e0_DevToolsUsage\5.SketchUpUsage\Readme.pdf -
Twinmotion安装与使用	0.ApiExps\e0_DevToolsUsage\6.TwinmotionUsage\Readme.pdf -
Cesium for Unreal安装与使用	0.ApiExps\e0_DevToolsUsage\3.CesiumForUnrealUsage\Readme.pdf -



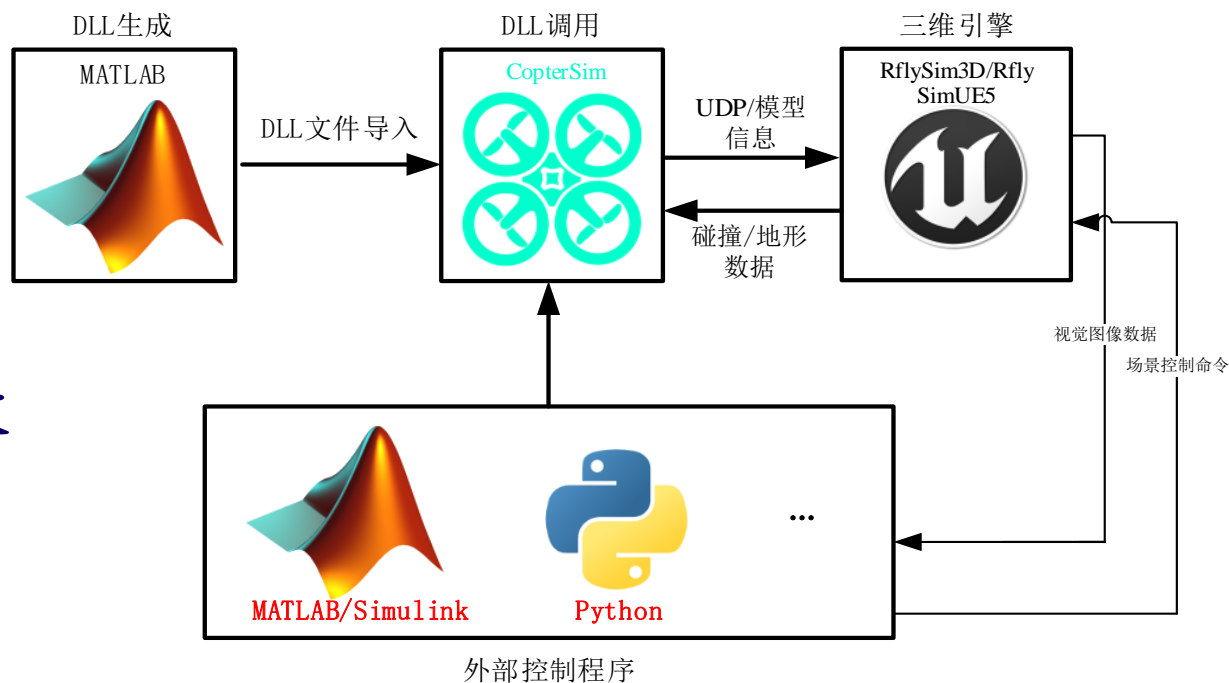
2. 三维场景建模与仿真 workflow

2.2 RflySim3D

平台基于UE4开发的三维应用程序叫做RflySim3D，它在RflySim仿真平台中所处的位置如下图所示：

RflySim3D可以接受来自CopterSim、Python、Simulink的场景交互命令，并返回碰撞/地形数据以及视觉图像数据。

RflySim3D已经集成了适用各种目的的仿真场景和模型资源，且还支持扩充更多仿真场景以及配置场景内的元素





大纲

1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



3. 场景交互接口

3.0 接口实验总览

RflySim3D内的场景元素都可以自由操纵，平台提供了相应接口来实现这种交互功能，各种场景交互命令用法如下

功能接口	文件地址
RflySim3D 快捷键接口实验	0.ApiExps\e1_KeyboardAPI\Nntro.pdf
RflySim3D 控制台命令接口实验	0.ApiExps\e2_CommandAPI\Nntro.pdf
RflySim3D 初始化配置	0.ApiExps\e3_InitAPI\Nntro.pdf
场景地图布置接口实验	0.ApiExps\e5_UEMapCtr\Nntro.pdf
载具三维模型调整接口类实验	0.ApiExps\e4_UAVCtr\Nntro.pdf
常用功能快速调用接口实验	0.ApiExps\e6_RflySim3DCtrlAPI\Nntro.pdf
RflySim3D 全球地理信息服务	0.ApiExps\e7_RflySim3DGIS\1.CesiumPlugin\Readme.pdf
RflySim3D 自带特效使用方法	0.ApiExps\e8_RflySim3DEffect\Nntro.pdf



3.场景交互接口

使用命令“RflySetActuatorPWMs 1000 10 10 10 10 0 0 0 0”

3.1 RflySim3D 控制台命令接口总览

本实验提供了一套RflySim3D内置的一些全局命令（包括RflySim3D平台内置命令以及UE自带的内置命令），可以完成RflySim3D相关的大部分功能，主要包括操作仿真场景对象以及优化场景渲染性能。详细操作及实验效果见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e2_CommandAPI\Readme.pdf](#)。



输入命令：RflyDelVehicles "1000,1001"





3. 场景交互接口

3.2 RflySim3D 快捷键接口总览

本实验在RflySim3D内置的全局命令基础上还提供了一套通过快捷键与RflySim3D场景中的不同对象进行简单交互的方法。包括弹出帮助菜单、清除场景内物体、显示或隐藏信息、切换地图和飞机、激活碰撞引擎、显隐小地图等。在环仿真时（开启CopterSim），还可以通过快捷键切换视角控制、飞机轨迹记录以及碰撞通信模式等。详细操作及实验效果见

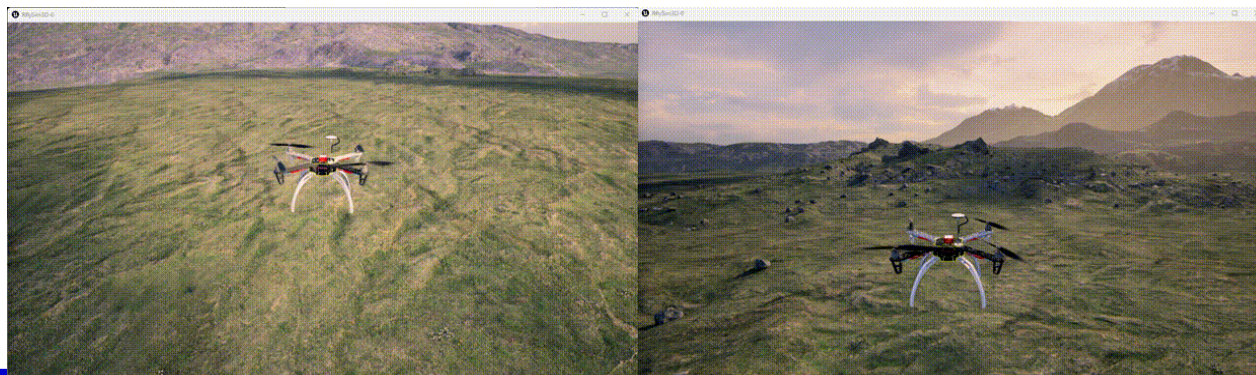
[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e1_KeyboardAPI\Readme.pdf](#)

二。

在环仿真时，RflySim3D中部分模型无法清除，是因为不断收到UDP消息而刷新



0号上帝视角与1号上帝视角比较特殊，0号视角会随着飞机移动，不会随着飞机旋转。1号视角固定地面视角且始终看向当前飞机





3.场景交互接口

3.3 RflySim3D 初始化配置总览

- 和加载游戏关卡会读取之前的存档从上次中断位置重新开始一样，加载RflySim3D内的三维场景时也可以用指定的配置，读取指定的存档，加载指定关卡，从而实现更灵活快捷的仿真设置。具体学习路线如下：

[0.ApiExps\e3 InitAPI\Intro.pdf](#)

文件夹/文件名称	说明
<u>1.TXTAllCtrlScript\Readme.pdf</u>	预定义RflySim3D启动默认场景布置
<u>2.TXTMapCtrlScript\Readme.pdf</u>	预定义任意指定场景布置



3.场景交互接口

3.3 RflySim3D启动 txt 控制脚本实验

本实验提供了在txt文件中预先编写控制台命令以使RflySim3D启动时自动执行某些操作的方法，包括切换地图、限制帧率等操作。部分运行效果如右图所示，具体实验操作及效果见[\[安装目](#)

[录 \\RflySimAPIs\3.RflySim3DU E\0.ApiExps\e3_TXTAllCtrlScript\Readme.pdf -](#)。

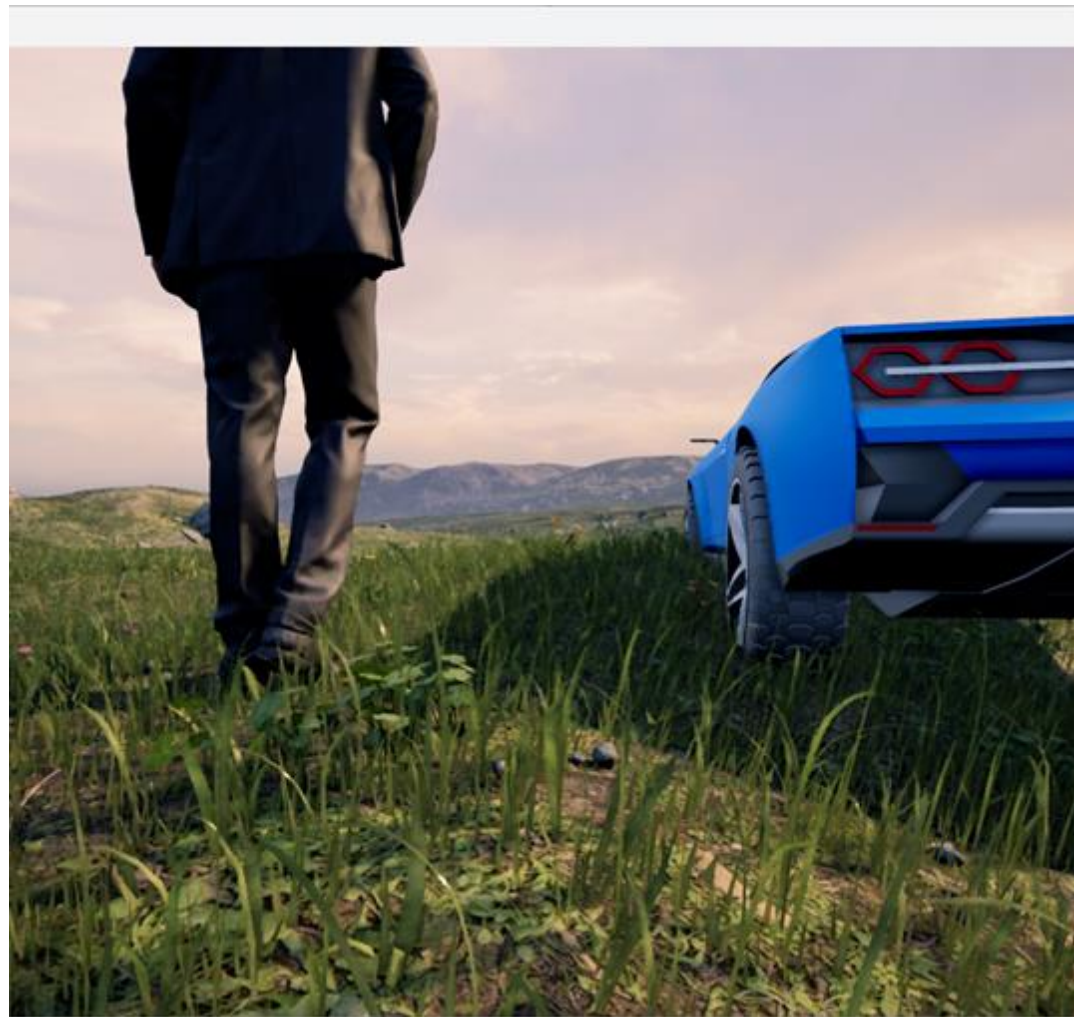




3.场景交互接口

3.3 RflySim3D切换地图控制脚本实验

本实验提供了通过RflySim3D点击和创建物体日志，保留在特定地图场景中所作的部分布置。例如在RflySim3D进入3Ddisplay地图时自动加载上次布置的场景。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e3_InitAPI\2.TXTMapCtrlScript\Readme.pdf](#)。





