

激光光纤系统对时变面积实时检测的应用研究

郑咏梅 张铁强

(吉林工业大学应用物理系, 长春, 130025)

摘要: 介绍了一种用激光作光源输入的光纤笔以 CCD 作为检测时变图形面积的检测系统, 采用光学成像技术, 计算机图像处理技术, 实现了时变图形的实时显示及闭合图形面积的显示, 具有实时性强, 自动化程度高等优点, 将该系统应用于对汽车前窗冰层融化程度的检测, 体现了一定的实用价值, 对工程上复杂面积的测量, 有一定的参考价值。

关键词: 时变图形 CCD 激光 光纤探笔

Applied study of the timely detection for the variable figure area using laser optical fiber system

Zheng Yongmei, Zhang Tieqiang

(Department of Applied Physics, Jilin University of Technology, Changchun, 130025)

Abstract: This paper presents a laser optical fiber system of detecting the variable figure area with CCD, introducing optic image and computer processing techniques. Adopting a good method that it can calculate quickly and simultaneously the figure boundary locus surrounding area recorded by CCD which comes into being gradually, realizing the simultaneous indications of imagery and its area. This system is characteristic of high efficiency and automation when we detecting the extent of the ice-melt in the front of car window. It shows a meaning of practice. On engineering measuring, it is of reference value.

Key words: variable figure area CCD laser optical fiber probe-pen

引 言

产品外形的检测已有报道^[1,2]。但对于模糊或对比度较低的产品外形边界的检测, 用 CCD 也会存在许多弊端。如果用激光光源及光纤制成的光纤探笔进行产品外形边界检测, 则能提高外形边界的明亮度, 可达到较精确测量, CCD 将光笔移动轨迹实时记录, 又把此视频图像转变成为一幅离散的数字化图像, 再进入计算机中做还原处理, 设计出合适的数值计算方法, 实现了图像和面积值的同步完成。对实际应用有参考价值。

一、测量原理

CCD 是一种具有存储与转移信息电荷能力的光电成像器件, 能够直接完成图像空间信息的采集、转换、存储和输出。如图 1 所示, 落在 CCD 上的图形边界的 A 点的坐标是:

$$\begin{cases} x = am \\ y = bn \end{cases} \quad (1)$$

式中, m, n 分别是 CCD 面阵上影像的行、列光敏元标号, a, b 分别是 CCD 面阵上行、列光敏元间隔尺寸。

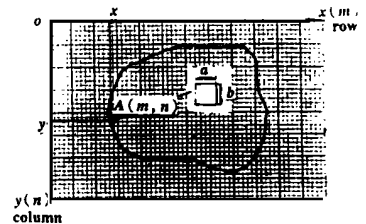


Fig. 1 Product boundary curve received by CCD

如果光学成像系统的横向放大率是 β , 则产品外形边界的实际坐标 A' 为:

$$\begin{cases} X = x/\beta = am/\beta \\ Y = y/\beta = bn/\beta \end{cases}, \text{采} \quad (2)$$

实际上, 坐标的测量是二值化处理过程, 精度取决于光敏元的线度, 测量的分辨率是一个光敏元的线度。

对于一个手绘逐渐形成的边界图形, 如果要计算其面积, 通常要等到边界闭合后才行, 这样要占用计算机内存空间, 而且不具有实时性, 为此, 我们设计了一种实时计算渐次形成边界的图形面积的计算方法, 当沿产品外形边界描绘完成时, 面阵 CCD 上的曲线便闭合, 同时面积值即得出。具体原理如图 2 所示, 为产品外形边界的影像曲线。

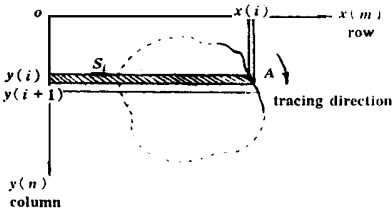


Fig. 2 Principle diagram of figure area formed gradually

曲线上任一点 A 的列投影面积数值为:

$$S_i = x(i) \times [y(i+1) - y(i)] \quad (3)$$

式中, S_i 表示曲线上任一点(描绘点在 CCD 上的像素)在列坐标轴上的投影面积, $x(i)$, $y(i)$ 为任一点在 CCD 上所对应的光敏元的行坐标数、列坐标数, $y(i+1)$ 为 $y(i)$ 的顺序相邻点的列坐标数。

