

# 基于 AVR 单片机的自动对靶喷雾控制系统设计

吴泽祎, 何雄<sup>\*</sup>, 肖健, 宋晓光 (1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学理学院, 北京 100094)

**摘要** 设计以 ATmega16 单片机为核心的自动对靶控制系统。该系统利用 PC 机作为上位机, 控制摄像头定时摄取图像, 利用 2g-r-b 颜色特征分割该彩色图像, 当绿色颜色分量大于预设阈值时, 便判定摄像头下有靶标, 用 PC 机的串口通信系统发送指令到单片机, 延迟预设的时间后, 控制执行机构进行喷雾, 实现自动对靶喷雾, 并且可以设定延迟时间, 从而实现在不同行走速度下的自动对靶喷雾。

**关键词** 自动对靶; AVR; 串口通信; 颜色分割

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)22-07017-02

## Design of Automatic Target Detecting Sprayer Control System Based on AVR MCU

WU Ze-yi et al (College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

**Abstract** The automatic target detection based on ATmega 16 was designed. The special MCU received the orders from PC, which controlled digital camera shot photo by a fixed interval. Then the images were sent to the computer, and segmented by color feature of 2g-r-b. The target was under the camera, when the green color component of the image was larger than the threshold value that was set above. Then the PC transferred the order to the MCU by serial communication, controlled actuator to spray as the delay time designed, realizing the automatic target detecting spray. It was available to set delay time, which could realize spraying in automatic target detection at different speeds.

**Key words** Automatic target detection; AVR; Serial communication; Color segmentation

目前, 我国农药生产技术处于国际先进水平, 而植保机械和农药使用技术严重落后的现状与我国高速发展的农药水平极不相称。据统计, 农药利用率最好的也不足 30%, 农药流失量高达 60%~70%, 不仅经济损失重大, 也造成了严重的“农残问题”和环境污染。采用自动对靶喷雾技术, 可节省农药 50%~80%, 因此开展对靶喷雾技术研究将成为我国植保机械的研究方向。为此, 笔者提出以 AVR 系列的 ATmega16 单片机为 CPU, 以 PC 机作为上位机, 以摄像头采集的信号作为触发信号, 结合单片机控制技术和数字图像处理技术, 实现自动对靶喷雾的控制系统。

## 1 系统工作原理

系统结构框图, 如图 1 所示。试验装置以 PC 机作为上位机, 以转盘的转动模拟拖拉机的行走, 转盘上放置着模拟杂草作为靶标。通过 PC 机对由 CCD 摄像头采集进来的信号进行处理, 对采集的彩色图像用绿色占优法进行颜色分割, 当绿色分量大于一定阈值时, 便判定摄像头下有靶标, 识别出靶标后, 将控制信号由串口发送给单片机, 根据转盘速度的不同, 设定相应的延迟时间, 对信号进行延迟处理, 当杂

草到达喷头下方后, 控制执行机构执行喷雾, 从而实现自动对靶喷雾。

## 2 硬件结构设计

硬件系统主要用于实现 3 项功能: 与上位机实现串口通信; 提供人机口, 可根据转速不同, 设定不同延迟时间; 输出控制信号控制电磁阀的开闭。根据系统实现的功能要求、可靠性、产品成本以及使用方便等因素, 设计自动对靶控制器硬件原理, 如图 2 所示。

