

文章编号: 1008-1534(2011)03-0208-04

# 基于图像传感器的片烟规格测量方法

李志阔<sup>1</sup>, 孟志永<sup>2</sup>, 魏泽鼎<sup>1</sup>

(1. 河北科技大学机械电子工程学院, 河北石家庄 050018; 2. 河北科技大学电气信息工程学院, 河北石家庄 050018)

**摘要:** 针对传统工艺对打叶后片烟面积的检测和分类方法的缺点, 提出了基于图像传感器的片烟规格测量方法。由 CMOS 图像传感器采集工作台上的片烟图像信息, 并以统一的亮度阈值对图像进行二值化处理; 然后采用硬件方法提取二值图像的边界信息, 再根据连续区段标记算法统计出各个连续区域的面积, 进而最终得到各个面积段片烟的比例。实验证明该测量方法准确可靠, 测量结果相对误差小于 2%; 实时性好, 为打叶工序工艺参数的快速调整提供了依据。

**关键词:** CMOS 图像传感器; 单片机; 片烟; 二值化图像; 连续区段

中图分类号: TP274+.5 文献标志码: A

## Measurement of strips size based on image sensor

LI Zhi-kuo<sup>1</sup>, MENG Zhi-yong<sup>2</sup>, WEI Ze-ding<sup>1</sup>

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China; 2. College of Electrical Engineering and Information Science, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China)

**Abstract:** For the shortcomings of the traditional processes of strips area measurement and classification, a method for strips size measurement based on image sensor was put forward. The image information of the strips on the working platform was scanned by CMOS image sensor and binary processing is implemented under an uniform threshold value directly. Then the edge information of the binary image was extracted by hardware method. Area of each successive sections were computed by connected component labeling algorithm. Finally the proportions of every span of strips area were obtained. The experiment result proves that the method is accurate and reliable. The relative error of the result is less than 2%. Meanwhile it has a good real-time performance, which provides a reference for fast adjustment of the threshing process parameters.

**Key words:** CMOS image sensor; MCU; strips; binary image; successive section

传统的片烟规格测量方法是对打叶后的片烟进行人工采样、筛选分级、称重, 再按质量计算每个面积段片烟所占比例, 这种传统的离线检测方法, 人为因素影响大, 效率低, 实时性差<sup>[1]</sup>。随着图像传感器技术的发展, 已有学者提出应用图像处理技术进行片烟面积的检测与分级。文献[1]—文献[3]设计

了相应的硬件装置, 但图像采集方法均采用 CCD 传感器与图像采集卡, 再进行灰度转换、二值化处理, 数据处理量大, 实时性差。笔者采用 CMOS 图像传感器进行图像采集, 并直接对图像进行二值化处理, 既满足精度要求, 又降低了数据处理量。

对于二值化图像的处理, 文献[4]—文献[6]提出的连通域标记算法, 需对每个像素进行分析与标号, 占用较大的存储空间与处理时间。文献[7]—文献[9]提出了快速连通域标记算法, 采用对目标像素的线程而不是对每个像素本身进行标号, 虽提高了算法处理速度, 但仍需要首先扫描各行线程的坐标。

收稿日期: 2011-01-12; 修回日期: 2011-03-11

责任编辑: 李 穆

作者简介: 李志阔(1985-), 男, 河北辛集人, 硕士研究生, 主要从事机电智能仪器与设备方面的研究。

通讯作者: 魏泽鼎教授

为此提出采用硬件方法提取二值图像的边界信息,直接得到各行连续区段的起止坐标。不仅简化了后续数据处理过程,而且只需存储边界点信息,有效压缩了数据量。

### 1 图像采集系统

#### 1.1 系统构成

图像采集系统结构如图 1 所示。首先片烟经过单层化处理<sup>[1-2]</sup>,彼此分离地置于透明工作台上。在下方均匀光源的照射下,经过光学透镜使片烟的图像信息全部清晰地成像在 CMOS 图像传感器的光敏区域<sup>[10]</sup>。CMOS 图像传感器将片烟的图像信息采集下来,单片机通过相应的时序控制信号读取 CMOS 图像传感器每个像元的信息,该信息可通过串行通信接口送往上位机显示。

