

双端口 RAM 在 ARM 与 DSP 通信系统中的应用^①

刘玉珍, 张 晔

(辽宁工程技术大学 电子信息工程学院, 葫芦岛 125105)

摘 要: 通过使用 IDT70261 双端口 RAM 实现了 ARM 与 TMS320C6211 DSP 之间的高速实时数据通信, 给出了双端口 RAM 与 TMS320C6211 和 ARM 的硬件连接图和 ARM 驱动编写细节。

关键词: 双端口 RAM; TMS320C6211; ARM; 数据通信; 中断

Application of Dual-Port RAM to the Communication Between the ARM and DSP

LIU Yu-Zhen, ZHANG Ye

(School of Electronic Information Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

Abstract: The high-speed and real-time communication has been realized between the ARM and TMS320C6211 DSP through the use of IDT70261 dual-port RAM, giving the hardware connection diagram between the TMS320C6211 and ARM which is connected by dual-port RAM and the driver details of ARM.

Key words: dual-port RAM; TMS320C6211; ARM; digital communication; interrupt

后 PC 时代, 由于网络技术和集成电路技术的迅速发展, 利用嵌入式系统进行数字信号处理与传输成为可能。在 ARM 和 DSP 构成的双处理器系统中, 嵌入式作为主设备, 主要完成数据处理、存储与网络传输工作, 而 DSP 作为从设备需要负责复杂的算法实现。在此高速数据采集和处理系统中, 随着采样数据量的增大和处理任务的增加, 对数据的传送要求越来越高, 如果在两个系统端口之间没有能够高速传送数据的接口, 将会造成数据传送的阻塞, 严重影响系统的实时性与处理数据的能力, 因此此系统设计的重点之一是主从设备之间的数据通信。本文介绍用双端口 RAM IDT70261 完成 TMS320C6211 DSP 与嵌入式 ARM920T 之间的数据通信。

1 IDT70261 双端口 RAM 功能简介

IDT70261 是美国 IDT 公司生产的高速 16K×16 的双端口 SRAM, 其典型功耗为 750mW, 它具有两个等级的存取时间: 商业级有 15/20/25/35/55 ns (max), 工业级有 20/25/35/55ns (max)。双端口 RAM 有两个完全

独立的端口, 它们各自有一套相应的数据总线、地址总线和控制总线, 允许两个控制器单独或异步的读写其中任意一个存储单元。两个端口具有同样的对双端口 RAM 的读写操作能力, 但是当两个端口同时对同一地址进行读写操作时, 会因为数据的冲突而造成存储或读取的错误。对同一存储单元的操作存在以下四种情况:

- (1) 两个端口不同时对同一地址单元进行读写数据。
- (2) 两个端口同时对同一地址单元进行读出数据。
- (3) 两个端口同时对同一地址单元进行写入数据。
- (4) 两个端口同时对一个地址单元, 一个写入数据, 另一个读出数据。

前两种情况不会造成对双端口 RAM 的读写错误, 第三种情况会造成写入数据的错误, 第四种情况会造成读出错误。为了避免对双端口 RAM 造成读写错误, IDT70261 有以下几种仲裁控制方法。

① 收稿时间:2011-03-09;收到修改稿时间:2011-04-04

1.1 遇忙逻辑控制

当双端口同时对同一地址单元进行控制时，IDT70261 提供一种/BUSY 控制机制。双端口不对同一地址单元进行控制时，两个端口的/BUSY 引脚都为高，左右两个端口均可正常访问存储空间。当两个端口对同一地址单元进行存取时，一个端口的/BUSY 引脚为高(允许对存储空间的读写操作)，另一个端口的引脚为低(禁止对存储空间的读写操作)，哪一个请求信号在前，其端口引脚为高，另一个为低。两个端口请求读写的时间差最小为 5ns，当时间小于 5ns 时，系统会自动允许一个引脚读写，屏蔽另外一个引脚，防止出现对同一地址单元的读写错误。

1.2 中断控制机制

IDT70261 具有中断输出功能，中断工作时，双端口 RAM 的两个最高地址单元 3FFE、3FFF 作为“邮箱”来传递相应的命令。当中断功能不使用时，3FFE、3FFF 两个单元作为正常的存储单元使用。下面介绍中断工作原理。

