



南科大本科生毕业设计开题报告

动态环境下无人机主动避障
技术研究

学生：华羽霄

导师：陈亮名

时间：2023年11月21日





研究目的和意义

提升安全性

- 通过有效的避障算法，可以降低无人机与障碍物发生碰撞的风险，保障飞行任务的顺利执行。

提升自主飞行能力

- 在复杂环境中，无人机能够根据感知信息自主调整飞行轨迹，减少对人工干预的依赖，实现更加自主化的操作，提升效率。

拓展应用领域

- 使无人机更更好地满足多样化的应用场景，包括城市、农田、森林等。



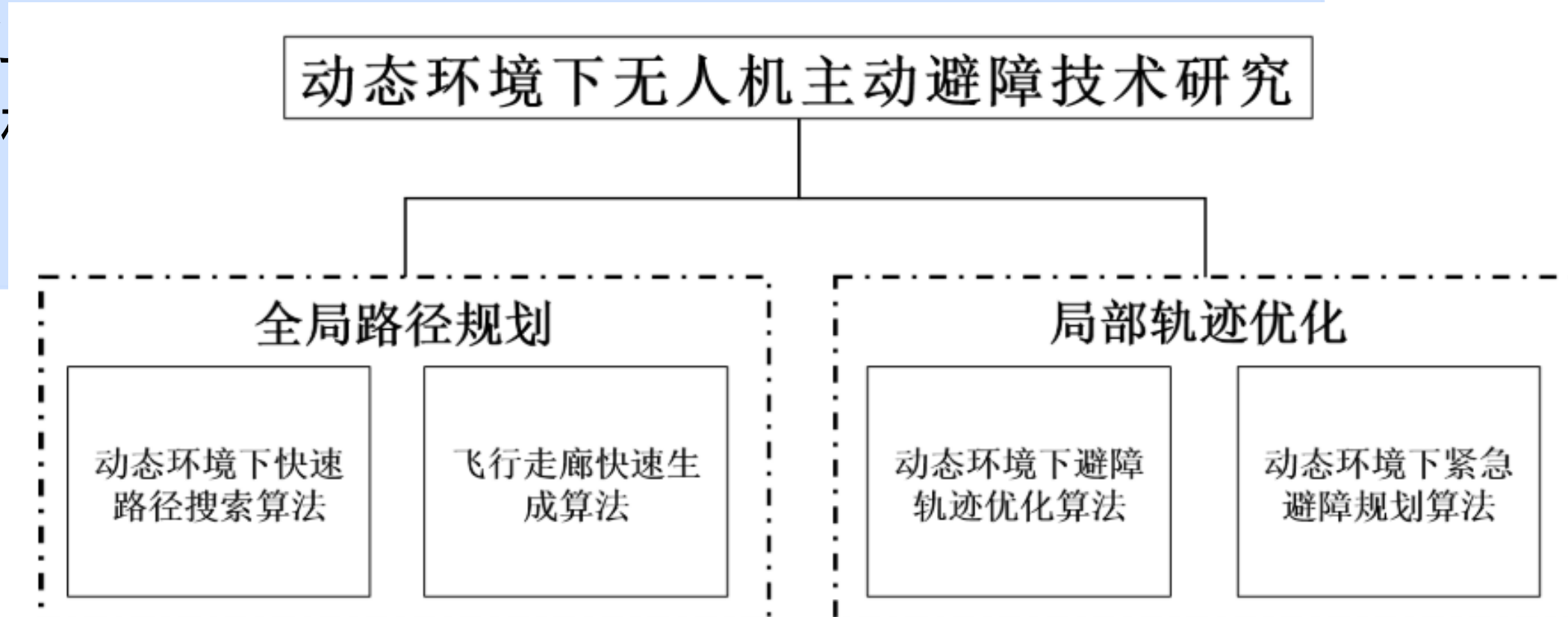
国内外研究概况

感知

- 2021年，Y. Yu等人，提出使用**双目相机**获取左右视图，选用**SGBM算法**获取深度图并转换获得环境点云。针对避障功能，选用**改进向量场直方图法**局部避障。
- 2020年，S. Davide Falang等人，提出**事件相机**。同步分析每个像素点的明暗变化，确定是否有动态障碍物，将延时控制在毫秒级别。
- 2022年，Y. Lei等人，提出**改进传统立体匹配算法**。在进行图像预处理之后提出一种改进的将FAST 和 SIFT 相结合的传统立体匹配算法，提高了匹配率且保证了算法的实时性。

