

基于 DSP的 RFD基带模块设计

周伟,李宏生,朱懿,李燕

(东南大学 仪器科学与工程系,江苏 南京 210096)

摘要: 介绍以 TMS320F2812为核心的超高频段射频识别系统基带模块的硬、软件设计,并对 DSP芯片所进行的信号编码、解码和多卡识别反碰撞技术进行探讨,系统测试表明,本模块在测试环境中能高效、稳定工作。

关键词: 射频识别;DSP;编码;解码;反碰撞算法

中图分类号: TP332

文献标识码: B

文章编号: 1006-2394(2006)05-0056-03

Design of a Base Band Module for RFD System Based on DSP

ZHOU Wei, LI Hong-sheng, ZHU Yi, LI Yan

(Instrument Science and Engineering Department of Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The hardware and software designs of a base band module for Radio frequency identification (RFD) system are described in this paper. This system uses TMS320F2812 as CPU and works on ultrahigh frequency(UHF). The signal encoding, decoding and anti-collision technique in multiple tags identification are discussed. This system works efficiently and stably in the testing environment.

Key words: RFD; DSP; encoding; decoding; anti-collision algorithm

1 系统组成

1.1 系统结构和工作原理

本文所述的 RFD系统由基带模块、射频模块、上位机和电子标签组成,其中基带模块和射频模块组成了读写器。系统工作在一定的频率范围,以半双工的方式在读写器与电子标签之间双向传递数据。其结构图如图1。

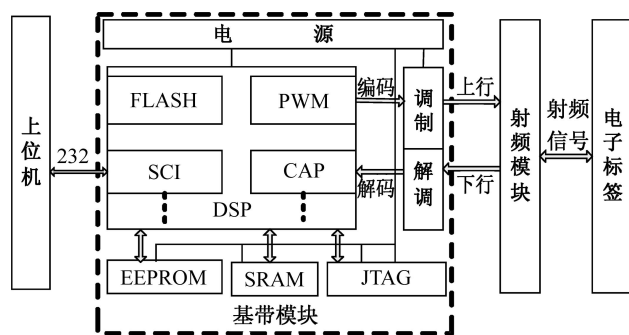


图1 系统结构框图

在进行射频识别时,读写器首先将搜寻命令调制到载波上通过天线发送,在天线视场范围内的电子标签通过载波获得电源和搜寻信息,经解调和信息匹配后把自身相关信息发送给读写器,读写器对接收到的信号进行解调、解码及其他处理后送到上位计算机以满足用户相关需求。

从结构图和工作原理可见,RFD的基带模块是整个系统的核心部分,它的功能和特性直接影响到系统

的性能。

1.2 DSP特性和接口

本系统采用 TI公司的数字信号处理器 TMS320F2812作为主控芯片。该芯片采用高性能静态 CMOS技术,具有低功耗、高速度的特点。其内核采用 1.8V供电,I/O口采用 3.3V供电;主频高达 150MHz,单指令周期仅为 6.67ns,从根本上满足了基带模块的编解码和多卡反碰撞功能对 CPU处理速度的苛刻要求。该芯片提供了 8KB(16位)的 Flash,总容量达 18KB(16位)的单口随机存储器(SRAM)和多达 1MB的外部存储接口,该芯片扩展了 SPI接口;2个高速事件管理器,其中包含脉宽调制接口(PWM)和事件捕获器(CAP);支持 JTAG边界扫描,极大地方便了代码开发。

2812芯片内核的供电电压为 1.8V、I/O口供电电压为 3.3V,而外部提供的工作电压为 5V,因此系统使用 TI公司的 TPS767D318作为电压转换芯片,可同时为 DSP提供 3.3V和 1.8V电压。

2812芯片提供了大容量的 Flash和 SRAM,但考虑到开发阶段一般都把程序装载到 RAM,故选用了一片 3.3V的低电压 SRAM作为开发阶段的程序存储,本系统选用 CY公司的 CY7C1021CV33芯片。本系统还选用了一片 SPI接口的 EEPROM来保存初始化所需的重要参数。

系统的通讯模块采用 2812自带的异步串行通讯接口(SCI),它具有双向缓冲功能,独立的中断位和控

收稿日期: 2006-05

作者简介: 周伟(1980—),男,硕士研究生,研究方向为精密仪器科学、嵌入式系统;李宏生,男,教授。

制位。为保证通讯数据的完整性,本系统的串口通讯采用对传输数据求异或和进行校验。

1.3 上行信息编码与调制

上行信号是指从读写器发送到目标电子标签的信号,其编码方式采用脉宽调制脉冲编码。编码格式为在周期为 $14\mu\text{s}$ 的时钟频率上,占空比为 $1/8$ 的脉冲信号表示“0”,占空比为 $3/8$ 的脉冲信号表示“1”。经过编码后的上行信号由射频模块通过二进制振幅键控(2ASK)的方法调制到超高频的载波上通过天线发射。该调制方式的实现需要基带模块提供摆幅为 $0\sim 5\text{V}$ 、精度要求达到 10 位的可控 D/A 输出,作为调制参数对读写器输出功率和载波调制深度进行控制。对该参数的产生,本系统采用定时器控制 I/O 口的输出占空比进行输出,由于 2812 没有专门的 D/A 接口,因此使用 PWM 口输出信号经滤波后实现 D/A 功能。

