

EZ-USB FX2 芯片内集成 I²C 总线控制器的特性及其应用

王永涛, 王广君

(中国地质大学 信息工程学院 湖北 武汉 430074)

摘要: EZ-USB FX2 是 Cypress 公司推出的 USB 2.0 控制器, 当用于高速数据采集系统时, 其片内集成的 I²C 总线控制器可以很好地实现与一些串行外设的无缝接口。本文介绍了 EZ-USB FX2 芯片内集成的 I²C 总线控制器的特性, 并详细说明了其应用于图像采集卡中, 通过 I²C 总线对视频解码器 SAA 7113H 寄存器的配置过程。最后给出了 EZ-USB FX2 实现配置过程的固件程序, 包括 I²C 中断的设置, 并在中断服务程序中采用汇编语言与 C51 语言混合编程, 提高系统的实时性。此种设计电路简洁, 程序实现容易, 具有很大的优越性。

关键词: I²C 总线; EZ-USB FX2; SAA 7113H; I²C 中断

中图分类号: TP303

文献标识码: B

文章编号: 1004-373X (2005) 05-104-02

Characteristic and Application of Integrated I²C Compatible Controller in EZ-USB FX2 Chip

WANG Yongtao, WANG Guangjun

(Institute of Information & Engineering Technology, China University of Geosciences, Wuhan, 430074, China)

Abstract: Cypress's EZ-USB FX2 is the world's first USB 2.0 integrated microcontroller, its integrated I²C compatible controller can well connect some external devices with I²C interface in high-speed data acquisition system. In this paper, the characteristic of integrated I²C compatible controller in EZ-USB FX2 chip is introduced, and it applies in image acquisition system, internal registers of video decoder SAA 7113H are configured via I²C Bus controlled by EZ-USB FX2. In the last, the firmware program is provided. In order to improve system's speed, assemble language and C51 language has been adopted together in interrupt service routine. This design has some strongpoints, such as circuit succinctness, realizable programming and so on.

Key words: I²C Bus; EZ-USB FX2; SAA 7113H; I²C interrupt

EZ-USB FX2(FX2)是Cypress公司推出的USB 2.0 控制器, 当用于高速数据采集系统时, 其片内集成的 I²C 总线控制器可以很好地实现与一些串行外设(如串行存储器、串行A/D转换器等)的无缝接口。本文介绍了FX2片内 I²C 总线控制器实现 I²C 协议、I²C 中断等特性, 并将FX2应用于图像采集卡中, 利用 I²C 总线对视频解码器 SAA 7113H 的寄存器进行配置, 方便地实现了图像的采集。

1 FX2 片内 I²C 总线控制器的特性

FX2 芯片内集成的 I²C 总线控制器具有 2 种功能: 启动加载数据和通用 I²C 总线接口。其中, 启动加载数据就是当芯片上电复位后, 通过检查其 I²C 总线上是否连接有串行 EPROM, 以决定采用何种设备固件加载方式; 通用 I²C 总线接口可以很方便地连接一些串行外设。其 I²C 总线的默认传输速率为 100 kb/s, 可以被配置成快速方式, 传输速率可达 400 kb/s。FX2 只作为主设备, 任何总线冲突将产生一个错误位, 中断数据的传输。另外, 芯片的串行数据线(SDA)和串行时钟线(SCL)需分别连接 2.2 kΩ 上拉电阻。

FX2 中 I²C 总线寄存器如表 1 所示, I2DAT 为 8 b 数据寄存器, 负责数据的读入或送出; I2CTL 为配置寄存器, 负责配置总线; I2CS 为控制状态寄存器, 负责控制传输和报告各种状态。

表 1 FX2 中 I²C 总线控制器寄存器

地址	名称	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
E678	I2CS	START	STOP	PLASTRD	D1	D0	BERR	ACK	DONE
E679	I2DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
E67A	I2CTL	0	0	0	0	0	0	STOP	400 kHz

