

# 基于 MSP430 单片机的视觉检测系统运动平台的设计

The design of the vision detection system sport platform basis on MSP430

(深圳职业技术学院)张永枫 陈海松

Zhang, Yongfeng Chen, Haisong

**摘要:**本文针对高精度工业视觉检测的需要,结合当前计算机视觉检测领域的研究成果,提出了基于 MSP430 单片机的视觉检测系统运动平台的设计。文中对基于 MSP430 单片机的视觉检测系统的基本组成和原理进行了论述,并重点阐述了视觉检测系统运动平台的设计。

**关键词:**MSP430 单片机;计算机视觉;检测系统;X-Y 运动平台

**中图分类号:**TP274+.2, TP391

**文献标识码:**A

**Abstract:** To meet the demand of high-precision detection in industry, based on research of computer vision system recently, have proposed the design of the vision detection system sport platform based on MSP430. Have described the basic composition and principle based on vision detection system of MSP430 in the article, and has explained the design of the vision detection system sport platform especially.

**Key words:** MSP430, computer vision, detection system, X-Y sport platform

## 1 引言

计算机视觉技术是精密测试技术领域内最具有发展潜力的新技术,它综合运用了电子学、光学探测、图像处理和计算机技术,将机器视觉引入到工业检测中,实现对物体的平面或三维位置尺寸的快速测量,具有非接触性、速度快、柔性好等突出优点,在现代制造业中有着重要的应用前景。根据被检测物体的尺寸和形态不同,其运动机构可分为一维的直线运动机构和二维的平面运动机构。其中一维直线运动机构常用的有传送带,滚珠丝杠配合直线导轨的一维运动平台等,传送带一般应用在运动位移较大的场合,而一维的运动平台通常只具有有限的运动范围;二维的平面运动机构一般为 X-Y 运动平台,通常在每一维上都是采用滚珠丝杠配合直线导轨的机构形式,这种运动平台一般移动范围比较灵活,可以适应尺寸范围变化较大的各种平面检测的需要。我们的设计不仅需要实现单幅面的图像信息检测和测量,而且还要对大幅面的图像进行处理,而考虑到 CCD 的视野范围有限,如调整视野范围,则处理的图像精度不高;若用高精度的 CCD 替代,则成本太高,故我们采用大幅度检测和测量的 X-Y 运动平台。

## 2 计算机视觉检测系统的组成

按功能模块化分,计算机视觉检测系统主要包含以下几个部分:(1)图像信息获取模块;(2)图像信息处理模块;(3)系统控制模块;(4)X-Y 运动载物平台模块。

系统各部分之间的逻辑关系如图 1 所示,整个系统的工作过程:系统控制模块给 X-Y 平台控制部分单片机一个命令,要求 X-Y 平台移动到相应的位置,到达位置后,反馈一个信号给系统控制部分,系统控制部分收到信息后和图像采集模块和处理通信,完成整个系统的操作。系统控制模块与单片机的通信是通过 RS232 协议,而系统控制模块为了与图像采集模块进行通信并且接收图像信息,计算机需要配备专用的图像采集卡和 I/O 模块。在本系统中,采用的图像采集卡是 Cognex MVS-8000,图像采集卡与相机通过专用 15 芯电缆相连,I/O 模块采用的是基于 PCI 总线的并行输入输出端口。

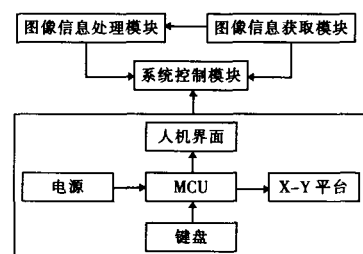


图 1 系统结构框图

张永枫:副教授

### 3 硬件系统模块化设计

#### 3.1 图像信息获取和处理模块设计

图像信息获取模块的硬件主要包括视觉传感器(CCD 摄像机)、光学镜头、光源系统三个部分,根据被测工件特点和检测系统要求,合理选择与搭配这三个部分是高性能视觉检测系统的前提。此模块的功能就是按系统控制模块的指令获得检测系统所需的图像信息,并以标准的图像信息格式传送给图像处理模块。

图像信息处理模块的功能就是通过对系统获取的图像信息进行处理得出控制系统需要的结果信息,此模块的核心就是图像信息处理的算法,在此系统中,采用的是 Cognex 公司提供的图像处理算法开发包 CVL。

