

基于 TMS320F28027 的太阳能多功能智能导盲杖研究

郭燕琼¹, 张建军¹, 王志敏¹, 张彦潮²

(1. 西安石油大学 电子信息工程学院, 陕西 西安 710065;

2. 武警北京指挥学院培训中心, 北京 100012)

摘要: 设计了一款基于 TMS320F28027 的太阳能多功能智能导盲杖, 由太阳能电源管理器、带温度补偿的新型超声波探测器、数码管显示、振动电路、语音音频电路、LED 指示以及键盘等模块组成。简易装置完成后, 经测试达到满意的效果。该智能导盲杖节能、方便, 性价比高, 易于产品化和市场化。

关键词: 导盲杖; TMS320F28027; 语音; 温度补偿; 新型超声波

中图分类号: TB559

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)02-0071-03

Research of solar multi-functional intelligent blind-guide stick based on TMS320F28027

Guo Yanqiong¹, Zhang Jianjun¹, Wang Zhimin¹, Zhang Yanchao²

(1. School of Electronic and Information Engineering, Xi'an University of Petroleum, Xi'an 710065, China;

2. Beijing Armed Police Command College Training Center, Beijing 100012, China)

Abstract: This paper introduced a design of multi-functional intelligent blind-guide stick based on TMS320F28027. It is consisted of solar power management, new ultrasonic detection device with temperature compensation, LED display, oscillator circuit, voice circuit, LED circuit and keyboard. Testing after the easy-device have completed, the result is satisfied. The system is energy-saving, convenience and cost-effective. It is easy to go to production and marketization.

Key words: blind-guide stick; TMS320F28027; voice; temperature compensation; new ultrasonic

国内外现有的导盲杖一般仅有障碍检测和语音播报功能, 且价格昂贵^[1]。美国产品在 300~400 美元左右, 英国达到 500 英镑。日本最新研发的能感知人脸高度的电子导盲杖, 能够感应到前方 2 m 脸部高度处的障碍物, 但是它使用了两个超声波感应器, 耗材成本高, 一般用户难于承受, 且功能较单一。

本文设计了一款人性化更强、功能更多、性价比更高的智能导盲杖。该装置使用太阳能供电, 不用频繁更换电池; 选择 TI 公司的 Piccolo 系列 C2000 DSC TMS320-F28027 微处理器作为控制器, 其高效的计算能力、快速中断响应与处理能力以及低功耗的特点, 增加了导盲杖的可靠性, 仅需少量外围器件就能实现控制电路的设计; 带温度补偿的新型超声波现代控制方法^[2], 克服了传统超声波电路的不足, 使距离探测灵敏精确。另外还增加了一些小功能, 如语音报时、闹钟设置、高亮 LED 灯、数码管显示等, 功能虽小, 却给视觉障碍者的生活带来很多方便, 既可以认路导航, 也丰富了生活, 构思精

巧, 实用性强。

1 总体设计方案及原理

1.1 总体设计结构

本设计以 TI 公司的 Piccolo 系列 C2000 DSC TMS320-F28027 为主控制器。TMS320F28027 芯片内置 1.8 V 电压调整器, 可实现 3.3 V 单电源供电, 功耗低; 采用 PQFP-48 小型封装, 内部集成 2 个振荡器, 精度高达 1%; 其高精度 PWM 资源以及丰富的片内存储寄存器和串口通信接口, 大大优化了系统的设计。系统主要由太阳能电源管理器、超声波探测模块、8 位数码管显示驱动电路、语音音频电路、高亮 LED 灯模块和电机驱动模块组成。图 1 为系统总体控制框图。

1.2 超声波测距原理

超声波传播速度慢, 指向性强, 能级消耗缓慢, 对色彩、光照度不敏感, 同时超声波传感器结构简单、体积小、费用低、信息处理简单可靠, 易于小型化与集成化, 并且可以进行实时控制^[3]。超声波测距的方法为回声探