左端口写地址单元 3FFF，/INTR 变为有效(低电平)，向右端口发送中断请求，右端口响应中断请求后，可向 3FFF 地址单元执行一次读操作，清除中断标志(/INTR 变为高电平)。同理，右端口写地址单元 3FFE，/INTL 变为有效(低电平)，向左端口发送中断请求，左端口响应中断请求后，可向 3FFE 地址单元执行一次读操作，清除中断标志(/INTL 变为高电平)。

1.3 令牌传递原理

IDT70261 内部有 8 个独立于双端口 RAM 的逻辑锁存单元，用来标明共享的双端口 RAM 是否正在使用。在此工作模式下，/SEM 用作锁存器的“片选”信号，地址线 A2~A0 用来寻址 8 个标志锁存器，数据线 D0 用来标志锁存器的状态。

端口向锁存器写入 0 表示申请控制权，写入 1 表示放弃使用权。当左端口要使用双端口 RAM 时，先写入 0 到标志锁存器，然后读出标志锁存器的状态，若读出的值为 0，则左端口获得该存储单元的使用权；若读出的值为 1，表明右端口正在使用该存储单元。此时，左端口要么循环检测锁存器状态，直到右端口使用结束，要么向锁存器写入 1，撤销请求。同理，若右端口使用双端口 RAM 时，仍按照上述步骤进行操作^[1,2]。

2 基于 IDT70261 的接口电路

本系统为视频数据采集处理系统，当摄像头采集后的数据经 DSP 压缩编码后输入到双端口 RAM 芯片中，ARM 处理器接收到数据请求后，接收图像数据，对数据进行存储和传输工作，最终将图像经过解码显示在终端 PC 机上。

基于 IDT70261 的接口电路图如图 1 所示，此系统采用中断控制机制，双端口 RAM 的一些功能引脚并不需要全部使用。双端口 RAM 的左端是 ARM920T 芯片，右端是 TMS320C6211 DSP 芯片。双端口 RAM 两个独立的数据线 D0L-D15L 和 D0R-D15R 分别与 ARM920 芯片和 DSP 芯片连接，地址线 A0L-A13L 和 A0R-A13R 也分别与上述两芯片连接。/CE 为芯片使能引脚，R/W 为读写控制引脚，/OE 为输出使能引脚，/INT 为中断标志引脚，/BUSY 为遇忙控制引脚，其连接电路如图 1 所示。

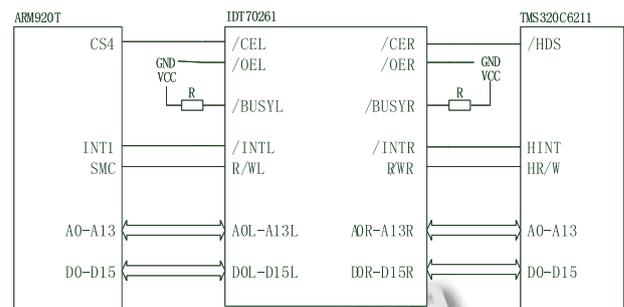


图 1 接口电路

3 数据通信的软件实现

本系统采用中断控制方式来实现对双端口 RAM 的读写操作。DSP 主要负责图像数据压缩工作，压缩后的数据传送给双端口 RAM。传送数据时，DSP 向信令字单元 3FFF 写入‘55H’，在 ARM 方产生中断后，ARM 读信令字单元 3FFF，如果是‘55H’，说明数据正在传输，读完数据后，向信令字单元 3FFE 写入‘AAH’，代表读完数据。DSP 接收到中断后，读信令字单元 3FFE，如果为‘AAH’，表示传输数据成功^[3,4]。

ARM 完成整个系统的实时控制，对双端口 RAM 的图像数据进行读取然后经过网络传递给 PC 机，因此需要驱动程序来实现双端口 RAM 与 ARM 之间的数据通信。驱动程序是应用程序与硬件之间的接口，用户可以通过驱动程序来间接的实现硬件的读写控制操作。双端口 RAM 的驱动程序主要任务是读双端口

