

基于 CIS&CPLD 的光电纠偏控制系统的设计^①

An Opto - Electronic Correction Control System Based on CIS and CPLD

奉泽昊 徐 杜 蒋永平 王日明 柯居鑫 (广东工业大学 信息工程学院 广东 广州 510006)

摘 要: 本文介绍了一种基于 CMOS 图像传感器和 CPLD 的光电纠偏控制系统的设计思想与测控原理,提出了浮动阈值法和差值量化算法等二值化处理方法,并给出了具体的硬件与软件实现方案。实验证明该纠偏控制器具有体积小、集成度高、纠偏控制精度高等特点。

关键词: 光电检测 光电纠偏 CIS CPLD

1 引言

随着 CMOS 制造工艺的不断改进,与 CCD 相比, CIS (CMOS Image Sensor) 图像传感器^[1] 在同一个芯片上集成各种信号和图像处理模块的高集成度、低功耗、成像速度快等优势更加突出。本文介绍以 CIS 智能传感器对目标信号进行采集,单片机作为核心控制和数据处理芯片,以 CPLD 实现对 CIS 的驱动、LED 显示、键盘扫描等其它逻辑控制,用 LCD 实现仪器状态界面,以 RS485 为接口,用 VC 完成显示界面软件设计,给出了一个针对特征标志线检测的光电纠偏控制系统的设计思想和实现方案。

2 系统的总体设计

系统总体结构如图 1 所示,传感器对准被检测的对象进行图像数据的采集,当被检测对象偏离指定位置时,把偏移的位移量转化成电信号,经滤波和放大电路后交由单片机进行信号处理。图像传感器使用定制的分辨率为 600DPI、196Dots 的 CIS 传感器,单片机采用 C8051F330,内带 10 位的 ADC,转换速率可达 200Ksps

单片机负责数据的处理和系统内的相互通信。放大电路选用 AD8031 运算放大器,将采集的信号及其补偿输出分别送至差动放大器的反相和同相输出端,在进行信号放大的同时,消除复位脉冲所造成的干扰。CIS 输出的图像信号经过 AD8031 放大后,从 AD_IN 引

脚输入到 F330 单片机进行 A/D 转换。CPLD 采用 EPM7064TC44 - 7,为 CIS 传感器提供驱动时钟,存放从 F330 单片机 SPI 口输出的数据,传送按键信息到单片机,负责单片机警报信号的输出和限位信号的输入。

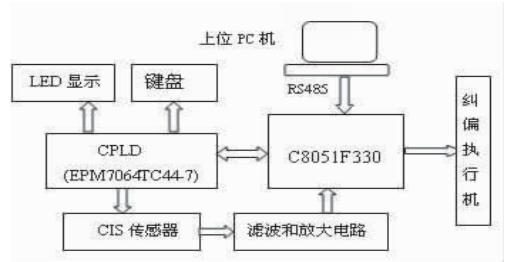


图 1 光电纠偏控制系统结构框图

系统采用 RS485 方式与上位 PC 机进行通信,用 VC 完成显示界面的设计。纠偏执行机构使用海顿公司行程为 25mm,步进分辨率为 0.05/0.1mm 的直线步进电机驱动纠偏棍进行纠偏。

3 光电纠偏控制原理

CIS 图像传感器结构框图如图 2 所示。由光像素阵列、行列选择电路、时序控制电路、模数转换器 (ADC)、增益控制器 (PGA) 等组成^[1]。CIS 被允许中断后每输入一个位同步脉冲启动一次 A/D 转换,每次 A/D 转换结束进入一次 A/D 转换中断,转换值依次添加到一个一维数组中,直到一行图像信号转换完毕。采集的信号经前置放大、滤波预处理和 A/D 等处理后,

① 基金项目:广东省科技项目(2006A10401005);广东省教育厅基金项目(05Z010)

