

智能小车联网组队方法的设计与实现

黄姝娟, 肖 锋*, 曹子建

(西安工业大学 计算机科学与工程学院, 陕西 西安 710021)

摘 要:随着 5G 技术的到来,物联网技术的发展不可限量,而在智能交通领域中起着举足轻重的无人驾驶技术和车联网技术必定成为未来研究的热点。那么如何通过车联网技术控制无人驾驶智能车辆进行联网组队也就成为研究的焦点问题。为此,模拟实现了无人驾驶智能小车联网组队运行的全过程。首先介绍了系统总体的设计方案,接着在 STM32 嵌入式开发平台下进行智能小车的硬件设计,然后介绍了如何利用 ZigBee 无线通信技术实现无人驾驶智能小车与智能网关之间的通信协议和相应的软件实现方案,最后进行了相应的测试。结果表明,本次设计完成了智能小车在行驶过程中接收和执行控制命令以快速组队的功能。实现了多辆智能小车排列“一”字、“V”字、“X”形、矩形、菱形五种组队队形。

关键词:智能小车;控制系统;组队方式;车联网;ZigBee 技术

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2021)04-0170-06

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2021.04.029

Design and Implementation of Formation Method for Intelligent Vehicles

HUANG Shu-juan, XIAO Feng*, CAO Zi-jian

(School of Computer Science and Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

Abstract: With the advent of 5G technology, the development of Internet of Things technology is limitless, and unmanned driving technology and Internet of Vehicles technology, which play an important role in the field of intelligent transportation, are bound to become the focus of future research. So how to control unmanned intelligent vehicles through the Internet of Vehicles technology to network and team has become the focus of research. For this reason, we simulate and realize the whole process of the unmanned intelligent car networking and team operation. Firstly, the general design about the system and the hardware design for the intelligent vehicles under the base of embedded development platform of STM32 are introduced. Then, how to use ZigBee wireless communication technology to realize the communication protocol and the corresponding software implementation scheme between the unmanned intelligent car and the intelligent gateway is introduced. At last, the corresponding test shows that the function of vehicles receiving and executing control commands sent by the gateway has been achieved and made the intelligent vehicles formation of “one”, “V”, “X”, “Rectangle” and “Diamond” quickly.

Key words: intelligent vehicles; control system; formation method; Internet of Vehicles; ZigBee

0 引 言

随着近年来 5G 技术和物联网技术的迅猛发展,车联网^[1-2]已经成为城市智能交通乃至智慧城市的重要组成部分^[3-5]。车联网作为物联网与智能交通结合的产物,借助通信、互联网、汽车等行业的发展优势,融合大数据、人工智能、云计算等先进技术,为人类生活带来了巨大变化^[6]。而相较于传统汽车,无人驾驶汽车的推广使用,不仅可以方便用户,而且还利于缓解众多国家城市交通的拥堵问题^[7-9],但与此同时,无人驾驶汽车中的相关技术仍是各国讨论的热点、发展的瓶

颈所在,如何实现精准控制无人驾驶汽车,实现无人车上路零事故以及真正意义上的车联网仍然是各国面临的一大难题^[10]。而随着 5G 技术的到来,5G 移动通信成为车联网通信的有竞争力的选项^[11],车联网技术将是传统汽车向智能化、网联化转变的关键技术之一^[12],也是智能网联汽车体系架构的重要组成部分,对于提高智能交通系统的安全性和高效性具有十分重要的意义^[13-15]。为此,通过模拟控制现实生活中的无人驾驶汽车,提前预测无人驾驶汽车和车联网技术相结合时可能遇到的各种问题,为真正实现车联网与无

收稿日期:2020-05-11

修回日期:2020-09-14

基金项目:国家自然科学基金(61572392);陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2020JM-565)

作者简介:黄姝娟(1975-),女,博士,副教授,研究方向为嵌入式与分布式计算;通信作者:肖 锋(1976-),男,博士,教授,CCF 会员(20118M),研究方向为智能信息处理。