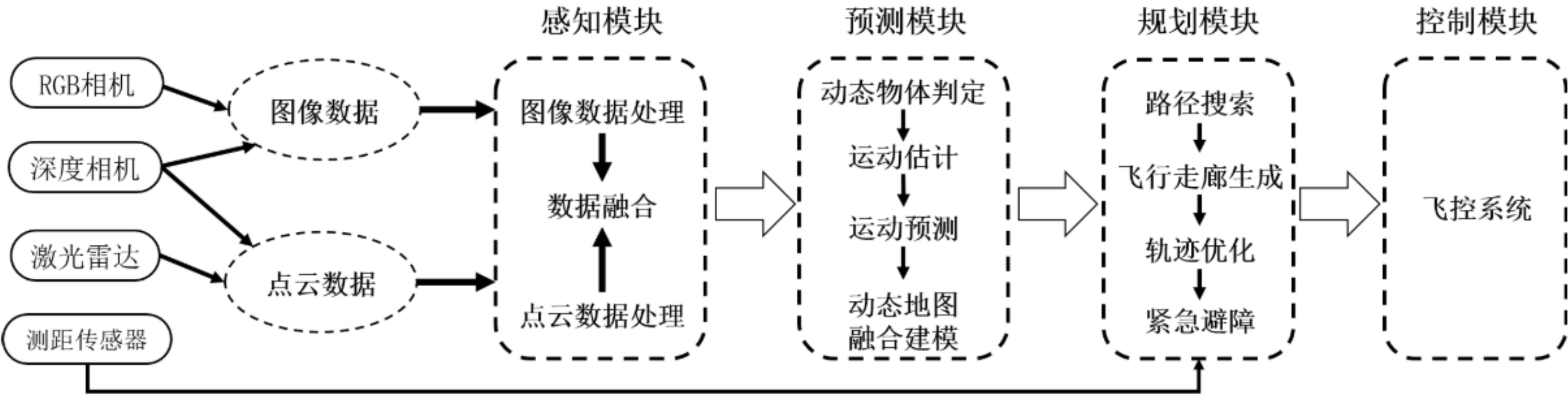
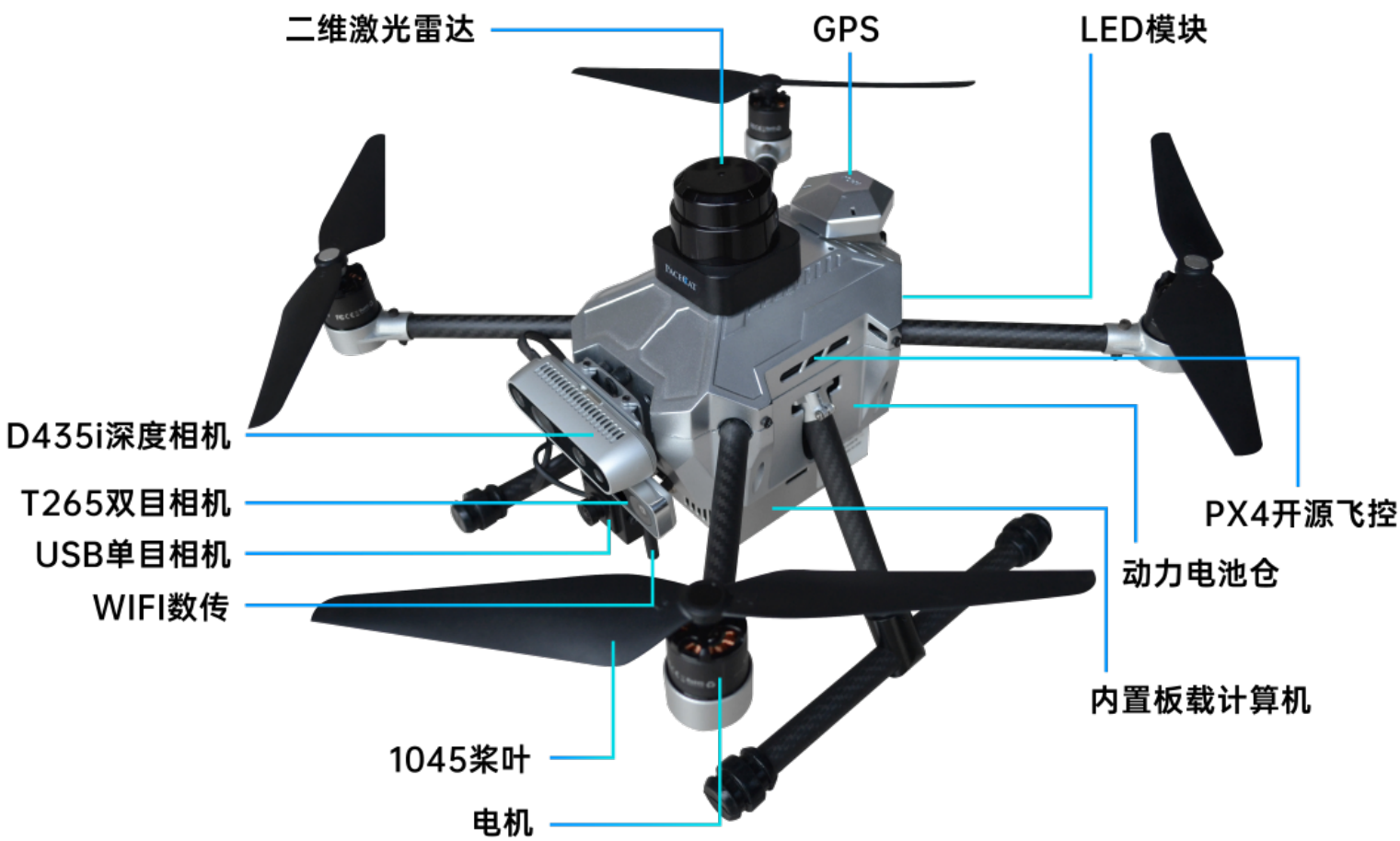
规划