TMS320C2812 芯片提供的 PWM 输出,是一种周期和占空比均可变、幅值为 3.3V 、单边脉宽调制信号,因此需要将输出通过同相缓冲器把摆幅变到 $0\sim 5\text{V}$ 。该信号的傅里叶展开表达式为:

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos 2n\pi ft + B_n \sin 2n\pi ft) \quad (1)$$

其中, $f = 1/T$ 为基频,式中 A_n 、 B_n 为各自独立的傅里叶系数;由于该函数是一个关于原点对称的偶函数,因此对占空比为 k 、幅值为 5V 的 PWM 信号有:

$$A_0 = 5 \cdot k \quad (2)$$

$$A_n = 5 \cdot \frac{1}{n} \{ \sin(n\pi k) - \sin[2n\pi(1-k/2)] \} \quad (3)$$

$$B_n = 0 \quad (4)$$

由此可知, A_n 代表 PWM 信号的高频谐波分量,后接低通滤波器的截止频率小于基频即可滤掉; A_0 就是所需要的 D/A 直流输出。因此只要改变 PWM 信号的占空比 k ,就能实现电压范围为 $0\sim 5\text{V}$ 的 D/A 转换输出。

PWM 信号转换成 D/A 输出的精度,取决于 PWM 口能够输出的最小直流分量以及因滤波不彻底而产生的纹波这两个方面。由式(2)可知,当占空比 k 为最小时 (k_{\min}) 所获得的直流分量最小,而 k_{\min} 的本质是系统时钟周期和 PWM 输出信号周期之比。显然系统时钟周期是固定的 (667ns),因此 PWM 信号的周期越长(频率越低) D/A 的输出精度就越高。但是如果 PWM 信号基频过度的降低,会造成滤波后直流分量的纹波变大,精度反而会降低。因此 PWM 输出信号频率的选取要适中。

2812 的系统时钟频率为 150MHz ,当 D/A 精度为 10 位,即 k_{\min} 为 $1/1024$ 时应满足 PWM 输出基频为 150kHz 。这也是低通滤波器的截止频率,它采用巴特沃思二阶低通滤波电路,它由两节 RC 滤波电路和一个电压跟随器组成。如图 2 示。

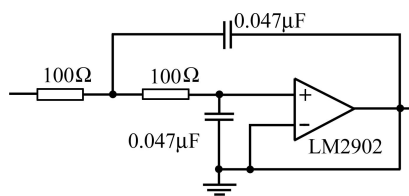


图 2 D/A 滤波电路

1.4 下行信号解码

下行信号是指电子标签回发给读写器的信号,其通信速率为上行速率的 2 倍。用等脉宽的“1010”表示二进制“1”,“1100”表示“0”。因此下行信号编码也可以视为一种特殊脉宽调制编码。

对下行信号的解码,是利用事件管理器中捕获单元(CAP)的捕获功能结合定时器来实现。在捕获单元使能后,其引脚上的指定上升沿跳变触发定时器,在下次上升沿来到时触发捕捉中断和停止定时器,在中断程序中通过相临两个上升沿的间隔时间来判别是数据“0”还是数据“1”。

2 软件设计

2.1 DSP 程序设计

主程序首先是 DSP 系统初始化,即对 DSP 内部一些寄存器进行初始化设置;然后是射频识别读写器初始化,读写器初始化所需要的参数是通过 I/O 口模拟 SPI 接口协议从 EEPROM 中读取。初始化后程序通过射频模块发送搜索电子标签的命令,然后在规定的时长内等待标签的应答,没有应答则循环发送。收到应答信息后,程序根据信息的完整性校验结果(CRC 校验)来判断是单卡应答还是有多卡碰撞,如果没有碰撞则将信息解码并从串口传给上位机。如果出现碰撞则调用反碰撞算法,将多张卡的信息分别解码并上传给上位机。主程序的流程见图 3。

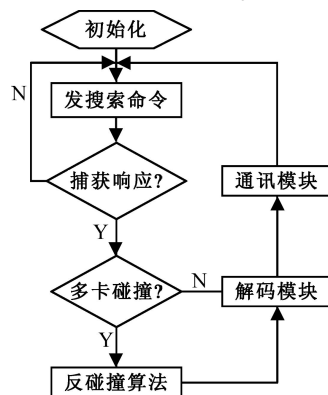


图 3 主程序流程图

2.2 反碰撞算法设计

所谓的反碰撞算法就是一种能解决 RFD 系统中在工作中遇到的多卡同时应答而引起通讯冲突的方法。首先介绍两条重要的上行命令,ScrollID:该命令包含有若干位的匹配码和 8 位标明该匹配码在 ID 号中位

