

# 基于单片机的声音导航定位系统的设计

关键生

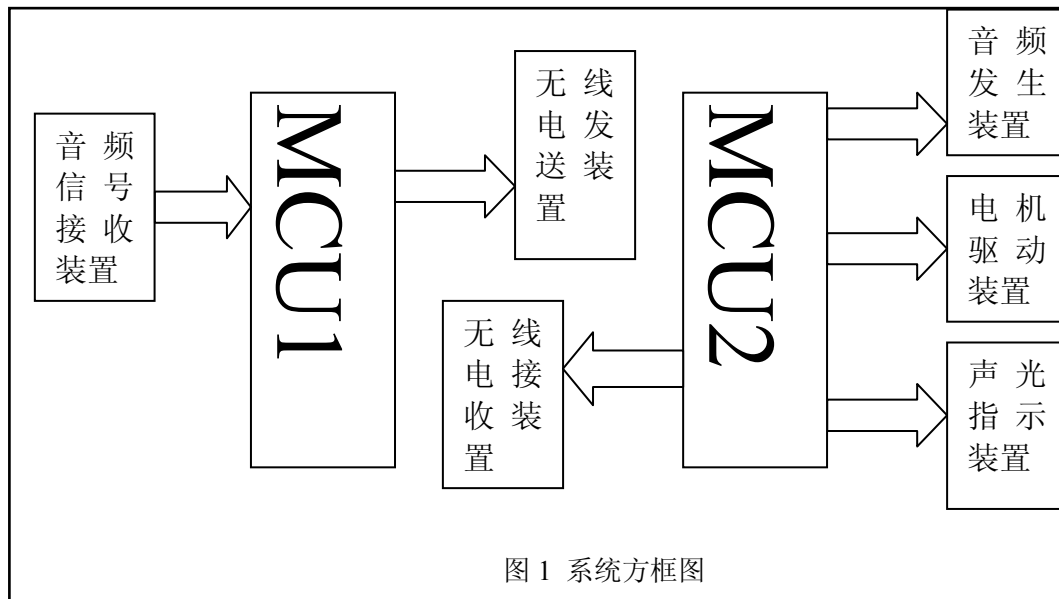
(厦门理工学院, 福建厦门, 361024)

**摘要:** 详细阐述了基于单片机的声音导航定位系统的设计过程, 并给出了主要电路图。该系统是以智能小车为运动体的声音定位测控系统, 控制器由主从结构的两片STC89C52单片机构成, 主芯片同时对三个处于不同位置的声音接收模块的音频信号进行处理和时间差测量, 从芯片控制小车上的声源发出音频信号, 根据主芯片用无线信号传送过来的误差信号, 引导小车往目的地运动, 也可实现路线选择及较精确定位, 使该声音导航定位小车具有智能化。

**关键词:** 单片机; 声音定位; 无线收发

**1 引言** 工业生产、生活的自动化都离不开智能化的机器,譬如:人们对太空的探索,对单调工作的替代,在危险环境中的操作等都需借助于智能化的行走、运动机构。智能小车作为最常用的行走机构在工业生产与生活中得到了广泛的应用。本文结合开发实例,阐述了基于单片机的声音导航定位系统小车的设计过程

**2 设计过程 2.1** 整个系统由 2 片 STC89C52 单片机组成,可分为以下几个模块:周期性音频脉冲信号产生模块,声音接受、处理电路,无线电收发模块,NEC 电机驱动及声光指示模块。系统方框如图 1 所示。



## 2.2 系统的工作流程

- 1) 启动 MCU1、音频接收装置及无线电发送装置。MCU1 通过音频接收装置对音频信号进行实时监控。
- 2) 启动 MCU2、音频发生装置,由音频发生装置发出一串间歇的脉冲音频信号。
- 3) MCU1 通过音频接收装置接收音频信号,进行算法处理,将结果由无线电发送装置发送出去。
- 4) MCU2 接收 MCU1 的无线电引导信号,对电机进行控置,接近目标。当小车行驶到指定的位置时停止,并发出信号使声光指示装置响应。

### 2.3 声音的发射与接收

为了实现导航功能,必须进行可移动声源(智能小车)的位置检测。当然,目前比较先进的办法就是加装摄像头,进行图像处理寻找路线,或直接利用卫星定位系统。但是这些方法投资较大、技术复杂,对于实现简单定位导航功能的系统显然并不适用。为此,作者设计了由声音发射、接收模块构成的模拟雷达定位系统。该定位系统结构简单、价格低廉,能实现对指定目标的定位和跟踪,其声音的发射、接收模块的结构示意图如图 2 所示。

