

网络视频监控技术

杨磊 张艳霞 梁笃国 吴晓雨 编著

网络工程专业『十二五』规划教材

中国传媒大学出版社

设计总监 杨 蕾
责任编辑 蔡开松

网络工程专业“十二五”规划教材

宽带网络技术

卫星广播技术

地面数字电视和移动多媒体广播

现代广播发送技术

网络视频监控技术

光纤传输技术

物联网概论

RFID技术与应用

网络电视技术

广播电视网络规划与设计

广播电视监测技术

上架建议：信息与通信工程

ISBN 978-7-5657-1874-8



9 787565 718748 >

定价：66.00元





网络工程专业“十二五”规划教材

网络视频监控技术

杨 磊 张艳霞 梁笃国 吴晓雨 编著

刘剑波 主审



中国传媒大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

网络视频监控技术/杨磊等编著.—北京:中国传媒大学出版社,2017.6
(网络工程专业“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5657-1874-8

I. ①网… II. ①杨… III. ①计算机网络—视频系统—监视控制—
高等学校—教材 IV. ①TN941.3 ②TP277.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 294621 号

网络视频监控技术

WANGLUO SHIPIN JIANKONG JISHU

编 著 杨 磊 张艳霞 梁笃国 吴晓雨

责 任 编 辑 蔡开松

装帧设计指导 吴学夫 杨 蕾 郭开鹤 吴 颖

设 计 总 监 杨 蕾

装 帧 设 计 刘鑫、杨瑜静等平面设计团队

责 任 印 制 曹 辉

出版发行 中国传媒大学出版社

社 址 北京市朝阳区定福庄东街1号 邮编:100024

电 话 86-10-65450528 65450532 传真:65779405

网 址 <http://www.cucp.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 北京艺堂印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15.25

字 数 299千字

版 次 2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5657-1874-8/T·1874 定 价 66.00元

版权所有

翻印必究

印装错误

负责调换



中国传媒大学“十二五”规划教材编委会

主任：苏志武 胡正荣

编委：（以姓氏笔画为序）

王永滨 刘剑波 关 玲 许一新 李 伟

李怀亮 张树庭 姜秀华 高晓虹 黄升民

黄心渊 鲁景超 蔡 翔 廖祥忠

网络工程专业“十二五”规划教材编委会

主任：李鉴增 刘剑波

委员：李 栋 韦博荣 杨 磊 王京玲 李建平

陈新桥 关亚林 杨 成 金立标 郭庆新



前 言

近十几年来,国内安全防范视频监控市场持续火爆地发展,应用领域遍及各行各业,数不胜数,其中公共安全领域的视频监控联网应用最具代表性,是新形势下维护国家安全和社会稳定、预防和打击暴力恐怖犯罪的重要手段,对于提升城乡管理水平、创新社会治理体制具有十分重要的意义。与此同时,国际上也开始着手对于视频监控联网应用标准的制定,以国际电工委员会 IEC/TC79(International Electrotechnical Commission / Alarm and electronic security systems)为代表的国际标准化组织于 2009 年开始研究制定基于网络传输的安防视频监控国际标准——IEC 62676 系列标准,并邀请中国担任了其中的标准工作组组长。

目前,全国各地正在大力推进视频监控系统的建设,在打击犯罪、治安防范、社会管理、服务民生等方面发挥了积极作用,基于视频监控联网应用的平安城市建设已成为智慧城市建设的重要组成部分。

需要强调的是,2015 年 5 月 6 日,国家发展改革委、中央综治办、科技部、工业和信息化部、公安部、财政部、人力资源社会保障部、住房城乡建设部、交通运输部等中央、国家 9 部委联合发布了《关于加强公共安全视频监控建设联网应用工作的若干意见》(发改高技[2015]996 号),从 18 个方面对视频监控联网系统建设提出了指导意见,明确了到 2020 年基本实现“全域覆盖、全网共享、全时可用、全程可控”的公共安全视频监控建设联网应用的总体目标,并预期在加强治安防控、优化交通出行、服务城市管理、创新社会治理等方面取得显著成效。