人驾驶汽车技术相结合时代的到来具有重要的意义。

在文献[16]的基础上,该文利用 STM32 嵌入式开发和 ZigBee 无线通信技术模拟一个无人驾驶智能小车的组队系统,研究如何利用物联网相关技术对无人驾驶智能小车进行高效、实时、准确的控制以及实现无人驾驶智能小车与智能网关之间的相互通信,从而展示车联网时代下集中控制无人驾驶汽车组队的运行方式。

1 系统总体设计

采用智能网关集中控制方式实现无人驾驶智能小车的组队过程如图 1 所示。

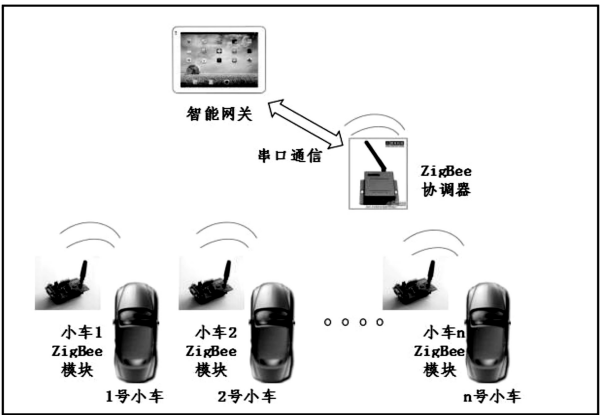


图 1 智能网关集中式控制

系统首先利用 STM32 嵌入式技术和 ZigBee 无线通信技术实现智能网关与智能小车之间相互通信的功能。其次,规划组队轨迹,将智能网关设置为主模式,其他智能小车设置为从模式,给所有处于从模式的智能小车发送组队命令。再次,处于从模式的所有智能小车能够正确接收组队命令并执行和返回响应信息。最后,处于主模式的智能网关会根据接收到的组队返

回信息执行下一组组队动作的命令。

2 系统硬件设计

系统硬件涉及到的模块主要是智能小车控制模块,包括智能小车上的主控芯片 STM32 模块、电机驱动模块和 ZigBee 无线通信模块。智能小车控制模块的主要功能是通过 ZigBee 无线通信模块接收智能网关下发的指令,并且正确识别指令,进而做出相应动作。其中智能小车主控芯片是 STM32F10x 芯片,电机驱动电路芯片是 L298 电机驱动芯片,以及 ZigBee 通信模块是顺舟的 SZ20。

2.1 电机驱动电路设计

如图 2 所示,智能小车电机使用 L298 芯片驱动,用 STM32 核心芯片控制,L298 的 IN1、IN2、IN3、IN4 是指输入的是控制智能车轮子的 STM32 芯片四个管脚的高低电平,OUT1、OUT2 控制的是智能小车的左前轮和左后轮的转向,OUT3、OUT4 控制的是智能小车右前轮和右后轮的转向。STM32 主控芯片的 PB12、PB13、PB14、PB15 这四个管脚分别控制智能小车的左前轮、左后轮、右前轮和右后轮。