3.场景交互接口

3.4载具模型调整接口总览

本系列实验提供了一套通过修改XML文件调整三维模型的方法，主要包括执行器之间的相对关系。以及通过simulink模块或者python脚本调整模型之间的相对关系的方法。

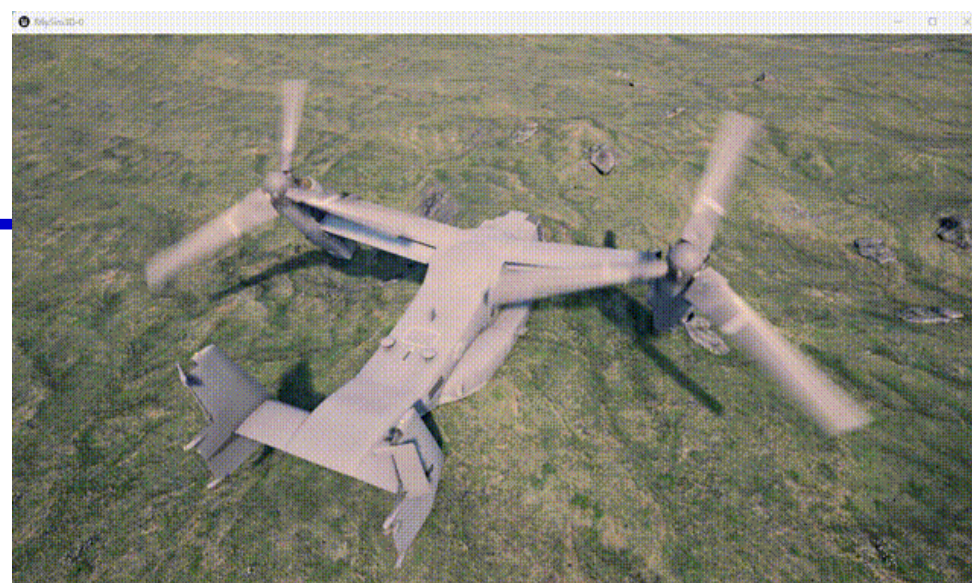
执行器绑定实验	0.ApiExps\e8_UAVCtrl\1.Actuator Binding\Readme.pdf -
执行器控制实验	0.ApiExps\e8_UAVCtrl\2.Actuator Ctrl\Readme.pdf -
Simulink载具模型绑定	0.ApiExps\e8_UAVCtrl\3.VehicleAttachSim\Readme.pdf -
Python载具模型绑定	0.ApiExps\e8_UAVCtrl\4.VehicleAttachPy\Readme.pdf -



3. 场景交互接口

3.4 载具模型调整接口实验（执行器绑定和控制接口）

这两个实验分别提供了通过修改xml脚本绑定相互关联的执行器组件（详见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e8_UAVCtrl\1.ActuatorBinding\Readme.pdf](#) - ）以及修改xml文件验证超8维执行器控制（详见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e8_UAVCtrl\2.ActuatorCtrl\Readme.pdf](#) - ）的方法。

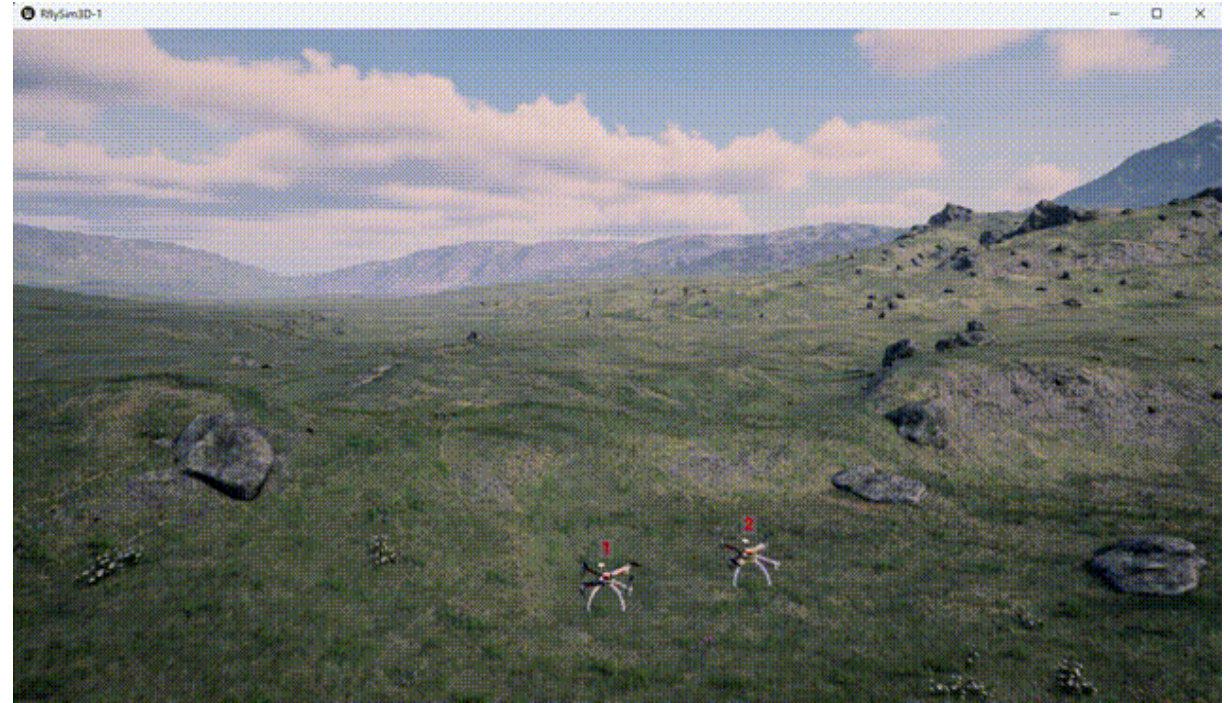




3.场景交互接口

3.4载具模型调整接口实验（模型绑定接口）

这两个实验分别提供了通过Simulink模块（详见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e8_UAVCtrl\3.VehicleAttachSim\Readme.pdf -](#)）以及Python脚本（详见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e8_UAVCtrl\4.VehicleAttachPy\Readme.pdf -](#)）向RflySim3D发送定义了载具间依附关系结构体的方法。





3. 场景交互接口

3.5 地图服务接口例程总览

RflySim3D提供了关于地形的接口，可以实时解算获取到的地形数据，从而提供更逼真的场景地形交互。具体学习路线如下：

[0.ApiExps\5_UEMapCtrl\Intro.pdf](#)

平台还提供了关于场景地形服务的Python接口模块：

[UEMapServe.py](#)

实验名称	文件地址
通过快捷键与xml文件快速布置标靶场景实验	1.TargetCreateKey\Readme.pdf
通过python脚本布置标靶场景实验	2.TargetCreatePy\Readme.pdf
场景布置与快速地形匹配实验	3.TargetPlace\Readme.pdf
MATLAB获取高度矩阵接口实验	4.GetTerrainMAT\Readme.pdf
Simulink获取地形并模拟物体运动轨迹实验	5.TrajGen\Readme.pdf
Simulink同构模型运动轨迹实验	6.TrajGenMulti\Readme.pdf
Simulink异构多物体运动轨迹实验	7.HeterTrajGenMulti\Readme.pdf
车队圆环轨迹实验	8.TenCarCircleCtrl\Readme.pdf



3.场景交互接口

3.5地图服务接口(MATLAB获取地形高度矩阵)

本实验提供了进行仿真时，利用MATLAB函数调用RflySim 3D的命令接口以及获取场景地形数据并分析的流程。地形数据主要通过解析场景地形配置文件（txt校准数据和png高度图矩阵）获取。部分实验效果如右图，详细操作及实验效果见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e5_GetTerrainMAT\Readme.pdf](#) -

```
命令行窗口
>> LoadPngData 3Ddisplay
>> getTerrainAltData(0,0)

ans =

    -8.0400

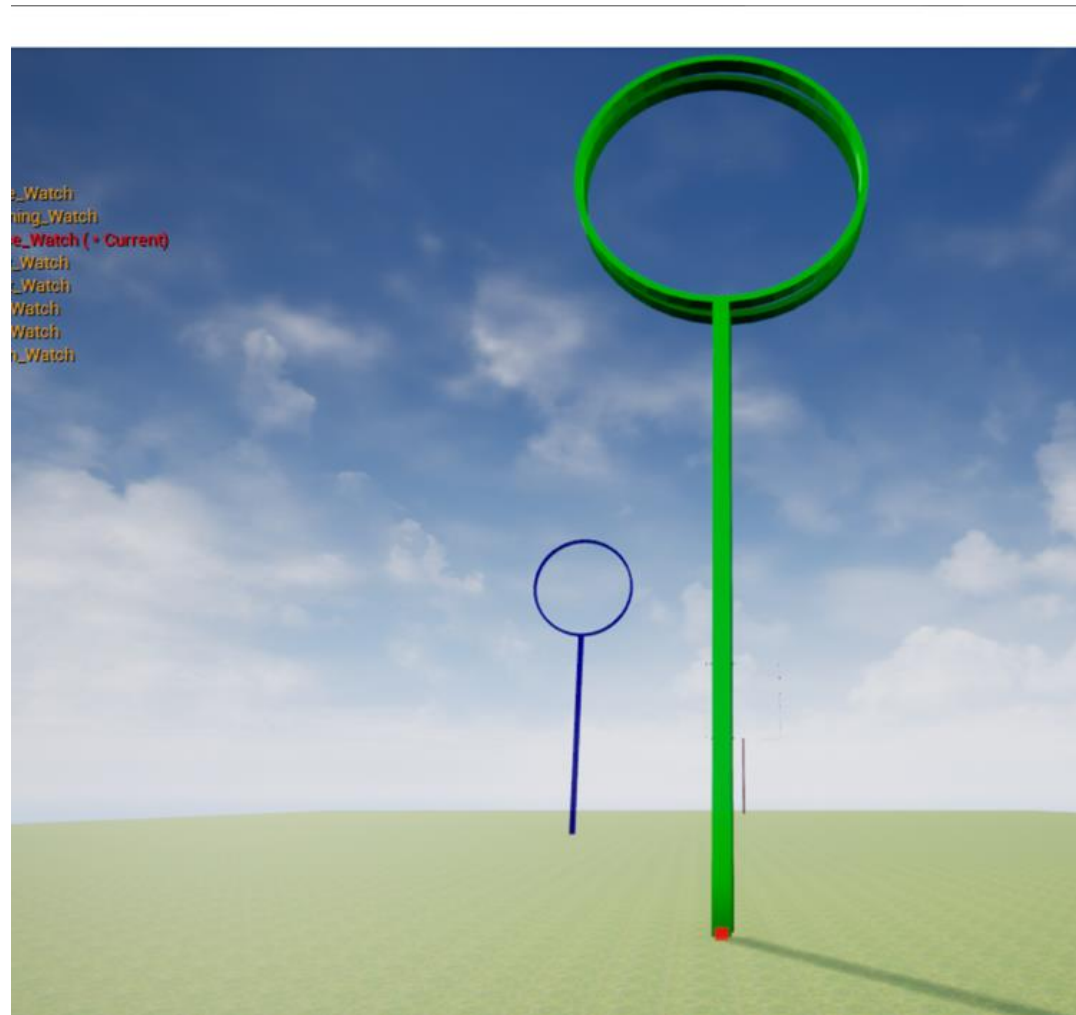
fx >>
```



3.场景交互接口

3.5地图服务接口（快捷键布置标靶）

本实验提供了通过快捷键创建标靶，并通过修改xml文件使之与地形匹配的流程。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e7_UEMapCtrl\1.TargetCreateKey\Readme.pdf](#) - 。