送到单片机进行处理,计算出特征标志的偏移量与相应的纠偏控制器的调整量,并将结果转化成与纠偏执行电机相匹配的控制信号进行纠偏。

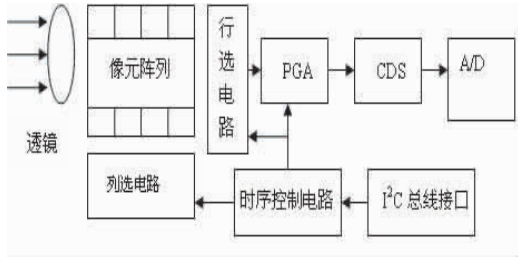


图 2 CIS 图像传感器结构框图

为实现对目标的精确检测和准确纠偏,本文采用了三种关键技术^[2]: (1) 采用自动增益调整电路,根据检测到模拟信号的不同幅值实时自动调整增益,使 A/D 转化后的输出信号幅值始终控制在某一固定范围内; (2) 在图像信号二值化处理时,采用“浮动阈值法”,根据检测到的实际信号,取信号峰值和谷值的平均值作为参考阈值,实现参考电平“浮动”的目的; (3) 采用差值数值量化算法,根据量化后的数据建立与被检测对象空间位置的一一对应关系,可以非常准确的再现原来的图像,从而精确的计算出检测对象的位置。其原理是: 求取每两个相邻像元的绝对差值 $M[i] = |cis_data(i) - cis_data(i - 1)|$, 然后加权求平均值 average:

$$average = \frac{1}{127} \sum_{i=1}^{127} |cis_data(i) - cis_data(i - 1)| \quad (1)$$

当背景信号相对平稳时, $M[i] \leq average$, 当边缘与背景反差很大时, $M[i] \geq average$ 。所以特征标志的边缘位置满足:

$$(M[i] > average) \& (M[i - 1] \leq average) = 1$$

$$\text{或} (M[i] \leq average) \& (M[i - 1] > average) = 1 \quad (2)$$

两个关系式成立时对应的 i 就是特征标志的两个边缘位置, 两个边缘位置的平均值即为特征标志的位置 now_position。

4 CPLD 数字平台

CPLD 的数字平台如图 3 所示, 其中:

(1) 可编程电路负责数据总线、地址总线, 以及译码的管理, 同时为 CPLD 与处理器之间提供通信的接口。

(2) 移位寄存器模块负责存放从 F330 单片机 SPI 口输出的数据, 接收显示控制字和显示数据, 单片机每 5ms 发送一个显示控制字和显示数据。

(3) 键盘扫描模块负责传送按键信息到单片机, 由计数器来实现。两片 74LS393 共有四个计数器, 每个计数器负责一个按键的延时。

(4) CIS 驱动模块负责提供 CIS 传感器的驱动时钟^[3]。驱动时钟需要两个信号, 一个是行同步时钟 SP_CLK, 另一个是位同步时钟 CP_CLK。整个模块的输入时钟是由单片机内部时钟输出引脚上获得的 (24.5MHz), 经过 128 分频后得到 191.5KHz, 这是行同步模块 SP_GEN 的输入时钟, 同时也是采样时钟 CP_INT 信号。191.5KHz 经过 2 分频后得到 95.7KHz 信号就是位同步脉冲。

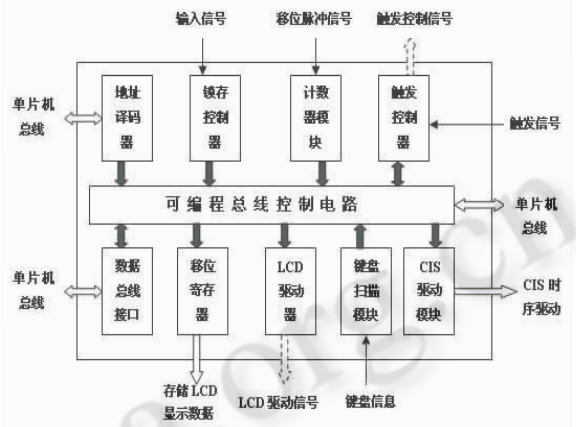


图 3 CPLD 数字平台结构

5 软件设计

(1) 目标特征标志的检测

采用差值数值量化算法, 根据量化后的数据建立与被检测对象空间位置的一一对应关系。特征标志检测分为黑线标志检测和白线标志检测, 所谓黑线标志检测指特征标志线的反光系数比背景的反光系数小的标志, 白线相反。以下是部分特征检测子程序:

```
void find ( void )
{
.....
offset_reg = min_offset;
min_offset = 127;
for ( i = 0; i < 128; i + + )
.....
}
```

```

if( cis_bit[ i ] > 0 && cis_bit[ i + 1 ] = 0 && a > 0 )
{ b = i; position = ( a + b ) / 2; a = 0; b = 0;
if( abs( position - zero_position ) < abs( min_offset ) && abs( position - zero_position ) > = sense_dot )
( min_offset = position - zero_position;
.....
if( min_offset != 127 && function == 3 ) // 显示
{ now_position = min_offset + zero_position;
P2 = ( now_position / 16 ) | 0xf0; led_ld1 = 1;
P2 = ( now_position % 16 ) | 0xf0; led_ld0 = 1;
led_ld1 = 0; led_ld0 = 0; }
elseif ( min_offset == 127 ) { min_offset = offset_reg;
}

