

## 蓝图模型构建与仿真实验原理

1. 文件目录
2. 总体说明
  - 2.1. 多旋翼三维模型的组成
    - 2.1.1. 静态网格体
    - 2.1.2. 材质和纹理贴图
  - 2.2. 多旋翼3D可交互动画的组成
    - 2.2.1. 关联运动学
    - 2.2.2. 局部坐标系的传递
3. 实现自定义多旋翼三维显示模型的工作流程
  - 3.1. 三维处理工具定义模型的层次结构
  - 3.2. 三维引擎实现模型的最终呈现效果
  - 3.3. 将三维引擎处理过的模型打包到目标仿真平台
4. 相关文献

附加资源

## 3. 文件目录

例程目录：[\[安装目录\]\RflySimAPIs\3.RflySim3DUE\2.AdvExps\e2\\_BlueprintModel](#)

序号	实验名称	简介	文件地址
1	基于RflySim3D接口的多旋翼蓝图模型导入实验	在进行仿真前，保证Copter以“蓝图形式”导入RflySim3D/RflySimUE5，仿真时通过调用蓝图接口来控制场景中的Copter。	1.BlueprintBuild\Readme.pdf
2	基于RflySim3D接口的固定翼蓝图模型导入实验	熟悉将固定翼蓝图模型导入到RflySim3D，并能确保其正常工作的流程	2.BPModelLoad\Readme.pdf
3	基于RflySim3D接口的动画蓝图模型导入实验	熟悉将自定义的蓝图模型导入到RflySim3D，并能确保其正常工作的流程	3.CusLoadBP\Readme.pdf

## 总体说明

### 三维模型的组成

计算机绘制三维模型的来源之一是模仿人工构建3d物体的传统工艺：骨架+外皮（如灯笼、龙舟）。

在3ds

max等三维建模软件中利用边界表示BREP绘制模型的外皮，原理是矢量的三维化。外皮是三角形拼接面，任何复杂的面可以最终切分成不可再分的三角形（以此保存数据）；三角面越多模型越精细，看不见的面不需要。

直接模拟三角面顶点的运动很复杂（需要详细指定每个点下一帧位置），难以控制自由度（空间上正交互不干扰的运动方式），容易出现炸面（点的运动失去控制）的情况。

绑骨就是对外皮运动求导寻求其运动的本质从而控制外皮的运动自由度，使外皮受制于骨骼上一点的变化，骨骼受制于父骨骼，要点在于：

- 保持骨骼与外皮相对关系
- 权重（不同骨骼与外皮相对关系的差异）

调整权重：为了让模型的变形更加自然和平滑，需要对每个顶点的权重进行调整。权重整体上按骨节与顶点的距离衰减，局部细节可以采用动态权重管理等算法。

## 蓝图动画的组成

### 动画蓝图

#### 蓝图的组成

在蓝图中，可以使用不同类型的图表和节点来创建逻辑和功能。图表是由连接在一起的节点组成的可视化脚本，每个节点都有一个或多个输入和输出引脚。引脚是节点的接口，用于传递数据和执行流。引脚有不同的颜色和形状，表示它们的数据类型和用途。

有以下几种常见的图表和节点：

事件图表：用于响应事件和触发操作的图表，例如键盘输入、定时器、碰撞等。事件图表中的节点通常以事件节点开始，然后连接到其他节点，如函数节点、分支节点、循环节点等。动画蓝图的事件图表常用节点

动画事件	节点说明	输出引脚	引脚说明
蓝图初始化动画 	创建动画蓝图实例时执行一次，用于执行初始化操作	执行（空白） (Exec (Blank))	当 BlueprintInitializeAnimation() 事件在代码中执行时，每帧触发一次
蓝图更新动画 	每帧执行一次，使动画蓝图能够对它需要的任何数值进行计算和更新。此事件是事件图表的更新循环的进入点	执行（空白） (Exec (Blank))	当 BlueprintUpdateAnimation() 事件在代码中执行时，每帧触发一次
		时间增量X (DeltaTimeX)	输出自上次执行循环以来的时间长度

