

基于模糊控制的农业大棚远程监控系统的研究

陈炳飞, 林培杰, 周海芳

(福州大学 物理与信息工程学院, 福建 福州 350108)

摘要: 以带有 ARM11 处理器的智能模块为监控端, 以 PC 为远程管理中心, 开发了一套农业大棚环境远程监控系统。该系统监控端基于 Linux 系统实现对大棚环境的视频和参数采集; 远程管理中心通过 3G 网络远程查看植物生长状况, 并对采集的环境参数经模糊控制器分析后, 将控制信息通过 3G 网络发给监控端对相关设备进行控制。本系统实现了远程监控农业大棚的功能, 对国内农业走智能化发展道路具有一定的参考价值。

关键词: 农业大棚; 远程监控; 模糊控制

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)20-0011-03

Remote monitoring system of agricultural greenhouse based on fuzzy control

Chen Bingfei, Lin Peijie, Zhou Haifang

(School of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: The remote monitoring system for agricultural greenhouse environment is introduced in this paper. This system includes the monitoring terminal with ARM11 processor and remote management center PC. The monitoring terminal based on Linux system implements the acquisition of video datas and environmental datas for greenhouse environment. After these datas transmit through 3G network, we can see the plants and some environmental parameters on PC. The control information for the equipment can be obtained through analyzing the environmental datas using fuzzy control in the remote management center, then sends the control orders to the monitoring terminal by 3G network to control the equipment. The system realizes the remote monitor of agricultural greenhouse and provides a instruction for the development of intelligent agriculture.

Key words: agricultural greenhouse; remote monitor and control; fuzzy control

我国是人口大国, 利用高新技术改造传统农业无疑是我国农业发展的必由之路^[1]。目前国内自主研发的农业大棚控制系统主要存在功能单一、智能化程度低、缺乏远程监控^[2]等缺点。而智能化和远程控制是未来高新农业发展的必然趋势。

模糊控制是利用专家的经验来控制不确定系统的一种控制策略^[3]。农业大棚的环境参数具有非线性、滞后性和多耦合性的特点^[4], 利用模糊控制法可以得到良好的控制效果。本文设计了基于模糊控制的农业大棚远程监控系统, 该系统将采集到的农业大棚环境参数(温度、照度、湿度等)和视频数据通过 3G 网络传输到 PC 终端, 经模糊控制法^[5-6]实现对农业大棚环境参数的控制, 进而实现智能化远程监管农业大棚植物生长的目的。

1 系统架构

本系统的结构如图 1 所示, 该系统主要包括监控端和远程管理中心两个部分。监控端以 ARM11 处理器

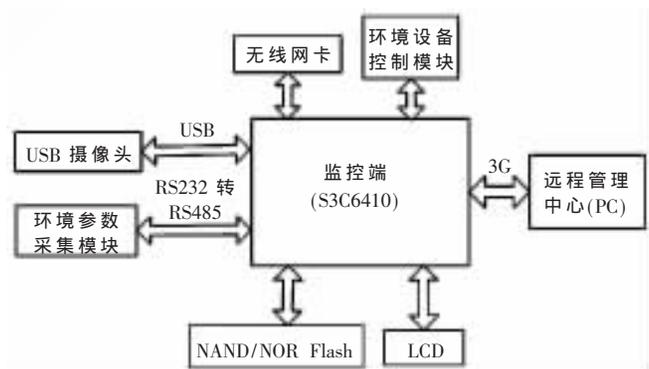


图 1 系统结构图

S3C6410 为硬件核心, 以高度可裁剪的 Linux 为操作系统, 其主要实现视频和环境数据的采集、加湿器和加热器等设备的控制。远程管理中心(PC)通过 3G 网络接收大棚视频数据和环境参数并予以显示, 同时通过模糊控制规则给出设备控制方案。本文主要阐述 Linux 下系统

