

# 在 DM642EVM 平台上实现 H.263 视频编解码

王迺冉<sup>1</sup>, 黄宇达<sup>2</sup>

(1. 周口师范学院 计算机科学系 河南周口 466000 2. 周口职业技术学院 信息科学系 河南周口 466000)

**【摘要】:** 本文详细介绍了在 DM642EVM 平台上实现 H.263 标准的实时编解码的过程, 根据自己提出的测试方法得到峰值信噪比, 时延等数据, 证明我们的编解码软件达到了很高的效率, 最后总结了在进行 DSP 系统开发的过程中得到的优化经验, 并提出改进效率的方案。

**【关键词】:** DM642; H.263; 测试

## 1. 引言

H.263 是一种可以应用在较低比特率情况下的视频压缩方案。它相比当今比较热门的 MPEG-4 和 H.264 来说, 实现复杂度较低, 达到的压缩质量和码率都可以满足一般的需求, 同时采用 H.263 标准具有可扩展性, 比较容易向高端的视频压缩标准 H.263++ 以及 H.264/AVC 升级。

DM642 是 Ti 公司推出的专用于多媒体信息处理尤其是视频处理的芯片, 主频 600MHZ, 峰值处理速度 4800MPIS。我们采用的编解码板都是闻亭公司的 TDS642EVM, 这是基于 DM642 设计的评估开发板, 可以做多路的视频采集, 实现复杂的音视频处理, 带有以太网口, 可以通过网络传输数据。板上有丰富的软硬件资源, 只要对编解码软件进行合理的优化, 就可以充分利用这些资源, 并实现很好的处理效果。

我们采用 512x512 的 256 级灰度视频数据作为编码对象, 预计实现每秒 25 帧的实时处理速度。为了实现预计目标, 并保证较高的图像质量和较低的码率, 必须最大程度上优化程序。

## 2. 系统方案设计

系统电路组成如图 1 所示。

系统由发送端和接收端组成, 发送端主要完成视频信号的采集以及编码和数据打包功能, 接收端主要完成解码和显示。发送端和接收端通过网线来传送数据。从模拟摄像头采集的信号通过 VGA 端口传到评估板上, 由 SAA7115 完成 A/D 转换, 产生的 512x512 的 PAL 制式的数字信号传送到处理核心 DM642 中, DSP 对信号进行压缩编码, 码流再经网络打包后由网线传到解码器进行解码, 然后由 SAA7105 完成 D/A 转换, 接到监视器上显示。

平台的搭建也是初期要解决的问题, 主要包括视频回放系统和网络传输系统。视频回放系统可以参照 Ti 的例子程序, 只需要将部分参数加以改变即可。网络传输系统采用 RTP/RTCP 协议, 这样可以保证传输的质量。

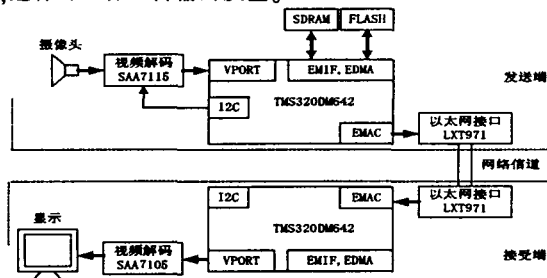


图 1 视频编解码系统图

由于要处理的图像尺寸比较大, 而且对实时性的要求很苛刻, 因此软件方面我们首先设计了一个最小系统, 即只使用 I 帧和 P 帧, 采用全像素级的运动搜索, 采用固定的量化步长, 不采用协议中的四种附加模式。为了提高工作效率, 软件分为了几个大的模块: 运动预测和补偿模块, DCT 和量化模块, 熵编码模块, 信道编码模块和熵解码模块。在整个程序整合之前, 每个模块都要求在 CCS 下进行全面的软仿真和硬件测试, 在准确性和时间

上得到充足保证。

运动预测和补偿模块是编码系统最耗费时间的模块, 因为这部分不仅有繁多的数学计算, 还牵涉到数据的读取和存储。我们采用了经典的菱形搜索算法, 并使用 EDMA 来完成数据的搬运。为了充分利用 CPU 的资源, 在进行运动预测时采用类似乒乓式的搜索窗数据读取方式, 具体的就是开辟两对搜索窗—当前块数据区对, 在进行运动预测当前块时可以同时传送下一块的搜索窗和数据块, 这样可以大大减少因为数据传送而耽误的时间。

对于 DCT 和 IDCT 部分, 由于 Ti 提供的函数具有很高的效率, 可以直接采用。针对 DSP 没有硬件除法器而采用 C 语言的除法指令很耗时间的情况, 量化程序采用 C64X 系列的专用指令 MPYHIR 和 MPYILR, 将除法变为乘法和移位, 大大缩短了量化时间。