函数图表：用于定义可重用的代码块的图表，可以在同一个蓝图或其他蓝图中调用。函数图表中的节点通常以函数输入节点开始，然后连接到其他节点，如变量节点、数学节点、逻辑节点等，最后以函数输出节点结束。

宏图表：用于封装一组节点为一个单独的节点的图表，可以简化复杂的逻辑或避免重复的代码。宏图表中的节点类似于函数图表中的节点，但是宏节点可以直接插入到其他图表中，而不需要调用。

动画图表：用于控制角色或物体的动画的图表，可以设置骨骼姿势、混合动画序列、添加状态机等。动画图表中的节点通常以动画事件节点开始，然后连接到其他节点，如动画播放节点、动画层节点、动画状态机节点等。

### 动画蓝图的组成

动画蓝图是一种基于节点的可视化脚本系统，用于创建和控制角色的动画。动画蓝图由两个主要部分组成：动画图表和事件图表。

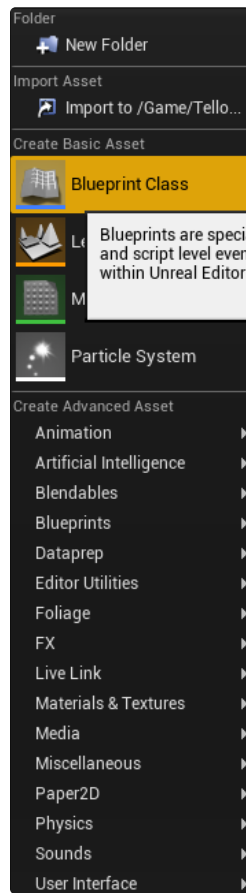
动画图表是动画蓝图的核心部分，它定义了如何从各种来源（如动画序列、1D或2D混合空间、状态机等）获取动画数据，并如何将其处理和输出到骨架网格。动画图表使用动画槽来控制不同的骨架部分的混合权重，例如上半身和下半身。动画图表还可以使用蒙太奇来播放预先编排的动画段，例如攻击、跳跃、受伤等。

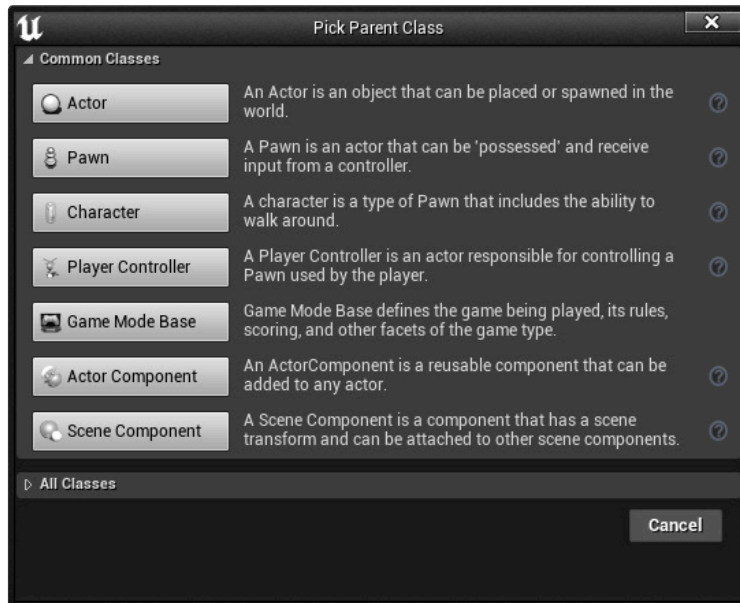
事件图表是动画蓝图的辅助部分，它用于执行逻辑运算，设置变量，调用函数和事件等。事件图表可以与动画图表进行交互，例如通过修改动画图表中的参数，或者根据动画图表中的状态触发事件。事件图表也可以与其他蓝图进行通信，例如角色蓝图、游戏模式蓝图等。

