

基于双目视觉的无人机避障系统设计

皇甫萍萍, 袁天夫, 段淇超

(上海工程技术大学 电子电气工程学院, 上海 201620)

摘要: 目前, 四旋翼无人机的应用十分广泛, 但仍存在实操过程中遇到障碍物等安全性问题。本文针对无人机躲避障碍物的问题, 设计了一种基于双目视觉技术的无人机避障系统。双目视觉技术在获取障碍物三维信息方面, 具有效率高、精度合适、系统结构简单等优点, 能够较好地解决无人机的避障问题。实验结果表明, 本文设计的系统可以有效地进行立体匹配, 获取三维信息, 进而辅助无人机避障, 具有较好的应用价值和前景。

关键词: 四旋翼无人机; 双目视觉; 立体匹配

UAV obstacle avoidance system design based on binocular vision

HUANGFU Pingping, YUAN Tianfu, DUAN Qichao

(School of Electronic and Electrical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

【Abstract】 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) is widely used nowadays, but there are some safety problems such as obstacles encountered in actual operation process. In this paper, an obstacle avoidance system of UAV based on binocular vision technology is designed to avoid obstacles. Binocular vision technology has the advantages of high efficiency, suitable precision and simple system structure in obtaining three-dimensional information of obstacles, and it can solve the obstacle avoidance problem of UAV well. The experimental results show that the system designed in this paper can effectively carry out stereo matching, obtain three-dimensional information, and then assist the UAV to avoid obstacles and has good application value and prospect.

【Key words】 Quad-rotor UAV; Binocular vision; Stereo matching

0 引言

目前, 无人机广泛应用的同时, 也伴随着很多安全性问题。无人机早期主要由操控者肉眼辨别飞行方向, 因为环境、视力等原因, 无人机的安全无法保证。随着无人机的发展和应用场景的变化, 无人机的安全性也越来越重要。无人机躲避障碍物, 要求无人机获得障碍物的三维信息。无人机摄像头获取障碍物的图像, 再对图像进行处理, 获得图像的三维信息, 进而使无人机规避障碍物, 这是无人机规避障碍物的一般流程。本文利用双目视觉技术, 根据视差原理和立体图像匹配, 获得图像三维信息, 使无人机躲避障碍物, 可以较好的应用到道路检测、军事侦察等方面, 尤其是在条件恶劣的情况下, 节省人力、物力, 降低风险。

1 基于双目视觉的无人机避障系统

如图1所示, 本文设计的无人机避障系统的主要流程是: 无人机启动飞行后, 通过摄像头获取环境图片, 通过特征点提取和立体匹配, 获得图像视野的三维信息, 判断能否直接越过障碍, 若不能, 则进行

路线规划躲避障碍物, 继续飞行。

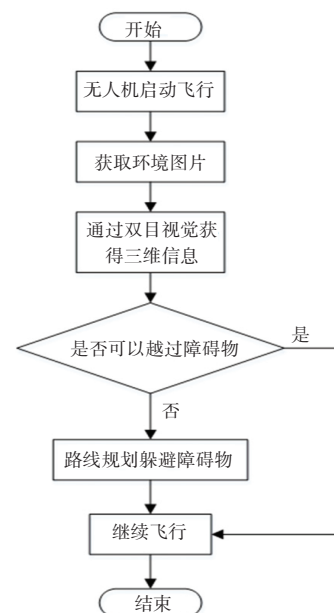


图1 系统流程图

Fig. 1 System flowchart

基金项目: 上海市大学生创新训练项目 (cx1902006)。

作者简介: 皇甫萍萍 (1998-), 女, 本科生, 主要研究方向: 单片机及其应用; 袁天夫 (1963-), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 通信信号处理、嵌入式系统。

通讯作者: 袁天夫 Email: yuan.tf@163.com

收稿日期: 2020-03-26

哈尔滨工业大学主办 ● 系统开发与应用

无人机躲避障碍物的实现,是通过将探测所得的数据导入到自身避障模块,经过运算,得出避障飞行的指令^[1]。即预先设定无人机的最小安全距离,以及判断有无障碍物的标准点数 N 。获得提取到的特征点数和前方图像的三维信息后,判断如果有大于 N 个的点数,它们的三维距离大于最小安全距离,则表示无人机前方无障碍物,无人机可继续飞行。若判断有障碍物,无人机横向飞行,直到判断前方无障碍物。