- 2019年，H. Zhu等人，提出**概率约束避障算法**。根据障碍物的位置和距离信息，计算发生碰撞的概率，通过约束碰撞概率在可接受阈值内，规划路径。
- 2019年，D. Ye等人，提出**改进人工势场法**。在斥力势场函数中加入了航迹点和目标点之间的距离，同时引入了协调力，解决了传统人工势场法的极大。
- 2022年，K. Liu等人，提出**改进 RRT 算法**。依据无人障碍方法对航迹进行重规划，快速规避障碍物。



研究方法

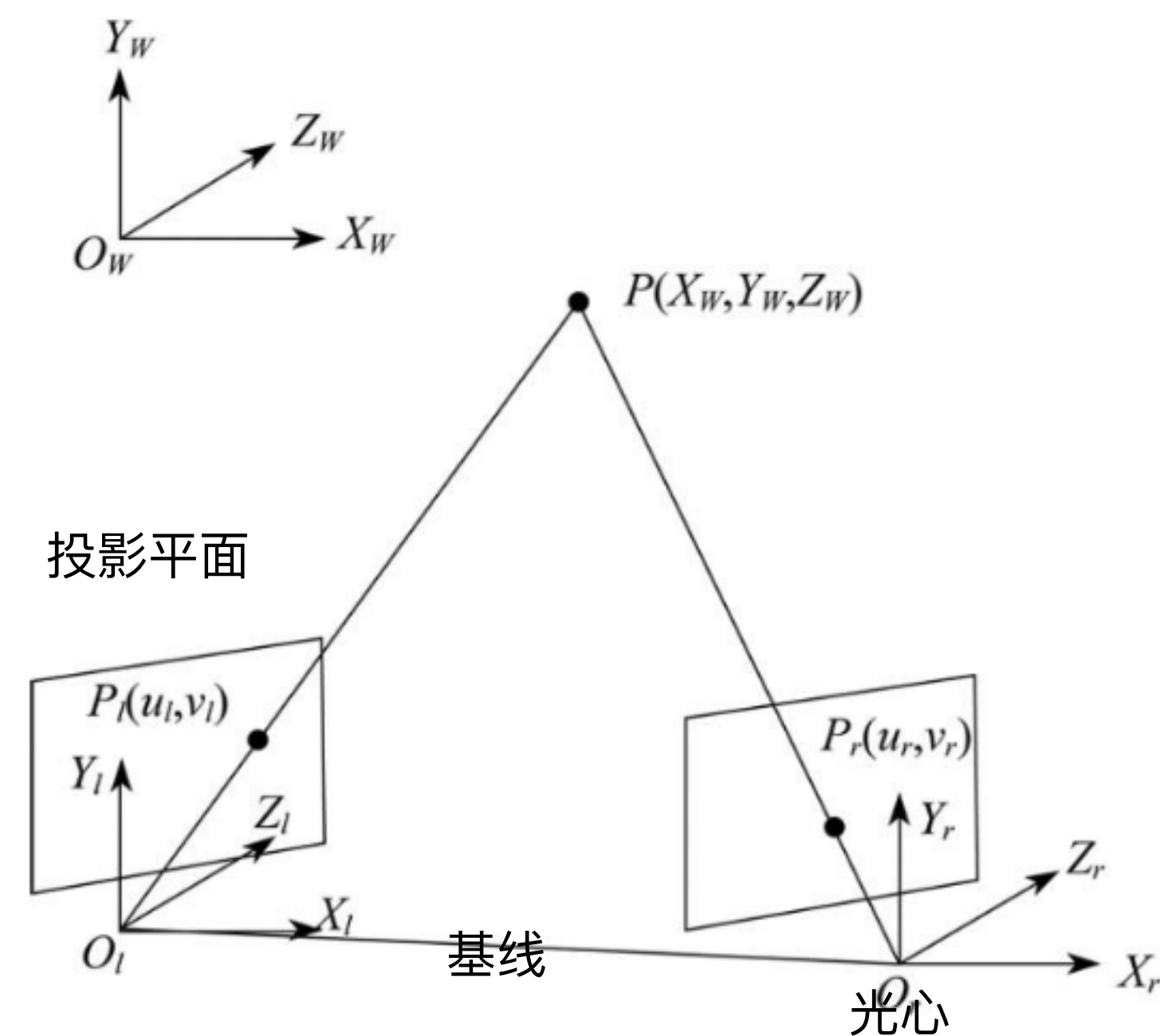
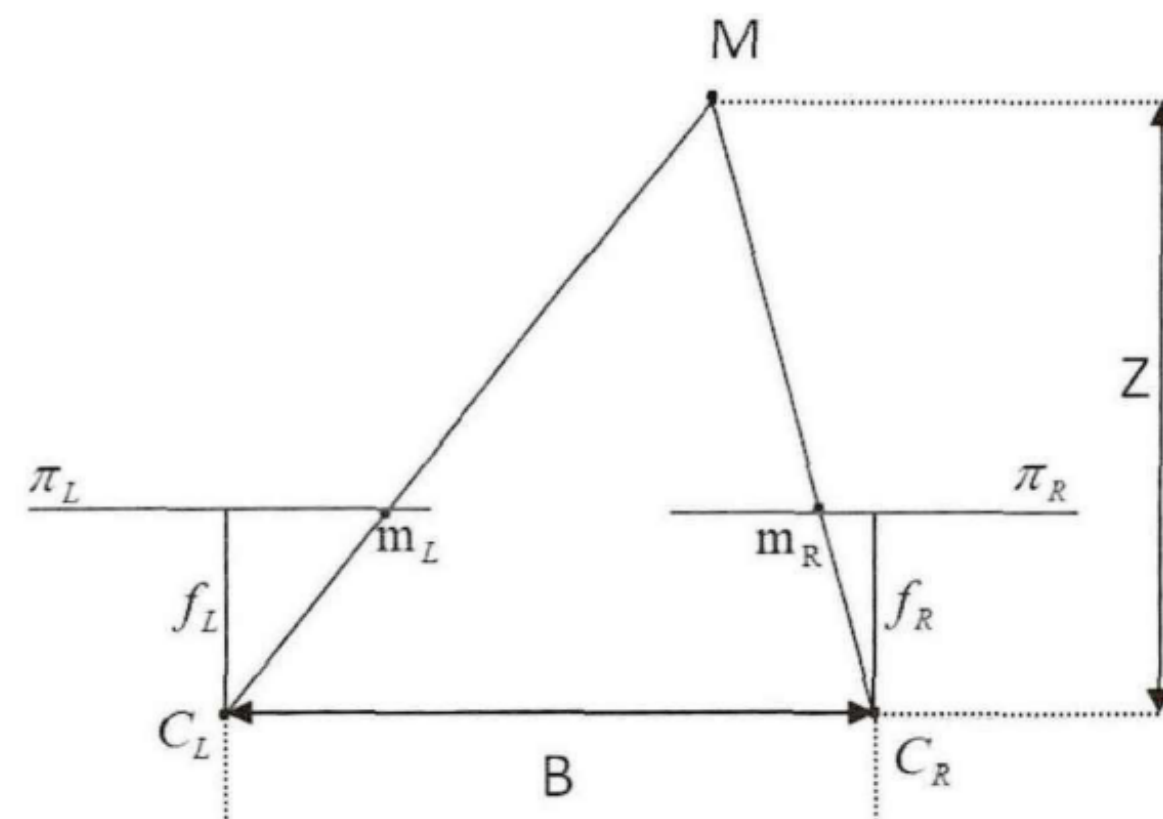
通过Prometheus450搭载的T265双目相机和D435 深度相机感知环境中的障碍物，设计避障算法实时规划运动路径，以确保无人机在复杂环境中安全稳定地到达目的地。