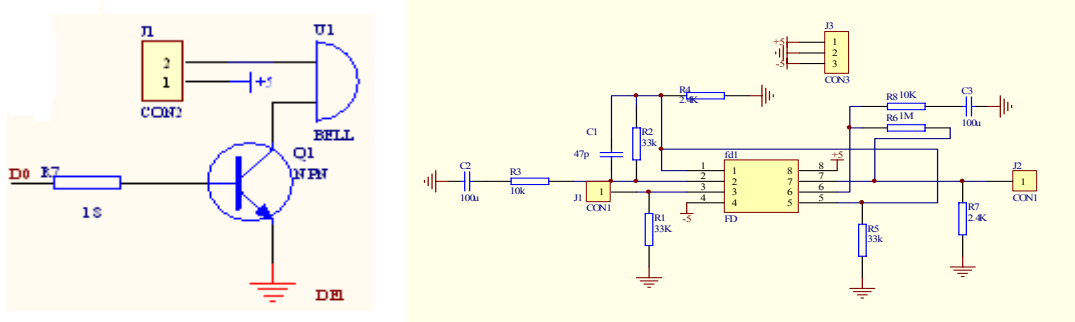


图 2 声音的发射、接收模块

音频的产生可采用单片机产生可调节的频率,通过喇叭发出声音。通过单片机内部定时器产生一个合适的频率,得到稳定度较高的声音频率。单片机使用简单,方便频率调节。

声音接收模块最初是由运放 LM368 和 LM567 组成放大鉴频电路。经过实验,放弃此方案,原因有三:第一,LM567 会产生频率温漂,使接收到的频率不稳定;第二,LM567 的延时,加上三个无线接收器延时不一致,导致鉴出的信号起始相位有误差;第三,此方案对元器件的要求较高。故声音的接收、处理模块采用声压陶瓷片接收声音信号通过 NE5532 运放组成的音频检测放大电路。压电陶瓷片由多晶体结构的压电材料锆钛酸铅制成。在压电陶瓷片的两个底面加上正弦交变电压,它就会按正弦规律发生纵向伸缩,同样压电陶瓷可以在声压的作用下把声波信号转化为电信号。压电陶瓷换能器在声—电转化过程中信号频率保持不变。NE5532 是高性能低噪声运放,与很多标准运放(如 1458)相似,它具有较好的噪声性能,优良的输出驱动能力及相当高的小信号与电源带宽。电路简单,接收灵敏度较好。

### 2.4 无线电收发模块

无线电的最大特点是无线电波长较长,无线电波可以穿过遮挡物去控制被控对象,发射器无须对准接收器,接收器也能准确接收到反馈信号,所以本系统首选无线电波实现系统的引导功能。本设计的无线电接收模块采用 DF(全称超外差发送超再生接收)无线数据收发模块。

#### (1) 无线发射模块

采用 315M 发射模块,用声表谐振器 SAW 稳频,频率稳定度极高,当环境温度在  $-25\sim+85$  度之间变化时,频飘仅为 3ppm/度。特别适合多发一收无线遥控及数据传输系统。DF 发射模块未设编码集成电路,而增加了一只数据调制三极管 Q1,这种结构使得它可以方便地和其它固定编码电路、滚动码电路及单片机接口,而不必考虑编码电路的工作电压和输出幅度信号值的大小。DF 数据模块具有较宽的工作电压范围  $3\sim 12V$ ,当电压变化时发射频率基本不变,和发射模块配套的接收模块无需任何调整就能稳定地接收。

## (2) 无线接收模块

DF 接收模块的工作电压为 5 伏，静态电流 4 毫安，它为超再生接收电路，接收灵敏度为  $-105\text{dbm}$ ，接收天线最好为 25~30 厘米的导线。接收模块本身不带解码集成电路，它可以和各种解码电路或者单片机配合。天线输入端有选频电路，而不依赖  $1/4$  波长天线的选频作用，控制距离较近时可以剪短甚至去掉外接天线。输出端的波形相对比较干净，干扰信号为短暂的针状脉冲，所以抗干扰能力较强。自身辐射极小，加上电路模块背面网状接地铜箔的屏蔽作用，可以减少自身振荡的泄漏和外界干扰信号的侵入。

## (2) 无线编码

DF 无线收发模块接收灵敏度高，用示波器观察输出波形干净，抗干扰能力强。DF 数据模块的最大传输速率为  $9.6\text{KB/s}$ ，传输的信息码格式为：前导码+同步码+数据帧。前导码长度应大于  $10\text{ms}$ ，同步码用来区分前导码和数据，数据帧不宜用非归零码，更不能长 0 和长 1。前导码格式如图 3.1.2。

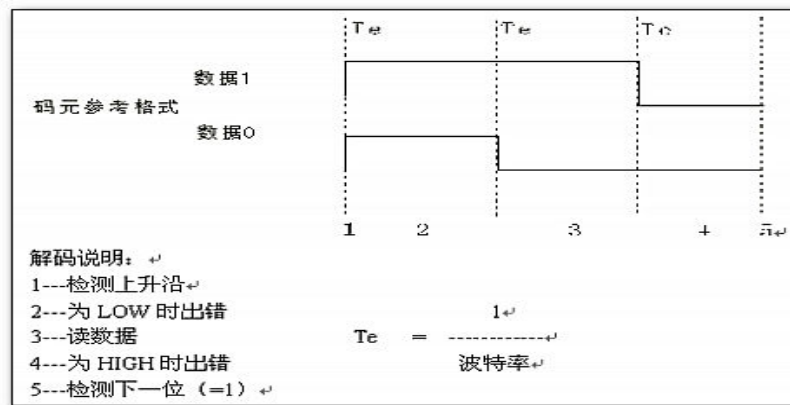


图 3 前导码格式

## 2.5 开关调速

由于采用了单片机作为系统的中央控制处理器,可方便地实现直流减速电机的开关调速。单片机通过对无线反馈信号的处理来控制电机正转、反转或不转，从而控制小车做各种动作：前进、左转、右转、停止、原地转等。即通过软件的方法来达到调速电机的功能,而无需增加其它硬件资源,从而简化了电路设计过程。