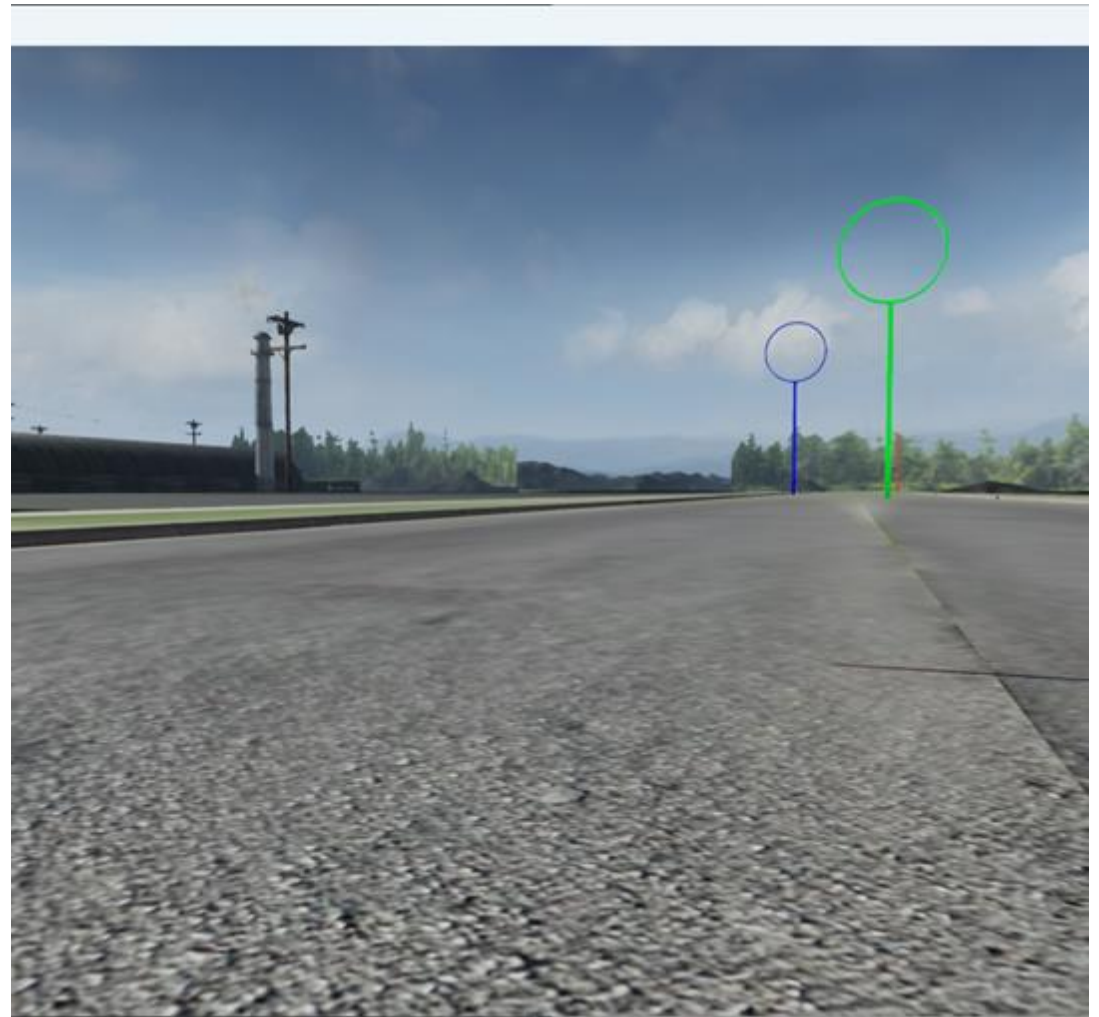




3.场景交互接口

3.5地图服务接口（python脚本布置标靶）

本实验提供了通过python脚本批量创建标靶，并使之与地形匹配的流程（无需修改xml文件，能够快速适配不同的场景）。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e7_UEMapCtrl\2.TargetCreatePy\Readme.pdf](#)。

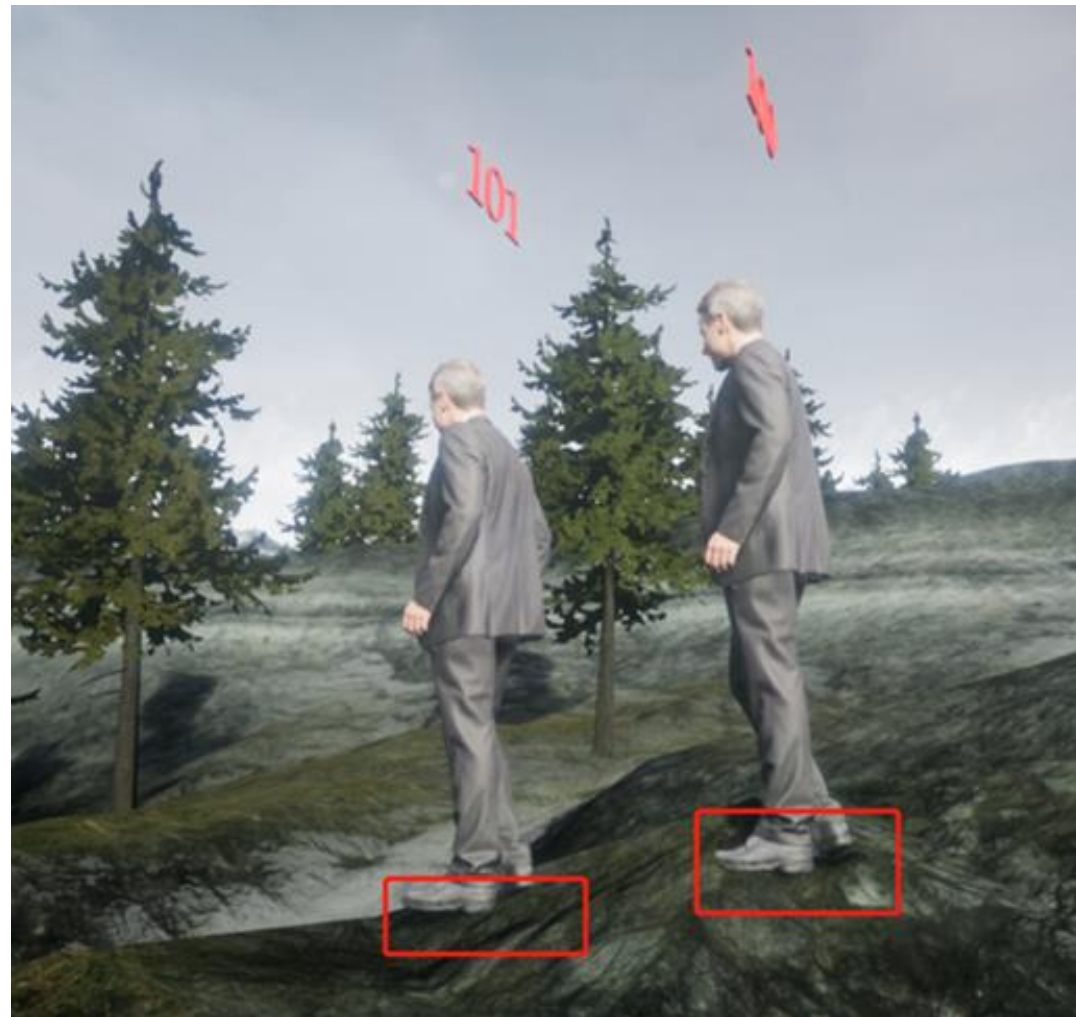




3.场景交互接口

3.5地图服务接口（python脚本布置行人）

本实验提供了通过python脚本创建人物，并使之与地形匹配的流程（根据调用接口不同，可以手动修改模型初始位置高度，也可以自动地形匹配）。具体实验操作见[\[安装目录\]\Rfly SimAPIs\3.RflySim3DUE\0.Api Exps\e7_UEMapCtrl\3.TargetPlace\Readme.pdf](#) - 。





3.场景交互接口

3.5地图服务接口（Simulink模块生成行人轨迹）

本实验提供了通过MATLAB获取地形高度图矩阵，并通过运行Simulink模块生成贴合地面运动的行人轨迹。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e7UEMapCtrl\4.TrajGen\Readme.pdf](#) - 。





3.场景交互接口

3.5地图服务接口（Simulink模块生成同构多模型轨迹）

本实验提供了通过MATLAB获取地形高度图矩阵，并通过运行Simulink模块生成离地面一定高度运动的多架相同样式四旋翼的轨迹。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\UEMapCtrl\5.TrajGenMulti\Readme.pdf](#) - 。





3.场景交互接口

3.5地图服务接口（Simulink模块生成异构多模型轨迹）

本实验提供了通过MATLAB获取地形高度图矩阵，并通过运行Simulink模块生成贴合地面运动的多个不同样式模型的各自轨迹。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\Ue7_UEMapCtrl\6.HeterTrajGenMulti\Readme.pdf](#) - 。





3.场景交互接口

3.5地图服务接口（Simulink生成车队圆环轨迹）

本实验提供了通过MATLAB获取地形高度图矩阵，并通过运行Simulink模块生成在冰面上方运动的车辆圆环编队。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e7_UEMapCtrl\7.TenCarCircleCtrl\Readme.pdf](#) - 。





3. 场景交互接口

- 3.6 常用功能快速调用接口总览
- 本系列实验提供了一套通过调用python接口对仿真场景和模型进行常规调整的方法，包括模型场景的加载，通信端口的验证等。具体学习路线参见：[0.ApiExps\ef RflySim3DCtrlAPI\Intro.pdf](#)

PYTHON场景控制接口验证实验	1.UECTRLPY\README.PDF
飞机、物体、相机信息获取实验	10.GetCamObjDemo\Readme.pdf
Bat脚本加载模型实验	2.LoadModelsOnBat\Readme.pdf
加载txt文件操作RflySim3D实验	3.LoadModelsByTxt\Readme.pdf
移动物体创建实验	4.TrajDemo\Readme.pdf
UDP通信验证实验	5.UE4RecUE4APITest\Readme.pdf
视角调整实验	6.RflySim3DViewPortDemo\Readme.pdf
爆炸特效触发实验	7.DamageMode\Readme.pdf
可视化UE显示接口调用实验	8.RflySim3DMsgDispDemo\Readme.pdf
获取RflySim3D内所有动态创建物体位置、碰撞数据实验	9.RflySim3DPosGet\Readme.pdf



3.场景交互接口

3.6常用功能快速调用接口（获取RflySim3D内所有动态创建物体位置、碰撞数据实验）

本实验提供了通过通过平台提供的python接口获取RflySim3D内所有动态创建物体位置、碰撞数据的方法。具体实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e9_RflySim3DPosGet\Readme.pdf](#)。

```
38279533, 0.014640222303569317, -18.16
7969761, 0.01514009665697813, -18.1676
212965, 0.015618368051946163, -18.1670
36884308, 0.01622229814529419, -18.166
05037117, 0.01664811000227928, -18.165
7849617, 0.017049528658390045, -18.164
4386425, 0.01754816435277462, -18.1640
00107765, 0.01800825446844101, -18.163
3637333, 0.018327251076698303, -18.162
98768616, 0.01862180419266224, -18.162
4561863, 0.018890563398599625, -18.161
58787537, 0.01913336291909218, -18.161
16134644, 0.019350789487361908, -18.16
15652847, 0.019543945789337158, -18.16
```