2 双目立体视觉

2.1 测距原理

双目视觉的原理与人眼相似,是一种基于视差原理从两个图像中获得物体三维信息的方法,如图2所示。其中 P 点为物体, A 、 B 分别为左右两个拍摄角度,视差 $d = x_1 - x_2$ 。双目测距主要利用两幅图的视差进行测距^[2]。获取图像后,摄像机标定参数,对两个图像进行矫正,通过特征点提取,再经过立体匹配,获取三维信息,计算出视差,并将视差转换为深度,从而使无人机在飞行时有效规避障碍物,双目视觉实现过程如图3所示。

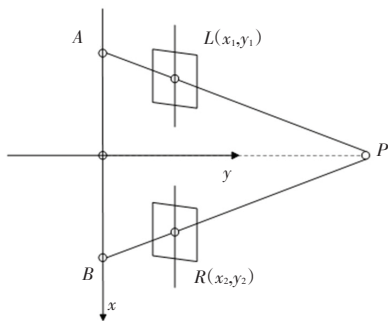


图2 双目视差图

Fig. 2 Binocular parallax

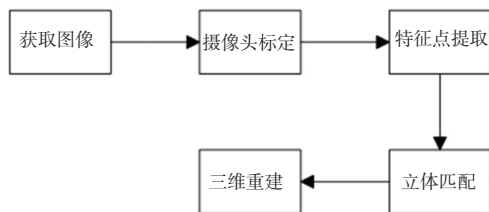


图3 双目视觉实现过程

Fig. 3 Binocular vision realization process

在双目视觉技术中,摄像头标定是使双目视觉立体化的前提。首先对摄像头进行标定,然后收集标定后的内外参数,在同一个空间坐标系中通过定点坐标确定摄像头的位置信息^[3]。特征提取是一种把图像上的像素点集合描述出来的过程。三维重建是根据立体匹配,求得三维空间中对应点的坐标,进而确定图像上的点在三维空间的位置。

2.2 立体匹配

立体匹配是获取图像三维信息的主要技术手段,从不同图像中找到匹配的对对应点,通过匹配算法获得匹配点的三维信息。而基于区域的立体匹配是把图像中某一图像点的灰度值领域看作参照源,在另一幅图像中寻找有相同或相似灰度值分布的对应区域,进而实现两幅图的匹配。

双目视觉的立体匹配算法中基于区域匹配的算法很大程度上依赖于相似性测度因子的选取。灰度差积累(SAD)算法是基于灰度的模板匹配算法^[4]。SAD算法原理是差的绝对值之和,将每个像素对应灰度值的差取绝对值,再进行累积求和,据此评估两个图像的相似度,公式(1)。该算法速度快,但不精确,通常用于多级处理的初步筛选。

$$C_{SAD} = \sum_{i,j \in W} |I_L(x+i, y+j) - I_R(x+i+disp, y+j)| \quad (1)$$

其中, $disp$ 为该点的视差值; W 表示支持窗口; $I(x, y)$ 表示图像在 (x, y) 的灰度值。

3 结束语

本文基于双目视觉技术,使无人机在飞行过程中可以识别障碍物并进行规避。经测试,无人机在起飞后,摄像头可以有效获取图片,通过对图像进行预处理,结合双目视觉立体匹配,可以有效获得图像的三维信息,进而使无人机规避障碍物,但在无人机路线规划和继续飞行过程中,存在一定偏差。如图4是通过摄像头获取的图片。通过实验对比,立体匹配得到的视差图会随窗口尺寸大小的改变,而发生变化,如图5所示。



图4 摄像头获取图片

Fig. 4 Images captured by the camera

经过测试,在窗口尺寸为1时,得到的视差图效果最佳。立体匹配的速度和所得结果的精度受多种因素影响,通过不断调整窗口尺寸大小,才能到最佳的视差图。而通过二维图像来获取空间物体的三维信息,立体匹配本身有一定的误差,为了使匹配结果更准确,需要借助各种约束条件来缩小匹配任务量。希望通过后续研究,可以有效提高立体匹配速度和精度。