通过为 STM32 主控芯片的四个管脚赋予不同的高低电平,最终实现智能小车的 5 种不同运动状态,例如前进、后退、左转、右转、停止,如表 1 所示。

表 1 电机驱动模块运动方向管脚设置

运行方向	PB12	PB13	PB14	PB15
前进	0	1	0	1
后退	1	0	1	0
左转	1	1	0	1
右转	0	1	1	1
停止	0	0	0	0

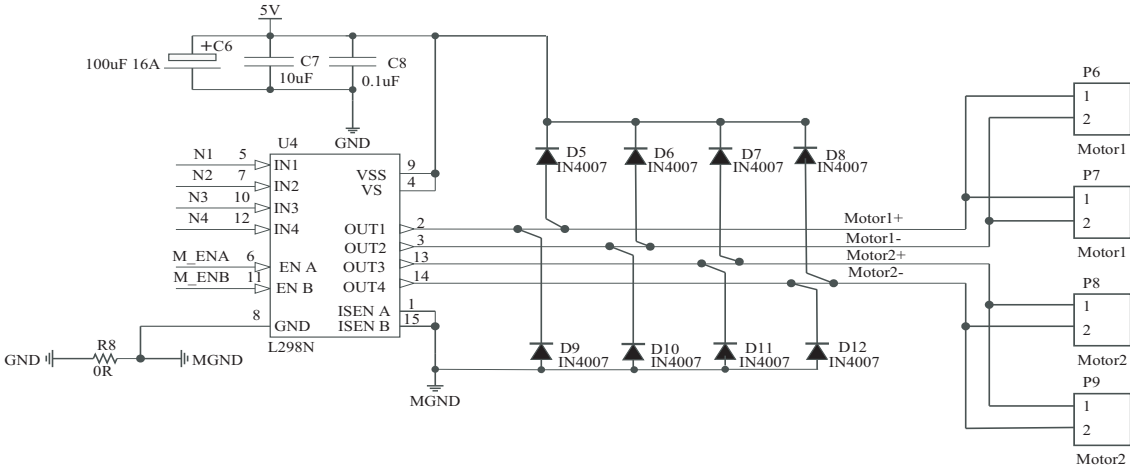


图 2 智能小车电机驱动原理

2.2 ZigBee 芯片电路设计

智能小车的 ZigBee 芯片主要用于实现智能小车

与 ZigBee 协调器之间的无线通信。车内 ZigBee 模块和 STM32 处理器通过串口 1 相连接,主要是为了实现

表3 智能网关下达命令的数据帧格式

协议帧头	目标地址	源地址	数据位长度	指令类型	数据位	校验和
2 个字节	1 个字节	1 个字节	1 个字节	1 个字节	不定	1 个字节
FF FE	71	01	02	01	1 201	SUM

表4 智能小车主动上报的数据帧格式

协议帧头	目的地址	源地址	数据位长度	通信错误	主动上报	数据位	校验和
2 字节	1 个字节	1 个字节	1 个字节	1 个字节	1 个字节	不定	1 个字节
FF FE	01	70	01	00	01	12	SUM

本协议设定智能网关在网络中地址为 0x01, 智能小车地址为 0x70-0x7F; 为了快速区分数据帧通信的方向, 智能网关向智能小车发送指令类型为 01, 智能小车向智能网关主动上报发送的指令类型为 03。

例如: 智能网关 01 向智能小车 71 发前进命令: FF FE 710102011201 SUM, 如表 3 中的数据。如果对所有智能小车发送信息, 则目的地址写为 0xFF, 表示广播地址。

智能小车返回给智能网关的命令: FFFE 017001000112 SUM, 如表 4 中的数据。

其中通信错误类型如下:

- 00: 正常;
- 01: 无效指令;
- 02: 无效数据;
- 03: 执行不成功。

3.1.2 ZigBee 网络配置

该系统在如图 4 所示的顺舟 ZigBee 配置助手中将智能网关和智能小车的配置如下:

(1) 节点地址: 因为每个加入 ZigBee 网络的设备具有唯一的地址标识, 同一个网络中不能有相同地址的节点, 根据上述的通信协议, 智能网关的地址为 0x01, 智能小车的节点地址分别为 0x70-0x7F。

(2) 节点类型: 智能网关为中心节点, 智能小车均为终端节点。采用主从模式发送。

(3) 网络类型: 在智能小车自动组队过程中, 智能小车均选择主从网络的星型网。因为在同一个网络中, 网络类型必须设置相同。注意此网络中智能网关是唯一的中心节点。

(4) 网络 ID: ID 范围从 0000—FFFF 之中选择, 同一个网络中 ID 必须相同。本系统中智能网关和智能小车均选择“F4”。

(5) 频点设置: 本系统选择的 ZigBee 无线网络工作频点均为“9-2.450 GHz”。

(6) 发送模式: 智能小车均选择主从模式。因为需要智能小车作为非中心节点, 从而默认将数据发给

智能网关这个中心节点。

(7) 串口属性: 智能小车的串口属性相同。设置为波特率 115200、校验位为“NONE”, 而数据位为 8、停止位为 1、流控为“无”, 数据位选择“8+0+1”。