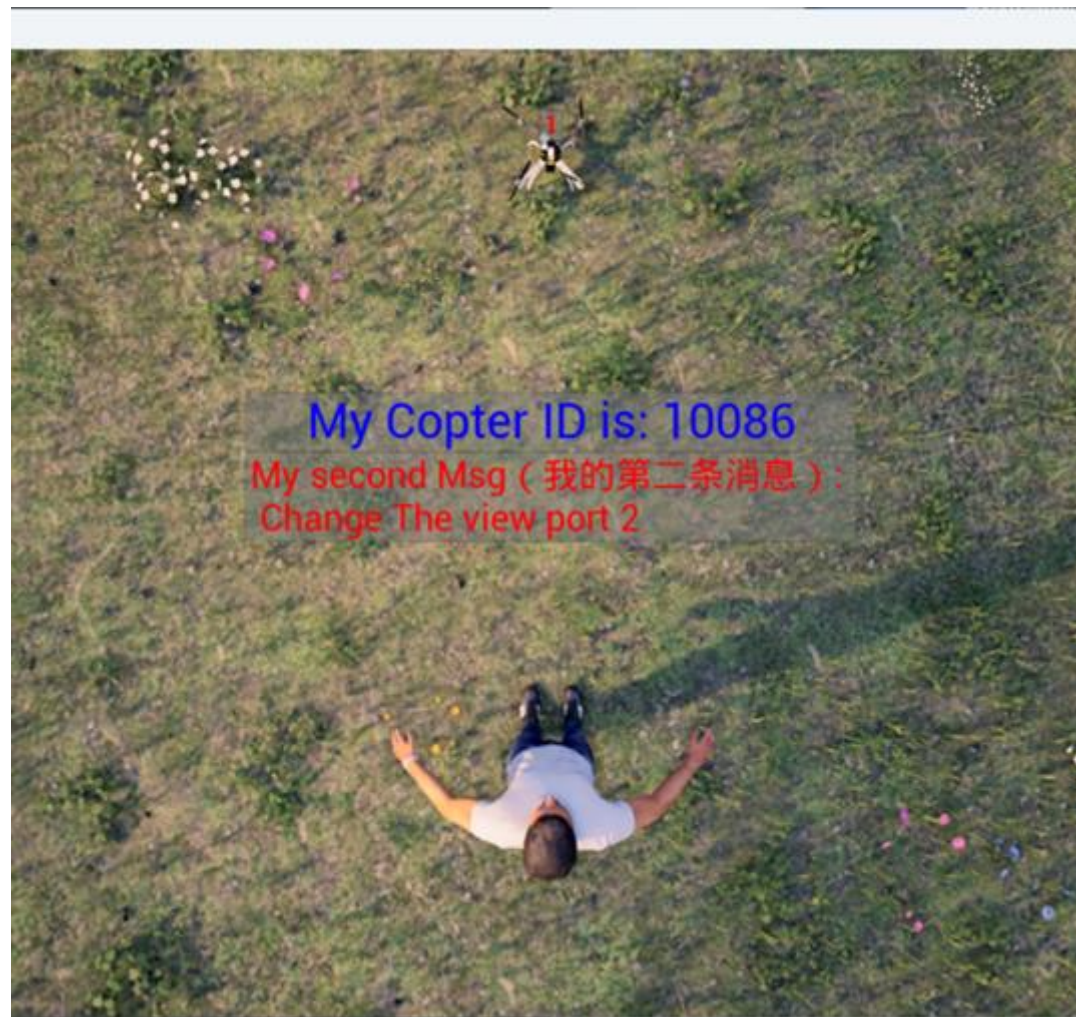


3.场景交互接口

3.6常用功能快速调用接口（可视化label标签显示接口调用）

本实验提供了通过调用python接口，创建目标以及设置目标的标签属性的方法。具体实验操作见[\[安装目](#)

[录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DU
E\0.ApiExps\e7_UEMapCtrl\8.
TXTMapCtrlScript\Readme.pd
f_](#)。

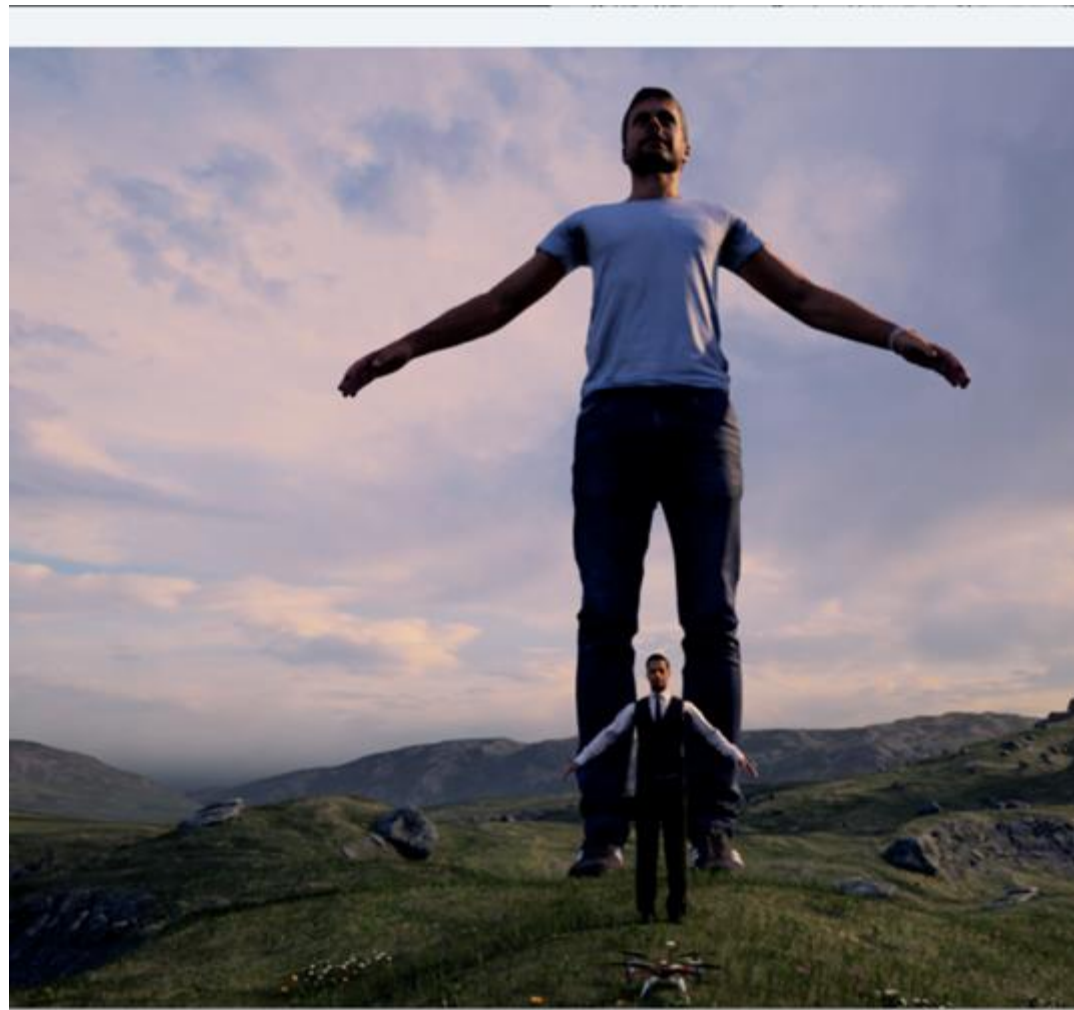




3.场景交互接口

3.6常用功能快速调用接口（Bat脚本加载模型）

本实验提供了利用bat脚本和Python脚本快速布置RflySim3D场景的方法。该实验文件夹“*\[安装目录]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e6_RflySim3DCtrlAPI\2.LoadModelsOnBat”。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e6_RflySim3DCtrlAPI\2.LoadModelsOnBat\Readme.pdf](#) - 。

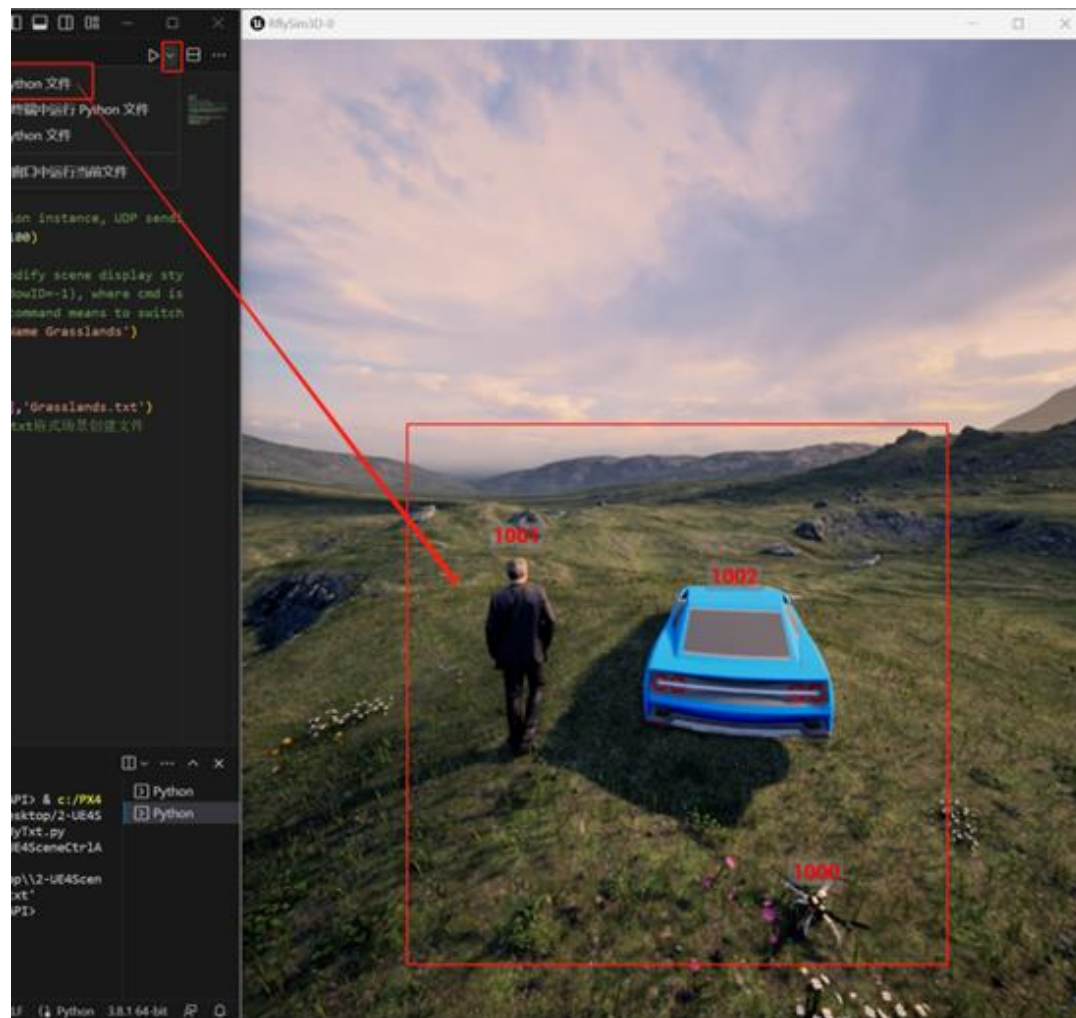




3.场景交互接口

3.6常用功能快速调用接口 (RflySim3D加载txt文件)

本实验提供了通过读取txt配置文件的形式操作RflySim3D场景的方法。该实验文件夹“*\\[安装目录]\\RflySimAPIs\\3.RflySim3DUE\\0.ApiExps\\e6_RflySim3DCtrlAPI\\3.LoadModelsByTxt”。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\\RflySimAPIs\\3.RflySim3DUE\\0.ApiExps\\e6_RflySim3DCtrlAPI\\3.LoadModelsByTxt\\Readme.pdf](#) - 。

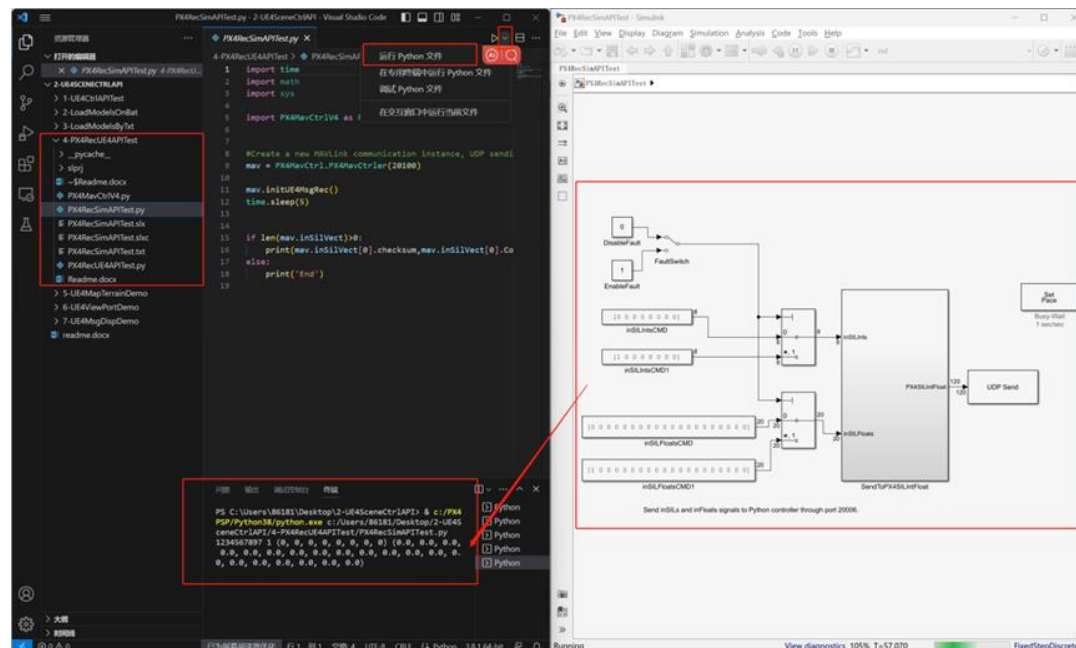




3.场景交互接口

3.6常用功能快速调用接口（外部UDP通信验证）

本实验利用Simulink发送数据到python，验证外部程序控制Rfly Sim3D的UDP通信接口。该实验文件夹“*\\[安装目录]\\RflySimAPIs\\3.RflySim3DUE\\0.ApiExps\\e6_RflySim3DCtrlAPI\\4.PX4RecUE4APITest”。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\\RflySimAPIs\\3.RflySim3DUE\\0.ApiExps\\e6_RflySim3DCtrlAPI\\4.PX4RecUE4APITest\\Readme.pdf](#)。





