

基于语音识别和红外光电传感器的自循迹智能小车设计*

李新科^{1,2}, 高 潮¹, 郭永彩¹, 何卫华¹

(1. 重庆大学 光电技术及系统教育部重点实验室 重庆 400030;

2. 重庆大学 通信工程学院 重庆 400030)

摘 要: 基于光电传感器和语音识别技术完成了一种自循迹智能小车的设计。该小车采用凌阳 16 位单片机 SPCE061A 作为系统控制处理器, 以反射式红外光电传感器获取路径信息。根据路径信息中黑线的位置来调整小车的运动方向与速度, 从而实现自循迹功能。结合 SPCE061A 片内资源, 编写了语音处理 API 函数, 实现语音人机交互的智能化导航控制。实验表明: 智能小车功能达到要求, 运行可靠稳定。该技术可以应用于残障人智能轮椅、服务机器人、智能玩具、无人驾驶机动车、仓库等领域。

关键词: 红外光电传感器; 自循迹; 语音识别

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-9787(2011)12-0105-04

Design of self-tracking smart car based on speech recognition and infrared photoelectric sensor*

LI Xin-ke^{1,2}, GAO Chao¹, GUO Yong-cai¹, HE Wei-hua¹

(1. Key Laboratory of Opto-electronic Technology and Systems of Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400030, China; 2. School of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: A self-tracking smart car has been designed based on infrared photoelectric sensor and speech recognition technology. The car adopts 16 bit singlechip SPCE061A of Sunplus Inc to work as the core processor of the control circuit, and obtains the path information by the reflected infrared photoelectric sensor. The car can adjust the direction and speed by the location of the black part of the path information to implement self-tracking. Compiled speech program API function to achieve speech capability of human-machine intercourse based on SPCE061A. Experiments indicates that the smart car can achieve the anticipated steady and credible purpose. The technic can use the fields such as physical disabilities smart wheelchair, service robot, intelligent toy, unmanned driving vehicles, storage etc.

Key words: infrared photoelectric sensor; self-tracking; speech recognition

0 引 言

作为 20 世纪的重大成就, 机器人已经和人类社会的生产、生活密不可分。智能小车, 也就是轮式机器人, 主要有口令识别与语音合成、机器人自定位、动态随机避障、多传感器信息融合、实时自适应导航控制等功能^[1-4]。光电传感器作为一种检测装置, 具有结构简单、形式灵活、体积小、非接触等优点, 例如: 在纱线检测、液位检测等方面都有应用^[5,6]。同时具有语音控制功能的智能小车设计, 可应用于智能轮椅、服务机器人等^[7]。本文将红外式光电传感器应用于路径识别的小车, 同时结合语音识别技术, 设计和实现一种具有语音控制功能的自主循迹智能导航小车, 具有一定的应用价值。

1 系统硬件设计

1.1 系统总体方案

本系统采用凌阳公司的高性能 16 位单片机 SPCE061A 为控制核心。实现无线语音控制的无人驾驶的自循迹功能。智能循迹小车以车模为载体, 功能模块主要包括: 电源模块、单片机模块、传感器模块、直流电机驱动模块以及语音识别控制模块。单片机通过光电传感器采集道路信息, 根据算法分析得出此时的智能车与道路的偏离状况, 然后再据此采用一定的控制算法控制智能车的舵机转向和直流电机的速度, 从而实现智能车对路径的自动识别与循迹。智能小车系统结构框图如图 1 所示。

收稿日期: 2011-06-02

* 基金项目: 教育部博士点基金资助项目(200806110016); 中央高校研究生创新基金资助项目(CDJXS11120024)

