

DM642 的性能及其在视频处理实验中的应用

张 炜¹, 胡云龙², 吴镇扬¹

(1. 东南大学 无线电工程系, 江苏南京 210096;

2. 合肥学院 电子信息与电气工程系, 安徽合肥 230022)

摘 要: DM642 是 TI 公司最新推出的一款专门用于图像处理的 DSP 芯片。它是基于 C64X 系列的芯片, 增加了很多外围设备和接口, 这些接口和外设使得 DM642 比 C6416 更适合处理视频码流。本文重点介绍了 DM642 与视频编解码有关的结构和性能, 特别是 CPU 内核、Cache 结构和视频端口结构, 最后介绍了几个基于这种芯片的视频处理实验的设计方法。

关键词: DM642; 视频处理; cache

中图分类号: TN911.72; G642.423

文献标识码: A

文章编号: 1008-0686(2005)05-0082-04

The Performance of DM642 and Its Use in Video Processing Experiment

ZHANG Wei¹, HU Yun-long², WU Zhen-yang¹

(1. Radio and Engineering Department, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Dept. of Electronic and Electrical Engineering, HeFei University, Hefei 230022, China)

Abstract: DM642 is a kind of DSP chip produced by TI which is especially used in image process. DM642 is based on C64X chips but appends many peripheral equipments and interface ports. These equipments and interface ports make DM642 more fitful to process video code-streams. This article puts emphasis on DM642's structure and performance which has relation with video encoding and decoding, especially the CPU core, Cache structure, and Video Port structure. At last it gives the experiment of video processing based on DM642.

Keywords: DM642; video process; cache

1 数字视频处理发展的历史

在数字信号处理发展初期, 由于带宽和处理能力的限制, 人们在谈到数字信号处理时, 更多的是指简单的语音信号处理。随着电子技术的发展, 数字信号处理可利用的带宽越来越大, 设备处理能力越来越强, 人们已不满足于简单的语音信号处理, 而开始关注动态范围更广的音频处理直至现在的视频处理, 并且要求越来越多的视频应用。目前人们接触到的视频和图像处理主要包括: 图像质量的优化, 视频和图像的压缩编码/解码, 不同压缩格式之间的转换

等。这些处理都要求主处理芯片有较强的图像视频处理功能。

2 TMS320DM642 性能结构简介

TMS320DM642 是基于德州仪器开发的第 2 代高性能先进甚长指令结构的数字信号处理器, 它使用的 DSP 核为 TMS320C64X 是 TMS320C6000 系列 DSP 开发平台中性能最好的一代, 使得这类 DSP 芯片成为数字信号处理应用的完美选择。本文实验中所采用的是 Wintech 公司的 IPTVDK-642 开发板。DM642 的结构框图如图 1 所示。^[1]

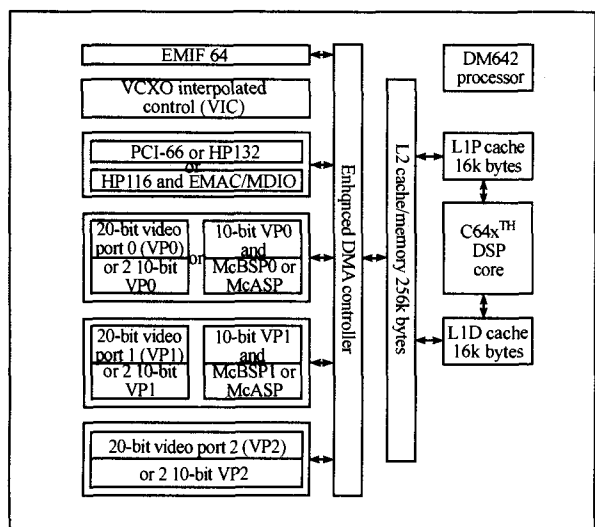


图 1 DM642 框图结构

2.1 DM642 的 CPU 单元

DM642 采用基于 C64x 核的 CPU,是属于 C6000 系列 DSP 的一个部分,拥有(500~720)MHz 的时钟频率和每秒钟最高 5760M 条指令的高性能。该系列 DSP 采用了 VelociTI 体系结构以及高级超长指令字结构,使得在一个指令周期能够并行处理多条指令。该 CPU 在结构上包括如下部分:

- (1)两个通用寄存器组(A 和 B,每个含有 32 个 32bit 通用寄存器)
- (2)8 个功能单元(L1,L2,S1,S2,M1,M2,D1,D2)
- (3)两个从内存读数据的数据通道(LD1 和 LD2)
- (4)两个写内存的数据通道(ST1 和 ST2)
- (5)两个数据地址通道(DA1 和 DA2)
- (6)两个寄存器组数据交叉通道(1X 和 2X)

2.2 DM642 的 Cache 结构

在 DM642 中,CPU 与一级程序高速缓存(L1P)以及一级数据高速缓存 L1D 是直接相连的,两块 Cache 容量均为 16KB,均工作在 CPU 全速访问状态。二级缓存的容量为 256KB,它的分段和大小的分配很灵活。常用的一种配置是将其全部用来作为外部内存的映射,其它的配置方式还有直接映射、4 路集合相关方式的映射等,如图 2 所示。这些内存通常被用作存储数据或者中断服务程序等。

2.3 DM642 的视频端口

DM642 拥有三个可配置的视频端口设备(VP0,VP1,VP2)。这些视频端口设备提供了与一

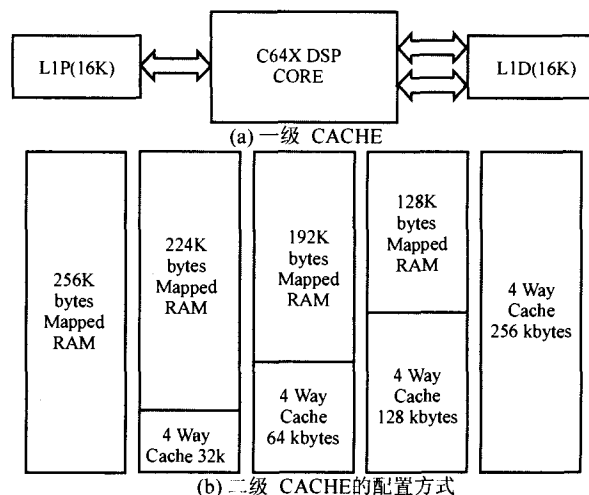


图 2 DM642 的 Cache 结构

般视频编解码设备交互的界面。这些视频端口设备支持多种视频标准和方案(比如 CCIR601,ITU-BT. 656, BT. 1120, SMPTE125M, 260M, 274M, 296M)。

这三个视频端口是可配制的并且支持图像捕获或图像显示模式。每一个视频端口有两个通道——A 和 B,另有一个 5120 字节的抓取显示缓存可以分给两个通道使用。下面将这两种模式的主要技术性能列出来供参考。

1)捕获模式的技术性能

- (1)捕获速率 80MHz
- (2)两路数字视频输入,格式为 YUV422,有 8bit 或者 10bit 精度
- (3)一路 Y/C16 或 20bit 数字视频输入,格式为 YUV422,支持 SMPTE260M, SMPTE274M, SMPTE296M,ITU-BT1120 等标准
- (4)YUV422 到 YUV420 变换,以及在 8bitYUV422 模式下的亚采样

(5)能够同时将两路 10bit 或一路 20bit 原始视频通过 A/D 转换器直连

2)显示模式的技术性能

- (1)显示速率 110MHz
- (2)一路连续视频输出,输出格式为 YUV422, 8bit 或 10bit 精度
- (3)一路连续 Y/C16 或 20bit 数字视频输出,格式为 YUV422
- (4)YUV420 到 YUV422 变换,在 8bitYUV422 模式下,输出 2 倍插值
- (5)能产生行同步、场同步和消隐信号

2.4 以太网媒体接入控制器(EMAC)

提供了 DM642DSP 核心处理器与网络之间的高效界面。DM642 的 EMAC 支持 10Mbps 和 100Mbps 的半双工或全双工模式。DM642 的 EMAC 采用一种客户界面来访问 DSP 的核, 这样可以达到高效的数据传送和接收。

