

基于 AVR 单片机的人体接近智能电子解说系统设计^①

Design of Intelligent Electronic Explanation System Based on AVR Microcontroller

唐春霞^{1,2} 王红梅² 唐汝沅² 李晓峰²

(1.长沙民政职业技术学院 电子系 湖南 长沙 410004; 2.张家界航空工业

职业技术学院 湖南 张家界 416000)

摘要: 随着旅游业的发展,旅游景点电子解说系统在景区的作用越来越引起人们的关注。文中介绍一种以 ATmega64 微控制器为控制核心的人体接近智能电子解说系统设计方案,给出了系统的组成,详细阐述了单片机控制器的设计、单片机与 SD 卡接口电路的设计、MP3 解码电路的设计和语音播放软件的设计。经测试,该系统稳定地实现了旅游景点自动语音播放功能。

关键词: 旅游 智能化 微控制器 电子解说 MP3 解码

随着我国经济的发展和人们生活水平的不断提高,以休闲、观光为主的旅游业已越来越受到人们的关注。传统的旅游景区解说工作主要由解说员担任,很难保证解说质量,特别是人数较多、多个解说员同时讲解的时候,观众或游客大多听不到或听不清楚解说内容。为适应旅游业发展的需要,自动解说系统在国内外得到广泛发展,从最初采用的静态文字显示系统到非导游讲解的电子解说器,以及现在的数字化电子语音解说系统。在我国的广西桂林、北京颐和园等大型旅游景区也采用了各种类型的电子解说系统,如多语种无线收发式导游解说系统、游船多语种导游解说系统、多媒体触摸式电子解说系统、便携式数码解说系统等。

张家界作为我国著名的旅游区,一流的软硬件服务资源显得很重要,景区旅游服务的电子化、智能化是全方位提高服务档次和水平的发展方向。本文结合张家界旅游经济发展的需要,介绍一种人体接近智能电子解说系统,既节省人力,又保证解说的质量。

1 系统组成

人体接近智能电子解说系统由热释电红外探测、传感器信号处理电路、单片机控制器、大容量存储系统、数字语音解码、功放电路、显示电路等部分组成,其结构方框图如图 1 所示:



图 1 人体接近智能电子解说系统结构框图

2 系统硬件电路设计

2.1 单片机控制器设计

单片机控制器是整个系统的核心,主要完成 MP3 音频解说文件的调用、解码和显示、USB 接口协议、人体信号检测等任务,要求具有较高的处理能力,较大的片内 RAM,尽可能集成多的模块与接口,同时还要具有低功耗特性。考虑到开发平台的成本与开发难

① 基金项目:湖南省自然科学基金项目(06D096)

收稿时间:2008-08-17

易度，系统采用了8位AVR单片机ATMEGA64。该最小系统包括了简单按键复位电路、晶振电路、RS232电平转换电路和一个ISP下载接口，如图2所示。由于AVR单片机采用CMOS技术和RISC架构，实现了高速（50ns）、低功耗（uA级）、休眠功能。

2.2 热释电红外探测器设计

本项目的核心任务之一是人体检测，系统采用热释电红外探测的方法来进行人体检测，其基本原理是，人体都有恒定的体温（一般在37度），会发出特定波长为10um左右的红外线，这一红外线通过菲涅尔滤光片增强后聚集到红外感应源上。红外感应源通常采用热释电元件，这种元件在接收到人体红外辐射温度发生变化时就会失去电荷平衡，向外释放电荷，经检验处理后即可产生控制信号。为了开发的方便，我们使用了一体化的热释电红外探测模块来完成该任务，其结构框图如图3。

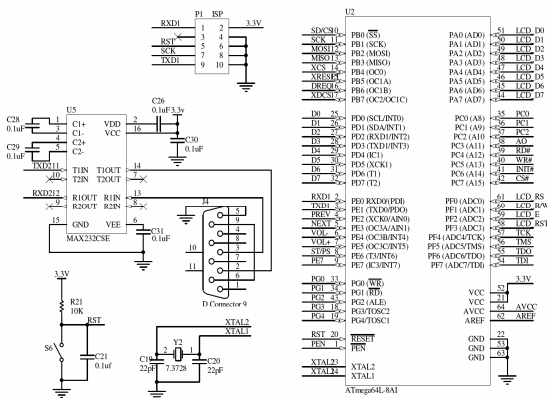


图2 TMEGA64控制系统电路

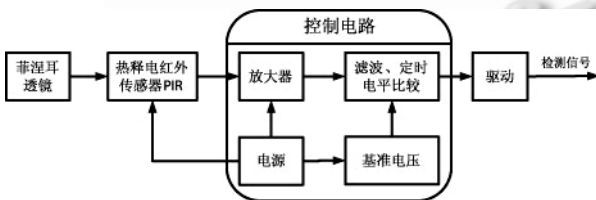


图3 一体化的热释电红外探测器

2.3 语音存储器设计

系统选择SD卡作为语音解说词的存储器。SD卡(Secure Digital Memory Card)是一种基于半导体快闪记忆器的新一代记忆设备。具有体积小、重量轻，记忆容量大、数据传输率快、移动灵活性大、安全性好、价格便宜等特点，ATMEGA64可直接通过SPI