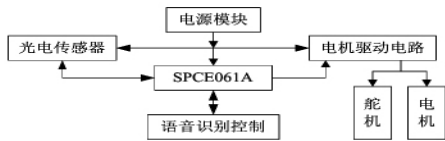


图1 智能小车系统结构框图

Fig 1 Block diagram of intelligent vehicle system

1.2 电源模块

智能车的总电源采用 7.2 V 的镍铬电池供电。本小车选定 SPY0029A(低压差)三端稳压芯片为 3.3 V 稳压芯片,输出作为单片机和外围电路电源;选定 LM2940(低压差)为 5 V 稳压芯片,输出作为传感器电源;舵机和直流电机直接采用 7.2 V 电源供电。

1.3 单片机对小车的运动控制

智能循迹小车为四轮结构,其中前面 2 个车轮由前轮电机控制,在连杆和支点作用下控制前轮左右摆动,来调节小车的前进方向。前轮驱动电路是一个全桥驱动电路,可以通过 2 个 IO 口控制前轮电机的正转和反转,进而控制小车的左转和右转。

后面 2 个车轮由后轮电机驱动,为整个小车提供动力。后轮驱动电路也是一个全桥驱动电路,这样也就可以通过单片机上的 2 个 IO 口控制 4 个桥臂的导通与关断控制后轮电机的运行状态,使之正转、反转或者停转,进而控制小车的前进和后退。

SPCE061A 芯片有 IOA、IOB 两个 16 位共 32 位通用可编程输入/输出端口。选择单片机 IOA 口的一部分作为传感器的输出信号的输入端口,一部分作为按键输入;IOB 口一部分驱动电机驱动板的控制端口,其中,APWMO 和 BPWMO 控制舵机。

1.4 传感器检测模块

1.4.1 传感器的选型

在智能车控制系统中,小车有多种循迹方案,在不要求清晰图像只需要粗略感觉的系统中不优先考虑使用视觉传感器^[8]。考虑到光电传感器具有体积小、价格低和数据处理方便等优点,以及智能小车控制核心 SPCE061A 的处理速度和内部资源,系统采用 TCRT5000 型红外光电传感器循迹。当光电传感器工作时,发光二极管发出红外线照射到白色地面时会有较大的反射,红外接收管接收到反射回的红外线强度就较大;如果红外线照射到黑色标志线,黑色标志线会吸收大部分红外光,红外接收管接收到红外线强度就很弱^[9]。这样,利用红外光电传感器检测智能车行驶道路上的黑色标志线,就可以控制智能车的自动循迹。

1.4.2 传感器的电路

本次设计采用单排共 7 只红外传感器等间距排列的方式,传感器间隔为 1.5 cm,离地高度为 1 cm,传感器与地面

成一定的夹角,以此来提高前瞻性。如此设计是因为实际上红外传感器发出的红外光是一些锥形的光线,而不是一条直线,传感器的发光示意图如图 2 所示。

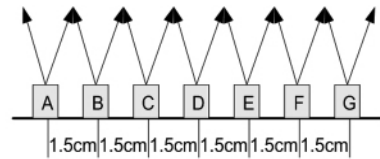


图2 传感器发光示意图

Fig 2 The lightening schematic diagram of sensors

实验中的测试证明传感器间隔为 1.5 cm,高度为 1 cm 时,各传感器间没有出现死区。而且也便于安装,红外传感器的数量和空间位置设置是合理的和可行的。传感器要输出高低 2 种电平来表示白色路面和黑色导引线的区别。传感器输出的模拟信号需要通过电压比较器,转换成数字信号的高低电平,再输入单片机进行离散控制。本设计设定传感器模块在白色路面上输出为低电平,检测到黑色导引线时输出为高电平,设计电路如图 3 所示。

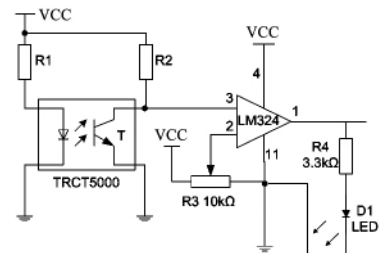


图3 光电传感器 TCRT5000 电路

Fig 3 Circuit of TCRT5000 photoelectric sensor

1.5 音频输入输出模块

SPCE061A 单片机上具有连接 MIC(麦克风)的 MICP 和 MICN 2 个引脚端口, MICP 和 MICN 将随着 MIC 产生的波形变化,并在 2 个端口处形成两路反相的波形,再经过两级运放放大,把放大的语音信号交给 ADC 转换为数字量,这个时候就可以通过单片机编程对这些数据进行语音数据压缩、语音识别样本处理等。

