

相局部压力波动以及样品的溶剂扩散,从而导致检测器信号产生变化。在检出限检定中可以通过改变流动相比比例使萘的色谱峰与杂峰分离,从而保证检测限测量的准确性。

鉴于仪器在进样时引发信号波动,而这些波动对测量结果会产生干扰,因此,可以考虑把进样干扰作为液相色谱仪性能评价的一项指标,这有助于引导相关液相色谱仪的生产研发单位对仪器的结构加以改进,降低或消除此类干扰,从而提升仪器的计量性能。

参考文献

- [1] 李海英. 分析液相色谱仪检定方法和注意事项[J]. 科技传播, 2014(3): 78-79.
- [2] 张雪雷. 气相液相色谱仪检定方法探讨[J]. 科技创新与应用, 2016(8): 56-59.
- [3] 刘密新, 罗国安, 张新荣, 等. 仪器分析(2版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002: 257-268-272.
- [4] 陈敏, 高雄兵. 液相色谱仪紫外检测器线性范围检定方法比较[J]. 上海计量测试, 2019(1): 38-40.
- [5] JJG 705—2014 液相色谱仪检定规程[S]. 北京: 中国质检出版社, 2014.
- [6] 潘淑. 液相色谱仪最小检测浓度的测量不确定度评定[J]. 生物技术世界, 2016(5): 324-326.
- [7] 徐再兴, 郑爽, 余静清. 液相色谱仪检测器最小检测浓度的不确定度评定[J]. 计量与测试技术, 2019(4): 59-61.
- [8] 何海红, 何雅娟, 王卫华. 液相色谱仪示差折光率检测器的检定[J]. 化学分析计量, 2016, 24(2): 95-97.
- [9] 刘丽娜. 液相色谱仪基线噪声对最小检测浓度测量值的不确定度评定的影响[J]. 计量与测试技术, 2016, 43(1): 82-83.
- [10] 姜美沙. 紫外可见及二极管阵列检测器高效液相色谱仪检定时常见问题及解决方法[J]. 化学分析计量, 2012(7): 84-85.
- [11] 李锋丽, 许思思, 张森, 等. 萘-甲醇标准溶液液相色谱分析条件研究[J]. 分析仪器, 2018(4): 112-116.
- [12] 马桂英, 孙科夫, 朱明华. 反相高效液相色谱中死时间的测定[J]. 华东理工大学学报, 1994(6): 829-833.

一种用于里程计量的双目立体视觉测距系统

吴锦铁 许 原 仲崇霞 梁 炜 黄 艳

(北京市计量检测科学研究院 北京 100029)

摘 要 介绍一种用于里程计量的双目立体视觉测距系统。分析了双目相机的测距原理,搭建了双目立体视觉测距系统,对双目相机进行标定,解算系统到目标的深度距离。使用全站仪及光轨结合的方法对系统进行比对测量,结果显示系统测距误差为厘米量级。

关键词 视觉技术; 视觉里程; 双目相机

doi: 10.3969/j.issn.1000-0771.2019.10.06

0 引言

环境感知是无人驾驶技术中最基础的部分,没有对车辆周围三维环境的定量感知,就犹如人没有了眼睛,无法为无人驾驶的决策系统提供依据^[1-6]。为了安全与准确地进行环境感知,无人车驾驶系统使用了多种传感器,其中常用的传感器有超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达、GNSS 系统和惯导系统等^[7-8]。

无人驾驶一般是指在车上安装多种感应设备,来感知周围环境,并根据所获取的信息,自主规划路径实现车辆的自动驾驶,安全可靠的到达目的地。从无人驾驶汽车构成系统来看,要实现车辆的无人驾驶,有三个问题需要解决:即车辆的定位问

题、目的地问题和路径规划问题。在无人驾驶中,定位是首要解决的问题,是后续路径规划和导航的基础。而定位又分为绝对定位和相对定位,绝对定位通常利用卫星导航系统,相对定位主要依靠惯导、里程计和加速度计等传感器实现,不依赖其他外界信号,工作频率高,但是存在定位误差,其结果需要定时采用绝对定位来修正。

