

---

## 三维场景建模与仿真例程库介绍与学习指南

1. 快速索引.....	1
2. 学习路线.....	1
2.1 三维场景建模仿真 workflow.....	1
2.1.1 三维场景开发.....	2
2.1.2 仿真平台集成.....	2
2.2 预备知识.....	3
2.2.1 理论知识预备.....	3
2.2.2 平台配置.....	4
2.2.3 硬件配置.....	5
2.3 文档学习路线: .....	5
2.4 例程学习路线: .....	6
3. 关键功能索引.....	6
4. 精彩案例图文展示.....	7
附加资源.....	7

# 1. 快速索引

本讲例程主要介绍本平台三维仿真场景的开发流程以及 RflySim3D 提供的场景交互接口。

[0.ApiExps/Index.pdf](#) 例程库包含 RflySim 平台三维场景建模仿真开发所需的实验平台配置以及平台三维场景仿真相关功能接口的调用方法，通过这些接口可以操纵 RflySim3D 内置的场景元素

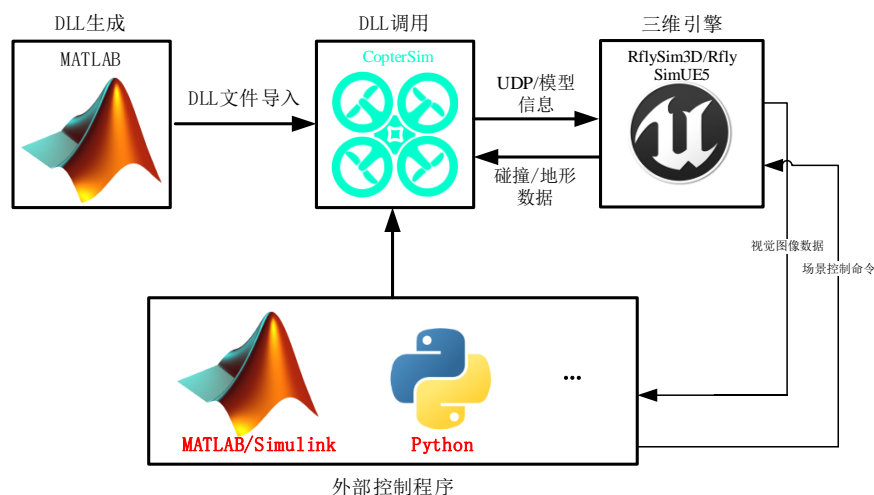
[1.BasicExps/Index.pdf](#) 例程库包含基础的三维场景扩展方法，在不添加额外交互逻辑的前提下，可以直接利用现成的三维资源（包括模型、场景、地形数据等）去扩充 RflySim3D 中的场景元素。

[2.AdvExps/Index.pdf](#) 例程库包含进阶的三维场景扩展方法，可以为场景中的载具三维模型添加自定的交互逻辑，且包含了获取全球大场景级别地形数据并集成到仿真场景中的方法。

[3.CustExps/Index.pdf](#) 例程库包含完整版特有的场景交互接口和场景扩展方法，目前主要包括局域网仿真接口、近地面场景制作方法、扩展 GIS 服务以及固定翼三维模型的匹配方法

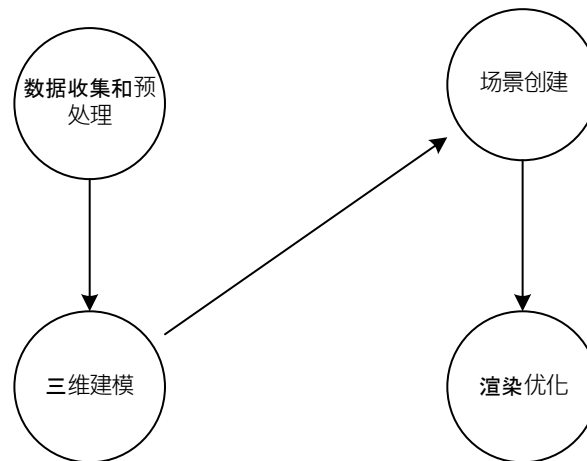
## 2. 学习路线

### 2.1 三维场景建模仿真 workflow



三维场景建模仿真的实现流程可以分为三维场景的开发及其与仿真平台的集成，本平台用于实现三维仿真的主要工具 RflySim3D 是基于 UE4 开发的可交互 3D 程序，它集成了无人系统仿真所需的大部分场景元素，并提供了相应的交互接口，且这些交互接口除了内置的控制台命令和快捷键外，还包括外部程序调用的方式，其中 Python 接口库如下 [UE4CtrlAPI.py](#)、[UEMapServe.py](#)