RAM 数据到用户空间、把用户空间命令写入双端口 RAM 相应地址以及相应双端口 RAM 产生的中断。在驱动程序中,最主要的结构便是 `file_operation`,在里面包含了对文件的打开、关闭、读写和其他控制函数, `file_operation` 结构如下:

```
struct file_operation dualram_fop={
    .owner=THIS_MODULE,
    .read=dualram_read,
    .write=dualram_write,
    .ioctl=dualram_ioctl,
    .open=dualram_open,
    .release=dualram_release,
};
```

在使用设备之前需要对设备进行初始化,包括配置 ARM 接口寄存器、注册设备、申请中断和分配虚拟地址空间等。配置寄存器和注册申请工作在加载模块时实现,分配资源工作在 `dualram_open` 函数内实现。

配置接口寄存器, AT91RM9200 具有一个 EBI 接口,可以方便地连接各种存储设备,可以使用 EBI 接口中的 SMC 来控制读写,由 CS4 接口来控制双端口 RAM 的使能信号,通过向相应寄存器内写入控制字来实现 ARM 对双端口 RAM 的端口初始化工作。

在初始化函数 `init_dualram` 中,用 `register_chrdev` 将双端口 RAM 注册为一个字符型设备,用 `request_irq` 为设备申请相应的中断资源,函数如下:

```
myirq=request_irq(AT91RM_IRQ1,dualport_inter,
SA_INTERRUPT,"dualram",NULL)
```

在装载驱动时进行注册和申请,在卸载模块时必须进行注销,即在 `dualram_exit` 内执行 `unregister_chrdev` 和 `free_irq` 来释放资源。

Linux 无法直接访问某一物理地址空间,必须通过虚拟地址空间的映射机制来完成访问。映射工作在 `dualram_open` 函数内完成,因此每次打开设备都会完成此工作。所要用到的地址资源和数据结构定义如下:

```
#define dualram_base_addr 0x60000000
#define dualram_size 0x3fff
u16 *remaddr
```

通过使用函数 `remaddr = ioremap (dualram_base_addr , dualram_size);`进行虚拟地址映射,此后就可以使用 `remaddr` 来完成对实际双端口 RAM 空间的访问了。

为了有效的提高数据传输效率,驱动程序与应用

程序之间采用异步通知的机制,这样上层应用程序便可以知道 RAM 中的数据量是否达到阈值,而不用采用轮询的方式,占用处理器资源。异步通知机制分三步完成,首先需要让内核知道驱动程序与哪个进程通信,当进程使用系统函数 `fcntl` 执行 `F_SETOWN` 命令时,设备文件拥有者(owner)的 ID 号会被记录在 `flip->f_owner` 中,此时内核知道了与驱动进行通信的进程,然后应用程序调用 `fcntl` 的 `F_SETFL` 命令来激活异步通知机制,这样新数据到达时输入文件便可发送一个 `SIGIO` 信号到 `flip->f_owner` 中指定的进程。

图像数据到达后, Linux 内的应用程序完成对数据的读写操作,写操作函数为: `dualram_write`,就是利用 `copy_from_user` 把用户空间的数据写入到双端口 RAM 中,读操作函数: `dualram_read`,就是利用 `copy_to_user` 把双端口 RAM 中的数据读入到用户空间中^[5,7]。

4 测试结果

视频监控系统的测试环境是 ARM 920T 与 TMS320C6211 通过网络与 PC 互连构成一个简单的局域网。通过网络抓包软件可以统计网络的数据流量,通过 CCS 分析工具分析系统的实时性。系统的量化阶距越高,图像的压缩比率越大,所获得的图像质量越差,本系统设置的量化阶距设置为 75。经测试本系统的主要参数如下:图像的压缩格式为 JPEG,分辨率为 BMP(240×160),最大编码速度为 15 帧/秒,数据流量为 50-200kbps,网络采用 UDP/IP 协议,网络接口为 RJ-45 100Mbps。

