



3.6 例程体系与综合实践



本章目录

从例程目录到三项综合实践

第三章 三维环境建模与仿真

- 3.1 三维仿真基础与工具选型
- 3.2 UE场景运行渲染与交互
- 3.3 多模态传感器数据生成
- 3.4 分布式仿真架构与数据接口
- 3.5 场景与载具资源开发
- 3.6 例程体系与综合实践**
- 3.7 习题案例分析与课程设计

本节 4 个教学单元

3.6.1 入口与选题

教材对应：第3.3.1节

3.6.2 接口目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.3 基础与进阶目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.4 代表案例与实践路线

教材对应：第3.3.2节



3.6.1 入口与选题：例程资料

用贴地放置例程定位入口与对照对象

- **入口：** 0.ApiExps/e5_UEMapCtrl/3.TargetPlace/Readme.pdf。
- **脚本：** code/TargetPlaceDemo.py列出普通与贴地两次调用。
- **对照对象：** MountainTerrain、人物样式30、实例ID100和101。

记录： 保存输入坐标、运行命令与两人物脚底位置；先确认各自x、y，不能把跨点高度差直接归因于接口。

入口、脚本、两种调用和落点记录组成一条复现链。

3.6.1 入口与选题：目录与学习任务

三层目录对应三种学习起点

- **0.ApiExps**：学习一个操作、一个命令或一种回传结构。
- **1.BasicExps**：用现成输入形成可创建、可保存的资源与场景。
- **2.AdvExps**：增加资源处理、蓝图或地理数据依赖；3.CustExps按条件选做。

选题示例：先在API层运行贴地例程，比较人物落点；再在基础层保存布局并重载。每一步都保留输入和对应结果。

按问题选择例程，依赖决定实践范围。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.1 入口与选题：Readme读法

按3.TargetPlace的Readme走完输入与观察

- **输入：** MountainTerrain、 人物样式30与Click Point读到的坐标。
- **准备：** ue4.bat开三维端；按M切山地，双击地面读z。
- **执行：** 按Readme编辑TargetPlace.py，再用Python38Run.bat运行。

产物： 分别核ID100的给定z和ID101的贴地落点；记录地图、坐标、命令与画面，不把不同x处高度差当作接口效果。

记录对象ID、坐标和脚底结果，再判断放置方式。



3.6.1 入口与选题：接口术语

用贴地调用区分命令、样式与实例

- **命令：** sendUE4Cmd切MountainTerrain，待地图加载后再放置。
- **API：** sendUE4Pos给定z； sendUE4Pos2Ground请求贴地。
- **样式/实例：** vehicleType=30选人物； ID100与101定位两个人物。

消息判据：核调用中的ID、坐标与三维端对象一一对应；贴地标记由三维端处理，不能把普通调用误写成自动查地形。

命令切图，样式选人物，实例ID选对象，API定落点。

3.6.1 入口与选题：操作入口

操作、快捷键与命令入口

0.ApiExps

e0_DevToolsUsage

工具职责、输入格式与资源制作入口。

e0_RflySim3DUsage

场景程序的启动、显示与基本操作。

e1_KeyboardAPI

用快捷键改变观察、选择和场景对象。

e2_CommandAPI

用控制台或BAT发送场景命令。

人工操作便于探索，脚本调用使场景变化可重复验证。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.1 入口与选题：初始化与对象

初始化配置与对象运动

0.ApiExps

e3_InitAPI

TXT在启动或切图时执行；
编辑后须重新触发对应加载。

e4_UAVCtrl

运行中向已有ID发输入，
更新部件动作或整对象依附。

验证：先重载地图确认初始状态，再向同一ID更新控制量，比较对象动作。

启动命令设置初始条件，控制接口更新对象。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.1 入口与选题：环境与数据

地图、状态、地理和效果入口

0.ApiExps

e5_UEMapCtrl

对象放置、地形数据与贴地轨迹。

e6_RflySim3DCtrlAPI

模型状态控制、显示与结构化回传。

e7_RflySim3DGIS

地理原点与Cesium场景接入。

e8_RflySim3DEffect

环境、通信连线及动作效果。

场景控制与数据回传由不同接口承担。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.1 入口与选题：碰撞与场景保存

碰撞事件和场景编辑入口

0.ApiExps

e9_RflySim3DCollision

碰撞事件与回传数据。

e10_BuildCusScene

在场景界面创建并保存自定义布局。

验证：保存布局后重载同一场景，再复现接触过程；用事件时间与对象ID对应碰撞记录。

事件记录与场景布局是两种不同产物。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.1 入口与选题：课堂三项任务

用三个任务贯通本节目录

- **贴地放置：** e5_UEMapCtrl/3.TargetPlace → 人物位置与脚底落点。
- **场景保存：** e0_StarterContent/5.UE_CustomImport → 同次布局JSON及关联资源。
- **数据读取：** e6_RflySim3DCtrlAPI/10.GetCamObjDemo → 状态字段与两路RGB图像。

每个任务都对应入口、参数与可观察产物。





3.6 例程体系与综合实践



本章目录

从例程目录到三项综合实践

第三章 三维环境建模与仿真

- 3.1 三维仿真基础与工具选型
- 3.2 UE场景运行渲染与交互
- 3.3 多模态传感器数据生成
- 3.4 分布式仿真架构与数据接口
- 3.5 场景与载具资源开发
- 3.6 例程体系与综合实践**
- 3.7 习题案例分析与课程设计

本节 4 个教学单元

3.6.1 入口与选题

教材对应：第3.3.1节

3.6.2 接口目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.3 基础与进阶目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.4 代表案例与实践路线

教材对应：第3.3.2节





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：工具与资源

工具例程的最小复现产物

0.ApiExps/e0_DevToolsUsage

1.UEBuildUsage

运行箱体蓝图，记录旋转节点与结果。

2.3dsMaxUsage

创建箱体并导出box.fbx，核对尺寸。

3.CesiumForUnrealUsage

保存QuickStart关卡及地理加载配置。

4.SketchUpUsage

完成房屋模型并保存house.skp。

每种工具留下明确产物，用实际文件连接制作与场景运行。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：外部资产获取

场景传递与外部资产的复现记录

0.ApiExps/e0_DevToolsUsage

5.TwinmotionUsage

保存house.tm；按教程版本分支导出场景。

6.EpicFabUsage

选一项资产，记录来源、许可及目标格式。

· **交付：**源文件、导出产物、引用纹理，以及对应的软件和插件版本。

原始资源、导出文件与版本记录，使外部资产能够重新导入。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：命令查阅与调用

