

多媒体教学中的视频通信技术与DSP

施智雄, 胡玉红

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

【摘要】首先描述了视频通信的几种主要应用, 然后对视频压缩技术、视频传输技术的一些发展作了简要介绍, 最后提出DSP及这些新技术的实现方法。

【关键词】视频压缩; 视频传输; DSP

【中图分类号】G43 【文献标识码】A 【文章编号】1673-1891(2005)02-0086-04

1 应用现状

近10年以来, 视频通信发展较快, 业务范围日渐扩大, 表现为以下几方面。

1.1 视频会议

利用视频数字压缩技术和传输技术, 可使不同地点的人员犹如在一个会议室一样召开会议, 节省了大量时间、费用, 特别在争取时间、集思广益作决策时更显示其重要性。目前我国从中央到省、市以至县都已大量应用。

1.2 视频电话

视频电话原来也叫可视电话, 除了面对面的通话功能外, 现正发展成具有各种信息交互和任意切换功能的个人信息终端, 可以进行视频通话, 还可召开多人发言的会议, 支持多路视频图像, 具有电子文档共享, 浏览网页等功能。

1.3 远程学习和培训

由于技术、管理体制等不断发展、更新, 在职人员的培训、学习极其重要。目前, 我国有的企业已经开始利用视频通信网络对职工进行远程培训教育。国外非常重视这种远程培训, 我国还需加强。

1.4 远程医疗

可利用视州设备和网络进行远程医疗, 这对于我国农村广大地区医疗水平相对较低、农民经济水平相对不高的情况十分适宜, 应该大力推广。

1.5 网上游戏

计算机游戏市场十分巨大, 只要组织和引导得好, 对寓教育于游戏、丰富年轻人的生活、培养下一代有十分重要的意义和价值, 在我国需进一步大力发展。

1.6 视频点播

数字电视的发展已迫在眉睫, 怎样通过网络和视频点播方式让老百姓看到高质量、低价格、内容丰富健康的数字影片已是一个亟待解决的问题。

2 视频压缩技术

2.1 多编码模式的自适应选择

由于视频信息的内容千变万化, 很难用一种固定的模型进行描述。有人为此进行过大量的尝试都失败了, 有人甚至认为“视频压缩”不是一门科学。其实视频信息的规律就是多变, 一幅图像内容可能是平坦的, 也可能是多细节的; 可能是静止的, 也可能是运动的; 而且同一幅图像中各个部分可能又是极不相同的。针对这种复杂情况, 为了保证压缩质量, 唯一的办法是把图像分成许多大小不同的块, 对各个块按不同内容自适应地采取不同的编码模式。

在H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-4中, 把图像分成 8×8 或 16×16 的方块, 然后对各个方块视其内容分成帧内、帧间、跳帧等不同编码模式。在H.264中, 则更进一步细化成 4×4 方块, 从而编码模式更能适应于内容的变化, 如帧间编码用INTER表示, 帧内编码用INTRA表示, 跳帧用SKIP表示。

在H.264中采用了以下多种编码模式。

(1) 帧内编码

帧内编码有INTRA- 4×4 , INTRA- 16×16 , INTRA-PCM, SKIP等。在帧内编码中, 采用空间域的预测, INTRA- 4×4 中视内容不同又可进一步分成利用邻近像素的垂直预测、水平预测等9种预测模式, INTRA- 16×16 则用于平坦区, INTRA-PCM则

收稿日期: 2005-03-14

作者简介: 施智雄(1966-)男, 讲师。

采用直接传送像素不进行预测, 以上共有12种不同编码模式。

(2) 帧间编码

帧间编码有 INTER—16×16, INTER—16×8, INTER—8×16, INTER—8×8, 还有 INTER—8×8 的子模式, 即 INTER—8×8, INTER—8×4, INTER—4×8, INTER—4×4 等8种。

(3) 帧编码和场编码自适应方式选择

对于运动量较小的, 则帧编码时邻行之间空间相关性大, 故采用帧编码; 对于运动量大的, 则场编码邻行间的时间相关性大, 故采用场编码。由于一帧中有一部分内容运动量大, 有一部分内容运动量小, 则又可在帧编码中进一步分成图像自适应帧场 (PAFF) 和宏块自适应帧场 (MBAFF) 等共三种模式。