随着视觉技术的不断发展,依靠视觉的定位技术已被广泛应用,这主要是因为视觉定位比较简单,仅利用摄像机拍摄的图像序列作为输入信息,获取相邻图像中的匹配特征对,然后利用摄像机成像模型实现坐标变换,通过两视角之间的对极几何约束来计算得到车辆的运动信息,这就是视觉里程

计^[9]。其优势在于:只需要摄像头传感器,成本低;信息丰富,不仅可用于车辆的自主定位,还可进行目标检测、车辆避障及三维地图重建等^[10-11];应用范围广,环境适应能力强。

以往的研究大多关注在图像特征提取和位姿估计等方面,但是,不同的计算方法和计算模型所得到的测量结果是否准确,目前尚无相关的测量标准。因此,对于视觉里程技术准确性的测量对保障车辆自主定位具有重要意义。

1 双目立体视觉测距系统搭建

1.1 双目测距原理

双目相机对被测目标进行拍摄,获取两幅数字图像,然后基于三角法原理进行三维信息的获取,即由双目相机的图像平面和空间点之间构成三角形,再解算视觉里程测量测试系统到目标的距离,测距原理示意图如图1所示。

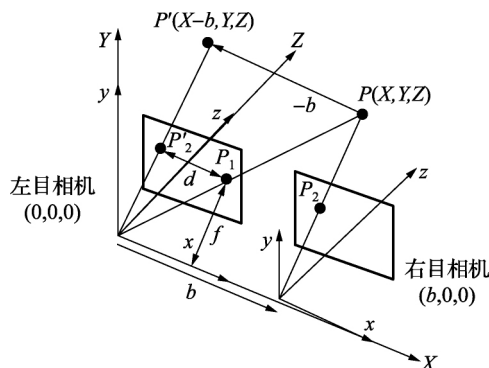


图1 双目测距原理

图1中,空间点 P 是待测目标,坐标为 (X, Y, Z) ,其中 Z 为目标到双目相机的深度距离。待测目标在左相机像平面的投影点为 P_1 ,在右相机像平面的投影点为 P_2 ,两相机之间的基线长度为 b ,焦距为 f , P 点左右两幅图像上相点的视差为 d 。

利用三角形相似原理,可得到双目相机到 P 点的深度距离为

$$Z = f \frac{b}{d} \quad (1)$$

由式(1)可知,测距分辨率会受到相机焦距和相机基线长度的影响,相机焦距与基线长度越短,测距分辨率越高,但会导致测距范围的降低;焦距和基线长度越长,测距范围越大,但是基线长度越长,相机的盲区也会变大,无法观测较近距离的目

标,焦距越大,则相机的视角会变窄,因此,需要通过实际情况来折中选取合适的相机基线以及相机镜头焦距。

双目相机连续拍摄被测目标,获取图像序列,利用标定好的相机基线和相机焦距,重建三维图像,获取深度图,得到双目相机与被测目标的距离^[12-16]。本文搭建的双目立体视觉测距系统如图2所示。

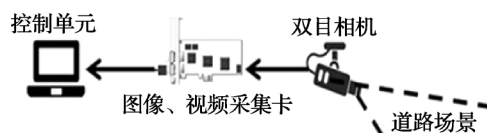


图2 双目立体视觉测距系统

1.2 相机标定

相机的构造、制造、安装和工艺等是导致相机存在畸变的重要因素,为了使相机标定结果更加准确,在进行相机标定时也应该将相机的非线性畸变考虑进来,修正理想投影模型。

相机标定时需要在摄像头前放置一个特制的标定参照物(如棋盘标定板),标定板上的每一个特征点相对于世界坐标系的位置在制作时应准确测定,通过相机获取标定板的不同姿态的图像,计算相机的内外部参数以及畸变参数。利用标定结果矫正相机畸变,使相机处于同一平面且光轴平行的理想状态,获取矫正后的图像,再重构三维场景,获取深度图。

本文采用张正友平面标定方法,通过 Matlab 相机标定工具箱进行相机标定。标定流程为:

- 1) 准备一张标定模板;
- 2) 将标定模板放在相机可视范围内,从不同角度拍摄若干张图像;
- 3) 打开 Matlab 相机标定工具箱,载入图像,如图3所示;
- 4) 提取图像角点,第一次标定时需要对每一幅图像进行角点提取,如图4所示,再载入图像角点信息;
- 5) 完成角点提取后,点击校正工具箱上的校准(Calibration)完成左目相机的标定;
- 6) 重复上述1)~5)步骤对右目相机标定进行标定;
- 7) 载入左目相机及右目相机标定结果,以左相机作为基准,依次根据 Matlab 标定工具箱即可给出标定结果,见表1所示。

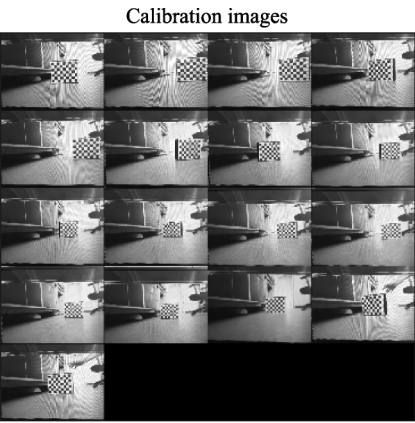


图 3 载入图片

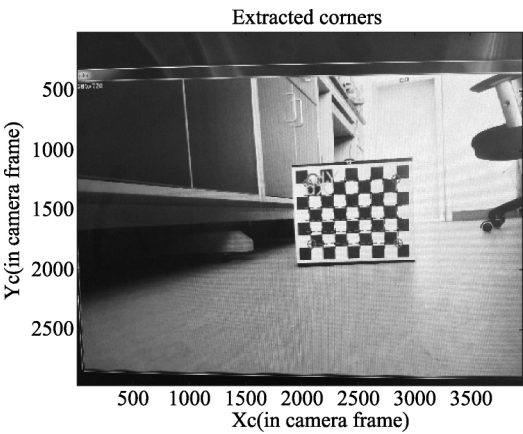


图 4 提取角点

表 1 标定结果

参 数	出厂设定值	标定值
左目	f_x	714.2595
	f_y	714.3151
	c_x	633.1176
	c_y	347.389
	k_1	-0.31155
	k_2	0.094601
	r_1	0.000214
	r_2	-0.00061
右目	f_x	711.5945
	f_y	712.6675
	c_x	662.444
	c_y	344.3327
	k_1	-0.29673
	k_2	0.076904
	r_1	0.00034
	r_2	-0.000061

2 实验结果

通过采用光轨及全站仪,比对测量双目视觉里程系统的测距准确性。将双目视觉里程系统和全站仪均放置在光轨上,在系统前方光轨上放置一个表面平整、纹理丰富的目标,如图 5 所示。

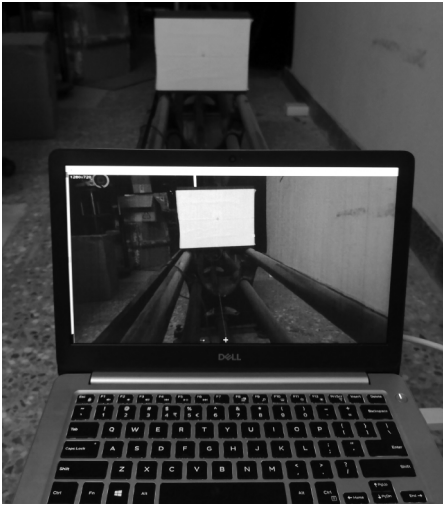


图 5 现场测试图

记录全站仪的数值为标准值,双目视觉里程系统数值为测量值,如表 2 所示。从表 2 中可以看出,系统的测距误差在厘米量级,相对误差在 $\pm 1\%$ 之内(0.7~2.1m 测距范围),有的甚至为 0.02%。

表 2 测试数据

序号	标准值 (mm)	10 次测试平均值 (mm)	测量误差 (%)
1	700	701.4	0.20
2	800	797.5	-0.31
3	900	899.8	-0.02
4	1000	1004.4	0.44
5	1100	1091.1	-0.81
6	1200	1199.3	-0.06
7	1600	1611.1	0.69
8	1700	1699.3	-0.04
9	1800	1796.9	-0.17
10	2000	2001.6	0.08
11	2100	2098.7	-0.06

