

物联网环境下基于 PLC 的远程控制系统设计

张 琰, 李吴松, 张荆沙, 韩 丹

(武昌工学院 信息工程学院, 湖北 武汉 430065)

摘 要: 在物联网环境下基于 ZigBee 技术对模型化平台进行远程控制, 远程控制系统主要包括了自动控制模块、数据通信模块和网络接口设计模型, 重点对远程控制系统的 CAN 通信模块进行研究. 采用 ADUM1201 和 PCA82C250 接收远程控制指令, 通过 ZigBee 无线网络对远程控制系统的各种底层信息进行数据采集和分析, 经 ARM 主控系统处理过的数据经网关传送至外部网络. 在 ZigBee 的 MAC 层植入模糊神经网络控制程序, 基于 PLC 逻辑编程进行远程控制程序加载, PLC 上的串口与 WiFi (或者 4G) 设备服务器相连, 接入物联网实验平台, 设定 PLL_LOCKCNT 寄存器进行控制程序时钟采样, 通过 A/D 转换模块和动态增益控模块实现远程控制指令的 IO 中断和接收, 实现模型化平台的远程控制的数据通信, 改善控制水平. 仿真结果表明, 采用该系统进行模型化平台的远程控制, 控制请求脉冲信号 A/D 采样数据连续, 通信传输稳定, 控制性能可靠.

关键词: 物联网; 远程控制; 系统设计; CAN 通信模块

中图分类号: TN911

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2016)02-0130-05

Design of Remote Control System Based on PLC in the Internet of Things

ZHANG Yan, LI Wu-song, ZAHNG Jing-sha, HAN Dan

(College of Information Engineering, Wuchang Institute of Technology, Wuhan 430065, China)

Abstract: Based on the ZigBee technology in the Internet of things, the model of the platform is remote control, remote control system mainly includes automatic control module, data communication module and network interface design model, this paper focuses on the remote control system of CAN communication module. ADUM1201 and PCA82C250 receive remote control commands, through the ZigBee wireless network to the remote control system of the various underlying information data acquisition and analysis, the main control system through the ARM data transmission through the gateway to the external network. The MAC layer of ZigBee is embedded in the fuzzy neural network control program. The remote control program is loaded on the PLC logic programming. The serial port is connected with WIFI (or 4G). The PLC registers are controlled by PLL_LOCKCNT. The IO registers are controlled by A/D. The simulation results show that the system is used to model the remote control of the platform and control the signal A/D sampling data is continuous, the communication is stable and the control performance is reliable.

Key words: internet of things; remote control; system design; CAN communication module

1 引言

在物联网环境下的远程智能控制系统是通过 ZigBee 终端设备搜集控制终端的各种信息, 采用 WiFi 或者 GPRS 通信技术实现对远程模块化平台

的智能控制, 实现 ZigBee 节点之间的数据信息共享, 结合现代信号处理技术和无线传感器网络技术, 进行模型化平台的智能调节和远程控制. 传统方法中, 对模型化平台的远程控制系统方法主要采用模糊神经网络控制方法、基于 ARM 嵌入式主控调节

收稿日期: 2015-04-23; 修回日期: 2015-06-07

基金项目: 湖北省教育厅科学技术研究计划指导性项目(B2015270)

