

·光电系统与amp;设计·

基于 LabVIEW 的激光光斑照度分布检测方法

刘姜伟¹, 焦 洋², 时家明¹, 韩春林², 林志丹¹

(1. 安徽省红外与低温等离子体重点实验室, 安徽 合肥 230037; 2. 脉冲功率激光技术国家重点实验室, 安徽 合肥 230037)

摘要: 研究了一种检测激光光斑照度分布的新方法. 该方法应用图形化编程语言 LabVIEW 驱动 USB 摄像头采集激光光斑图像, 经计算机处理后可获得其光斑灰度三维分布图及光斑照度三维分布图, 并可实时查看各像素点准确的照度值. 系统设计软件各项参数可灵活设置. 该方法可以动态地采集光斑信息并进行处理, 具有实时性.

关键词: LabVIEW; 激光光斑; 图像处理; 灰度; 照度

中图分类号: TP317.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)04-0027-04

A Method of Measuring Illumination Distribution of Laser Spot Based on LabVIEW

LIU Jiang-wei¹, JIAO Yang², SHI Jia-ming¹, HAN Chun-lin², LIN Zhi-dan¹

(1. Key Lab of Infrared and Low Temperature Plasma of Anhui Province, Hefei 230037, China;

2. State Key Laboratory of Pulsed Power Laser Technology, Hefei 230037, China)

Abstract: A new method of measuring the illumination distribution of the laser spot was studied. The method adopts the LabVIEW to drive the USB camera to collect the image of the laser spot, gets the 3D gray distribution and the illumination distribution of the laser spot after having processed the image with the computer, and can observe timely the exact illumination value of every pixel. The parameters of system design software could be set flexibly. With this method the data information of the laser spot could be collected dynamically and be processed real-timely. This method had been used for experiments teaching.

Key words: LabVIEW; laser spot; image processing; gray; illumination

激光实验中光斑照度分布是重要参数, 但以目前的实验条件光斑照度分布是通过一维扫描的方法来实现. 这种方法费时且不能实现动态处理. 现期望通过摄像头采集激光光斑信号, 通过图像处理获得完整的光斑照度分布, 并通过实验手段标定准确的照度值. 这种方法较简单, 可以对激光光斑进行实时、动态的处理, 可以获得精确到像素级的光斑信息, 而且能够获得较为理想的实验结果.

1 系统设计

利用氩氟激光器(5 mW)发射激光, 经过衰减、

扩束和准直后, 再经小孔光阑后照射在 CCD 摄像头(320×240)上, 应用图形化编程语言 LabVIEW 驱动摄像头采集光斑图像并进行处理, 获得光斑灰度的像素级数字信息, 然后根据灰度值绘出三维灰度分布图, 并求出灰度值总和^[1]. 采用功率计测出透过小孔光阑后光斑的总功率, 从而得到功率与灰度值的比例, 进而乘以灰度三维分布中的灰度值, 得到光斑准确的照度三维分布. 该系统也可以获得感兴趣的矩形区域的光斑灰度及照度分布图, 其中矩形区域的边界可以进行手动设置. 系统装置如图 1.

收稿日期: 2010-06-08

基金项目: 科学创新课题(090415215)

作者简介: 刘姜伟(1987-), 男, 河北邢台人, 硕士研究生, 研究方向为光学工程; 焦洋(1977-), 男, 安徽合肥人, 研究方向为光学与光电子学.

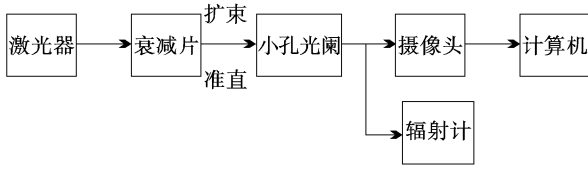


图 1 系统装置图

2 软件设计

本方法采用 LabVIEW 编程语言实现. LabVIEW 为图形化编程语言,是一个面向最终用户的开发工具^[2].

2.1 软件设计思路

该程序的设计思路是:先通过 USB 摄像头获取光斑的彩色图像,一方面,通过处理得到其灰度图,再根据灰度值和光斑功率绘出光斑的灰度和照度三维分布图;另一方面,截取光斑局部图像,绘出截取区域的灰度和照度三维分布图.其程序流程图如图 2.