进一步地整理(3)式则有:

$$S_i = \{m(i) \times [n(i+1) - n(i)]\} ab/\beta^2$$

故产品外形边界曲线所包围的面积是 S_i 对描绘点的累计, 即:

$$S = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \{m(i) \times [n(i+1) - n(i)]\} ab/\beta^2 \quad (4)$$

式中, S 为渐次累计而得到的产品外形边界曲线所包围的面积, N 为描绘产品外形边界曲线轨迹所经历的 CCD 像素总数, $m(i)$, $n(i)$ 为 CCD 上任一点像素所对应的光敏元行数、列数, $n(i+1)$ 为 $n(i)$ 的沿描绘方向的相邻点的光敏元列数。

考虑曲线的任意性, 有如下判定条件:

$$\begin{cases} n(i+1) > n(i); S_i > 0 \\ n(i+1) = n(i); S_i = 0 \\ n(i+1) < n(i); S_i < 0 \end{cases}$$

故上述面积算法适用于任意复杂形状闭合曲线所包围的面积值计算, 具有一定的普遍性。

二、测 试 系 统

测试系统主要由激光光学系统, 图像探测与采集系统, 数据处理及图像显示系统组成。如图 3 所示。功率为 7mW 的 He-Ne 激光器发出的激光束经耦合进入光纤束中, 使光纤探头成为一个明亮的光点, 构成激光光纤探笔。探笔在被探测面上沿着对比度较低的图形边界移动, 光学成像系统将探笔光点成像到面阵 CCD 上, CCD 实时记录下包含激光光纤探笔轨迹的一幅图像, 经技术处理变成二值数字化图像, 送入到计算机中存贮, 同时在显示屏上描绘出光点轨迹, 当轨迹闭合时, 便显示出闭合轨迹曲线所包围的面积值, 进一步地, 可计算出闭合轨迹曲线包围的区域占全部区域的比例。

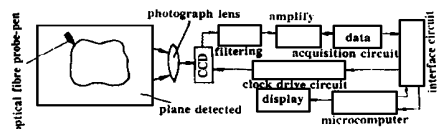


Fig. 3 Frame picture of detecting system

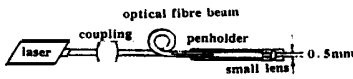


Fig. 4 Structure of laser optical-fiber probe pen

在被探测面后设有照相物镜, 将探头光斑和整个被探测面成像到面阵 CCD 上。照相物镜的放大率 $\beta = 1/50$, 并采取严格的消像差措施, 使探头光斑在 CCD 上的像点尺寸在 $10\mu\text{m}$ 左右。

图像探测和数据采集系统中使用 $2048 \times 596\text{BITS}$ 面阵 CCD 作为探测器。在采样过程中, 驱动电路数据输出率设计为 2MHz , 即 CCD 单个像素输出周期是 500ns 。数据采集电路如图 5 所示。

在进行 CCD 像素数据采集的同时, 进行数据处理和图形显示, 将帧存储器中的数据快速传送到计算机内存中, 判定相应像素的坐标位置 (当持激光光纤探笔沿汽车前窗冰层融化边界描绘时, 成像系统将光纤探笔轨迹连同冰层图像一起成像到 CCD 上, 但通过阈值判定, 使显示光纤探笔的明亮轨迹), 用“·”光标在屏幕上绘制出边界的轨迹, 同时根据 (4) 式计算出轨迹曲线包围的面积值。

三、实际应用和实验结果

将此系统应用于汽车前窗冰层融化速度的检测。汽车的前窗因冰冻形成结冰层, 通过打开汽车暖风使冰层融化, 为了反映汽车前窗冰层融化的快慢情况, 需要定时检测冰层融化的面积, 实验时, 每隔 5min 用激光光纤探笔沿冰层融化边界描绘, 并通过计算机实时得到绘制图形轨迹所包围面积值。测量结果如图 6 所示, 为不同时间段的面积值。

为了检测该系统的测量精度, 又进一步地对标准面积 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的产品进行检测, 结果的面积值为 10000.25mm^2 , 也显示了高的精确度。

