

| 多机纯几何阵列灯光秀 (本机简化版)

| 1. 实验目的

本实验旨在指导读者如何在单台电脑上快速、稳妥地部署基于 RflySim 的大规模多旋翼（无 PX4 固件版/DLL 动力学模型）灯光秀集群仿真。

| 2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；安装完毕的 RflySim 工具链 [\[1\]](#)。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台（由于涉及大规模底层物理仿真和高精度渲染，建议内存不少于 16G，推荐独立显卡） [\[2\]](#)。

| 3. 实验地址

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\2.AdvExps\e8.MulticopterNOpx4_LightShow](#)

| 关键文件说明：

- `SinglePC_Launcher.py`：本实验的一键启动入口 Python 脚本，负责异步唤起多个 CopterSim 实例与 UE4 进程，并在就绪后启动控制算法。
- `Python38Run.bat`：配置 RflySim Python3.8 环境变量的专用命令行终端入口，并在运行时智能申请并配置系统最高执行权限。
- `deploys\PC1\MulticopterNOpx4.bat`：核心底层集群部署脚本，用于在指定间隔上动态生成、重置模型位置，并利用 `MulticopterNOpx4.dll` 进行免 PX4 的纯物理动力学参数仿真。
- `deploys\PC1\SinglePC_FormationCtrl.py`：动态数学阵列算法核心脚本，包含计算各边长比例的数学多边形平分模型（`get_polygon_points`）、目标分配状态机、以及灯光染色器。

4. 实验内容或步骤

4.1 初始化运行环境并提权

双击运行本目录下的 `Python38Run.bat` 。系统会立即弹出 UAC 管理员权限请求，请点击“是”予以允许。随后会弹出一个黑色的命令行终端，终端标题栏提示正工作在实验根目录下。在该终端中输入：

```
1 | python SinglePC_Launcher.py
```

按下回车。

4.2 输入启动参数与模型加载

终端会提示 请输入要启动的无人机数量（默认 8，直接回车），输入你需要生成的数量（例如 10，本算法支持自适应均分所有飞机），然后回车。

平台将依次自动化执行以下启动步骤，并唤起 RflySim3D（UE4）：

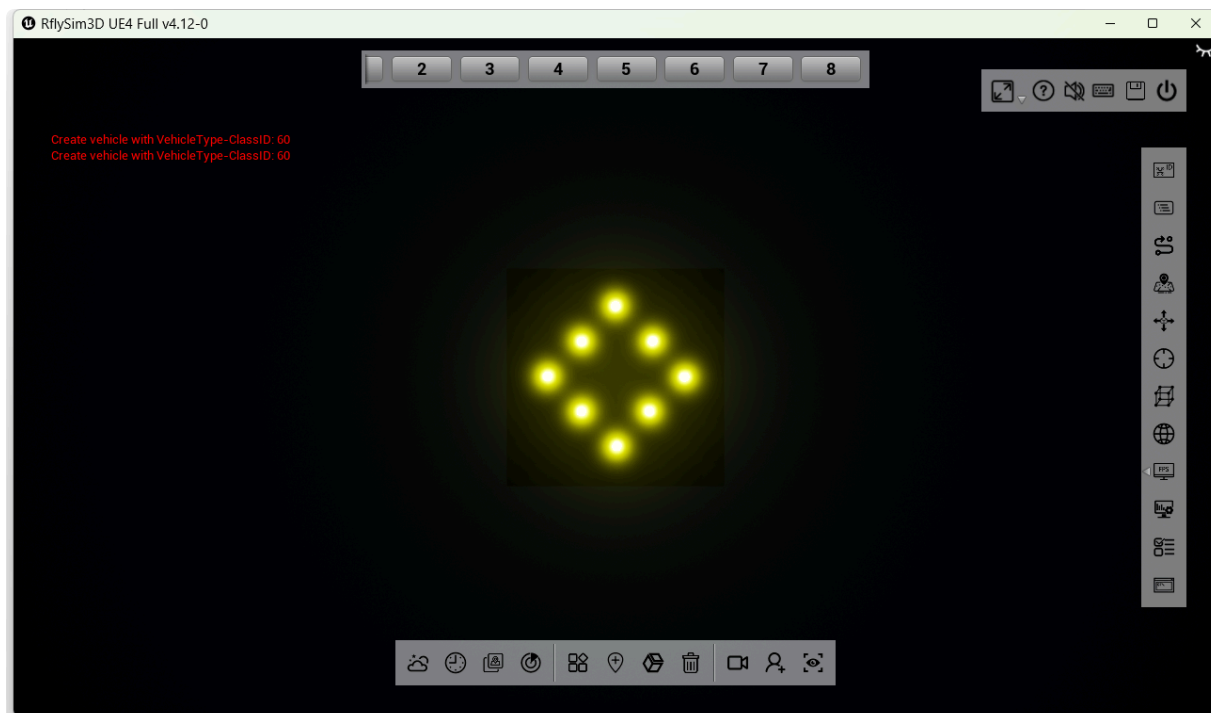
1. 自动调用 `MulticopterN0px4.bat`，清理后台遗留环境，唤起新一轮指定数量的 `CopterSim.exe`。
2. UE4 平台自动载入 `LightShow` 场景，无人机生成于原点附近。
3. Python 控制台出现 `>` 符号阵列，静默等待底层通信端口同步完成，直至终端打印出 `所有多旋翼底层实例已就绪！`。

