



H. 264/AVC 在 视频监控系统中的应用

□ 裘姝平 (浙江传媒学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: H. 264/AVC 是由国际电信联盟 (ITU) 和国际标准化组织 (ISO) 共同制定的新一代视频编码标准, 首先指出目前采用其他标准设计视频监控系统的不足, 介绍和分析 H. 264/AVC 采用的新编码技术, 最后根据视频监控系统的特性, 主要讨论 H. 264/AVC 在视频监控应用中涉及的关键技术, 包括 SP/SI 帧技术和分层编码技术。

关键词: H. 264/AVC; 视频监控系统; SP/SI 帧; 分层编码

The Application of H. 264/AVC in Video Surveillance System

□ QIU Shu-ping

(Zhejiang Media Institute, Zhejiang Hangzhou 310018, China)

Abstract: The emerging H. 264/AVC video coding standard is developed collaboratively by the ITU-T and ISO/IEC. The lacks of other video compressing standards for video surveillance system are pointed out, the new features of H. 264/AVC coding technology are introduced and analyzed. Finally, due to the characters of video surveillance system, this paper mainly discusses the related key techniques of its application including SP/SI frame techniques and layered coding techniques.

Key words: H. 264/AVC; video surveillance system; SP/SI frame; layered coding

1 引言

视频监控系统是安全防范系统的组成部分, 它是一种防范能力较强的综合系统, 视频监控以其直观、方便、信息内容丰富而广泛应用于许多场合, 近年来, 随着数字技术的迅猛发展及图像信息的数字编码处理模式的不断增加, 新一代视频监控系统得到更大发展。

基于离散余弦变换和运动补偿的 H. 261 及 MPEG-1 是目前数字视频监控系统用到的主要图像压缩标准, 它在实际应用中有一定的局限性, 第一, 它们的适应性差, 不能根据网络情况自适应地调节传输率, 使得网络发生拥塞时性能急剧下降; 第二, 它们不具备较强

的用户交互性。随着计算机及多媒体技术的发展, 用户对视频质量和实时性需求提高, 由 ITU-T 和 ISO/IEC 联合开发的 H. 264/AVC 标准应运而生, H. 264/AVC 弥补了以上的不足, 还具有监控应用的独特优势: ①低码流: H. 264/AVC 压缩技术可大大节约存储空间和网络带宽; ②容错能力强: H. 264/AVC 提供了在不稳定网络环境下容易发生的丢包等错误的工具; ③高质量的图像: H. 264/AVC 能提供连续、流畅的高质量图像 (DVD 质量); ④网络适应性强: H. 264/AVC 提供了网络适应层, 使得 H. 264/AVC 的文件能容易地在不同网络上传输。

2 H. 264/AVC 主要技术改进

H. 264/AVC 是由 ISO/IEC 与 ITU-T 组成的联合视频组 (JVT) 制定的新一代视频压缩编码标准, ITU-T 将这个标准命名为 H. 264, 而 ISO/IEC 称它为 MPEG-4 高级视频编码 (Advanced Video Coding, AVC), 并且它将成为 MPEG-4 标准的第 10 部分。相对于先期的视频压缩标准, H. 264 引入很多先进技术, 包括 4×4 整数变换、空域内的帧内预测、 $1/4$ 像素精度的运动估计、多参考帧与多种大小块的帧间预测技术等, 新技术具有较高的压缩比, 同时大大提高了算法的复杂度。

(1) 4×4 整数变换

以前的标准如 H. 263 或 MPEG-4 都是 8×8 的 DCT 变换, H. 26L 中建议的整数变换实际上接近于 4×4 的 DCT 变换, 整数的引入降低了算法的复杂度, 也避免了反变换的失配问题, 4×4 的块可以减小块效应, 而 H. 264/AVC 的 4×4 整数变换进一步降低了算法的复杂度, 相比于 H. 26L 中建议的整数变换, 对于 9 b 输入残差数据, 由以前的 32 b 降为现在的 16 b 运算, 而且整个变换无乘法, 只需加法和一些移位运算, 新的变换对编码的性能几乎没有影响, 而且实际编码略好一些。

(2) 基于空域的帧内预测技术

视频编码是通过去除图像的空间与时间相关性来达到压缩的目的, 空间相关性通过有效的变换来去除, 如 DCT 变换, H. 264/AVC 的整数变换, 时间相关性则通过帧间预测来去除, 这里所说的变换去除空间相关性仅仅局限在所变换的块内, 如 8×8 或者 4×4 , 并没有块与块之间的处理。H. 263+ 与 MPEG-4 引入帧内预测技术, 在变换域中根据相邻块对当前块的某些系数做预测, H. 264/AVC 则是在空域中利用当前块的相邻像素直接对每个系数做预测, 更有效地去除相邻块之间的相关性, 极大地提高帧内编码的效率, H. 264/AVC 基本部分的帧内预测包括 9 种 4×4 亮度块的预测、4 种 16×16 亮度块的预测和 4 种色度块的预测。

