

文章编号: 0258-7025(2004)Supplement-0526-03

CMOS 光栅测量系统的研究与实现

连华, 余勇, 曹向群

(浙江大学国家光学仪器工程技术研究中心, 浙江 杭州 310027)

摘要 利用现有的光学系统,采用 CMOS 图像采集的方法,通过 USB 接口的传输,并应用计算机图形运算,能够有多个获取图像及用 C++语言处理图像的解法。

关键词 光栅; CMOS; 测量系统; 精密标尺

中图分类号 TN911.73

文献标识码 A

Research and Implementation of the CMOS Grating Measurement System

LIAN Hua, YU Yong, CHAO Xiang-qun

(CNERC of Optical Instrument, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China)

Abstract A CMOS grating measurement system has been designed which connects the traditional optical system with CMOS to catch image, USB to translate the image data and computer to process the image data. Several ways to catch the image and by the use of the visual C++ computer language to process the image have been got.

Key words grating; CMOS; measure system; scale precision

1 引言

采用光栅形成莫尔条纹原理的光电轴角编码器有两个突出的问题。其一,为了达到高分辨率,当使用细线条光栅盘时,因为有光的衍射现象的影响,光敏元件的输出信号的信噪比降低,所以,采用粗光栅。因此,要实现高脉冲输出,就要增加光栅盘的直径,小型而又要达到高分辨率是比较困难的。其二,光敏元件输出的光电信号正交性、正弦性的影响,高精度、高分辨率电子学细分很困难^[1]。因此,国外多家公司和科研机构竞相研制开发了激光编码器。激光编码器从原理上分为两种。一种是利用光栅衍射干涉法,另一种是利用傅里叶成像法。

国内进行光栅系统的研究与生产单位也很多^[2],如中国科学院长春光机所,成都光电所,303研究所,重庆大学,长春第一光仪厂等。由于我们对 CMOS 进行了较长时间的研究,准备使光栅与 CMOS 接合起来,现在还仅仅是探索性研究。

2 系统构成

系统主要由显微镜系统, CMOS 图像采集及计算机系统三部分组成。显微镜系统为传统光学部分,该显微镜系统的放大倍率是可调的,主要通过物镜

的更换来实现。CMOS 图像采集是用一块 CMOS 芯片所组成的图像采集芯片取代目镜,对所成的图像进行采集,通过 USB 接口及 AD 转换,将所采集的图像传输到计算机里。具体框图如图 1 所示。

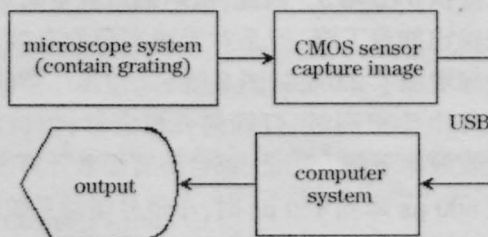


图1 CMOS 光栅测量系统的组成

Fig.1 Composing of the CMOS grating measurement system

整个光学系统如图 2 所示,其中 1 为光源;2 为光栅;3 为显微物镜,电子目镜的物镜;4 为物镜;5 为 OLPF;6 为 CMOS。光栅经照明而进入物镜,然后到达电子目镜系统,该系统包括物镜,OLPF 光学低通滤波器以及 CMOS 传感芯片,即图 2 中 4,5,6 部分。

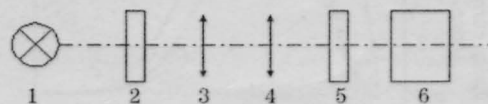


图2 光学系统

Fig.2 Optic system

物镜的成像质量要求与后面的 COMS 相匹配,

作者简介: 连华(1964-),男,浙江大学国家光学仪器工程中心工程师,硕士,主要从事图像处理的研究。

Email: lh88@mail.hz.zj.cn

现在应用的物镜中间的分辨率为 50~70 线/mm, 并且畸变小, 可以确保有较高的分辨率。低通滤波器用于滤去高频干扰条纹及伪彩色条纹, 它是水晶片按滤波要求制成的, 其一面还镀有红外截止膜, 性能见表 1。

