基于手势感应的智能车运动控制系统设计

彭银凤[1]，刘朋[2]，王越[3]
（1. 辽宁石油化工大学信息与控制工程学院，抚顺 113001；
2. 中油管道建设工程有限公司， 廊坊 065000；
3. 辽宁石油化工大学信息与控制工程学院，抚顺 113000）

摘要：基于手势感应的智能车运动控制系统设计，选用 Arduino 控制器作为智能车的主控制芯片，选用体感手套识别手势并利用 HC-08 蓝牙模块与智能车形成主从通讯，即可实现由手势直接来控制智能车的运动状态。设计的电机驱动电路，可以同时控制智能车上的俩路直流电机和其他设备，从而实现智能车的运动功能。系统的硬件电路设计包含 Arduino 主控制器的选型、对应的外围电路设计和其他的一些辅助电路的设计，设计把所有的硬件模块通过 PCB 设计集成在一块电路板上，有效降低了电路板的尺寸。软件部分包括手套、蓝牙、电机等硬件模块的驱动程序。最后，对智能车硬件的各个模块进行了调试，测试设计的智能车是否达已经到所设计的预期目标。

关键词：Arduino；蓝牙双机通讯；体感手套；控制系统
中图分类号：TP277

Design of Smart Car Motion Control System Based on Gesture Sensing

PENG Yingfeng[1], LIU Peng[2], WANG Yue[1]
(1. Liaoning Shihua University,Information and Control Engineering Institute,Fushun 113001;
2. CNPC Pipeline Construction Engineering Co. Ltd，Lang Fang 065000)

Abstract: Based on the gesture sensing technology design of the smart car motion control system, the Arduino controller is selected as the main control chip of the smart car. The somatosensory glove is used to recognize the gesture and the HC-08 Bluetooth module is used to form the master-slave communication with the smart car. Control the movement state of the smart car. The designed motor drive circuit can simultaneously control the two-way DC motor and other equipment on the smart car to realize the motion function of the smart car. The hardware circuit design of the system includes the selection of the Arduino main controller, the corresponding peripheral circuit design and other auxiliary circuit design. The design integrates all the hardware modules on one circuit board through the PCB design, which effectively reduces the circuit board. size. The software part includes drivers for hardware modules such as gloves, Bluetooth, and motors. Finally, the various modules of the smart car hardware were debugged to test whether the designed smart car has reached the expected goal of the design.

Key words: Arduino; Bluetooth Two-machine communication; Somatosensory gloves; Control System

0 引言

随着计算机和互联网技术的高速发展，人机交互技术在人类生活中的应用越来越普及[1]。生活中随处可见的智能手机、智能手环、智能扫地仪、智能洗衣机等智能机器给我们人类的衣、食、住、行带来了极大的便利。手势作为现实生活中不能缺少的重要表达形式之一，因其简单、直接明了、并且在应用到人与机器之间的交互中时更显自然等的一些鲜明优点。

基金项目：国家自然科学基金资助项目（项目编号：50175095）
作者简介：彭银风（1995-），女，本科生，主要研究方向：自动化
通信联系人：王越(1985-)，女，讲师，硕导，主要研究方向：生产过程优化与调度. E-mail: wangyue@lnpu.edu.cn

近年来 Gan 等研究者通过用一双自由角度的体感手套获得坐标和手指关节弯曲程度的参数[2]，利用简易的手势完成了在虚拟空间中对物体运动进行实时控制。顾伟宏等老师们研究设计了一款新型的基于微机电系统 MEMS 加速传感器的体感手套，实验中，经过检测加速度传感器三个轴上的加速度来获得手势动作在空间中的三维信息和各个手指的运动信息[3]，具备相对来说比较高的识别精准率。

本设计提出了一种面向静态手势识别体感手套，经过对体感手套的扩展调试来控制智能车的运动状态。建立在体感手套基础上的手势识别技术正在逐渐变成一种非常灵活的应用广泛很受欢迎的人机交互方式，作为一种更接近人类沟通习惯的人机交互技术，本设计是先利用主控制器进行一系列数据处理,把手势状态转换成计算机可识别的语言来控制车运动，再将其转换成其他的控制命令。主要从手势识别开始研究设计，并通过体感手套上的 Arduino 单片机处理后的数据得到可以使智能车运动的指令以操控智能车运动，具体包括：