```

(2) 驱动步进电机纠偏控制

图像传感器检测偏移一个点表示偏移距离为 42.3333um, 步进电机走一步的行程为 12.5um, 步进电机纠正偏移要走的步数是通过以下方法计算得到的:

```

Cal_Float = ( Fun_Buf[ 0x05 ] * 42.333 ) / 12.5;
PWM_Step_Count = 0x00;
PWM_Step_Total = ( int ) ( Cal_Float ); // 更新要走的总的步数

```

当向左或者向右偏移超出不敏感区时候(不敏感区在 Fun_Buf^[5]中设置), 启动步进电机纠偏动作, 向左还是向右运动由 PWM 通道控制。PWM_Half_Cycle_Init 变量的值用来控制驱动脉冲的周期。

PWM_Half_Cycle_Init 代码如下:

```

k = Fun_Buf[ Fun_Num ];
Cal_Float = ( 2450 / ( k * 12.0 ) ) * 1000;
PWM_Cycle_Init = ( int ) ( Cal_Float );
PWM_Half_Cycle_Init = PWM_Cycle_Init > > 1;
PWM_Cycle_Init = -PWM_Cycle_Init.

```

6 研制结果

研制的 CIS 传感器的性能指标为: 检测宽度为 24mm, 检测分辨率为 600DPI, 检测线宽是 0.2mm, 行扫描速度为 2.3ms, 检测/响应时间是 7ms, 检测精度为 0.1mm。本文采用样机对生产线上具有定位线标志 RFID 天线膜的自动分割, 纠偏控制器的纠偏控制精度为 0.15mm, 当膜运动速度为 180M/Min 时, 相邻帖

片运动过程纠偏范围为 1.2 - 2.4mm。

图 4 为纠偏控制器的上位 PC 机显示界面, 可以直观、实时、动态地观察检测标志的运动情况, 同时可设置对焦参数、平衡点位置和标志偏移平衡点的绝对值等参数。

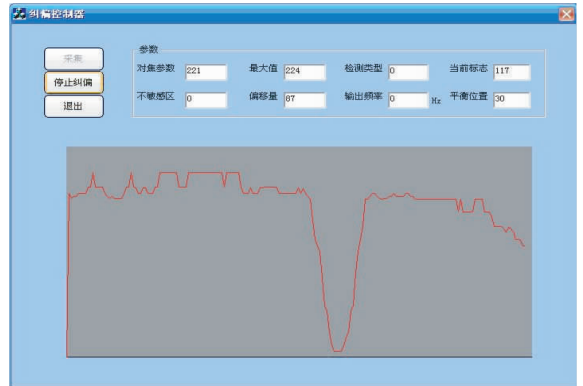


图 4 虚拟界面

7 结束语

随着 CMOS 工艺的不断改进, CIS 在同一个芯片上集成各种信号和图像处理模块的高集成度、成像速度快等优势更加突出。本文采用用 CIS 智能传感器对特征标志线目标信号进行采集, 单片机作为核心控制和数据处理芯片, 以 CPLD 实现系统的逻辑控制, 研制出来的光电纠偏控制器具有集成度高、纠偏控制精度高、易于扩展等特点, 在柔性片材的分条与纠偏控制中有广阔的应用市场。

参考文献

- 1 M. Bigasa, E. Cabrujaa, J. Forestb, J. Salvib. Review of CMOS image sensors. Microelectronics Journal, 2006 (37) :433 - 451.
- 2 徐杜, 蒋永平. 光电分条多调整因子模糊纠偏控制方法与系统. 仪器仪表学报, 2000 (5).
- 3 邢汝佳, 张伯珩, 边川平, 朱志成. 基于 CPLD 的 CMOS 图像传感器的驱动电路设计. 科学技术与工程, 2007 (10) : 2355 - 2357.
- 4 张晓光, 晓光, 周宁, 丁泉余. 基于 DSP 的 CMOS 图像采集系统设计. 微计算机信息, 2007, 9 - 2: 193 - 195 .