

视频压缩技术在线应用的研究

文/ 广西壮族自治区公安厅科技信息化总队 叶显文 韦继良 何定海 刘树庄 向庭波 黄尚科 陈达 曹磊 吴波 陈志超 蒙诗文

【摘要】：随着电子设备的普及和通讯技术的发展，图片和视频占据互联网流量的85%以上。使用深度学习算法来进行图像视频压缩，这样用户不仅可以使使用更少硬件设备进行数据存储，也可以在窄带宽的环境下通过视频、图片压缩技术实时无卡顿的传输高清视频和图片。同时可以利用所提取出的压缩编码进行如识别、检测等高层应用，实现高效的多任务算法，这是传统编码技术所不能比拟的优势。

【关键词】：图像分割 图像拼接 视频编解码 视频图片压缩存储、传输 压缩编码识别、检测

Research on Online Application of Video Compression Technology

Ye Xianwen, Wei Jiliang, He Dinghai, Liu Shuzhuang, Xiang Tingbo, Huang Shangke, Chen Da, Cao Lei, Wu Bo, Chen Zhichao, Meng Shiwen

Science and Technology Information Corps of Public Security Department of Guangxi Zhuang Autonomous Region

Abstract: With the popularization of electronic equipment and the development of communication technology, pictures and videos occupy more than 85% of Internet traffic. Use deep learning algorithms for image and video compression, so that users can not only use fewer hardware devices for data storage, but also can transmit high-definition videos and pictures in real-time without stuttering through video and image compression technology in a narrow bandwidth environment. At the same time, the extracted compression coding can be used for high-level applications such as identification and detection to achieve efficient multi-tasking algorithms, which is an advantage that traditional coding technology cannot match.

Keywords: Image Segmentation, Image Stitching, Video Encoding and Decoding, Video Picture Compression Storage and Transmission, Compression Encoding Identification and Detection

的不断叠加，系统集成维护难度剧增且存储硬件花费不菲等问题。

针对上述问题，广西壮族自治区公安厅科技信息化总队联合合肥图鸭科技有限公司、广西铭人之星信息科技有限公司研发的（铭人·图鸭无损耗高保真高压压缩的视频格式）视频超高压压缩技术，并在广西柳州市公安局、玉林市公安局、百色市公安局进行了视频压缩与传输、视频压缩结构化分析实战性测试和技术推广。其目的是为了减少海量视频传输与存储困难、为客户节省项目投资而开发一种先进的视频压缩技术，同时寻找出既满足压缩率要求，又能满足视频质量和视频结构化需要的一种合理压缩率经验值，并在实际中应用。现就具体的测试情况而形成的方案进行介绍。

1.3 研究课题

1.3.1 主要研究工作

本课题主要的研究工作是，解决安防视频图像存储难、传输慢、调用及查找不便、结构化分析延迟等应用痛点，通过视频、图像图形压缩技术把视频流数据进行压缩，并对压缩图像效果、质量、产品兼容性和稳定性等进行评测，以便更好地节省超高清摄像机前端的存储资源，及解决因传输占用太多带宽带来的一系列问题，确保超高清摄像机的普及应用。

1 绪论

1.1 背景

随着高清监控技术日趋成熟，“高清化”已经成为平安社区建设的一种必然趋势。视频监控系统已经由“看得见”全面转向“看得清”，并遵循“建为用，用为战”的原则，开始了“看得懂”的智能化系统建设。当前，前端摄像头已

经由200万像素向着400万、800万以及更高的像素方向快速发展。

1.2 城市视频监控建设现状

城市视频监控建设需要集中存储和浏览，必然存在视频网络传输和存储的压力。而视频传输所占用的网络带宽过大，由此带来传输拥堵或停滞和网络费用高等一系列问题，而且集中存储还造成存储设备