命令、枚举和BAT调用

0.ApiExps/e2_CommandAPI

1.command

按参数顺序发送一条命令，
观察对应场景状态变化。

2.enumerate

先查该字段枚举，再代入命令；数字含义随字段
变化。

3.BatAPI

把已验证参数写入BAT；重启后核对地图与视角。

枚举定义取值，命令和脚本负责执行。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：TXT触发时机

启动TXT与地图TXT

0.ApiExps/e3_InitAPI

1.TXTAllCtrlScript

启动时读取RflySim3D.txt。

2.TXTMapCtrlScript

切换指定地图时执行对应TXT。

对照：重启查看全局TXT的效果，再切到指定地图查看地图TXT；记录各次地图与显示状态。

触发时机决定预设命令何时生效。



3.6.2 接口目录：启动配置示例

RflySim3D.txt逐行设置启动条件



- **文件：** RflySim3D.txt, 逐行命令。
- **地图：** RflyChangeMapbyName Changsha。
- **显示：** 1280×720窗口；帧率上限25。

图：TXT预设启动场景

预设命令在启动时设置地图和显示参数。

3.6.2 接口目录：TXT实际参数

预设文件保存命令与显示参数

RflyChangeMapbyName Changsha

r.setRes 1280x720w

t.maxFPS 25

stat fps

地图：Changsha必须是当前程序可加载的资源。

显示：1280×720，w为窗口模式；25是帧率上限，stat fps显示统计。

文件：1.TXTAllCtrlScript/RflySim3D.txt，一条命令占一行。

地图名和显示参数可以作为实验初始条件。

3.6.2 接口目录：部件与对象依附

执行器控制与整对象依附

0.ApiExps/e4_UAVCtrl

1.ActuatorBinding

XML父项带动子部件，见3.5倾转例。

2.ActuatorCtrl

按模型约定分配扩展执行器输入。

3.VehicleAttachSim

用Simulink定义整对象依附。

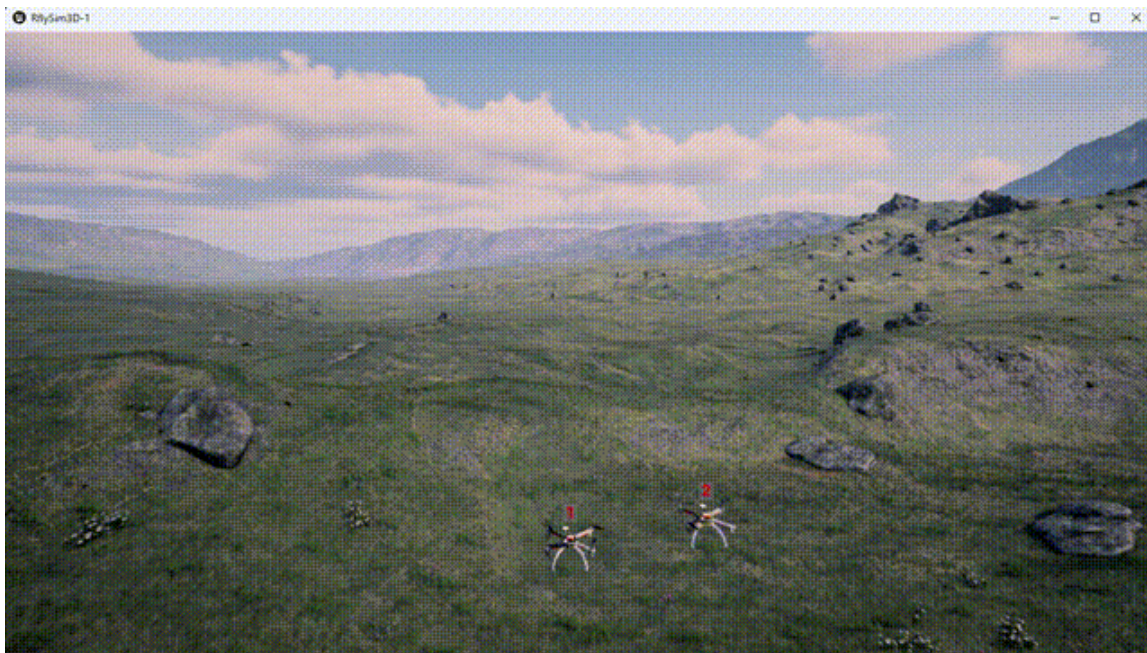
4.VehicleAttachPy

用Python指定子对象、父对象与模式。

机内部件索引与场景对象ID分别定位目标。

3.6.2 接口目录：整对象依附

场景对象ID定义整体依附关系



- **调用：** sendUE4Attatch(2,1,3)。
- **对象：** 2号依附1号；
模式3同时依附位置和姿态。
- **入口：**
e4_UAVCtrl/4.VehicleAttachPy。

图：旧双机依附演示；当前例程为人物与无人机

对象依附使用实例ID，机内绑定使用执行器序号。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：放置与地形