## Actor 蓝图

1.在内容浏览器中，右键点击并在创建基本资产分段中，选择蓝图类。这个操作的目的是创建一个新的蓝图类，它是游戏逻辑的一种实现方式。内容浏览器是UnrealEngine中用于管理和导航项目中的所有资源和资产的工具，它可以显示不同类型的资产，如贴图、模型、声音、材质等。创建基本资产分段是内容浏览器中的一个功能，它提供了一些常用的资产类型，如关卡、脚本、材质等，供用户快速创建。蓝图类是其中一种资产类型，它是一种特殊的类，可以在无需编写代码的情况下，通过图形化的方式创建和编辑游戏逻辑。

2.在选取父类窗口中，在所有类中选择actor。这个操作的目的是为新创建的蓝图类指定一个父类，它决定了蓝图类的基本功能和属性。actor是UnrealEngine中的一个基类，它是所有可以放置到场景中的对象的父类，它具有位置、旋转、缩放等属性，以及碰撞、输入、事件等功能。选择actor作为父类意味着新创建的蓝图类可以作为一个场景对象，拥有actor的所有功能和属性，也可以根据需要添加自定义的功能和属性。





3.在actor蓝图的视图中，为其添加一个骨骼网格体组件，并指定要使用的模型和动画蓝图。这个操作的目的是为新创建的蓝图类添加一个可视化的部分，即骨骼网格体，它是一种可以进行动画和形变的网格，常用于表示角色、生物、武器等。骨骼网格体组件是actor蓝图中的一个子组件，它可以设置骨骼网格体的模型、材质、碰撞、动画等属性。添加骨骼网格体组件的方法是，在actor蓝图的视图中，点击Add

Component按钮，并从列表中选择Skeletal

Mesh。指定模型的方法是，在Details面板中，找到Mesh属性，并从下拉菜单中选择要使用的骨骼网格体模型。指定动画蓝图的方法是，在Details面板中，找到Animation属性，并从下拉菜单中选择要使用的动画蓝图。动画蓝图是一种用于控制骨骼网格体动画的蓝图类，它可以根据不同的状态和条件，播放不同的动画序列或混合动画。

4.在Actor蓝图的事件图表中，添加一个事件，如BeginPlay或Tick，用于触发骨骼网格体的动画。事件图表是蓝图类中的一个核心组件，它可以用来编写游戏逻辑和处理各种事件，如开始游戏、按键输入、碰撞检测等。事件图表中的每个节点都有一个或多个输入输出引脚，通过连接这些引脚，可以构建出复杂的逻辑流程。添加事件的方法是，在事件图表的空白处右键点击，选择Add Event，并从列表中选择所需的事件类型。