的模型化平台远程控制方法、基于步进跟踪的模型化平台远程控制方法和基于计算机视觉特征分析的远程控制系统设计方法等^[1-3],但是传统的控制系统设计通过敏感元件实现驱动器执行,对控制系统的通信数据传输和主控系统的执行效果不好,对此,相关文献进行了系统的改进设计,其中,文献[4]提出一种基于无线传感器网络下的 PLC 逻辑编程的智能家居远程控制系统设计方法,采用 ARM 寻址器进行嵌入式微处理主控电路设计,采用 PID 神经网络控制方法进行控制算法改进,提高对远程控制平台的程控效率,但是该系统对远程模块化智能家居平台的控制实时性不好;文献[5]采用一种基于 Android 嵌入式系统设计方法进行远程模块化平台的控制并应用在心脏监护仪上,实现对监护对象的异常预警和智能诊断,系统采用过 GPRS 网络传输数据到物联网的应用中心,通过 I/O 接口(D/A、A/D、I/O 口等)进行信号调理,采用 Samsung S3C6410A 作为处理芯片构建控制系统的主控系统,提高了对远程仪器和平台的控制失效性,但是该系统在通信环境复杂的情况下容易出现漏检和失真,应用性能受到限制^[6-8]。针对上述问题,本文采用 ADUM1201 和 PCA82C250 作为处理芯片,采用 PLC 逻辑编程技术,提出一种物联网环境下基于 PLC 的远程控制系统设计方法,首先进行了系统的总体设计和功能分析和描述,重点对远程控制系统的 CAN (Controller Area Network) 通信模块进行研究,设计了模块化平台的 CAN 通信信道均衡算法,以此算法作为主控系统的核心软件,设计控制系统的硬件电路和软件模块,进行集成电路设计,最后进行仿真实验,验证了本文系统在实现远程模块化平台智能控制中的由于性能。

2 系统总体设计结构模型及控制算法

2.1 物联网环境下远程控制系统总体设计和功能模块分析

在物联网环境下构建远程控制系统,采用 ZigBee 技术对模型化平台进行远程控制,结合 ZigBee 和 GPRS 通信技术对远程模块化平台(比如智能家居平台、机械作业平台等)进行远程遥控,实现远程作业和智能控制,为了构建这一系统,首先进行系统的总体模块设计。远程控制系统主要分为无线传感器网络的数据采集模块,即传感器模块、CAN 通信模块、ZigBee 数据处理模块、供电模块、WiFi 数据传输模块和 ARM 主控模块以及人机交互的液晶显示

模块等。系统的模块化设计结构构造如图 1 所示。

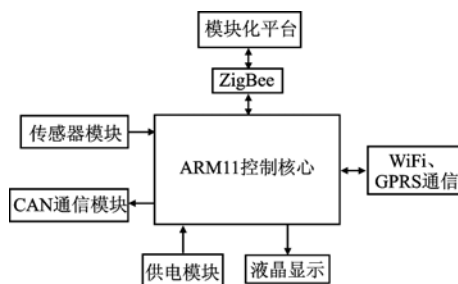


图1 远程控制系统的功能模块结构框图

图1中,传感器模块作为物联网的核心单元,主要是进行远程模块化平台控制系统的信息采集和数据感知,获得控制系统需要的原始信息,并作为系统的数据输入提供给 ARM 主控系统实现信号处理和命令的执行。传感器通过敏感元件和换能器实现信号的采集,模型化平台远程控制系统的控制中心单元是系统的中枢神经,它相当于人的大脑,本文采用 PLC 逻辑编程控制 ARM 主控单元,采用收发转换电路进行控制信号基阵的预处理,在模拟信号预处理机的输出端进行信号调制,采用信道均衡算法进行 CAN 通信。为了使得控制系统的输出端具有稳定的控制输出,模拟信号预处理机还必须具备动态控制增益的功能,实现增益控制。另外在系统功能模块设计中,采用 DSP 数字信号处理芯片进行 PCI 桥接实现控制系统与 PC 机的 A/D 采样和数据交换,根据采样幅值调整控制系统输出的动态增益范围,控制 A/D 转换器进行物联网环境下的模块化平台的程序加载和数据采样。远程控制系统主要包括了自动控制模块、数据通信模块和网络接口设计模型,重点对远程控制系统的 CAN 通信模块进行研究。采用 ADUM1201 和 PCA82C250 接收远程控制指令,通过 ZigBee 无线网络对远程控制系统的各种底层信息进行数据采集和分析,经 ARM 主控系统处理过的数据经网关传送至外部网络。综上分析,本文设计的物联网环境下的远程控制系统的总体结构模型如图2所示。