2.5 DM642 增强 DMA 控制器(EDMA)

DM642 的 EDMA 能提供超过 2GB/s 的带宽, 支持 64 路独立触发的事件。总共有 85 个参数用来对“linking”或“chaining”进行配置。“Linking”是在一个事件被触发时, 允许一个事件进行传输。“Chaining”是当一个通道的数据传输完毕时, 触发另一个通道的数据传输。这样使得 DMA 能够连续的自动运行, 在图像或音频的输入输出过程中可以实现批量数据连续输入输出。

2.6 扩展内存接口 EMIF

DM642 的 EMIF 是 64bit, 和同步内存相连接, 最大总线速度为 133MHz。EMIF 能够支持 64bit、32bit、16bit、8bit 的外部器件。EMIF 有三个内存控制器, 其中 SDRAM 控制器支持 16MB-256MB SDRAM 器件, 此外, 还拥有可编程的同步与异步控制器, 通过这些控制器可以控制各种同步和异步存储设备。

2.7 主端口接口 HPI

32bit 的 HPI 能够和多种主处理器或 PCI 桥芯片相连, 能够运行在 32bit 或 16bit 模式下。此外 HPI 还能作为从端口, 使得主设备通过它访问 DSP 而且能够访问 DSP 的整个内存空间。

3 DM642 在视频处理实验中的应用

图 3 为 DM642 应用于视频信号处理的实验系统框图, 从图上可以看到, 视频信号由摄像头捕捉, 经过 DSP 处理以后, 显示于显示器上。其中 DM642 对视频信号的处理可以基于一些简单的图像格式变换, 传输显示等, 如 YUV 和 RGB 之间的转换, CIF 和 QCIF 之间的变换以及 YUV422 和 YUV420 之间的变换等。

要实现上述的视频信号处理实验, 先在 PC 机上完成初始代码的编写, 然后运用 CCS 开发环境, 更改和优化源程序以达到在 DSP 上实时运行的要求。此时的输入输出模块, 可以直接调用相应的 API 函数, 也可以自行编写, 下面给出的模块的功能是将

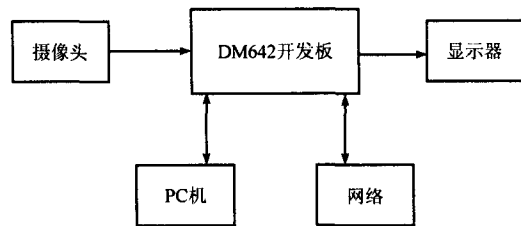


图 3 实验框图

YUV 分量送入显示通道。

```

void display(char * const restrict Y, char * const restrict U,
             char * const restrict V)
{
    int i;
    memcpy(disFrameBuf->frame.iFrm.y1, Y, 25344);
    memcpy(disFrameBuf->frame.iFrm.cb1, U, 12672);
    memcpy(disFrameBuf->frame.iFrm.cr1, V, 12672);
    CACHE_clean(CACHE_L2ALL, 0, 0);
    FVID_exchange(disChan, &disFrameBuf);
}
  
```

值得注意的是, 如果输出端接的是电视, 则不需要 YUV 到 RGB 的变换。YUV 到 RGB 有固定的变换矩阵, 如有必要也可自行编写该模块, 下面给出的模块的功能是将 YUV 分量变换为 RGB 分量。

```

IMG_ycbcr422p_rgb565((short *) coeff, BufferY, BufferU,
BufferV, RGBBuffer[outVGAIndex], FRAME_SIZE_IN_PIXELS)
  
```

对于 CIF 和 QCIF 格式之间的转换, 实际上是图像大小的变换。特别的, 在由 QCIF 变换到 CIF 的过程中, 要编写程序实现填补四分之三图像大小差距的工作。

YUV422 到 YUV420 的变换可以直接进行抽样, YUV420 到 YUV422 的变换理论上要进行插值运算, 但实验证明, 如果仅进行隔行的复制重建出的图像也是可以接受的。所以也可以不运用插值进行图像的重建, 下面给出的程序及模块的功能是将 YUV422 变换为 YUV420 以及将 YUV420 变换为 YUV422。

```

temp_address3=(Uint8 *)temp_address1;
for (i=0;i<FRAME_SIZE_IN_PIXELS;i++)
    *(BufferY+i)=*(temp_address3+(i*2));
    temp_address3++;
for (i=0;i<FRAME_SIZE_IN_PIXELS/2;i++)
    *(BufferU+i)=*(temp_address3+(i*4));
    temp_address3++;
    temp_address3++;
for (i=0;i<FRAME_SIZE_IN_PIXELS/2;i++)
    *(BufferV+i)=*(temp_address3+(i*4));
  
