

基于 AVR 单片机和 LabVIEW 的水温控制系统

李震¹, 洪添胜²⁺, 黎嘉铭¹

(1. 华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642; 2. 华南农业大学 信息学院, 广东 广州 510642)

摘要 在分析水族箱加热棒 HA168 的基础上设计了温度实时控制系统。该系统以水温为主要控制目标, 下位机系统核心为高档 8 位 AVR 单片机 ATmega128, 采用 PID 算法更加合理地调控水温。单片机控制系统自动运行, 以曲线方式显示温度信息, 并且能够与 PC 机进行通信和状态设定; 上位机程序采用图形化编程语言 LabVIEW。经过实际运行表明, 系统能够较好地控制水温, 该模块也可以应用于其它的温度控制场合。

关键词 水族箱; PID 算法; 控温系统; LabVIEW; AVR 单片机

中图分类号: TN911.6 文献标识码: A 文章编号: 1000-7024(2007)03-0615-03

Water temperature control system based on AVR single-chip microprocessor and LabVIEW

LI Zhen¹, HONG Tian-sheng²⁺, LI Jia-ming¹

(1. College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2. College of Information, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: A real-time temperature controller extended from the water tank heater HA168 is designed. The ATmega128 microprocessor is used as the control kernel, water temperature as the main parameter and PID as the strategy. The single-chip microprocessor runs automatically and water temperature information is shown in graphic. It is connected to PC of which the program is made by LabVIEW. It control the water temperature practically and is applied in other temperature controlling applications.

Key words: aquatic tank; PID control; temperature control system; LabVIEW; AVR microprocessor

0 引言

一些价格比较昂贵的观赏鱼,如蝴蝶鱼,银龙鱼等对于温度的要求比较苛刻。随着人们生活水平的提高,这些鱼类在我国饲养开始兴盛,因此,对饲养环境温度进行恒温控制十分必要。现有的一些温度控制设备,如 HA168 型的温度控制棒,结构比较简单,一般采取的是开关式的控制,即当测量温度低于设定温度时进行加热,其结果是饲养水域内温度不均,控温效果不理想。目前,国外也开发出了一些基于单片机的温度控制设备,但是价格比较高,且目前其操作系统均为英文,普及性不强。本系统在 HA168 型温度控制棒的基础上,开发了智能控制单元,采取 PID 方式的控制策略,实现了定时控温、精确控温、曲线显示以及与计算机的通讯和数据存储等功能。即可满足家用水族箱内小范围温度控制的需要,也可以作为工厂化养鱼的温度测控单元。

1 系统组成

系统由单片机、温度采集电路、温度控制电路、时钟电路、键盘输入及显示电路、声光报警电路和 RS232 接口电路等部

分组成。系统核心是 Atmel 公司的高档 8 位 AVR 单片机 AT-Mega128^[1],晶体振荡频率为 11.059 2 MHz,实现与计算机间的精确通信。ATMega128 具有 128 K 字节的系统内可编程 Flash, 4 K 字节的 SRAM 和 4 K 字节的 EEPROM。由于其存储器空间较大,故不须外接存储单元就可以完成 LCD 字库的存储。系统的安装图和组成结构框图分别如图 1、图 2 所示。

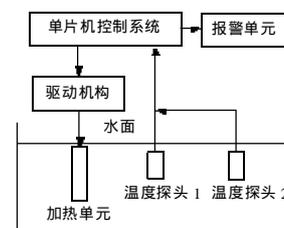


图 1 系统安装

小范围使用时,只需将两个温度探测单元分别安装于相对壁上,其中一个温度探测器比较接近加热器,测量的温度较高;另一个温度探测器远离加热器,测量的温度较低;最终测量温度取两个温度探测器的平均值。利用集成时钟电路 DS1302 为系统提供时钟信息,系统可以实现定时控温。系统