1.3.2 研究内容及目标

课题研究内容主要从6个方面入手：压缩倍率、图像质量、设备稳定性、兼容性、国产化率、结构化分析。目标是寻找可在线应用的视频压缩产品，兼顾压缩效率和视频质量。

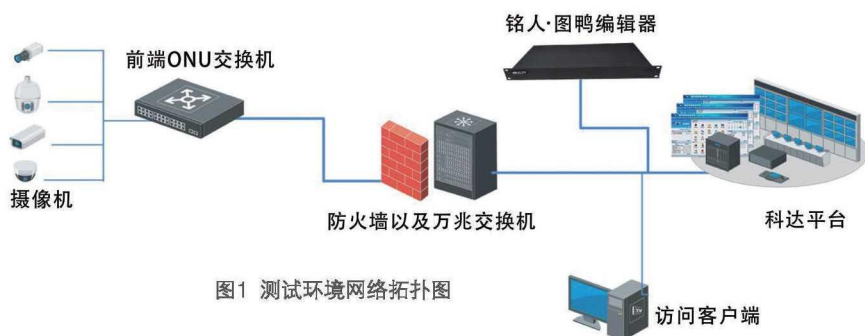


图1 测试环境网络拓扑图

2 核心技术

2.1 “零”损耗、高压压缩视频编码技术

视频压缩技术适应各种视频流的高质量、高倍率压缩的转化，高清视频最大能再压缩原视频大小的80%~90%左右。公司把独立研发的视频压缩技术移植到DSP嵌入式芯片中，且自主研发制造的压缩视频编码器可实现硬件与现有其他配套软硬件的无缝集成。随着需求的扩大和技术研发投入的加大，未来会将核心算法流片，实现知识产权固化，在知识产权应用的可靠性、性价比方面进一步提升，为用户提供更加优质高效的服务。

2.2 技术创新点

设计过程：在视频处理中，编码单元把H.264中的宏块大小 8×8

扩展，以便于高分辨率视频的压缩，同时采用自适应样点补偿重构图像，按照递归的方式分裂成4个子区域，每个子区域将根据其图像像素特征选择一种像素补偿方式，以减少原图像与重构图像之间的失真。自适应补偿方式分别是带状补偿和边缘补偿两种。带状补偿将像素值强度等划分为若干个条带，每个条带内的像素拥有相同的补偿值，进行补偿时可根据重构像素点所处的条带选择相应的带状补偿值进行补偿。将像素强度从0到最大值划分为32个等级，同时划分为两类，第一类位于中间的16个条带，剩余16个条带为第二类。编码是只将一类条带的补偿信息写入片头，另一类条带信息则不传送。

这样的方式编码将具有较小补偿值的一类条带忽略不计，从而节省了编码比特数。边缘补偿主要用于对图像的轮廓进行补偿，它将当前像素点与相邻的2个像素值进行对比，用于比较的2个相邻像素可以在4种模板中选择，从而得到该像素点的类型为局部最大、局部最小或者图像边缘，然后解码端根据码流中所标示的像素点的类型信息进行相应的补偿校正。

2.3 技术优势

(1) 编码服务器硬件可与现有其他设备配套硬件实现无缝集成，并对视频流信息进行识别分析实现智能化利用，同时也为客户节省了大量设备的成本投入。

(2) 保留原有存储方式不变。

表1 检测项及检测判定标准

序号	检测项	检测判定标准
1	平台兼容功能检测	支持符合标准协议的IP摄像机的接入，可对接入的视频进行压缩并输出。
2	分辨率一致性检测	压缩视频分辨率与原摄像机视频分辨率一致。
3	视频压缩标准检测	压缩后的视频可直接在视频管理平台上播放，不需要额外的解码设备。
4	压缩率检测	压缩视频平均码率比原摄像机码平均码率有显著减少。
5	接入能力检测	支持高清摄像机（1080P）视频接入，并对其进行实时压缩。
6	视频兼容性检测	压缩视频可直接在视频管理平台上使用，并且支持视频预览、录像、存储、回放等。
7	存储节省检测	存储相同时间，压缩视频大小比原摄像机有显著减少。
8	网络带宽节省检测	压缩后单位时间视频占用的网络带宽比原摄像机有显著减少。
9	视频质量主观评价检测	压缩后视频应能流畅播放，无明显的缺损，物体移动时图像边缘无明显的锯齿状、拉毛、断裂等现象。
10	编码兼容性检测	支持高清摄像机（1080P）视频接入，可通过H.264/H.265编码并对其进行实时压缩。
11	稳定性检测	高温、高湿冷等恶劣极端环境的测试，主要考察设备在野外使用的稳定性。
12	性能监测功能检测	实时监测设备CPU、内存、网络、连接等状态。
13	安全可控性检测	设备安全可控的国产化产品。