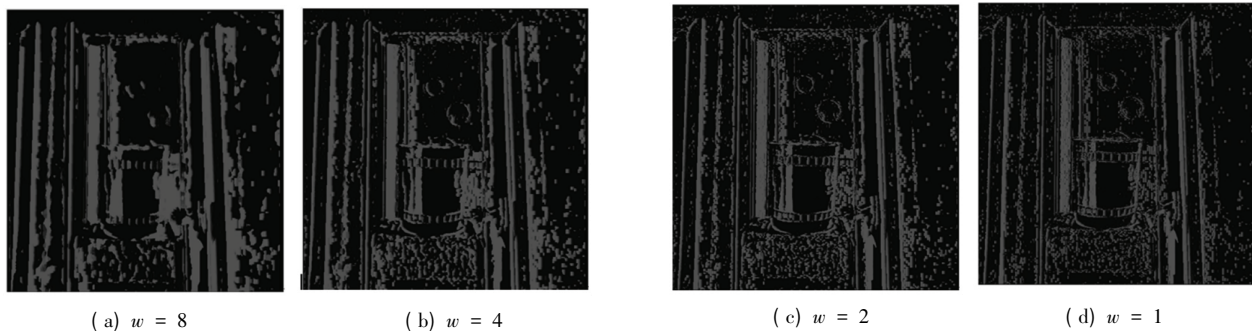


图 5 窗口尺寸对视差的影响

Fig. 5 The effect of window size on parallax

参考文献

- [1] 孔繁淇. 基于双目视觉的无人机测距与避障方法研究[J]. 科技风, 2019(1): 101.
- [2] 李明东, 卢彪, 金传宇. 基于双目视觉立体匹配技术的双目测距研究[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2019, 19(2): 18–20.

- [3] 陶重霖, 乔荔, 孙云飞, 等. 基于双目视觉的六旋翼无人机立体匹配算法[J]. 激光与红外, 2018, 48(9): 1181–1187.
- [4] 于春和, 张静. 基于 SAD 的立体匹配算法研究[J]. 沈阳航空航天大学学报, 2019, 36(4): 77–83.

(上接第 128 页)

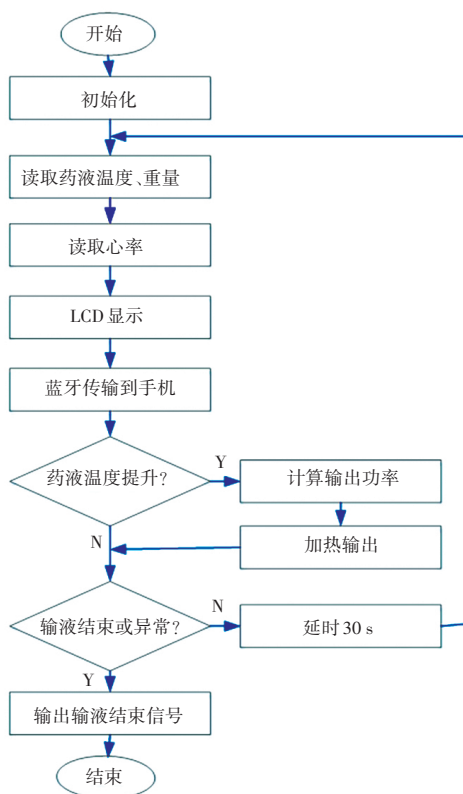


图 7 系统程序流程图

Fig. 7 System program flowchart

4 结束语

这是一款将智能控制理论与实际生活问题相结合的产品,使智能化、便捷化走进生活。初步测试表明,该设计能够有效准确执行,完全满足设计目的和要求。设计成本适中,可推广于住院环境和护理方面的欠缺小城市乡镇医院。

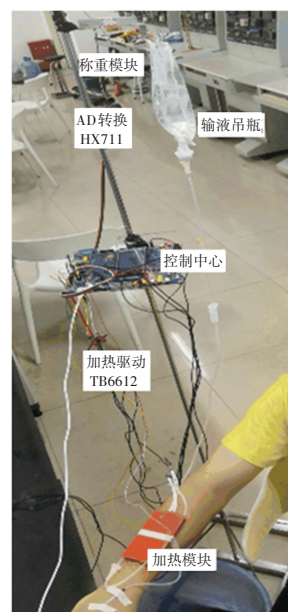


图 8 智能输液系统样机

Fig. 8 Prototype intelligent infusion system

参考文献

- [1] 马晓红. 浅谈乡镇卫生院的管理问题[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017(87): 131–133.
- [2] 刘火良, 杨森. STM32 库开发实战指南(第 2 版) [M]. 机械工业出版社, 2017(6): 17–24.
- [3] 郑三婷. 温度传感器 DS18B20 在温度计设计中的应用[J]. 电子制作, 2019(6): 152–153.
- [4] 王建平, 卢杉, 武欢欢. TB6612FNG 在直流电机控制设计中的应用[J]. 电子设计工程, 2010(6): 65–67.
- [5] 张波, 王晨阳, 徐传旭, 等. 基于 STC89C52 和 HX711 的电子秤设计[J]. 现代信息科技, 2019(8): 42–44.
- [6] 白鹏飞, 刘强, 段飞波, 等. 基于 MAX30102 的穿戴式血氧饱和度检测系统[J]. 激光与红外, 2017(10): 1276–1280.