图4 ZigBee 网络配置

3.2 智能小车组队运行控制模块

在上述 ZigBee 通信模块的基础上, 利用智能小车上的 ZigBee 模块、电机驱动电路模块以及主控芯片模块实现从 ZigBee 协调器接收数据, 并根据数据的值使电机驱动电路从而对智能小车进行组队控制。首先, 初始化 ZigBee 串口配置, 然后根据串口中断发来的数值让智能小车产生相应的动作。其中, 通过调整 PWM (pulse width modulation) 占空比的数值来调整智能小车的速度, 智能小车运行控制模块程序流程如图 5 所示。

程序开始, 定义变量 Flag 并为之赋值为 0, 初始化时钟和电机, 使用 PWM 调整智能小车初始速度, 初始化 ZigBee 串口并配置串口中断, 循环等待中断开始, 若中断开始则使用函数 USART1_IRQHandler() 从 USART1 接收数据并且将接收到的数据赋给 Flag。随后读入 Flag 的值, 若 Flag 的值与判断句中的一致就执行相应语句, 未找到符合的语句就直接执行 break 语

句跳出,重新等待中断开始。

程序主要代码实现如下:

```
/* main 函数 */
#define ADVANCE 0x01//若接收到的数据为 0x01,即为接收到前行命令
#define BACK0x02//若接收到的数据为 0x02,即为接收到后退命令
#define LEFT0x03//若接收到的数据为 0x03,即为接收到左转命令
#define RIGHT0x04//若接收到的数据为 0x04,即为接收到右转命令
#define STOP0x05//若接收到的数据为 0x05,即为接收到停止命令
#define SPEED_UP 0x06//若接收到的数据为 0x06,即为接收到加速命令
#define SLOW_DOWN 0x07//若接收到的数据为 0x07,即为接收到减速命令
uint16_t Flag=0;//用于标记的变量
void main( void)
{SystemInit(); //系统时钟初始化
Motor_Init(); //智能小车电机初始化
TIM3_PWM_Init(600); //利用 PWM 调速
ZB_USART1_Init(); //初始化主控芯片与 ZigBee 芯片的串口
```

```
ZB_NVIC_Configuration(); //ZigBee 串口中断配置
while(1)//无限循环
{ switch(Flag)//判断 Flag 的值
{ case ADVANCE: Advance(); break; //若接收到 0x01,使能电机前行
case BACK: Back(); break; //若接收到 0x02,使能电机后退
case LEFT: Left(); break; //若接收到 0x03,使能电机左转
case RIGHT: Right(); break; //若接收到 0x04,使能电机右转
case STOP: Stop(); break; //若接收到 0x05,电机停止
case SPEED_UP: TIM3_PWM_Init(750); break; //若接收到 0x06,使能电机调速加速
case SLOW_DOWN: TIM3_PWM_Init(600); break; //若接收到 0x07,使能电机调速减速
default: break; } }
/* ZigBee 串口中断处理函数 */
void USART1_IRQHandler( void)
{ if( USART_GetITStatus( USART1, USART_IT_RXNE) != RESET) //串口状态若未被重置
{ Flag = USART_ReceiveData( USART1); //将从串口接收到的数据的值赋给 Flag
while( USART_GetFlagStatus( USART1, USART_FLAG_TXE) == RESET); //一直让串口重置 } }
```

