

文章编号:1000-582X(2003)08-0039-04

基于 TMS320C6201 EVM 板开发图像处理系统

朱雷^{1,2}, 黄席樾¹, 杨璟², 李强¹

(1. 重庆大学自动化学院, 重庆 400044; 2. 克拉玛依职业技术学院, 克拉玛依 833600)

摘要: 数字信号处理器(DSP)在图像处理等方面得到了广泛应用。在 DSP 系统的开发过程中, 需要对软件系统进行反复调试、改进, 而这项工作不可能在最终硬件系统上进行。采用基于 TMS320C6201 EVM 板的系统进行图像处理系统的开发, 利用 EVM 板所提供的硬件模块及配套提供的 HPI 动态链接库函数, 可以从 PC 端直接读写 DSP 存储器空间, 从而方便直观地观察系统运行的状态, 使开发人员可以把精力集中在 DSP 软件算法的编制和改进上, 大大提高开发效率, 保证了最终系统的稳定性和可靠性。

关键词: 图像处理系统; 数字信号处理; 性能评估板

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

数字信号处理器 DSP 在通讯、语音处理、图像处理等各方面得到越来越广泛的应用。DSP 应用系统的开发是一个复杂的过程, 其系统设计开发流程如图 1 所示^[1]:

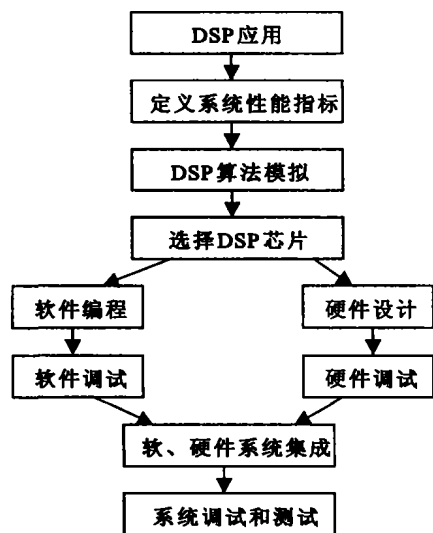


图1 系统设计开发流程

由设计流程可见, 系统的软硬件设计和调试可同步进行。而一个 DSP 系统的开发, 特别是软件开发是一个需要反复进行的过程。在软件编程、调试的同时,

硬件尚未设计、调试完成, 因而软件的调试不可能在最终的硬件系统上进行。即使硬件系统的设计、调试已经完成, 图像处理过程中及最后的图像数据也很难通过此系统进行直观、方便的观察。在笔者所开发的 DSP 图像处理系统中, DSP 芯片选择 TI 公司的高性能数字信号处理芯片 TMS320C6201, 因此, 为了方便软件编程、调试, 并对硬件选型进行测试, 配套使用了 TMS320C6201 EVM 板。

1 TMS320C6201 EVM 板简介

TMS320C6201 EVM 板是德州仪器公司的第一块采用 PCI 总线的评估板, 可作为通用高速信号处理平台, 尤其适用于图像处理系统。通过评估板可以评价 TMS320C6201 数字信号处理器的性能, 估计 DSP 是否能满足特殊应用的需求^[2]。

TMS320C6201 EVM 板有以下特点:

1) DSP

板上集成了 TMS320C6201 芯片, 可以全速验证 TMS320C6201 程序。

2) 同步存储器

板上提供了一条 128 K × 32 bit、100 MHz 的 SB-SRAM, 一条 8 M × 32 bit、100 MHz 的 SDRAM。

• 收稿日期: 2003-03-11

作者简介: 朱雷(1972-), 男, 新疆沙湾人, 重庆大学硕士研究生, 克拉玛依职业技术学院教师, 主要从事图像处理、DSP 系统开发、网络及数据库等方面的研究。

3) PCI 总线

满足 PCI Local Bus Revision 2.1 协议, 主机通过 HPI 接口可直接访问 DSP 所有存储空间。允许主机初始化 DSP, 从主机加载程序。