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 20 期

软件天地 Software Technology

对视频数据的采集和远程管理中心对环境参数的模糊控制。

2 Linux 下视频采集编码设计

视频采集前,系统在 Linux 上加载 USB 摄像头驱动,即分别为 insmod(加载命令)uvccvideo.ko(编译好的万能驱动)。驱动加载成功之后,开发板插上 USB 摄像头,Linux 系统为其分配了一个设备号。视频数据采集通过调用 V4L2 的相关函数完成,其具体流程如图 2 所示。用 open()打开视频设备,随后在 Linux 编程中,使用 ioctl 函数对设备的 I/O 通道进行管理,如用 ioctl(fd,VIDIOC_S_FMT,&fmt)设置视频捕获格式,用 ioctl(fd,VIDIOC_DQBUF,&buf)将采集的数据出队列。视频数据采集采用内存映射方式 mmap()来完成。视频数据采集完成后用 close()关闭设备。

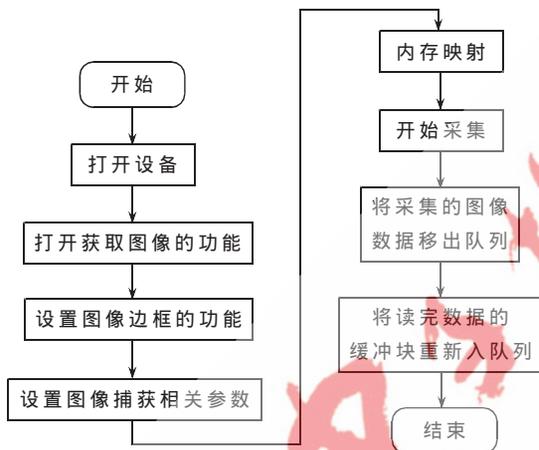


图 2 Linux 下视频数据采集流程

采集的视频数据经 3G 网络进行传输之前,需先对数据进行压缩,然后再 RTP 分包发送。监控端的处理器 S3C6410 具备 H.264 硬件编码功能,使视频数据压缩变得简单。其编码流程如图 3 所示,用 SsbSipH264 Encode



图 3 H264 编码流程

DeInit()完成硬件编码设备的打开、内存映射和初始化硬件编码设备并将参数传到内核中。通过 SsbSipH264EncodeGetInBuf()获取缓冲区的地址,通过 SsbSipH264EncodeExe()对视频数据进行编码,获取编码输出的缓冲地址 SsbSipH264EncodeGetOutBuf()与编码包,然后进行 RTP 分包发送。Linux 下的视频采集编码采用多线程方式,交叉编译时要动态链接多线程库 -lpthread。

视频数据经压缩后以 NAL 包形式存在,接着该包经过 RTP 编码,以 RTP 包的形式通过 3G 网络发送到 PC 端。PC 端将接收到的 RTP 数据重新整合成 H.264 的视频数据,利用 FFmpeg 视频编解码库对 H.264 数据包进行解码,得到 YUV 视频数据后,通过 DirectDraw 技术将视频数据图像渲染到图形界面窗口中。

3 环境参数的模糊控制

3.1 环境数据预处理

由于农业大棚面积大,单一的传感器不能保证采集数据(大棚参数的合理性和准确性)。所以,本文对于同一环境量在不同地点放置 6 个传感器进行测量。大棚参数在采集过程中,由于人为等因素有可能使系统采集到过高或过低的异常数据。这就需要在系统控制前对数据进行预处理,将错误的的数据剔除,以免发生误控制。

设一列已按从小到大排列的测量数据列: X_1, X_2, \dots, X_n , 定义此数列中位值 X_m 为:

$$X_m = \begin{cases} \frac{1}{2} [X(\frac{n}{2}) + X(\frac{n}{2} + 1)] & (n \text{ 为偶数}) \\ X(\frac{n+1}{2}) & (n \text{ 为奇数}) \end{cases} \quad (1)$$