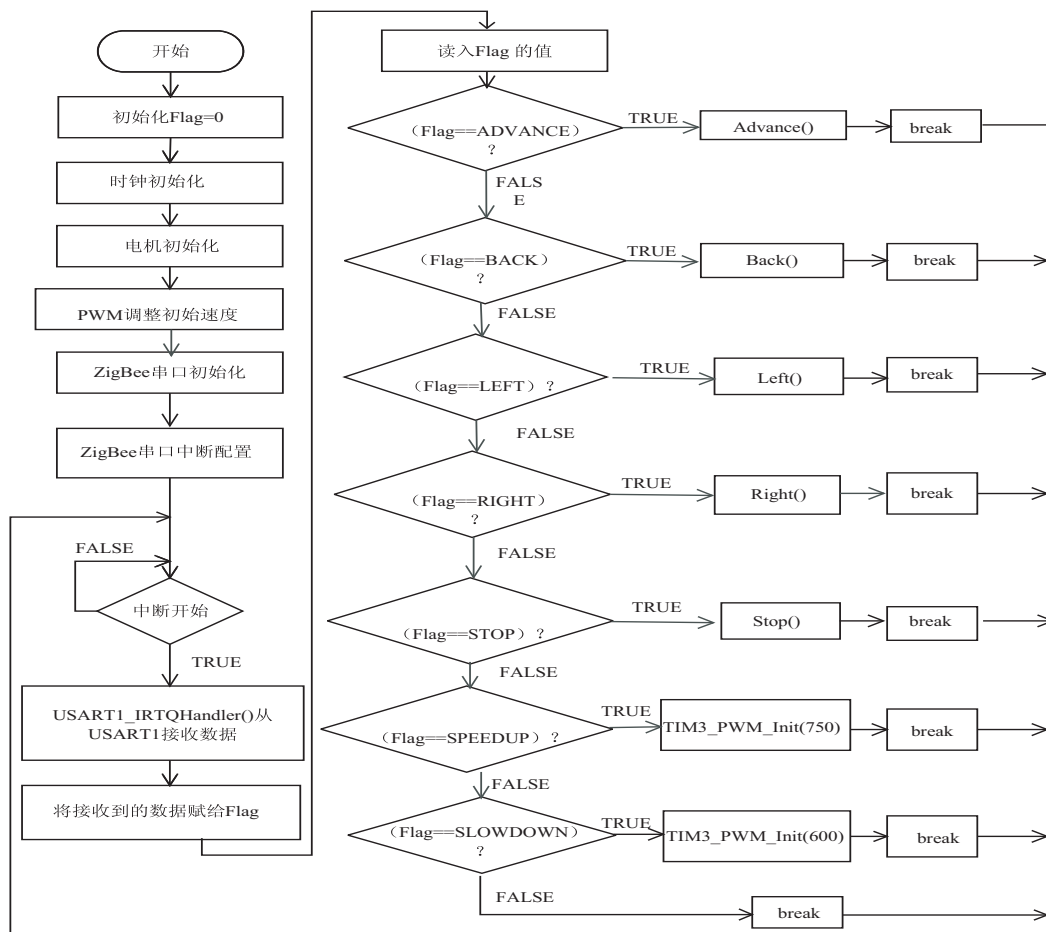


图5 智能小车组队运行流程

4 实验测试

为了测试智能网关通过 ZigBee 协调器无线通信控制智能小车运动,首先在智能网关上编写串口测试

程序 ComTest,并将智能网关与 ZigBee 协调器通过串口连接,如图6所示。

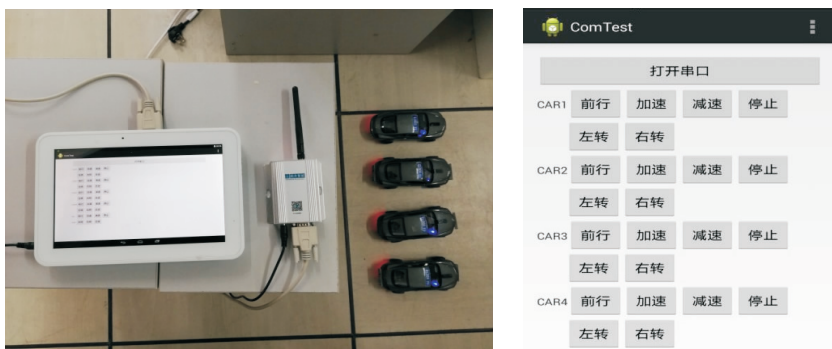


图6 智能网关与协调器连接以及 ComTest 界面

智能网关界面上首先需要打开串口,才能与 ZigBee 协调器连接。CAR1、CAR2、CAR3、CAR4 分别表示用户需要操作的智能小车序号,ALLCAR 表示对所有智能小车的整体控制。CAR1 代表网络中节点地址为 0x71 的一号智能小车,CAR2 代表网络中节点地址为 0x72 的二号智能小车,CAR3 代表网络中节点地址为 0x73 的三号智能小车,CAR4 代表网络中节点地址

为 0x74 的四号智能小车。每个 CAR 标志后的按钮代表对此智能小车的运动控制,比如按下 CAR1 的“前进”按钮,一号智能小车就会前进;按下 CAR1 的“加速”按钮,一号智能小车就会加速。如果整体控制智能小车运行时,操作 ALLCAR 按钮,则所有智能小车都会接收到命令并执行。通过点击智能网关上的按钮控制智能小车运行队形,如图7所示。