对象放置与地形读取入口

0.ApiExps/e5_UEMapCtrl

1.TargetCreateKey

快捷键创建靶标，XML定义中心离地高度。

2.TargetCreatePy

按给定位置创建靶标并更新高度。

3.TargetPlace

普通位置与引擎贴地处理两种调用。

4.GetTerrainMAT

MATLAB读取高度PNG并查询地形。

贴地调用和读取高度矩阵是两条过程。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：贴地轨迹

单体、多体与异构轨迹

0.ApiExps/e5_UEMapCtrl

5.TrajGen

地形高程参与单模型贴地轨迹生成。

6.TrajGenMulti

同构多机共享轨迹生成机制。

7.HeterTrajGenMulti

异构模型按各自ID接收UDP状态。

8.TenCarCircleCtrl

十车圆环轨迹结合地形高度。

轨迹数据按实例ID发送，地形提供高度条件。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：创建与回传

模型创建与状态数据入口

0.ApiExps/e6_RflySim3DCtrlAPI

1.UECtrlPy

切图、创建模型并施加附加运动。

10.GetCamObjDemo

状态回传与图像采集分别读取。

2.LoadModelsOnBat

启动脚本指定模型与初始场景。

3.LoadModelsByTxt

RflyLoad3DFile加载模型控制命令。

创建发送状态，回传请求返回结构化数据。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：轨迹视口与反馈

轨迹、回传、视口和损伤显示

0.ApiExps/e6_RflySim3DCtrlAPI

4.TrajDemo

按轨迹更新模型的位置姿态。

5.UE4RecUE4APITest

请求并接收场景回传消息。

6.RflySim3DViewPortDemo

控制观察视口和显示区域。

7.DamageModel

模型损伤状态与对应可见效果。

对象状态与观察窗口可以分别控制。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：消息与位置

消息显示和位置读取

0.ApiExps/e6_RflySim3DCtrlAPI

8.RflySim3DMsgDispDemo

显示指定消息内容与样式。

9.RflySim3DPosGet

读取场景中的位置数据。

验证：移动同一ID的对象，核对位置回传随之更新；屏幕标签便于观察，数值记录用于计算。

屏幕文字与位置结构体分别承载信息。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：地理原点

Cesium与倾斜模型入口

0.ApiExps/e7_RflySim3DGIS

1.CesiumPlugin

加载地理瓦片并设置地图参考原点。

2.ObliModelMap

倾斜模型转换与地理位置配置。

应用：把源数据基准、地图原点与加载地址一起记录。

地理资源加载需要同一坐标基准。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.2 接口目录：连接与车辆效果

通信连线、管道与车辆效果

0.ApiExps/e8_RflySim3DEffect

1.Comm

连线的样式和持续时间表达连接关系。

2.Tunnel

坐标序列生成分段管道几何。

3.EastBomberSU24

模型扩展输入触发可见效果。

4.RoadRollerDemo

创建车辆并发送贴地移动状态。

效果几何由坐标、样式或事件参数驱动。



3.6.2 接口目录：环境与模型动作

天气、模型动作与事件效果

0.ApiExps/e8_RflySim3DEffect

5.StandardVtol

按状态更新垂直起降翼模型。

6.Weather

天气参数改变天空和降水外观。

7.3DlasersBomb

定制资源将命中事件映射为特效。

8.RobotDog

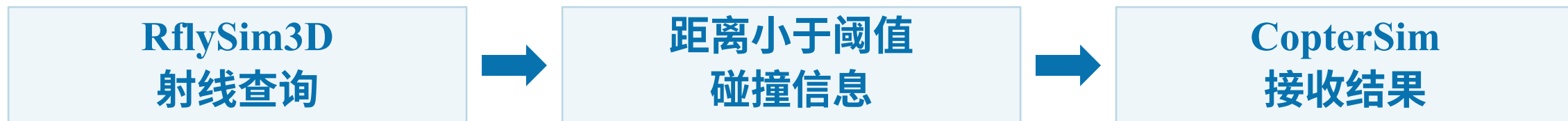
按模型协议用扩展输入驱动关节。

模型输入含义随对应资源协议确定。

3.6.2 接口目录：RflySim3D碰撞例程

RflySim3D用射线查询检测碰撞，再把结果交给CopterSim

例程： [安装目录]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\0.ApiExps\e9_RflySim3DCollision



检测原理： 按设定频率向各方向查询距离；飞行器与物体的距离小于阈值即判为碰撞。

步骤一： 双击ue4.bat打开RflySim3D，再双击Python38Run.bat，输入python collsion.py，观察地面、静态物体和飞行器的碰撞消息。

步骤二： 运行CopterSimColl.bat启动两机软件在环仿真；再运行python CopterSimColl.py，按Ctrl+鼠标滚轮放大飞机直到相碰，飞机被弹开。

版本限定： 按P键开启的物理碰撞引擎仅完整版及以上可用。

3.6.2 接口目录：当前接口查阅

从例程调用追到SDK定义

- **任务入口：**安装包中的Readme.pdf说明步骤；同目录脚本和配置给出实际输入。
- **文档回指：**3.4 “分布式仿真架构与数据接口” 中的UE4CtrlAPI文档。
- **源码入口：** RflySimAPIs/RflySimSDK/ue/UE4CtrlAPI.py。
- **调用追踪：** TargetPlaceDemo.py → sendUE4Pos2Ground → 数据包与UDP发送。

版本区别： sendUE4PosFull明确用NED米； sendUE4PosNew的轴向与时间说明仍有冲突，配套例程先保留原值。

例程给任务过程，SDK给当前参数与返回定义。



3.6 例程体系与综合实践



本章目录

从例程目录到三项综合实践

第三章 三维环境建模与仿真

- 3.1 三维仿真基础与工具选型
- 3.2 UE场景运行渲染与交互
- 3.3 多模态传感器数据生成
- 3.4 分布式仿真架构与数据接口
- 3.5 场景与载具资源开发
- 3.6 例程体系与综合实践**
- 3.7 习题案例分析与课程设计

本节 4 个教学单元

3.6.1 入口与选题

教材对应：第3.3.1节

3.6.2 接口目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.3 基础与进阶目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.4 代表案例与实践路线

教材对应：第3.3.2节



3.6.3 基础与进阶目录：X680资源链

从X680的FBX到可创建的三维端模型

- **输入：** VehicleModel/DroneyeeX680Body.FBX与桨叶FBX。
- **处理：** 在UE核层级、轴心和材质，再Cook为运行资产。
- **产物：** DroneyeeX680Body.uasset/.uexp及DroneyeeX680.xml。

使用： Copy.bat部署到RflySim3D/Content；XML的MeshPath指向机身资产，创建后核旋翼。X680仅是载具资源代表例，后页还列场景、地形与对象。

核FBX、Cook资产、XML路径和部署目录一一对应。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：基础资源总览

基础层的四组资源入口

1.BasicExps

e0_StarterContent

场景创建、Cook、原点与保存入口。

e1_CusLoadDroneyeeX680

现成FBX、Cooked资源与XML模板。

e3_RflySim3DTerrainPcd

地形栅格采样、查询与PLY输出。

e4_CusLoadObj

图片、运行时网格和XML对象导入。

先得到一份可加载资源，再改变其参数。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：场景版本分支

UE4与当前UE5场景流程

1.BasicExps/e0_StarterContent

1.UE4StarterContent

UE4.27场景Cook及地形文件交付。

2.UE5StarterContent

当前UE5.8使用RflyDemo基础场景。

3.MaterialContent

材质引用、Cook与显示问题定位。

4.SetSceneOrigin

区分资产枢轴、世界原点和地理参考。

相同目录主题可以对应不同的版本化流程。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：场景生成与保存

Python创建与界面保存衔接

1.BasicExps/e0_StarterContent

5.UE_CustomImport

TargetCreate.py创建，界面保存JSON。

- **输入：** ChallengeMap与TargetCreate.py中的pos、ang列表。
- **处理：** 循环发送对象状态；在界面保存本次生成结果。
- **产物：** 布局JSON及同名关联文件；随机方框保留本次坐标。