表2 设备及场景测试

一、设备测试					
测试项目名称：百色公安局视频压缩传输测试					
主要技术指标					
设备性能指标测试	兼容功能检测	大华/海康/金三立/科达摄像机			压缩编码设备均能接入
		H.264/H.265			
	分辨率、帧率、图像流畅性、延时性、软件播放、NVR解码播放、并发性接入、并发性转发	分辨率适应性	H.264	压缩后视频和原视频对比分辨率保持一致（1080P/720P）	
			H.265		
		帧率	H.264	压缩后视频和原视频对比帧率保持一致（25/s）	
			H.265		
		图像流畅性	H.264	压缩后视频通过NVR提取录像，视频无卡顿、无延时现象	
			H.265		
		延时性	H.264	压缩后视频和原视频对比，延时160ms。 符合公安部三所检测结果	
			H.265		
		软件播放	H.264	压缩后的视频与原视频均能通过第三方播放软件（VLC）进行播放。	
			H.265		
	NVR解码播放	H.264	压缩后视频文件支持NVR解码播放		
		H.265			
	并发性接入	压缩编码设备支持并发接入，可接入1路800万像素摄像机（4K）			
	并发性转发	压缩编码设备支持双倍转发			
	码率、协议、状态	分辨率压缩	压缩编码器可按摄像机码率的调整要求从大至小压缩原始视频的分辨率。		
码率控制		压缩编码器可以根据现场需求调整码率控制方式（CBR/VBR/AVBR）。			
压缩码率可调		压缩编码器可以根据现场IPC需要调整压缩码率（128kb/s~4096kb/s）。			
传输协议		压缩编码器支持Onvif/RTSP/GB28181等多种传输协议			
设备稳定性测试	高低温与高湿度测试	高温检测	恒温60℃±5℃	压缩编码设备在高低温、高湿环境下带电6小时均能正常无故障工作	
		高湿度检测	湿度：60%~65%		
		低温检测	恒温-10℃±5℃		
	稳定性测试	压缩编码设备在5×24小时状态下连续带电工作，无任何故障（掉线、断电、设备重启），且存储录像无任何断点			
断电重启：压缩编码器断电恢复后可在2min内重新获取码流					
断网重启：压缩编码器断网恢复后可在2min内重新获取码流					
设备芯片检测	国产率	均为国产多核嵌入式处理器			
国标（GB28181-2016）测试	前端设备接入	后端平台接入	前端兼容性接入	延时测试	卡顿测试
	前端设备均能通过国标GB28181-2016的标准协议接入。	后端均能通过（GB28181-2016）标准协议接入上级管理平台-科达平台。	前端均能接入指定的大华枪机及球机，并能通过国标协议实现对球机的转动、焦距等功能进行有效控制。	通过压缩编码器对视频进行延时性能测试，延时现象与原视频基本一致。	将压缩编码器前置后进行测试，卡顿现象已得到解决。
二、场景测试					
场景一：新环球大厦					
延时测试、控制测试	通过压缩编码器对视频进行延时性能测试，延时现象与原视频基本保持一致，并能实现对前端球机的转动、焦距等功能进行有效控制。				
场景二：龙旺大道					
传输测试	针对现场环境及网络带宽的影响调整编码器压缩程序，将设备前置并通过压缩后传输到后端控制中心的视频流畅，解决了未经压缩进行传输时出现的卡顿、拖影现象。				
场景三：右江区爱新街					
卡顿测试	针对现场环境及网络带宽的影响调整编码器压缩程序，将设备前置并通过压缩传输到后端控制中心的视频卡顿、拖影现象消除。				
三、测试总结					
本次百色市公安局天网工程视频传输压缩测试所使用的摄像机均为“大华”枪机、球机两种。本次球机测试为400万像素分辨率1600×2500，最高可设置码流为12M；受测试网络环境限制影响，本次设置的码流为6~8M；摄像机的压缩视频码率在（128kb/s~6144kb/s）范围。本次枪机测试为200万像素分辨率1920×1080，最高可设置码流为4M；受测试网络环境限制影响，本次设置的码流为2~4M。摄像机的压缩视频码率在（128kb/s~3072kb/s）范围。此次压缩测试较原视频对比压缩倍率分别为7倍、3倍、2倍；同时压缩编码器在高低温、高湿度环境下带电工作运行正常，此次测试对视频的分辨率、码率、帧率、设备断电与断网的稳定性、图像流畅性、兼容性、并发接入、并发转发、国标（GB 28181-2016）对接设备、平台的兼容性、安全可控性以及在不同环境下对摄像机图像质量等进行了检测，均满足了本次测试设定的13个子项测试要求。					

