

基于 DSP 技术的 H. 263 视频编码协议算法

彭冬梅, 李彦, 何长龙
(空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要:对 H. 263 编码原理进行了简单介绍,对运动估值中几种主要搜索算法的性能进行了分析比较,完成了 H. 263 的运动图象的编码模拟,最后对其中的搜索算法——十字交叉搜索算法在 TMS320C6211 DSK 板上进行了仿真。

关键词:数字信号处理(DSP); 块匹配算法(BMA); 十字交叉搜索算法

中图分类号:TN919.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2004)01-0065-03

H. 263 标准以 ITU-T 制定的 H. 261 标准为基础,以混合编码为核心技术,按照分层的形式组织码流。图 1 是 H. 263 编码器的框图。视频解码器执行与视频编码器相逆的处理过程。

H. 263 采取的混合编码技术,是用帧间预测减少时域冗余,用变换编码减少残差信号的空间冗余,相应的解码器具有运动补偿能力。对于运动补偿,H. 263 采用的是半像素精度,与 H. 261 中所采用的全像素精度和一个环路滤波器的设计不同。被发送的各种符号采用可变长编码技术。

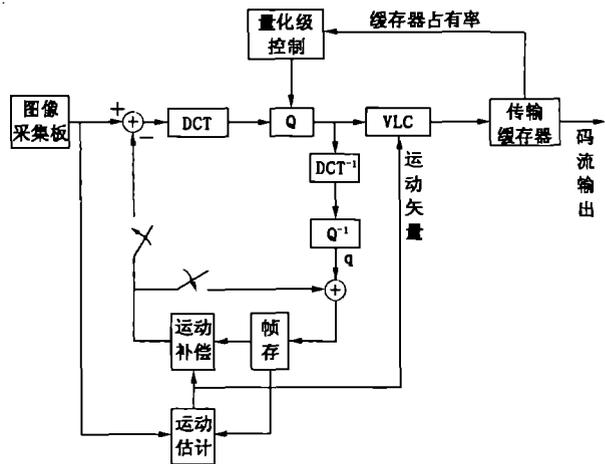


图 1 H. 263 编码器框图

1 H. 263 视频编码协议的算法模拟

模拟在 PC 机上进行,调试环境为 Microsoft Visual C++ 6.0。输入文件的格式为标准化图像格式 QCIF = 176 × 144,亮度与色度的采样遵循 4:1:1(即 4 个亮度块和 2 个色度块,亮度块在前、色度块在后,如图 2 所示)。

视频文件共 300 帧,进行编码时,可以在命令中任意选择需要处理的帧数、量化步长、起始和结束帧等参数。读数据采用光栅扫描从图象左上角的像素开始一直读到右下角,亮度和色度分别读取,然后存储在内存中所定义的结构里。作编码处理的过程是分别对亮度和色度进行处理的过程。编码后的参数值和码流可以写入文本文件。

例如:处理 4 帧图象,选择量化步长为 8,编码帧率为 30 Hz,第 1 帧为帧内编码,后 3 帧为帧间编码。编码后的结果如表 1 所示。

表中的 SNR_Y、SNR_{Cb} 和 SNR_{Cr} 分别表示亮度和色度的信噪比。由于视频压缩编码,一般都采用有损压缩,即在压缩时引入了量化失真,信噪比(SNR)就是用来衡量这种损失的严重程度的,它定义为原始图象与编码后重构图象中对应像素差值的平方和除以整个图象的大小。SNR 越小,表明量化噪声越小,重构

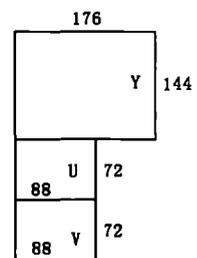


图 2 亮度与色度采样比例

图象的质量越好。

表1 编码结果

帧号	SNR - Y/dB	SNR - Cb/dB	SNR - Cr/dB	Total/bit
0	37.38	37.04	39.75	16 472
1	37.27	37.24	39.84	1 192
2	32.22	37.17	39.79	1 640
3	37.07	37.18	39.55	1 344
P 帧平均	37.19	37.20	39.73	1 392