(3) 运动估计

H. 264/AVC 的运动估计具有 3 个新的特点: $1/4$ 像素精度的运动估计, 7 种大小不同的块进行匹配, 前向与后向多参考帧。H. 264 在帧间编码中, 1 个宏块 (16×16) 可以被分为 16×8 、 8×16 、 8×8 的块, 而 8×8 的块被称为子宏块, 又可以分为 8×4 、 4×8 、 4×4 的块, 总体而言, 共有 7 种大小不同的块做运动估计, 以找出最匹配的类型。与以往标准的 P 帧、B 帧不同, H. 264 采用了前向与后向多个参考帧的预测, 半像素

精度的运动估计比整像素运动估计有效地提高了压缩比, 而 $1/4$ 像素精度的运动估计可带来更好的压缩效果。编码器中运用多种大小不同的块进行运动估计, 可节省 15% 以上的比特率 (相对于 16×16 的块), 运用 $1/4$ 像素精度的运动估计可以节省 20% 的码率 (相对于整像素预测)。在多参考帧预测方面, 假设为 5 个参考帧预测, 相对于 1 个参考帧, 可降低 5% ~ 10% 的码率, 以上百分比都是统计数据, 不同视频因其细节特征与运动情况而有所差异。

(4) 熵编码

H. 264/AVC 标准采用的熵编码有两种: 一种是基于内容的自适应变长编码 (CAVLC) 与统一的变长编码 (UVLC) 结合; 另一种是基于内容的自适应二进制算术编码 (CABAC), CAVLC 与 CABAC 根据相邻块的情况进行当前块的编码, 以达到更好的编码效率, CABAC 比 CAVLC 压缩效率高但要复杂一些。

(5) 去块效应滤波器

H. 264/AVC 标准引入去块效应滤波器, 对块的边界进行滤波, 滤波强度与块的编码模式、运动矢量及块的系数有关, 去块效应滤波器在提高压缩效率的同时改善了图像的主观效果。

3 H. 264/AVC 在视频监控系统中的应用

H. 264/AVC 新增加一系列新的技术, 以适应视频数据在各种传输媒体中的应用, 下面我们将从 H. 264/AVC 中的 SP/SI 帧技术和分层编码技术两个方面分别阐述 H. 264/AVC 在视频监控系统中的应用。

3.1 SP/SI 帧技术

H. 264/AVC 标准中的 SP/SI 帧技术可以解决视频流应用中终端用户可用带宽不断变化的问题以及不同内容节目拼接时数据量的激增和错误恢复等问题, 实际上 SP/SI 帧技术正是适应这种新要求而提出来的。

3.1.1 流间切换

在应用中, 实现带宽自适应的最好方法是设置多组不同的信源编码参数对同一视频序列分别进行压缩, 从而生成适应不同带宽、具有不同质量的多个相互独立的码流, 这样服务器就可以在不同的码流间切换以适应网络有效带宽的不断变化。

设 $\{P_{1,n-1}, P_{1,n}, P_{1,n+1}\}$ 和 $\{P_{2,n-1}, P_{2,n}, P_{2,n+1}\}$ 分别是对同一段视频序列采用不同的信源编码参数压缩所得到的两个码流, 由于压缩参数不同, 两个码流中同一时刻的帧例如 $P_{1,n-1}$ 和 $P_{2,n-1}$ 是不完全一样的。假设服务器开始时发送比特流 1, 到时刻 n 开始发送比特流 2, 此时解码器收到的序列为 $\{P_{1,n-2}, P_{1,n-1}, P_{2,n},$

$P_{2,n+1}, P_{2,n+2}$ |, 在这种情况下, 由于收到的 $P_{2,n}$ 所使用的参考帧是 $P_{2,n-1}$ 不是 $P_{1,n-1}$, 所以 $P_{2,n}$ 帧就不能完全正确地解码。在以前的视频压缩标准中, 能做到在这种流间切换时还能完全正确解码的前提条件是切换帧不使用其之前解码的信息, 比如只使用 I 帧, 在流式传输的过程中周期性地放置 I 帧确实能实现流间切换等功能, 但 I 帧的数据量很大, 会增加传输带宽。

