

文章编号: 2095-2163(2020)03-0310-04

中图分类号: TP368.1

文献标志码: A

基于 3D 打印的室内视频巡检车设计

陈亚楠, 王思媛, 张育凤, 冯冲, 肖瑛
(大连民族大学 信息与通信工程学院, 辽宁 大连 116605)

摘要: 针对儿童滞留游乐室的情况, 本文设计了一款手机遥控的视频巡检车, 该车的运动状态可受使用者手机控制并将巡检车所在位置的视频信息传到手机屏幕显示。巡检车外形结构采用 3D 打印技术设计并加工。视频巡检车控制系统基于 STM32F407 微控制器设计, 巡检车与手机通过 WiFi 进行数据通信。经测试, 巡检车可实现手机遥控功能, 并实现对所处位置 360° 无死角视频监控功能。

关键词: 3D 打印; STM32F407; 远程监控

Design of indoor video inspection vehicle based on 3D printing

CHEN Yanan, WANG Siyuan, ZHANG Yufeng, FENG Chong, XIAO Ying

(School of Information & Communication Engineering, Dalian Minzu University, Dalian Liaoning 116605, China)

[Abstract] In view of the situation of children retention in the amusement room, this paper designs a mobile phone remote control video patrol car. The motion state of the car can be controlled by the user's mobile phone and the video information of the location of the patrol car can be transmitted to the mobile phone screen for display. The external structure of the inspection vehicle is designed and processed by 3D printing technology. Video patrol car control system is designed based on STM32F407 micro controller. The data between patrol car and the mobile phone is communicated through WiFi. After testing, the patrol car can realize the remote control function of the mobile phone, and realize the 360 degree no dead angle video monitoring function of the position.

[Key words] 3D printing; STM32F407; long-range control

0 引言

随着中国经济水平的提高, 使不少家庭对于家中幼童的休闲娱乐场所上有了更多的选择。但随之而来地, 儿童滞留游乐场所的现象也在日显突出, 并引发了社会各界的高度关注。

本文针对这一问题拟设计一款室内视频巡检车, 在游乐场或商场关门时代替人力去巡视一圈场内环境, 察看是否有滞留的小孩。这款视频巡检车可以进行远程实时通讯、小车运动方向控制、视频监控以及视频无线传输。视频巡检车在日常生活中扮演“智能管理员”的角色。这款车的关键技术包括 3D 打印技术、WiFi 信号与视频传输技术、手机远程操控技术等。在这项研究中, 巡检车可以很容易地和手机连接网络并通过手机控制小车运动, 此外该车还能够安全到达目标位置, 并实时监控当前环境下的游乐场或商场儿童滞留情况。该车还可以作为智能机器人后续研究的平台。视频巡检车的设计原

则是: 小车结构简单, 易于实现, 操作简单, 便于使用。

1 总体设计方案

根据系统功能需求, 基于嵌入式技术系统设计方案, 本文所研发的系统由手机上的 App 控制, 用户在手机 App 的控制面板发出指令后, 通过串口发送指令到 STM32 中, 在 STM32 中对获取的命令进行解析, 根据指令的不同, 做出相应的动作处理, 控制巡检车运动及舵机旋转。摄像头采集图像后, 通过 WiFi 将视频传输给手机, 用户可以通过手机操作面板对图像进行截取保存处理。该系统以 STM32 为核心控制芯片, 系统框图如图 1 所示。

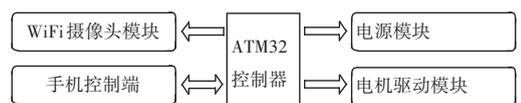


图 1 系统框图

Fig. 1 Systematic block diagram

基金项目: 大连民族大学创新创业计划(201912026157); 大连民族大学学科团队项目(0919/110163)。

作者简介: 陈亚楠(2000-), 女, 本科生, 主要研究方向: 3D 打印技术、嵌入式集成系统及应用; 王思媛(1999-), 女, 本科生, 主要研究方向: 3D 打印技术、嵌入式集成系统及应用; 张育凤(1999-), 女, 本科生, 主要研究方向: 3D 打印技术、嵌入式集成系统及应用; 冯冲(1977-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向: 微热板传感器、传感器嵌入式系统集成及应用; 肖瑛(1979-), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向: 水声信道盲均衡技术。

