

# 基于 AT89C51 单片机的智能扫地机器人

褚世豪 郭万意 黎廷辉 赵娟 吴玉萍

(荆楚理工学院 电子信息工程学院 湖北荆门 448000)

**摘要:** 本文以 51 单片机为核心, 结合电机的驱动技术、超声波智能避障技术等高端技术设计了一款智能扫地机器人。机器人通过安置在机器人前部的超声波避障传感器对前方障碍物进行探测, 获取道路前方的障碍物信息, 当前方没有障碍物, 机器人会进行清扫; 当接近障碍物, 机器人会自动转向绕开障碍物。机器人具备自动清扫等功能, 日常家居的清扫需求能基本满足。

**关键词:** 智能扫地机器人; 51 单片机; 超声波避障

伴随着技术的不断发展, 让我们生活中的场景变得更加智能化, 从最开始的电脑、手机, 到如今的各种智能家居, 其中智能扫地机器人就是智能化产品中的一种。本文主要设计一种以 51 单片机为核心的智能扫地机器人, 通过机器人可以完成清扫任务, 减轻生活负担。

## 1 扫地机器人现状

扫地机器人在国内外市场上的研发速度非常的迅速, 各种品牌层出不穷。在国外有许多成功的品牌, 例如比较知名的美国的 iRobot 以及德国的 TOMEFON 扫地机器人, 而在我们国内比较热门的品牌有科沃斯、福玛特以及地贝等等。

智能扫地机器人属于服务类机器人中的一个新型产品, 尽管在这方面的研究开发方面在国内已经有了一定的成果, 但是仍有许多重要的技术问题还未能解决以及提高, 清扫路线最优规划就是其中的一个关键性技术。有的可在房间内随机移动, 有的能在单个房间内比较简单地以一定的路线移动, 不能最快的速度打扫完整个房间。事实上, 虽然现在有许多公司推出了一些样品或产品, 但却不能满足一些高级的清扫工作: 清洁效果不够亮眼, 遍历时间较长。

目前, 许多国家的公共车站、办公场所、小型工厂、机场等各种场所中, 智能扫地机器人已经频繁出现。随着社会的不断进步以及现代科学技术的逐步发展, 人们不想将时间花费在这些平常琐事之上, 这使得智能扫地机器人进入人家成为迫切的需求。如果智能扫地机器人拥有很好的使用效果以及较低的价格, 那么智能扫地机器人将会有很好的发展。

## 2 智能扫地机器人的硬件设计

本系统为基于 AT89C51 单片机的智能扫地机器人, 具有超声波避障, 自动清扫, 往返清扫等功能, 采用 PT2272/2262 作为无线控制方式, 298 芯片来驱动电机转动, 1602 作为人际交互显示。系统模块构成由: 51 单片机最小系统、PT2262/2272 无线模块、超声波模块、lcd1602 液晶、扫地机主电机驱动模块组成、L298N 电机驱动模块。系统整体框图如图 1 所示。

系统通过安装在扫地机器人前端的超声波模块, 实时发射超声波检查前方是否有障碍物, 若有障碍物则根据程序算法的设置, 在即将接近障碍物时通过 AT89C51 单片机来控制小车绕行实现避障功能。



图 2 系统整体框图

控制电路采用 AT89C51 单片机实现, 是一种具有高性能、低电压, 带 FLASH 存储器的 CMOS 8 位微处理器的单片机。AT89C51 为

51 系列单片机的典型代表, 具有 8 位 CPU, 片内具有 128B RAM、4KB 的 ROM/EPROM(8051/8751), 具有特殊功能寄存器区、两个优先级的 5 个中断源结构、4 个 8 位并行 I/O 口 (P0, P1, P2, P3)、两个 16 位定时/计数器 (MCS-52 子系列有 3 个)、布尔处理器、64KB 外部数据存储地址空间、64KB 外部程序存储器地址空间、片内振荡器及时钟电路等, 实现全双工串行口通信。

驱动电路主要由驱动芯片 LN298 进行驱动, L298 内含二个 H-Bridge 的高电压、大电流双全桥式驱动器, 接收标准 TTL 逻辑准位信号可以驱动两个直流电机运转, 此芯片可直接由单片机的 IO 端口来提供模拟时序信号。