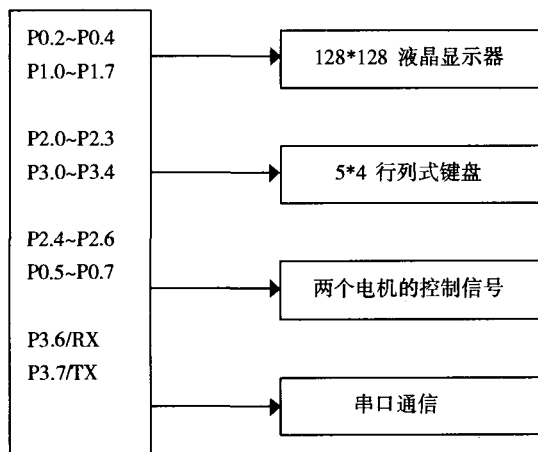


图2 X-Y 运动平台模块硬件连接原理图

#### 3.2 系统控制模块设计

##### 1、单片机的选型

单片机系统是智能设备的核心,它完成状态信息显示、数据通信、仪器功能设定等功能,相对于 51、PIC、AVR 等系列,MSP430 系列单片机具有很大的优势。根据智能设备的设计要求,我们采用 TI 公司 MSP430Flash 系列的 MSP430F149 单片机作为主芯片,MSP430F149 的结构特点主要有:

(1) 功能强大的 CPU 内核:16 位 CPU 和高效的 RISC 指令系统,无外扩的数据/地址总线,在 8MHZ 时可达 125nS 的指令周期,具有 16 个快速响应中断,能及时处理各种紧急事件。

(2) 丰富的片内外围功能模块:12 位的 A/D 转换器 ADC12,有 8 个外通道,4 个内通道,高达 200KHZ 的采样速率,多种采样方式。两路 USART 通讯串口,可用于 UART 模式,SPI 模式;片内有精密硬件乘法器、两个 16 位定时器,6 个并行口 P1~P6,48 条 I/O 口线,其中 P1,P2 具有中断能力。

(3) 多种节能模式:其中 LPM4(数据保持)模式仅耗电 0.1uA,工作状态耗电为 200uA;从低功耗模式到工作状态只需 6uS。

(4) 由于是 Flash 型,则可以对单片机进行在线调试、编译、下载,且 JTAG 口可直接和仿真器(FET)相连,无须另外的仿真工具,方便实用。

### 2 硬件连接电路设计

X-Y 运动平台模块硬件连接原理图如图 2 所示:

### 3 人机界面的功能实现

人机界面是 X-Y 平台系统的重要组成部分,我们通过键盘和字符液晶显示器来完成人机界面,使人对其操作,同时在液晶屏上显示各模块状态、反馈信号的分析信息,故其要求为控制面板简单,指令明确,表达丰富,体积小,功耗低。在满足条件的基础上,考虑到节约成本和时间,我们选用带汉字显示的 128\*128 的点阵式液晶显示器 JHD128128-10,其采用 EL 被光,工作电压为 5V,内部采用了一片 T6963 控制器来驱动,T6963C 的液晶显示模块实现了 T6963C 与行列驱动器及显示缓冲区 RAM 的接口,同时也已用硬件设置了液晶屏的(单双屏)数据传输方式显示窗口长度宽度等等。

键盘是人机界面的主要部件,通过键盘能随时向系统发出各种控制命令和数据出入。键盘扫描只是 CPU 工作的内容之一,CPU 对键盘的响应取决于键盘的工作方式,键盘的工作方式应根据实际应用系统中 CPU 的工作状况而定,其选区的原则是既保证 CPU 能及时响应按键操作,又不多占用 CPU 的工作时间。通常,键盘的工作方式有三种:编成扫描、定时扫描和中断扫描。为了提高效率,本系统采用 5\*4 的行列式薄膜键盘,采用中断扫描方式进行控制。键盘的列线与 P2 口的低四位相连,是扫描输入线;键盘的行线与 P3 口的低五位相连,并通过 10K 电阻上拉到 5V 电源,是输出线。20 个键的 5\*4 的行列式薄膜键盘分别由 10 个数字键、四个功能键、四个上下左右控制键、退出和确定键构成。

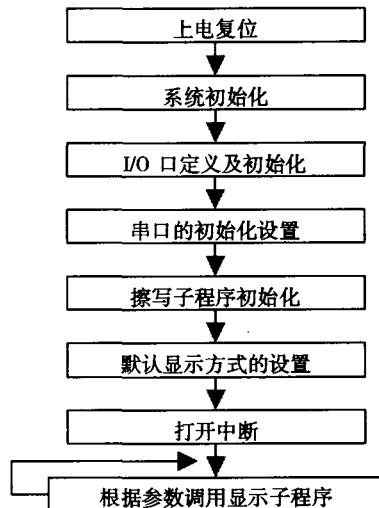


图3 单片机主程序流程图

技  
术  
创  
新

### 3.3 单片机软件设计

单片机在视觉检测系统中主要负责 X-Y 平台的运动控制、实时参数显示、与PC机通信三大主要功能。

#### 3.3.1、主程序设计

刚开机时主程序主要完成整个硬件系统的初始化包括对液晶的初始化、堆栈初始化、I/O 口的定义和初始化、串行口的定义和设置、擦写程序的初始化设置和默认显示时各个参数的设置。所以点阵汉字显示屏从上电开始显示的是默认内容, 然后根据从 PC 机发过来的数据进行相应显示, 其程序流程如图3 所示:

#### 3.3.2、串口通信程序编制

每当向 PC 机方应用程序里输入新的操作并发送给单片机时, 单片机就产生串行中断, 接收待执行的命令数据。单片机接收数据则采用查询接收的工作方式。进入中断后, 首先关闭中断, 防止接收数据出错, 然后将收到的信息数据存入变量, 把接收到的信息数据再反馈给 PC 机确认后依次写入指定 FLASH 空间内, 同时根据标记位判断数据接收是否全部结束, 最后开中断返回主程序。

#### 3.3.3、人机界面的程序设计

间接控制方式是 MPU 通过并行接口间接实现对液晶显示模块控制。根据液晶模块的需要, 并行接口需要一个 8 位的并行接口和一个 3 位的并行口。MSP430F149 的 P1 口作为数据总线, P0 口中 3 位作为读、写及寄存器选择信号。由于并行接口只用于液晶显示模块, 所以/CE 信号接地就行了。MPU 通过并行接口操纵液晶显示模块, 要对其时序关系有一个清楚的了解, 并在程序中应明确地反映出来。液晶显示过程实质上是初始化设置子程序—清显示 RAM 区—建立 CGRAM 程序—显示相应的内容, 表明在什么位置显示什么字符和汉字(本字库由北京精电蓬远显示技术有限公司提供的 PICKH.ZB.EXE 软件提取生成)。我们要求显示的内容为: 当前工作的状态、方式, X、Y 当前运动的位置以及方向, 当前的一些参数等。

##### 1、间接控制方式的基本程序如下:

```
CD EQU P0.2 ;通道选择信号
WR EQU P0.3 ;写操作信号
RD EQU P0.4 ;读操作信号
```

(1)判状态位 STA1, STA0 子程序(读写指令和读写数据状态), 在写指令的读、写数据之前这两个标志位必须同时为“1”。

```
ST01: LCALL R_ST
JNB ACC.0, ST01
JNB ACC.1, ST01
RET
```

(2)判状态位 STA2 子程序(数据自动读状态), 该位在数据自动读操作过程中取代 STA0 和 STA1 有效。在连续地程中每读一次之前都要确认 STA2=1。

ST2:

```
LCALL R_ST
JNB ACC.2, ST2
RET
```

(3)判状态位 STA3 子程序(数据自动写状态)

```
ST3 LCALL R_ST
JNB ACC.3, ST3
RET
```

(4)判状态位 STA6 子程序(屏读/拷贝状态)

```
ST6 LCALL R_ST
JNB ACC.6, ERR
RET
```

ERR: LJMP ST6 ;出错处理程序

#### 2、读状态字子程序

```
R_ST: MOV P1, #OFFH ;P1 口置“1”
SETB CD ;CD=1
CLR RD ;/RD=0
MOV A, P1 ;读操作
SETB RD ;/RD=1
RET
```

此程序可以直接调用直接访问方式中的 ST01, ST2, ST3 和 ST6 等子程序

#### 3、写指令和写数据子程序

PR1: LCALL ST01 ;双字节  
参数指令写入口

```
MOV A, DAT1 ;取第一参数单元数据
LCALL PR13 ;与入参数
PR11: LCALL ST01 ;单字节参数单元数据
MOV A, DAT2 ;取第二参数单元数据
LCALL PR13 ;写入参数
PR12: LCALL ST01 ;无参数指令写入口
MOV A, COM ;取指令代码单元数据
LJMP PR14 ;写入指令代码
PR13: CLR CD ;C/D=0/数据写入口
PR14: MOV P1, A ;设置数据
CLR WR ;/WR=0
SETB WR ;/WR=1
RET
```

#### 4 读数据子程序

```
PR2: LCALL ST01 ;判状态位
CLR CD ;C/D=0
MOV P1, #OFFH ;P1 口置“1”
CLR RD ;/RD=0
MOV A, P1 ;读取数据
STEB RD ;/RD=1
MOV DAT2, A ;数据存入第二
```

参数/数据单元

RET(转 202 页)

外部中断,单片机完成一次距离显示后即开中断接收下一组计数器数据。用于温度补偿的温度测量传感器采用 DALLAS 的一线式传感器 DS18B20。它具有接口简单(仅须一根数据线)测量范围广、精度高的(在-10℃—85℃内精度为±0.5℃)特点。在温度变化范围不大的场合单片机得到温度值后,可以通过查表实现声波在空气中传输速率的测量。