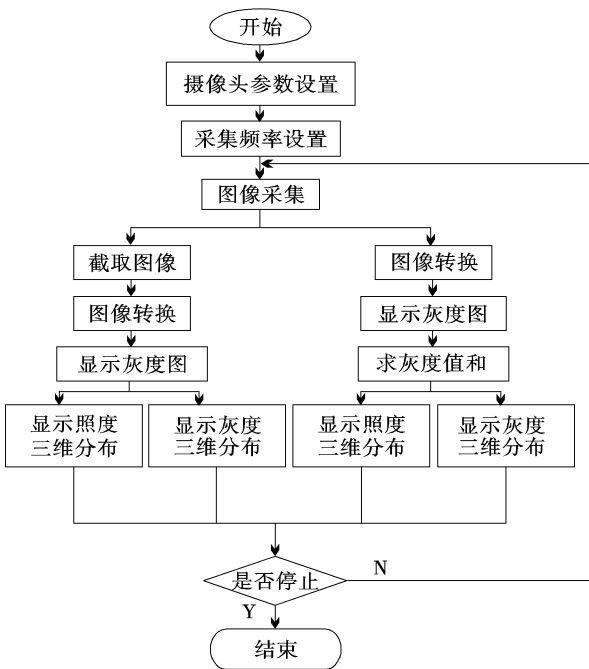


图 2 程序流程图

2.2 软件界面设计

软件界面即程序的前面板,包含整幅光斑照度分布、光斑照度值、矩形部分照度分布三页,并通过调用一个 TableControl 控件实现三页间的切换.

第一页整幅光斑照度分布如图 3.在这一页中,

控制器“采集间隔”用于设置采集图像的时间延迟(默认值是 2 000 ms);控制器 Drive、Width 和 Height 用于设置摄像头参数;控制器“截取矩形”用于调整截取的矩形的位置及大小;控制器“总能量(μW)”用于输入功率计测得的光斑总功率;控制器“STOP”用于停止运行程序;指示器“灰度值之和”用于显示整幅灰度图所求得的灰度值之和;4 个图形指示器分别显示采集的彩色图像,转换后的灰度图,灰度的三维分布和照度的三维分布.

第二页光斑照度值如图 4.这一页以数组的形式显示出精确到像素级的光斑照度值(μW),可以通过数组索引的方法读取任何一点的照度值.