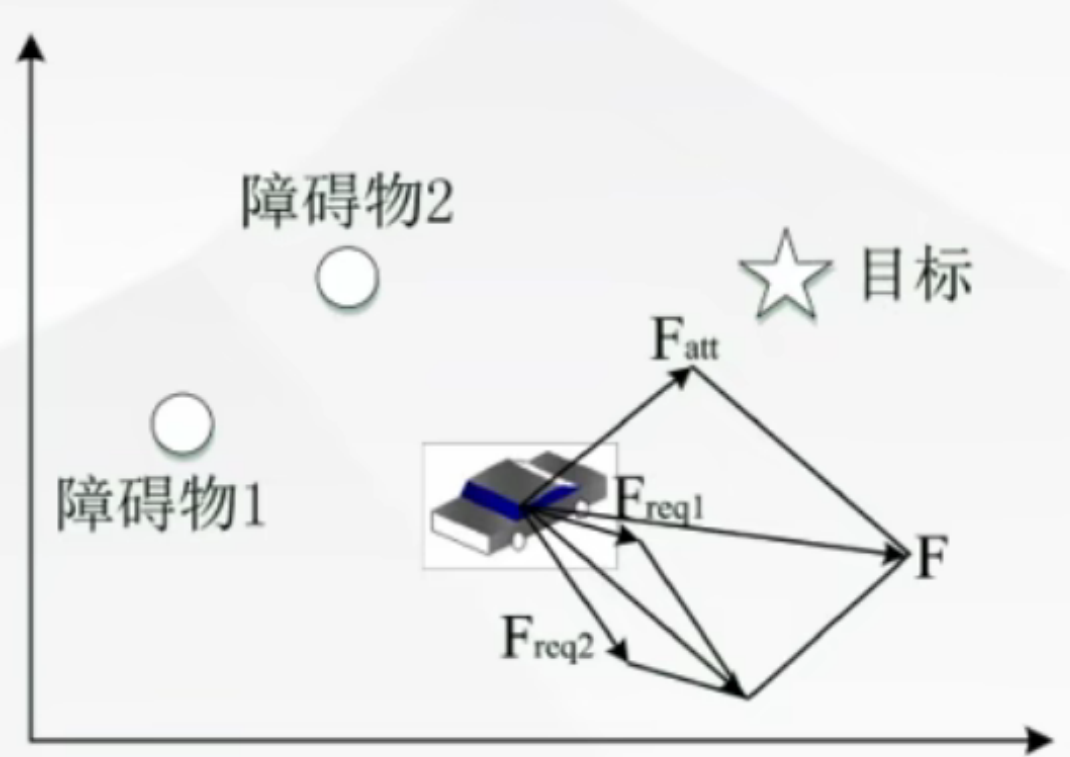
感知：双目相机

- **平行式模型**是建立在两个成像平面互相平行的基础之上，P点和两个在成像平面上的投影点 p_l 和 p_r 形成三角形，通过**相似三角形原理**计算得出目标物体的三维信息。

$$\begin{aligned} \text{dis} &= |X_L - X_R| \\ \frac{Z}{B} &= \frac{Z - f_L}{B - \text{dis}} \\ Z &= \frac{B \times f_L}{\text{dis}} = \frac{B \times f_L}{|X_L - X_R|} \end{aligned}$$