收稿日期: 2019-12-06

2 硬件技术设计

2.1 微控制器最小系统资源分配

微控制器 STM32F407 为 Cortex-M4 内核, 集成 FPU 和 DSP 指令, 内部有 1 M Flash, 192 KB SRAM^[1]。该微控制器在本系统中主要执行视频读取、PWM 信号输出等操作, 设计单片机核心系统完成上述功能。具体包括: 电源电路设计、IO 设计、晶振电路设计等。其中, 供电部分采用 IO 口连接从 L298P 电机驱动板上电源口引出的 5 V 电压工作, 视频传输连接 STM32 的 A10、A9 接口, PWM 输出由 STM32 的 A7 端口输出, L298P 电机驱动板连接 STM32 的引脚 F9 和 F10, 如图 2 所示。



图 2 STM32 主要引脚使用

Fig. 2 STM32 main pin is used

2.2 WiFi 摄像头模块

本次研究将摄像头与 WiFi 模块封装在一起, 在其内部规定了固定的通信协议, 通过手机连接 WiFi 实现视频传输功能。使用者可通过手机操控面板发送指令控制舵机转换角度, 同时摄像头将采集到的图像通过 WiFi 传输到手机显示, 因此使用者可实时全方位采集到巡检车所在场地的图像信息。WiFi 摄像头模块如图 3 所示。

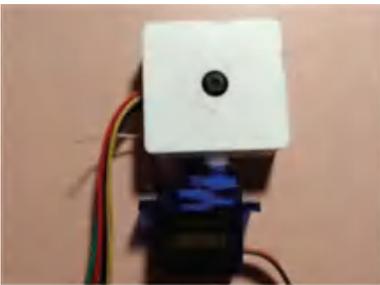


图 3 WiFi 摄像头模块

Fig. 3 WiFi camera module

2.3 巡检车运动控制系统设计

2.3.1 L298P 电机驱动模块原理

ST 公司的 L298P 是典型双 H 桥直流电机驱动芯片, 可用于驱动直流电机或双极性步进电机, 此驱动板体积小, 重量轻, 具有强大的驱动能力。研究后可得到, H 桥电路驱动电机顺时针转动示意如图 4

所示。要想通过驱动模块使电机运转, 必须使图 4 中对角线上的一对三极管导通, 电流由电源正极从 Q_1 管流入, 从左到右经过电机, 再从 Q_4 管流出至电源负极(按图 4 中所指示的箭头来流动), 从而驱使电机正转; 而当电流由 Q_2 和 Q_3 流动时, 此刻电机完成反转。

此驱动在使用时, 一定要保证 H 桥同侧三极管不会同时导通。假设 Q_1 和 Q_2 同时导通, 电流直接由正极流入, 负极流出, 并不会驱动电机, 且此时的三极管没有任何其他负载, 所以电路上电流就可能达到最大值, 甚至会烧毁三极管。因此, 驱动电路要使用硬件电路控制三极管的开关。

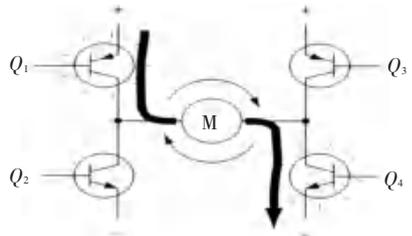


图 4 H 桥电路驱动电机顺时针转动

Fig. 4 H bridge circuit driving motor turning clockwise

驱动板上设有电流反馈检测接口、内逻辑取电选择端、路直流电机接口和四线两相步进电机接口、控制电机方向指示灯、4 个标准固定安装孔; 2 A 的峰值电流和 46 V 的峰值电压; 外加续流二极管可防止电机线圈在断电时的反电动势损坏芯片, 安装散热片使芯片温度降低让驱动性能更加稳定^[2]。

2.3.2 L298P 的逻辑控制功能

在本次研发的程序中, 初始就设定了使能端为高电平, 由于这里选用的 L298P 板内有一个 74HG1G04 芯片, 该芯片的功能就是一块小的“非门”, 所以 L298P 在连接时只需要改变 IN_1 和 IN_3 输入的高低电平, 即可控制电机的正反转。当输入端 IN_1 为高电平, IN_3 也为高电平时, 小车是前进状态, 按此类推小车的每个运行状态。L298P 逻辑功能见表 1。

表 1 L298P 逻辑功能

Tab. 1 L298P logical functions

左电机		右电机		小车运行状态
IN_1	IN_2	IN_3	IN_4	
1	0	1	0	前行
1	0	0	1	左转
0	1	1	0	右转
0	1	0	1	后退