若上四分位数 F_u 为区间 $[X_m, X_n]$ 的中位数,下四分位数 F_l 为区间 $[X_1, X_m]$ 的中位数。定义离散度 $dF = F_u - F_l$, 如果测量数据 X_i 与中位数 X_m 的距离大于 βdF (如式(2)所示),则判断此数据为异常数据。

$$|X_i - X_m| > \beta dF \quad (\beta \text{ 为常数}) \quad (2)$$

本文中取 $\beta = 1$, 定义有效数据的上下限分别为:

$$k_1 = F_l - \frac{\beta}{2} dF \quad (3)$$

$$k_2 = F_u + \frac{\beta}{2} dF \quad (4)$$

则在区间 $[k_1, k_2]$ 的测量数据为有效数据。

3.2 模糊控制

本文的模糊控制器采用的是 3 输入 6 输出结构。即输入为: 温度误差、湿度误差和光照误差; 输出为: 草帘、加热器、加湿器、LED、风机和天窗。模糊控制整体流程如图 4 所示,对于模糊控制器的设计主要包括输入模糊化、知识库(规则库)、模糊推理和解模糊化。

3.2.1 模糊化

根据农业大棚环境特点确定各参数误差范围、论域和量化因子,如表 1 所示。

环境参数 e_1, e_2, e_3 的模糊语言变量分别为 $E_1, E_2,$

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 13

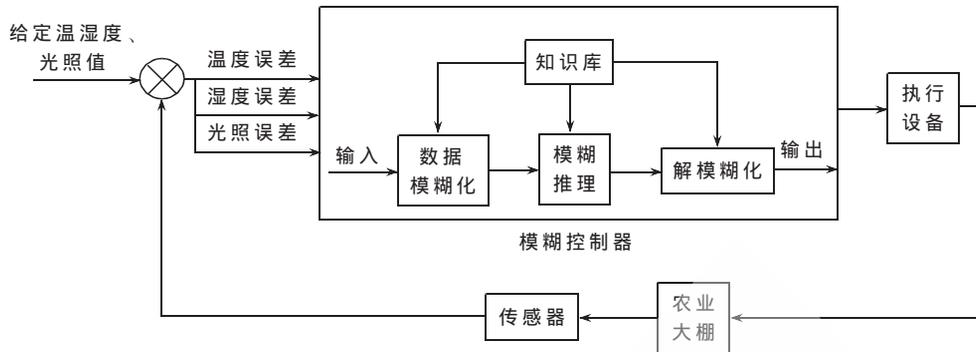


图4 模糊控制整体流程框图

表1 各参数模糊量化表

	温度 e1	湿度 e2	光照 e3
误差范围	[-6,6]	[-10,10]	[-1000,1000]
论域	[-4,4]	[-2,2]	[-2,2]
量化因子	2/3	1/5	1/500

E3。执行机构的模糊语言变量为:草帘 U1、加热器 U2、加湿器 U3、LED U4、风机 U5、天窗 U6。将 E1 划分为 {NB,NS,ZO,PS,PB}5 个等级,即分别为:负大、负中、中、正中、正大;E2、E3 分为 {NB,ZO,PB}3 个等级。

本文采用三角形隶属度函数对 E1、E2 和 E3 进行赋值。如表 2 和表 3 分别是 E1 和 E2/E3 的隶属度赋值表。

表2 E1 的隶属度赋值表

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
PB	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1
PS	0	0	0	0	0	0.5	1	0.5	0
ZO	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0
NS	0	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0
NB	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0

表3 E2/E3 的隶属度赋值表

	-2	-1	0	1	2
PB	0	0	0	0.5	1
ZO	0	0.5	1	0.5	0
NB	1	0	0	0	0

3.2.2 规则库

通过农业专家的经验 and 调查研究,制定相应的控制规则。表 4 所示是本系统的部分控制规则(0:关;1:开)。

表4 部分控制规则

温度	湿度	光照	草帘	加热器	加湿器	LED	风机	天窗
NS	ZO	PB	0	1	0	0	0	0
NS	ZO	ZO	0	1	0	0	0	0
NS	NB	PB	1	1	0	1	0	0
NS	NB	ZO	0	1	1	0	0	0

3.2.3 模糊推理

本文中的输出控制量只有开、关和保持三种状态,不可调节。针对这种情况,推理模型可采用 0 阶 T-S 模型。

0 阶 T-S 型模糊推理:Ri: if x1 is A1 and x2 is A2 ... and xi is Ai, then ui=ki.

