

基于 CAN 总线的智能温室控制系统

杨明¹, 马祖长², 赵广发³

(1. 安徽工程科技学院 机械工程系, 安徽 芜湖 241000; 2. 中科院 合肥智能机械研究所, 安徽 合肥 230031;
3. 合肥市新星应用技术研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要: 本文介绍了智能温室控制系统的基本原理和软硬件构成, 针对温湿度变化规律和控制要求, 采用模糊控制技术, 基本实现了温湿度的平滑控制。建立的温室智能控制系统具有布线简单、系统控制器稳定、数据传输可靠性高等特点。

关键词: CAN 总线; 智能节点; 智能温室; 模糊控制

中图分类号: TP393.03 文献标识码: B 文章编号: 1003-7241(2006)04-0050-03

A CAN-Based Intelligent Greenhouse Control System

YANG Ming¹, MA Zu-chang², ZHAO Guang-fa³

(1. Department of Mechanical Engineering, AnHui University of Technology and Science, Wuhu 241000, China;
2. Hefei Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China;
3. New Star Research Institute of Applied Technique in Hefei City, Hefei 230031, China)

Abstract: The principle and the system structure of an intelligent greenhouse control system is introduced in this paper. The system is based on the fuzzy control.

Key words: CAN bus; Intelligent node; Intelligent green-house; Fuzzy control

1 引言

智能温室控制系统实时检测作物生长敏感的环境参数, 根据一定的控制策略, 控制执行机构的动作, 以保证作物处于最佳生长环境。其中温湿度是两个最为重要的参数, 能否成功控制温湿度是智能温室控制系统成败的关键^[1]。

温室内温湿度的变化是一个复杂的物理、生化反应过程, 具有大惯性、纯滞后、非线性等特征, 难于建立准确的数学模型^[2]。二者之间具有耦合关系, 同时执行机构的动作对它们都有影响, 采用常规控制策略难以取得满意的效果。

基于以上分析, 结合实际课题, 我们设计了多输入多数出(MIMO)的模糊控制系统, 在实际使用中取得了良好的控制效果。该“系统”已经实验成功。

2 控制系统结构

系统原理如图 1 所示, 使用智能节点采集传感器信号和控

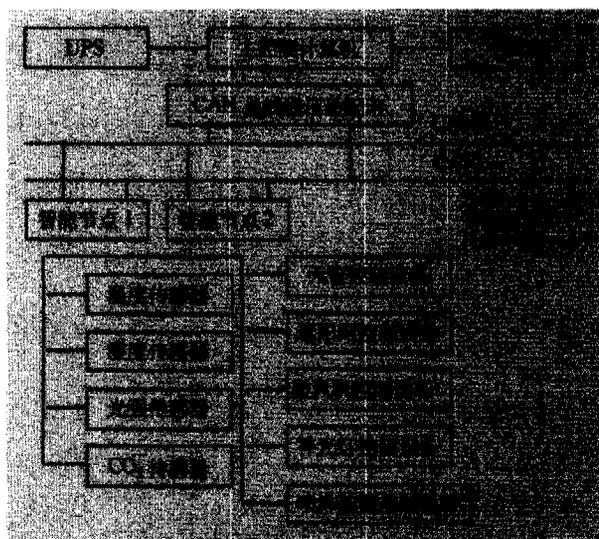


图 1 智能温室控制系统结构示意图

制外部设备动作, 智能节点通过 CAN 总线与主控制计算机连接。应用层采用了多种校验和超时重发等措施, 数据传输可靠。主控制计算机采用模糊控制策略, 使得控制器可靠性和稳定性得到提高。由于整个系统将信号采集、信号传输、外部设备控制、决策分析等任务分布于多级测控系统的各级上, 形成了风险

分散的现场总线控制系统。

控制系统由一台主控制计算机和若干智能节点组成。智能节点数目根据系统中需要采集的环境参数量和温室面积而定,其中有一个节点放置于室外作为室外气象站,用来检测室外温度、湿度等环境参数。