创建脚本发对象状态，保存动作写布局文件。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：对象格式分支

图片、运行时网格与XML对象

1.BasicExps/e4_CusLoadObj

1.loadPng

将标定图案作为带尺寸的场景资源。

2.loadSimpleMesh

通过UMG导入本地网格并保存仓库配置。

3.loadMeshXML

FBX经UE4 Cook后用XML登记资源。

三类输入产生不同的加载配置。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：进阶资源 workflow

workflow、场景、蓝图和地理资源

2.AdvExps

e0_DevWorkflow

资产、XML与运行加载的开发流程。

e1_TwinmotionContent

Datasmith传递场景和引用资产。

e2_BlueprintModel

Rfly事件、组件动作与特效蓝图。

e3_CusGIS

OSGB转换与地理场景配置。

每个进阶入口增加一种明确的资源依赖。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：点云与扫描

点云资源与实物扫描重建

2.AdvExps

e4_LidarPointCloud

LAS点云导入、碰撞构建与Cook。

e5_LiDAR-UE

手机扫描物体或室内，修复后导入UE。

地形高程采样见3.5；实物扫描需要相应采集设备。

扫描采集与既有点云导入分开选择。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：资源产物衔接

从Cook到XML再到运行加载

2.AdvExps/e0_DevWorkflow

1.3DMap_Model_Import_Dev

Cook资源、XML索引与场景加载衔接。

- **输入：**目标引擎的UE资产及材质、纹理等引用依赖。
- **处理：**Cook形成运行资源；XML登记样式与MeshPath。
- **产物：**Content资源、XML和实例创建调用，三者路径对应。

运行资源、索引配置与实例状态逐层连接。



3.6.3 基础与进阶目录：蓝图实现路线

旋翼、固定翼、动画与碰撞事件

2.AdvExps/e2_BlueprintModel

1.BlueprintBuild

输入存速度变量，Tick驱动X680旋翼。

2.BPModelLoad

按固定翼蓝图的定义配置扩展输入。

3.CusLoadBP

Tello骨骼与动画蓝图制作。

4.BombEffect

碰撞事件触发粒子与声音效果。

从具体事件追踪输入到模型动作。

3.6.3 基础与进阶目录：扩展输入特效

扩展输入与Niagara响应

2.AdvExps/e2_BlueprintModel

5.LasersEffect

Niagara是UE的视觉特效系统，本例用于显示命中效果。

- **输入：** ActuatorInputsExt携带目标Copter ID。
- **处理：** 匹配Actor标签，LineTraceByChannel返回命中位置。
- **产物：** 该位置的Niagara效果；延时后销毁目标与自身。

扩展事件将输入映射到指定视觉效果。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：OSGB数据链 倾斜摄影模型的转换产物

2.AdvExps/e3_CusGIS

1.ObliModelMap

OSGB转3D Tiles并配置地理原点。

- **输入：** Data/Tile_*与metadata.xml的坐标信息。
- **处理：** OSGB转换为3D Tiles，配置源基准与地图原点。
- **产物：** tileset.json及子瓦片；模型高度偏移单独记录。

tileset.json及子瓦片连同坐标基准交付。





3.6 例程体系与综合实践



3.6.3 基础与进阶目录：扫描对象与空间

单个物体与室内扫描

2.AdvExps/e5_LiDAR-UE

1.3DScannerModel

手机扫描物体，MeshLab修复网格。

2.3DScannerScene

手机扫描室内，整理网格后导入UE。

验证：用已知长度核对网格尺度，检查孔洞与朝向；导入后查看几何和材质，检测任务另查碰撞。

采集范围不同，后续都需整理可用网格。



3.6.3 基础与进阶目录：条件深化

已有模板与外部数据分别准备

- **先读现成模板：** X680的XML与Cooked资源； BlueprintBuild的源资产和蓝图。
- **先备输入数据：** loadMeshXML所用FBX； OSGB的metadata.xml与模型； 离线地形/影像TIF。
- **条件深化：** 扫描设备、GIS服务或定制版本； 课程入口和目标程序保持一致。

模板路线复用已有资源；扫描与GIS路线增加采集、转换和服务依赖。

3.6.3 基础与进阶目录：扩展条件

三类定制例程各有输入与验收证据

- **碰撞：** e3_CollisionMode选P1/P3，用stat game记录WorldTick。
- **地理：** e5_CesiumOffline将TIF切片，由Nginx:8080提供瓦片。
- **联网：** e1_CtrlAllUEinLAN需两机互通，接收端按I1。

范围： 三者位于3.CustExps、需完整版及以上；Nanite/Lumen/Chaos另按UE工程版本核可用性。

分别交帧耗时、瓦片加载与异机命令响应证据。



3.6 例程体系与综合实践



本章目录

从例程目录到三项综合实践

第三章 三维环境建模与仿真

- 3.1 三维仿真基础与工具选型
- 3.2 UE场景运行渲染与交互
- 3.3 多模态传感器数据生成
- 3.4 分布式仿真架构与数据接口
- 3.5 场景与载具资源开发
- 3.6 例程体系与综合实践**
- 3.7 习题案例分析与课程设计