3.2.4 解模糊化

对于设备输出 U 的求取采用加权平均法,即:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n w_i u_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (5)$$

其中 ui 为各条规则对应的设备输出,wi 为权重,在此其采用取小法,即:

$$w_i = R_i \wedge A_1^i(x_1) \wedge A_2^i(x_2) \quad (6)$$

其中 Ri 为“认定权重”,在实际计算中,常取认定权重 Ri=1;A1ⁱ和 A2ⁱ为该条规则对应的隶属度。

以草帘为例去模糊化计算:温度误差量化为-2,光照量化为-1,湿度量化为 1 时,有 4 条规则满足:

if(E1 is NS) and (E2 is ZO) and (E3 is PB) then U1 is OFF

if(E1 is NS) and (E2 is ZO) and (E3 is ZO) then U1 is OFF

if(E1 is NS) and (E2 is NB) and (E3 is PB) then U1 is ON

if(E1 is NS) and (E2 is NB) and (E3 is ZO) then U1 is OFF

隶属度取最小值依次为:[0.5,0.5,0.5,0.5]

输出依次为:[0,0,1,0] 所以:

$$U1 = (0.5 \times 0 + 0.5 \times 0 + 0.5 \times 1 + 0.5 \times 0) / (0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5) = 0.25 \quad (7)$$

经模糊规则的计算得 U1=0.25<0.5, 这时按照控制规则应取 0, 所以相应的执行机构其状态应该为 OFF。也就是说,温度、光照和湿度误差量化等级是-2、-1 和 1 时,执行机构草帘是关闭的。按照以上步骤可以计算出其他控制执行机构的输出结果。然后制成一张 access 表格,利用 ADO 链接 access 数据表,查询表格即可得出控制结果,将得到的结果通过 3G 网络发回监控端控制相应设备。

本系统实现了农业大棚远程监控功能,其PC远程管理中心界面如图5所示。此系统采用Linux系统通过对大棚环境的视频和参数的采集,实现了通过3G网络远程监看和设定农业大棚的环境与参数的目的。PC远程管理中心通过模糊控制给出了设备控制信息,并通过3G网络发送给监控端,实现相关设备的控制。本系统对国内农业走智能化发展道路具有一定的参考价值。



图5 PC远程管理中心界面

参考文献

[1] 梁竹君.环境监控技术在设施农业中的应用[J].安徽农

业科学,2009,37(16):7672-7673.

[2] 马玉泉,卢卫娜,蔺志鹏.主从分布式温室环境参数测控系统[J].农机化研究,2011,3(3):84-86.

[3] ARVANITISA K G. Multirate adaptive temperature control of greenhouse[J].Computers and Electronics in Agriculture, 2000:303-320.

[4] 姚爱华.温室栽培环境因子调控技术[J].现代农业科技, 2010(13):277-278,282.

[5] 韩志平.温室环境参数模糊控制[D].沈阳:沈阳工业大学,2012.

[6] Pan Haipeng, Xing Wei, Xu Sen, et al, A new intelligent fuzzy control system of greenhouse temperature[C].Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Control and Automation, Chongqing, China, 2008.

(收稿日期:2013-06-27)

作者简介:

陈炳飞,男,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统、新能源系统。

林培杰,男,1982年生,硕士,讲师,主要研究方向:嵌入式系统、新能源系统、物联网。

周海芳,女,1972年生,副教授,硕士生导师,主要研究方向:微纳材料与器件、控制系统。