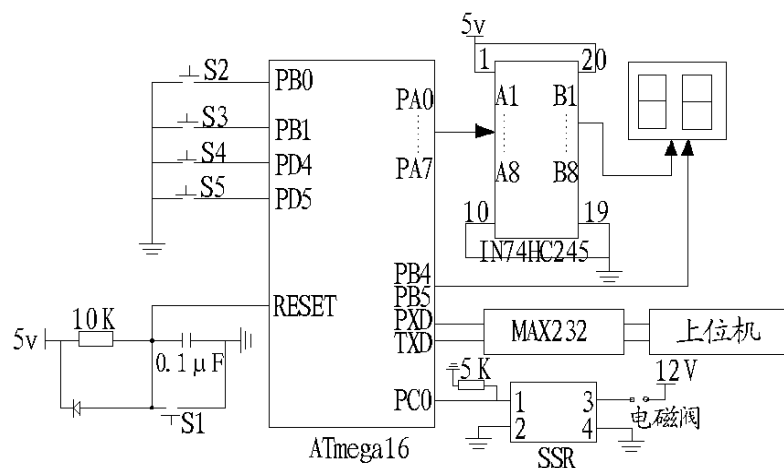


图2 自动对靶控制硬件原理

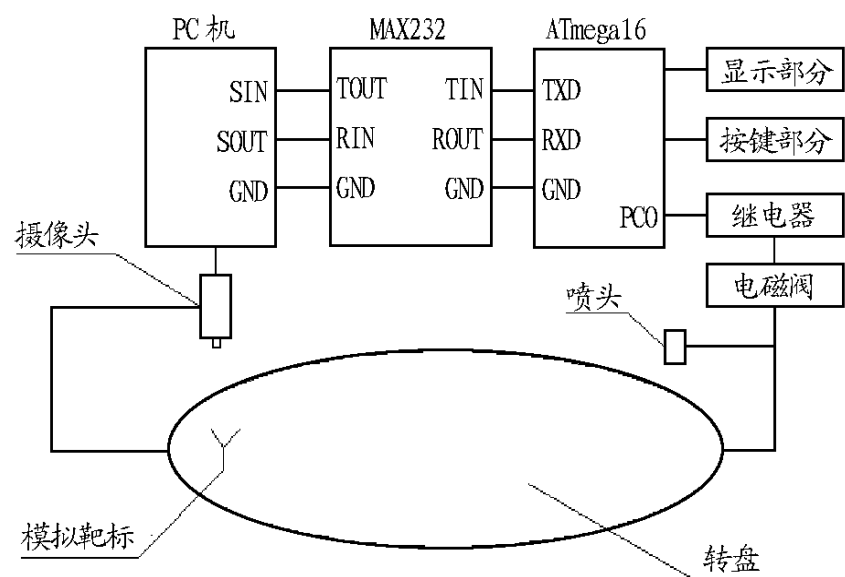


图1 自动对靶系统

**2.1 单片机选型** 系统选择 AVR 系列的单片机 ATmega 16 作为系统的 CPU, AVR 是 Atmel 公司生产的高性能、低功耗的 8 位新型单片机, 采用先进的 RISC 指令结构, 执行速度快, 可达到 1MPS/MHZ, 端口驱动能力强 (20~40 mA), 而且全部具有在线下载功能。ATmega16 属于 AVR 的 mega 系列高档单片机, 具有 16 K 字节的系统内可编程 Flash, 以及一个通用同步和异步串行接受器和转发器 (USART), 能为主机或从机提供时钟的同步操作, 能大大简化单片机与 PC 机的串口通信。而且 ATmega16 单片机还具有 JTAG 接口, 通过 JTAG 接口可进行在线程序下载以及片上调试。系统就是采用 JTAG 接口进行在线程序下载以及片上调试的。

**2.2 数据显示以及按键设定** 考虑到实际的靶延迟时间, 采用 2 位共阴极超亮 LED, 延迟时间范围为 0~9.9 s, IN74HC245 作为 LED 的显示驱动器。其中管脚 1 为方向选择位, 管脚 19 为输出使能位, 管脚 1 接高电平, 管脚 19 接地, 表明数据输出方向为从 A 到 B。系统总共有 4 个按键, 分别为 2 个

基金项目 国家自然科学基金 (30671388)。

作者简介 吴泽祎 (1985-), 男, 江西上饶人, 硕士研究生, 研究方向: 自动对靶控制技术。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-03-20

加按键和2个减按键。S2、S3为加按键,每按下1次分别为加0.1、1.0s;S4、S5为减按键,每按下1次分别为减0.1、1.0s。按键采用扫描方式,初始化时设定PB0、PB1、PD4、PD5位状态为输入,高电平,内部电阻上拉使能。通过扫描上述4位是否会变为低电平,判断按键是否按下。按下后将相应的加减标志位置1,然后再相应的改变延迟时间,并送数码管显示。

**2.3 通讯设计** 下位机与上位机的通讯采用RS232总线标准,由MAX232与ATmega 16单片机的USART串行口构成与上位机的通讯电路。TXD和RXD为ATmega 16的USART串行口的发送引脚和接收引脚。

**2.4 输出控制** 单片机的控制信号通过PC0引脚输出。PC0接固态继电器(SSR),通过固态继电器控制电磁阀的开关。当PC0为高电平时,继电器吸合开关,接通电源,打开电磁阀进行喷雾;当PC0为低电平时,开关断开,电磁阀关闭,不进行喷雾。

### 3 软件结构设计

自动对靶控制系统运行程序采用C语言编写,采用模块化设计,整个程序由功能模块子程序构成。上位机软件是基于Visual C++ 6.0开发的。

**3.1 下位机软件结构** 下位机软件的主要软件模块有初始化、延时、显示、键盘扫描、中断处理等功能模块。其中延时函数采用循环计数的方法,单片机晶振频率为7.3728 MHz,计数循环次数为1832,在AVR Studio下仿真,1ns误差为0.44μs,所以完全可以满足实际要求。初始化时延迟时间为0s(精确到0.1),串口为异步通信模式,8位数据位,2位停止位,波特率设为9600。其主程序流程,如图3所示。

