

doi: 10.7690/bgzdh.2015.05.019

基于 Arduino 的智能小车的控制系统设计

赵建伟¹, 班 钰¹, 王 义¹, 王 朝¹, 王富勇¹, 谢广明²

(1. 中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院矿山机器人中心实验室, 北京 100083; 2. 北京大学工学院, 北京 100871)

摘要: 为进一步提高智能小车的性能, 设计一种基于 Arduino 的智能小车的控制系统。该系统硬件部分由 6 个模块组成, 并对各模块的核心控制板和关键模块进行对比和选择; 软件部分采用手机端的应用程序进行控制, 实现了人体感知、自主避障和人机交互等功能。分析结果表明: 该系统开发成本低、易于推广、适用于教育、家庭等多种场合。

关键词: Arduino; 人体感知; 自主避障; 人机交互

中图分类号: TP242.6 **文献标志码:** A

Design of Intelligent Car Control System Based on Arduino

Zhao Jianwei¹, Ban Yu¹, Wang Yi¹, Wang Zhao¹, Wang Fuyong¹, Xie Guangming²

(The Robot Center Laboratory of Mine, School of Mechanical Electronic & Information Engineering, China University of Mining & Technology(Beijing), Beijing 100083, China; 2. College of Engineering, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: In order to improve the performance of the intelligent car, an intelligent car control system based on Arduino is designed. The system hardware consists of six modules, compare and choose each module of the core control board with the key module; control software part by mobile terminal application control, realize the human perception, autonomous obstacle avoidance and human-computer interaction and other functions. The results show that the development of the system is low cost, and is easy to be popularized, and it is suitable for many occasions such as education, family and so on.

Keywords: Arduino; human perception; autonomous obstacle avoidance; human-computer interaction

0 引言

机器人技术的诞生和发展, 使人类的双手从一部分繁重的劳动中解脱出来, 极大地促进了人类社会的发展。目前世界各国高校和研究所都在进行机器人研究、开发和生产, 已经形成了比较大的规模, 比如仿生类人形机器人、多机构自由度机器人、救火机器人、医用机器人、工业生产机器人等。作为科技人才培养基地的高校, 也越来越重视机器人技术人才的培养^[1]。智能小车, 即轮式机器人, 是移动机器人的一种。作为一门新兴的综合技术, 智能小车涵盖机械、汽车、电子、自动控制、计算机和传感技术等多个学科的知识领域, 可广泛地应用于工厂自动料车、固定场地搬运车等技术领域, 也可应用于复杂、恶劣的工作环境, 具有良好的民用和军用应用前景^[2]。笔者设计一种基于 Arduino 的智能小车控制系统, 可以实现自主运动、智能避障、探测到该车前方有人时向其招手眨眼睛等功能。笔者对电机和舵机的一些控制参数进行调试, 通过试验进一步提高小车的性能, 取得了良好的效果。

1 系统总体架构设计

智能小车控制系统按功能来分主要包括 6 个模

块: 单片机控制模块、电源管理模块、电机驱动模块、避障模块、人体红外感应模块及点阵模块、舵机模块。系统工作时, 上位机通过 WiFi 模块发送命令至主控制板, 主控制板分析指令进而选择进入自主运动模式或者遥控模式。在自主模式中, 单片机主控制模块通过避障模块反馈的数据来判断前方是否有障碍物, 进而决定小车直行或者转弯, 实现简单环境下的避障自主运动。同时, 当人体红外感应模块感应都前方有人时, 副控制板控制小车向人招手、眨眼睛。系统架构框图如图 1 所示。

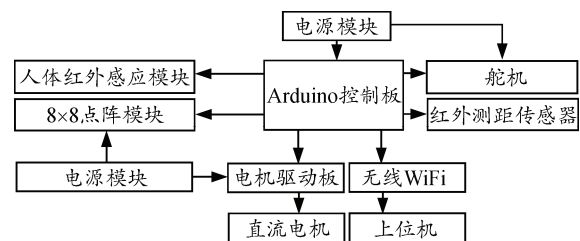


图 1 系统架构框图

2 硬件系统

2.1 单片机控制模块

Arduino Mega2560 使用 256KB 程序存储器的 ATmega2560^[3], 具有 54 路数字输入输出, 适合需

收稿日期: 2015-03-12; 修回日期: 2015-04-27

基金项目: 中国博士后科学基金(2012M510424); 中央高校基金科研业务费专项基金项目(800015FH)