主控制计算机与 CAN 总线的接口采用 ADLINK PCI-7841 CAN 网络接口卡,它支持两个端口独立操作 CAN 网络。内置的 CAN 控制器是 SJA1000,CAN 收发器是 82C250。接口卡提供总线仲裁和错误检测功能,并且能够在检测到错误时自动更正并重新发送。总线控制器频率 16MHZ,通过直接内存映射能够快速访问 CAN 总线控制器,提供 2500 Vrms 隔离保护。I/O 地址和 IRQ 级别可以通过拨码开关设置^{[5][6]}。

该卡提供 Windows 动态链接库(95,98,2000),可以直接供 VC、VB 调用。库函数包括以下几种类型:卡初始化和端口配置,指令/数据发送,数据/状态读取,错误和事件处理。通过这些函数,主控制计算机可以方便的与各智能节点交换数据。

智能节点是以 AT89C52 单片机为核心的最小系统,具有信号采集、处理、传输和执行机构控制功能。每个智能节点可采集 8 路模拟信号、8 路开关量,控制 8 路开关量。它采集现场的传感器信号和执行机构状态,对采集的传感器信号经过数字滤波、线性补偿、故障分析等预处理后保存于 RAM 中^[3]。接收主控制计算机的指令,上传环境参数、执行机构状态和控制执行机构的动作。智能节点的 CAN 总线控制器采用 SJA1000,CAN 总线收发器采用 PCA82C250,原理如图 2 所示。SJA1000 晶振为 16MHZ,CLK OUT 可为单片机提供时钟信号,该时钟信号来源于 SJA1000 内部且通过编程驱动。CAN 总线应接入终端匹配电阻,其值等于信号线的特性阻抗,约 120Ω,以保证数据的有效传输率。SJA1000 的 XATL1、XATL2 必须通过 15pF 电容连接到 V_{ss1} 。

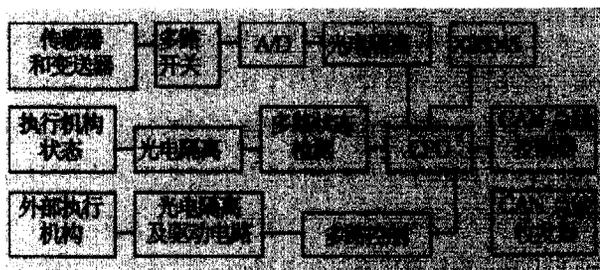


图 2 智能节点原理图

3 模糊控制原理

模糊控制系统方案如图 3 所示,其中 X1、X2 分别为专家系统给出的作物生长合适的温湿度范围,E1、E2 为给定值与实际测值的偏差,E1'、E2'为偏差随时间的变化率,U1、U2、U3、U4、U5 为相关执行机构的控制输出。

