

智慧之源——基于物联网技术的智能水龙头研究项目

魏建 马玉英* 李宗伟 季诗涵 王昌杨 张念组
山东工程职业技术大学

DOI:10.12238/etd.v5i3.7791

[摘要] 随着技术的进步和节能减排理念的普及,智能节能家居产品越来越受消费者欢迎。针对传统水龙头存在的水资源浪费问题,本文提出了基于微控制器控制技术的智能水龙头的设计与研究,采用了文献调研、实验研究、案例分析和实践探索等方法。该设计通过整合传感器技术、微控制器控制系统和执行机构,实现了对水流量和温度等参数的实时监测和自动调节。采用点对点控制策略,方便用户与智能水龙头的直接交互,提高了可用性和用户便利性。同时,通过融合现代电子技术和节水算法,实现了对水的精确控制和数据分析,确保了使用过程中的舒适性和有效的水资源保护。这种方法突显了微控制器在创造可编程和经济有效解决方案方面的潜力,并为未来创造更广泛的智能家居产品提供了新的思路。

[关键词] 微控制器; 传感器技术; 节水

中图分类号: TU991.64 **文献标识码:** A

The Source of Intelligence—Intelligent Tap Research Project Based on Internet of Things Technology

Jian Wei Yuying Ma* Zongwei Li Shihan Ji Changyang Wang Nianzu Zhang
Shandong Polytechnic University, Jinan

[Abstract] With the advancement of technology and the popularization of the concept of energy conservation and emission reduction, intelligent and energy-saving household products are becoming increasingly popular among consumers. Aiming at the problem of water waste in traditional faucets, this article proposes the design and research of an intelligent faucet based on microcontroller control technology, using methods such as literature research, experimental research, case analysis, and practical exploration. This design integrates sensor technology, microcontroller control system, and actuator to achieve real-time monitoring and automatic adjustment of water flow and temperature parameters. The point-to-point control strategy is adopted to facilitate direct interaction between users and the intelligent faucet, improving usability and user convenience. At the same time, through the integration of modern electronic technology and water-saving algorithms, precise control and data analysis of water are achieved, ensuring comfort and effective water conservation during use. This method highlights the potential of microcontrollers in creating programmable and cost-effective solutions, and provides new insights for creating a wider range of smart home products in the future.

[Key words] microcontroller; sensor technology; water conservation

引言

随着科技的不断发展和人们生活水平的提高,智能家居产品逐渐走进大众视野。智能水龙头作为家居生活中的重要组成部分,其智能化、节能化、环保化的特点越来越受到人们的关注。特别是在当前全球水资源紧张的背景下,如何有效节约用水、提高水资源利用率成了一个亟待解决的问题。因此,本论文提出了一种基于微控制器的智能水龙头设计与研究(以下简称智能水龙头),旨在通过传感器技术、微控制器控制系统以及执行机构的整合,实现了对水流量和温度的实时监测和自动调节,提高水资源利用率,降低能源消耗。

1 国内外研究现状

1.1 国外研究现状。在国际上,关于智能水龙头的研发与应用呈现出蓬勃发展的态势,特别是在欧美发达国家,智能水龙头因其节水、卫生和便捷的功能特性得到了广泛应用和深入研究。例如,一些发达国家的科研机构和创新型企业,在智能水龙头领域取得了显著进展,通过集成先进的传感器技术、物联网通信模块和精密机械部件,打造出一系列适应不同场景需求的智能产品。例如:美国某初创公司研发的智能感应水龙头:该公司借鉴了高级自动化和无线通信技术,研发出一款能够精确感知用户动作的智能感应水龙头,无需直接接触即可开启和关闭水流,