### 2.1.1 三维场景开发



#### (1) 数据收集和预处理

首先需要通过不同方式（如三维扫描，摄影测量等）收集需要模拟的不同物体、场景或者系统的真实数据（如 GIS 数据大多来自摄影测量）。采集了原始数据之后，首先必须进行一定的分类和整理，如对几何实体数据进行坐标转化、统一单位，对纹理图像进行校正等处理后，才可以为下一步的建模所用。

#### (2) 三维建模

利用专业的三维内容创作工具（例如 3D CAD 软件 Rhinoceros、SolidWorks，或者 3D Studio Max，Maya 等），根据收集的数据制作出三维模型；现在也支持通过三维重构等方式通过特定算法直接由充分采集的真实物体数据特征生成相对精确的三维模型。

这里的三维模型除模型的几何形状与表面材质纹理外，还包括了模型的动态行为

#### (3) 场景集成

利用三维场景编辑器根据需要创建模拟场景，包括对象的布局、灯光设定、镜头设置等（例如地形匹配和远景匹配，就是将不同类型的模型按一定层次组织起来，使得仿真场景在不同观测角度和距离下与真实场景相符）。

#### (4) 渲染优化

使用相关的技术对仿真场景的生成进行优化，使得模拟效果更加逼真的同时保证渲染的效率。

### 2.1.2 仿真平台集成

仿真平台需要将动力学引擎与传感支持、虚拟世界建模、高级渲染、用户交互支持等集成在一起，为动态系统仿真提供一站式解决方案。

因此在完成了三维仿真场景的构建后，还需要将这个虚拟环境在仿真平台中运行起来，即用户与仿真场景可以进行自由交互，这就要求实时生成场景，且提前规定场景物体在一定物理条件下的运动。

#### (1) 物体运动的建模

---

针对物体的动态行为建模，其建模方法主要有基于数值插值的运动学方法（针对三维动画）与基于物理的动力学方法（针对受控动态系统）两种。

运动学方法是指直接通过几何变换(如物体的平移和旋转等)来描述运动。此方法的一个典型应用是三维动画。在三维动画中，通常使用骨架模型来表示物体的结构和姿态，通过控制骨架中的关节角度来实现物体的运动。运动学方法的优点是计算速度快，易于实现，但是缺点是难以表达复杂的物理交互和碰撞。

动力学方法运用物理定律来描述物体的行为，在该方法中，运动是通过物体的质量和惯性、力和力矩以及其他的物理作用计算出来的。这种方法的优点是对物体运动的描述更精确，运动更加自然。与运动学方法相比，动力学方法能生成更复杂更逼真的运动，而且需要指定的参数较少，但是计算量很大，而且难以控制。若没有有效的控制，用户就必须提供力和力矩这样的控制指令，这几乎是不可能的。动力学方法的典型应用是物理引擎。物理引擎是一种软件，它能模拟真实世界中的刚体、柔体、流体、布料等物体的运动和相互作用。物理引擎的目标是为了让计算机生成内容尽可能接近真实的物理现象，以提高游戏、电影或其他应用的真实感和沉浸感。物理引擎通常包括几个模块，如碰撞检测、刚体仿真、柔体仿真、流体仿真、约束求解等。

本平台的仿真机制综合了两种建模方法的长处，它设计了一套基于 **Simulink** 的受控系统的统一动力学建模框架，为单独设计的各种载具动力学模型提供统一的输入输出接口，利用动力学模型的输出去驱动三维场景中的载具显示模型，而显示模型的动画效果是直接通过运动学方法建模的。关于动力学建模仿真方法，详见本平台载具运动建模与仿真例程库学习指南<..\4.RflySimModel\Intro.pdf>

## (2) 仿真输出（实时场景生成）

这里需要根据模拟的载具、环境、任务等要素，动态地生成三维视觉效果，以展示仿真过程中的各种变化和事件。本平台采用了基于UE的实时场景开发技术，通过与**Simulink**等仿真软件进行交互，实现了高复杂度的三维场景生成和显示。