```

```

in. Y_data=BufferY;
in. Cb_data=BufferU;
in. Cr_data=BufferV;

out. Y_data=YArray_temp;
out. Cb_data=CbArray_temp;
out. Cr_data=CrArray_temp;
YUV422 to 420v(&in, &out, WIDTH, HEIGHT);

```

```

in. Y_data=YArray_temp;
in. Cb_data=CbArray_temp;
in. Cr_data=CrArray_temp;

```

```

out. Y_data=BufferY;
out. Cb_data=BufferU;
out. Cr_data=BufferV;

```

```
YUV420 to 422v(&in, &out, WIDTH, HEIGHT);
```

在优化的过程中重点是充分利用 DM642 有利于视频处理的各种功能,如流水线,二级 Cache,按字节或字读取,EDMA 的使用等,适当改写源程序,合理配置芯片资源,下面给出的模块的功能是将片内 256KB 的存储空间全部用作二级 Cache。

```
CACHE_setL2Mode(CACHE_256KCACHE);
```

```

CACHE_enableCaching(CACHE_EMIFA_CE00);
CACHE_enableCaching(CACHE_EMIFA_CE01);

```

由于 DM642 开发板上的片外存储空间很丰富,因此在特殊情况下也可以不使用摄像头作为视频信号的采集,而是把待编码或解码的原始码流通过 PC 下载到 DM642 的片外存储器中。这样就可以通过 DM642 支持的网络功能将相同的原始码流分发给多个 DSP。在完成上述任务后还可以为若干块 DM642 分配不同的 IP 地址,自行编写数据传输协议,实现小规模的网络点播系统。

参考文献:

- [1] TMS320DM642 Technical Overview [R]. TEXASINSTRUMENTS Application Report SPRU615—September, 2002
- [2] TMS320DM642 Digital Signal Processor [J]. TEXASINSTRUMENTS, April 2003
- [3] TMS320DM642 Video / Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor Data Manual [K]. TEXAS INSTRUMENTS, July 2002
- [4] 魏振宇,张旭东.一种新的数字信号处理器——媒体处理器 DM642[J].北京:世界电子元器件,2004(6)
- [5] 彭启琼,管庆. DSP 集成开发环境——CCS 及 DSP/BIOS 的原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2004

(上接第 69 张军等文)

4 结束语

本文所讨论的开放式教学实验平台具有开放性较强、可拓展的特点,既可以将系统分解以了解各种检测监控系统的工作机理,又可以通过综合实现系统集成,目的在于为学生提供一个灵活性较强、尽量发挥主观能动性的实验平台。这种实验平台是一种框架结构,需要提供各种测控子系统的开发标准(包括软件和硬件标准),学生基于标准所开发的测控电路及系统能够无缝地嵌入到实验平台当中,从而可以提供从演示到动手开发的多层次、不同难度的教学实验。基于上述框架的实验平台已在我校相关专业中得到实施和应用,并取得了较好的使用效果,除在专业课实验中进行演示和验证性实验外,还为学生们的课程设计与毕业设计提供了良好的开发环境。

参考文献:

- [1] 刘国林.综合布线系统工程设计[M].北京:电子工业出版社,1997
- [2] 张军,孙宇,张卫.采用分布式人工智能技术的检测监控系统研究[A].科技进步与学科发展[C].南京:东南大学出版社,1998:787-789
- [3] 吴季良.柔性制造系统实例(第1版)[M].北京:机械工业出版社,1989
- [4] 钟吉林,贾民平等.基于组件技术的工况监视系统研究[J].南京:机械制造与自动化,2002(1):42-44
- [5] 张峥嵘等.先进制造系统及其关键技术的研究[J].北京:机械工业自动化,1999(1):7-9
- [6] 孙宇,张世琪编著.柔性制造检测监控技术(第1版)[M].北京:兵器工业出版社,2000
- [7] 杨叔子等.分布式监测诊断系统的开发与设计[J].南京:振动、测试与诊断,1997(1):1-6