3. 场景交互接口

3.6 常用功能快速调用接口（场景内移动物体创建）

本实验提供了一个通过python接口创建了初始位置贴合地面的人和一架四旋翼，并通过循环发送UDP不断调整四旋翼位置的示例。该实验文件夹“*\[安装目录]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e6_RflySim3DCtrlAPI\5.RflySim3DMapTerrainDemo”。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e6_RflySim3DCtrlAPI\5.RflySim3DMapTerrainDemo\Readme.pdf](#) - 。

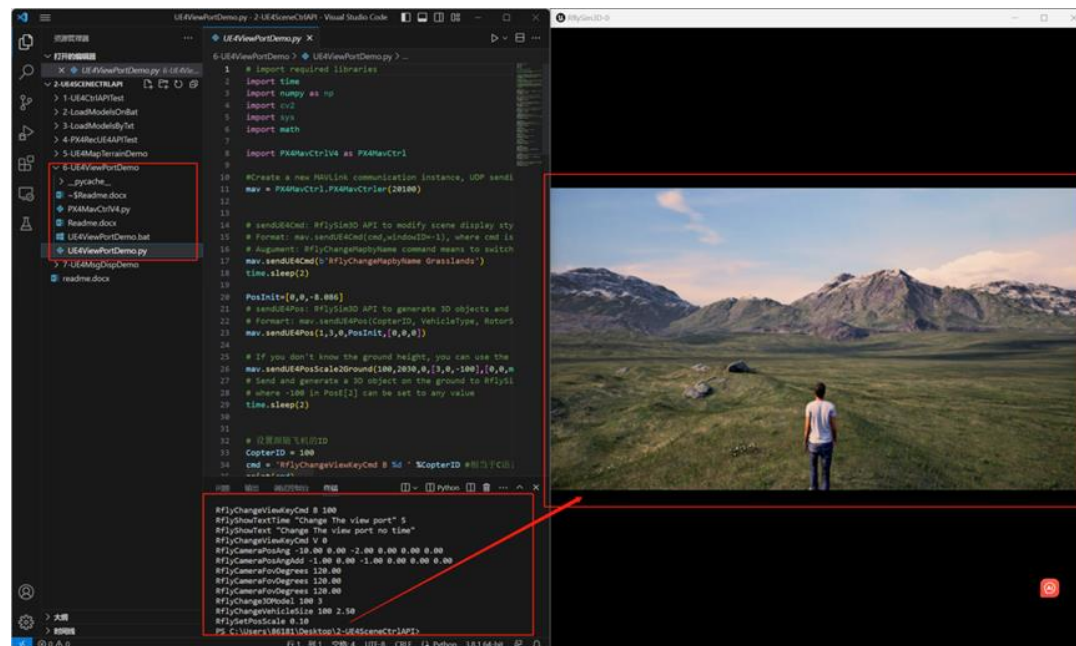




3. 场景交互接口

3.6 常用功能快速调用接口（场景内视角调整）

本实验提供了一个通过python接口创建了初始位置贴合地面的一个人和一架四旋翼，并通过改变发送的UDP命令不断调整场景内视角的示例。该实验文件夹“*\\[安装目录]\\RflySimAPIs\\3.RflySim3DUE\\0.ApiExps\\e6_RflySim3DCtrlAPI\\6.RflySim3DViewPortDemo”。具体实验操作见文件[安装目录]\\RflySimAPIs\\3.RflySim3DUE\\0.ApiExps\\e6_RflySim3DCtrlAPI\\6.RflySim3DViewPortDemo\\Readme.pdf - 。





3.场景交互接口

3.7基于Cesium的全球大场景使用

本实验提供了导入高精度大场景和任意指定飞机GPS起点坐标三维仿真的方法。具体实验操作见[\[安装目](#)

[录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DU
E\0.ApiExps\e7 UEMapCtrl\9.
CesiumPlugin\Readme.pdf](#)。





3.场景交互接口

3.8常用场景特效调用

本系列实验提供了一些常用场景特效的触发方法。包括三维虚拟管道、无人机通信特效、爆炸特效等

具体学习路线参见：

[0.ApiExps\e8 RflySim3DEffect\Intro.pdf](#)





大纲

1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



4.基础实验案例

4.1三维场景制作并导入实验

本实验提供了将UE4自带场景导入RflySim平台，熟悉从UE4中烘焙场景并导入RflySim3D和CopterSim的流程。除了烘焙好的三维场景文件(.umap)，还需地形配置文件(.txt校准数据和.png高度图矩阵)来帮助CopterSim识别该地图，后续的场景地形服务均要依赖这两个配置文件，具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\1.BasicExps\e0_StarterContent\Readme.pdf](#)。导入效果如图：





4.基础实验案例

4.2三维模型制作与导入实验

本实验将自定义的四旋翼模型在3ds Max中调整，把机翼和机身分别以静态网格体导入UE中添加材质并烘焙，最后与配套模型配置文件XML一并导入RflySim3D并展示效果。该实验以DroneyeeX680飞机为例。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\1.BasicExps\01_CusLoadDroneyeeX680\Readme.pdf](#)。





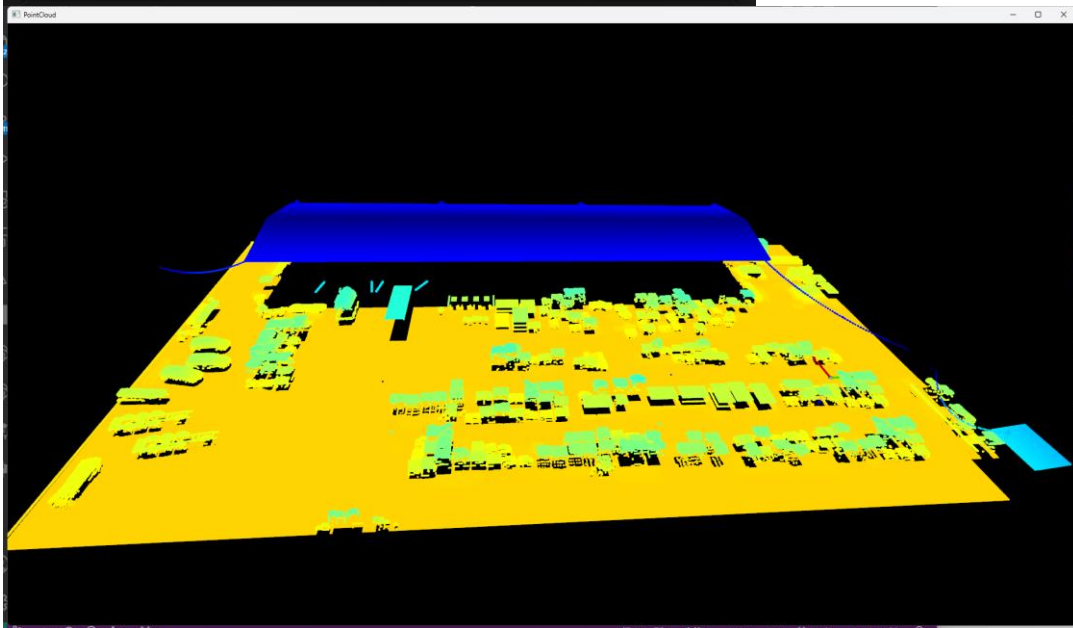
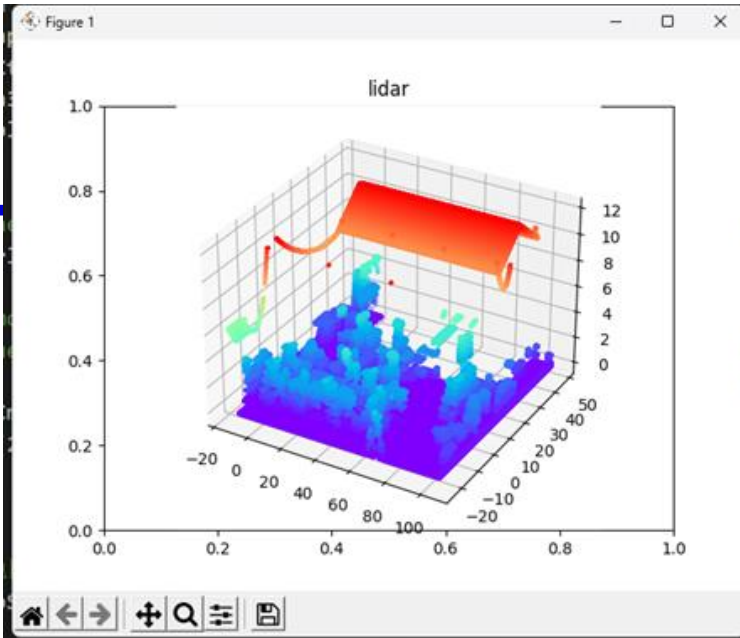
4.基础实验案例

4.3RflySim3D地形点云高程读取实验

通过RflySim3D扫描三维场景获取自定场景区域的地形数据，并通过python接口解算得地形高程和点云信息。

详细操作步骤见：

[1.BasicExps/e3_RflySim3DTerrainPcd/Readme.pdf](#)





大纲

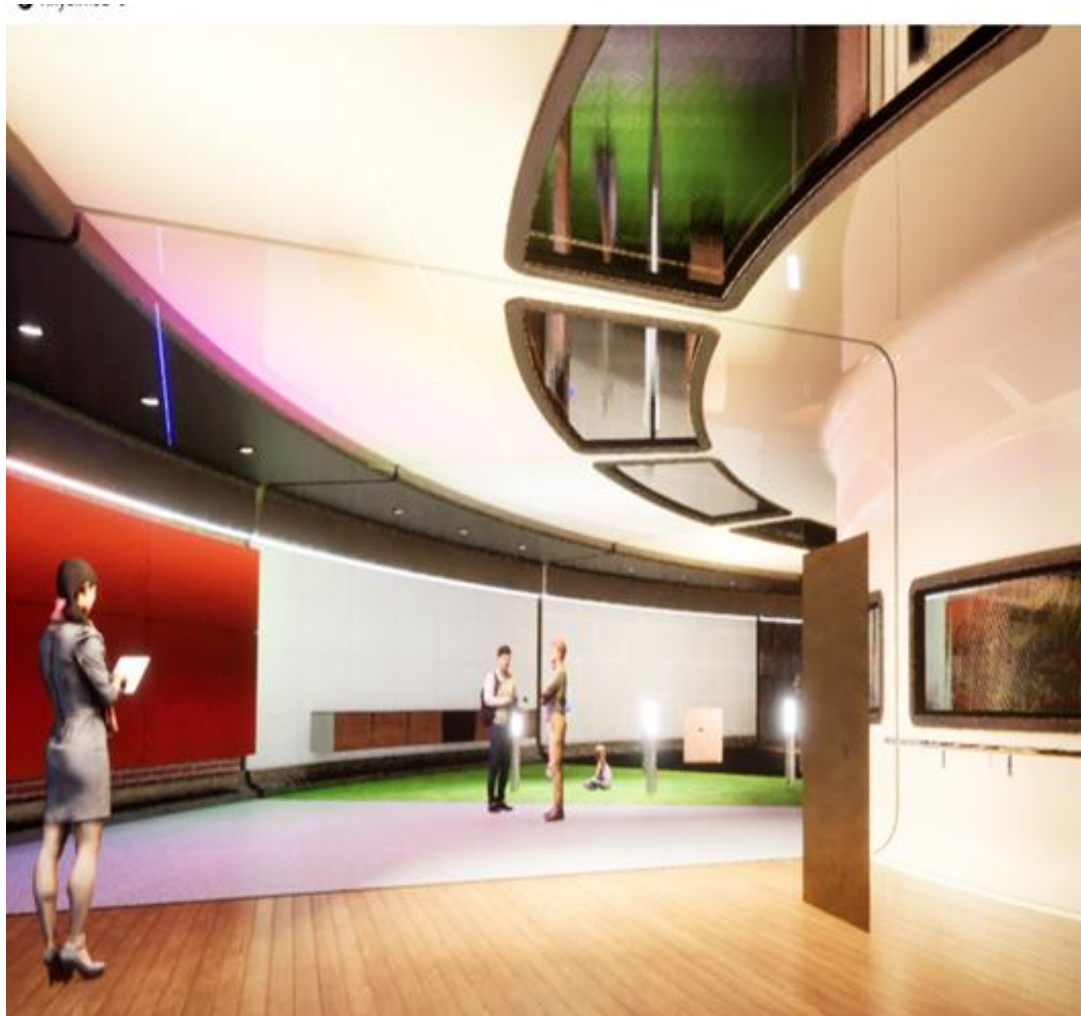
1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