## 3 软件设计

### 算法分析

根据双曲线的定义，一运动的点到达两个定点的距离差一定。可移动声源（小车）先利用 A、C 两点作为基点，通过两点收到音频信号的时间差为定时，引导小车向 OX 轴移动。然后利用 A、B 两点作为基点，在理论上，只要判断这两点收到音频信号的相位为零时，可移动声源（小车）到达 OX 轴上。实际上，由于误差的存在，在 OX 轴上，A、B 两点收到的音频信号的相位差不可能为零，因此，通过对两 A、B 两点收到的音频信号的相位差进行比较，直到 A、B 两点收到的音频信号的相位差达到最小，则可移动声源（小车）停止。图 4 就是使用 MATLAB 仿真出的各种情况下双曲线的分布(其中 ABC 三点为声音接收模块的位置，中间竖直虚线为目的地)

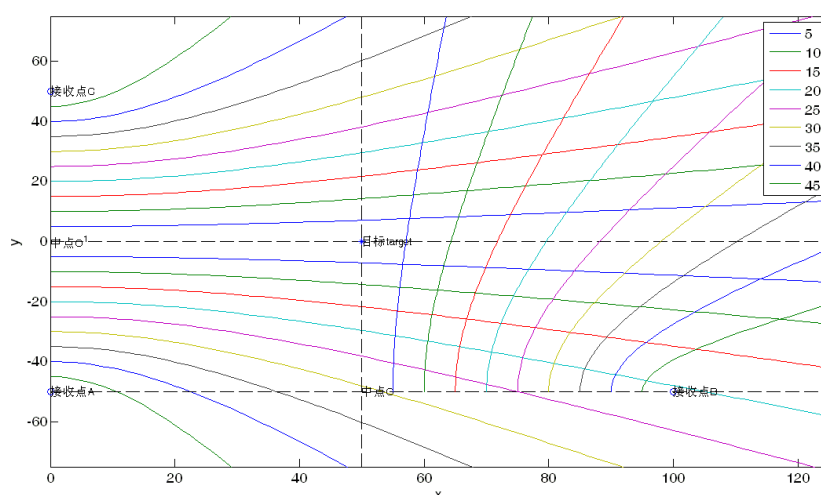


图 4 双曲线分布图

本系统的软件设计是在 keil 51 环境下用 C 语言实现的。软件总体共分为初始化、主程序及中断服务程序几大部分:初始化部分主要完成端口定义及中断矢量初始化。主程序包含系统对各个端口的监控及确保系统能顺利运行的指令。如:端口查询部分完成系统在未接受到中断信号时对某些端口状态的查询以实现声音定位、状态监控、运行指示等功能,中断服务程序则根据中断源及无线解码信号完成对相应中断的响应。为使得系统的功能更加完善,运行更加可靠,作者对软件的结构进行了多次的调整,其中包括将到点停车信号由状态查询改为外部中断,并使它具有最高的优先级,以保证无论在任何位置上都能做到先停车、再重新判断执行的可靠控制性能,从而大大地提高了系统的可靠性。多次软件测试及试验表明这样的软件结构设计是合理的。

**4 结 语** 基于单片机的声音导航定位系统结构简单,制作方便,小车试验结果表明能够完成对既定目标的定位,并能根据声音导航往指定的位置靠近,且对无线信号响应灵敏,但由于声音频率的局限性,目前它只能有声音干扰较小的环境下完成对特定位置的定位及导航,自主行走也仅限于给定的路线,且当声源与接收模块距离较远时误差会加大。如若使用超声波的发射和接收来代替声音模块,就可以减少干扰和加大测试距离。

#### 参 考 文 献

- 1 李晶皎. 嵌入式语音技术及凌阳 16 位单片机应用. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003 年 11 月.
- 2 阎石. 数字电子技术基础(第四版). 北京: 高等教育出版社, 1998 年.
- 3 沈红卫. 基于单片机的智能系统设计与实现. 北京: 电子工业出版社, 2005 年.
- 4 马中梅, 籍顺心, 张凯, 马岩. 单片机的 C 语言应用程序设计(第三版). 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003 年.
- 5 戴伏生. 基础电子电路设计与实践. 北京: 国防工业出版社, 2002 年.
- 6 申功迈, 钮文良. 高频电子线路. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007 年.

厦门市科技计划项目 350z20093036