2.3.3 L298P 模块接口

L298P 模块的设计接口如图 5 所示。该模块包括 2 部分,即:模块供电和电机驱动输出接口、模块逻辑控制接口。对此可做阐释分述如下。

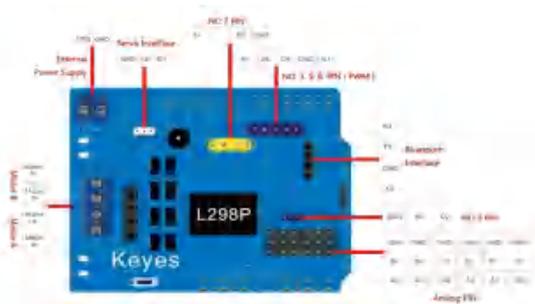


图 5 L298P 驱动板^[3]

Fig. 5 The L298P drive board^[3]

(1) 供电接口设计

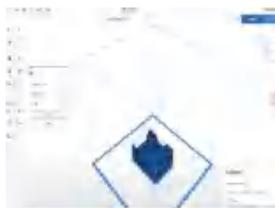
① 本设计使用的 L298P 驱动板需要另接电源供电,则需要进行单片机和驱动板的共地连接,即如图 5 中的供地 GND 接口需与单片机 GND 接口共同连接,如此一来单片机传输的逻辑信号才有参考零点,电机才能正常工作。

② 本设计中该驱动板需外接 7.4 V 电源为其供电,即如图 5 中的供电接口与外接 7.4 V 电源连接。当供电口接入 7.4 V 锂电池的时候,此时这块电源并不为整块驱动板供电,只给予其中一个 5 V 电源的接头供电,故而需要一根杜邦线就可将电源引入整块驱动板。

(2) 电机接口设计。本设计中,将 L298N 输出端口 OUT1、OUT2(即图 5 中的输出 A 通道)分别与电机的正负极相连接。L298P 可同时驱动 2 个直流电机^[4]。本次设计中选用的电机为直流减速电机,型号为 GA12-N20,其电压规格为 6 V 直流电压,电机转速为 100 r/min。

2.4 3D 打印外观

3D 打印是一种与普通打印机工作原理基本相同的快速成型技术。这项技术在生活中的应用便是 3D 打印机。3D 打印机内装有塑料等可粘合材料,通过计算机软件设计出三维立体程序,再运用多层打印方式,从而把计算机上的蓝图变成实物^[5]。本次设计中,先通过计算机辅助设计(CAD)建模,接下来将建成的三维模型“分区”成逐层的截面,再指导打印机逐层打印。设计软件和打印机之间协作的标准文件格式是 STL 文件格式,用 Z-Suite 软件将其打印下来。各部件 3D 打印设计图如图 6 所示,组装完成后的完整模型如图 7 所示。



(a) 模型设计图



(b) 单个模型打印结果图

(a) Model design drawing (b) Single model print result graph

图 6 3D 打印设计图

Fig. 6 3D printing design drawing



图 7 所有模型

Fig. 7 All models

3 系统程序设计及系统调试

3.1 程序设计

在系统硬件的研究设计后,即需进行软件研发,本文选用了嵌入式 C 语言。具体包括 IO 定义、IO 初始化、IO 映射,PWM 输出设计、中断函数设计、通信协议设计等。本设计中实现通过无线及串口控制小车运动及舵机旋转的功能,为此设计了 main 函数、中断函数和 PWM 脉冲产生函数及其他相关函数,该系统主程序流程图如图 8 所示。由图 8 可知,主函数中对串口接收到的数据进行分析,根据通信协议中所规定的命令格式,执行相应命令。而串口的数据接收,则需要通过中断进行,当中断到来时,根据定制的数据包格式,判断串口接收到的数据是否符合通信协议格式,中断处理流程如图 9 所示。

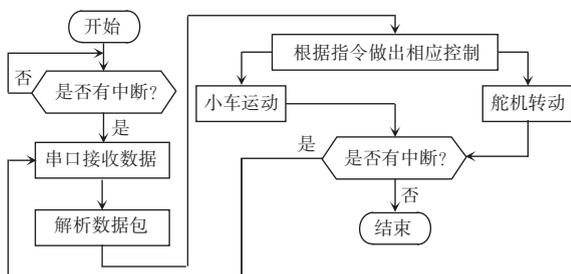


图 8 主程序流程图

Fig. 8 Main program flow chart

(下转第 317 页)