

# 四旋翼无人机视觉目标检测研究

邱鹏瑞

(昆明冶金高等专科学校, 云南 昆明 650033)

**摘要:** 笔者从四旋翼无人机的自主飞行技术入手, 基于计算机视觉技术和 TensorFlow 框架实现四旋翼无人机目标检测, 采用 Pixhawk 开源飞控, 在获取视觉传感器采集的图像数据后, 利用 TensorFlow 深度学习框架搭建快速区域建议网格学习模型进行目标检测标定。经实验验证发现, 模型能够实现快速收敛, 并实现损失函数保持较低值, 在分析不同参数和卷积模型对目标识别产生的影响后, 发现在较小目标情况下存在漏检和不稳定现象。

**关键词:** 四旋翼无人机; TensorFlow; 视觉; 目标检测

**中图分类号:** TP183 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9767 (2020) 15-054-02

## Research on Target Detection of Quadrotor Based on Vision

Qiu Pengrui

(Kunming Metallurgy College, Kunming Yunnan 650033, China)

**Abstract:** Starting with the autonomous flight technology of quadrotor UAV, the target detection of quadrotor UAV is realized based on computer vision technology and tensorflow framework. Pixhawk open source flight control is used. After obtaining the image data collected by visual sensors, the tensorflow deep learning framework is used to build a fast region recommendation grid learning model for target detection and calibration. The experimental results show that the model can achieve fast convergence and keep the loss function at a low value. After analyzing the influence of different parameters and convolution model on target recognition, it is found that there are missing detection and instability in the case of small targets.

**Key words:** quadrotor; TensorFlow; vision; target detection

### 0 引言

四旋翼无人机利用机载的自驾仪和航电系统完成自主飞行任务, 在自主飞行过程中可以利用视觉传感器获取的数据完成目标识别任务, 并能够在低速和低空的情况下对目标进行实时跟踪, 在民用和军事方面拥有广阔的应用前景<sup>[1]</sup>。目前, 研究采用机器学习法对无人机采集的视觉数据进行处理, 成为了研究热点, 也具有重要的科学价值。

### 1 视觉四旋翼无人机系统设计

系统架构在总体方案设计时主要考虑目标识别所需搭载的设备, 同时对机载重量有一定的限制<sup>[2]</sup>。本研究使用四旋翼无人机开展视觉目标识别, 需要飞控和视觉传感器, 还需要对算法进行实时解算, 需要 GPU 设备。视觉传感器固定在机体上, 容易产生振动, 需要相对稳定的云台支撑, 同时保障目标检测的数据源质量, 也对视觉传感器的镜头清晰度、

视角和重量提出了要求。本研究所需四旋翼无人机系统架构如图 1 所示。

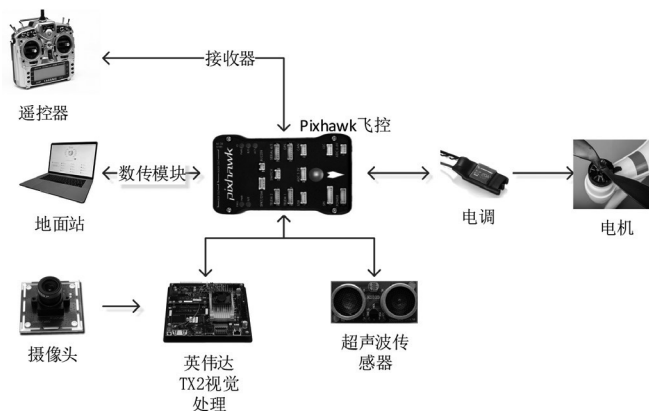


图 1 系统架构

完整的硬件系统包括 Pixhawk 基于惯导的开源自驾仪飞控、

**基金项目:** 云南省教育厅科学研究基金项目“基于视觉的四旋翼无人机位姿估计与自主导航研究”(项目编号: 2018JS548)。

**作者简介:** 邱鹏瑞 (1980—), 男, 云南大姚人, 博士研究生, 副教授。研究方向: 遥感、图像处理、飞控与移动应用开发。

机架、电调、动力电机、遥控、地面站及视觉传感器等。在目标检测系统中,需要保证目标能够满足实验所需的视野范围动态调整,以免在目标丢失后采用合适的搜索方法定位目标。

## 2 TensorFlow 框架与机器学习

TensorFlow 是由 Google 公司机器智能研究机构开发的,用于机器学习和深度神经网络方面的研究,目前是广泛使用并开源的机器学习算法库框架,几乎所有的应用程序都能够使用 TensorFlow 进行机器学习。TensorFlow 能够在 CPU 和 GPU 上同时运行,这也是它能够快速成为普遍使用的机器学习系统的原因。

TensorFlow 具有跨平台的特性,能够在 Windows、Linux、macOS 等 PC 系统中使用,也能应用在移动平台中。TensorFlow 采用数据流图进行数值计算,数据流图中的节点 Nodes 表示数学操作,线 edges 表示节点间的相互联系。对于一些与数学运算相关的计算都使用到节点,通过把计算看成是端点的数据输入,可以得出结果,或者是可持续的一些其他变量。节点间的输入和输出用边来表示,这些边是可以动态调整的动态数组,即 tensor 张量。输入端的所有张量完成准备后,节点被分配至计算单元完成异步并行的运算任务。