实用表明, 该系统具有实时性强, 自动化程度和测量精度高等特点, 在面积检测方面, 有一定的实用价值。

参 考 文 献

- 1 张广军, 刘惠彬, 罗先和 *et al.* 计量学报, 1994; 15(4): 292~ 294
- 2 张金池, 朱长青, 张金明. 计量技术, 1994; (3); 11~ 13

* * *

作者简介: 郑咏梅, 女, 1964 年 10 月出生。讲师。现攻读光电技术专业硕士学位。

收稿日期: 1997-02-17 收到修改稿日期: 1997-09-15

激光光学系统由 He-Ne 激光光源、光纤探笔、成像透镜构成。光纤探笔是以 He-Ne 激光作光源, 笔筒内装有直径为 1mm 的多模光纤束, 笔筒内前端装有会聚小透镜, 并开有直径为 0.5mm 的孔口, 即使笔头成为直径为 0.5mm 的光斑, 测量时, 笔头便照亮待绘制点。如图 4 所示。

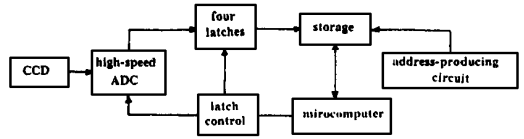


Fig. 5 Frame picture of data collection circuit

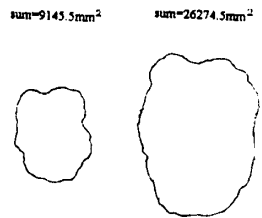


Fig. 6 Circumstances of ice layer melted every 5 minutes

Optimization of scanning beam in optical disk storage system

Luo Yong, Wang Hua, Yang Huajun, Gao Zhengping, Cheng Hongyou

(Center of Optoelectronic Recording Technology, University of Electronic
Science and Technology of China, Chengdu, 610054)

Abstract: In order to acquire a high intensity and minimal scanning beam spot, diffraction analysis and optimal results have been presented. The theory can be applied to CD, CD-ROM, WORM, MOD and other optical disk storage systems.

Key words: laser optical disk diffraction Gaussian beam scanning beam

光盘存储系统中扫描光束的优化设计

罗 勇 王 华 杨华军 高振平 陈宏猷

(电子科技大学光电中心, 成都, 610054)

摘要: 利用衍射分析方法, 优化扫描光束参数, 获得高强度、高质量扫描光点。该理论分析及结论广泛适用于 CD, CD-ROM, WORM, MOD 及其光盘存储系统。

关键词: 激光 光盘 衍射 高斯光束 扫描光束

Introduction

To achieve the highest recording density promised by optical disk storage technology, especially in the magneto-optical disk (MOD) system, it's essential to reduce the scanning beam spot size and increase the central peak intensity. In other words, the optical system must be optimized to produce the smallest spot and use the laser power efficiently^[1]. As laser diode is a new type of laser device with many advantages: the smallest size, lowest working voltage and power consumption, and can be directly modulated at high frequency. It has been widely used in optical disk

加强气体对透镜的冷却, 也可明显改善其热效应。

参 考 文 献

- 1 陈清明, 张永方, 李再光. 中国激光, 1989; 16(8): 459
- 2 杨宝春, 程兆谷, 陈刚 *et al.* 中国激光, 1995; 22(4): 271
- 3 丸尾大, 宫本勇(日). 溶接学会论文集, 1992; 10(2): 258
- 4 李力钧. 现代激光加工及其设备. 北京: 北京理工大学出版社, 1993: 47, 198
- 5 肖敏, 胡伦骥, 陈祖涛 *et al.* 焊接学报, 1992; 13(2): 73
- 6 朱伯芳. 有限单元法原理及应用. 北京: 水利电力出版社, 1979; 251~ 261

作者简介: 胡席远, 男, 1953 年 9 月出生。工程师。长期从事激光设备及加工工艺方面的科研工作。

胡伦骥, 男, 1940 年 6 月出生。教授。长期从事焊接机理及激光加工及激光焊接质量实时监测等方面的研究。

熊建钢, 男, 1965 年 4 月出生。副教授。长期从事焊接材料及激光加工研究。