口与SD卡连接，ATMEGA64单片机与SD卡的接口电路如图4所示：

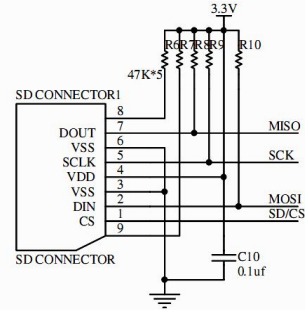


图4 单片机与SD卡的接口电路

2.4 MP3 解码设计

人体接近智能电子解说系统中大量的语音解说数据以MP3格式的文件存储于大容量SD卡中，这些数据是不能直接经DA转换得到语音信号，需要把它解码后才能播放。本系统采用专用的硬件MP3解码芯片VS1003，这样，单片机把SD卡中读取的MP3数据不加任何处理地经SPI接口交给VS1003，VS1003硬件电路设计如图5。由于单片机内部SRAM容量有限，所以每次传输不可能缓冲大量的数据。在程序中，为数据交换在单片机内部开辟了512个字节的缓冲区，这刚好是SD卡一个扇区的容量大小。为了保证语音播放的连贯性，数据的传输是在一个while(1)的超级循环中不断进行的，经过实际测试，ATMEGA64能够处理得过来语音播放所需要的数据流量。

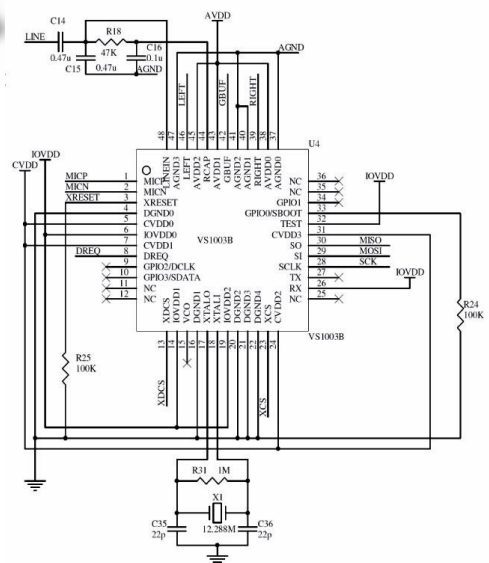


图5 VS1003硬件电路设计

3 语音播放软件的设计

3.1 SD 卡初始化

SD 卡在上电复位后, 自动进入 SD 模式, 这个模式下单片机无法完成 SD 卡的读取。要能对 SD 卡进行读取和写入操作, 必须使得 SD 卡工作在 SPI 模式, SD 卡初始化的过程就是设置 SD 卡工作在 SPI 模式。

3.2 FAT16 文件数据的读取

语音解说词是以文件的形式存放于格式化为 FAT16 的 SD 卡中, 因此, 要实现语音播放, 单片机必须能识别 SD 卡上的文件系统。本产品中 512MB SD 卡的文件系统结构如表 1:

表 1 512MB SD 卡的文件系统结构

文件系统结构	说明	扇区起始号	占用扇区个数
Partion Boot Sector	分区记录扇区	0	1
Reserved sectors	保留扇区	0	4
FAT1	文件分配表 1	4	242
FAT2	文件分配表 2	246	242
DIR	文件根目录区	488	32
User Data	数据区	520	990456

BPB (BIOS Parameter Block) 是 FAT 文件系统中的一个重要的参数表, 它表明了该分区一系列重要参数, 例如总区数、每个簇的空间大小、FAT 表所占用的扇区数等。在 SD 卡中, 保留扇区第一个扇区的第 12~36 字节即为 BPB。表 2 给出了 BPB 各字段的内容及说明。

由于 FAT 文件系统采用链式存储原理, FAT 表格中记录了每个文件的起始簇号、后继簇号、终止簇号。用 FAT[i]表明在 FAT 表中簇号为 i 的字段的内容, 且每个 FAT[i]占用 2 个字节。在 FAT16 文件系统中, 由于 FAT[0]与 FAT[1]默认值为 0xFFFF, 因此, FAT 表从 FAT[2]开始存储文件的起始簇号与终止簇号, 文件的起始簇号为 0x0002。在 FAT 表中, 用 0x0000 表示该簇号对应的存储空间没有被文件占用, 用 0x0002~0xFFFFE 的值表明起始簇号与存储后继内容的下一个簇号, 若一个文件在簇号为 i 的存储空间终止, 则 FAT[i]中的内容就为 0xFFFF。在第 2 个 FAT 表之后是 DIR 区, 每个 FAT16 文件都对应一个目录项, 每个目录项的大小为 32 个字节。由于 DIR 占用