从 SP 帧的特性可知, 即使使用不同的参考帧作预测也可以得到完全相同的解码帧, 此特点就可以应用于流间切换。在上述情形中, 若在切换点放置 SP 帧 (即图 1 中的 $S_{1,n}$ 帧和 $S_{2,n}$ 帧处), 切换时发送辅 SP 帧 (Secondary SP - Frame, 如图 1 中的 $S_{12,n}$ 帧) 即可, 当然, 信源编码部分根据需要送出 SP 和 SI 帧, 也适当增加了复杂度。

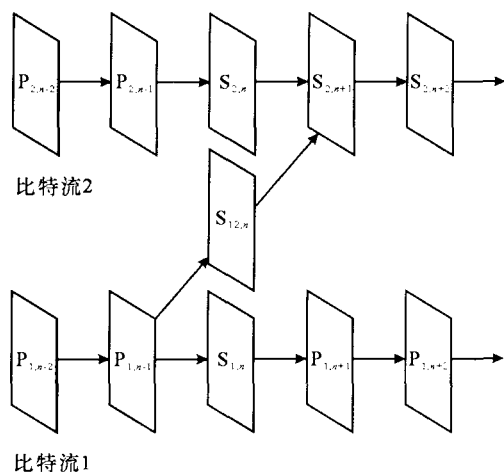


图 1 用 SP 帧进行流间切换

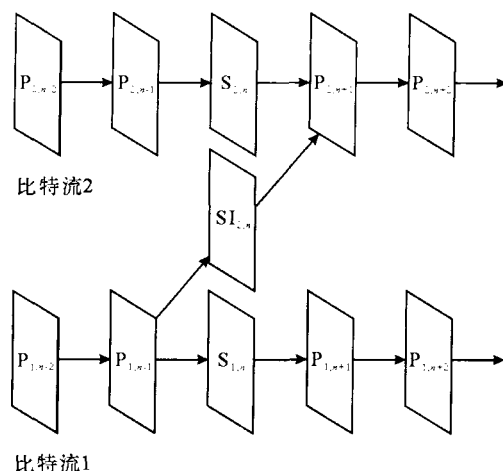


图 2 用 SI 帧进行流间切换

进行流式传输的比特流中的 1 个帧无法正确解码, 在得到用户端反馈的错误报告后, 服务器就可以发送其后最邻近 SP 帧的 1 个辅 SP 帧以避免错误影响更多后续帧, 当然用户端也可以使用辅 SI 帧来实现相同的功能。

3.2 分层编码技术

随着计算机技术和网络技术的发展, 目前的视频监控越来越趋向于基于网络或基于无线网络, 考虑到这个问题, H.264/AVC 标准在系统结构上引入全新的分层设计概念, 分为两层结构: 视频编码层 (VCL) 和网络适配层 (NAL), 正是这种分层的结构设计强化了对视频信息的压缩处理格式封装和优先级控制, 使得 H.264/AVC 编码标准可以在众多领域广泛应用, 其分层结构如图 3 所示。

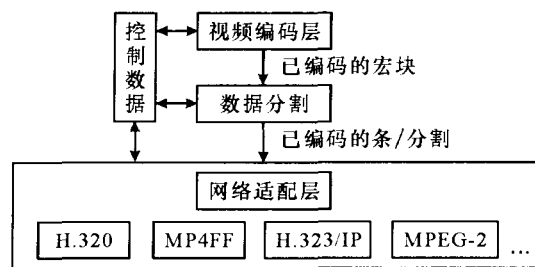


图 3 H.264/AVC 视频编码器结构

VCL 和 NAL 在功能实现上是分工协作的关系, VCL 负责对视频数据传输中所承载的视频内容进行描述和定义, 而 NAL 则专门负责网络的适配, 包括为视频编码信息提供文件头信息, 以适当的方式对视频数据进行打包和传送, 将与网络相关的信息从视频压缩系统中抽象出来, 使网络对于视频编码层是透明的。NAL 的设计采用友好的网络界面, 能够简单高效地将视频编码层 VCL 应用于各类网络系统中, 在这种分层

3.1.2 拼接 (Splicing) 与随机接入 (Random Access)

在前述流间切换的例子中, 各码流是对同一段图像序列压缩处理的结果, 然而在其他需要流间切换的应用中并不总是如此, 例如关注同一事件而处于不同视角的多台摄像机的输出码流间的切换等。拼接是指连接不同图像序列生成的码流, 拼接时由于各个码流来自于不同的信源, 码流间使用帧间预测就不是那么有效, 而使用 SI 帧 (即辅帧使用空间预测) 如图 2 中的 $SI_{2,n}$ 帧效果更好, 因为 SI 帧不使用时间上的参考帧。