规划：人工势场法



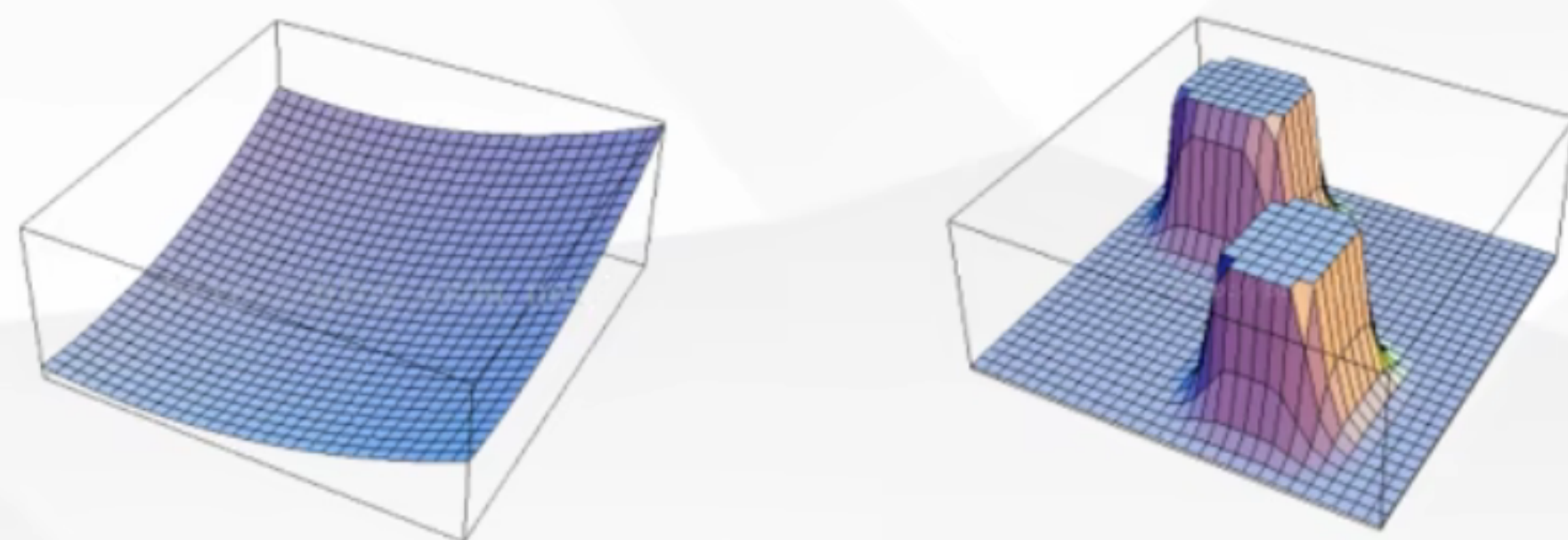
引力势场主要与汽车和目标点间的距离有关，距离越大，汽车所受的势能值就越大；距离越小，汽车所受的势能值则越小，所以引力势场的函数为：

$$U_{att}(q) = \frac{1}{2} \eta \rho^2(q, q_g)$$

其中 η 为正比例增益系数， $\rho(q, q_g)$ 为一个矢量，表示汽车的位置 q 和目标点位置 q_g 之间的欧几里德距离 $|q - q_g|$ ，矢量方向是从汽车的位置指向目标点位置。

相应的引力 $F_{att}(X)$ 为引力场的负梯度：

$$F_{att}(X) = -\nabla U_{att}(X) = \eta \rho(q, q_g)$$



决定障碍物斥力势场的因素是汽车与障碍物间的距离，当汽车未进入障碍物的影响范围时，其受到的势能值为零；在汽车进入障碍物的影响范围后，两者之间的距离越大，汽车受到的势能值就越小，距离越小，汽车受到的势能值就越大。斥力势场的势场函数为：

$$U_{req}(X) = \begin{cases} \frac{1}{2} k \left(\frac{1}{\rho(q, q_0)} - \frac{1}{\rho_0} \right)^2 & 0 \leq \rho(q, q_0) \leq \rho_0 \\ 0 & \rho(q, q_0) \geq \rho_0 \end{cases}$$