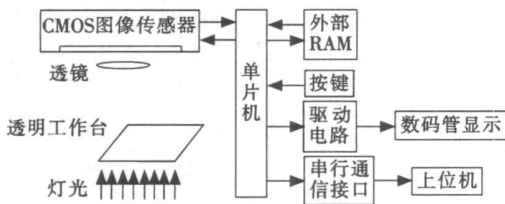


图 1 图像采集系统结构框图

Fig. 1 Block diagram of image acquisition system

#### 1.2 CMOS 图像传感器与单片机的接口

系统选用美光的 MT9V011 图像传感器,总像素单元为 480 行 × 640 列,像敏单元尺寸为 5.6 μm × 5.6 μm,动态范围 > 60 dB,帧频高达 30 fps<sup>[11]</sup>。MT9V011 输出的图像格式是 RGB Bayer 类型。每个像素点的亮度用 10 位二进制数表示。忽略它的色度信息,只取其最高位代表该点的亮度值,即将阈值设置为 200 H。这样,每个像素点的亮度使用 1 位二进制数表示,既满足测量需要,还有效压缩了数据量。一帧图像有 640 × 480 / 8 = 38 400 byte 的数据,对应于 640 × 480 = 307 200 个像素点。

CMOS 图像传感器与单片机的接口如图 2 所示。将 MT9V011 的 DOUT9 脚输出到 74HC164 的 A1 脚,在 PIXCLK 脉冲的驱动下将串行数据转化成并行数据。D0 的状态比 A1 滞后一个 PIXCLK 脉冲。将 D0 与 A1 两个信号分别接到异或门的输入端。当 2 个信号相同时,异或门的输出端为低电平,说明相邻 2 个像素点是一致的;当 2 个信号不同时,异或门的输出端为高电平,说明相邻 2 个像素点是不一致的,这必然是图像的边界点。该高电平使单片机 T1 产生中断,在中断子程序中记录当

前点的坐标。该点的信息作为数据处理的重要依据。同时单片机对移位脉冲 PIXCLK 进行计数,每计数 8 个脉冲产生一次中断,在中断子程序中读取 74HC164 的并行数据,并将数据送至上位机进行图像显示。如此循环,直到一帧数据采集完毕。

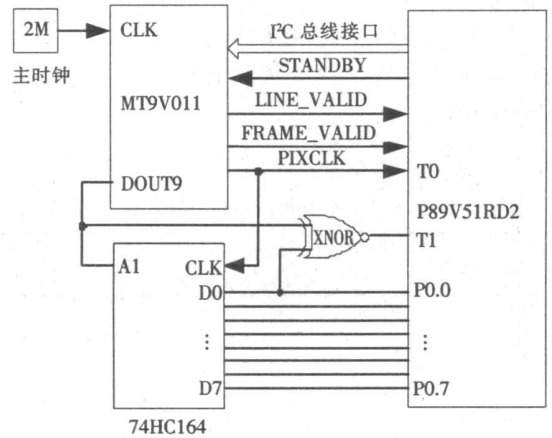


图 2 CMOS 图像传感器与单片机的接口

Fig. 2 Interface between CMOS image sensor and MCU

### 2 数据处理方法

#### 2.1 基本原理

二值化图像数据中,同一片烟的数据组成一个由“0”连通的区域,如图 3 所示。计算出各个连通区域包含的像素点个数,再根据透镜的成像比例关系计算出各片烟的面积。最后根据式(1)统计出某种规格片烟所占的比例。

$$P(i) = \frac{A_i}{A} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $P(i)$  为某种规格片烟面积比例(%);  $A_i$  为某种规格片烟面积之和( $\text{mm}^2$ );  $A$  为所有片烟面积之和( $\text{mm}^2$ )。

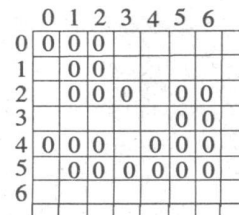


图 3 二值化图像

Fig. 3 Binary image

#### 2.2 边界数据采集方法

当异或门产生高电平时,说明当前点为本行中某连续区段的边界点。在中断程序中,记录该点的

坐标,同时检测D0的值。若D0为“1”,说明该点是连续区段的左边界;如果D0为“0”,则该点是右边界。将该连续区段的左右边界点坐标信息存储在二维数组 Leaf[ Array\_Num]<sup>[4]</sup>中,其中 Array\_Num 是连续区段的索引号,同时赋予该连续区段一个烟叶号,并初始化为 FFFFH。这样在数据采集过程中,就直接得到了二值化图像边界的信息。表1是图3所示的二值化图像对应的数组 Leaf [ Array\_Num]的结果。

表1 二维数组 Leaf[ Array\_Num]