4) McBSP 接口和定时器接口(兼容 TTL 电平)

5) 用户 I/O 接口

该 I/O 接口兼容 5V 电平, 可作为通用数据接口, 或用作真彩色数据接口, 支持 $3 \times 8\text{bit}$ RGB 数据输入。

6) JTAG 接口

使用 TDS - C6X 仿真工具, 可以访问 DSP 及外围。

7) 电源模块

3V 电源为 C6X 的 I/O、存储器、FPGA 及接口芯片供电。1.8V 电源为 C6X 内核供电。

8) 电源监测与复位控制

电源监测电路可监测板上电压并提供复位信号。

EVM 板的硬件功能框图如图 2 所示。

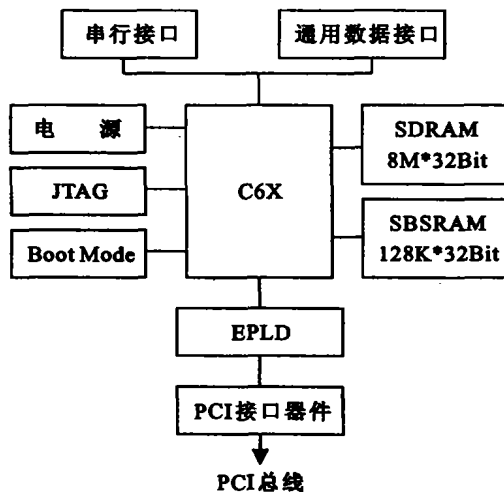


图 2 EVM 板硬件功能框图

除硬件外, EVM 平台还同时捆绑了一套软件, 在主机侧有 TMS320C6201 的代码产生调试工具、Windows 95/NT 的驱动程序以及图形化的用户集成开发环境软件等^[3]。

除此之外, TI 公司还在 DSP 侧提供了很多库函数, 以减少开发的工作量, 加快开发进度, 包括多通道带缓冲的串口 (McBSP) 的驱动程序、语音编码芯片 CS4231A 的操作函数以及 C6X EVM 板的配置和控制程序。

2 基于 TMS320C6201 EVM 板的图像处理系统硬件组成

在利用 EVM 板对开发中的软硬件系统进行性能评估和调试时, EVM 板通过 PCI 总线与 PC 机相连; EVM 板上 TMS320C6201 所处理的数据, 可以是通过 PCI 总线送来; 另外, EVM 板上提供的 62 芯通用数据

接口可与外部数据相连, 以获得外部送入的数据。

完整的基于 EVM 板的图像处理系统硬件组成如图 3 所示。

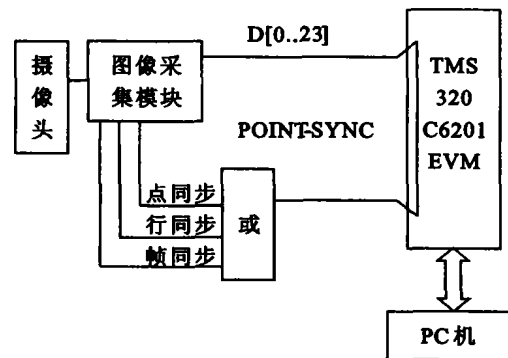


图 3 系统硬件组成框图

在工作时, 摄像头采集的信号经图像采集模块送入 EVM 板, 而 PC 机通过 PCI 总线与 EVM 板进行数据交互, 可以将送入 EVM 板中尚未处理的或已处理完毕的数据取入 PC 机中进行显示。另外, 在没有摄像头及图像数据采集模块的情况下, 也可以通过 PCI 接口将要处理的数据送入 EVM 板中, 处理完毕后, 重新取加 PC 机中进行显示、观察。

3 系统软件设计要点

TMS320C6201 中提供了一个 16 bit 的并行端口, 称为主机口 HPI, 借助专门的地址和数据寄存器, 通过 DMA 辅助通道, 可以完成 HPI 对存储空间的访问。