如此众多的编码模式, 根据内容的运动状况、细节等不同, 采用自适应选择方式, 视频质量显然可提高, 但计算量也很大。

2.2 多种预测精度

(1) 1/4像素精度的预测

过去, 只采用整像素或1/2像素的精度进行预测, 在H.264中可采用1/4像素精度进行预测。众所周知, 预测精度越高, 则压缩比越高。H.264中曾建议用1/8像素精度预测, 后来停止使用的原因是太高的精

度使编码复杂度增加, 但压缩比增加不多。

(2) 多参考帧选择

过去, 在H.261等标准中, 运动补偿时只选用前一帧作参考帧。为了进一步提高预测精度, H.264中可选用多至前后5帧的多参考帧。

2.3 熵编码自适应技术

视频信息(或残差信息)经变换、量化后, 利用熵编码可进一步压缩码率。以往在熵编码时由于只采用一张固定的码表, 无法适应视频信息本身的统计特性, 因此压缩比不高。

在H.264中采用了两种自适应的熵编码: 上下文自适应变长编码(CAVLC)和上下文自适应二进制算术编码(CABAC), 它们都利用待编码视频信息邻近已编码像素的统计特性, 因而码率压缩比(编码效率)进一步提高, 而后者编码效率更高, 但计算更复杂些。

2.4 R-D优化技术

由信息论可知, 在一定失真D下, 传输码率有一个最小值R, 这时, 如传送更低码率, 其失真必大于D, 也就是说R与D之间有一个优化的问题。我们的任务是在一定的传输码率R的限制下要求失真最小, 即视频质量最好(见图1)。

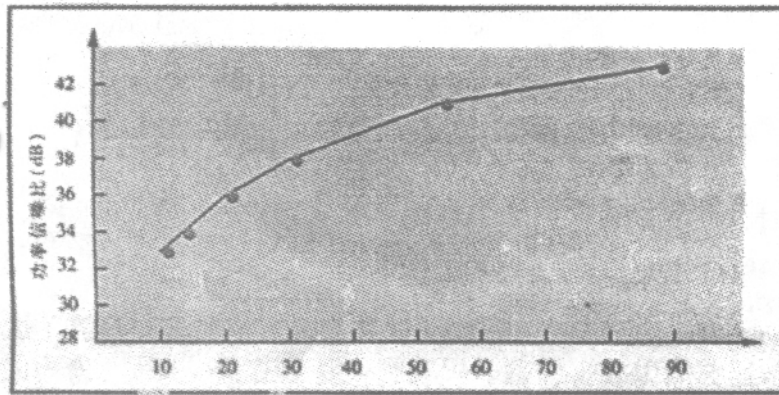


图 2 R-D 曲线

仔细分析发现, 这个问题十分复杂, 牵涉到视频编码中一系列问题, 首先是选择编码模式。如上所述, 编码模式的种类很多, 随着视频内容不同而不同。其次还有编码参数的选择, 如多种量化节距(量化步长)、多种变换方式(DCT、小波变换……)、多种熵编码方法等。

最近发展了一种利用拉格朗日乘子的R-D优化算

法, 其大体步骤如下(以帧间编码为例):

· 找出以R-D优化为目标的运动矢量 m_i (这和以往的按当前宏块与参考宏块之间误差最小的目标是不同的);

$$m_i = \underset{m \in M}{\operatorname{argmin}} \{ DLD(S_i, m) + \lambda_{\text{MinoN}} R_{\text{MinoN}}(S_i, m) \} \quad (1)$$