作者简介: 赵建伟(1979—), 男, 内蒙古人, 博士后, 硕士生导师, 从事机器人技术研究。

要大量 I/O 接口的设计。同时具有 54 路数字输入/输出口(其中 16 路可作为 PWM 输出), 16 路模拟输入, 4 路 UART 接口, 一个 16 MHz 晶体振荡器, 能满足智能小车对控制芯片的要求。笔者采用 2 块 Arduino Mega 2560 单片机, 其中一片与 WiFi 模块、电机驱动模块相连的构成主控制芯片, 主要用于控制机器人运动; 另一片与舵机模块、点阵模块、红外人体感应芯片相连构成副控制芯片, 在红外人体感应芯片感应到前方有人时, 副控制芯片控制舵机转动以达到摆手臂的效果, 控制 8×8 点阵模块以达到眨眼睛的效果, 增加了智能小车的趣味性和人机交互体验。

2.2 电源管理模块

可靠的电源方案是整个硬件电路稳定可靠运行的基础。电源管理模块为系统其他各个模块提供可靠的工作电压和能量。笔者采用锂电池组进行供电, 选用航模锂电 ACE 格式电池 4S (14.8 V 2 600 mAh), 其持续放电倍率有 25C, 5C 快速充电, 具有高倍率、安全、绿色环保等特点。因为机器人各模块所需供电电压存在差异, 需要用到直流降压模块。LM2596DC 模块是一种可调降压型的电源管理单片集成电路, 该模块内部集成频率补偿和固定频率发生器, 采用 150 kHz 的内部振荡频率, 属于第二代开关电压调节器, 功耗小、效率高, 具有过热保护和限流保护功能。电压输入范围为直流 3~40 V, 在输入电压比输出电压高出 1.5 V 以上时, 输出电压调节范围为 1.5~35 V, 能够输出 3 A 的驱动电流, 同时具有很好的线性和负载调节特性, 故笔者采用 LM2596DC-DC 模块。为保证各模块正常工作, 电源管理模块对舵机、8×8 点阵模块等实行独立供电。

2.3 电机驱动模块

速度是智能小车的重要指标之一, 小车靠直流电机驱动向前行驶, 因此智能小车性能的优劣关键在于对电机转速的控制^[4]。若智能小车想要获得较好的控制效果, 就需要对电机转速进行闭环控制, 采集小车的速度信息并反馈给控制器。笔者使用 Neurons 智能 PID 电机驱动模块, 其自带的控制器可以进行 PID 运算、梯形图控制, 由板上的 L298N 来进行直流电机驱动的智能模块, 是一个驱动+闭环控制的模块。与其他电机驱动模块相比, 本智能模块包含了电机的驱动和智能控制。当要求小车往前行进一定距离时, 相比普通的开环驱动板, 本模

块配合带有编码器的直流电机能通过 PID 更为准确地控制电机行进的距离。当控制板给定前行速度时, 此驱动模块通过输出相应脉宽调制 PWM 电平来控制电动机的电枢电压, 以此来实现调速功能。

直流电机采用的是德国冯哈勃 Faulhaber 空心杯减速电机 2342L012, 该电机自带光电式编码器, 采用减速比为 64:1 的全金属精密行星减速箱, 额定电压 12 V, 输出功率 17 W, 输出扭矩达到 1.72 N·m, 性能优越, 能满足本小车对电机性能的要求。

2.4 避障模块

红外测距传感器是用红外线为介质的测量系统, 其具有一对红外信号发射与接收二极管, 利用的红外测距传感器 LDM301 发射出一束红外光, 在照射到物体后形成一个反射的过程, 反射到传感器后接收信号, 然后利用 CCD 图像处理接收发射与接收的时间差的数据。经信号处理器处理后计算出物体的距离^[5]。利用这个原理, 笔者使用红外传感器实现小车测距功能, 选用 GP2D12 夏普红外测距传感器, 其性价比高, 功耗小, 体积小, 测距效果好, 可测量射程范围为 10~80 cm。

传感器单元是一个自动控制系统不可或缺的部分, 只有传感器将外界信息采集并反馈给控制器, 控制器才能进行相应的决策和控制^[6]。在本小车车体的左前方、右前方、左方、右方、左后方、右后方各装有此红外测距传感器, 6 个红外测距传感器将采集到的前方道路信息反馈至控制器, 控制器接收到这些信息后对小车的行驶速度和方向进行控制, 可以很好地实现小车的测距避障功能。