(1)控制方案设计：通过识别手势的不同来控制小车的运动；

(2)手势识别：在手套的手掌部位安装有陀螺仪、单片机和蓝牙模块。陀螺仪传感器是用来检测手势动作状态和偏转方向等信息的，Arduino 主控制器则是系统的控制核心负责接收、转换以及控制蓝牙模块发送来的信息[4-6]；创立手势识别库，定义了 5 种手势并分别用静态手势和动态手势进行识别。静态手势识别可以对常规的手势进行检测识别，比如舒掌、左偏等。静态手势识别主要是通过动态跟踪手势状态，识别不间断地手势表达地控制命令语言，最终在交互界面系统地检测、识别、显示[4-8]。

(3)智能车的运动：蓝牙模块是接收装置负责接收手套传送来的无线信息； 单片机则用于信息的接收、转换和运动命令的发送；驱动电机则负责使车运动。

1 体感手套设计

1.1 体感手套整体设计

该次设计系统的结构图如图 1 所示。系统主要包括：电源模块、传感器模块、Arduino 模块、HC-08 模块、外围电路。各部分组成如下：

(1) 电源模块：对整个系统供电；

(2) 传感器模块：用于检测手指的状态，即伸展、收缩和倾斜；

(3)Arduino 模块：手套的核心，控制作用；

(4) HC-08 模块：用于发送手势数据，用于用纸智能车运动；

(5)外围电路：由蜂鸣器、指示灯、按键及各类元器件组。

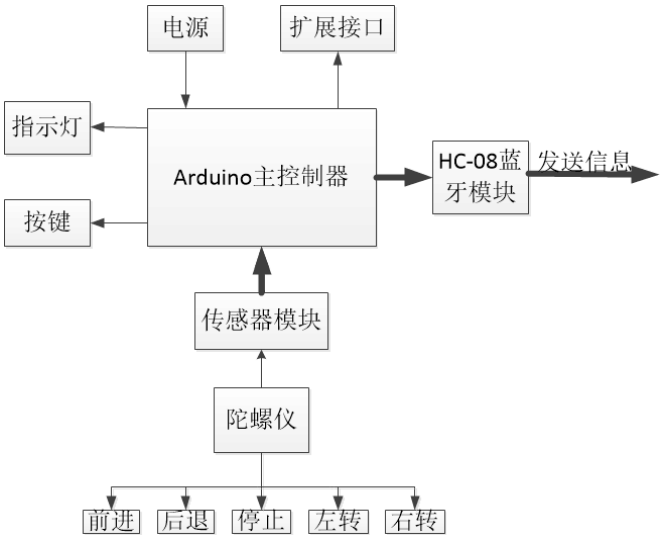

图 1 系统的结构图

Fig. 1 Structural diagram of the system

1.2 体感手套硬件设计

体感手套的机械结构如图 2 所示，本设计是基于模块化的设计方法，下面将着重对体感手套的 主控芯片、滑动电阻、陀螺仪和倾角传感器以及蓝牙传送模块进行分析。

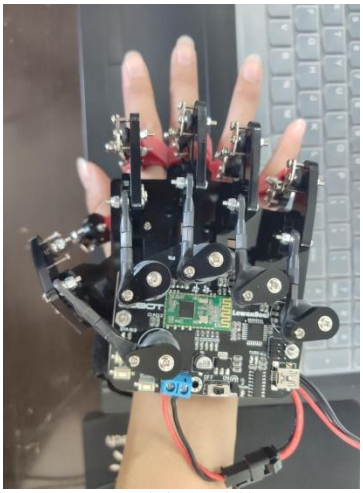

图 2 手套机械结构

Fig2 glove mechanical structure

1.2.1 主控选型及电路设计

设计中的体感手套选用的主控芯片是 Arduino Uno，它作为 Arduino USB 接口系列的最新版本，是 Arduino 平台的参考规范模板。Uno 的处理器核心是 Atmega328P，具备数字输入/输出口（其中 6 路可作为 输出）14 路，模拟输入 6 路， 16MHz 晶体振荡器 1 个， USB 口 1 个， DC 接口 1 个， ICSP header（插头）和复位按钮各 1 个。经过各种传感器 Arduino 单片机可以感测环境，通过控制电机、LED 灯和其他设备来回馈、作用于环境。它不像 51 单片机用深奥的汇编语言，不像 STM32 有复杂单片机的底层代码，它只有类似于 C 语言、C++语言的语法、接口函数，并且程序编译环境很简单，拓展性很强！有标准化的接口，简