其中 k 为正比例系数， $\rho(q, q_0)$ 为一矢量，方向为从障碍物指向汽车，大小为汽车与障碍物间的距离 $|q - q_0|$ ， ρ_0 为一常数，表示障碍物对汽车产生作用的最大距离。

相应的斥力为斥力场的负梯度

$$F_{req}(X) = \begin{cases} k \left(\frac{1}{\rho(q, q_0)} - \frac{1}{\rho_0} \right) \frac{1}{\rho^2(q, q_0)} \nabla \rho(q, q_0) & 0 \leq \rho(q, q_0) \leq \rho_0 \\ 0 & \rho(q, q_0) \geq \rho_0 \end{cases}$$





思路

在**照明条件良好的室内实验室**中，分别设置2个静态与2个动态的障碍物，我们将在无人机上实现环境感知，然后根据设计好的避障算法，规划出一条合理的能避开障碍物的路径，并按照规划的路径行进。

项目初期：仿真

在Matlab和ROS中，搭建仿真环境，根据原理设计避障算法代码，控制虚拟无人机移动到目标位置。

项目中期：感知

在ROS中，订阅双目相机的数据，初步处理后分析，实时感知和定位环境中的障碍物，并能实现轨迹预测。

项目后期：避障

在ROS中，操控实体无人机，以C++为主要编程语言搭建各个节点，逐步实现动态避障算法。

预期成果



感知

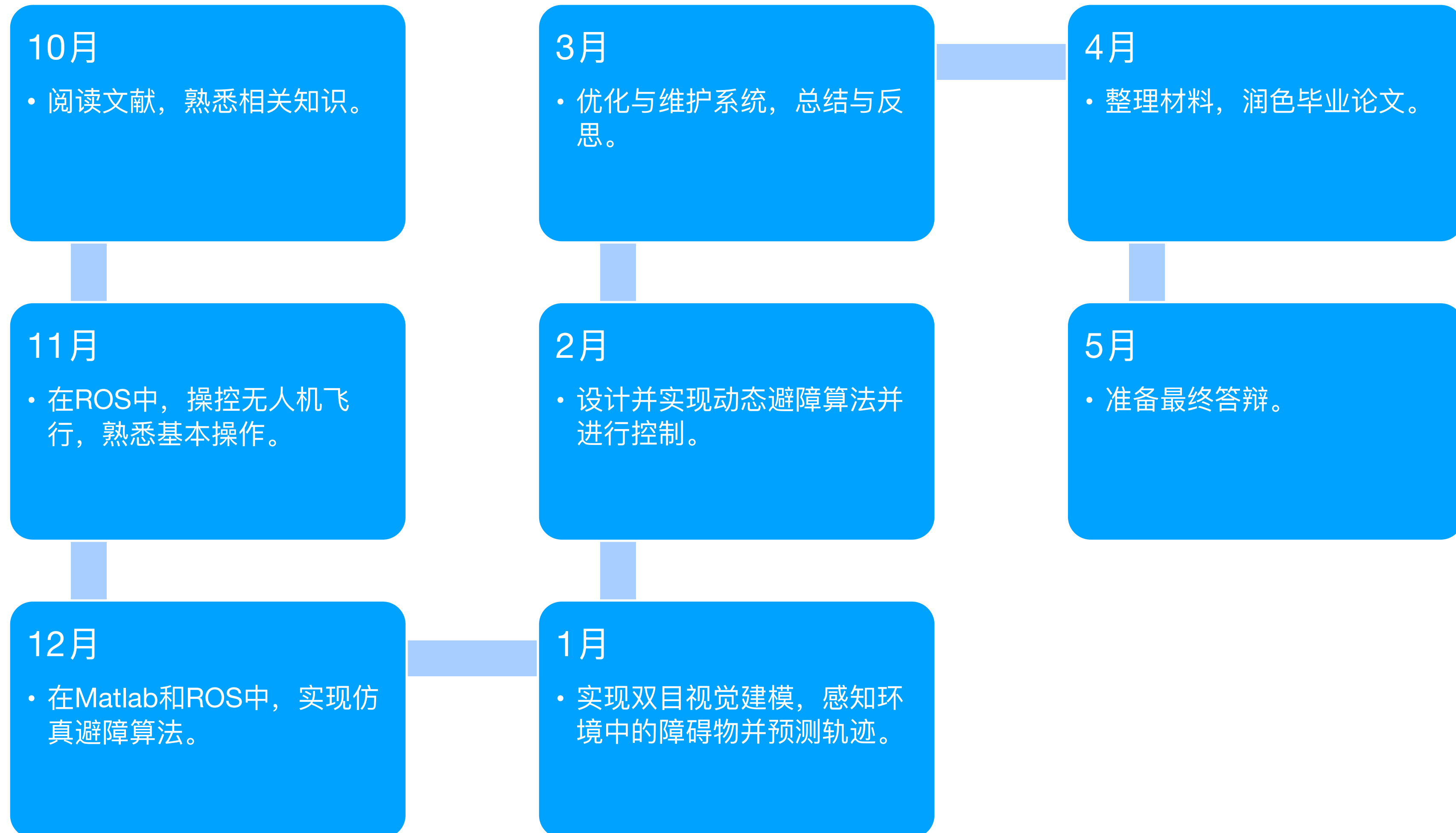
- 对环境中的障碍物的识别率达到80%以上
- 对障碍物距离的感知准确度达到80%以上