收稿日期: 2006-03-16 E-mail: master_lizhen@yahoo.com.cn

作者简介: 李震 (1981 -), 男, 广东广州人, 博士研究生, 研究方向为电子技术应用; +通讯作者: 洪添胜 (1955 -), 男, 广东梅州人, 博士, 教授, 博士生导师; 黎嘉铭 (1983 -), 男, 广东广州人, 研究方向为嵌入式系统。

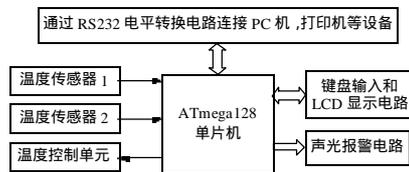


图2 系统结构框

的温度控制单元包括光电耦合器,可控硅和HA168型加热棒。

2 硬件电路设计

2.1 温度采集电路

温度采集使用的是 DTC 数字温度传感器。该传感器特点为: 基于 DS18B20; 具有专门设计的不锈钢外壳, 壁厚仅 0.2 mm; 具有导热性高的密封胶, 保证灵敏度, 可在水中长期使用, 如图 3 所示。数字式温度传感器 DS18B20 是美国 DALLAS 公司推出的一种可组网数字式温度传感器, 采用 1-wire 总线接口, 测温范围为-55 到+125, 精度可达 0.0675, 最大转换时间为 200 ms^[2]。DS18B20 能够直接读取被测物体的温度值, 体积小, 电压适用范围宽(3V~5V), 用户还可以通过编程实现 9~12 位的温度读数, 即具有可调的温度分辨率。

DS18B20 与单片机的接口简单, 只需将信号线与单片机的一位双向端口相连即可^[3]。系统中 DS18B20 采用外接电源方式, VDD 端用 3V~5.5V 电源供电。由于其测温分辨率较高(12 位), 因此对时序及电特性参数要求较高, 必须严格按照时序要求操作。其数据的读写是由主机读写特定时间片来完成的, 包括初始化、读时间片和写时间片。



图3 DTC 数字温度传感器

2.2 时钟芯片 DS1302

DS1302 是美国 DALLAS 公司推出的一种高性能、低功耗、带 RAM 的实时时钟芯片, 它可以对年、月、日、周日、时、分、秒进行计时, 具有闰年补偿功能, 工作电压 2.5~5.5V, 采用 32 768 Hz 晶振^[4]和三线接口与 CPU 通信, 并可以突发方式一次传送多个字节的时钟信号或 RAM 数据。DS1302 具备主电源/后背电源双电源引脚, 同时提供了对后背电源进行涓流充电的能力。针对不同的电源备份系统, 如可充电的镍氢电池、镍镉电池、容量不同的超级电容, 专门提供了可编程涓流充电电路, 以适应不同的充电电流要求。通过设置电路内的 DS 和 RS 控制位, 可设置不同的最大充电电流 IMAX。例如控制字是 10100101, 则表示选通了一只二极管, 同时选通阻值为 2 kΩ 的 R1, IMAX 计算公式如式(1), 式中的 V_{Drop} 是二极管的电压降。

$$IMAX = (V_{cc2} - nV_{Drop}) / R \quad n=1,2 \quad (1)$$

2.3 温度控制电路

温度控制电路主要由光电耦合器 MOC3401 和双向可控

硅 BT138-600 组成。交流 220 V 电压在全周期内都能够加载在加热棒上如图 4 所示^[5]。单片机发出控制信号(PWM)经驱动器后控制光电耦合器的状态。当光电耦合器工作后, 使双向可控硅的触发极处于高电平, 可控硅处于导通状态, 进而控制加热棒 RL 工作。使用光电耦合器能够有效地降低外界对系统的影响, 增强系统的稳定性。