表 1 红外截止膜性能

Wavelength	Trans. %
360±20 nm	50%
420~600 nm	Ave 90%, Min 80%
640±10 nm	50%
750~1000 nm	Max 2%

3 CMOS 芯片

在光栅系统中传统接收元件是光电二极管、三极管、硅光电池等。前一时期不少资料中提到用 CCD 接收。我们在此用 CMOS 来作为接收器件。

CMOS 图像传感芯片除了可见光外, 对红外光波也有反应, 在 890~980 nm 范围内其灵敏度比 CCD 图像传感芯片的灵敏度要高出许多, 并随波长增加而衰减的梯度也慢一些。如能设计制造 2~3 μm 都敏感的 CMOS 图像芯片, 那么在夜战和夜间监控上就有更广泛的应用^[3]。

对 CMOS 图像传感器和 CCD 元素的比较来看, CMOS 元素是非常适合于高集成度、低功耗图像系统的。目前一般的高端像质情况下, 采用 CCD, 而在中、低端像质方面, 多采用 CMOS, 其一些性能比较见表 2。

表 2 CCD, CMOS 成像传感器比较

Table 2 CMOS compare with CCD

Item	CCD	CMOS
A/D converter	out chip	in chip
Timing and control circuit	out chip	in chip
Automatism plus	out chip	in chip
Info process	out chip	in chip
Color code	out chip	in chip
Work	>1.5 W	<150 mW
Sensitivity (focus 1:4 mm)	1 Lux	21 Lux
SNR	50 dB	46 dB
Noise	60 erms	60 erms
Dynamic scale	>70 dB	>70 dB

电子目镜中采用的 CMOS 为 OV7910, 其技术参数见表 3。

表 3 OV7910 技术参数

Table 3 OV7910 technical parameter

Specifcation	SUN-201CSI-MAR color
Pickup device	PAL:628×582,NTSC:510×492
Electronic shutter	1/60~1/15000
S/N ratio	48 dB
Horizontal resolution	380 TV lines
Vide output	1 V p-p 75 ohm
Min illumination	2 Lux
Backlight ompensation	Auto
Operating temp	-10 ℃~+50 ℃
Power supply	DC 6~12 V
Power cinsumption	50 mA

将 CMOS 与显微系统结合起来, 再配计算机以实现图像采集光电化, 数据存储, 处理环节计算机化, 这样就可以获得较好的测量效果。例如可以精确测量两点之间的距离, 两直线之间的交角、莫尔条纹等。使得测量数据不但可以方便存取, 而且能进行快速、准确的定量处理, 并能远距离传输, 能为实现测量的自动化、系统化、网络化创造极好的条件。

4 光栅测量实现

从图 1 中我们可以看出, 通过电子目镜的成像, 数据由通用串行总线(Universal serial bus,USB)接口向计算机传输。它不是一种新的总线标准, 而是应用在 PC 领域的新型接口技术。USB 规范中将 USB 分为五个部分: 控制器, 控制器驱动程序, USB 芯片驱动程序, USB 设备以及针对不同 USB 设备的客户驱动程序。其特点就是比计算机串口或并口更能高速传送数据。

计算机通过程序对所采集的图像进行处理, 其程序流程如图 3 所示。

计算机得到的是视频数据流, 采用 Visual C++

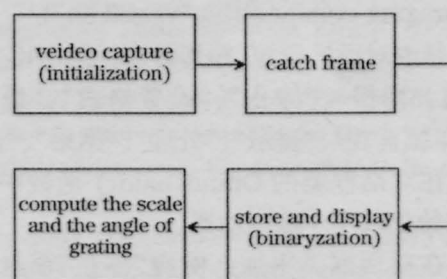


图 3 程序流程框图

Fig.3 Programming flow chart

编程,编程基于一个专门用于视频捕获的 VFW (Video for Windows)。VFW 是微软(Microsoft) 1992 年推出的关于数字视频的一个软件包,它能使应用程序数字化并播放从传统模拟视频源得到的视频剪辑。也就是在 Windows 系统中实现视频捕获的标准接口。如图 4 所示是视频窗口所得到的光栅动态图形,图 5 则是经二值化处理后存储并显示的光栅静态图形。这样再经过图形处理,就可以计算出光栅条纹的间距,及相对于水平的角度等等。