5.进阶案例实验

5.1 基于Twinmotion近地面场景构建 (演示场景)

本实验提供了一套将场景通过Datasmith插件从Twinmotion导入UE4/UE5,在UE4/UE5中处理并烘焙场景导入RflySim3D和CopterSim的流程。这里使用Datasmith插件是为了使导入效果更精确，具体版本配置参考[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\API.pdf](#)，本实验具体操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e0_DevToolsUsage\4.UE5StarterContent\Readme.pdf](#)。导入效果如图：





5.进阶案例实验

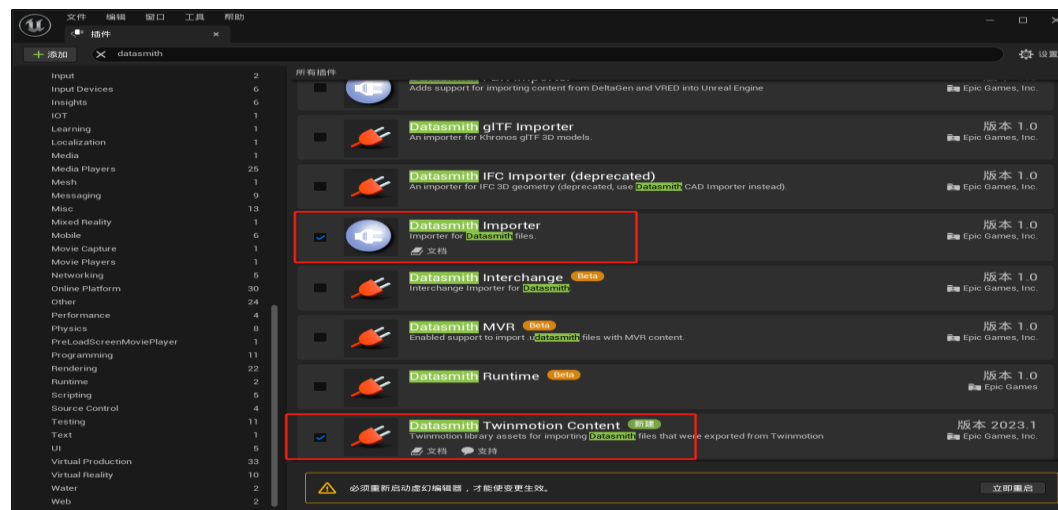
注意：两种导入方式的材质计算方法有区别，烘焙后的场景导入RflySim3D的方式也有不同，推荐导入UE5进行烘焙

5.1 基于Twinmotion近地面场景构建（演示场景）

若Twinmotion场景以.tm文件导入UE4，在UE4中需启用如右上图所示的Twinmotion导入器和Twinmotion内容插件。



若Twinmotion场景以.udatasmith文件导入UE5，在UE5中需启用如右下图所示的Datasmith导入器和Twinmotion内容插件。





5.进阶案例实验

5.2 基于Cesium的全球大场景构建（倾斜摄影转换）

本实验提供了一套将香港部分地区航拍摄影数据转化得到的OSGB模型在CesiumLab中转换为RflySim3D能识别的3D Tiles格式并导入RflySim3D的流程，具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\2.AdvExps\e2_CesiumScene\1.ObjectModelMap\Readme.pdf](#)。导入效果如图：





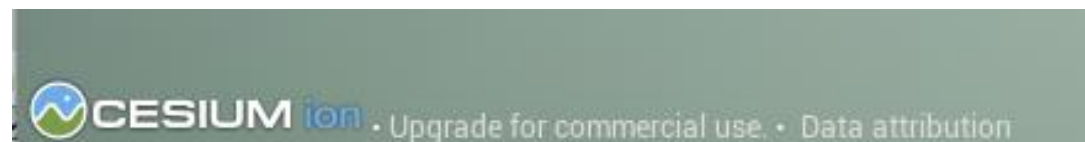
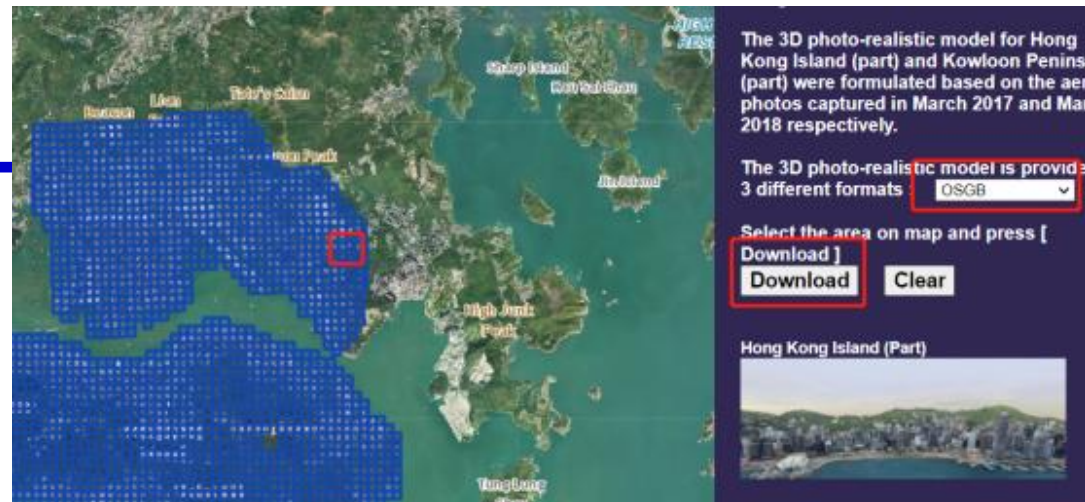
5.进阶案例实验

5.2 基于Cesium的全球大场景构建 (倾斜摄影转换)

在城市规划地图网站可以直接
下载倾斜摄影转化的OSGB瓦片

这里使用CesiumLab的转换工
具可以自动识别出OSGB倾斜模型
的零点坐标和瓦片数量。

RflySim3D之所以能识别3D Tiles
格式的瓦片，是因为其中已经内
置了CesiumforUnreal插件。





5.进阶案例实验

- 5.3蓝图模型导入流程总览
- 本系列实验提供了一套将模型的网格体和动画序列导入UE,在UE中添加蓝图逻辑，烘焙并导入RflySim3D，最后通过python接口触发蓝图，验证其动画控制效果的流程。
- 具体学习路线如下：
- [2.AdvExps\e2 BlueprintModel\Intro.pdf](#)

实验名称	文件地址
RflySim3D蓝图接口实验	2.AdvExps\e2 BlueprintModel\1.BlueprintBuild\Readme.pdf
虚幻商城固定翼蓝图模型导入实验	2.AdvExps\e2 BlueprintModel\2.BPModelLoad\Readme.pdf
自定义四旋翼蓝图模型导入实验	2.AdvExps\e2 BlueprintModel\3.CusLoadBP\Readme.pdf



5.进阶案例实验

5.3蓝图模型导入流程实验（蓝图接口）

本实验将DroneyeeX680四旋翼的机身和螺旋桨分别导入UE中，用一个蓝图actor将其拼接为一个完整的四旋翼，然后为这个Actor添加蓝图事件。最后将烘焙好的模型和配套的XML配置文件一同导入RflySim3D。详细实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\2.AdvExps\e1_BlueprintModel\1.BlueprintBuild\Readme.pdf](#) -



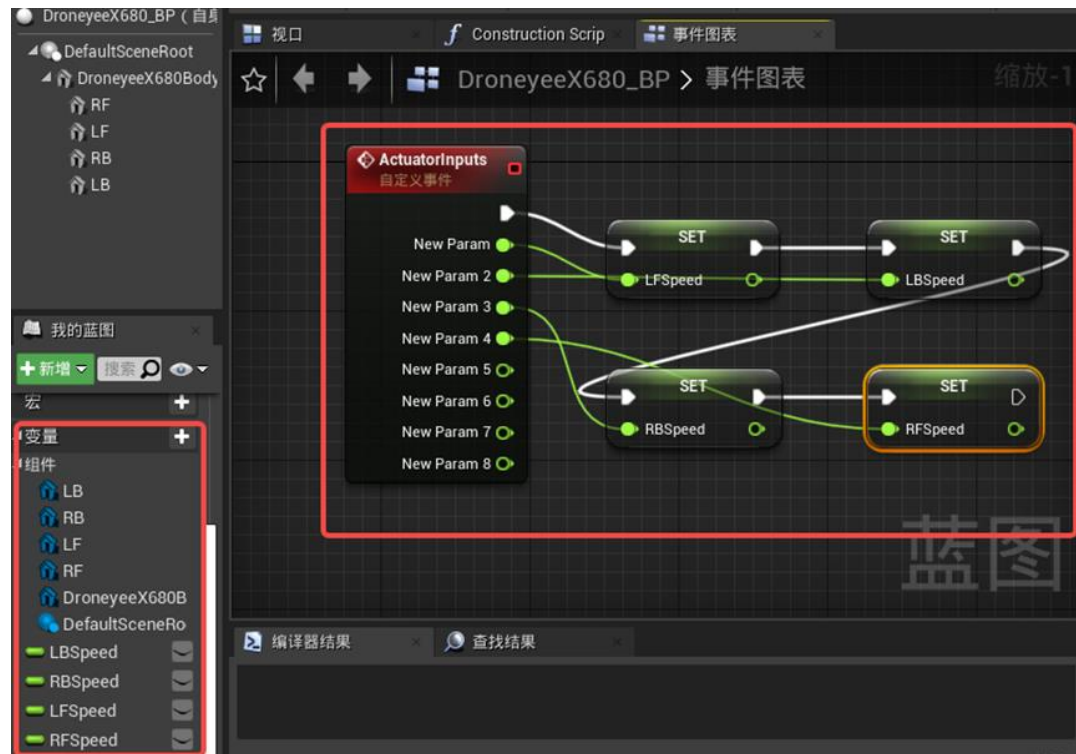


5.进阶案例实验

5.3 蓝图模型导入流程实验（蓝图接口）

这里蓝图Actor的蓝图事件包括RflySim3D提供的蓝图接口：ActuatorInputsExt、ActuatorInputs以及控制螺旋桨旋转动画序列的EventTick。

