**基于双目视觉的UAV自主感知与避让**

# 一、绪论

写2页左右。

1.1 研究背景及意义

1.2 国内外研究现状

UAV障碍物检测

1.3 论文研究的目的

1.4 本论文的主要工作

# 二、场景剖析及硬件选型

## 2.1 场景剖析

无人机飞行障碍物的多样性、复杂性决定了本课题难度。以当前的目标检测算法而言，很难有一种算法能够对所有类型的障碍物都具备检测识别能力。因此，只有针对具体实用场景下的具体障碍类型进行深入研究，才能达到较好的应用效果。

本文设定的研究场景为无人机智能跟拍车辆。大疆无人机（御 Mavic Air等型号）具有智能跟拍车辆的功能，支持对行进车辆的识别跟随能力，无人机可以在顶部俯拍、车尾/侧面跟拍行进中的车辆。在顶部俯拍时，无人机的飞行高度保证了不会与被跟随车辆相撞。在车尾/侧面跟拍时，由于速度不同步，很有可能出现无人机加速接近汽车的情况。这种情况下，被跟随车辆就属于无人机飞行路线中有碰撞风险的障碍物，无人机需要识别、跟踪并规避车辆。

车尾跟拍 侧面跟拍

## 2.2 硬件选型

无人机智能跟拍车辆场景的自主感知与避让，核心功能有3个：障碍物检测（车辆检测）、障碍物追踪（车辆追踪）、危险距离判定（车辆测距）。其中，危险距离判定要求相对高的精度，是硬件选型时主要的关注点。

在经费有限的情况下，无人机较难获得。结合核心功能需求、危险距离判定精度要求等的考量，最终我们选择使用KS861双目摄像头模拟无人机进行实验。



双目摄像头

真实场景中，大疆无人机（御 Mavic Air等型号）在智能跟拍汽车时，无人机和车辆均处于运动状态。模拟场景下，手持双目摄像头前后左右晃动，以模拟无人机的姿态变换；同时，车辆由远及近接近双目摄像头，以模拟碰撞威胁逐步增大的场景。

（1）无人机的缺点在于：

①经费不足，无人机购置成本较高，大疆的御Mavic Air2京东售价4999元；

②京东上的无人机多为单目摄像头，而单目测距精度相对较差；

③无人机属于公安管控物品，违规飞行可能给导师和学校带来潜在风险。

（2）双目摄像头替代的优点在于：

①双目摄像头与车辆相互配合，能够模拟无人机的姿态变换与距离拉远拉近；

②双目摄像头价格相对便宜，且不会给导师和学校带来使用风险；

③双目摄像头130w像素，拍照性能优良，采集的视频数据能满足实验要求；

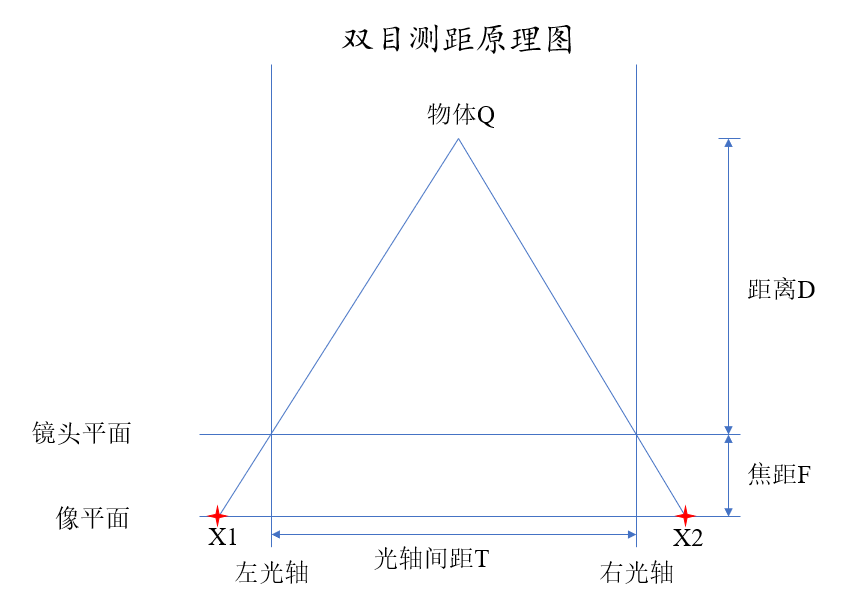
④双目摄像头具备良好的便携性,实验数据可以方便地导出；

⑤使用KS861双目摄像头在30m内的危险距离测量理论误差仅为1.56%。

## 2.3 危险距离测量精度

### 2.3.1 危险距离测量原理

为了保证危险距离测量的精度，我们在一开始就设计了使用双目测距模型。我们人类拥有两只眼睛，物体在左眼视角与右眼视角的内容有差别，这些差别反馈到人脑后我们就能估计出物体距离我们有多远。双目测距模型就是在模仿人类两只眼睛的功能，原理如下图所示：



物体Q在左像平面成像点X1，在右像平面成像点X2。镜头平面与像平面之间的焦距为F，左右光轴的间距为T，需要求解出物体Q与镜头平面的距离D。

原理图中表述的是理想模型：左右两个摄像头焦距等参数完全相同，它们的像平面和镜头平面也相同，它们的左右光轴相互平行。因此，我们可以根据相似三角形的原理，得到距离D的表达式：