本节 4 个教学单元

3.6.1 入口与选题

教材对应：第3.3.1节

3.6.2 接口目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.3 基础与进阶目录

教材对应：第3.3.1节

3.6.4 代表案例与实践路线

教材对应：第3.3.2节



3.6 例程体系与综合实践

3.6.4 代表案例与实践路线：综合应用总览 四类综合应用连接不同数据链

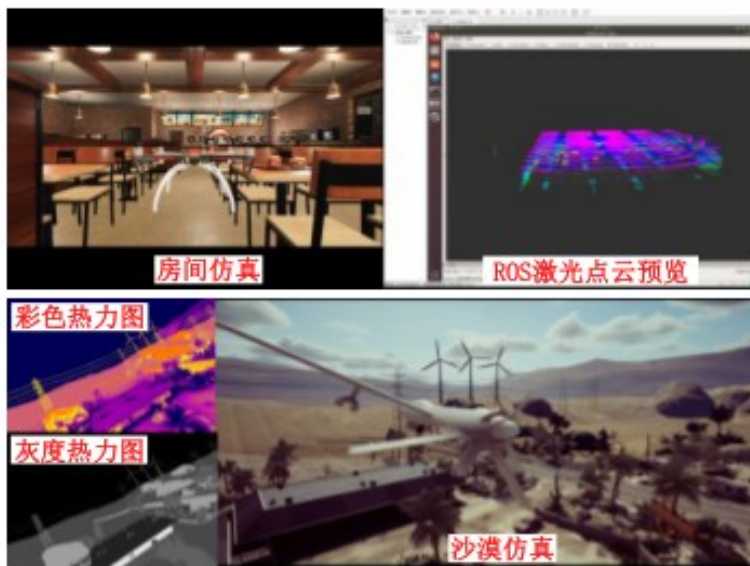


图3.9 高阶案例展示

综合任务要让环境变化、状态更新与传感器观测保持对应。

3.6.4 代表案例与实践路线：传感器应用链

激光雷达与红外来自各自观测链



(a) 360度激光雷达与红外传感器

图3.9(a) 360度激光雷达与红外传感器

- **点云**：房间环境与ROS显示。
- **红外**：沙漠环境与两类热力图。
- **对接**：记录配置、采样数据和显示方式。

传感器配置决定观测形式，采集接口交付数据。

3.6.4 代表案例与实践路线：状态与评价链

效能评价使用轨迹和任务规则



(b) 实时效能评估系统

图3.9(b) 实时效能评估系统

- **输入：** 载具状态与轨迹。
- **规则：** 任务区域、路径或评价条件。
- **输出：** 监测画面与计算指标。

状态数据进入评价程序，画面提供同步观察。

3.6.4 代表案例与实践路线：VR交互条件

VR训练连接头显、手柄与视景



(c) 沉浸式VR实训应用

图3.9(c) 沉浸式VR实训应用

- **设备：**VR头显与手柄。
- **显示：**沉浸视野及实时画面共享。
- **条件：**对应硬件、驱动和支持版本。

交互设备输入与视景输出共同构成训练界面。

3.6 例程体系与综合实践

3.6.4 代表案例与实践路线：规则化城市生成

规则化城市的输入、对照与交付



(d) 基于CityEngine规则快速生成城市场景

图3.9(d) 基于CityEngine规则快速生成城市场景

· **输入对应：** 矢量组织道路，高程给地形，影像给背景。

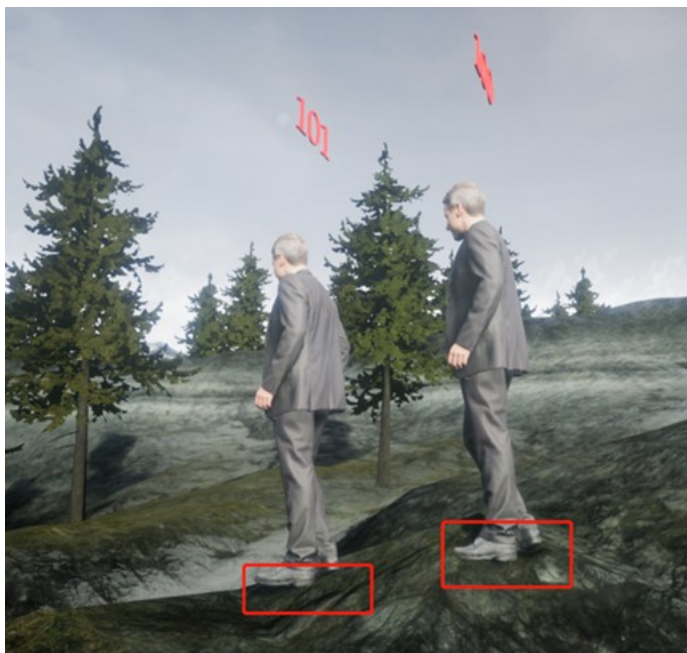
· **规则对照：** 固定地理输入，改变建筑规则并保存结果。

· **场景交付：** 模型、纹理、地理原点与版本一同保存。

固定地理输入并保存生成规则，才能复现同一城市资源。

3.6.4 代表案例与实践路线：贴地任务入口

同一张地图有两种放置处理



图：MountainTerrain中的人物放置

- **启动：** 在code内运行ue4.bat，选MountainTerrain。
- **执行：** python
TargetPlaceDemo.py
- **预期：** 出现100/101号人物，比较脚底与地表。

环境： Python38Run.bat

普通调用使用给定高度，贴地调用由引擎处理落地。

3.6.4 代表案例与实践路线：两次实际调用

原模板使用相邻位置进行展示

```
ue.sendUE4Pos(  
    100,30,0,[-16.479,1.45,-177.181],[0,0,math.pi])
```

```
ue.sendUE4Pos2Ground(  
    101,30,0,[-17.479,1.45,0],[0,0,math.pi])
```

对象： ID为100/101，样式30；x相差1米，y相同。

单位： 位置NED米；姿态为roll/pitch/yaw弧度，偏航为 π 。

两个人物的x相差1米，位置与方法同时发生变化。

3.6.4 代表案例与实践路线：贴地消息机制

sendUE4Pos2Ground发送贴地标志

- **消息字段：**贴地标志1234567891、对象ID、模型样式、转速、位置和姿态。
- **作用过程：**UDP状态 → RflySim3D识别贴地标志 → 当前地形与模型偏移决定落点。
- **数据方向：**本调用发送状态；Python高度查询另读地图PNG/TXT及其标定。

输出解释：普通调用把模型原点放到给定 z ；贴地调用由引擎结合地表和模型中心离地偏移确定落点。

Python发出贴地请求，场景引擎处理模型落点。

3.6.4 代表案例与实践路线：同点对照条件

固定位置后比较放置方法

- **固定：** MountainTerrain、模型样式30、x/y与姿态；分次创建避免对象重叠。
- **改变：** 普通位置调用与贴地调用；记录输入z、对象ID和可见落点。
- **解释：** 地形位置、碰撞/地表几何与模型中心离地偏移共同影响脚底位置。