图2中,PLC 逻辑编程控制和 DSP 信号处理器是远程控制系统的数据处理中心,负责与控制终端进行上位机通信、A/D 转换、信号采集处理和外部 SRAM 通信等任务。远程控制系统的驱动电路接收到的信号通过模拟信号预处理机放大、滤波进行 PCI 总线传递,DSP 通过 PCI 总线输出高、低电压至继电器,输出动态增益控制码为控制执行单元提供执行信号。

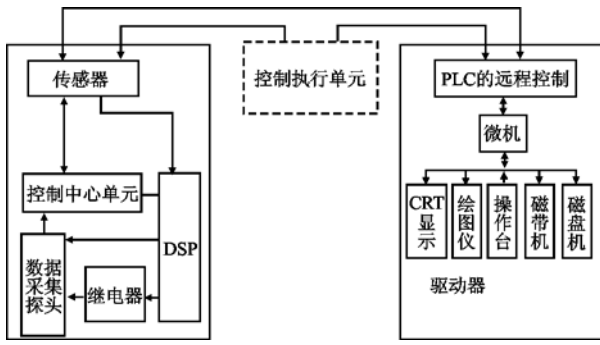


图2 物联网环境下的远程控制系统的总体结构模型

2.2 CAN 通信信道自适应均衡及控制算法

在上述控制系统总体结构设计的基础上,重点对远程控制系统的CAN通信模块进行研究,远程控制系统的执行指令通过CAN通信模块进行数据通信,PLC上的串口与WiFi(或者4G)设备服务器相连,接入物联网实验平台实现信息传输,考虑模型化平台控制系统的非线性特性和不确定性,模型化平台的远程控制系统要求通过CAN(Controller Area Network)总线实时上传控制信号执行指令,由于系统的非线性信道导致信道失衡,需要进行信道均衡设计,提高控制性能,考虑远程控制系统的离散多径特征,得到控制系统的接收信号为由一个 n 个决策变量多输入输出模型组成,信号模型为

$$x(t) = \operatorname{Re} \{ a_n(t) e^{-j2\pi f_c \tau_n(t)} s_l(t - \tau_n(t)) e^{-j2\pi f_c t} \} \quad (1)$$

式中, $a_n(t)$ 为调制幅度, s_l 为数据采样频率, $\tau_n(t)$ 为数据传输时延,模型化平台的总线传输信道脉冲响应可描述为

$$c(\tau, t) = \sum_n a_n(t) e^{-j2\pi f_c \tau_n(t)} \delta(t - \tau_n(t)) \quad (2)$$

式中, $a_n(t)$ 是第 n 条控制输出通道上接收到的信号, $\tau_n(t)$ 为第 n 条控制输出通道的通信延时,输出变量为 $y(n)$,输入参数为 $u(n)$, $w_0^* \cdots w_M^*$, f_c 为调制频率, $s_l(t)$ 为要传输的远程控制指令。在控制执行单元设计一个误差跟踪器进行控制误差补偿,误差补偿器控制方程为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_3 \\ \dot{x}_3 = f_\theta(X, t) + g_\theta(X, t)u(t) + d_\theta(t) \\ \dot{x}_2 = x_4 \\ \dot{x}_4 = f_x(X, t) + g_x(X, t)u(t) + d_x(t) \end{cases} \quad (3)$$

式中, $X = [\theta, x, \dot{\theta}, \dot{x}]^T$, $f_x(X, t)$, $f_\theta(X, t)$, $g_x(X, t)$,