技术与方法

Technique and Method

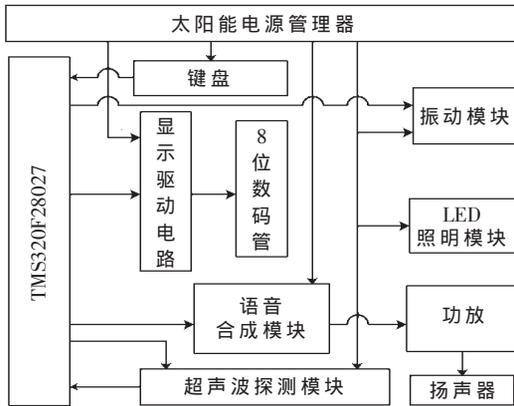


图1 系统总体控制框图

测法,发射换能器不断发射声波脉冲,声波遇到障碍物后反射回来被接收换能器接收,超声波接收器收到反射波即停止计时。根据计时器记录的时间就可以计算出发射点距障碍物的距离,距离与声速、时间的关系表示为:

$$s = \frac{1}{2} ct \quad (1)$$

式中, s 为与障碍物间的距离; c 为声速; t 为第一个回声波到达的时刻与发射脉冲时刻的时间差。 c 与温度有关,空气中声速与温度的关系为:

$$c = 331.45 \sqrt{\frac{\theta + 273.16}{273.16}} = 331.4 + 0.6\theta \quad (2)$$

式中 θ 为环境温度。可见,超声波测距根据环境温度的不同会存在一定的误差。因此为了让测距更加精确,需要加入温度补偿电路^[4,5]。

2 主要硬件电路设计

2.1 太阳能电源管理器

太阳能电源管理器^[6]主要由太阳能电池板、BOOST电路、镍氢蓄电池组成。产生的直流电由TMS320F28027统一管理,白天将电量存储到镍氢蓄电池中并供给导盲杖使用,当检测电压大于5V时停止充电,以便保护蓄电池,图2所示为太阳能电源管理器框图。由于TMS320F28027和语音芯片都是3.3V供电,所以需要将镍氢电池输出的5V电压转换为3.3V电压。

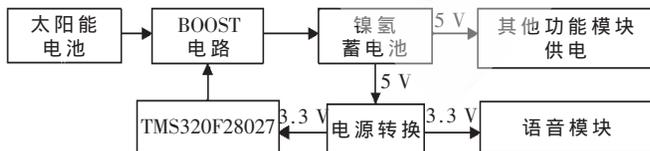


图2 太阳能电源管理器框图

2.2 带温度补偿的新型超声波探测电路

由1.2节分析可知,超声波的传播速度会因为环境的温度变化而出现误差,对于超声波测距精度要求达到1mm时,就必须把超声波传播的环境温度考虑进去。图3、图4分别为超声波发送电路和超声波接收电路。