配套的XML文件中需要将meshpath标签指向这个蓝图Actor，且更改对应的modeltype为蓝图。

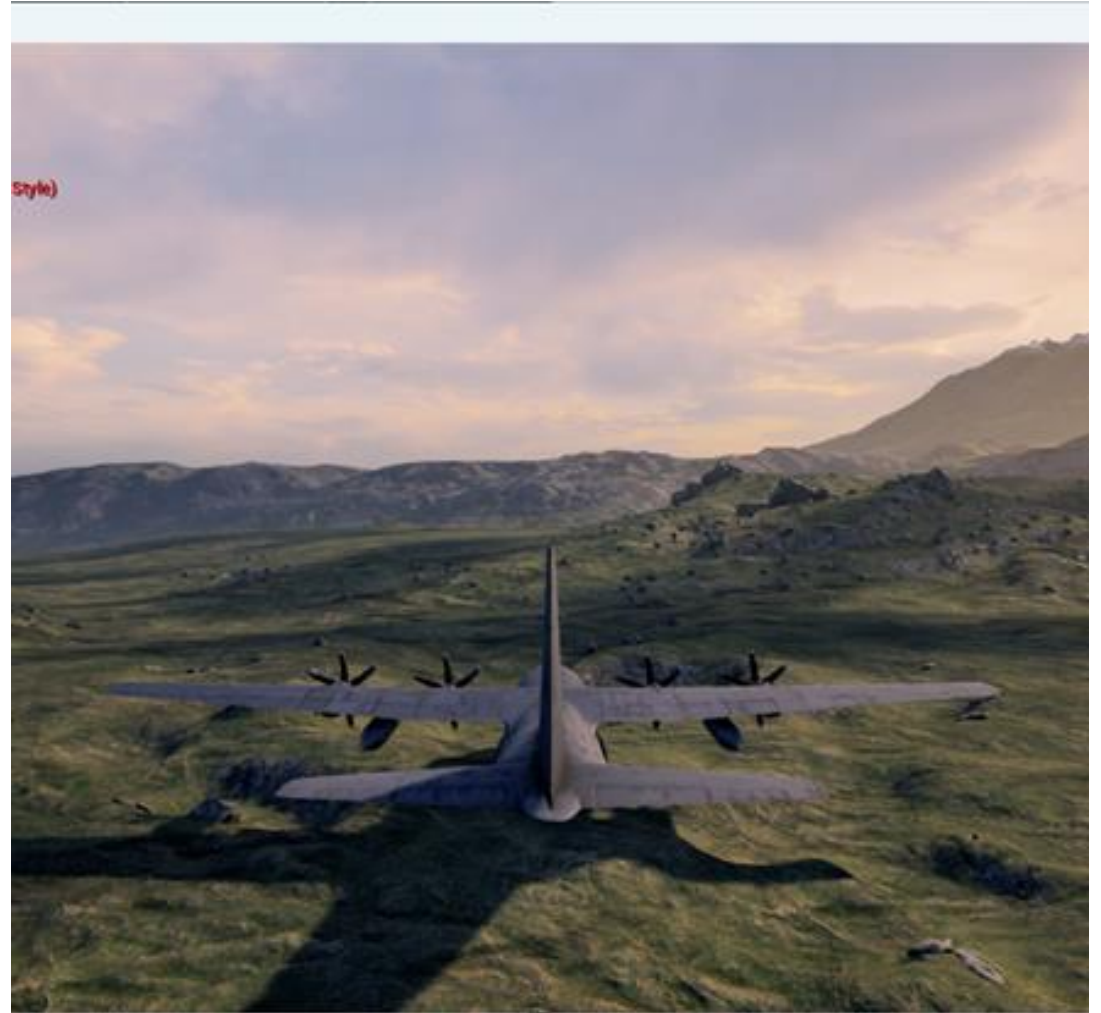




5.进阶案例实验

5.3蓝图模型导入流程实验（虚幻原生固定翼模型）

本实验将虚幻商城中已有的West_Transport_C130J固定翼模型导入一个UE项目，在已有的蓝图actor的事件中加入RflySim3D平台的蓝图接口，最后烘焙并与配套的XML配置文件一同导入RflySim3D。详细实验操作见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\2.AdvExp\se1_BlueprintModel\1.BlueprintBuild\Readme.pdf](#) -





5.进阶案例实验

5.3蓝图模型导入流程实验（虚幻原生固定翼模型）

这里蓝图actor的事件中添加的RflySim3D提供的蓝图接口：**ActuatorInputs**用于传入固定翼的8个舵面，**ActuatorInputsExt**用于触发毁伤效果等特效。本实验中各模型组件的动画效果使通过单独的动画蓝图控制的。

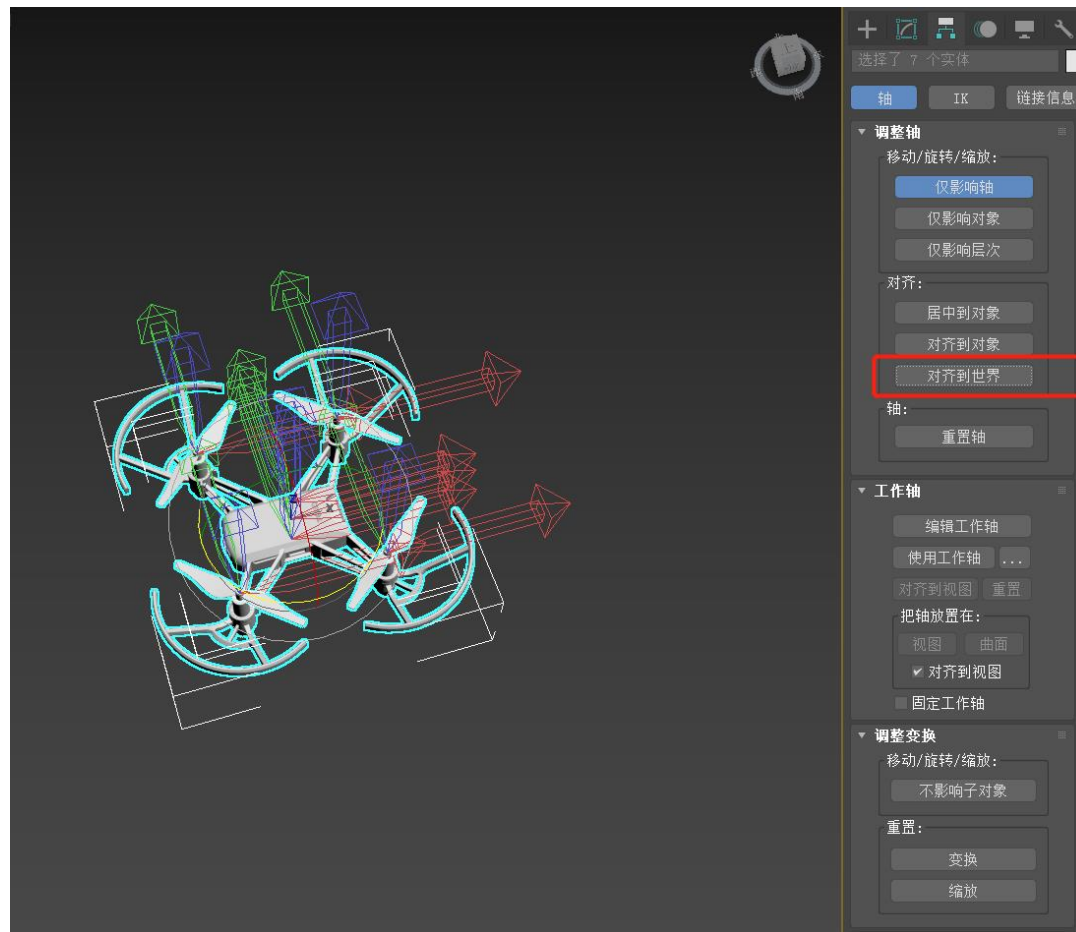




5.进阶案例实验

5.3蓝图模型导入流程实验（自定义多旋翼模型）

- 首先要在三维建模工具中，将原始模型资源处理成UE需要的组件层次关系以及坐标轴尺度
- 然后将处理过的模型导入到虚幻引擎项目中

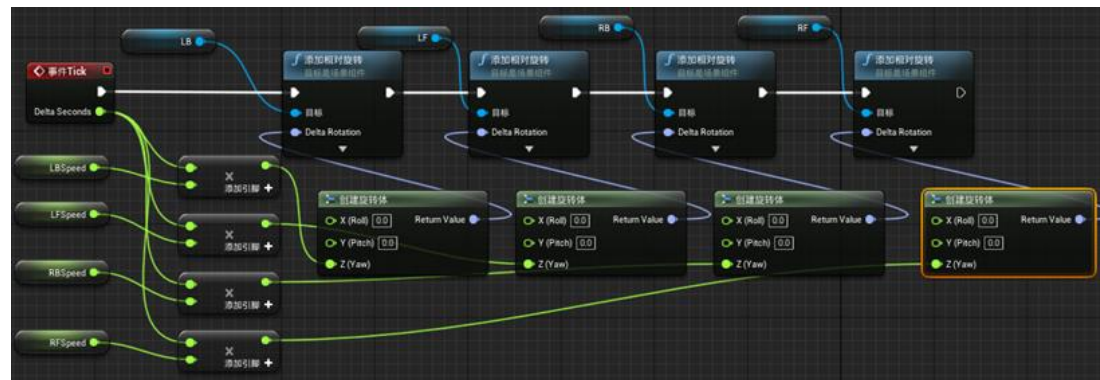
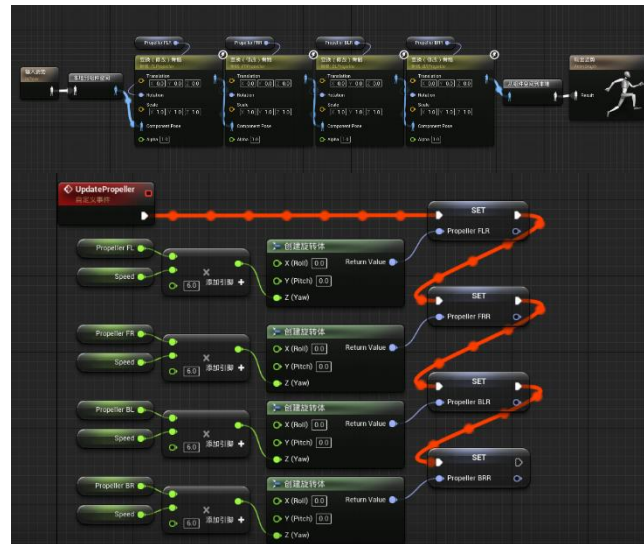




5.进阶案例实验

5.3蓝图模型导入流程实验（自定义多旋翼模型）

- 在虚幻项目中，为之前导入的多旋翼的骨骼网格体创建右图所示的动画蓝图和蓝图actor，这就是多旋翼动画的控制逻辑
- 最后将编辑好的项目编译打包到仿真平台，就可以调用相应接口来驱动多旋翼了





大纲

1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



6.扩展案例

6.1 激活局域网仿真

在RflySim3D中按“I”键即可激活/屏蔽局域网仿真

利用Python模块中的sendUE4CmdNet接口可以绕过电脑屏蔽，直接发送给所有RflySim3D

```
ue.sendUE4CmdNet('RflyChangeViewKeyCmd I 1')
```

使用这个命令，就能直接让所有RflySim3D都开始接收局域网的信息。



6.扩展案例

6.2 SketchUp+Twinmotion 自定义场景创建流程

本实验利用Sketchup绘制别墅场景模型，通过Datasmith插件导入Twinmotion替换更精细的材质，渲染成更逼真的场景，在UE中添加动态效果和光照，烘焙好后导入RflySim3D。详细实验流程参见[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\3.CustExps\e1_CusContentSU\Readme.pdf](#) -