单经济，如 Arduino For ESP8266 就可以通过标准化接口用 开发成 ESP8266。因此选用简单易操作的 Arduino 单片机作为整个体感手套和智能车运动系统的控制核心。

1.2.2 滑动电阻选型及原理设计

设计中的体感手套控制板的地方装载了 5 个滑动变阻器（电位器），手套上的电位器选用的是 0932 电位器立式可调电阻， 5 个“站立”的电位器每个上面都装有一个旋钮帽并且通过这些旋帽与手指关节相连，一旦手指握紧或舒展开来的力度发生了变化，电位器的阻值也会随之改变，继而将不同的阻值变化信息转变为不同的电信号传送给控制中心。五个电位器的输出接 Arduino 控制器的模拟输入，分别接 A0、A1、A2、A3、A6 端口。

1.2.3 陀螺仪选型及电路设计

MPU6050 为 InvenSense 公司生产的集成有三轴角速度讲以及三轴加速度计的 6 轴传感器。内部采用 12 位 ADC 采样，加速度计有 ±2g、±4g、±8g 和 ±16g 4 种可调精度，角速度计则有 ±250、±500、±1000 与 ±2000 °/sec4 种可调。其内部还整合了数字移动处理器(DMP) ,可以将采集到的四元数进行融合直接输出欧拉角 （PRY）。本设计中 MPU6050 模块使用 IIC 的接口模式，选用 的经典接法和常用电路，选用 IIC 协议与 单片机通信， 模块的时钟信号 SCL 接 单片的 28 号引脚，即 A5 端口；数据信号 SDA 接 单片机的 27 号引脚，即 A4 端口。

1.2.4 蓝牙模块原理及电路

设计选用 HC-08 蓝牙模块作为两个单片机之间的通信，HC-08 蓝牙模块是新一代的基于 Bluetooth Specification V4.0BLE 蓝牙协议的数传模块，它主要运用于较短距离的数据传输，在本设计种作为数据传输模块负责发送手套（主机）上的手势控制命令给智能车（从机）。2.4GHz ISM 是它的无线工作频段调制方式是 GFSK；4dBm 是模块的最大发射功率，-93dBm 则为接收灵敏度。

HC-08 蓝牙模块与 Arduino 单片机使用串口通信的协议，波特率调成 9600bit/s，蓝牙模块的 1 号引脚 HC-08-TX 接 Arduino 单片机的 11 号数字引脚，蓝牙模块的 2 号引脚 HC-08-TX 接 单片机的 12 号数字引脚。

1.2.5 电源模块设计

手套使用的外部供电，主要是电池供电，电池电压 9V，对于 Arduino 单片机供电电压较高，所以经过 ASM117-5.0 芯片，降压以后给单片机供电。同时给电源电路外加几个 LED 等指示电源供电的状态。同时，手套还可以通过电脑 USB 供电，电脑 USB 线连接，用于调试手套数据、下载程序等，还可以为手套这个系统供电，但 USB 供电电压较小，所以可能使手套系统供电不足。所以，尽可能选择电池供电，保持电压的稳定。

2 智能车车体设计

2.1 智能车结构设计

本设计的是一款以 Arduino Uno 单片机为核心控制器的智能车，从图 3 可以看到智能车

面板上搭载了 L298N 电机驱动模块，采用的四轮驱动使整个车体更稳定、协调；通讯选用基于蓝牙 4.0 协议的 HC-08 蓝牙模块，它是用来接收来自体感手套的控制车体运动的信号，与体感手套形成主从机通信。智能车整体由 的 18650 锂离子电池供电。