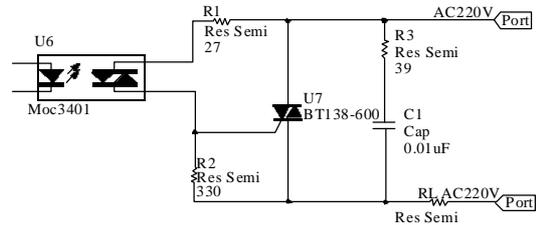


图4 温度控制电路

2.4 键盘和 LCD 显示功能

键盘采用扫描式 12 键设计, 可以设定当前的时间、温度调控的时间、控制温度等。LCD 采用 12864 型, 共有 128 行 64 列^[6]。主要显示的内容包括: 当前时间, 格式为 :年/月/日/时/分/秒; 设定温度和采样温度; 时间和温度设定界面; 当前温度曲线显示等。本系统可以动态地在 LCD 上显示温度变化曲线, 由于 LCD 显示范围的限制, 其精度为 2 /格, 时间范围为 2 分钟, 使用者可以了解温度在此时间段内的变化情况。

2.5 RS232 接口电路

通过 RS232 接口电路, 系统能够与上位机进行通信, 将测量的温度实时地传向计算机, 使控制人员可以在控制中心了解水域中的情况。另外, 也可以通过计算机调整系统的时间和控制温度。

3 PID 算法设计及实现

本系统使用增量式的 PID 算法^[7], PWM 的来自下位机 AT-Mega128 的定时/计数器 1 的输出 OC1A, 其中 PID 如式(2)

$$\Delta u(k) = Ae(k) - Be(k-1) + Ce(k-2) \quad (2)$$

式中 $e(k)$ ——误差值, 直接把 $\Delta u(k)$ 的值送给 ATMega128 内部的比较寄存器。分两种状态: 如果当前值小于输入的设定值, 则 PWM 波形占空比增加, 输出加热, 直到输出值等于设定值。如果输出值大于或等于设定值, 则 PWM 输出占空比减小, 让系统(水)自然散热, 当一旦检测到输出值小于设定值时, 又改变 PWM 波型输出, 返回状态。通过不断的加热和散热, 让水温维持恒定。

4 基于 Labview 的上位机程序

上位机程序采用美国 NI 公司的图形化编程语言 LabVIEW7.1 编写^[8], 系统总体界面如图 5 所示, 代码如图 6 所示。按照功能模块划分可分为: 串口通信模块、数据打包和解析模块、数据显示和存储模块、参数设定模块等。

4.1 串口通信模块

串口通信模块包括 Visa Write.VI, Visa Read.VI, Visa Close.VI 以及一个 Property Node。其功能包括: 实现串口的基本参数设定, 如波特率、缓存区大小, 奇偶校验位、数据位数和是否包含结束位等; 实现计算机与 PC 之间的数据传输。本程

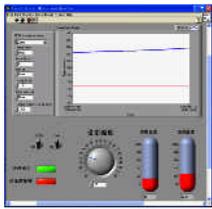


图5 系统总体界面

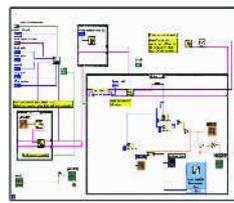


图6 程序代码

序中,波特率选用9600,8位数据位,不进行奇偶校验,一位停止位,每次通信的间隔为0.5s。

4.2 数据打包解析模块

由于采用连续的通信方式,在数据之间没有明显的区别。即如果发送“0x01”,无论上位机还是下位机都不能确定该数据是时钟信息还是设定的温度信息。因此,有必要定义一定的通信协议。数据包括下位机和上位机两部分,如表1、表2所示。

表1 下位机向上位机发送的数据格式

D7D6D5D4	D3D2D1D0	解释
0000	xxxx	测量温度十位
0001	xxxx	测量温度个位
0010	xxxx	测量温度十分位
0100	xxxx	读设定温度十位
0101	xxxx	读设定温度个位