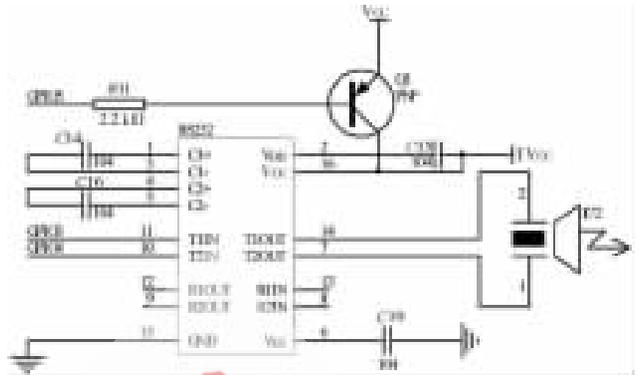


图3 超声波发送电路原理图

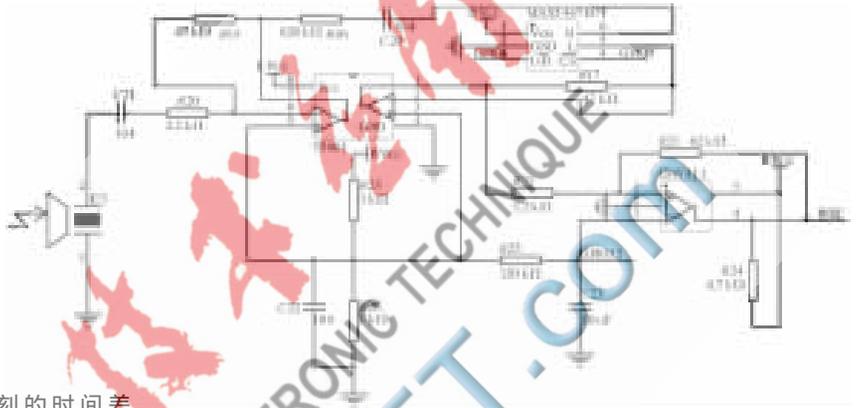


图4 超声波接收电路原理图

本设计中超声波发射电路巧妙地利用了RS232的电平转换功能,将GPIO口的电压转换成发射超声波所需的电压,提高了发射超声波的能量,增加了超声波的探测距离。利用TMS320F28027的GPIO口连接到三极管Q1,用来控制RS232的电源,对RS232的功耗进行了管理,当不需要发射超声波时,将RS232的电源关闭,降低系统功耗,延长电池的使用时间。但是需要注意的是,在RS232上电后和发射超声波之前需要增加一个小小的延时,以便RS232的电容能够充电到所需的电压。

超声波的接收电路采用TS461双运放和MAX5467构成的程控运算放大器,将接收到的超声波信号放大后再经过LMV331比较器进入控制器,经过数字滤波,最后计算得到障碍物的距离。传统的接收电路运放的放大倍数是固定的^[6],若放大器的倍数设计的比较大,当障碍物很近的时候,反射的回波强度比较大,造成运算放大器饱和,无法测得准确的距离;若放大器的倍数设计的比较小,当障碍物距离较近的时候虽然可以测得距离,但是随着障碍物距离增加,反射的回波强度越来越小,最后不能测得较远距离的障碍物。本设计通过TMS320F28027控制改变放大器的增益,非常好地解决了这一矛盾。该电路的工作过程是:准备发射超声波之前,先将接收电路的放大器增益设置为最小,发射超声波之后开始计时,随着时间的流逝逐步增加接收电路的放大器增益。若障碍物离的很近,反射回来的回波强度大,但是这时的运放增益却是最低的,保证了近距离障

技术与方法 Technique and Method

碍物测量时电路工作正常;若障碍物离的较远,随着时间的增加,超声波衰减越来越多,但是运放的增益却是逐渐增加,对超声波信号的衰减起到弥补的作用,保证了远距离障碍物测量时电路工作正常。

设计中还增加了温度传感器 18B20, 随时采集环境温度, 采用分段线性化的方法计算各温度下声波的速度, 最大限度地提高了测量精度。如果温度传感器出现故障, 系统将采用 25 ℃ 下的声速进行计算, 提高了系统的可靠性。

2.3 其他部分硬件设计

语音音频驱动电路使用型号为 XF-S3111-FSD 的语音芯片来合成语音输出。XF-S3111-FSD 通过串口接收上位机发送的命令和数据, 以帧的方式进行封装和发送, 连接简单。

数码管显示驱动电路是一个独立的可插式模块, 电路中使用 74HC595 扩展 I/O 端口, 只需要 3 个 GPIO 口即可扩展 8 个数码管。数码管高 4 位用于显示障碍物的距离, 低 4 位是时钟模式。

3 软件设计

3.1 总体设计思路

图 5 所示为主程序设计流程图, 软件实现的功能包括:

- (1) 电源管理, 实现对 BOOST 电路的开关控制, 完成电路电压的采集, 保护蓄电池;
- (2) 控制超声波的发送与接收, 对环境温度实时采集, 完成障碍物距离计算和温度补偿;
- (3) 合成语音提示、遇障提醒、整点报时、按键控制、实时北京时间播报等;
- (4) 时间和闹钟模式, 按键和语音结合可调;
- (5) PWM 控制电机的转动, 实现振动提示功能。



图 5 主程序设计流程图

3.2 超声波发送接收程序

TMS320F28027 定时器控制发出 40 kHz 的脉冲信号。

定时器 0 主要用于产生超声波脉冲信号, 设定每 1 秒发一次超声波, 并且在此中断中完成时钟的刷新, 超声波接收电路将超声波调制脉冲变为交变电压信号, 经处理电路输出由高电平跃变为低电平, 作为外部中断请求信号, 送至 CPU 中处理。定时器 1 主要利用其计数功能记录超声波发射的时间和收到反射波的时间, 在启动发射电路的同时启动 CPU 内部的定时器, 利用定时器的计数功能记录超声波发射的时间和收到反射波的时间。当收到超声波反射波时, 产生一个中断请求信号, CPU 响应外部中断请求, 执行外部中断服务子程序, 读取时间差, 计算距离。其外部中断服务子程序和定时器中断服务子程序流程如图 6 所示。