开始控制位 START 当 START 位被配置为 1, 写入数据到 I2DAT, 开启 I²C 总线数据传输。此位在接收器的应答信号期间自动清零。

停止控制位 STOP 当 STOP 位被配置为 1, 当前总线数据传输完后, 停止 I²C 总线数据传输。此位在总线停止传输数据后自动清零。

错误状态位 BERR 当总线上出现错误时, BERR 位被置为 1。此位也可自动清零。

应答信号状态位 ACK ACK 位为 1 时, 表示接收器成功接受数据; 反之, 表示数据传输失败。此位在读传输时被忽略。

状态位 DONE 当完成 1 B 数据传输后, FX2 设置

收稿日期: 2004-10-16

DONE 位, 并产生中断。当读或写 I2DAT 寄存器时, 此位自动清零^[1]。

由上可知, 只要正确配置或读取 I2CS 和 I2CTL 中相应的状态位, 并向 I2DAT 中写入数据或从其中读出数据, 就能完成 I²C 总线数据的传输, 即 EZ-USB FX2 通过表 1 中的 3 个寄存器实现了 I²C 总线协议, 方便、快捷地完成数据的传输。

I²C 中断是 FX2 中断系统中 13 种中断之一。当 I²C 总线上传完 1 B 数据且 DONE 位被置为 1 时, 产生该中断。其中断向量为 0x4B, 中断使能位于内部寄存器 EIE 的 D1 位, 中断标志位于内部寄存器 EXIF 的 D5 位。任何时候对 I2CS 或 I2DAT 寄存器读或写操作时, 中断标志位自动清零。

2 FX2 对 SAA7113H 寄存器的配置

SAA 7113H 是 Philips 公司的高性能视频 A/D 转换芯片, 兼容 PAL, NTSC, SECAM 多种制式, 可以自动检测 50 Hz 或 60 Hz 的场频, 可以自动在 PAL, NTSC 制式之间切换其输入可以被配置成 4 路 CVBS 或 2 路 S 视频(Y/C) 信号, 输出为标准的 ITU - 656 YUV 4 2 2 (8 b) 信号。SAA 7113H 内部具有 256 B 的寄存器, 可以通过修改寄存器的值来配置视频的特性 (如图像的亮度、色度、饱和度、同步信号的选择等), 寄存器的配置需要通过 I²C 总线进行。

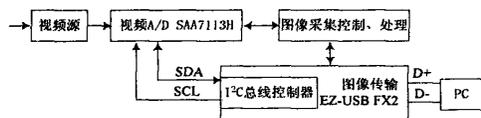


图 1 图像采集卡示意框图

如图 1 所示, FX2 应用于图像采集卡中, 负责图像的传输, 同时其片内集成的 I²C 总线控制器很好地实现了与视频 A/D 芯片 SAA 7113H 的接口, 在系统初始化期间, FX2 通过 I²C 总线方便、快捷地对 SAA 7113H 的寄存器进行配置, 具体配置过程如表 2 所示。

表 2 I²C 总线接口的写入配置过程

起始位	写从机地址	从机应答	寄存器子地址	从机应答	数据	从机应答	停止位
START=1	0x4A	ACK~s	0x01	ACK~s	n × (bytes + ACK~s)	STOP=1	

整个系统软件部分包括应用程序、驱动程序、固件程序 3 部分。固件程序设计是很重要的一部分, 下面以 Cypress 公司提供的 FX2 固件框架程序为基础, 给出了实现 I²C 总线接口对 SAA 7113H 寄存器配置过程, 配置程序流程图如图 2 所示。

首先在固件程序的主程序文件 FW.C 的使能中断部分加入:

```
EIE |= 0x01; // 使能 I2C 中断
```

在应用程序中设置一个启动配置的按钮, 通过控制管道传输此命令到固件程序, 激活设备请求命令分析函数

SetupCommand(void), 从而进入用户自定义命令函数:

```

BOOL DR_VendorCommand(void)
{
    switch (SETUPDATA[1])
        // SETUP 事务传输的 8 b 数据之一
    {
        case 0x2B: // I2C 总线配置请求号, 自定义
            {
                I2CS |= 0x80; // START= 1, 开启 I2C 总线
                I2DAT = 0x4A; // 写从机地址
                break;
            }
        // 将产生 I2C 中断, 进入中断服务程序
    }
    // .....
}