总之, SP 与 SI 帧均用于流间切换, 当流的内容相同只是图像质量 (或带宽) 不同时就用 SP 帧, 当流的内容相差很大时使用 SI 帧更有效。

3.1.3 错误恢复

采用不同的参考帧预测可以获得同一帧的多个 SP 帧, 利用这种特性可以增强错误恢复的能力, 例如, 正在

结构中,高编码效率和网络友好性的任务分别由 VCL 和 NAL 来完成,利用这种特性,我们还可以实现对信息的封装和对信息进行更好的优先控制。

在 H. 264/AVC 标准中引入分层编码技术能提供稳定的图像质量,提高人们对视频传输质量的可控力,并具有较强的差错处理能力,能够很好地适应视频监控系统的应

4 结束语

H. 264/AVC 标准的推出是视频编码标准的一次重要进步,它比现有的 H. 263、MPEG-2 具有明显的优越性,特别是编码效率的提高将有力地促进视频监控技术的发展,同时它将对其他视频应用领域产生不可估量的影响,尽管 H. 264/AVC 标准的算法在编码端比 MPEG-2 复杂 4~5 倍,在解码端比其复杂 2~3 倍,但由于 MPEG-2 诞生后芯片处理能力的巨大进步,H. 264/

AVC 标准的复杂程度完全可以被人们所接受。

参考文献:

- [1] Karczewicz M, Kurceren R. The SP - and SI - Frames Design for H. 264/AVC[J]. IEEE Transactions On Circuits and Systems For Video Technology, 2003, 13(7): 637 - 644.
- [2] Stockhammer T, Hannuksela M M, Wiegand T. H. 264/AVC in Wireless Environments[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2003, 13(7): 657 - 673.
- [3] 孙 华. H. 264 视频编码标准的分层设计与功能[J]. 广播与电视技术, 2004, (4): 31 - 33.

[收稿日期:2005-07-31]

光站相关故障分析

□徐 冉(广州市广播电视网络有限公司,广东 广州 510010)

随着用户的增加和新业务的开展,广州市网部分地区已做到 500 户一个光节点,全市现已开通光节点近 600 个,所用光工作站主要是 MOTOROLA 和 ANTEC 的系列产品。光站的主要功能就是进行光电转换,并对射频信号加以放大,故输入信号的变化、光链路故障、前端问题、光站本身故障等都会引起光站工作不正常,各种问题都表现在光站的信号输出上。现对相关问题加以分析。

1 供电故障

(1) 供电器损坏、烧保险、输出线未接好等使光机供电中断。

(2) 光站供电通过漏电开关保护装置,可能会由于负载突然变化导致开关自动落下,中断供电。

(3) 雷击烧毁供电模块。广州属于多雷城市,在雷雨天气,经常会发生由光站输出线路引雷电入光站烧毁电源模块甚至光站底板事故,可通过加强外线路的接地防雷措施以降低事故发生概率。

(4) 供电输入不稳定,表现为光机信号输出跳动。

2 接触故障

(1) 光机的 CNR 指标过低(低于 45 dB),通过 OTDR 测试光链路,一般会发现在有跳点处存在较大的回波损耗,经查一般为该跳点接头不洁净,重新清洁接头即可。

(2) 光站内部的衰减片、均衡片接触不良或损坏,会造成频谱的不平坦或信号中断。

(3) 光站输出同轴电缆接头未做好,如缆芯过长或过短,过

长引起光站短路,过短引起接触不良。

3 光缆链路故障

(1) 光缆损伤或者中断,导致光站接收光功率不正常或无接收光功率,光功率过低会使 CNR 急剧劣化。

(2) 光缆在接续盒里固定不牢、盘纤不当,或者接续盒封装不当进水等,导致光纤中断或衰减逐渐变大。要确保光缆及尾纤跳线的弯曲半径,不恰当的弯曲半径会造成缆和尾纤的永久性物理变形。

(3) 光缆敷设不规范致使其过度弯曲甚至打折导致光功率降低,同时也降低了 CNR。

此 3 类故障可通过 OTDR 测试光链路,注意落差比较大的点。

4 机房故障

(1) 在光站测得射频输入斜率过大,正常的斜率应该保持为 0。经查一般为前端光发射机的输入射频线接头松动、氧化,引起光发射机 RF 驱动电平降低、斜率变大造成的。这同时也会降低光发射机的调制度,影响 CNR、CTB、CSO。

(2) 光发射机本身故障,如温度过热、烧坏、掉电等,表现为相关的多个光站信号跳动或无信号。光发射机应在无尘、无静电、25℃ 恒温的环境下工作。

(3) 光分路故障导致多个相关光站信号变低或无信号。一般户外的分路器问题较多,由于输出接点密封不严,易入灰尘、水气,使插损变大。

[收稿日期:2006-02-28]