5 结语

本文结合了嵌入式图像数据采集系统的设计,介绍了通过双端口 RAM 实现 ARM920T 与 TMS320C6211 DSP 之间的通信。利用双端口 RAM 的强大功能可以实现各种形式的处理器之间的高速数据通信。在信号处理领域和高速数据采集中,利用双端口 RAM 的几种不同仲裁机制,可以完成不同的数据传送要求。用它构成的接口电路具有传送速率高、实时性好、可靠性高、电路简单等优点。

参考文献

- 1 朱欣华.多机系统中双口 RAM 的构成方法及应用.测控技

(下转第 213 页)

上位机定时向基站进行访问, 基站收到访问请求后向上位机传输数据缓冲区内容。上位机收到后返回信息确认帧。基站接收到上位机的信息确认帧之后清除数据缓冲区内容。基站在规定投票时限内, 收回所有网络短地址, 使本次加入该网络的投票表决器全部脱离, 停止用户进行投票。

完成该阶段投票过程后, 进入新阶段投票时, 上位机向基站发送更新网络命令。此时, 基站重新允许投票表决器加入该网络。开始新一轮的投票过程。

4.4 实现结果

基站完成了联调工作。成功的实现了本文介绍的全部功能。图 5 为频谱仪监测基站与无线投票表决器进行通信时的数据传输情况。

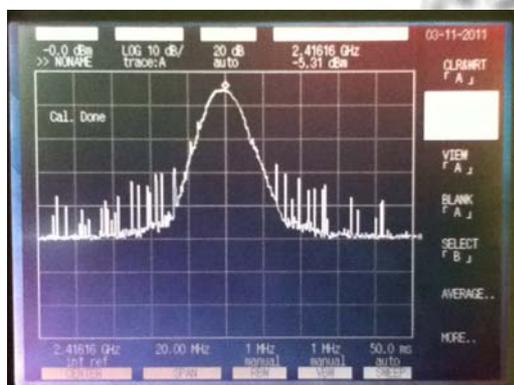


图 5 远程监控中心上位机监控软件

5 结论

本文设计的基站实现了以太网和 Zigbee 网络的连接, 为 Zigbee 网络实现远程监控提供了一些思路。该基站已投入市场, 并取得良好的经济效益。如何在功耗和传输速度上提高基站的性能以及设计出能与现行的多种协议互联的基站是我们今后研究的重点。

参考文献

- 1 Wang WD, Zou YX, Shi GY, Zhu YS. A web service based gateway architecture for wireless sensor networks. 11th International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT 2009,1(2):1160-1163.
- 2 Lin SZ, Liu JY, Fang YJ. ZigBee Based Wireless Sensor Networks and Its Applications in Industrial. IEEE International Conference on Automation and Logistics, 2007. 1979-1983.
- 3 李鸿强,苗长云.LwIP 移植到 uC/OS-II 中的实现天津工业大学学报,2006,25(4):38-40.
- 4 窦文.信任敏感的 P2P 拓扑构造及其相关技术研究[博士学位论文].长沙:国防科学技术大学,2000.
- 5 徐皓冬,王宏,杨志家.基于以太网的工业控制网络.信息与控制,2009,29(2):182-186.
- 6 Labrosse JJ.嵌入式实习操作系统 uC/OS-II.第 2 版.北京:北京航空航天大学出版社,2003.50-70.

(上接第 216 页)

- 1 术,2006,15(2):44-46.
- 2 安剑奇,廖丽清,温兴清.高速双端口共享存储器 IDT7025 及其应用.电子工艺技术,2006,27(5):291-293.
- 3 葛宝珊,李波,姚春连,等.基于 DSP 的视频编码器的设计与实现.计算机工程与设计,2003,1:36-38.
- 4 郭耀辉,胡波,赵建章,等.基于 TMS320C6211 的实时视频编码器.电视技术,2002,6:80-82,88.

- 5 唐朝云,孙丹,盛焕焯.基于 Linux 的嵌入式数字监控系统的设计和实现.计算机工程,2003,6:152-154.
- 6 Rubini A.Linux 设备驱动程序.第 2 版.魏永明,等译.北京:中国电力出版社,2002.410-422.
- 7 送任扩.嵌入式雷达视频数据采集系统设计[硕士学位论文].西安:西安电子科技大学,2009.