表中最后一列所表示的是编码后该帧码流总的比特数。可以据此计算出图象的压缩比。原始图象的格式为 176×144 , 每个像素为 8 bit, 一帧亮度数据的比特数应该为 $176 \times 144 \times 8 = 202\,752$ bit; 而色度帧格式为 88×72 , 因此一帧色度数据的比特数为 $88 \times 72 \times 8 = 50\,688$ bit。这样就可以得出一帧原始图象数据总的比特数为 $202\,752 + 2 \times 50\,688 = 304\,182$ bit(其中有两个色度分量)。从表中可以看到压缩后数据总的比特数应为 4 帧总比特数之和, 即 $16\,472 + 1\,192 + 1\,640 + 1\,344 = 20\,648$ bit。由此可以计算出总的压缩比为 $304\,182/20\,648 = 14$ 。

最后对比特率进行一下说明。H. 261 编码协议要求码率达到 $P \times 64$ kbps, 它覆盖了整个 ISDN 速率的图象编码。但是对于更低传输速率场合, 例如人们用的最普遍的电话线, 或者移动通信信道, H. 261 标准的视频质量往往难以令人满意。而 H. 263 在此建议上作了相当的改进, 使得编码图象质量获得很大的提高, 传输码率可以达到 64 kbit/s 以下, 这种传输速率使得视频通过电话线传输成为可能。协议中对比特率的定义是编码后图象总的比特数除以已经编码过的帧数再除以在给定帧率下跳过的帧数。由这一关系, 再由编码后得出的数据信息以及给定的帧率, 我们可以算出最后得到的比特率为 154.86 kbit/s, 而 3 个 P 帧的比特率为 41.76 kbit/s。可以看到, 这一结果很符合 H. 263 编码协议所希望的那种甚低码率。

2 DSP 实现运动估计

本文 H. 263 编解码协议算法的实现选用 TMS320C6211 作为处理器单元, 硬件环境为 TMS320C62x 系列 DSK 实验开发板。TI 公司开发的 TMS320C6211 DSK 实验板, 工作于 150 MHz 时钟, 是 DSPs 业界第一片使用了两级内部 Cache 的 DSPs。还提供了可用于声音输入和输出接口的模数模接口芯片, 它可以与 PC 机进行通信, 在 PC 上汇编后的程序可以通过串行或并行接口下载到 DSP 芯片的内部 RAM 执行。此外, DSK 板上还将 DSP 芯片的地址和数据总线引出, 便于用户对 DSK 板进行存储器等硬件资源的扩充, 并在 DSK 硬件的基础上形成用户独立的 DSP 系统。

DSP 高性能、低功耗、可编程的特性非常适合视频编码的实时性要求。但 DSP 结构复杂, 编程难度大, 充分利用 DSP 的并行资源是提高编码效率的关键。

与话音相比, 视频信息数据量大, 所需的传输频带较宽, 这常常会大大增加成本甚至使传输根本无法实现, 因此, 在保证一定通信质量的前提下, 压缩视频信息的数据量, 从而压缩所需传输信道的带宽是实现视频传输的一个关键问题。

运动估计有许多种算法, 如块匹配、像素递归、特征值法等。H. 263 建议采用的是块匹配算法(Block - Matching Algorithm - BMA)^[3]。在块匹配算法中, 首先将视频图象帧在 Y 分量上分为 16×16 的方块, 并且假定块内所有像素只做相同的平移运动, 然后用当前图象帧的每一方块在参考帧的一定范围内搜索最优匹配。如果可能的最大运动矢量为 (dx_{max}, dy_{max}) , 则搜索范围为 $(N + dx_{max}) \times (N + dy_{max})$ 。块匹配算法运算规则性强, 而更易于 DSP 实现。它的基本思想是: 其中帧 k (当前帧) 中的像素 (x, y) 的位移通过一个中心定位在 (x, y) 的 $N_1 \times N_2$ 块, 用距离准则搜索下一帧(或上一帧)同样大小的最佳匹配块的位置, 并且认为两个块的偏移就是块的运动矢量。