第三页矩形部分照度分布如图 5.这一页的 3 个图形指示器分别显示截取矩形部分的灰度图、灰

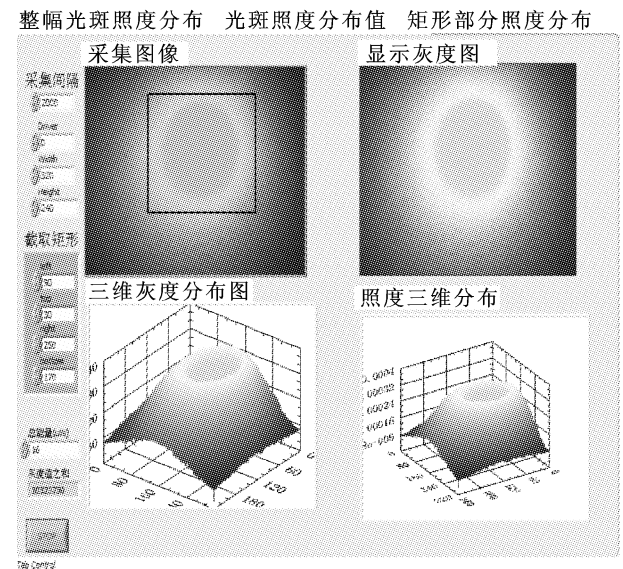


图 3 整幅光斑照度分布图

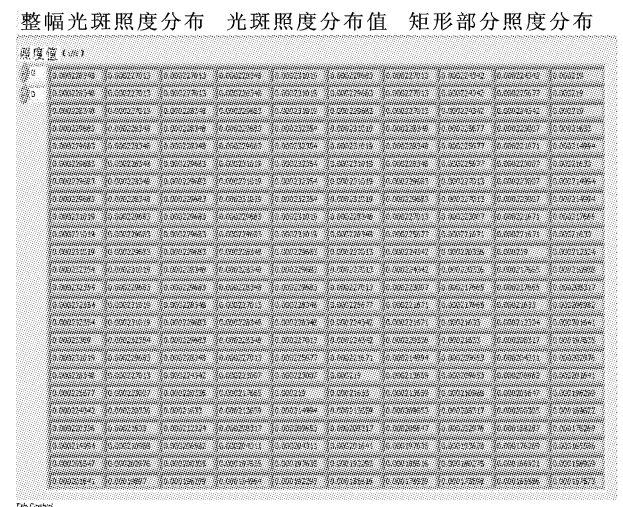


图 4 光斑照度值

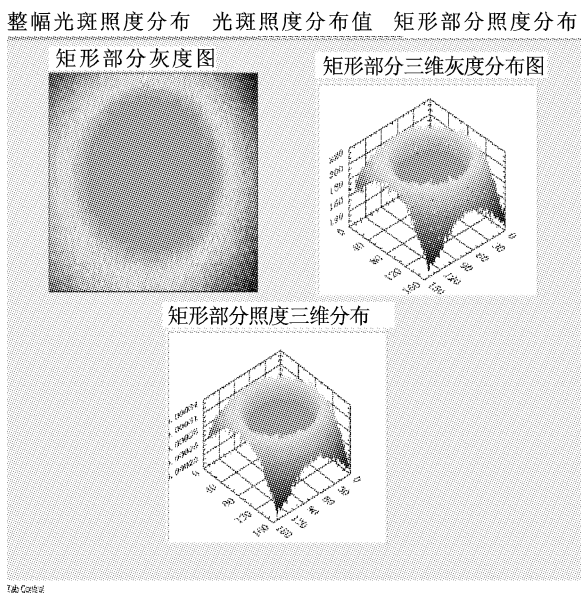


图 5 矩形部分照度分布图

度三维分布图、照度三维分布图。

2.3 软件框图设计

整个程序框图核心为一个 while 循环结构,以实现对光斑的实时采集和处理;其内部有一个 STOP 按键用来停止程序,以方便观察光斑照度分布.程序内部调用函数 milliseconds to wait 来控制循环的延时间隔即采集频率(这里是默认设置为 2 s,即每两秒钟采集一幅图像).全程序框图如图 6.

整个程序框图有以下几个模块组成:

(1) 图像采集模块

名为 INIT 的子 VI 功能是设置摄像头的参数,名为 grab 的子 VI 功能是获取采集的图像数据,名为 picture 的子 VI 则将图像数据由 webcam image 形式转换成 flat RGB image 形式,以便于在后面的图像显示函数上处理,最终获得彩色图像.用户在使

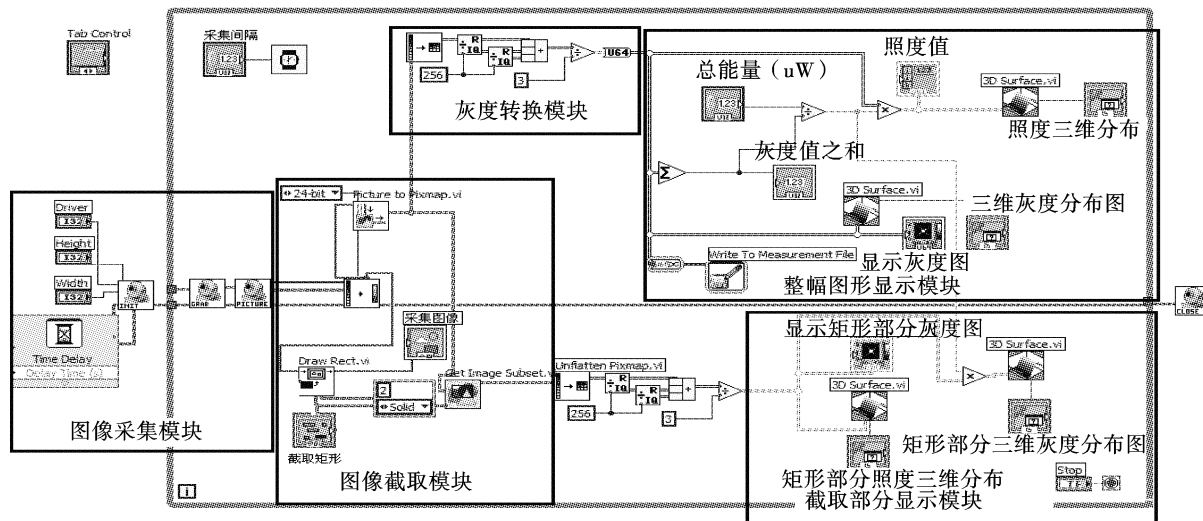


图 6 全程序框图

用摄像头采集图像时,所需要调用的函数都被封装在 WebcamGrab.dll 中,用户只需调用这个动态库即可.INIT 子 VI、grab 子 VI 和 picture 子 VI 在实现过程中,均是以这种方式实现的.这样大大减少了编程的工作量,而且使程序更加易读.

(2) 灰度转换模块

这部分的功能是将采集到的彩色图像经过处理后以 256 位灰度图形式显示.

(3) 图像截取模块

图像截取通过调用 get image subset. vi 函数实现.此函数有两个输入端,一端输入光斑图像,另一端输入截取矩形的参数;有一个输出端,输出截取部分光斑的图像.截取矩形大小和位置由控件 cluster

中的 4 个元素决定,并且矩形框通过函数 Draw Rect. vi 在采集到的彩色图像上标示出.