(注意：整个加载过程中请勿关闭 `Python38Run` 所在终端和弹出的其它支持终端)

4.3 观察纯数学几何阵列灯光秀

起飞就绪后，控制机脚本 `SinglePC_FormationCtrl.py` 开始执行 30Hz 高频底层数学演算环。

1. **起飞准备阶段**：全部飞机统一垂直爬升，在天空中达到安全悬停高度 (`-3.0m` NED 坐标)。
2. **纯净形变阶段**：通过计算多边形长宽周长和基于距离容差的均匀切分，所有无人机依次排布成 **正三角形** -> **正四边形** -> **正六边形** -> **圆形**，并在完成排布后的指定等待时间 (`3.5s`) 内完成状态确认。



5. 关键知识点

- 动态周长与等距扩展**：算法核心基于设定的理想安全间距（默认 `ideal_spacing=1.8`）。在生成特定多边形（如正三角形、正方形、正六边形或圆形）时，会根据当前设定的无人机总数动态计算外展周长和半径，确保无人机在任何数量、任何形态下均保持绝对均等的缓冲空隙，不会发生拥挤拥堵或套叠碰撞。
- 多边形闭合与开区间均匀采样**：通过纯数学几何连线（`get_polygon_points` 函数），将正多边形各边视为完美闭合线段。随后运用开区间等距重采样算法，根据总长度严格计算每一架飞机所需悬停的目标切分坐标。
- 状态同步机与形态流转**：编队过程通过 `CopterCtrl.Status` 状态机以 30Hz 频率实时跟踪所有节点当前底层物理进度（如 `Offboard` -> `FlyToTargetPos` -> `ArrivedTargetPos`）。只有当集群中的所有无人机均飞抵规划的几何坐标容差范围内，且平稳维持特定时间（如 `3.5s`）后，集群控制中枢才会统一下发模型颜色更改指令（`updateColor`），并自动平滑过渡演算至下一个几何阵列图案。

6. 参考资料

- [RflySim官方文档](#)
- [Python数学函数\(Math\)及几何算法](#)

7. 常见问题

Q1: 终端运行 `python SinglePC_Launcher.py` 后立即假死或者闪退不见。

A1: 基于不同版本的 Windows 在跨嵌套 CMD 发起带 UAC 提权的子进程时常出现后台压制情况。本实验脚本已完全更新：即在入口 **直接通过双击自带自动环境提权功能的 `Python38Run.bat`** 进入管理员指令敲击环境。由于父级 CMD 环境已经拿到提权授权，底层 BAT 将不再遇到拦截或阻塞。

Q2: 无人机起飞后过度靠近自相碰撞，或形体未完全散开/展开。

A2: 由于飞机碰撞球半径的存在，一旦指定的物理空间装不下设置数量过多的飞机，模型就会溢出碰撞。请尝试通过调小初始化无人机启动数量或是打开 `SinglePC_FormationCtrl.py` 改大数学模型计算的分布密度上限：`ideal_spacing` 数值（默认为 `1.8m` 间隔）。或者进一步调小判定“已就位（Arrived）”的容差判定池 `XY_ARRIVE_EPS` (= 2.0 默认值)。

-
1. <https://rflysim.com/> ↩
 2. 推荐硬件配置请见：<https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf> ↩