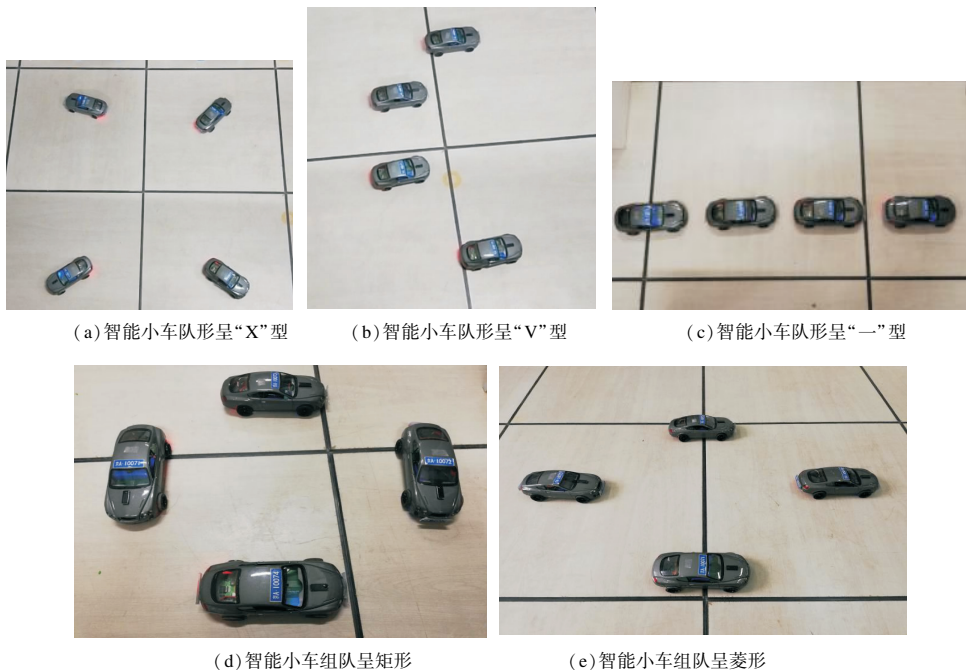


图7 智能小车组队队形效果

5 结束语

未来无论是在科学技术领域,还是在工业、商业应用领域或是在人们的生活中,车联网技术都将发挥巨大作用,都是一项具有广泛应用前景的技术。该文通过 ZigBee 无线网络通信技术实现了车联网并模拟智能小车队运行的全过程,主要通过主从方式实现了多辆无人驾驶智能小车高效、实时、准确地执行组队命令,完成组队过程。目前组队过程需要人工干预,后期

将采用车与车之间通过点对点模式以及红外测距的方法进行自动组队模型的研究。

参考文献:

- [1] BIANCHI G. Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordination function[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2000, 18(3): 535-547.
- [2] JIA D, LU K, WANG J, et al. A survey on platoon-based

(下转第181页)