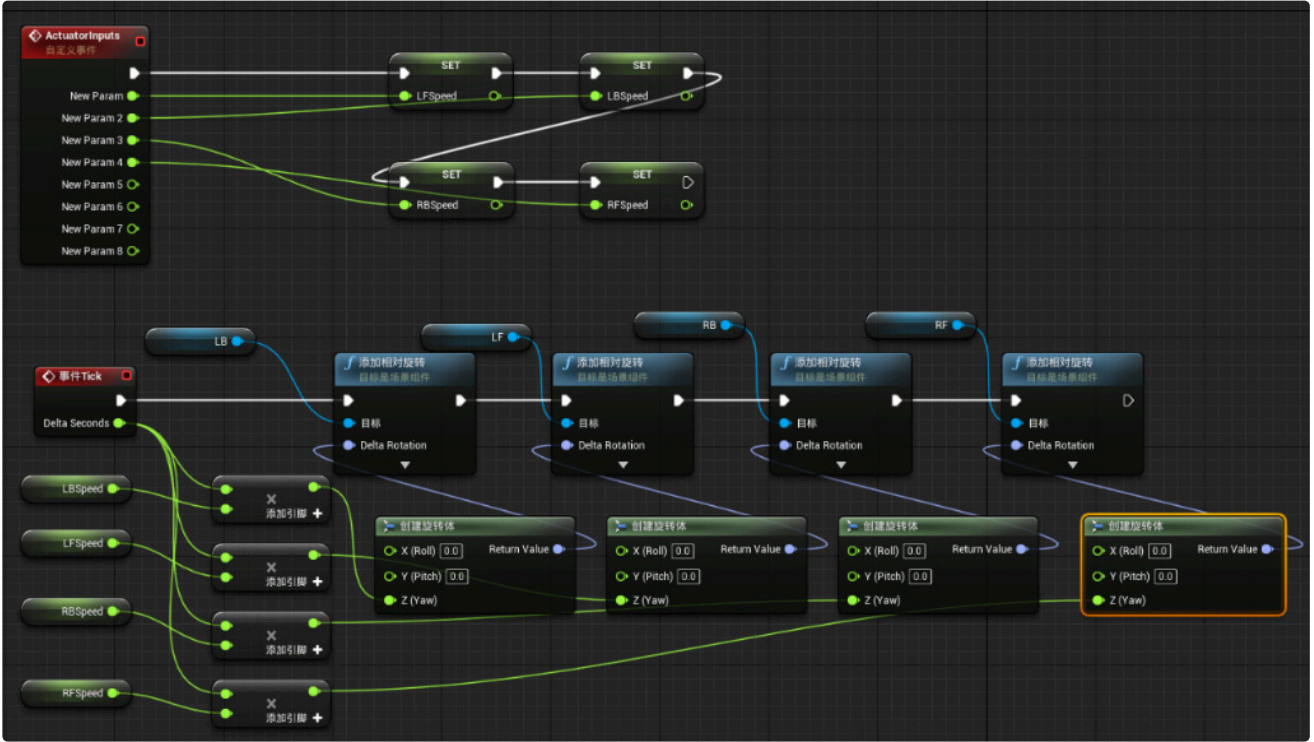
## 实现蓝图模型的仿真

## RflySim仿真平台的蓝图接口

三维场景中显示的一个个物体都是一个个的对象，它们也有一个个成员变量、成员函数，我们控制的这些无人机也是这样，这些对象是在UnrealEngine中定义的，它们如果是继承于UE蓝图类的对象，则平台提供了调用蓝图函数的接口。RflySim3D提供给蓝图的接口主要包括：“ActuatorInputs”与“ActuatorInputsExt”，这两个接口可以将一组数据传输给场景中指定的无人机，可以用于展示一些自定义的效果（该效果需要使用蓝图系统自己编写），例如打开舱门、爆炸、显示文字、切换飞机材质、使机翼旋转等等任何UE蓝图系统能做到的事情。它是更高阶的接口，因此也要求基本掌握UE的蓝图使用方法。

所谓蓝图接口，就是从外部调用蓝图的函数，从而触发在蓝图中编写的各种功能。这种调用可以通过之前介绍过的两个RflySim3D控制台命令：“RflySetActuatorPWMs”与“RflySetActuatorPWMsExt”来实现，也可使用其他程序（如Python、Simulink）通过UDP发送指定的结构体来实现。

## 四旋翼的蓝图接口



进入它的蓝图actor的事件图表界面，右键AddCustomEvent节点，为其创建一个自定义事件“ActuatorInputs”（必须是这个名字），并且给它添加8个float的参数。那么当该接口被触发时，就会触发该函数。这里我们接收它的前4个值，分别存储起来，作为4个旋翼的旋转速度。