音频输出部分主要由一只 8 脚功率放大器 SPY0030A 组成。SPY0030A 是凌阳公司开发的专门用于语音信号放大的芯片,它的输入端输入的音频电压信号来自于单片机内部 DAC 的输出端,它的输出端可外接喇叭等播放设备。其增益大小可通过调节电阻器的阻值实现。

2 系统软件设计

2.1 主程序设计

在软件设计方面,使用了集成开发环境 u'nSP IDE2.0.0。它是一种 C 语言集成开发环境,提供了一套有效的、灵活的软件开发工具。它可以支持 C 以及汇编语言等。在本系统的设计中,用到了 2 个单片机基本功能模块: PWM 输出模块、普通 I/O 模块等^[10]。根据系统实际需求,对各个模块

进行了初始化配置,实现其相应的功能。主程序流程图如图 4。

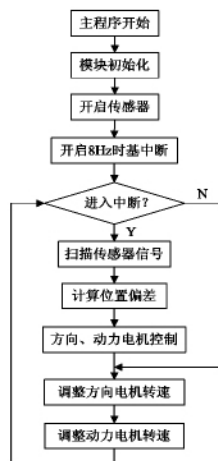


图 4 主程序流程图

Fig 4 Flow chart of main program

2.2 智能小车语音控制的设计

本设计充分利用 SPCE061A 单片机的可编程音频处理功能和凌阳音频压缩算法,调用和编写应用程序接口 API 函数,达到语音识别控制的目的^[11,12]。图 5 是语音识别的流程图。本设计为小车设计了 2 个语音命令:前进和停车。当为前进命令时,让相应的单片机的 IOB 口输出高电平,控制继电器导通传感器的供电电路;当为停车命令时,IOB[15: 0]全部输出 0,关闭传感器电源,控制小车停车。在“执行相应动作”这一步,小车根据语音命令执行动作,若为“前进”命令,则在执行动作后开启 8 Hz 的时基中断,进入中断后进行路径识别和车体控制,如图 4 中进入中断后所示;若为停车命令,则进行停车,并等待下一个语音命令。这样就可以将智能小车的语音控制和自动循迹 2 个功能紧密结合起来。

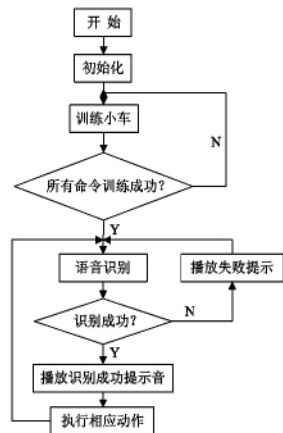


图 5 语音识别流程图

Fig 5 Flow chart of speech recognition

3 智能小车导航测试结果

智能小车导航控制包括自循迹导航和语音控制两部分功能。

3.1 智能小车自循迹控制

将小车放置于白底黑线的赛道上,小车沿赛道的行驶方向由转向电机的控制。转向电机的控制信号由 IOB8 和 IOB9 输出,这 2 个端口可以提供 PWM 输出,每个端口输出的方波都有 15 种不同的占空比。占空比越高其转向角度越大。利用丰富的 PWM 资源,可以为转向电机提供比较精确的角度定位。