在 CCS 下运用时间剖析工具分析每一个模块, 将调用频繁并且耗费时间多的函数全部改写为线性汇编, 使执行效率大大提高。例如 H.263 标准程序中的 putbits 函数, 改写为线性汇编后其在在一个 I 帧编码中的时间缩短将近 1.5 个毫秒。

## 3. DSP 系统的优化

### 3.1 采用 C 编译器提供的优化选项

① 联合使用 -pm 和 -o3 编译选项: -o3 消除了局部和全局共有的子表达式, 移调从未调用的函数, 使代码尺寸得到优化, 而 -pm 是程序级优化, 它把所有的源文件编译到一个中间文件里, 编译器在编译时可以从整个程序的角度来进行必要的优化。

② 使用 -mt 选项: 在程序中, 若有超过一种以上的方式访问同一对象, 就会产生混迭。-mt 选项是向编译器说明在代码中没有使用混迭技术, 可以在无存储器相关性的假设下进行优化。

### 3.2 使用内联函数 (intrinsics)

C6000 编译器提供了很多 intrinsics, 它们与嵌入式的汇编指令是一一对应的, 目的是快速优化 C 代码, 在源程序调用内联函数与调用一般的函数方式一样, 只不过内联函数前要使用下划线 "\_" 特别标示, 例如, 执行饱和加法的程序<sup>[1]</sup>:

```
程序 1: int sadd(int a, int b)
{
    int result;
    result = a + b;
    if((a ^ b) & 0x80000000) == 0)
        if((result ^ a) & 0x80000000)
            result = (a < 0) ? 0x7fffffff;
    return(result);
}
```

```
程序 2: result = _sadd(a, b);
```

程序 1 由普通的 C 代码写成, 执行需要多个周期, 而程序 2 是使用编译器提供的内联函数, 只需要一条指令就可以完成所需的功能, 因此在编写代码时尽量使用内联函数。

### 3.3 采用数据打包技术

数据打包技术就是对短字长的数据使用宽长度的存储器访问, 一次可以访问并处理多个数据, 从而提高处理速度。在视频压缩中, 图像数据都是 8bit 的, 由于数据量非常大, 如果采用

8bit的数据读取方式将会消耗很多时间;而采用数据打包技术,把四个8bit图像数据打包成一个32bit的字,每次读取4个8bit数据,这将会有效的提高数据读取速度。

#### 3.4 采用指令穿插技术

有时候一些程序的执行顺序并没有严格的要求,因此可以做一些适当的位置调整,使之穿插于其它指令之间,从而减少邻近指令之间的相关性,提高指令运行的并行程度,特别是在循环中,当循环体较小时可以把几个循环合并到一起,减少循环体内指令的相关性,但要注意不要使循环体过于复杂从而影响软件流水的优化。

#### 3.5 DSP资源的优化

①片内存储器比SDRAM的读写速度要快的多,因此把程序和—些频繁使用的数据如码表等放在片内RAM中,将大大提高处理速度。

②由于EDMA可以在没有CPU参与的情况下,完成存储空间的数据搬运,因此可以将编解码过程中大量的数据搬运交给EDMA处理。

③编解码程序存在大量的循环,充分利用软件流水技术可以编写出效率很高的线性汇编程序。

#### 4. 系统连调和整体测试

程序的连调工作我们根据“先小后大”的原则,先将编解码模块和变换量化模块整合成I帧编码。对于I帧编码的测试,我们首先将H.263标准的解码程序进行改进。由于采用的是灰度图像,并且图像尺寸不属于标准解码的范围,所以只要在MCBPC(色度编码形式),半像素搜索,以及输入图像尺寸等一些小地方对解码程序进行修改,就可以实现对所编好的码流的解码。I帧的测试正确以后,可以在I帧编码的基础上加入运动预测和补偿模块,从而再对I帧和P帧混和编码进行测试。解码程序的很大一部分可以直接从编码中移植,其测试在整个编码程序运行正确后进行。

随着连调的深入,一些在模块测试中没有暴露的问题都表现了出来,尤其是对P帧编码的时候,EDMA,运动预测以及程序结构等都可能出现问题,针对问题,分析原因,确定是哪一个模块的问题,然后跟踪编码的过程,知道发现错误并改正错误。在调试的过程中,发现程序结构方面的错误是很隐蔽的错误,虽然所有的模块都没有错误,但是结构安排的不合理不仅可能导致效率低下,而且可能发生错误。

整个测试平台搭建以后,开发板工作在独立工作方式下,编

(上接第177页)