综上，构成一个三维仿真场景的主要步骤如下：

- 建立三维模型库，包括载具模型、人物模型、建筑模型、地形模型等，以及相应的纹理、材质、光照等资源。

- 设计场景逻辑，包括场景初始化、载具控制、碰撞检测、动画效果、视角切换等，以及与外部仿真软件的数据通信和同步。

- 运行场景并进行调试，观察仿真结果是否符合预期，如果有问题则修改场景参数或逻辑。

- 导出场景并发布，将场景打包成可执行文件，以供在目标平台运行

## 2.2 预备知识

### 2.2.1 理论知识预备

本讲的三维建模与仿真 workflow 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，它可以创建高品质的三维图形和动画，支持多种平台（如 PC、手机、主机、VR 等）。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）。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。它通过抽象和模块化的方式，实现了高效的代码重用和低耦合的结构。它还通过反射和插件的机制，实现了高度的可定制和可扩展性。

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。

利用虚幻引擎进行三维场景开发的流程如下：

- 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）

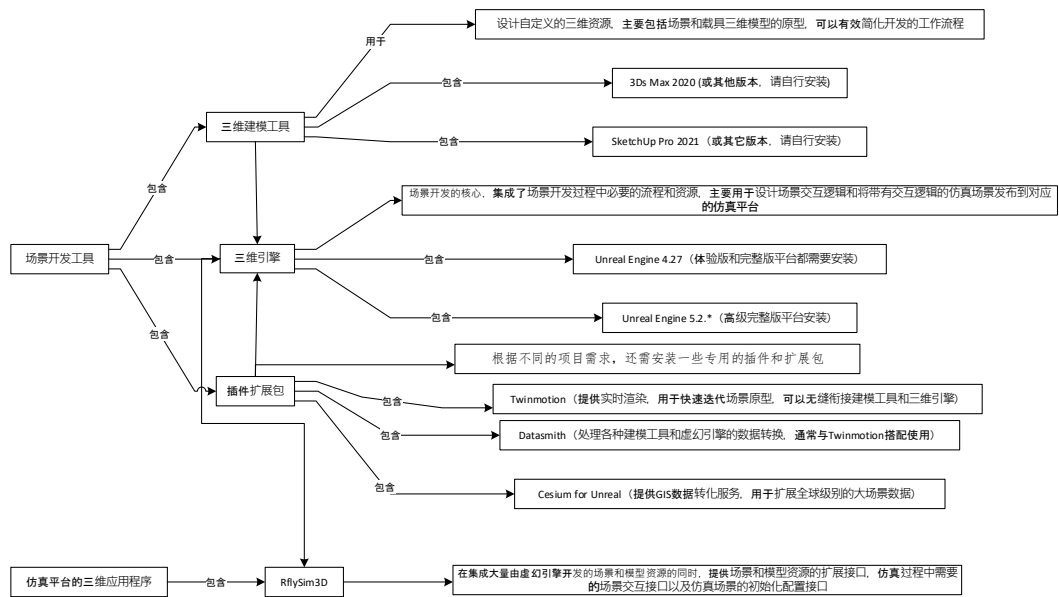
上述所有场景逻辑相关的设计都可以用虚幻引擎的蓝图系统实现，蓝图是由事件、变量和函数组成的交互式图表。事件控制流程（函数的执行顺序），变量控制具体数据的变化。

关于蓝图的使用可以参见如下教程：

[https://www.bilibili.com/video/BV1td4y1M7JT?vd\\_source=0380b6479dcd6152badff9c466134c51](https://www.bilibili.com/video/BV1td4y1M7JT?vd_source=0380b6479dcd6152badff9c466134c51)

## 2.2.2 平台配置

分为场景开发工具和仿真平台的三维应用程序介绍本讲实验平台配置，详见下图



本平台提供了关于上述软件工具的简单使用入门教程

实验名称	文件地址	官方链接
UE 安装与蓝图编程实验	<a href="0.ApiExps\0_DevToolsUsage\1_UEBlueprintUsage\Readme.pdf">0.ApiExps\0_DevToolsUsage\1_UEBlueprintUsage\Readme.pdf</a>	<a href="#">虚幻引擎 4 文档   虚幻引擎 4.27 文档 (unrealengine.com)</a>
3dsMax 简单操作实验	<a href="0.ApiExps\0_DevToolsUsage\2_3dsMaxUsage\Readme.pdf">0.ApiExps\0_DevToolsUsage\2_3dsMaxUsage\Readme.pdf</a>	<a href="#">3ds Max 2020 帮助   创建几何体   Autodesk</a>
Cesium for Unreal 安装与使用实验	<a href="0.ApiExps\0_DevToolsUsage\3_CesiumForUnrealUsage\Readme.pdf">0.ApiExps\0_DevToolsUsage\3_CesiumForUnrealUsage\Readme.pdf</a>	<a href="#">Cesium for Unreal Quickstart - Cesium</a>
SketchUp 安装与简单使用实验	<a href="0.ApiExps\0_DevToolsUsage\4_SketchUpUsage\Readme.pdf">0.ApiExps\0_DevToolsUsage\4_SketchUpUsage\Readme.pdf</a>	<a href="#">SketchUp Campus</a>
Twinmotion 安装与使用实验	<a href="0.ApiExps\0_DevToolsUsage\5_TwinmotionUsage\Readme.pdf">0.ApiExps\0_DevToolsUsage\5_TwinmotionUsage\Readme.pdf</a>	<a href="#">Twinmotion 学习   教程、课程及网络研讨会 - Twinmotion</a>