2.5 人体红外感应模块及点阵模块

笔者采用的人体红外感应模块为 HC-SR501。HC-SR501 人体感应模块是一种能检测人或动物发射的红外线而输出电信号的传感器, 传感器加上菲涅尔透镜后, 其检测距离会由 2 m 增加至 7 m。其灵敏度高、可靠性强、超低功耗, 超低电压工作模式, 广泛应用于各类自动感应电器设备。在本小车车体的前方, 左方和有方分别装有此人体感应模块, 当模块探测范围内有人移动使, 模块向副控制板输出高电平, 副控制板检测到后, 控制舵机转动以达到摆手的效果、控制点阵模块使其产生眨眼睛的效果, 增加智能小车的趣味性。

2.6 舵机模块

舵机也叫伺服马达, 适用于角度需要不断变化

并可以保持的控制系统，目前舵机在智能控制中的应用越来越广，比如机器人的关节控制等。在智能小车的方向控制中，舵机有比较重要的作用，智能小车可以通过输入不同占空比的 PWM 控制信号，从而灵活地控制智能车的手臂。考虑到本小车车体的“手臂”质量因素，笔者选用 MG996R 型舵机。这种舵机工作电压为 4.8~7.2 V，4.8 V 供电时舵机拉力为 9.4 kg/cm，6 V 供电时舵机拉力为 11 kg/cm，具有尺寸小、质量轻、扭力大、响应脉宽时间短等优点，并且易于控制。在本小车中，舵机模块通过弹性联轴器与小车“手臂”相连，当接收到来自副控制板的控制信号时，舵机往复转动一定角度，以达到摆手的效果。

3 软件系统

软件设计是智能小车控制系统的一个组成部分，软件的编写和算法的好坏直接影响到小车的性能，良好设计的程序可以提高软件的执行效率。

本智能小车控制系统采用手机端的应用程序控制小车的运动。当选择遥控模式时，用户通过手机客户端的按键向智能小车发送指令，以控制其前行、后退或者转弯；当选择自主运动模式时，主控制板通过分析红外测距传感器返回的数据来判断小车应直行或者转弯，可实现简单环境下避开障碍物，自主运动。在小车在自主运动过程中，若收到来自手机控制端发送的转换运动模式命令，则小车可立即转入遥控运动模式。程序框图如图 2 所示。

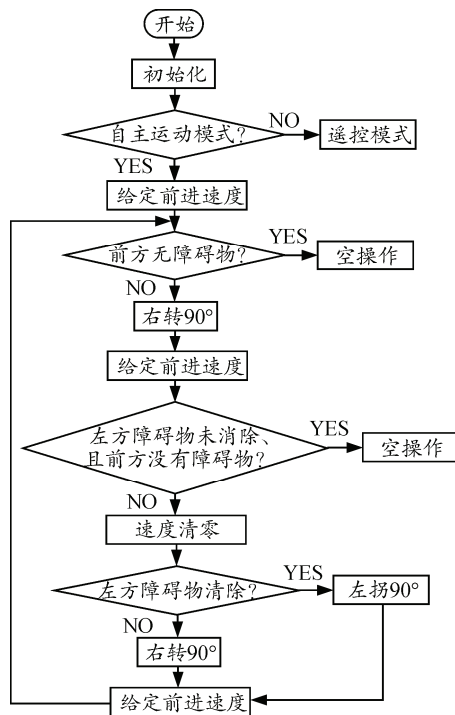


图 2 程序框图

4 系统功能

4.1 人体感知

人体感应模块是一种能检测人或动物发射的红外线而输出电信号的传感器，当智能机器人检测到前方人体时，会输出信号发聩给该机器人，随之立即停止，眨眼睛并且和人招手示意。招手示意如图 3 所示。



图 3 招手示意图

4.2 人机交互

通过点击机器人前面的显示器，能实现对机器人的相应控制，实现机器人朗读、播放音乐、播放图片等功能，进一步加深人与机器的互动过程，实现对儿童的远程看护、陪护功能。人机交互如图 4。



图 4 人机交互界面

4.3 智能避障

通过机器人前方的红外传感器，机器人能判断前方的道路情况，当遇到障碍物时，机器人能自主躲避障碍物继续前进，智能避障如图 5 所示。