表3 场景测试

测试科目	1、主要测试车流量大小对编码器的极限参数情况。					
	2、检测在经过压缩编码器仍能满足人脸结构化分析的情况。					
测试方法	将前端摄像机及视频压缩编码器通过国标（GB 28181-2016）方式接入科达视频管理平台，摄像机码率值分别设置为12M、6M、4M，在编码器配置平台分别将原始码流压缩为3M、2M、1M不等，并随机抽检视频的质量情况。					
场景一：湾塘路柳州饭店丁字路口（金三立ST-NT89N-FE-ADL球机）						
摄像机原始IPC设置输出码率	原始IPC实际输出码率	平台配置码率	压缩后实际输出码率	压缩效率(压缩有实际输出码率/原始实际输出码率)	存储空间较原视频节省（倍）	视频质量主观评判
12Mb/s	12215kbps	3M	3152kbps	25.8%	3.88倍	随机截取车牌图片并放大后，均可清晰辨别出车牌信息。
		2M	1870kbps	15.3%	6.53倍	
		1M	1066kbps	8.72%	11.46倍	
6Mb/s	6100kbps	3M	2706kbps	44.4%	2.25倍	
		2M	2061kbps	33.04%	2.96倍	
		1M	1066kbps	17.5%	5.72倍	
4Mb/s	4106kbps	2M	2071kbps	50.4%	1.98倍	
		1M	1044kbps	25.4%	4.29倍	
延时与控制测试	通过压缩编码器对视频进行延时性能测试，延时现象与原视频基本保持一致，并能实现对前端球机的转动、焦距等功能进行有效控制。					
测试小结与分析：本次测试表明，在大部分的压缩倍率下（除12M码率压缩为1M码率以外），视频中截取的车牌图片在放大后，均能够正确分辨出车牌信息。						
场景二：龙城路地下商业街（科达IPC2655-Gi7N-Z1550枪机）						
摄像机原始IPC设置输出码率	原始IPC实际输出码率	平台配置码率	压缩后实际输出码率	压缩效率(压缩有实际输出码率/原始实际输出码率)	存储空间较原视频节省（倍）	视频质量主观评判
16Mb/s	16108kbps	3M	2784kbps	17.20%	5.79倍	可正确实现人脸结构化分析。
		2M	1916kbps	11.89%	8.41倍	
		1M	1039kbps	6.45%	15.50倍	
8Mb/s	8094kbps	3M	2747kbps	21.58%	2.95倍	
		2M	2037kbps	25.17%	3.97倍	
		1M	1059kbps	13.08%	7.64倍	
6Mb/s	6018kbps	3M	2638kbps	43.83%	2.28倍	
		2M	2248kbps	37.35%	2.68倍	
		1M	1066kbps	17.71%	5.65倍	
4Mb/s	4014kbps	2M	1857kbps	45.25%	2.16倍	
		1M	1043kbps	25.41%	3.85倍	
延时测试	通过压缩编码器对视频进行延时性能测试，延时现象与原视频基本保持一致。					
测试小结：本次测试表明，在上述所有对视频的压缩倍率下，均能够正确实现人脸结构化分析。						

（3）节省大量的存储空间。

3 系统测试（百色、柳州、玉林）

3.1 测试环境网络拓扑图

如图1所示。

3.2 测试科目及方法

本次测试从压缩倍率、图像质量、设备稳定性、兼容性、安全可控性等共13个单项进行测试。

3.3 测试项

具体如表1所示。

3.3.1 设备及场景测试

具体如表2所示。

3.3.2 场景测试

具体如表3所示。

3.3.3 压缩前后落盘文件比对

具体如表4所示。

4 总结

本次测试历经将近一年，对铭人·图鸭视频编码压缩产品进行了其全面性能和符合性、稳定性的测试，包括适应各品牌、各种分辨率的枪机和球机兼容性、H.264和H.265兼容性，和国标GB/T 28181-2016《公共安全视频监控

联网系统信息传输、交换、控制技术要求的符合性、高低温及湿度环境下设备运行稳定性、各种压缩率下的视频质量和结构化分析比对、传输网络不好的情况下经过压缩后解决问题及国产化情况检查等。根据测试得出结论，在既保证一定的压缩效率又保证视频质量的情况下，对H.264的压缩率取3~4倍、H.265的压缩率取2~3倍，设备兼容性全部满足，运行稳定性在测试中通过，建议上线应用和