软件安装到多个教室中使用,如果使用网络复制整个操作系统的方法就会影响到现有系统中的已经安装的软件,使用软件分发和档案传输功能配合可以实现向多台计算机分发软件的目的。档案传输的基本功能是将管理机上的某个文件夹的内容按指定路径一次复制到多台计算机上。在软件分发前,首先使用软件分发功能生成一个软件安装脚本文件,也就是将安装过程的每一个步骤与选项记录下来。软件分发时,使用文件传输功能将被安装软件的源文件发送到多台受控计算机上,同时传送和执行脚本文件。待源文件发送完成后,受控计算机就会依据先前脚本的内容自动安装软件,在同一时间完成多台计算机相同软件的安装工作。

#### 4. 远程自动排程管理(如下图4)

依据课程表安排,使用自动排程功能对每个教室内计算机进行定时开关机、文件传输等自动管理,提高了教学管理水平,为教师教学带来便利。例如图4是对部分教学用计算机的自动排程管理,图的下部显示的是A2教室一天的开关机控制、文件传输和软件安装等管理情况。

此外,管理软件还具有通过发送讯息提醒任课教师,使用远程锁定计算机避免学生操作机器等诸多功能。总之,海光蓝卡及其管理软件的应用对多媒体教学用计算机的科学化管理提供了

解码时间的测试就成为一个难点。由于设备有限,我们最终采用示波器,通过观察输入和输出的延迟来估算编解码时间。由于编/解码平台输入/输出模拟信号为PAL格式,帧率为25fps,同时SAA7115做A/D转换和SAA7105做D/A转换均需要耗费时间,所以需要先要测试采集和显示的时间。我们在一块板上测试视频回放程序,即A/D完成之后立即将数据交给D/A处理,完成显示。将A/D前和D/A后的信号分别加到示波器的信道中,测试回放延迟时间。然后测试编解码总时间,编码板和解码板网络连接,分别执行编码程序与解码程序;将编码板上的输入模拟信号加到示波器的一个信道中,再将解码板上的输出模拟信号加到示波器的另一个信道中,测试总延迟时间。

经过多次测试试验,我们得出视频回放每一帧需要91ms,而总延迟大约每帧149ms,因而编解码所用时间为58ms/帧。

码率和信噪比的测试我们在软件仿真下完成,经测试,在QP=8的情况下,PSNR可以达到37db;对普通路面交通场景,在I帧和P帧比为1:4的情况下,码流约为500KB/s。

#### 5. 总结及展望

本文对H.263视频压缩方案做了详细论述,总结了在DSP开发中的自己摸索的一些经验,并针对有限的条件提出适合的测试方案。由试验最终的数据可知,预计的目标得到很好的实现。下步的工作是继续寻找程序优化的途径,并试着将新一代视频压缩标准H.264的部分模块加入进去,从而提高图像的质量和压缩的效率。

#### 参考文献:

1. 李方慧,王飞,合佩琨.TMS320C6000系列DSPs原理与应用(第二版)[M].北京:电子工业出版社,2003.
2. 程凌峰,黄本雄.TMS320C64X DSP的程序设计与优化[J].今日电子,2004(5),34-35.
3. VIDEO CODING FOR LOW BITRATE COMMUNICATION DRAFT ITU-T Recommendation H.263.
4. Texas Instruments. TMS320C6000 Optimizing Compiler User's Guide. 2002
5. Texas Instruments .TMS320DM642 Digital Signal Processor Silicon Errata .2003
6. Texas Instruments .H.263 loopback on the DM642EVM .2003
7. 黎晓宁,叶梧,冯德力等.基于DSP的H.263视频压缩系统的实现与优化[J].电视技术,2002(10),55.

便利。

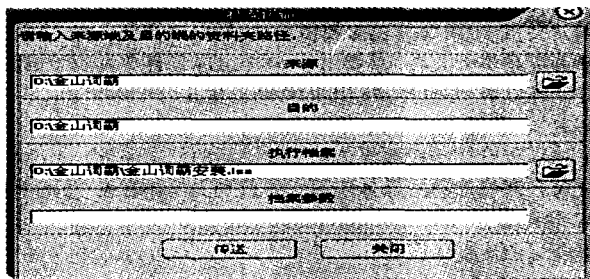


图3 档案传输功能的软件分发使用

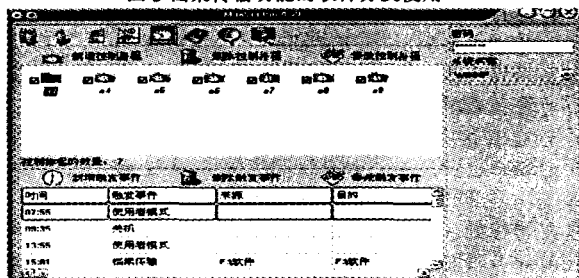


图4 计算机远程自动排程管理