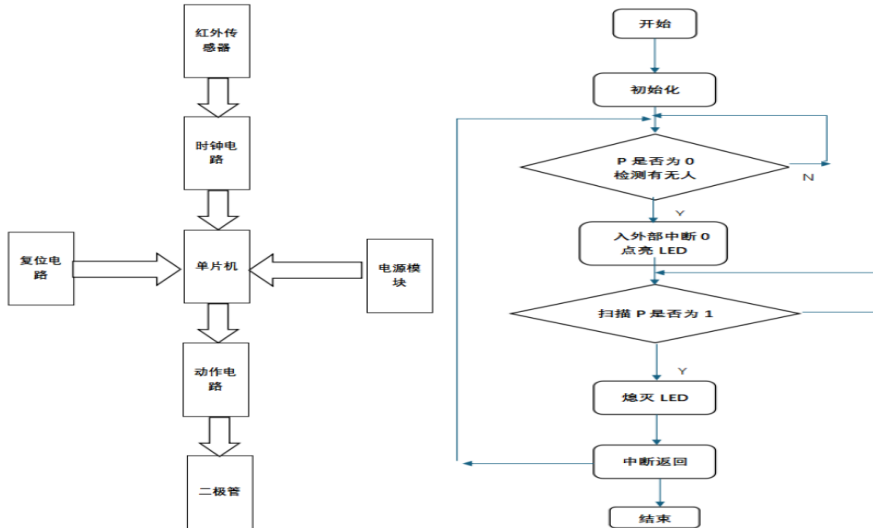


图1 整体设计流程图

大大降低了交叉感染的风险,并通过内置流量控制系统实现精准节水。

1.2国内研究现状。在中国,智能水龙头的研究与产业发展正处在快速增长阶段。随着科技不断进步和社会对水资源保护意识的加强,智能水龙头已经成为国内家电智能化和节水技术革新的重要组成部分。国内学者和企业通过对智能传感器技术、无线通信模块、智能控制算法等方面的深入研究与应用,已成功开发出一系列具备自动感应、精准控温、节水节能等功能的智能水龙头产品。例如,某些本土品牌已经推出了集成红外感应、触控控制的智能水龙头,能够实现非接触式开关,避免交叉感染,同时结合大数据分析和云计算技术,实时监测并优化水资源使用效率。

1.3存在的不足。智能水龙头存在的不足主要包括技术成熟度不够、兼容性问题、成本较高、维护难度增加、用户接受度有限以及安全性待加强等方面。这些不足限制了智能水龙头的进一步普及和应用,需要不断的技术创新和市场推广来解决。

2 研究总体设计

本产品主要包括硬件部分、嵌入式部分两大部分。实物的进度可分为两个阶段:(1)硬件部分,利用三维建模软件如SOLIDWORKS等,设计出符合人体工程学和现代审美观的水龙头主体结构,确保外形美观且易于操作;制作详细的CAD图纸,设计内部电子元件布局,包括传感器模块(例如流量传感器、水质检测传感器)、微控制器模块(如STM32系列单片机)、驱动模块(如电机驱动器)等;(2)嵌入式部分,将设计的电路板进行生产打样,并安装所需的各类传感器和执行器;使用Keil uVision5或其他嵌入式开发环境编写控制算法,实现智能控制功能,比如自动感应开关、按需定量出水、温度调控等。

3 硬件设计

3.1单片机设计。在选择单片机时,我们需要考虑多个因素,包括性能、价格、兼容性、可用的开发工具和资源等。MCS系列是Intel公司生产的一系列单片机,主要包括基本型产品8031/

8051/8751(对应的低功耗型80C31/80C51/87C51)和增强型产品8032/8052/8752。这些单片机都是8位的,其特点是品种全、兼容性强、性能价格比高,且软硬件应用设计资料丰富齐全。MCS-51系列单片机的代表性产品为8051,其他单片机都是在8051的基础上进行功能的增减。在众多与MCS-51单片机兼容的各种基本型、增强型、扩展型等衍生机型中,美国ATMEL公司推出的AT89C5x和AT89S5x系列,尤其是该系列中的AT89C51/AT89S51和AT89C52/AT89S52单片机在我国目前的8位单片机市场中占有较大的市场份额。通过下表我们可以看一下他们的内部组成:

| 型号 | 内部RAM | ROM | I/O口 | 定时器/计数器 | 串行口 |
|---------|-------|-----|------|---------|-----|
| 8051 | 128B | 4KB | 4 | 2 | 1 |
| 8052 | 256B | 8KB | 4 | 3 | 1 |
| AT89C51 | 128B | 4KB | 4 | 2 | 1 |
| AT89C52 | 256B | 8KB | 4 | 3 | 1 |