TMS320C6201 EVM 提供了用于处理硬件和底层驱动程序的动态链接库 `evm6x.dll`, 用户在此基础上编写主机应用程序, 可以实现发送与接受信息及通过 API 处理卡上的资源。在此动态链接库中, 封装了对 HPI 进行操作的相关函数^[4]。

3.1 通过 HPI 写 DSP 内存

使用 `evm6x_hpi_write` 函数, 可以对指定的 DSP 内存空间进行写操作。

语法: `#include <evm6xdll.h>`

```
BOOL evm6x_hpi_write(LPVOID h_hpi_map,
PULONG p_buffer,
PULOIDN p_length,
ULONG dest_addr);
```

其中 `dest_addr` 参数是 DSP 内存空间的起始地址; `p_buffer` 参数是进行写操作的缓冲地址; `p_length` 参数是需写数据的长度。

3.2 通过 HPI 读 DSP 内存

使用 `evm6x_hpi_read` 函数, 可以对指定的 DSP 内存空间进行读操作。

语法: `#include <evm6xdll.h>`

```
BOOL evm6x_hpi_read(LPVOID h_hpi_map,
```

```
PULONG p_buffer,
PULOIDN p_length,
ULONG src_addr);
```

其中 `src_addr` 参数是 DSP 内存空间的起始地址; `p_buffer` 参数是函数数据操作时数据填充的地址; `p_length` 参数是需读取数据的长度。

此外还提供有 DSP 复位、打开 HPI 等函数。

3.3 DSP 存储器空间分配

TMS320C6201 在引导模式下的存储空间分配情况如表 1 所示^[5]。

表 1 TMS320C6201 引导模式下存储空间分配

开始地址	存储块(引导模式)	块大小(字节)
00000000h	内部程序 RAM	64K
00010000h	保留	4MB - 64K
00400000h	外部存储空间 CE0	16MB
01400000h	外部存储空间 CE1	4MB
01800000h	内部外围设备	8MB
02000000h	外部存储空间 CE2	16MB
03000000h	外部存储空间 CE3	16MB
04000000h	保留	1GB - 64MB
40000000h	扩展总线	1GB
80000000h	内部数据 RAM	64K
80010000h	保留	2GB - 64KB

DSP 程序从 PC 机加载到 EVM 板上后, 存储在内部程序 RAM 中; 在图像处理系统中, 所需处理的图像数据量相对较大, 64K 的内部数据 RAM 未必够用, 即使够用, 如果内部数据 RAM 被图像数据占用, 可能会同程序执行过程中动态分配的一些变量产生内存分配冲突。鉴于以上原因, 把数据量大的图像数据放在外部存储空间中, 而将内部数据 RAM 保留下来。

系统存储器分配情况如下:

```
MEMORY {
IPRAM : origin = 0x0, len = 0x10000
SBSRAM : origin = 0x400000, len = 0x40000
SDRAM0 : origin = 0x2200000, len = 0x200000
SDRAM1 : origin = 0x3000000, len = 0x400000
IDRAM : origin = 0x80000000, len = 0x10000
}
```

SDRAM0 的开始地址本来应当是 0x2000000h, 但由于要保留一定的空间给 HPI 直接读写, 所以空出一部分, 以免发生存储器分配冲突。

3.4 PC 端及 DSP 端程序要点

PC 端的程序可用 VC 编写。在 VC 程序中, 调用 HPI 函数 `evm6x_hpi_write`、`evm6x_hpi_read` 等, 可对指

定的 DSP 存储器直接进行读写。本系统中读写地址应为 0x200000, 即将要处理的数据写到 SDRAM0 中, 处理完毕的结果也从同一地址读回。

DSP 端的程序完成对数据的具体处理。具体程序如下:

```
void main()
{
    unsigned int adr = 0x2000000 + 1078;
    unsigned char * image = (unsigned char *)adr;
    unsigned int adr2 = 0x2000000 + 1078 + 100000;
    unsigned char * p_image = (unsigned char *)adr2;
    unsigned int len = 78878;
    memcpy(p_image, image, len);
    edge();
    memcpy(image, p_image, len);
}
```