其中, M 为可能的编码模式集合, 其失真项为:

$$D_{\text{LMD}}(S_i, m)$$

$$= \sum_{\min} \{ s[x, y, i] - s[x-m_1, y-m_1, i-m_1] \}^2$$

其中 s, s' 分别为当前块和参考块, i, x, y 分别为当前块及其中的像素值, λ MOTION 为选择运动矢量的拉格兰其常数。

上述公式, 可选出 R—D 优化时的运动矢量 m_i 。

·选择编码参数量化值 Q (在编码模式已自适应选择时), 利用拉格兰其方法实现 R 一定条件下, 失真 D 最小, 具体说是拉格兰其代价函数 J_{MODE} 最小。

$$J_{\min}(s_i, t_i | Q, \lambda_{\min}) = D_{\min}(s_i, t_i | Q) + \lambda_{\min} R_{\min}(S_i, t_i | Q) \quad (3)$$

其中, RREC 则为熵编码后的编码结果。

λ_{Msk} 由大量实验得出:

$$\lambda_{\min} = 0.85 - 2^{(p)}$$

$$\lambda_{\min} = \sqrt{\lambda_{\min}} \quad (\text{当 } p=1 \text{ 且 } 6)$$

$$\lambda_{\min} = \lambda_{\min} \quad (\text{当 } p=1 \text{ 且 } 7)$$

·通过调整 Q 值, 计算出 DREC 和 RREC, 最后得到 J_{MODE} 最小值, 于是得到 R—D 最优时的 Q 值。

由以上可见, 其计算量是相当大的。

2.5 视频信号的去方块后处理

为了提高视频质量, 从根本上说, 应使接收者的人眼在视觉上享受到一种高质量的图像。因此, 现在发展一种解码环路的去方块滤波器, 它既能滤去由于编码造成的人为的方块效应, 又能保留原图像中应有的细节、边缘等。

3 DSP技术在视频压缩技术中的应用

由上述视频压缩技术的新发展, 可知视频压缩比和质量都有了显著提高, 但其代价是计算量大, 复杂度高。随着 DSP 技术的进一步发展, 现在已开发了若干高速视频处理芯片, 自 1980 年以来, DSP 芯片得到了突飞猛进的发展, DSP 芯片的应用越来越广泛。从运算速度来看, MAC (一次乘法和一次加法) 时间已经从 80 年代初的 400ns (如 TMS32010) 降低到 40ns (如 TMS32C40), 处理能力提高了 10 多倍。DSP 芯片内部关键的乘法器部件从 1980 年的占模区的 40 左右下降到 5 以下, 片内 RAM 增加一个数量级以上。从制造工艺来看, 1980 年采用 4 μ m 的 N 沟道 MOS 工艺, 而现在则普遍采用亚微米 CMOS 工艺。DSP 芯片的引脚数量从 1980 年的最多 64 个增加到现在的 200 个以上, 引脚数量的增加, 意味着结构灵活性的增加。此外,

DSP 芯片的发展, 是 DSP 系统的成本、体积、重量和功耗都有很大程度的下降。DVD 里应用的活动图像压缩/解压缩用 MPEG2 编码/译码器, 同时也广泛应用于视频点播 VOD、高品位有线电视和卫星广播等诸多领域。在这些领域里, 应用的 DSP 应该具备更高的处理速度和功能。而且, 活动图像压缩/解压技术也日新月异, 例如, DCT 变换域编码很难提高压缩比与重构图像质量, 于是出现了以对视觉感知特性为指导的小波分析图像压缩方法。新的算法出现, 要求相应的高性能 DSP。彩色静止图像压缩/解压, 现在普遍应用 JPEG 标准, 其核心算法也是离散余弦变换。

DSP图像处理应用解决方案

TI 公司 2002 年推出 TMS320C64x 系列 DSP, 2003 年该系列 DSP 的处理器主频已经达到 1GHz 以上。基于该系列处理器 TI 公司的第三方推出了具有超高速、高性能、高可靠性的实时图像处理应用平台, 可广泛应用于雷达、实时图像处理、IP 可视电话、图像监控、模式识别等领域。

3.1 硬件

3.3.3 高速 DSP 核心处理板

(1) DSP 选用 TI 公司的 TMS320C64xx 系列, 根据用户不同的应用可选择: TMS320C6416/15/14GLZ, 工作频率可达到: 750/600/500MHz, 运算速度可达至: 4000/4800/5760MIPS。

(2) 存储器资源

片内:

—128Kbit (16K—Byte) L1P 程序缓存

—128Kbit (16K—Byte) L1D 数据缓存

—8Mbit (1024K—Byte) L2 全局存储器

板上 EMIF 扩展: EMIFA (64bit) 256Mbit/32M—Byte SDRAM EMIFB (16bit) 256Mbit/32M—Byte SDRAM FLASH Memory 扩展: 16Mbit/2M—Byte 或 32Mbit/4M—Byte 可选

(3) 64 个独立的增强 DMA 通道

(4) 一个主机通信接口 (HPI) 总线宽度可由用户配置为 32/16bit, 根据不同的项目需求用户可选择以下扩展板:

① ARM 嵌入式系统板 (CY—ARM4510B) 可扩展出 IOBase—T 或 10/100Base—T 以太网接口 (可选), IDE 硬盘或 CF 卡 (可选), RS—232 接口、RS—485 接口、液晶显示、键盘等。

② PCI 接口板 (CY—PCI.2) 32bit/33MHz,

3.3VPCIMaster/

SlaveInterfaceConformstoPCISpecification2.2 (适用于 6415/6416DSP) ,四线串行的EEPROM。

(5) 三个McBSP串口(多通道缓存串口)

(6) 三个32bit定时器

(7) 一个RS—232接口

(8) 三路模拟图像输入接口 :支持NTSC/PAL/SECAM复合视频输入 ,具有卓越的三线自适应梳状滤波器能克服传统梳状滤波器的人工痕迹而保证全屏视频分辨率 ,其灵活的像素端口即支持数字视频输入又支持VIP、VMI、ByteStream这些流行图像控制器接口。

3.1.2 ARM嵌入式系统扩展板(CY-ARM4510B)硬件资源 :

☆8M—ByteSDRAM ☆16M—ByteFlashmemory

☆10Base—T或10/100Base—T以太网接口

☆IDE硬盘或CF卡

☆RS-232接口

☆RS-485接口

☆可扩展液晶显示、键盘等

3.1.3 PCI接口板(CY-PCI2.2)

☆PCI接口 32bit/33MHz 3.3VPCIMaster/SlaveInterfaceConformstoPCISpecification2.2 (适用于 6415/6416DSP)

☆四线串行的EEPROM

☆根据用户需求可选择CPCI接口卡

3.2 硬件测试软件、操作系统和算法

3.2.1 硬件测试软件 测试软件包括 SDRAM、Flashmemory、RTC、IIC、等板上所有资源的测试程序源代码。

3.2.2 操作系统和接口驱动程序 :

☆操作系统 :UCLinux2.4

☆提供板上各种接口的驱动程序

☆提供与DSP通信的驱动程序

3.3.3 SPBIOS和API接口 :

板上提供了针对DSP芯片的函数库、板上各种资源的基本输入输出操作系统(BIOS)和专用于图像处理的应用程序接口(API),以及方便用户做二次开发的软件开发包(SDK)

3.3.4 应用算法 :

☆JPEG

☆MPEG2

☆MPEG4

☆H.263

☆H.264

结语 综上所述 ,目前的视频压缩编码技术已有了重大进展 ,在同样码率下 ,利用以上新的编码技术 相对于H.263或MPEG—4可使码率降低一半 ,或者说同样码率下 ,峰值信噪比约有2dB的提高 ,其代价是复杂度高(即计算量大) 。由于高速DSP技术也有了重大进展 ,这类复杂度的问题应该说是可以解决的。

参考文献 :

[1] 毕厚杰. 视频通信技术的新发展[M], 2004.

[2] 张雄伟,曹铁勇.《DSP芯片的原理与开发应用(第2版)》,2000(9).

[3] 朱铭皓. DSP典型应用解决方案[M], 2004(10).

Video Communication and DSP in Teaching Multimedia

SHI Zhi-xiong, HU Yu-hong

(Xichang College, Xichang 615013, Sichuan)

Abstract the paper first described several applicatinos with video communication then it in troduced the latest progresses made on video compression and transmission techniques briefly specially for IP and wireless network. At lastit presented the complexity and implementation of all these techniques.

Key Words :Video cimpession ; Video tran mission ; DSP