表4 压缩前后落盘文件比对

根据公安的要求，此次测试从科达监控管理客户端分别下载10分钟左右的视频文件进行比对。							
截屏画面							
金三立球机与4M存储空间比对							
4M原码流10分钟落盘文件269M							
摄像机码流	工作状态 10分钟	落盘文件大小	与4M原码流 空间比对	摄像机码流	工作状态 10分钟	落盘文件大小	与4M原码流 空间比对
12M	未压缩	859MB	多590MB	6M	未压缩	440MB	多171MB
	压缩至3M	195MB	节省74MB		压缩至3M	216MB	节省53MB
	压缩至2M	147MB	节省122MB		压缩至2M	146MB	节省123MB
	压缩至1M	71.9MB	节省197.1MB		压缩至1M	74.5MB	节省194.5
4M	未压缩	269MB	节省0MB	4M	压缩至2M	147MB	节省122MB
					压缩至1M	74.4MB	节省194.6MB
科达枪机与4M存储空间比对							
4M原码流10分钟落盘文件296M							
摄像机码流	工作状态 10分钟	落盘文件大小	与4M原码流 空间比对	摄像机码流	工作状态 10分钟	落盘文件大小	与4M原码流 空间比对
16M	未压缩	1.11GB	多1.08GB	8M	未压缩	568MB	多272MB
	压缩至3M	219MB	节省77MB		压缩至3M	210MB	节省86MB
	压缩至2M	150MB	节省146MB		压缩至2M	139MB	节省157MB
	压缩至1M	72MB	节省224MB		压缩至1M	76.8MB	节省219.2MB
	压缩至900K	64.8MB	节省231.2MB				
6M	未压缩	409MB	多113MB	4M	未压缩	296	节省0MB
	压缩至3M	226MB	节省70MB		压缩至2M	149MB	节省147MB
	压缩至2M	146MB	节省150MB		压缩至1M	66MB	节省230MB
	压缩至1M	63.2MB	节省232.8MB				
测试分析与总结：本次对柳州市天网工程进行的测试，所使用的摄像头有球机、枪机两种，其中球机以“金三立”为主（型号为ST-NT89N-FE-ADL），像素为400W，最高分率1600×2500；输出码率可设置为4096kbps~12288kbps，最高设置码流为12M。枪机则以“科达kedacom”为主（型号为IPC2655-Gi7N-Z1550），像素为600万像素最高分率2848×2136；输出码率可设置4096kbps~16384kbps，最高设置码流为16M。							
鉴于电信可提供良好的网络环境，在充足带宽的情况下可将摄像机的主码流设置至最高码流，如此可保证高清的视频画面经铭人·图鸭压缩编码器置于后端进行压缩并回传时仍可保持高分辨率、高清质量的视频画面，并能确保前端摄像机在接入到科达平台后整个链路的带宽流量减少75%。							
根据本次测试的结果表明，柳州天网摄像机主码流的原厂配置为4096kbps（即4M码流），经过应用场景反复多次进行的测试与比对，建议普通场景选择压缩至1M（如此既可保证高清质量视频画面的情况下，又可获得最小的存储空间和带宽传输）；重点关注卡口的摄像机建议开足码流压缩至1.5M~2M，因该区间的压缩比并不影响画面质量，既可保证高清画面质量不变，又可以节省传输带宽以及后台的存储空间。							

观察。

视频压缩产品的应用,将在以下方面发挥积极的作用:一是能耗降低(节省存储磁盘、机架和机柜、机房空间、机房制冷、机房用电、机房运维等)。二是带宽利用率提升(相同带宽条件下可以多接路数、提升交换机和应用设备硬件能力、提升传输的顺畅性等)。在不改变带宽的前提下,即使在网络环境较差的链路,经过压缩的视频图像已能无卡顿地实时上传指挥中

心管理平台。

5 推广前景

随着城市规模不断扩大,人、车、物、财高度集中和流动,治安情况日趋复杂,对政府的管理能力要求越来越高,社会治安的管控绝大部分依赖视频监控。因此,天网工程、智能交通工程、雪亮工程等项目正在进行大规模实施和应用,系统越来越庞大、设备数量越来越多、分布越来越广泛,且超高分辨

率视频监控摄像机的应用趋于高速发展,相应要求有高质量的视频压缩可以解决视频存储耗费存储资源突出问题,也可以更好地应用在移动视频指挥终端传输,以便解决占用传输流量和传输顺畅性问题。

该技术及产品充分满足用户的需求,解决系统使用过程中的痛点和难点,符合国家产业政策,经济效益良好,社会效益显著,具有极大的推广和利用价值。⑦