$g_\theta(X, t)$ 分别表示模型化平台的三维数据传输通道发出控制指令,通过误差补偿器补偿模型化平台在进行CAN总线通信过程中的信道失衡项,得到信道均衡后的控制输出信号为

$$s(t) = \cos[2\pi f_0 t + \pi \beta t^2 + \psi_0] \quad (4)$$

式中, f_0 与 ψ_0 分别为起始频率与初始相位。通过上述控制算法改进设计,将上述算法通过程序加载方式嵌入到主控单元模块中,提高了远程控制系统的控制信令传输的均衡性和可靠性。

3 系统的硬件设计与软件实现

在上述控制系统总体结构及功能模块分析以及控制算法设计的基础上,进行模块化平台远程控制系统的硬件电路设计。传统方对模型化平台的远程控制系统方法主要采用模糊神经网络控制方法、基于ARM嵌入式主控调节的模型化平台远程控制方法进行系统设计,通过ZigBee技术实现驱动器执行,对控制系统的通信数据传输和主控系统的执行效果不好,为了克服传统方法的弊端,本文采用AD-UM1201和PCA82C250作为处理芯片,采用PLC逻辑编程技术,提出一种物联网环境下基于PLC的远程控制系统设计方法,数字信息处理芯片采用TMS320VC5509A DSP芯片,该芯片为低功耗16位定点DSP,选用了ADI公司的AD7656-1 AD转换芯片控制系统的AD采样,为了增加系统的稳定性,在ZigBee的MAC层植入模糊神经网络控制程序,进行系统的模块化设计,首先进行远程控制系统的时钟电路设计,时钟电路通过时钟振荡器作为系统控制的敏感元件,可以提高控制系统的时钟频率精确度,采用ADSP-BF53设计时钟电路,远程控制系统的时钟电路I/O电压为3.3V,内核频率为24倍频,防止由于电压波动引起的控制误差,在晶振的每一个电源负载端进行上电复位设计,得到控制系统的时钟电路硬件电路设计如图3所示。

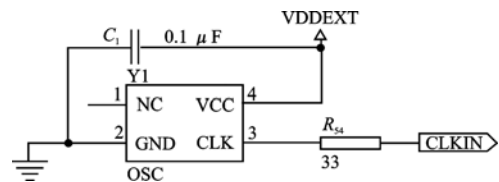


图3 远程控制系统的时钟电路设计

在时钟电路设计的基础上进行CAN通信电路设计,采用ADUM1201和PCA82C250设计模块化平台远程控制系统的CAN通信电路,基于PLC逻辑编程进行远程控制程序加载,使用AD5545和

AD8674 产生高压控制输出范围为 0 ~ 5 V 帧同步信号, R_s 管脚接 47 k Ω 电阻, AD5545 的两路输出经过一级反向进行串口时钟同步, 通过调节 R_{46} , 模拟地间添加 1 μ F 的补偿电容, 用 AD780 补偿电压 2.5 V 的门限检测误差, 使得输出误差小于 1 mV, 物联网

环境下的远程控制系统的程控电源为 5 V 电源, WDO 引脚将产生低电平进行电路复位, 综合分析, 得到本文设计的远程控制系统的 CAN 通信电路如图 4 所示。