```

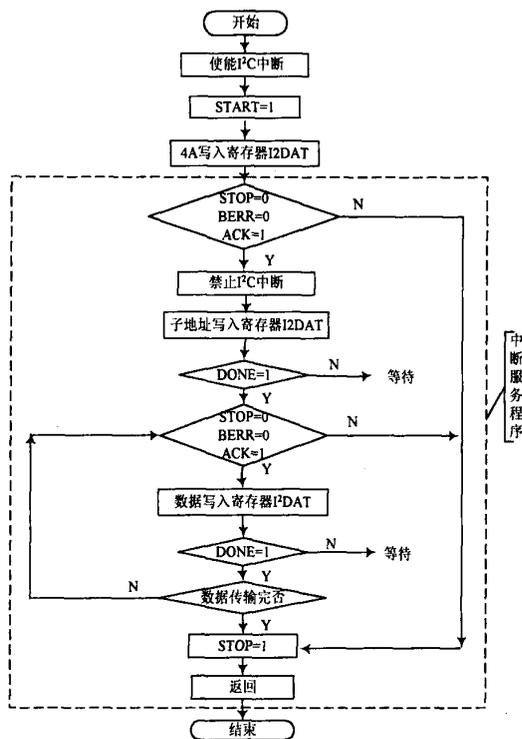


图 2 I²C 总线接口对 SAA 7113H 寄存器配置程序流程图

在主程序文件 FW.C 中加入 I²C 中断服务程序:

```

void I2C_ISR(void) interrupt I2C_VECT using 1
// I2C_VECT = 9 为 I2C 中断号
{
    if ((!(I2CS & 0x40)) && (!(I2CS & 0x04)) && (I2CS & 0x02)) // STOP= 0, BERR= 0, ACK= 1
    {
        EIE &= ~ 0x01; // 禁止 I2C 中断
        I2DAT = 0x01; // 寄存器子地址, 地址可自动增加

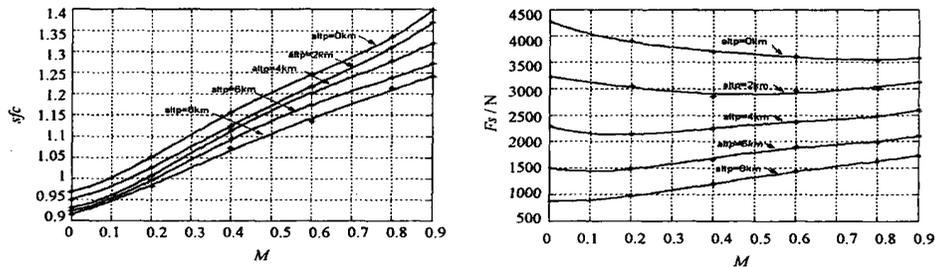
        # pragma asm
        // 汇编语言与 C51 混合编程, 提高代码执行效率
        .....
        MOV R0, # 00H // SAA 7113H 中需配置的寄存器数
        MOV DPTR, # 0E678H // I2CS 的地址为 E678H
        MOVX A, @DPTR
        ANL A, # 01H
        JZ $ // 判断 DONE 位是否为 0
L1: MOV DPTR, # 0E678H // I2CS 的地址为 E678H
        MOVX A, @DPTR
        ANL A, # 46H
        CJNE A, # 02H, L2 // 判断 STOP= 0, BERR= 0, ACK= 1
        MOV DPTR, # TABLE // 配置寄存器的数据存在表 TABLE
    }
}

```

(下转第 108 页)