在程序中定义了 2 个指向 SDRAM0 的指针。第 1 个指针指向 0x2000000 + 1078, 即 HPI 函数写入数据的地址; 由于 VC 程序向 SDRAM0 中写数据时, 将图像文件的文件头、数据体一并写入, 所以在定义指针时要跳过文件头, 即 1078 个字节。第 2 个指针向后空出足够写入图像数据的空间。在后面的程序中, 这两个指针可以当做数组来使用。

在主体程序中, 首先使用 `memcpy` 函数, 将 HPI 函数写入的图像数据的数据体复制到指针 * `p_image` 所指的存储器空间。函数中参数 `image` 为数据源地址, 参数 `p_image` 为数据目标地址, 参数 `len` 为要复制的字节数, 即从源地址复制指定长度的数据到目标地址中; 然后调用图像处理子程序对存放在第二块存储空间中的图像数据进行处理, 如边缘提取; 处理完毕后的数据再覆盖回原来的存储空间。

在软件系统中, PC 端的 HPI 函数所操作的 DSP 存储器地址要同 DSP 程序中的地址相对应, 否则会产生错误。

3.5 操作流程及处理结果

硬件系统安装完毕, PC 端及 DSP 端的程序编写完毕后, 可以对基于 TMS320C6201 EVM 板的图像处理系统进行操作使用, 以观察效果。

第 1 步: 运行 VC 程序, 将硬盘上的图像文件写入 DSP 存储器中。

第 2 步: 通过 CCS 编译、下载、运行 DSP 程序, 对已写入 DSP 存储器的图像数据进行处理。

第 3 步: 运行 VC 程序, 将处理完毕的结果从 DSP 存储器中取回, 显示在 PC 机上。

图 4 为处理前的图像, 图 5 为经 DSP 进行简单的边缘提取处理后的图像^[6]。



图 4 处理前的图像

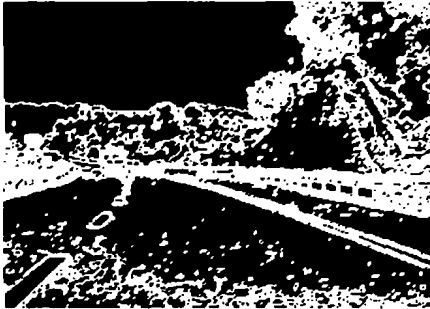


图 5 处理后的图像

4 结 语

使用基于 TMS320C6201 EVM 板的图像处理系统进行系统开发,可以方便直观地看到系统运行的中间状态和结果,改变了以往只能通过 CCS 间接观察运行状态的情况,使开发人员可以把精力集中在 DSP 软件算法的编制和改进上,大大提高了开发效率,保证了最终系统的稳定性、可靠性。

参考文献:

- [1] 任梅香,马淑芬,李方慧. TMS320C6000 系列 DSPs 的原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2000.
- [2] 张雄伟,陈亮,徐光辉. DSP 集成开发与应用实例[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [3] 王念旭. DSP 基础与应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [4] 张雄伟,曹铁勇. DSP 芯片的原理与开发应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [5] 赵训威. 基于 TMS320C6200 系列 DSP 芯片的应用与开发[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.
- [6] 何斌,马天子,王运坚. Visual C++ 数字图像处理[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.

Image Processing System Based on TMS320C6201 EVM

ZHU Lei, HUANG Xi-yue, YANG Jing, LI Qiang

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The digital signal processor is very suitable for digital image processing. During the period of DSP system developing, we have to experiment and improve the software again and again. But that can't be done on the finally system. With the system based on TMS320C6201 EVM to develop the image processing system, we can use the hardware module and the .dll function to read and write the DSP memory from PC directly. With this method, researcher can watch the state convenience and directly and set the focus on writing and improving the DSP algorithm. The image processing system based on TMS320C6201 EVM has great effect about improving the developing efficiency and ensuring the stability and credibility of finally system.

Key words: image processing system; data information processing; performance evaluation board

(编辑 吕赛英)