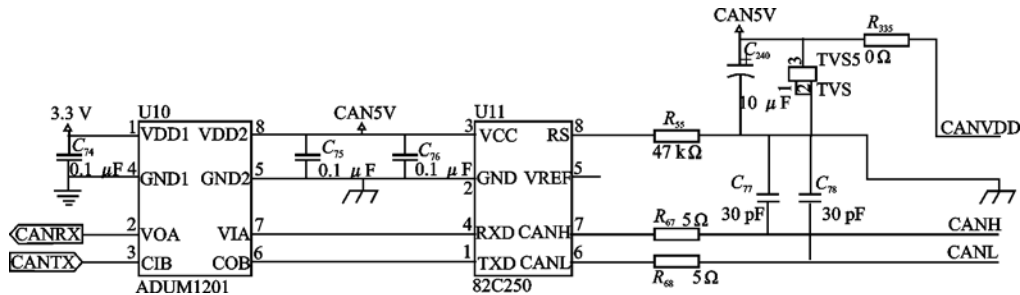


图4 远程控制系统的 CAN 通信电路

结合上述通信算法, 在 PLC 上的串口与 WiFi (或者 4G) 设备服务器相连, 接入物联网实验平台, 设定 PLL_LOCKCNT 寄存器进行控制程序时钟采样, 通过 A/D 转换模块和动态增益控模块实现远程控制指令的 IO 中断和接收, 设计程序加载电路和主控电路, 描述如下: 程序加载电路采用 AT25HP512 作为从机, 在 VCC 和地之间并联 1 个 1 μ F 电容, 耦合电容 C 前输入信号直流分量为

$$V_{DC} = \nu A_R \bar{V} \quad (5)$$

在程序加载电路中, 每一个处理器的 VDD_DRAM 电源, 最少要在其引脚附近放置 6 个 1 nF 的高频旁路电容、2 个 10 nF 电容和 4 个 0.1 μ F 电容, 控制系统的发射信号采用 PSK 调制, RFID 频段设定为 13.56 MHz, 得到程序加载电路设计如图 5 所示。

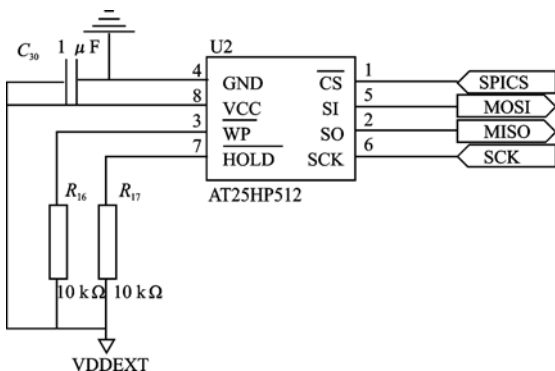


图5 远程控制系统的程序加载电路

在程序加载电路设计的基础上, 进行系统集成设计, 其中主控制器是整个嵌入式网关的核心, 采用 32 位的 RISC 微处理器 S3C2440 作为主控制器, 设

定 PLL_LOCKCNT 寄存器进行控制程序时钟采样, 通过 A/D 转换模块和动态增益控模块实现远程控制指令的 IO 中断和接收, 在控制执行单元设计误差补偿器, 使模型化平台远程控制系统的稳态误差控制在较小的幅度内, 实现模型化平台的远程控制的数据通信, 改善控制水平。最后进行控制系统的硬件电路 PCB 进程设计, 得到控制系统的集成电路设计结果。

4 系统测试仿真实验

为了测试本文设计的物联网环境下基于 PLC 的远程控制系统在进行远程智能模块化平台控制中的性能, 进行硬件调试和仿真实验。远程控制系统的硬件调试过程中需要的设备包括电源、DSP 硬件开发环境, 如 PC 机、硬件仿真器、软件开发工具等, 系统测试中, 采用 Agilent 33220A 作为远程控制系统的控制指令的信号发生器, 采用 Agilent 混合示波器进行控制性能的数据读取和分析, 使用 VisualDSP++ 平台进行远程控制系统的软件开发, 软件执行过程包括对控制系统的信息采集、控制误差测量、远程众怒单控制, 远程控制的中断程序包括外设中断和内核中断, 采用 D/A 芯片 AD5545 进行控制信息的数据采样和数模转换, 配置发送寄存器, 设定 PLL_LOCKCNT 寄存器进行控制程序时钟采样, 通过 A/D 转换模块和动态增益控模块实现远程控制指令的 IO 中断和接收, 串口参数如下: TSPEN 位为 1, LTFS 设为 1, 延迟帧同步信号字长为 18 位, 配置 CAN_ID0(8) 和 CAN_ID1(8), 进入 CAN 收发模式, 读取 PLL_LOCKCNT 寄存器中的控制程序, 实现连续、高速的远程控制的数据传输和通信。系统上电后, 得到

控制系统的晶振波形,如图 6 所示.从图 6 可见,该系统的晶振输出完全正常,能实现控制系统的数据采集功能.