### 2.2.3 硬件配置

➢ 需要高性能计算机，具备以下条件：

- CPU: 4核8线程及以上，主频 3.0 GHz 及以上
- 显卡: 支持 DirectX 11 或 12 的独立显卡，显存 4GB 及以上
- 内存: 16GB 及以上
- 硬盘: 高速固态硬盘，剩余容量 80GB 及以上
- 显示器: 分辨率 1920×1080 及以上，支持 HDR 显示

- 参考 [虚幻引擎的硬件和软件规格 | 虚幻引擎 5.4 文档 | Epic Developer Community \(epic games.com\)](#)

### 2.3 文档学习路线:

内容	描述	文件
----	----	----

三维场景建模 API 文件	三维场景建模与仿真 API 接口文档	<a href="#">API.pdf</a>
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。	<a href="#">PPT.pdf</a>
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	<a href="#">Intro.pdf</a>
三维场景建模与仿真例程索引	包含本讲全部例程的索引	<a href="#">index.pdf</a>

## 2.4 例程学习路线:

内容	描述	学习路线
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。	<a href="#">0.ApiExps/Intro.pdf</a>
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。	<a href="#">1.BasicExps/Intro.pdf</a>
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，用户在已经熟悉基于 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。	<a href="#">2.AdvExps/Intro.pdf</a>
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。	<a href="#">3.CustExps/Intro.pdf</a>

## 3.关键功能索引

如何使用 RflySim3D 快捷键接口	<a href="#">0.ApiExps\e1_KeyboardAPI\Intro.pdf</a>
如何使用 RflySim3D 控制台命令接口	<a href="#">0.ApiExps\e2_CommandAPI\Intro.pdf</a>

如何初始化设置 RflySim3D (包括启用局域网仿真)	<a href="#">0.ApiExps\3_InitAPI\Intro.pdf</a> <a href="#">3.CustExps\0_AdvApiExps\1_CtrlAllUEinLAN\readme.pdf</a>
如何扩展 RflySim3D 中的场景地图并调整场景地图布置	<a href="#">0.ApiExps\5_UEMapCtrl\Intro.pdf</a> <a href="#">1.BasicExps\0_StarterContent\1.UE4StarterContent\Readme.pdf</a> <a href="#">1.BasicExps\3_RflySim3DTerrainPcd\Readme.pdf</a>
如何扩展 RflySim3D 中的载具三维模型并调整模型层次	<a href="#">0.ApiExps\4_UAVCtrl\Intro.pdf</a> <a href="#">1.BasicExps\1_CusLoadDroneyeX680\Intro.pdf</a>
如何使用 RflySim3D 全球地理信息服务并扩展	<a href="#">0.ApiExps\7_RflySim3DGIS\1.CesiumPlugin\Readme.pdf</a> <a href="#">2.AdvExps\3_CusGIS\1.ObliModelMap\Readme.pdf</a> <a href="#">3.CustExps\3_CusGIS\Index.pdf</a>
如何使用 RflySim3D 自带特效	<a href="#">0.ApiExps\8_RflySim3DEffect\Intro.pdf</a>
如何设计 RflySim3D 中载具三维模型交互逻辑	<a href="#">2.AdvExps\2_BlueprintModel\Intro.pdf</a>
如何快速构建 RflySim3D 中的场景元素	<a href="#">2.AdvExps\1_TwinmotionContent\Readme.pdf</a> <a href="#">3.CustExps\1_CusContentSU\Readme.pdf</a>

## 4.精彩案例图文展示

参见 [3.2 本章精彩案例 · GitBook \(rflysim.com\)](#)

### 附加资源

官方文档: RflySim 官方文档: <https://rflysim.com/doc/zh/>

社区交流: 加入 RflySim 技术交流群: 951534390