从上表可以看出,AT89C5x和AT89S5x系列单片机的内部组成与MCS-51系列单片机相似,但在某些方面有所增强,例如内部RAM和ROM的容量更大,定时器/计数器的数量更多。所以应该选择AT89S52。

AT89S52引脚图

3.2时钟电路。单片机的工作依赖于精确的时钟信号,这是通过时钟电路产生的。时钟信号在单片机中扮演着指挥角色,它协调各种部件之间的工作,确保它们能够同步运行。时钟信号的时序决定了微处理器执行指令的时间顺序。通常,时钟电路由一个震荡器产生一个非常精确的正弦波信号,然后这个正弦波信号被转换成方波信号。在数字电路中,方波信号通常用作触发器的时钟信号。在单片机的引脚XTAL1和引脚XTAL2之间,接入一个石英晶体和两个电容就可以构成一个基本的时钟电路。石英晶体的选择通常取决于所需的时钟频率,而电容则用于微调振荡频率。例如,如果我们选择6MHz的石英晶体,那么我们会得到一个6MHz的时钟信号。如果我们选择12MHz的石英晶体,那么我们会得到一个12MHz的时钟信号。这两个频率都是常见的选择,

因为它们可以提供不同的机器周期时间,从而影响到计数器的计数初值。一般来说,电容值的选择范围是30-1000pF。总的来说,时钟电路的设计需要考虑到时钟信号的稳定性和精确性,以及与单片机其他部分的协调性。我们需要根据项目的具体需求,选择合适的石英晶体和电容,以得到满足需求的时钟信号。

3.3复位电路。复位是单片机启动及恢复工作状态的关键步骤,它确保CPU与系统各部件回归至预设的初始状态。当单片机接收到复位信号时,所有内部寄存器、程序计数器(PC)以及其他硬件资源均会被重置到初始值,使得系统从一个已知且确定的状态重新开始执行指令。同时,复位机制在单片机运行异常或发生错误操作导致“锁死”时起到关键的修复作用。一旦系统进入非正常状态,通过触发复位过程可以迅速解除故障状态,使单片机从底层逻辑层面得到重启,从而恢复正常运行。

3.4热释电红外传感器的工作原理及放大电路设计。热释电红外(PIR)传感器是一种基于热释电效应的探测装置,主要用于检测环境中人或物体的红外辐射变化。在智能水龙头感应模块中,它能够有效捕捉到用户手部接近或远离时产生的微弱红外信号。放大器电路采用的是高性能集成运算放大器LM358,该器件具有低失调电压、低噪声、低漂移等优良特性,因此广泛应用于各类精密仪器和传感信号放大场合。在本设计中,PIR传感器输出的微弱红外电信号首先通过LM358的管脚3输入端进入放大电路进行放大处理。其中,电容C5在此扮演了滤波元件的角色,其作用是滤除可能混入信号中的直流分量,以确保信号的纯净度。此外,电路中配置了一个阻值为500K的可调电位器,用户可以根据实际应用场景灵活调整,从而改变放大器的增益,使得红外传感信号得到最佳放大效果。经过放大后的红外传感信号,会从LM358的管脚7输出,然后传送至后续的信号采集与模数转换电路单元。在这个过程中,信号会被进一步数字化处理,以便单片机系统能准确识别并做出相应的控制决策,例如触发智能水龙头自动开关水的功能。