运动估计算法由搜索算法和匹配准则两部分组成。搜索算法主要有全搜索法、对数搜索法以及交叉搜索法。最简单也最可靠的搜索算法是全搜索或穷尽搜索法(FS), FS 对搜索范围内的每一像素点进行匹配运算, 以得到最优的运动矢量, 如果 $dx_{max} = dy_{max} = M$, 则完成一次 FS 共需 $2(N + 2W)$ 个点, 这样大的运算量对 DSP 实现并不现实。

不少学者提出了快速搜索算法^[4],很明显可以看出搜索问题实际上就是一个优化问题,即如何通过搜索找到全局最优解。但几乎所有的快速搜索算法都不能保证搜索的结果是全局最优解,只是一个不会很大影响编码质量的次优解。所以直到现在也还有很多人在研究它,试图寻找一个很好的快速搜索算法。在目前已有的众多快速搜索算法中,以近来被 MPEG-4 测试模型所采用的十字交叉搜索算法(Cross-Searching Algorithm)性能最为优异,其搜索过程如下:

1)用大模板进行匹配运算,若最小块误差(Minimum Block Distortion-MBD)点出现在中心点,则转步骤3;否则转步骤2;

2)以步骤1找到的 MBD 点为中心点,转步骤1;

3)以上一次找到的 MBD 点作为中心点,用小模板替代大模板做匹配运算,MBD 点的位置即为最佳运动矢量。

运动估计算法中常用的匹配准则有绝对差值和(SAD)、均方误差(MSE)和归一化互相关函数等,DS 算法是以 SAD 做匹配准则,计算 SAD 包括取数据、相减、绝对值和累加4步操作。因运算规则易于实现软件流水,非常适合在 DSP 上实现。

H. 263 标准是基于块的编码方法,为使用片内存储器提供了方便。在 H. 263 编码过程中 DSP 存储器是这样分配的:将所有基于块操作的对象、系统堆栈、所有中间变量、码表、码流缓冲区等放在片内。而视频处理中的其他的大数据变量,因其数据量远超过了片内存储空间,故而放在了片外。

3 结束语

信息传输手段的增多,质量的提高,诸如可视移动终端、PDA 等消费类电子产品,嵌入式视频传输的应用将越来越广泛。研究在 DSP 上实现视频编码的方法将对这类视频传输应用的发展起到非常积极的推动作用。

参考文献:

- [1] 黎晓宁,叶 梧,冯穗力,等. 基于 TMS320C6205 DSP 的 H. 263 编码器实现方案[J]. 集成电路与应用,2002,(10):55-58.
- [2] 徐 盛,陈 健. TMS320C6201 数字信号处理器在图象处理中的应用[J]. 电子技术应用,1999,25(1):70-72.
- [3] ITU-T Recommendation H. 263, Video Coding for Low Bitrate Communication[S].
- [4] 杜 诚,何 芸,郑君里. 新的低码率视频编码快速半像素搜索算法[J]. 清华大学学报,2001,41(1):1-4.

(编辑:门向生)

Algorithm of H. 263 Video Coding Based on DSP Techniques

PENG Dong-me, LI Yan, HE Chang-long

(The Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710077, China)

Abstract: H. 263 protocol is described first in this article. The emphasis is focused on analyzing the performances and comparing the results of several main searching algorithms, then the coding simulation of motion picture is made. Finally, one of those searching algorithms, i. e. cross-searching algorithm, is simulated on the TMS320C6211 DSK board.

Key words: DSP (digital signal processor); BMA (block-matching algorithm); cross-searching algorithm; MPEG