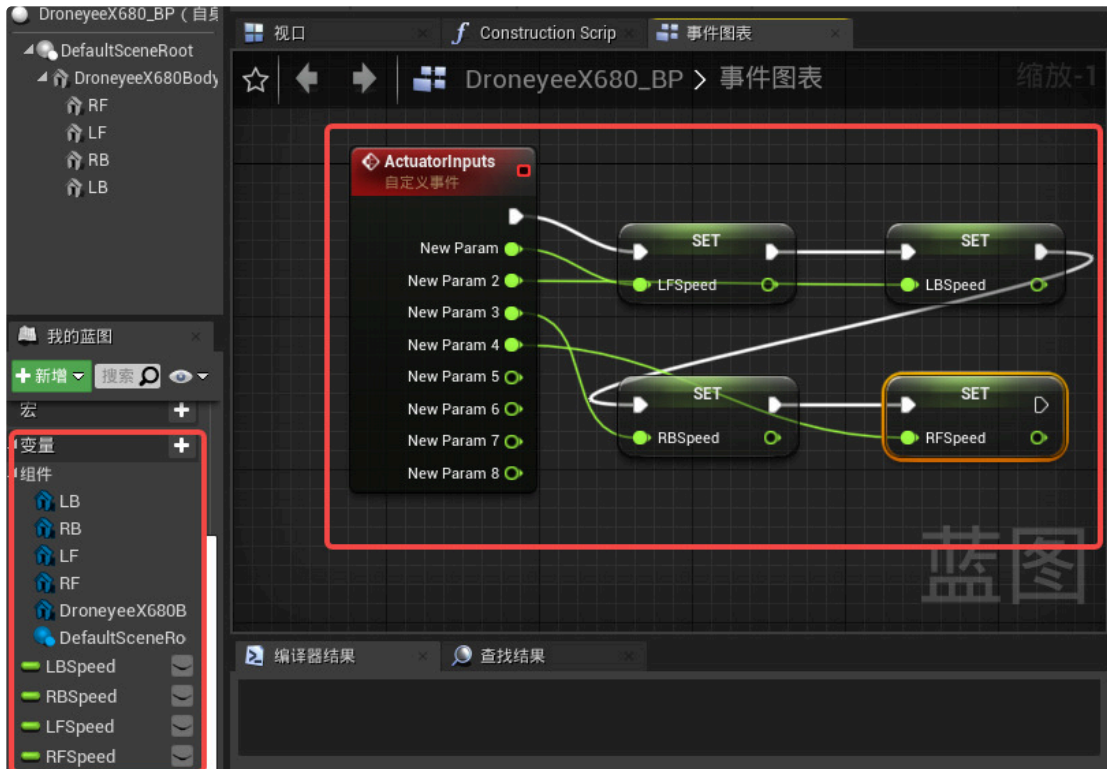


图 5

然后添加EventTick节点，在EventTick中对这些旋翼实施旋转。EventTick是场景中每帧都会被调用的事件，如果我们想要旋翼看起来在旋转运动，我们需要每帧都修改它的姿态，当多帧连续起来时它看起来就是在旋转了。