3 结论

基于机器视觉的定位算法是智能驾驶领域内的热点问题,通过分析包含在图像序列中的静态场景一致性信息,视觉定位可以帮助无人车更准确地获得当前位置与姿态信息,保证无人车安全、高效地到达目的地。**双目相机因其结构简单且能同时获取场景的纹理信息和深度信息,被广泛应用于视觉里程研究中。**本文搭建了以双目相机为核心的双目立体视觉测距系统,解算系统到被测目标的深度距离,对解算的距离值采用全站仪进行比对测量试验,结果表明系统的距离测量误差为厘米量级。

参考文献

- [1] 王俊. 无人驾驶车辆环境感知系统关键技术研究[D]. 中国科学技术大学 2016.
- [2] 马飞跃,王晚年. 无人驾驶汽车环境感知与导航定位技术应用综述[J]. 汽车电器 2015(2):1-5.
- [3] 佚名. 无人驾驶车辆行为决策系统研究[J]. 汽车技术 2018, 515(8):4-12.
- [4] 陈佳佳. 城市环境下无人驾驶车辆决策系统研究[D]. 中国科

- 学技术大学 2014.
- [5] http://www.sohu.com/a/165059946_721012.
- [6] <https://blog.csdn.net/shellching/article/details/78222881>.
- [7] 黄武陵. 激光雷达在无人驾驶环境感知中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用 2016, 16(10):3-7.
- [8] 豆菲菲. 基于多传感器数据融合的无人车行驶策略研究[D]. 西安工业大学 2015.
- [9] 梁元月. 基于双目立体视觉的工件识别定位方法研究[D]. 西安理工大学 2008.
- [10] 杨高强. 基于 RGB-D 传感器的移动机器人三维重建与避障[D]. 哈尔滨工业大学 2017.
- [11] 孙怡. 双目视差测距中的立体匹配技术研究[D]. 南京邮电大学 2013.
- [12] 刘琪. 基于双目视觉的立体匹配技术研究[D]. 南京邮电大学 2011.
- [13] 黄鸿. 双目立体视觉与惯导融合里程估计方法[D]. 浙江大学 2014.
- [14] 张亚. 视觉里程计辅助的 INS/GPS 组合导航系统研究[D]. 哈尔滨工程大学 2015.
- [15] 陈红岩. 无人车立体视觉里程计研究[D]. 北京交通大学 2012.
- [16] 滕爽. 双目立体视觉中摄像机自标定方法研究[D]. 东北师范大学 2011.

粉尘仪检定装置的智能化改造及其表征*

张国城¹ 吴 丹¹ 施伟雄² 赵红达¹ 吕 超¹

(1. 北京市计量检测科学研究院 100029; 2. 张家港朗亿机电设备有限公司 张家港 215600)

摘 要 根据风量守恒和物料守恒原理,不同扩散段粉尘浓度是相同的,通过监测最前端粉尘浓度信息,及时反馈给发尘装置,根据实测值和目标浓度的偏差,调节发尘效率,快速调节粉尘浓度达到目标浓度,可实现粉尘仪检定装置的智能化设计。试验表明,经过智能化改造的 LYFJ-50 型低浓度粉尘仪检定装置,得到的粉尘浓度和目标浓度偏差在 $\pm 3\%$ 内,而手动法得到的粉尘浓度与目标浓度偏差较大;同时,从长时间来看,自动模式的稳定性要优于手动模式。

关键词 粉尘仪; 检定装置; 智能化; 手动; 自动

doi: 10.3969/j.issn.1000-0771.2019.10.07

0 引言

JJG 846—2015《粉尘浓度测量仪》计量检定规程^[1]的颁布,为不同原理的粉尘仪量值溯源提供了

科学依据。检测粉尘仪,需要产生满量程 20%、50% 和 80% 的粉尘浓度,且粉尘浓度稳定性标准偏差和均匀性偏差都不大于 5%。为了保障粉尘浓度的稳定性和均匀性,一般需要采用粒径较小的颗粒

* 基金项目: 国家质量基础的共性技术研究与应用国家重点研发计划(2017YFF0205504),首都科技条件平台(科研)(Z181100009518012),国家质检总局科技计划项目(2015QK001)