单片机通过 PWM (脉冲宽度调制) 控制固定电压的直流电源开关频率, 改变负载两端的电压, 从而达到控制要求的一种电压调整方法。PWM 可以应用在许多方面, 比如: 电机调速、温度控制、压力控制等等。在 PWM 驱动控制的调整系统中, 按一个固定的频率来接通和断开电源, 并且根据需要改变一个周期内“接通”和“断开”时间的长短。通过改变直流电机电枢上电压的“占空比”来达到改变平均电压大小的目的, 从而来控制电动机的转速。也正因为如此, PWM 又被称为“开关驱动装置”。

超声波收发模块可自己产生 40kHz 的方波, 并经放大电路驱动超声波发射探头发射超声波, 发射出去的超声波经障碍物反射后由超声波接收探头接收。经接收电路的检波放大, 积分整形, 在 ECHO 引脚上产生方波脉冲, 该脉冲宽度与被测距离成线性关系。使用 US-100 超声波收发模块进行距离测量时, 单片机只需要输出触发信号, 并监视回响引脚, 通过定时器计算回响信号宽度, 并换算成距离即可。

本系统设计中, 使用两个 IO 口分别和超声波模块上的 TRIG、ECHO 接口相接, 一个 IO 口负责发出探测信号, 另一个 IO 口负责接收返回的信号, 根据时间差和声波在空气中的传输速度计算出距离。

液晶显示电路采用 LCD1602, 是一款具有 4 位/8 位并行、2 线或 3 线串行多种接口方式, 内部含有国标一级、二级简体中文字库的点阵图形液晶显示模块; 其显示分辨率为 128×64, 内置 8192 个 16\*16 点汉字, 和 128 个 16\*8 点 ASCII 字符集。利用该模块灵活的接口方式和简单、方便的操作指令, 可构成全中文人机交互图形界面。可以显示 8×4 行 16×16 点阵的汉字, 也可完成图形显示。低电压低功耗是其又一显著特点。由该模块构成的液晶显示方案与同类型的图形点阵液晶显示模块相比, 不论硬件电路结构或显示程序都要简洁得多, 且该模块的价格也略低于相同点阵的图形液晶模块。

晶振电路是在 STC89S52 单片机上内部有一个用于构成振荡器的高增益反相放大器, 引脚 XTAL1 和 XTAL2 分别是此放大器的输入端和输出端。时钟可以由内部方式产生或外部方式产生。在 1 和 XTAL2 引脚上外接定时元件, 内部振荡器就产生自激振荡。定时元

件通常采用石英晶体和电容组成的并联谐振回路。由于外部时钟信号经过二分频触发后作为外部时钟电路输入的，所以对外部时钟信号的占空比没有要求。

### 3 软件设计

软件设计流程图如图2所示。本系统上电后会首先自动完成所有硬件参数的初始化任务，然后进入到主界面，单片机反复扫描PT2272无线接收模块与单片机链接的四个动作控制IO口的信号变化，如果发现某一个电平发生了变化，就通过定时器产生PWM波通过298N芯片驱动电机完成对应的动作执行，同时液晶显示动作状态切换；同时通过超声波模块时时检测距离，当距离过近时，自动动作避开操作。

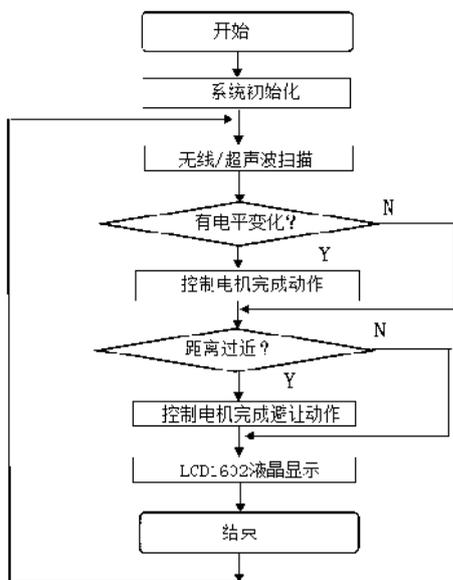


图2 主程序流程

测距主函数程序首先是对系统环境初始化，设置定时器T0工作模式为16位定时计数器模式，置位总中断允许位EA，然后调用超声波发生子程序送出一个超声波脉冲，为了避免超声波从发射器直接传送到接收器引起的直射波触发，需要延时约0.1s（这也是超声波测距器会有一个最小可测距离的原因）后才打开外中断1接受返回的超声波信号。由于采用的是12MHz的晶振，计数器每记一个数就是1μs，当主程序检测到接受成功的标志位后，将计数器T0中的数（即超声波往返所用的时间）按式(4.1)计算，即可得被测物体与测距离之间的距离，设计时取20℃时的声速344m/s， $D=(v \times t)/2=172T0/10000\text{cm}$ 。其中：T0为计数器T0的计数值。