预期现象： 地表与偏移配置正确时，贴地人物脚底贴合地面；悬空或穿地时，分别核对地表碰撞和模型原点。

固定地形与横向位置，才能解释高度处理差异。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.4 代表案例与实践路线：脚底间隙算例

按NED高度计算人物脚底与地面的间隙

- **题设：**同一NED系，地面Down坐标177.0 m，人物参考点176.0 m。
- **模型：**脚底相对参考点向Down方向偏移+0.8 m。
- **代入：** $g = 177.0 - (176.0 + 0.8) = 0.2 \text{ m}$

判读： $g > 0$ 表示脚底悬空； $g = 0$ 才是几何贴合。此数值仅为教学题设，贴地落点须以三维端实测核对。

脚底高于地面0.2 m；贴地调用仍须核模型原点。

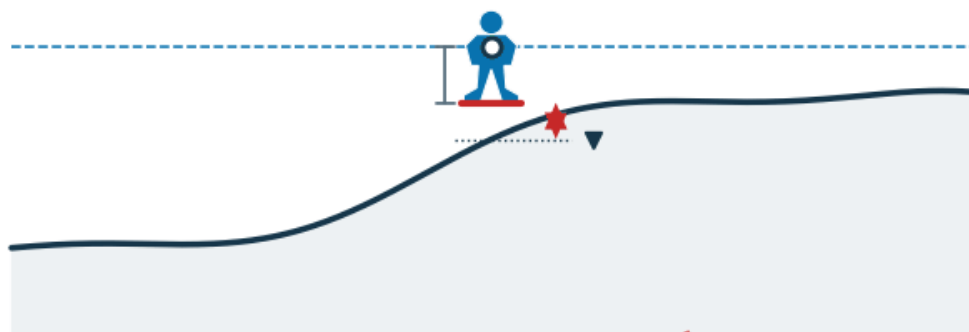


3.6.4 代表案例与实践路线：贴地对照

同一地形上对照参考高度与贴地放置

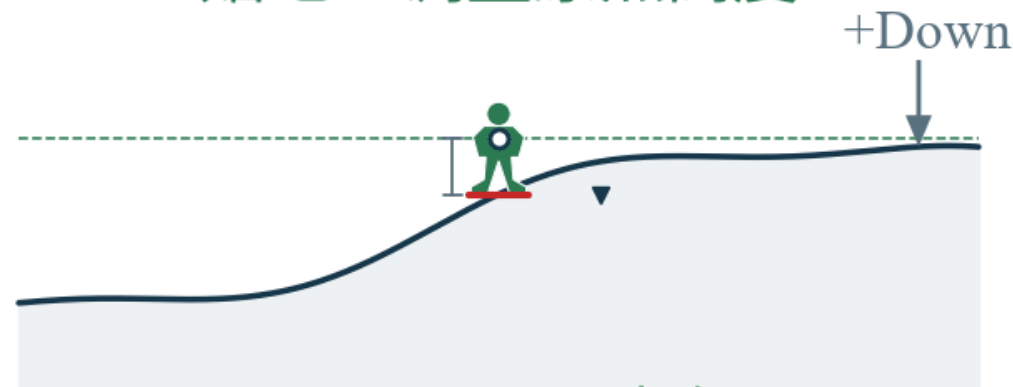
○ 原点 - 脚底 - 地面 脚底偏移 +0.30 示意单位

普通：原点高度固定



$g = +0.198$ 悬空

贴地：调整原点高度



$g = +0.000$ 贴合

$$g = z_{ground} - (z_{ref} + 0.30)$$

固定地形与模型原点后，两种放置方式的脚底差异才可解释。

3.6.4 代表案例与实践路线：场景生成代码

TargetCreate.py按列表创建九个元素

```
for i in range(len(pos)):
    ue.sendUE4PosNew(
        copterID=i+10002, vehicleType=pos[i][0],
        PosE=pos[i][1:4], AngEuler=ang[i],
        runnedTime=-1)
```

编号：九项对应10002–10010，vehicleType取每行类型。

状态：PosE为[x,y,z]米；AngEuler为[roll,pitch,yaw]弧度。

时间：runnedTime=-1保留本例默认值，客户端原样发送。

实例ID来自循环，类型与位置来自对应列表项。

3.6.4 代表案例与实践路线：随机偏移与输出

随机生成后的布局是本次输入结果

```
pos[i][1] += random.uniform(-0.1,0.1)
```

```
pos[i][2] += random.uniform(-0.2,0.2)
```

```
print(x[2],y[2])
```

偏移：当前列表的两个815方框，x增量为 ± 0.1 米、y为 ± 0.2 米。

记录：创建前打印完整pos列表，或创建后保存本次布局JSON。

打印：1 1属于未扰动的824立柱，不能代表两个方框的位置。

重跑生成脚本会改变部分方框的位置。

3.6.4 代表案例与实践路线：界面保存布局

保存场景将本次Actor信息写入JSON



- **创建：**在ChallengeMap运行TargetCreate.py一次。
- **操作：**保存场景 → 命名 → 确认。
- **产物：**本次布局的JSON及关联文件。

图：命名并保存自定义场景

保存当前布局后，重载才有同一份描述可读。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.4 代表案例与实践路线：两类保存目录