Tab. 1 Two dimensional array Leaf[ Array\_Num]

Array_Num	烟叶号 [0]	行号 [1]	左边界坐标 $x_0/2$	右边界坐标 $x_1/3$
0	FFFFH	0	0	2
1	FFFFH	1	1	2
2	FFFFH	2	1	3
3	FFFFH	2	5	6
4	FFFFH	3	5	6
5	FFFFH	4	0	2
6	FFFFH	4	4	6
7	FFFFH	5	1	6

特殊的:如果某行第1个点为“0”,定义该点为某连续区段的左边界点;若某行最后一个点为“0”,则定义该点为某连续区段的右边界点;孤立点既是该连续区段的左边界又是右边界,但该点在实际应用中并没有意义,所以将其忽略。

### 2.3 连续区段标记算法

由上述方法,直接得到了各行连续区段的坐标信息,并进行了标记。以下直接判断相邻行连续区段的邻接关系即可。

1) 首先更改第1行所有区段的烟叶号,从0开始排序。

2) 将下一行的各个连续区段依次和上一行中的所有连续区段比较,判断是否有列重叠。假设本行区段 $(x_0, x_1)$ 与上一行区段 $(x_0', x_1')$ ,若 $x_0 > x_1'$ 或 $x_1 < x_0'$ ,说明这2个连续区段没有列重叠,则认为这2个区段不相连;否则则认为这2个区段相连。如果该区段和上一行的任何一个区段都不相连,则认为是一片独立的烟叶,则追加并更新该区段的烟叶号。

如果 $(x_0, x_1)$ 和 $(x_0', x_1')$ 相连,并且 $(x_0, x_1)$ 的烟叶号为 FFFFH,即以前没有被更新过,则以 $(x_0', x_1')$ 的烟叶号来更新烟叶号;如果烟叶号不是 FFFFH,说明已经被更新过,则将 $(x_0', x_1')$ 及所有与其具有相同烟叶号的区段修改为 $(x_0, x_1)$ 的烟叶号。

3) 重复第2步,直到所有的连续区段判断完为止。

4) 连通区域的像素点个数统计。经过以上处理,某个连通区域中包含的所有连续区段的烟叶号相同。根据各连续区段的边界坐标,计算区段长度。然后将所有与该烟叶号相同的区段的长度值累加,即可求出该片烟的像素数。

## 3 实验结果与分析

调整镜头的物距与像距,使每个像素单元对应被测区面积为 $1\text{ mm}^2$ ,光积分行数设定为50行。

为了检验测量精度,首先测量规则形体。表2为测量5片黑色矩形纸片得到的数据。从表2可知,测量不同面积的黑色矩形纸片,相对误差均在 $\pm 2\%$ 以内,说明测量结果稳定可靠,重复性好。

表2 规则形体的面积测量试验数据

Tab. 2 Test data of regular object area measuring

矩形纸片/ mm	实际面积/ $\text{mm}^2$	测量面积/ $\text{mm}^2$	相对误差/ %
12×6	72	71	-1.3889
20×10	200	196	-2
40×25	1000	1014	1.4
70×50	3500	3520	0.5714
90×58	5220	5196	-0.4598

在同样条件下,对一幅待测片烟进行测量实验。图4是待测片烟进行单层化处理后的实际图像,图5是采集的数据在上位机上显示的二值化图像。测量结果如表3所示。

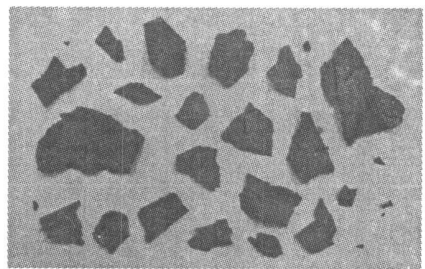


图4 片烟单层化处理后的图像

Fig. 4 Image of single layer strips

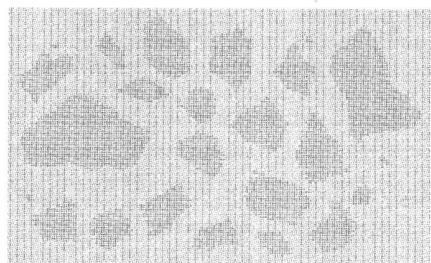


图5 上位机显示的二值化图像

Fig. 5 Binary image on upper computer

表3 片烟规格测量结果

Tab. 3 Test data of strip area measuring

片烟等级	片烟面积 $A/\text{mm}^2$	所占比例/%
第1级	$A \geq 506$	30.92
第2级	$127 \leq A < 506$	64.21
第3级	$32 \leq A < 127$	4.10
第4级	$8 \leq A < 32$	0.48
第5级	$A < 8$	0.29