表 2 BPB 各字段的内容及说明

字节位移	字段长度	例值	名称和定义
0x0B	2	0x0200	扇区字节数(Bytes Per Sector): 硬件扇区的大小。本字段合法的十进制值有 512、1024、2048 和 4096。对大多数磁盘来说, 该取值为 512
0x0D	1	0x40	每簇扇区数(Sectors Per Cluster): 一个簇中的扇区数。由于 FAT16 文件系统只能跟踪有限个簇(最多为 65536 个)。因此, 通过增加每簇的扇区数可以支持最大分区数。本字段合法的十进制值有 1、2、4、8、16、32、64 和 128。
0x0E	2	0x0001	保留扇区数(Reserved Sector): 第一个 FAT 开始之前的扇区数, 包括引导扇区。本字段的十进制值一般为 1
0x10	1	0x02	FAT 数(Number of FAT): 该分区上 FAT 的副本数。本字段的值一般为 2
0x11	2	0x0200	根目录项数(Root Entries): 能够保存在该分区的根目录文件夹中的 32 个字节长的文件和文件夹名称项的总数。在典型的硬盘上, 本字段的值为 512。其中一项被用作卷标号(Volume Label), 长名称的文件和文件夹每个文件使用多个项。文件和文件夹项的最大数一般为 511, 但是如果使用的长文件名, 往往都达不到这个数
0x13	2	0x0000	小扇区数(Small Sector): 该分区上的扇区数, 表示为 16 位(<65536)。对大于 65536 个扇区的分区来说, 本字段的值为 0, 而使用大扇区数来取代它
0x15	1	0xF8	媒体描述符(Media Descriptor): 提供有关媒体被使用的信息。值 0xF8 表示硬盘, 0xF0 表示高密度的 3.5 寸软盘。媒体描述符用于 MS-DOS FAT16 磁盘
0x16	2	0x00FC	每 FAT 扇区数(Sectors Per FAT): 该分区上每个 FAT 所占用的扇区数。计算机利用这个数和 FAT 数以及隐藏扇区数来决定根目录的位置。计算机还可以根据根目录中的项数(512)决定该分区的用户数据区的位置
0x18	2	0x003F	每道扇区数(Sectors Per Trank)
0x1A	2	0x0040	磁头数(Number of head)
0x1C	4	0x0000003F	隐藏扇区数(Hidden Sector): 该分区上引导扇区之前的扇区数。在引导序列计算到根目录和数据区的绝对位移的过程中使用该值
0x20	4	0x003EF001	大扇区数(Large Sector) 如果小扇区数字字段的值为 0, 本字段就包含该 FAT16 分区中的总扇区数。如果小扇区数字字段的值不为 0, 那么本字段的值为 0

了 32 个扇区，所以在 DIR 中总共有 512 个目录项，这可以通过读 BPB 表中偏移 0x11 的内容来得到。

单片机读取 SD 卡中 FAT16 文件数据的过程：首先读取 SD 卡中保留分区的 BPB 字段，从中获取 FAT 表和 DIR 的位置，再根据 DIR 中记录的目录项找到语音解说词文件的起始簇号，最后从起始簇号、以及 FAT 表中记录的下一簇号把文件中的数据读取出来。由于 SD 卡扇区的字节数为 512，所以在单片机中开辟了一个 512 字节的缓冲区，读出的数据先存入缓冲区，再送入解码电路完成声音的解码。

3.3 语音播放

由于本系统使用的是片内资源有限的单片机作为控制模块，因此，无法使用嵌入式操作系统对程序执

行进行管理，而是用了一个超级循环+中断的程序结构。程序中定义了一个全局标志变量 Flag_Human，用以标志是否有人体在附近。程序每隔 100ms 检测一次传感器的输出信号，用检测结果设置 Flag_Human 标志变量，有人体在附近置位该变量，否则清零该变量。语音播放部分不断读取标志变量 Flag_Human 的取值，根据该变量的值决定是否播放解说词。语音播放部分的程序流程如图 6。

4 结束语

人体接近智能电子解说系统将先进的语音压缩技术、数码存储技术、单片机控制技术结合起来，具有智能化、高音质、实用性强等特点，并能自动根据旅游者的到来对景点内容进行解说，实现了旅游服务的电子化、智能化。所开发样机能够检测到半径在 5~7 米范围内的人体移动，并稳定地实现了旅游景点自动语音播放功能。

参考文献

- 1 马潮.AVR 单片机嵌入式系统原理与应用实践.北京:北京航空航天大学出版社, 2007:20-162.
- 2 陈桂培,林水生.基于单片机的电子导游 MP3 设计.世界电子元器件, 2004(10): 51-53.
- 3 Atmel. ATmega64 Datasheet. Atmel Corporation,2003.

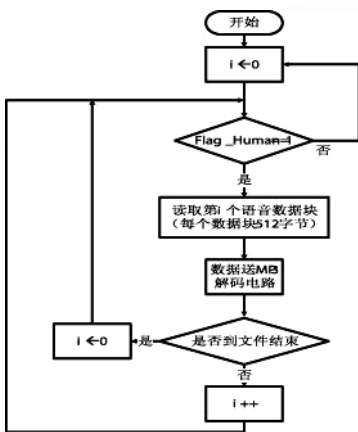


图 6 语音播放程序流程