, 其中

为物体Q在左右两个摄像头上成像的像素坐标差值，也就是双目视差。结合上述公式，在进行双目危险距离测量时，已知焦距F、光轴间距T和双目视差，即可求解得到物体Q与镜头平面的距离D。当D值小于某个阈值，我们可判定处于高碰撞风险状态。

我们已经得到危险距离D的表达式：

, 其中

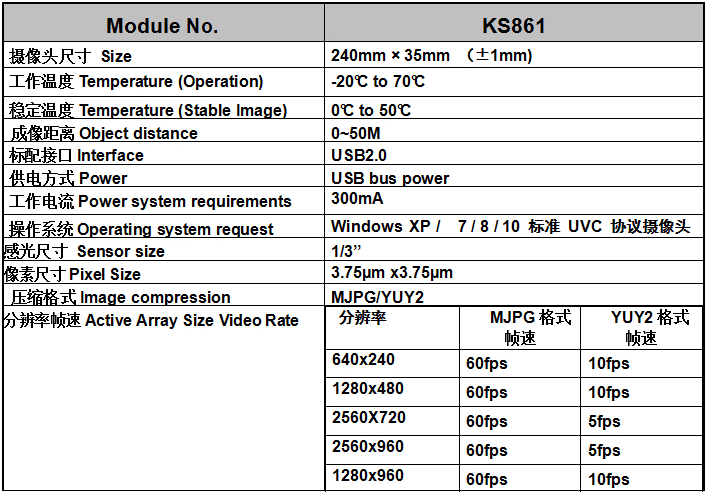
将公式两边同时微分:

上述两式整合，得到危险距离测量的相对误差公式：

表示像元尺寸，F表示焦距，这两个参数在摄像头选定之后即固定。那么在被测距离D一定的情况下，通过增大光轴间距T，可以减小危险距离测量的相对误差。

### 2.3.2 危险距离测量精度计算

KS861双目摄像头的参数如下：



实验条件设定如下：

测量距离：0~30m

光轴间距：0.6m

焦距：12mm

像元尺寸：3.75um

因此，KS861双目摄像头危险距离测量的理论误差为：30 \* 3.75 \* 10-6/(12\*10-3\*600\*10-3) = 1.56%。式中，30表示最大测量距离30m，3.75 \* 10-6表示3.75um的像元尺寸，12\*10-3为摄像头的焦距12mm，600\*10-3为两颗摄像头的基线间隔600mm。1.56%的理论测量误差，完全能够满足我们的实验要求，这也是选型KS861双目摄像头的重要理论依据。

三、图像预处理

# 3.1、相机标定

写5页左右。

## 3.1.1 坐标系转换

世界坐标系与像素坐标系的转换矩阵

## 3.1.2 单目相机标定：

张友正相机标定：OpenCV的接口函数：calibrateCamera

## 3.1.3 双目相机标定

在单目标定的基础上，对双目相机进行标定，OpenCV的接口函数：stereoCalibrate

## 3.1.4 图像矫正

通过双目相机标定，获得了图像的矫正参数，并用它们来矫正图像，OpenCV的接口函数：initUndistortRectifyMap和remap

<https://blog.csdn.net/fengye2two/article/details/80686409>

<https://blog.csdn.net/weixin_43843780/article/details/89294131>

<https://www.cnblogs.com/zyly/p/9373991.html>

<https://blog.csdn.net/onthewaysuccess/article/details/40736177>

<https://blog.csdn.net/a083614/article/details/78579163>

3.2 高斯滤波

# 四、障碍物检测

写5页左右。

现有检测算法有哪几种，各自对比的优缺点。YOLO检测的理论基础。

YOLOv4，我们调用别人的接口来识别车辆，不需要额外训练。

<https://blog.csdn.net/baobei0112/article/details/105831613/>

https://blog.csdn.net/qq\_38316300/article/details/105759305

# 五、障碍物跟踪

写5页左右。

现有追踪算法有哪些，各自对比的优缺点。KCF检测的理论基础，数学推理过程。

KCF，跟踪算法。物体识别准确率比YOLO低，但是识别速度比YOLO快很多。

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/48249974>

# 六、双目测距

写5页左右。

测量车辆与摄像头的距离，并根据距离进行危险程度判断。

左右视图的匹配：

角点检测：<https://mp.csdn.net/editor/html/79119736>，简化处理，我们用YOLO识别到的矩形框中心点近似代替角点，计算左右图像的视差，进而求出距离

图像形态学处理：<https://blog.csdn.net/fengye2two/article/details/79188087>

选择红色的车辆，利用形态学处理可以分割出车辆的位置

# 七、实验过程及结果

写10页左右。

主要3个指标：

1、车辆识别准确率：每帧图像都使用YOLO检测的矩形框为基准；

2、识别速度（fps）：KCF与YOLO处理图像的不同间隔所对应的识别速度；

3、车辆距离测量误差率：卷尺测量的距离为基准，求得误差率。

# 八、避让路径规划

写2页左右。

现有路径避让算法，我们的场景哪种算法比较合适。

# 九、总结与展望

写2页左右。

总结全文，课题展望。