规划

- 动态避障的成功率达到80%以上
- 对路径的计算时间控制在3秒以下



阶段内容及时间安排





所具备的条件因素

- 实验室的环境条件完备。
- 无人机与主机设备的正常运行。
- ROS系统以及各个节点的稳定性和可靠性。
- 实验数据的准确及时采集和分析。

参考文献



EndNote 21 - My EndNote Library.enl

File Edit References Groups Tags Library Tools Window Help

hyx020222@gmail.com

Sync Status

All References54

Recently Added6

Unfiled3

Trash6

MY GROUPS

非监督式异常检测24

基于数字孪生的7

无人机动态避障算...20

My Groups

MY TAGS

FIND FULL TEXT

GROUPS SHARED BY O...

ONLINE SEARCH

Jisc Library Hub Discover

Library of Congress

PubMed (NLM)

Web of Science Core C...

无人机动态避障算法设计及实验

Advanced search

无人机动态避障算法设计及实验

20 References

Title	Author
城市环境下基于深度强化学习的无人机多维路径规划, school = 中国民用航空飞行学院	谢文勋,
动态环境下无人机主动避障技术研究, school = 电子科技大学	李智,
基于改进人工势场法的四旋翼无人机航迹规划算法	邓叶 %A 姜香菊
基于改进PSO的无人机三维航迹规划优化算法	巫茜 %A 罗金彪 %A 廖
基于改进RRT算法的无人机航迹规划方法研究, school = 沈阳航空航天大学	刘奎武,
基于改进VFH算法的无人机避障研究, school = 西安工业大学	丁瑞,
基于视觉感知的无人机集群避障关键技术研究, school = 电子科技大学	何陶,
基于视频图像的无人机避障技术研究, school = 西安工业大学	涂柯,
基于双目视觉的室内避障无人机设计与实现, school = 苏州大学	于洋,
基于双目视觉的无人机避障算法研究与应用, school = 西安石油大学	殷磊,
基于双目视觉的旋翼无人机编队避障控制, school = 华中科技大学	张俊,
基于Dubins路径的无人机避障规划算法	关震宇; 杨东晓; 李杰; 王
双目立体视觉技术的实现及其进展	吴琼; 刘宝龙; 王科; 王江
无人机避障方法研究综述	刘玄冰; 周绍磊; 肖支才
无人机三维路径规划方法研究, school = 华中科技大学	陈捷勤,
旋翼无人机的双目视觉避障技术综述	吕东超; 李少波; 蒲睿强
用于多旋翼无人机的目标检测、导航与避障系统, school = 中国科学院大学(中国科学院长春...	贾一凡,
Chance-Constrained Collision Avoidance for MAVs in Dynamic Environments	Zhu, Hai and Alonso-M
Dynamic obstacle avoidance for quadrotors with event cameras	Davide Falanga and Ke
Research on an Obstacle Avoidance Method for UAV	He, Zhenqi; Yao, Lu

Search for group

..., 2023 #42 Summary Edit PDF

100%

动态环境下无人机主动避障技术研究_李智.pdf

电子科技大学

UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA

硕士学位论文

MASTER THESIS

1956



Q&A

谢谢