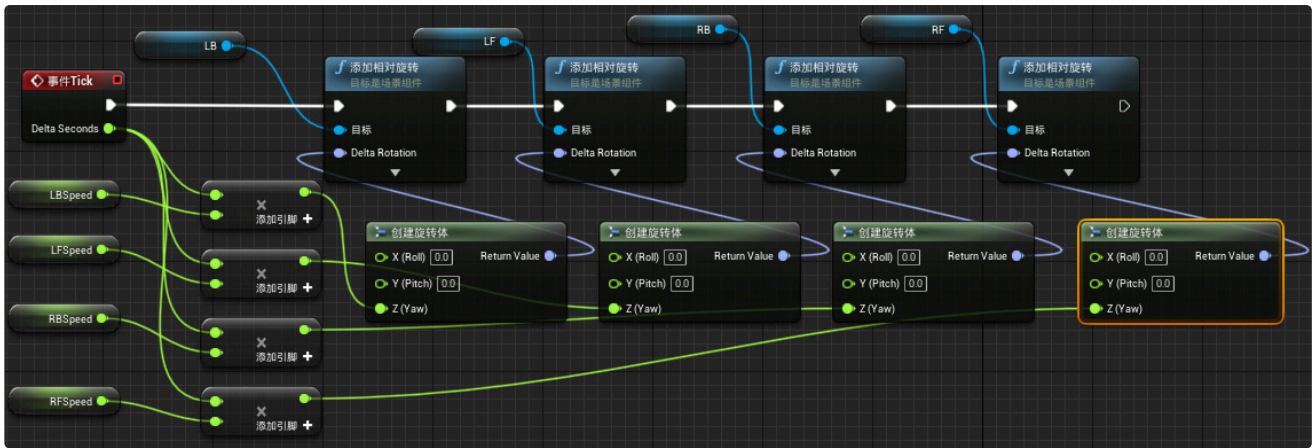


图 6

其中DeltaSeconds表示的是上一帧至这一帧间隔的时间，我们知道【时间×旋转速度=旋转的角度】，那么我们就知道了上一帧至这一帧之间旋翼需要旋转的角度，旋转轴是旋翼的z轴，所以利用AddRelativeRotation节点为其增加Yaw的角度即可。

## 固定翼的蓝图接口

所属图表	操作	描述
Actor蓝图的事件图表	创建自定义事件	创建一个自定义事件“ActuatorInputs”，作为四旋翼的蓝图接口，接收来自仿真平台的控制信号
	添加输入参数	通过AddingInput参数节点为事件添加输入参数，命名为Throttle1~4和Elevator、Rudder、Aileron1、Aileron2
	赋值给变量	将8个输入参数（即Throttle1~4和Elevator、Rudder、Aileron1、Aileron2）分别赋值给8个变量，用于存储每个舵面的响应
	更新舵面旋转角度	使用EventTick事件，在每一帧中更新旋翼的旋转角度，以模拟旋翼的运动效果
	计算每帧增加的旋转角度	根据DeltaSeconds和螺旋桨的旋转速度（即RotorSpeed变量）来计算出每帧需要增加的旋转角度
	完成旋翼旋转	将计算结果作为AddRelativeRotation节点的输入，完成旋翼的旋转

## 自定义多旋翼蓝图模型导入RflySim仿真平台

### 多旋翼动画蓝图的实现

多旋翼的运动主要取决于它的四个（或更多）旋转的螺旋桨，这些螺旋桨可以改变它的高度、速度和方向。为了创建多旋翼的动画蓝图，我们可以使用一个简单的骨架网格，其中包含一个根骨骼和四个子骨骼，每个子骨骼代表一个螺旋桨。然后，我们可以使用事件图表中的逻辑来控制每个螺旋桨的旋转速度和方向，以及根骨骼的位置和旋转。我们还可以使用动画图表中的混合空间来控制多旋翼的倾斜和偏航角度，以实现更自然的运动效果。

所属图表	操作节点	目的
动画蓝图的事件图表	创建节点读取传入的多旋翼数据	获取位置、速度和姿态等信息
	使用数学节点和逻辑节点处理这些数据	得到四个旋翼的转速和机身的旋转角度等信息

所属图表	操作节点	目的
	将这些信息传递给动画图表	用于控制模型的动画
动画蓝图的动画图表	创建一个节点来接收事件图表中的数据	将其转换为多旋翼模型的骨架姿势
	使用混合节点将四个旋翼的转速映射到旋转角度	与机身的旋转角度进行叠加，得到每个骨骼的旋转值
	使用骨架控制节点将旋转值应用到多旋翼模型的骨架上	使其产生相应的动画效果
	使用转换空间节点将骨架的局部坐标系转换为世界坐标系	在场景中正确显示模型的位置和方向

## | 相关文献

1. 全权,杜光勋,赵峙尧,戴训华,任锦瑞,邓恒译.四旋翼飞行器设计与控制[M],电子工业出版社,2018.重点参考其中的多旋翼相关坐标系和姿态表示和多旋翼动态建模部分
2. ..\..\0.ApiExps\e4\_UAVCtrl\Readme.pdf
3. ..\..\1.BasicExps\e1\_CusLoadDroneyeeX680\Readme.pdf  
材质、纹理、贴图的区别和关联
4. (mvrlink.com)  
FBX静态网格体管线 | Epic Developer Community
5. (epicgames.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