布局文件与地形文件保存在不同位置

布局文件：

RflySim3D/RflySim3D/Saved/
AllActorSave/<场景名>.json及.png。
JSON保存对象布局，PNG用于预览。

地形文件：

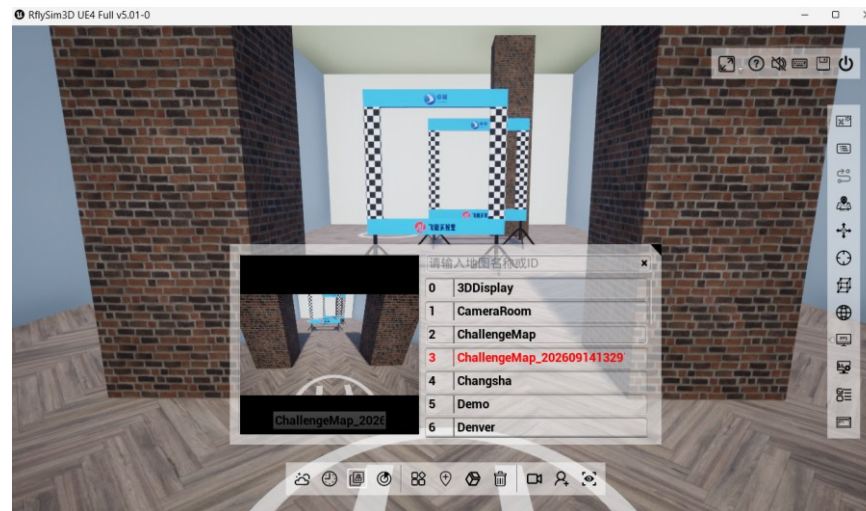
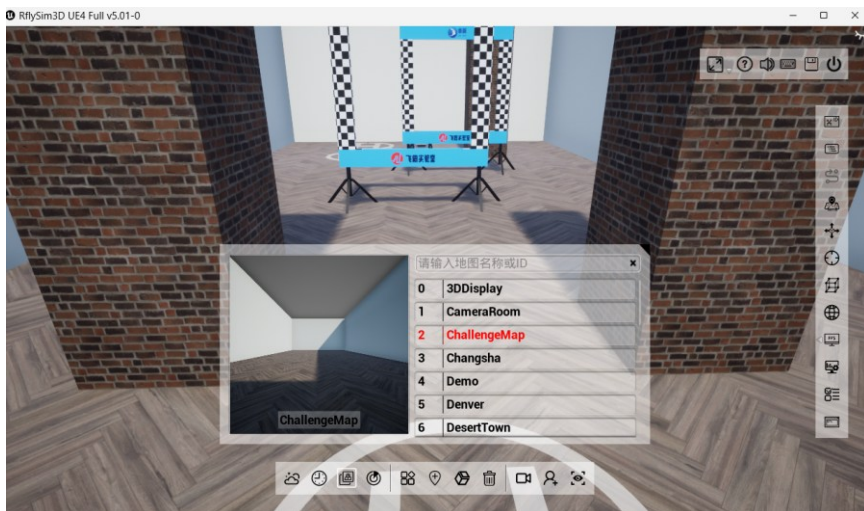
CopterSim/external/map/
<场景名>.txt及.png。
TXT给标定，PNG存高程。

- **重载：**选择已保存场景，按同一ID核对类型、位置与姿态；不重跑随机生成。

步骤：停止创建脚本 → 切换到其他地图 → 选择保存场景 → 逐项核对。



3.6.4 代表案例与实践路线：重载对照产物 场景保存与重载的布局对照



图：生成布局与地图选择界面

图：重载保存场景后的布局

对照：以砖柱为参照，观察方框间的前后与左右关系。

记录：同一方框的ID、位置与姿态写入JSON；重载对照时不重跑随机生成。

保存把本次布局变为可重载资源，方框与立柱提供直观的空间参照。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.4 代表案例与实践路线：保存与重跑

重跑生成脚本与重载保存场景回答不同问题

重跑生成脚本：

随机项重新取值，得到新布局。

保存本次布局：

JSON写出当前一次生成结果。

重载旧JSON：

读取已保存的JSON，恢复保存时的位置。

判据：按实例ID逐个比对位置和姿态。



3.6.4 代表案例与实践路线：状态与像素两条链 查询结构体与采集图像分别启动



图：1号飞行器与人物目标（UE4 Full v5.01）

场景：前景是1号飞行器，人物目标标为100；远处人物被放大。

状态链：查询相机与对象结构，获取位置、包围盒等字段。

像素链：WithCam版本另行请求图像，从vis.Img[i]读取画面。

状态回传给字段，图像采集给像素数组。

3.6.4 代表案例与实践路线：请求类型与标识

同一查询接口用类型区分目标

ue.reqCamCoptObj(0,0)

ue.reqCamCoptObj(1,[1,100])

ue.reqCamCoptObj(2,'Landscape_1')

ue.initUE4MsgRec()

启动： GetCamObjDemo.bat；等待GPS与EKF初始化完成。

类型： 0按相机SeqID；1按实例ID；2按场景对象名。

条件： 首行相机请求用于WithCam版；实例1/100与Landscape_1须先存在。

接收： initUE4MsgRec启动监听，getCamCoptObj读取缓存。

类型和标识共同决定请求哪一个结构体。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.4 代表案例与实践路线：读取状态字段

hasUpdate表示缓存收到新状态

```
Copt = ue.getCamCoptObj(1,1)
if isinstance(Copt,UE4CtrlAPI.CoptReqData):
    if Copt.hasUpdate:
        print(Copt.CopterID,Copt.PosUE,Copt.BoxExtent)
        Copt.hasUpdate = False
```