3.3 按键处理程序

系统中设置 3 个按键: MODE 键, UP 键和 DOWN 键。其中 MODE 键用于数码管模式控制, 共有 4 种模式: mode 0: 显示北京时间; mode 1: 北京时间分钟修改模式; mode 2: 北京时间小时修改模式; mode 3: 闹钟设置和修改模式。UP 键在 mode0 下, 按下时语音读出当前实时北京时间, 在其他模式下均用于小时的修改; DOWN 键在 mode1、mode2 和 mode3 下用于分钟修改。图 7 所示为按键扫描流程图。

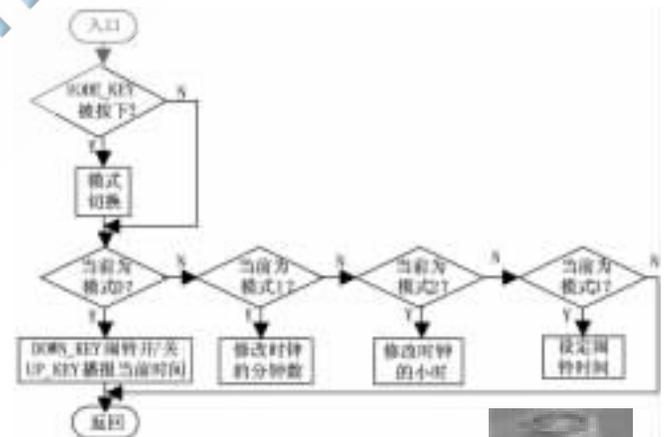


图 7 按键扫描框图

4 实验测试结果

本设计中描述的多功能导盲杖的简易装置如图 8 所示。

4.1 障碍物距离测试

改变障碍物距离, 测试结果如表 1 所示。

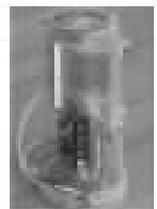


图 8 导盲杖控制器简易装置图

表1 障碍物距离检测表

次数	障碍物距离/m	语音播报	振动
1	0.2	正常	正常
2	0.8	正常	正常
3	2	正常	正常
4	3.2	正常	正常
5	4	正常	正常
6	5	正常	正常

4.2 按键和显示的测试

各模式下按键和显示情况如表2所示。

表2 各种模式下的按键及显示情况表

Mode 键	UP 键按下	DOWN 键按下	显示
Mode 0	实时北京时间语音播报	开 LED 功能	正常
Mode 1	北京时间分钟增修改	北京时间分钟减修改	正常
Mode 2	北京时间小时增修改	北京时间小时减修改	正常
Mode 3	闹钟定时分钟设定	闹钟定时分钟设定	正常

节能环保的思想一直是电子设备的主流,手持设备中使用太阳能供电是未来发展的一个新方向。本文从节能、测距精确度以及人性化设计等方面进行考虑,使用太阳能供电,采用带温度补偿的新型超声波探测电路测

距,设计出一款节能环保、探测精度高、灵敏度高、稳定可靠、性价比高、操作简单、功能较多的智能导盲装置。

参考文献

- [1] 马继鹏,尚璇.基于51单片机的语音导盲系统的设计[J].科技资讯,2011(11):2-3.
- [2] 曹文思,巩鲁洪.基于ATmega 64单片机智能导盲系统设计[J].华北水利水电学院学报,2010,31(5):107-108.
- [3] 张兰,杨济民.基于C8051F060的超声波导盲系统设计[J].元器件与应用,2010,25(3):160-163.
- [4] 吴进明.超声波导盲器的设计[J].单片机开发与应用,2006,22(5-2):100-103.
- [5] 张彦潮,钟锺,徐敏,等.基于超声检测技术的智能导盲杖控制器设计[J].高校教育研究,2009(8):194-195.
- [6] 吴飞斌,张晋平,陈文娟.太阳能超声波导盲器的研制[J].现代电子技术,2011(17):34-36.

(收稿日期:2011-10-17)

作者简介:

郭燕琼,女,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:太阳能光伏发电。

张建军,男,1959年生,副教授,硕士研究生导师,主要研究方向:变频器技术,电源以及太阳能光伏发电。