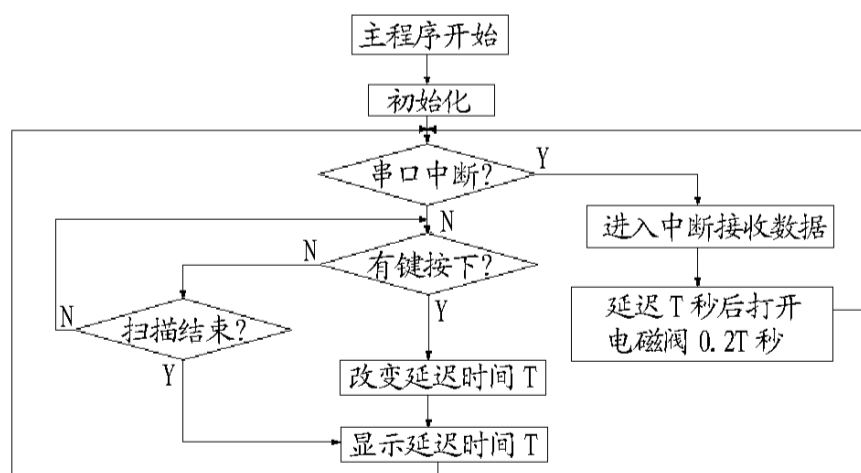


图3 系统主程序流程

**3.2 上位机软件结构** 上位机软件主要由两部分组成:串口通信部分;图像处理部分。其中串口通信通过串口类CmComm实现<sup>[3]</sup>。图像处理部分采用采集卡实时采集图像,该系统的图像采集卡为嘉恒中自公司的OK C30A采集卡。该卡是基于PCI总线,能采集彩色又能采集黑白图像的采集卡,适用于图像处理、工业监控和多媒体的压缩、处理等研究和工程应用领域。通过该公司提供的API实现图像的采集和显示。图像的实时采集通过VC中的响应WM\_TIMER

消息实现,即每隔一定时间通过在OnTimer函数中调用采集卡的API将图像采集进来并显示。而由于杂草为绿色,所以用2g-r-b分量对图像进行分割,当其值大于一定阈值后便认为此像素为绿色,当绿色像素所占整个图像超过一定比例时便判定摄像头下有杂草,然后通过串口将信号发送给下位机。

### 4 测定结果

试验在直径67cm的转盘上进行,通过转盘转动模拟拖拉机的行走。试验测定了不同转速下的实际对靶延迟时间,其中每个转速下用秒表测定20次,试验数据如表1所示。

转速 r/min	设定的延迟时间	实际延迟时间	延迟时间差值
15	1.8	1.95	0.15
20	1.3	1.43	0.13
25	1.1	1.29	0.19
30	0.9	1.07	0.17
38	0.6	0.72	0.12

设定的延迟时间即软件中的延迟时间T,实际延迟时间为摄像头从采集到靶标图像到执行机构进行喷雾之间所经过的实际时间。其能实现自动对靶的最大转速为38 r/min,即1.33 m/s。而且通过测定数据可知,延迟时间误差小于0.2s,可满足自动对靶的要求。

### 5 结论

系统通过对电磁阀的控制实现了农药喷施的自动对靶,并在实验室条件下调试成功。系统运行稳定、延时准确,在一定速度范围内能实现精确对靶,从而大大提高了农药的利用率,并且硬件实现简单,为进一步在田间推广打下了很好的基础。若能进一步优化图像处理算法,就可减少图像处理时间、提高硬件的响应速度、提高能响应自动对靶的行走速度,并且提高图像处理算法处理复杂背景下的杂草识别的能力,实现在田间复杂环境下的自动对靶喷雾。

### 参考文献

- [1] 何雄奎. 改变我国植保机械和施药技术严重落后的现状[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 13-15.
- [2] 杨学军, 严荷荣, 徐赛章, 等. 植保机械的研究现状及发展趋势[J]. 农业机械学报, 2002, 33(6): 129-131, 137.
- [3] 代明军, 孙士友. 用串口类实现VC与MCS51单片机之间的通信[J]. 哈尔滨商业大学学报: 自然科学版, 2006, 22(5): 66-70.
- [4] 胡波, 毛罕平, 张艳诚. 用于识别田间空心莲子草的颜色特征的研究[J]. 农机化研究, 2006(9): 177-179.
- [5] WOBBECKE D M, MEYER G E, BARGENK V. Color indices for weed identification under various soil, residual, and lighting conditions[J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(1): 259-269.
- [6] 王建平, 李健华, 李彩琴. 挤奶机自动清洗控制器的设计[J]. 农业机械学报, 2006, 37(11): 201-203, 206.
- [7] 张军. AVR单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [8] 北京嘉恒中自图像技术有限公司. OK系列图像卡硬件安装手册[Z]. 北京: 2004.