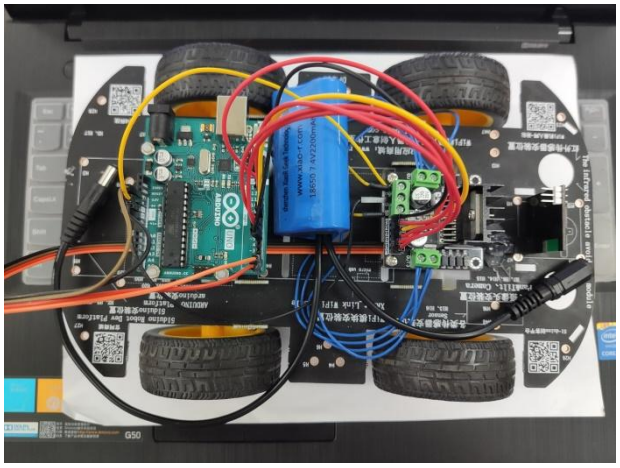

图 3 智能车整体结构图

Fig3 Overall structure of the smart car

2.2 智能车整体控制方案

主要对体感手套的手势识别进行研究，并通过控制器已处理的数据得到使智能车运动的指令以操纵车运动。智能车控制方案图如图 4 所示。

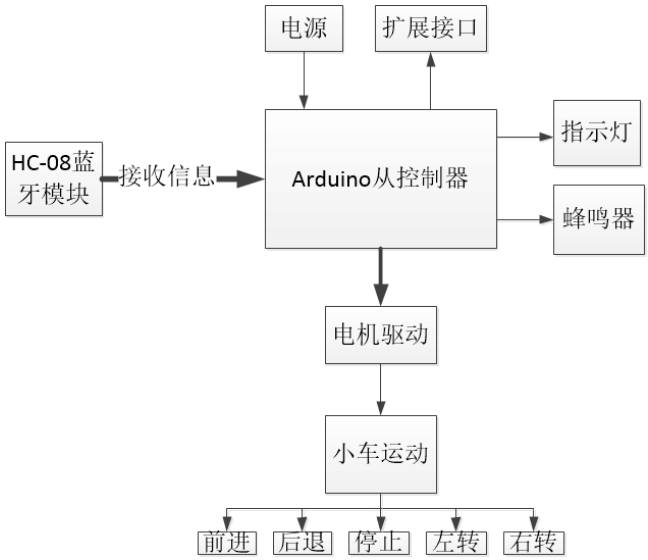

图 4 智能车整体控制方案图

Fig 4 Intelligent vehicle overall control plan

2.3 智能车车硬件设计

2.3.1 主控及外围电路设计

本设计中的智能车所选用的主控芯片和体感手套的主控芯片一样，都选用的 Arduino Uno，原理和电路设计大体相同，故此处就不再赘述，详情请参考本文 1.2.1。

2.3.2 蓝牙模块选型及设计

智能车上的蓝牙模块用于接收来自体感手套的控制命令信号，然后传送给主控制器，其他参数和手套上的蓝牙模块几乎相同，故此处也不再赘述.

2.3.3 电机控制模块设计

本设计选用 L298N 作为电机驱动芯片， Uno 控制板与 L298N 由 6 根线连接，其中 ArduinoUno 板子中的 5、7、8 号数字引脚控制一路的电机，6、12、13 号引脚控制另一路电机。其中，5 号和 6 号引脚为电机驱动模块的片选信号，用于开启或关闭控制电机的电流的输出，其余 4 根线，作为信号输入用于控制电机的正转、反转和停止。