光电传感器模块中的 7 只传感器在 SPCE061A 的 IOA [6:0]上可以形成 13 个不同的控制字,表示 13 个位置信息。其中,“1”为标志位,表示相应位的传感器检测出黑线赛道。在主程序中开启时基中断,每个中断到来时查询传感器的输出状态。当检测到状态为“0001000”时,IOB8 和 IOB9 输出 0,表示小车直走不转向;如果状态为“0011000”时,IOB8 会输出占空比为 2/16 的方波,IOB9 输出 0,表示小车向左转;在状态为“0010000”时,IOB8 会输出占空比为 5/16 的方波,IOB9 输出 0,表示小车向左转,这时相应左转角大于占空比为 2/16 的方波。其他状态由 IOB8 和 IOB9 输出不同占空比的方波,对应不同角度的转向。具体转向控制如表 1 所示。实验测试过程中,通过 IOB8 和 IOB9 对转向电机的控制,小车能沿着黑线的路径自行调整方向行驶,从而实现了小车的自循迹导航功能。

表 1 转向控制表

Tab 1 Steering control table

IOA[6:0]	转向控制
0001000	直走,IOB8、9 输出 0
0011000	左转,IOB8 输出 2/16 占空比方波,IOB9 输出 0
0010000	左转,IOB8 输出 5/16 占空比方波,IOB9 输出 0
0110000	左转,IOB8 输出 8/16 占空比方波,IOB9 输出 0
0100000	左转,IOB8 输出 11/16 占空比方波,IOB9 输出 0
1100000	左转,IOB8 输出 14/16 占空比方波,IOB9 输出 0
1000000	左转,IOB8 输出 1,IOB9 输出 0
0001100	右转,IOB8 输出 0,IOB9 输出 2/16 占空比方波
0000100	右转,IOB8 输出 0,IOB9 输出 5/16 占空比方波
0000110	右转,IOB8 输出 0,IOB9 输出 8/16 占空比方波
0000010	右转,IOB8 输出 0,IOB9 输出 11/16 占空比方波
0000011	右转,IOB8 输出 0,IOB9 输出 14/16 占空比方波
0000001	右转,IOB8 输出 0,IOB9 输出 1
0000000	停车,IOB8、9 输出 0
1111111	行驶到黑线十字交叉处,与前一刻状态保持一致

3.2 智能小车的语音控制

在小车的运行过程中,经过特定训练人发出设计的命令“小车”,则小车回复“yeah”的语音,并停止动作;当发出“前进”命令时,小车将开启红外光电传感器并继续自主循迹行驶。在实验过程中,特定人分别训练“小车”和“前进”两条指令,然后由特定人再分别发出这两条指令各 100 次,

小车对这两条指令进行识别。其中对“小车”命令的识别正确次数为98次,而对“前进”命令的识别次数为97次。因此,小车对特定人语音命令识别准确率达到了97%以上。通过软硬件的联机调试结果表明:本文设计的智能模型车能够实现自主循迹行驶,所设计的控制策略在不同路径条件下可稳定行使;对语音命令识别准确,执行迅速。

4 结论

本文主要结合光电传感器和语音识别技术实现对智能小车的自循迹导航控制,设计了基于单片机SPCE061A的智能小车自循迹控制系统,单片机对红外光电传感器检测信号的处理为离散方式,研究了红外传感器数量和空间位置布局对路径识别的影响,确定了采用7只红外传感器等间距排列的方式进行路径的识别。并利用单片机的PWM控制可以比较精确地实现对小车转弯的角度控制。利用SPCE061A单片机的语音处理功能,编写语音处理API函数,可对特定人语音进行识别。

实验结果表明:小车对特定人语音命令识别准确率达到了97%以上,对路径识别也达到了预期效果。本文设计的语音控制的自循迹导航智能小车,在服务机器人、智能轮椅等领域具有非常重要的应用价值。

参考文献:

- [1] Skog I, Händel P. In-car positioning and navigation technologies—A survey[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 2009, 10(1): 4–21.
- [2] Obradovic D, Lenz H, Schupfner M. Fusion of sensor data in Sie-

mens car navigation system[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology 2007, 56(1): 43–50.