(4) 图形显示模块包括整幅图形显示和截取部分显示两部分.

① 整幅图形显示

先通过调用函数 Add Array Elements. vi 求得光斑灰度值总和,然后通过辐照计测出光斑总功率,除以灰度值总和,得到功率与灰度值的比例关系,然后再乘以灰度值,得到照度值及其三维分布;光斑照度的数据以两种方式显示,一种以图形即照度三维分布形式显示,一种以数组形式显示,这样方便实时查看某个点或区域的准确照度数值;通过调用函数 3D Surface. vi 来显示图像灰度和照度的三维分布;

通过调用函数 Write To Measurement File 可以实时将光斑信息数据存储下来,方便以后查看使用。

②截取部分显示

这部分的显示原理跟整幅图像的显示相同.区别仅在于输入端输入的不同:这部分输入端输入的是截取的矩形图像,而整幅图像显示框图输入的是采集到的整幅光斑的图像。

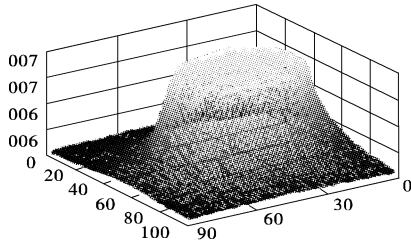


图 7 实例采样

3 实例验证

通过实验采集到的光斑照度分布如图 7.可以

发现,光斑照度呈高斯分布,与理论相符^[3]。

4 结束语

该方法基于图形化虚拟仪器集成开发平台 LabVIEW 实现了对激光光斑能量分布的检测,操作起来较简单,而且实验效果较理想,可以获得精确到像素级的光斑信息,可以实时地对光斑进行处理,并能较精确地反映其灰度及照度分布。

参考文献

- [1] 缪家鼎,徐文娟,牟同升.光电技术[M].杭州:浙江大学出版社,1994.
- [2] 杨乐平,李海涛,杨磊. LabVIEW 程序设计与应用[M].2版.北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 周炳琨,高以智,陈侗嵘,等.激光原理[M].6版.北京:国防工业出版社,2009.
- [4] 秦树人,虚拟仪器[M].北京:中国计量出版社,2004.

(上接第 22 页)

参考文献

- [1] 石广玉.大气辐射学[M].北京:科学出版社,2007
- [2] K N Liou. 大气辐射导论[M].2版.郭彩丽,周诗健译.周秀骥,等.北京:气象出版社,2004.
- [3] S B Campana. The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook, Volume 5: Passive Electro-Optical Systems [M]. SPIE Optical Engineering Press, 1994.
- [4] 许中园,孙胜利,陆卫.空间目标单光子探测光纤接收方式的研究[J].科学通报,2009,54(17):2467-2471.
- [5] Robert J Collins, Robert H Hadfield, Gerald S Buller. New developments in single photon detection in the short wavelength infrared regime[J]. Journal of Nanophotonics, 2010, 4(4):301.
- [6] G S Buller, R J Collins. Single-photon generation and detection[J]. Measurement Science and Technology, 2010, 21(1):1-28.
- [7] F Emami, M Frdosiyani Tehrani. Noise Reduction and Simulation in Avalanche Photodiodes[J]. International Journal of Communications, 2008,2(1):17-26.
- [8] Jeffrey D Beck, Chang-Feng Wan, Michael A Kinch, et al. MWIR HgCdTe avalanche photodiodes[C]//SPIE Proceeding, 2001, 4454:188-197.
- [9] J Beck, C Wan, M Kinch, et al. The HgCdTe Electron Avalanche Photodiode [J]. IEEE LEOS Newsletter, 2006,(10):8-12.
- [10] A S Huntington, M A Compton, G M Williams. Improved breakdown model for estimating dark count rate in avalanche photodiodes with InP and InAlAs multiplication layers[C]// SPIE,2006,6214: 62140R.
- [11] G M Williams, A S Huntington. Probabilistic analysis of Linear Mode vs Geiger Mode APD FPAs for advanced LADAR enabled interceptors[C]// SPIE,2006, 6220:622008.
- [12] A S Huntington, M A Compton, G M Williams. Linear-mode single-photon APD detectors[C]// SPIE, 2007,6771: 67710Q.
- [13] G M Williams, M A Compton, A S Huntington. High-speed photon counting with linear-mode APD receivers[C]// SPIE, 2009,7320:732012.
- [14] G M Williams. GHz-rate single-photon-sensitive linear-mode APD receivers[C]// SPIE, 2009,7222: 72221L.
- [15] G M Williams, M A Compton, A S Huntington. Single-photon-sensitive linear-mode APD lidar receiver developments[C]// SPIE,2008, 6950:69500Q.