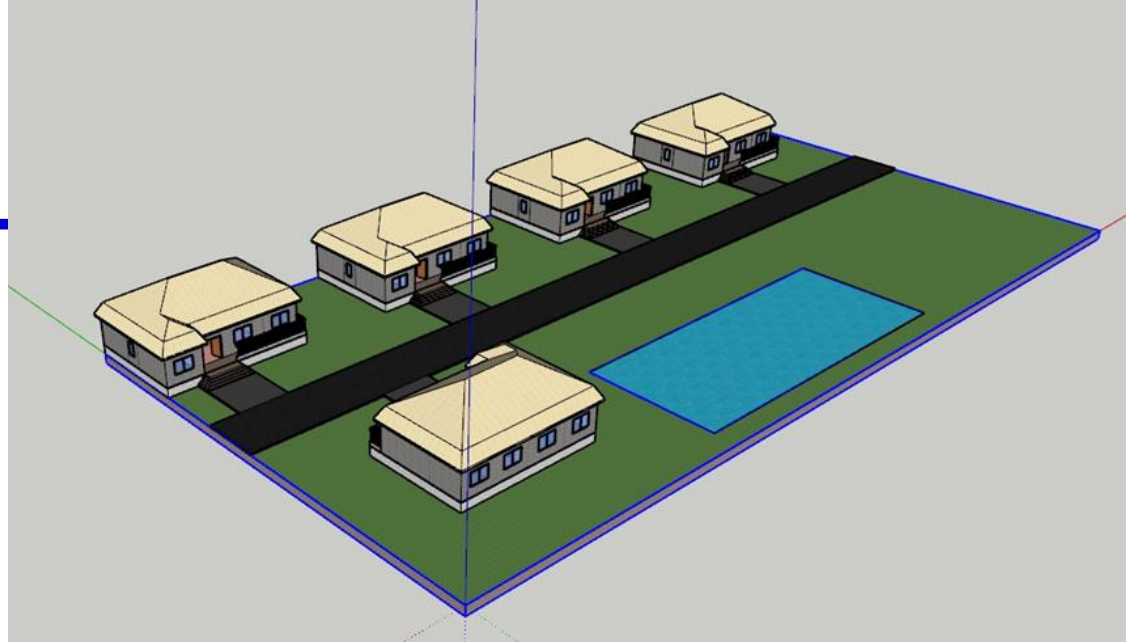


6. 扩展案例

6.2 SketchUp+Twinmotion 自定义场景创建流程

Sketchup绘制别墅场景模型如右上图

Twinmotion替换更精细的材质，渲染成更逼真的场景，如右下图。该场景导入UE后需要重新添加材质和光照效果，这是因为材质映射关系的改变。





6. 扩展案例

6.3 RflySim3D自定义固定翼模型加载流程

本实验将自定义的固定翼模型在3ds Max中调整，把8个舵面和机身分别以静态网格体导入UE中添加材质并烘焙，最后与配套模型配置文件XML一并导入RflySim3D并展示效果。该实验以MQ-9R eaper飞机为例。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\3.CustExps\e2_CusLoadFixWing\Readme.pdf](#) - 。

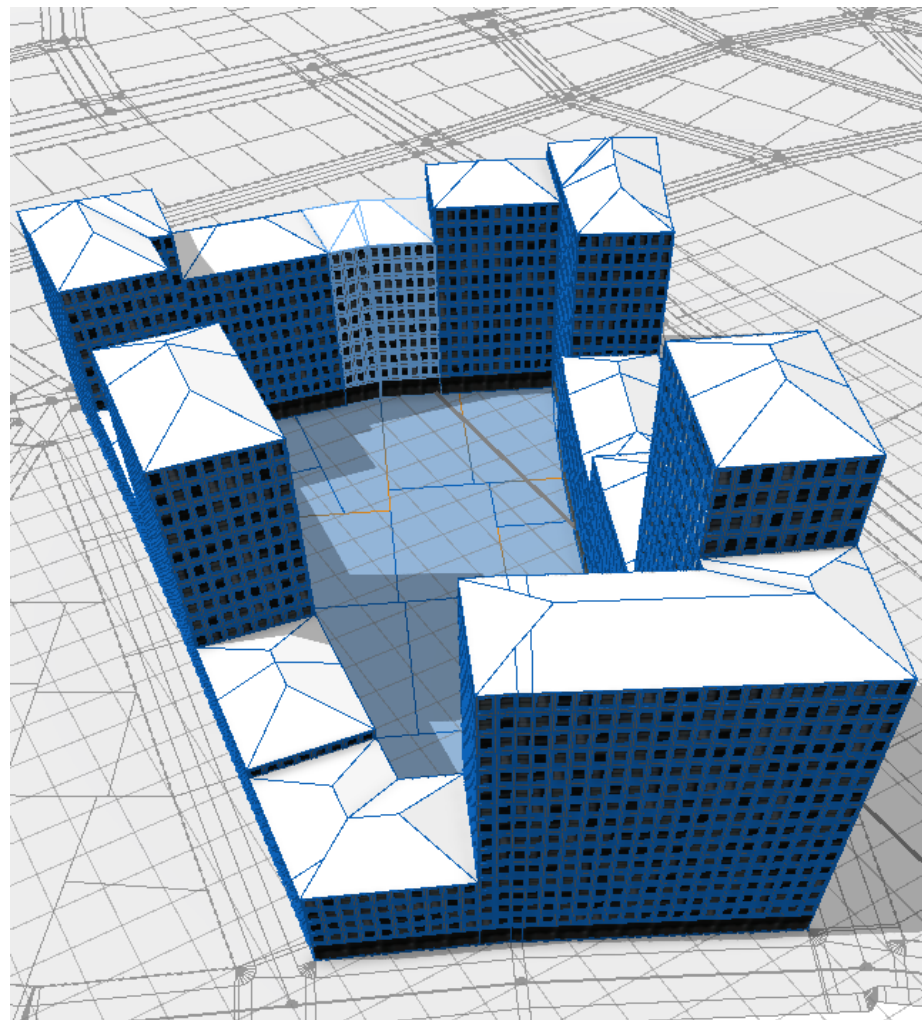




6.扩展案例

6.4 GIS服务（CityEngine操作入门实验）

本实验利用CityEngine使用cga规则在指定区块构建3D建筑模型。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\3.CustExps\e3_CityEngineExp\1.CityEngineUsage\Readme.pdf](#) - 。

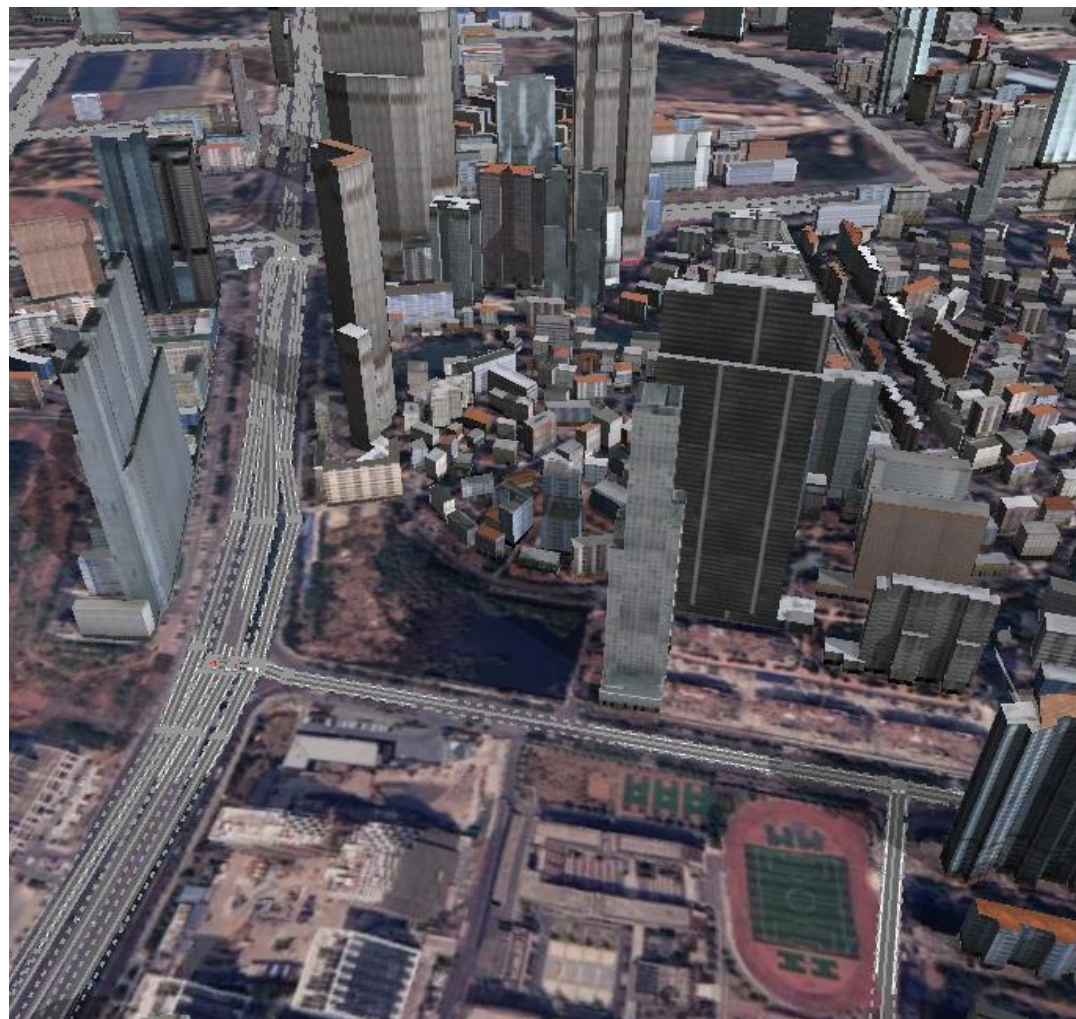




6.扩展案例

6.4 GIS服务（基于CityEngine 城市场景创建实验）

本实验提供了一套根据地理信息（影像和高程数据）和道路建筑信息（矢量数据）分别使用cga规则构建对应的3D模型的方法。具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\3.CustExps\e3_CityEngineExp\2.CitySceneBuild\Readme.pdf](#) - 。



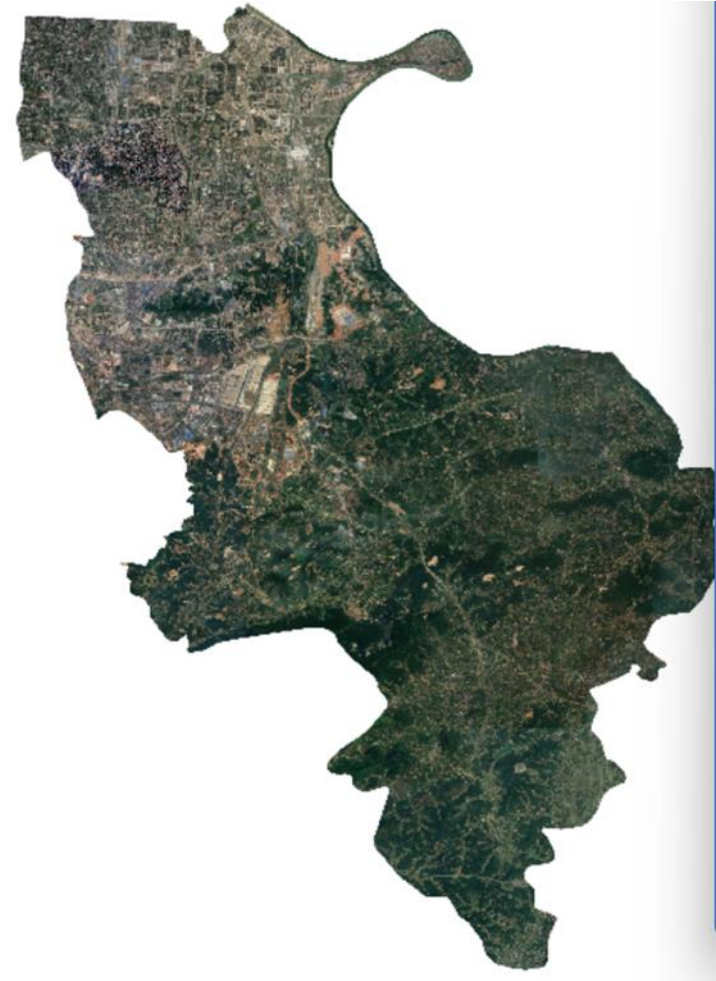


6.扩展案例

6.4 GIS服务（多级影像重叠白边处理流程）

本实验提供了一套分别使用这两种常用的地理信息系统（GIS）软件Global Mapper和ArcGIS处理多级影像白边的流程。

具体实验操作见文件[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\3.CustExps\e4_MultOverlapareas_Process\Readme.pdf](#) - 。





大纲

1. 实验平台配置
2. 三维场景建模与仿真 workflow
3. 场景交互接口
4. 基础建模仿真案例
5. 进阶建模仿真案例
6. 扩展接口及建模仿真案例（完整版）
7. 小结



7. 小结

- 本讲主要对无人系统三维仿真场景的开发课程进行讲解，分为基础实验、进阶实验和扩展案例三部分，使各位学员能够尽快熟悉各类场景模型的制作和导入流程以及RflySim3D提供的场景控制接口。
- 基础实验是简单场景和模型导入流程和基本场景控制接口学习为主，进阶实验是从近地面场景和全球大场景构建→蓝图模型→完整场景控制接口的学习路线进行教学。

如有疑问，请到<https://doc.rflysim.com/>查询更多信息。



RflySim更多教程



扫码咨询与交流



飞思RflySim技术交流群



谢谢！