4 软件设计

4.1程序调试与软件结构优化。程序调试与所选择的软件结构密切相关,尤其是在复杂的系统中,软件结构的优化对于调试的效率和准确性至关重要。针对模块程序设计技术和多任务操作系统,本文将探讨如何优化调试过程,确保程序的正确性和稳定性。首先,对于采用模块程序设计技术的系统,将程序划分为若干个子模块是一个重要的优化步骤。每个子模块负责完成特定的功能,通过接口与其他模块进行通信。在调试过程中,应首先对每个子模块进行单独的调试,确保其功能的正确性。这可以通过单步运行和断点运行的方式来实现,通过检查CPU的状态、RAM的内容以及I/O口的状态,确保子模块的运行结果符合设计要求。当所有子模块都经过调试并确认无误后,接下来是对整个系统程序进行总调。在总调阶段,需要关注模块之间的交互和协作,确保数据在模块之间正确传递和处理。此外,还需要检查是否存在环错误、机器码错误或转移地址错误等问题。这些错误可能会导致程序运行异常或崩溃,因此必须加以重视并予以解

决。对于使用多任务操作系统的系统来说,调试过程略有不同。由于系统中存在多个任务并行运行,因此需要逐个任务进行调试。在调试过程中,应关注每个任务的执行逻辑和时序关系,确保它们能够按照预期的方式协同工作。同时,还需要检查任务之间的通信和同步机制,以确保数据的正确性和一致性。

5 结论

5.1调试过程中的问题与解决方案。在电路调试过程中,我们遇到了一系列具有挑战性的问题,并成功找到了针对性的解决方案。

(1)红外感应模块选择与优化:初期阶段,我们选用的是市面上常见的发射和接收二极管构建红外感应电路,然而发现其感应效果并不理想,对外界光线干扰敏感,导致误触发或不灵敏。为解决这一问题,我们尝试改用槽形光耦合器进行改进,尽管理论上可以提升抗干扰能力,但实际应用中并未达到预期效果。最终,我们选用了热释电红外传感器作为红外感应元件,其凭借对温度变化的高度敏感性和良好的抗干扰性能,成功实现了精准、稳定的感应功能。(2)继电器工作电压匹配问题:最初所采用的继电器工作电压与系统提供的5V电源不符,导致继电器无法正常导通。经过细致分析后,我们更换了适用于5V工作电压的继电器型号,并进行了细致的调试,最终确保继电器能够按照设计需求顺利切换状态。

5.2总结与方案评价。根据实验结果和调试过程的反馈,本智能水龙头设计方案已基本实现预定的各项功能目标,证明该方案是切实可行的。其简洁的电路结构设计,逻辑条理清晰,完全符合节水及卫生要求。感应水龙头避免了人体直接接触,有效减少了细菌交叉感染的风险,实现了手部接近即启动水流,离开后自动关闭,从而大幅度提高了水资源的使用效率。

[依托项目]

山东工程职业技术大学2023年校级大学生科研项目(一般项目57):智慧之源——基于物联网技术的智能水龙头研究项目。

[参考文献]

- [1]杨亚洲,张河,郭庆峰,等.单片机STM32F103设计的居家智能水龙头[J].电子世界,2021(8):160-161.
- [2]陈浩齐.基于数字化工厂技术的水龙头智能制造产线的设计与优化研究[J].现代制造技术与装备,2021(6):201-203.
- [3]王书洋,杨冠鲁.一种智能节能型多功能水龙头的设计[J].科技创新导报,2017(25):102-103.
- [4]林丽.微机控制与单片机控制技术介绍[J].轻工科技,2021(7):64-65+80.
- [5]王超.基于Proteus的单片机通信电路的设计与仿真[J].微型电脑应用,2023(5):11-14.

作者简介:

魏建(2001--),男,汉族,山东枣庄人,本科,研究方向:现代通信工程。

马玉英(1985--),女,汉族,山东日照人,硕士研究生,教授,研究方向:电子信息领域教学研究。