TensorFlow 可以用来表示机器学习的高层次计算,其并不是一个严格的“神经网络”库。只要可以将计算表示为一个数据流图,就可以使用 TensorFlow。随着 TensorFlow 新版本的推出,已经极大简化了第一代的系统,并具有很好的灵活性。本文依托 TensorFlow 深度学习框架,通过区域建议网络和卷积神经网络模型训练,对目标检测并验证模型。

## 3 目标检测

### 3.1 快速区域建议网络

快速区域建议网络通过对区域建议网络 (Region Proposal Network, RPN) 候选区域算法进行优化,提取的候选区域更为准确和简洁,同时能够对卷积层进行共享,大大减少运算量,使得算法的检测速度更快<sup>[3-4]</sup>。将无人机采集的任意尺寸的图像作为 RPN 的输入,目标候选框集合输出,对集合中的每个候选框进行目标评分,网络将预测目标边界和对应的分数,再通过端到端的训练,就可以生成并确定高质量的候选框。

### 3.2 卷积神经网络

本文对应网络模型采用 GoogleNet Inception 为训练的网络结构,GoogleNet 加宽了每一层的层宽,这样导致卷积层卷积核数量的增加,也使得模型收敛更易于减少内部协变量转移带来的问题,也就是在训练时每一层获取的输入数据会因为前一层参数的变化而受影响,这样很难去构造一个饱和的非线性模型。RPN 与快速 RPN 共享特征,交替进行训练,快速 RPN 参考 RPN 进行改进,然后重复迭代,得到更明显的特征从而进行目标检测。

## 4 实验结果及分析

### 4.1 数据处理与格式转换

实验数据采用视觉传感器采集的图像,考虑到实验正负样本比例,进行适当裁剪,使数据集中的图像都有目标物体,

且让目标物体不分布在分割线上,并对图像进行归一化操作得到有效数据集,训练集与测试集比例为 4 : 1,再进行人工标注后,将数据集内数据分为数据集索引、标签数据和图片内容。实验采用 TensorFlow 框架,需要专门的 TFRecord Format,本文通过编写脚本代码将数据集格式转化为 TFRecord 格式文件。

### 4.2 数据增强

在 TensorFlow 神经网络训练中,存在数据依赖较大的特点,对数据有较高的要求。通过数据增强操作能够解决在样本数量少、某类样本数量不多、特征不足情况下带来的问题,并能够防止模型的过度拟合<sup>[5]</sup>。因为四旋翼无人通过视觉传感器一次采集的视觉数据具有较恒定的质量特征,仅采用旋转和平移的方式进行数据增强。

### 4.3 实验分析

通过 TensorFlow 框架,对四旋翼无人机采集的 1 400 张图像数据进行训练,在进行人工标注处理后,把标定的图像数据按照 TFRecord 的格式输入进行训练,在训练中对是否参数赋值初始化进行对比,以 TensorFlow model zoo 中的模型对本研究模型初始化,发现模型能快速收敛,在损失函数 loss 值较低时,模型能够得到一个较高的识别率,同时比较区域建议使用网络模型和 SVM 模型,结果如表 1 所示。

表 1 模型测试参数比较

模型	识别精度 /%	识别耗时 /s
快速区域建议网络	91.5	1.41
区域建议网络	85.3	1.46
SVM	82.1	4.20

算法对于空旷场景的目标有较好的检测效果。同时,算法在识别较小的目标时表现较不稳定,会存在漏检的现象,识别的精度也不够。分析主要原因是卷积神经网络在深度不断迭代加深后,浅层的信息丢失较多,小目标容易导致误标注。

## 5 结 语

本文以四旋翼无人机为飞行平台对基于 TensorFlow 与视觉的四旋翼无人机目标检测方法进行研究,系统采用 Pixhawk 开源飞控进行无人机飞行控制,在视觉传感器获取图像数据后,利用 TensorFlow 深度学习框架搭建快速区域建议网络学习模型,可作为未来的研究目标。

## 参考文献

- [1] 岳基隆,张庆杰,朱华勇.微小型四旋翼无人机研究进展及关键技术浅析[J].电光与控制,2010,17(10):46-52.
- [2] 张金林,万蔚,芮挺,等.基于改进的 Lucas-Kanade 光流估算模型的运动目标检测[J].微计算机信息,2010(23):194-196.
- [3] 王金传,谭喜成,王召海,等.基于 Faster R-CNN 深度网络的遥感影像目标识别方法研究[J].地球信息科学学报,2018(20):1500-1508.
- [4] 方璇,钟伯成.四旋翼飞行器的研究与应用[J].上海大学学报,2015,29(2):113-118.
- [5] 曹美会,鲜斌,张旭,等.基于视觉的四旋翼飞行器无人机自主定位与控制系统[J].信息与控制,2015,44(2):190-196.