运行：在Python38Run.bat终端执行python GetCamObjDemo.py。

位置：PosUE为模型原点，boxOrigin为几何包围盒中心。

尺寸：BoxExtent为半尺寸，完整长宽高为其2倍。

新状态：hasUpdate为真时处理一次，随后置False，等待下一次回传。



3.6.4 代表案例与实践路线：状态更新

hasUpdate只在缓存收到新状态后报告一次

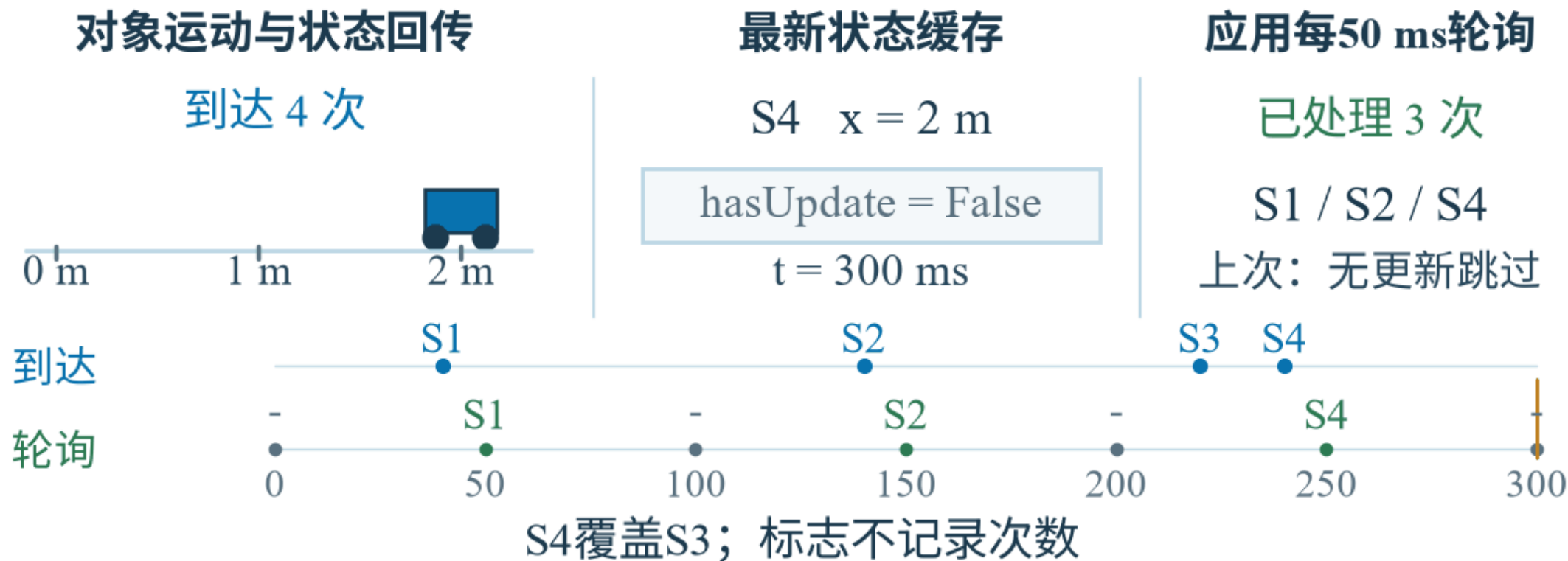
- **请求：**按类型和目标标识订阅对象状态。
- **到达：**SDK缓存新结构体并设置更新标志。
- **读取：**发现hasUpdate后处理一次并清除标志。

判据：静止时仍可有周期回传；以新到达计数。

轮询次数不是到达次数，重复读取不算新数据。

3.6.4 代表案例与实践路线：状态更新

对象停住以后，状态消息仍可继续更新



图：横轴单位为ms；S为本图消息编号，布尔标志不是消息计数器

3.6.4 代表案例与实践路线：图像配置

Config.json配置两路640×480 RGB

"SeqID": 0, "TypeID": 1, "TargetCopter": 1

"DataWidth": 640, "DataHeight": 480

"DataCheckFreq": 30

"SensorPosXYZ": [0.3,-0.15,0]

"SeqID": 1, "SensorPosXYZ": [0.3,0.15,0]

类型：两路RGB，640×480，横向安装间隔0.3米。

频率：DataCheckFreq=30请求30 Hz更新，实际接收频率另测。

传输：SendProtocol首项0选择本机共享内存。

相机序号、挂载对象和图像尺寸共同定义采集请求。

3.6.4 代表案例与实践路线：双相机时序

先核Config，再请求传感器和接收两路像素

- **配置：**两路相机各写序号、挂载目标和分辨率。
- **启动：**SITL初始化后运行配套采集脚本。
- **接收：**逐路检查新帧、数组形状与时间戳。

结束：停止脚本并关闭窗口，保留配置和记录。

两路窗口只是观察手段，数组形状才是尺寸判据。

3.6 例程体系与综合实践

3.6.4 代表案例与实践路线：启动像素接收 相机像素与状态回显同时可见



运行：python

GetCamObjDemoWithCam.py

接收：hasData[i]为真时读取
vis.Image[i]。

读图：Camera 0与对象1给位置；
两路图像显示人物和草地。
尺寸：两次640的含义见下页。

图：终端状态与两路相机图像

状态与像素来自不同通路，须分别核对对象身份与新帧。



3.6 例程体系与综合实践



3.6.4 代表案例与实践路线：尺寸与打印错误

打印两次宽度不会得到图像高度

Cam.DataWidth, Cam.DataWidth # 原脚本末行

原打印：两个值都是宽度，不能代表宽和高。

Cam.DataWidth, Cam.DataHeight # 课堂修正

字段：DataWidth为640，DataHeight为480。

vis.Image[i].shape # 像素数组形状

数组：按高、宽、通道排列；本配置预期(480,640,3)。



3.6.4 代表案例与实践路线：实践记录与解释

三项实践的结果与排错依据

- **贴地：**普通调用使用给定 z ；贴地调用由引擎依据地表与中心离地偏移确定落点。
- **保存：**JSON保留同次布局；用同一ID核对位置姿态，重跑随机脚本会改变输入。
- **采集：**状态与像素分别接收；无图像先查配置、请求与接收，尺寸按数组的高、宽核对。

输出与输入一一对应，才便于解释差异。

3.6.4 代表案例与实践路线：配置与采集资料

从配置文件继续到状态与像素源码

0.ApiExps/e6_RflySim3DCtrlAPI/10.GetCamObjDemo

- **配置：** Config.json；修改一台相机的位置，保留另一台作为参照。
- **状态：** GetCamObjDemo.py；追踪请求类型、目标标识和hasUpdate。
- **像素：** GetCamObjDemoWithCam.py；追踪请求、接收和vis.Img。
- **文档回指：** 3.4.4的视觉配置与采集；3.4的UE4CtrlAPI接口定义。

对照同一例程的配置、状态脚本和图像脚本。



3.6 例程体系与综合实践



课堂练习

每次只改一个输入，再预测可观察差异

- 贴地：固定地图与 x 、 y ，比较给定 z 和贴地落点。
- 保存：保存一次布局，重跑脚本，再重载旧JSON。
- **采集**：只改1号相机挂载偏移，0号保留参照。

记录：各项写输入、预测、结果和未通过原因。

预测、运行和记录应使用同一组条件。



练习参考要点

用高度差、布局文件和新帧标识作判断

- **贴地：**北东地z向下为正，同点比较地表与输入参考点。
- **保存：**重跑随机项可变；旧JSON重载应复原旧布局。
- **采集：**0号保持参照，1号用新帧时间戳和形状判定。

$$\Delta z = z_{\text{ground}} - z_{\text{input}}$$

排除输入变化和旧数据，才知道观察到的差异来自哪一步。



3.6 例程体系与综合实践



本节小结

从例程选题到结果解释形成闭环

- **贴地：**固定地图与横向位置，比较普通放置与贴地调用的脚底落点。
- **保存：**记录本次随机布局及JSON；重载保存场景与重跑生成脚本分开比较。
- **采集：**按状态更新标志与图像时间戳识别新数据，核对数组形状与处理耗时。

每项实践都应保留入口、输入、产物与判据。