算、流动关系计算 3 个层次, 并将这种层次关系概括为类属层次结构, 从而得到了特性计算的仿真对象模型。这种建模方法体现了面向对象的抽象与多态的思想, 低耦合、高内聚使得部件特性在充分表达的同时又不失各个层次互相联系的便捷, 基于此思想, 对于不同情况可以进行不同的层次概括, 从而得到不同的对象模型。

值得注意的是, 面向对象的建模方法仅改变仿真数学模型在具体计算的表达方式, 而不会对原问题的逼真度和收敛特性造成任何影响, 而代码的可重用性可大大加强, 当由于不同特性仿真问题提出不同的精度和速度要求时, 只需在已有类别基础上进行修改即可实现不同部件的建模和数值计算方法的调整。



F_s : 推力 (N); sfc : 耗油率(kg/(daN · h)); alt_p : 高度(km); M : 马赫数

图 2 飞行特性计算: 推力、耗油率的高度-速度特性

参 考 文 献

[1] Drummond C K, Follen G J, Cannon M. Objected - Oriented Technology for Compressor Simulation. AIAA 2004, 94 - 3095.
 [2] 谢志武, 苏明, 翁史烈. 可扩展的燃气轮机仿真对象模型[J]. 航空动力学报, 1999, 14 (2) .

[3] 董凯生. 航空涡轮发动机性能变比热计算方法[M]. 北京: 航空工业出版社, 1991.
 [4] 宛延. C++ 语言和面向对象程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
 [5] Curlett B P, Felder J L. Object - Oriented Approach for Gas Turbine Engine Simulation. NASA TM 106970, 1995.

(上接第 105 页)

```

MOV    A, R0
MOVC   A, @DPTR+ A           //取数据
MOV    DPTR, # 0E679H       //IDAT 的地址为 E679H
MOVX   @DPTR, A             //数据写入 IDAT
.....
NC     R0
MOV    A, R0
CJNE   A, # 0FEH, L1        //判断寄存器配置完否
SJMP   L2                   //表示已经配置完
TABLE: DB 0x08, 0xc0, 0x33, 0x00, 0x00, 0xe9
           //配置寄存器的数据表, 0x01~ 0x06
        DB 0x0d, 0x18, 0x00, 0x80, 0x40, 0x40 //0x07~ 0x0C
        DB 0x00, 0x01, 0x2a, 0x0c, 0x0c, 0xa7 //0x0D~ 0x12
        .....
        DB 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00 //0xFA~ 0xFF
L2:    MOV    DPTR, # E678H
        MOVX   @DPTR, # 40H //STOP= 1, 停止 I2C 总线
        .....
        # pragma endasm //汇编结束
    }
ELSE
{ I2CS |= 0x40; // STOP= 1, 停止 I2C 总线
}
    
```

3 结 语

文中利用 EZ - USB FX2 芯片内集成的 I²C 总线控制器很好地实现了与串行外设的接口, 且程序设计简单易行。与以往在高速数据采集系统中加入微控制器(如单片机等)与串行外设进行接口通讯的方法相比, 具有很大的优越性。

参 考 文 献

[1] Philips. SAA 7113H Data Sheet. <http://www.21ic.com>, 1999.
 [2] Cypress. CY7C68013, EZ - USB FX2 USB Microcontroller, High - Speed USB Peripheral Controller. <http://www.cypress.com>, 2002.
 [3] Cypress. EZ - USB FX2 Technical Reference Manual. <http://www.cypress.com>, 2001.
 [4] 王成儒, 李英伟. USB 2.0 原理与工程开发[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.

作者简介 王永涛 男, 1979 年出生, 湖北襄樊市人, 中国地质大学(武汉)信息工程学院在读硕士研究生。主要研究方向为数字系统设计(DSP, CPLD/FPGA, USB 2.0)、图像处理。
 王广君 男, 1964 年出生, 河南禹州市人, 副教授, 博士。从事电子技术、EDA 技术、图像处理、智能系统等方面的教学与研究, 发表论文 40 余篇, 曾获省科技进步奖一项, 发明奖一项。