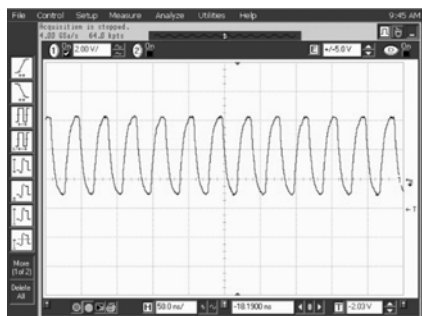


图 6 晶振波形输出测试

在此基础上进行主控系统的控制性能测试,给 AD5545 发送一个 0x3FFFF 控制指令,得到控制系统的主控单元输出控制信号测试波形.

采用本文设计的控制系统进行模型化平台的远程控制,控制请求脉冲信号 A/D 采样数据连续,通信传输稳定,控制性能可靠.

5 结束语

在物联网环境下构建远程控制系统,将在智能家居控制、远程探测、模式识别等领域具有重要的应用价值,本文在物联网环境下基于 ZigBee 技术对模型化平台进行远程控制,远程控制系统主要包括了自动控制模块、数据通信模块和网络接口设计模型,重点对远程控制系统的 CAN 通信模块进行研究.采用 ADUM1201 和 PCA82C250 作为处理芯片,采用 PLC 逻辑编程技术,进行远程控制系统的硬件电路模块化设计,首先进行了系统的总体设计和功能分析和描述,设计了模块化平台的 CAN 通信信道均衡控制算法,以此算法作为主控系统的核心软件,在 ZigBee 的 MAC 层植入模糊神经网络控制程序,基于 PLC 逻辑编程进行远程控制程序加载,通过 A/D 转换模块和动态增益控模块实现远程控制指令的 IO 中断和接收,实现模型化平台的远程控制的数据通

信,改善控制水平.系统测试结果表明,采用该系统进行模型化平台的远程控制,控制请求脉冲信号 A/D 采样数据连续,通信传输稳定,提高了对远程模块化平台的控制性能,展示了较好的应用价值.

参考文献:

- [1] 周勇,甘新年,甘光波,等.鱼雷制导控制系统多通道控制加权算法设计[J].现代电子技术,2014,37(19): 14-17.
- [2] 邓异,梁燕,周勇.水声换能器基阵信号采集系统优化设计[J].物联网技术,2015,5(4):36-37.
- [3] 焦义文,王元钦,马宏,等.群时延失真对天线组阵合成信噪比的影响分析[J].信号处理,2015,31(2): 145-153.
- [4] 鲍建成.基于智能物联网的家居监控系统[J].科技通报,2014,30(2):41-43.
- [5] 曾爱林.基于 Android 的心电实时监护系统设计与实现[J].计算机测量与控制,2013,21(11): 2997-3000.
- [6] 段奇智,袁勇,张毅,等.天然气管道远程声通信接收机系统设计方法研究[J].计算机与数字工程,2013, 41(11): 1835-1829.
- [7] 王瑞,马艳.基于分数阶傅里叶变换的线性调频脉冲信号波达方向估计[J].兵工学报,2014,35(3): 421-427.
- [8] 张霖,欧林林,俞立.执行能力有限的两差动轮机器人目标跟踪控制器[J].信息与控制,2015,44(2): 152-158.

作者简介:

张琰 女,(1981-),硕士研究生,讲师.研究方向为多媒体技术、物联网工程. E-mail:1286196111@qq.com

李吴松 男,(1984-),硕士研究生,讲师.研究方向为计算机应用.

张荆沙 男,(1983-),本科,讲师.研究方向为自动化.

韩丹 女,(1981-),硕士研究生,讲师.研究方向为计算机网络.