### 3.3 超声波发射与接收

本系统采用的超声波传感器(换能器)是中心频率为 40KHZ 的专用型超声波探头 T40 和 R40。因为超声波接收器接收的反射波信号很微弱并含有干扰信号,所以必须进行放大调整。接收电路采用了两级放大电路和波形整形电路,最后输出到 CPLD 的计数控制电路的时钟端 CLK。当 CLK 没有接收到信号变化时,引脚是低电平;接收到第一个信号是 40KHZ 方波脉冲信号的上升沿。为了消除干扰,采用了硬件滤波。如图 3 所示。超声波信号经电压提升、放大、整形、滤波后作为时钟信号送入 CPLD 的计数器控制模块。

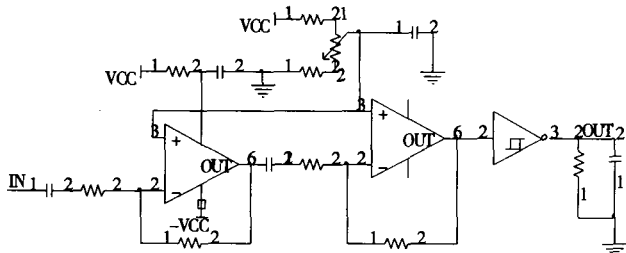


图 3

## 4 系统测试结果

本系统采用 ALTERA 公司的 CPLD EP2K30E 芯片和常用的 89C51 单片机实现。采用自制的 PCB 板对系统的距离测量进行验证并和单片机单机测量系统测量数据进行比较。实验环境:室内,室温:27℃;相对湿度:45%。;距离单位:CM;根据距离不同记录下了 9 次实验结果。每次实验测量数据 20 组(此处省略)取平均值,结果如下表:

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
实际距离	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00
本系统	20.12	30.08	40.13	50.15	60.10	70.14	80.17	90.16	100.18
单片机单机	18.16	27.85	37.52	46.92	56.68	66.43	75.62	85.70	95.32

数据结果表明,在每次实验的 20 组数据中本系统测量数据方差明显小于单片机单机测量方差;每次实验中本系统测量数据绝对误差较小,更接近于真值。

## 5 存在问题及分析

1)由于空气湍流可能吹散回波,故超声波传感器

不适合户外使用。

2)40KHZ 超声波波长在 1CM 左右,如果干扰造成接收电路误动作造成的误差至少是 1CM。所以接收整形电路的稳定性、有效性极其关键。40KHZ 超声波适用于测量较长距离。

3)对于距离不发生突变的场合,单片机软件可以利用中值滤波技术减少误差。

4)接收整形电路造成的时延也是误差来源之一。

参考文献:

- [1] 潘松.EDA 技术实用教程.科学出版社,2002
- [2] 陈志斌,卓家靖.基于单片机和 CPLD 的嵌入式脉冲发生器设计[J].微计算机信息.2005.2:107-109
- [3] 宗光华.机器人的创意设计与实践.北京航空航天大学出版社,2004.

作者简介:刘建生,男,(1959-),汉族,副教授,主要从事信息与计算科学专业的教学与研究 Email:jxgzjscn@163.com。

Biography: LIU Jian-sheng, male, (Born in 1959), Han nationality, associate Professor

(341000 赣州江西理工大学理学院) 刘建生 程铁栋 杨丽荣

(Faculty of Science, Jiangxi University Science & Technology, Ganzhou 341000, China) Liu, Jinsheng Cheng, Tiedong Yang, Lirong

(投稿日期:2005.11.17)(修稿日期:2005.12.18)

## (接 86 页) 4 结论

MSP430 系列单片机在视觉检测运动平台的设计中得到了很好的应用,此 X-Y 视觉检测平台结构简单,功能强大,它不但能对单幅面的图像信息检测和测量,而且其设备的高精度二维运动平台可以从不同位置对物体进行取像,由图像处理单元对图像实现高精度拼接后进行检测和测量,其拼接过程由软件自动完成二次精密校准和双重加权图像重建,图像的测量不再依靠平台运动的机械精度。

本文作者的创新点是:视觉检测运动平台的设计,实现对大幅面图像高精度的拼接。

参考文献:

- [1] 陈茂勇 郭西进 基于 MSP430 单片机的智能无功补偿控制器的设计[J].微计算机信息. 2005.5:32-34

作者简介:张永枫,男,长春吉林人,副教授,研究方向:单片机应用;陈海松,女,福建古田人,硕士研究生,研究方向为信号与信息处理, E-mail:hscj11437@163.com, hsch@oa.Szpt.net

(518055 广东深圳职业技术学院工业中心) 张永枫 陈海松

通讯地址:(518055 广东深圳职业技术学院第二工业中心 315 房间)陈海松

(投稿日期:2005.11.10) (修稿日期:2005.12.21)