经过反复测量对比发现,对同一幅烟叶图像的测量结果存在一定的误差,但误差较小,可满足片烟规格的测量需要。经分析误差来源主要有:1)光的不均匀性以及外界光的干扰;2)镜头的物距与像距均是手工调节,使图像可能存在模糊性;3)镜头失真误差。解决的方法是选择亮度稳定的工业环境,并选用高精度镜头。

## 4 结 语

基于图像传感器的片烟规格测量方法采用CMOS图像传感器采集片烟图像信息,并以简单的硬件电路压缩了数据量,大大简化了数据处理算法,提高了运算速度,对实现片烟规格的自动化检测具有重要意义,为打叶工艺参数的调整提供了依据。

## 参考文献:

- [1] 魏泽鼎,王儒慧.基于CCD的片烟规格测量装置的设计应用[J].烟草科技,2008(12):19-21.
- [2] 杜东亮,毛鹏军,王俊,等.基于计算机视觉的烟叶自动分级系统硬件设计[J].传感器与微系统,2008,27(4):77-79.
- [3] 于洁,魏泽鼎.基于CCD的皮革面积测量装置的设计[J].河北工业科技,2010,27(2):97-99.
- [4] 郑建冬,伍铁军,商庆清.基于图像处理的烟叶叶片结构分类算法[J].东华大学学报,2007,33(3):282-285.
- [5] 章德伟,蒲晓蓉,章毅.基于Max-tree的连通区域标记新算法[J].计算机应用研究,2006(8):168-170.
- [6] SUZUKI K, HORIBA I, SUGIE N. Fast connected component labeling through sequential local operations in the course of forward raster scan followed by backward raster scan[J]. Trans of Information Processing Society of Japan, 2000, 41(11):3070-3081.
- [7] 张恒,胡文龙,丁赤枫.基于快速连通域分析的目标特征提取算法[J].计算机工程与应用,2009,45(29):230-232.
- [8] 张树生.一种基于线的标号传播二值图像连通体快速检测方法[J].计算机研究与发展,1994,31(10):51-54.
- [9] 孔斌.快速连通域分析算法及实现[J].模式识别与人工智能,2003,16(1):110-115.
- [10] 林竹君,杨飒.CCD非接触检测技术在工业生产中的实际应用[J].河北工业科技,2009,26(5):335-338.
- [11] 倪坤,李思敏.低端嵌入式系统的图像采集[J].微计算机信息,2007,23(6-2):17-18.

(上接第204页)

突水系数( $T_s$ )是分析判定矿井突水危险性的主要标志之一,不同矿区根据其底板岩性组合特性都有本矿井的突水系数临界经验值( $T_{s\text{临}}$ )。  $T_s \geq T_{s\text{临}}$ ,则具有突水危险性,且 $T_s$ 值越大,突水危险性越高;反之, $T_s < T_{s\text{临}}$ ,则没有突水危险性。借鉴其他矿区突水系数临界值,本矿井在采掘过程中奥灰突水威胁可能性较大。

较危险区,在图2中表现为浅色区域;

危险区,在图3中表现为较深色区域;

高危险区,在图3中表现为深色区域。

## 3 结 语

综上所述,矿井突水的必要条件为突水水源、导水通道、水源动力。3个条件同时满足才能发生突水,因此矿井防治水工作应从阻止3个条件之一来防止发生突水。

地理信息系统用于底板突水预测预报是可行的。为了有效地实现底板突水预测预报,从底板突水规律、突水机理及突水因素的研究成果中提取有关信息,通过地理信息系统进行各种分析处理,取得课题研究所需要的结果,从而达到有效实现底板突水预测的最终目标。

## 参考文献:

- [1] 武强,徐建芳,董东林,等.基于GIS的地质灾害和水资源研究理论与方法[M].北京:煤炭工业出版社,2001.
- [2] 郑世书,陈江中,孙亚军,等.专门水文地质学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1999.
- [3] 张大顺,郑世书,孙亚军,等.地理信息系统技术及其在煤矿水害预测中的应用[M].徐州:中国矿业大学出版社,1994.
- [4] 汤国安,赵牡丹,刘万青,等.ArcView地理信息系统空间分析方法[M].北京:科学出版社,2002.