测出距离后结果将以十进制BCD码方式送往LED显示约0.5s，然后再发超声波脉冲重复测量过程。为了有利于程序结构化容易计算出距离，程序采用C语言编写。

电机控制模块中采用脉宽调制控制方式，控制逆变电路开关器件的通断，使输出端得到幅值相等但是宽度不同的脉冲。用这些脉冲来替换正弦波或所需要的波形。

电机控制子程序是一个循环程序，其主要思路是，先设定好速度初始值，这个初始值与测速电路送来的值相比较得到一个误差值，然后用PI算法输出控制系数给PWM发生电路改变波形的占空比，进而控制电机的转速。其程序流程图如图所示。软件由1个主程序、1个中断子程序和1个PI控制算法子程序组成。主程序是一

个循环程序，其主要思路是由单片机P1口生数据送到PWM信号发生电路，然后用PI算法输出控制系数给PWM发生电路改变波形的占空比进而控制电机的转速。

数码显示通过二进制代码来实现数码管发光段的控制，利用人眼的视觉暂留原理进行动态扫描，只要扫描频率不小于24Hz，人眼就感觉不到显示器的闪烁。本系统24Hz的扫描脉冲由相应的外围电路提供。动态扫描电路设计的关键在于位选信号要与显示的数据在时序上一一对应，因此电路中必须提供同步脉冲信号。

### 4 系统改进

系统还存在清洁不全、难以应付复杂环境和功能较少等缺点，针对这些问题进行一系列的改进。

针对不同家庭布局等情况不同，机器人能自动清扫，但清扫范围并不能全面覆盖，反应不够灵敏等问题，将机器人外壳设计为市面上常见的圆盘形，使其可以先通过超声波测距后进行减速缓慢前进至墙边进行清扫。同时加强风扇的吸力，提升清扫效率。同时可以开发出沿边清扫的模式，通过软件设计，使机器人能沿墙壁进行清扫。

由于设计较为简单，在面临复杂的室内环境时，可能会无法正常完成清扫任务，如陷入密集环境无法出去，超声波模块检查范围不够导致机器人被卡住等。再增加几个超声波传感器实现无死角侦察，或对程序进行修改，设置更为精细的程序

因为实力不足，经费不够等原因，本文所设计的智能扫地机器人功能较少，后续可以增添蓝牙远程操控，电量不足自动返回充电等功能。

### 5 总结

智能扫地机器人市场处在方兴未艾的时期。为提升用户体验和满足用户现实需求，未来扫地机器人将会不断的进化和提升，将在融合型传感系统、功能定位、智能化程度、网络服务，以及多机协作和自我学习等各种方面不断发展，实现扫地机器人真正意义上的智能化，使扫地机器人发展成为人们的家用高科技伙伴，减轻人们的生活负担。

### 参考文献:

- [1]常成惠.智能扫地机器人的发展趋势[J].大众用电.2019年01期
  - [2]程小辉,李明强,沈旭.基于AT89C51单片机嵌入式系统硬件平台的设计[J].自动化与仪表,2005,(04):12-15.
  - [3]程丽霞.智能扫地机器人系统设计[J].机械工业标准化与质量,2016,(09):27-29.
  - [4]马春港,杨慧斌,齐亚梦,汪满,吴竹霞.自主避障爬行机器人开发[J].现代商贸工业,2015,36(15):177-178.
- 湖北省教育研究项目(2020683):新工科背景下“创意-创新-创业“能力”递进-一体-融合“式培养体系构建;荆楚理工学院第二批科研团队(TD202001);荆门市研究与开发重点计划项目(2019YFZD009);大学生科技创新项目(KC2021016):室外智能扫地机器人的设计。

作者简介:褚世豪(2001.6-),男,汉,湖北孝感人,荆楚理工学院,主要从事嵌入式与软件方向研究。