- [3] 黄大志,周庆贵,陈业强.基于单片机轮式寻迹机器人控制系统的设计[J].机床与液压 2009, 37(8): 350–352.
- [4] 王玮,王丹,冯培德.基于光电探测系统的地面车精确定位定向技术[J].北京航空航天大学学报 2007, 33(8): 902–905.
- [5] 董晓亮,李醒飞,杨光,等.纱线检测中光电传感器及其前置放大器设计[J].传感器与微系统 2010, 29(3): 102–103.
- [6] 田学隆,林芳钦.基于光电传感器的液位检测方法 with 装置[J].传感器与微系统 2009, 28(10): 73–74.
- [7] Pacnik G, Benkic K, Brecko B. Voice operated intelligent wheel-chair-VOIC [C]// IEEE ISIE 2005, Dubrovnik, Croatia, 2005: 1221–1226.
- [8] 吴建平,殷战国,曹思榕,等.红外反射式传感器在自主式循迹小车导航中的应用[J].中国测试技术 2004(11): 21–23.
- [9] 高月华.基于红外光电传感器的智能车自动循迹系统设计[J].光电技术应用 2009(11): 134–137.
- [10] 王晶,翁显耀,梁业宗.自动循迹小车的传感器模块设计[J].现代电子技术 2008(11): 192–194.
- [11] 罗亚非.凌阳16位单片机应用基础[M].北京:北京航空航天大学出版社 2005.
- [12] 王和顺,黄惟公,邓成中.基于SPCE061A的语音识别系统的研究[J].计算机工程与设计 2004, 25(12): 2222–2224.

作者简介:

李新科(1978–),男,湖南衡阳人,博士研究生,讲师,主要研究方向为计算机视觉、测控技术及仪器。

(上接第104页)

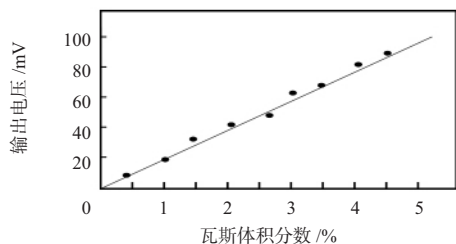


图6 瓦斯体积分数检测仿真结果

Fig 6 Simulation results of gas volume fraction detection

等特点,同时利用无线传感器网络对监测数据进行传输。实际测试和实验仿真表明:本研究设计的下位机系统无线信号传输距离和强度达到用户要求,瓦斯检测误差小,系统长时间运行稳定可靠。

参考文献:

- [1] 于海斌,曾鹏.智能无线传感器网络系统[M].北京:科学出版社 2006.
- [2] 孙利民,李建中,陈渝等.无线传感器网络[M].北京:清华大学出版社 2005.
- [3] 宋文.无线传感器网络技术与应用[M].北京:电子工业出

版社 2007.

- [4] ATMELCo. ATmega128L[EB/OL]. [2006-04-19]. <http://www.fulldatasheet.com/IOL-atmega128lac/PdfView/284760.htm>.
- [5] 周兰姜,李正东,罗玉平.基于无线传感器网络的瓦斯浓度监测系统的硬件设计[J].传感技术学报 2007, 20(11): 2522–2525.
- [6] 刘岩.基于无线传感器网络的矿井安全监测系统研究[D].成都:成都理工大学 2009.
- [7] 吴呈瑜.基于Zig Bee的煤矿瓦斯监测系统的研究与实现[D].太原:中北大学 2008.
- [8] 施伟,李丽丽.嵌入式煤矿无线传感设备保护系统设计[J].世界科技研究与发展 2011, 33(1): 117–119.
- [9] 任小晶,陈光踊.无线传感器网络自适应规模扩展的算法设计及实现[J].传感学报 2006, 19(2): 472–476.
- [10] 王泉夫,陈丽华,钟强,等.认知无线电在矿井无线传感器网络系统中的应用[J].传感器与微系统 2009, 28(8): 113–115.

作者简介:

李丽丽(1979–),女,辽宁阜新人,博士研究生,讲师,主要研究方向为图像处理、嵌入式系统。