3 软件设计

3.1 软件设计总体方案

手势识别和智能车的运动的程序的编写都是在 IDE 中完成的，程序控制流程图如图 5 所示。

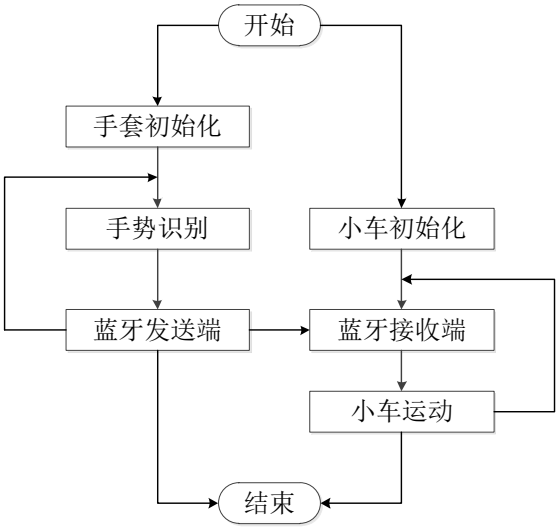

图 5 程序控制流程图

Fig 5 program control flow chart

3.2 Arduino 应用程序的安装

Arduino IDE 是一个用来编写 Arduino 程序的软件。软件部分的设计包括定义、初始化、数据读取、数模转 换等。所有功能模块的程序都是在 Arduino IDE 平台中完成的。

Arduino UNO 具有自己的开发语言。将一些底层设计都函数化，从 Setup ()开始，loop()结束，将两部分结合形成函数的程序框架。其中 Setup()主要用作函数的初始化，函数库的调用等等，在执行程序时该部分只执行一次。

3.3 手势定义与手势识别程序设计

考虑到智能车的运动状态，决定用四种手势控制智能车的运动状态，分别是：手势伸张、握拳、手掌左倾和手掌右倾。通过五个电位器的电阻值的多少检测手指的伸缩状态，通过

MPU6050 陀螺仪的状态感知手是否倾斜，经过组合，构成控制智能车的四个手势，其前进、后退、左转和右转 4 个手势控制。

3.4 蓝牙程序设计

本设计使用蓝牙模块实现双机通信，手套端的蓝牙模块设定为发送端，智能车端的蓝牙模块设定为接收端，从而实现手套控制智能车。

3.5 电机驱动程序设计

将 4 个电机分成两组：左侧电机和右侧电机，每一侧的电机接入 L298N 芯片的一路，这样设计不仅可以用 4 根线控制智能车的运动，而且只使用一个 模块就可以控制四个电机。设计五个函数来控制，这样不仅使程序有调理，还方便程序的编写、阅读，控制智能车直接调用这 5 个函数即可，不需要在重新配置 Arduino I/O 的状态。

4 结论和展望

基于手势感应的智能车运动控制技术无论是在科研领域现、代化的工业领域、还是军防救援服务型领域都具有十分广阔光明的应用前景，作为一种更接近人类沟通习惯的人机交互技术、建立在计算机神经网络基础之上的数据体感手套的手势识别技术现在正逐渐成熟并被人们广泛应用于各领域。本文致力于设计一套静态手势识别系统，对本设计中的四种手势进行有效识别，并按照四种手势对应地控制智能车完成前进、后退、左转、右转等一系列动作。最终实现在一些高危特殊场所，代替人类繁冗琐杂的劳动和重复率极高的工作，真正实现生产智能化。

[参考文献] (References)

[1] 武霞,张崎,许艳旭.手势识别研究发展现状综述[J].电子科技,2013,26(06):171-174.
[2] 吴江琴,高文.基于 DGMM 的中国手语识别系统[J].计算机研究与发展，2000，37(5):551-558.
[3] 顾伟宏, 闵昆龙, 张晓娜. 新型数据手套及其手势识别研究[J]. 自动化仪表, 2011, 32(2):56-58.
[4] 赵航. 移动机器人的手势识别运动控制设计[D].成都：电子科技大学,2017.
[5] 郑昊,钟志峰,郭昊,许骏.基于 Arduino/Android 的蓝牙通信系统设计[J].物联网技术,2012,2(05):50-51.
[6] 陈丛浩, 张正中. Arduino 的应用及发展前景[J]. 轻工科技, 2018, v.34；No.234(5):82-83.
[7] 闫洪猛. 基于 Arduino 的移动机器人控制系统设计[J]. 电子技术与软件工程, 2018(7)：106.
[8] 韩进, 许雯雯. 六轴陀螺仪 MPU6050 的虚拟 3D 模型角度控制[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2017, 17(12):43-47.