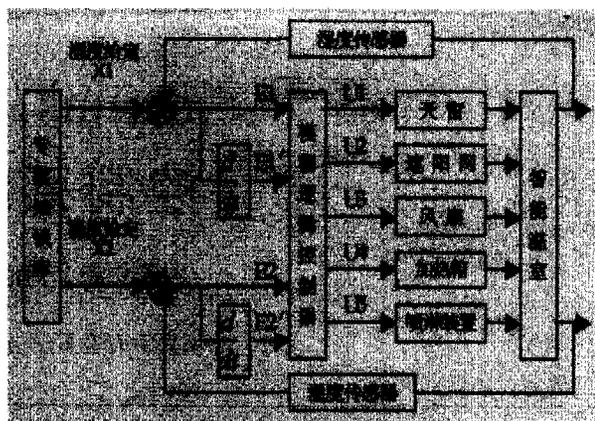


图 3 模糊控制系统方案图

模糊逻辑控制器结构如图 4 所示。

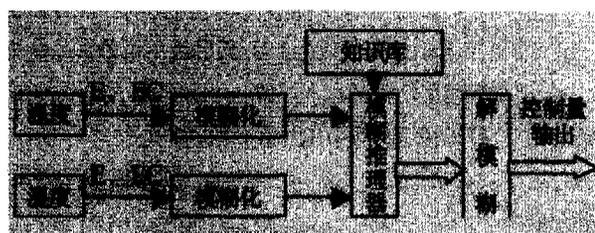


图 4 模糊逻辑控制器结构图

模糊逻辑控制器的设计和推理过程:将各连续的输入、输出量转化为模糊子集,定义其论域,根据各输入输出量的实际变化范围建立模糊化表^[4]。根据领域专家的知识 and 经验建立知识库,并形成模糊控制规则表。由模糊化表和模糊控制规则表,采用离线间接推理建立控制表格,计算出相应的模糊控制量。

4 系统软件设计

为提高系统可靠性,操作系统采用 Windows 2000 专业版,应用软件采用 VB6.0 编制,采用 Access 数据库存储各种系统数据。软件主要包括下列功能模块:

系统模块:设置智能节点数目,智能节点所连接的传感器和执行器分布情况表。

专家系统模块:采集领域专家知识,建立作物生长环境知识库和模糊推理知识库。

模糊控制模块:依据知识库规则对环境参数进行模糊推理,得出各输出控制量,对温室进行智能化管理和控制。

监控模块:对各种温室环境参数进行实时检测和控制,对各种执行器的运行状态检测,所有检测点的数据和状态在屏幕上实时显示。

手动控制模块:在特殊情况下,允许用户手工干预执行器的动作。

数据管理模块:纪录温室运行过程中,记录各种环境参数的变化和执行器的动作情况,以曲线的方式对历史纪录进行回放。

(下转第 63 页)

装置电磁能量转化成抛体出口动能的效率达到最佳。

一阶电磁发射系统的效率函数设为:

$$f(l, n, x) = \frac{1/2 * m * v^2(l, n, x)}{1/2 * c * u^2}$$

其中 m 为抛体质量, c 为

供电电容的值(确定), u 为电容的充电电压, $v(l, n, x)$ 为抛体的出口速度函数, 自变量 l 为一级发射线圈的长度, n 为发射线圈的层数, x 为抛体在一级放电线圈的入口位置, 在整个系统中, 还存在一些影响抛体出口速度的因素, 如抛体的磁导率, 导线的电阻值等等, 但是这些因素在整个设计过程中可以归结为初始条件, 已经是确定值, 不在我们的寻优过程考虑范围中。控制过程对初始环境的寻优, 围绕在如下主要因素 l, n, x 的有限取值区域中进行。

线圈长度 (m)	线圈 层数	能量转化率 均值	线圈长度 (m)	线圈 层数	能量转化率 均值
0.04	2	0.001199	0.08	2	0.000903
0.04	4	0.003638	0.08	4	0.004608
0.04	6	0.010378	0.08	6	0.009646
0.04	8	0.021722	0.08	8	0.018273
0.04	10	0.038321	0.08	10	0.02255
0.04	12	0.021726	0.08	12	0.021499
0.04	14	0.03429	0.08	14	0.020833
0.04	16	0.028997	0.08	16	0.021327
0.04	18	0.021531	0.08	18	0.017322
0.04	20	0.023218	0.08	20	0.015664
0.06	2	0.000489	0.1	2	0.000894
0.06	4	0.001153	0.1	4	0.003753
0.06	6	0.003259	0.1	6	0.008403
0.06	8	0.004869	0.1	8	0.015235
0.06	10	0.008001	0.1	10	0.020063
0.06	12	0.008008	0.1	12	0.020106
0.06	14	0.010752	0.1	14	0.019053
0.06	16	0.009784	0.1	16	0.015172
0.06	18	0.018651	0.1	18	0.011364
0.06	20	0.0115	0.1	20	0.010333