表2 上位机向下位机发送的数据格式

D7D6D5D4	D3D2D1D0	解释
1100	xxxx	设定温度十位
1101	xxxx	设定温度个位

4.3 数据显示和存储模块、参数设定模块

数据显示模块能够直观地显示当前时间、控制状态、被控水域的温度情况以及可以将测量得到的数据进行存储为Excel

格式的文档。参数设定模块能够设定控制温度,并通过串口模块发送给下位机。

5 结束语

本文介绍了在水族箱加热棒HA168基础上扩展而成的温度实时控制系统,主要特点为:该系统以水温为主要参数,采用高档AVR系列单片机和PID算法,利用AVR系列高档单片机ATmega128强大的浮点计算能力和PWM输出功能,控制更加准确。单片机控制系统自动运行,并且能够与PC机进行通信。状态设定和人机交互界面均由LabVIEW软件开发,界面友好美观。该温度控制模块还可以用来作为其它温度控制元件,如室温控制等的核心单元使用。

参考文献:

- [1] 查明华. ATMEGA128 新型微控制器及应用[J]. 工业控制计算机, 2002, 15(10): 57-58.
- [2] 赵亮, 侯国锐. 单片机C语言编程与实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003. 307-311.
- [3] 金伟正. 单线数字温度传感器的原理与应用[J]. 电子技术应用, 2000, (6): 66-68.
- [4] 金春林, 邱慧芳, 张皆喜. AVR系列单片机C语言编程与应用实例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 277-282.
- [5] 孙道忠, 王卫星, 许利霞, 等. 鱼塘含氧量自动监控系统[J]. 农机化研究, 2005, (4): 128-131.
- [6] 丁易新. OCMJ图形液晶显示器与AVR单片机的接口设计[J]. 电子工程师, 2005, 31(4): 48-50.
- [7] 肖恩忠. 基于AT89C52的电阻炉智能温度控制系统[J]. 农机化研究, 2005, (3): 238-239.
- [8] 朱余清, 吴伟斌, 洪添胜, 等. 基于虚拟仪器技术的发动机测功系统[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2004, 19(4): 310-314.

(上接第612页)

在今后的工作中需要进一步研究的问题,包括以下几个方面:把多分辨率思想加入到以块粘贴方式进行纹理合成的算法中。首先在低分辨率下搜索,是否满足匹配约束,如果满足,则提高分辨率,继续判断,直到达到满意的分辨率;如果不满足,则放弃,这样,可大大提高合成的速度;为了避免结果图中的重复现象,可通过对目标块进行旋转、缩放等操作来进行改进。可以用FFT算法进行加速;在三维曲面上进行合成,增加算法的使用范围;在视频上进行处理,如何在现有视频上编辑叠加新的纹理是十分有意义的课题。

参考文献:

- [1] Alexei A Efros, William T Freeman. Image quilting for texture synthesis and transfer[C]. Los Angeles: Proceeding of ACM SIGGRAPH, ACM Press, 2001.
- [2] Vivek Kwatra, Arno Schodl, Irfan Essa, et al. Graphcut textures: Image and video synthesis using graph cuts[C]. Proceeding of ACM SIGGRAPH, 2003.
- [3] Dorsey J, Edelman A, Legakis J, et al. Modeling and rendering

- of weathered stone[C]. Los Angeles: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH, 1999. 225-234.
- [4] Fabrice Neyret, Marie-paule Cani. Pattern-based texturing revisited[C]. Los Angeles: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH, 1999. 235-242.
- [5] Efros A A, Leung T K. Texture synthesis by non-parametric sampling[C]. Corfu, Greece: International Conference on Computer Vision, 1999. 1033-1038.
- [6] Li-Yi Wei, Marc Levoy. Fast texture synthesis using tree_structured vector quantization[C]. New Orleans: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH, 2000. 479-488.
- [7] Li-Yi Wei, Marc Levoy. Texture synthesis over arbitrary manifold surfaces[C]. Los Angeles: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH, 2001. 355-363.
- [8] Michael F Cohen, Jonathan Shade, Stefan Hiller, et al. Wang tiles for image and texture generation[C]. SIGGRAPH, 2003. 287-294.