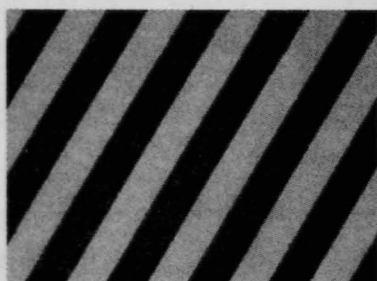


图 4 光栅动态图形

Fig.4 Dynamic image of grating



图 5 光栅静态图形

Fig.5 Static image of grating

程序的模块主要包括图像显示、图像捕捉和图像处理 3 个部分。

4.1 图像捕捉

主要是对动态视频图像进行捕捉,使其成为静态图像,以供处理。其具体步骤如下:

1) 用 AppWizard 生成一个基于对话框的应用程序,并在 StdAfx.h 中加入以下内容:

```
#include <vfw.h>
#pragma comment(lib, "vfw32.lib")
```

2) 修改对话框资源,添加静态控制 IDC_VIDEO 和按钮“捕捉”、“停止”、“设置格式”、“设置图像源”、“单帧捕获”、“显示”、“处理”、“结果”、“退出”。

3) 在对话框类的 OnInitDialog() 函数中加入捕捉器初始化以及连接驱动器。

5) 在对话框类中加入响应“停止”消息的函数

OnStop()。

6) 退出前断开捕捉器与驱动器的连接。

4.2 图像显示

主要对采集的视频图像(静态)进行显示,及二值化处理。涉及以下函数:

1) 在对话框类中加入响应“显示”消息的函数 OnOperation()。

2) 在对话框类中加入响应消息的函数 OnPaint()。

3) 二值化函数 WhiteBlack()。

4.3 图像处理

提供两种处理方法,一种是直接对 .bmp 文件操作,另一种是根据鼠标的坐标来操作,随点随现。具体如下:

1) 在对话框类中加入响应 Deal 消息的函数 getdata(),用于自动计算光栅条纹的间距,及相对于水平的角度。

2) 根据鼠标的坐标来计算,放开鼠标左键即可跳出数据。它包括三个鼠标类的成员函数 OnMouseMove, OnLButtonDown, OnLButtonUp。

5 结束语

由于 CMOS 图像传感器是一个二维阵列,因此国外也有不少人采用其进行对光栅、莫尔技术的研究。由于该芯片的图像及信息可以送入计算机,于是很多问题可以使计算机处理技术和光栅技术结合起来,例如一块光栅通过伪彩色编码技术而变成彩色光栅,而对彩色光栅用来做等高图形时,就有一定的优越性。还有用相移办法来研究光栅常遇到的多相信号细分等等问题。

参 考 文 献

- 1 X. Q. Cao, W. S. Huang, T. Jin. The Technology of the Metrologic Gratings[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 1992. 96~105
曹向群,黄维实,金 彤. 光栅测量技术[M]. 杭州:浙江大学出版社,1992. 96~105
- 2 S. X. Ye. DSE Technology of Precision Measurement [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2003. 1~7
叶盛祥. 光电位移精密测量技术[M]. 成都:四川科技出版社, 2003. 1~7
- 3 K. F. Cheng. Development and application of CMOS image sensor up to the minute[J]. OME Information, 2003, 1:19~26
程开富. CMOS 图像传感器的最新进展及其应用[J]. 光机电信息, 2003, 1:19~26