表1 不同长度、不同层数一级电磁发射装置能量转化率平均

考虑到实际实验的抛体长度为 8.320cm, 我们的设定: 放电线圈的长度 l 区域为 (0cm, 10cm), 放电线圈的层数 n 的区域为 (2, 20) 层, 对入口位置 x 的取值的选择, 参照有关文献与以往的

(上接第 51 页)

5 结论与分析

所设计的温室智能控制系统以 CAN 总线作为底层网络, 使用智能节点采集传感器信号和控制外部设备动作, 实现了多传感器的实时监控与分布式处理。采用专家系统和多输入多输出的模糊控制策略实现了温室环境参数的智能控制。采用上述方法建立的温室智能控制系统具有布线简单、系统控制器稳定、数据传输可靠性高等特点, 在实际使用中取得了良好的效果, 具有一定的推广意义。

实验经验, 得出结论: 入口位置的优化于放电线圈的长度相关, 在本次试验中我们选择的入口位置为发射线圈的长度的八分之一左右。此外抛体的质量, 是一个重要的计算参数。表 1 列出了我们应用定义的效率函数部分计算结果, 这些结果经过实际试验的修正。

考虑到我们定义区域的特殊性, 寻优过程实际上是有限区域的半整数规划。显然寻优区域是一张复杂的高维曲面, 且效率函数是典型的非线性函数, 针对本次实验我们采取了统计均值回归解决方案, 将区域简化为 l 和 n 的二维网格, 将电压变化作为统计回归的变因, 计算结果如上。从网格表里可以看出, 在初始条件确定的前提下, 一级电磁发射装置的最优设计以大概率趋近于线圈长度为 0.04m, 层数为 10 的小区间。

6 结论

本文介绍了电磁发射的原理, 设计了发射模型和测控电路。利用该发射模型进行了多次发射实验测得了大量的实验数据, 并对实验数据进行分析。结果表明: 从线圈的长度、厚度及效率之间的关系曲线可以看出, 线圈的长度一定时, 层数越多放电时间越长, 当放电电压初始值达到某个临界值时, 抛体不出膛。尽管实验数据有偏差, 有时甚至很大, 但是可以看出在特定条件下某个电压范围内效率趋于最大。通过利用优化算法对数据寻优, 得出在本次试验的模型中 10 层的 4cm 长线圈发射效果比较好的结论。

参考文献:

- [1] 李小鹏, 等. 重接式电磁发射技术的现状及应用前景[J]. 微电机, 2002, 35(4): 39-46.
- [2] 王静端, 等. 电磁发射技术的发展及其军事应用[J]. 火力与指挥控制, 2001, 26(1): 5-7.
- [3] 李勇, 等. 电磁弹射技术的原理与现状[J]. 微特电机, 2001, (5): 3-18.
- [4] 高志军. 一种基于 8031 单片机的瞬时测速方法[J]. 洛阳工学院学报, 1999, 20(3): 43-45.
- [5] SHUN - SHOU GAO, etc. Test and analysis of a 3 - stage reconnection coilgun[J]. IEEE Tran on MAG 1999, 35(1): 142-147.

作者简介: 梁猛(1978-), 男, 黑龙江大庆人, 哈尔滨理工大学硕士研究生, 研究方向: 智能控制。

参考文献:

- [1] S RIETZ. Multisensor Signal Processing with CAN Bus Interface[J]. Sensors and Actuators, 1997, 62(1-3pt3): 729-733.
- [2] JAY WARRIOR. Using Standards & A System Solution to Increase the Value of Your Product[Z]. Hewlett Packard Co., 1999.
- [3] 姚维. 模糊控制技术在水泥回转窑分解炉温度控制中的应用[J]. 测控技术, 2000, 9.
- [4] 李士勇. 模糊控制、神经控制和智能控制[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.
- [5] 刘君华. 智能传感器系统[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999.
- [6] 何艳, 等. CAN 总线技术在过程控制补充中的应用[J]. 自动化技术与应用, 2004, 23(7): 31-33.

作者简介: 杨明(1964-), 男, 工程师, 研究方向: 智能控制及信息采集。