在国内外网络视频监控应用迅猛发展的形势下,结合我校网络工程专业的建设需求,作者编写了本教材,可视为作者此前编写的《闭路电视监控实用教程》(杨磊等,机械工业出版社,2005)以及《网络视频监控技术与智能应用》(梁笃国等,人民邮电出版社,2012)的姊妹篇,目的是使读者对视频监控技术及其联网应用有一全面而深入的了解,以

适应社会实际需求并快速投入到这个曾预估到 2015 年即有 5000 亿市场规模^{①②③}的各行各业的实际应用建设中。

作者参加了国际标准“Video surveillance systems for use in security applications - Part 3: Analog and digital video interfaces”(IEC 62676-3)的部分前期编写工作;参加了《安全防范视频监控数字音视频编解码技术要求》(GB/T 25724-2010)、《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》(GB/T 28181-2011)、《安防监控视频实时智能分析设备技术要求》(GB/T 30147-2013)以及《城市监控报警联网系统》系列标准(GA/T 669.x 系列、GA/T 792.x 系列和 GA/T 793.x 系列)等数十项国家标准(GB 系列)以及国家公共安全行业标准(GA 系列)的评审;参加了多届国际安博会创新产品评审;参加了全国 30 多个城市的天网工程、平安城市建设项目的评审及工程验收工作,目睹了国内外网络视频监控市场、产品及系统的迅猛发展之势,颇感国内安防市场以及高校网络工程相关专业对于网络视频监控技术类教材的迫切需求。诚然,网络视频监控系统的市场、产品与技术的发展是持续的,而市场上很多新的产品因众所周知的原因未能给出深入的技术内核。考虑到本书的编写与出版有一定的时限,而作者的时间精力及专业水平也毕竟有限,因而许多最新的技术及产品未能在本书中作深入详细的介绍,瑕疵甚至错误亦在所难免,诚请广大读者见谅并给予批评指正。

在内容编排上,本书首先通过概论一章介绍了网络视频监控系统的相关背景及应用现状,随后通过网络构成以及系统的前端设备、存储设备、中心控制与显示设备等章节,对网络视频监控系统的各个组成部分作了介绍,并对监控系统的组网传输及安全作了介绍,特别用较大的篇幅对网络视频监控中的智能视频分析技术作了详细的介绍,最后给出了网络视频监控系统的典型行业解决方案及案例。

本书第一、二、三、五章内容由杨磊编写,第八章内容由吴晓雨编写,第四、六、七、九章内容由中国电信股份有限公司上海研究院的张艳霞和梁笃国共同编写,全书由杨磊统稿。中国传媒大学信息工程学院及出版社(<http://www.cuc.edu.cn>)对本书的编写提供了大力的支持,在此一并表示衷心感谢。

作者

2017 年 6 月于中国传媒大学

① 中国安全防范产品行业协会:《中国安防行业“十二五”(2011~2015 年)发展规划》,2011 年 2 月 28 日。

② 中商情报网(<http://www.askci.com/news/201309/05/051420132623.shtml>):《2015 年我国安防行业市场规模将达 5000 亿》,2013 年 9 月 5 日。

③ 中国新闻网(<http://www.chinanews.com/it/2015/07-31/7439900.shtml>):《专家视点:安防业如何撑起 5000 亿市场规模?》,2015 年 7 月 31 日。

目 录

第一章	概论	/1
第一节	网络视频监控与视频监控网	/3
第二节	网络视频监控涉及的视频压缩编码标准	/6
第三节	网络视频监控相关标准	/10
第四节	视频监控网与物联网	/20
第五节	网络视频监控系统的现状	/22
第二章	视频监控网的构成	/26
第一节	网络基本结构	/27
第二节	网络传输与交换设备	/34
第三节	基于网络的视频监控系统	/36
第三章	网络视频监控系统的前端设备	/42
第一节	网络摄像机	/43
第二节	嵌入式网络视频编码器	/55
第三节	辅助设备与辅助接口	/60
第四章	网络视频存储技术与设备	/72
第一节	视频监控存储特点	/73
第二节	存储介质的演进	/74
第三节	存储系统的演进	/75
第四节	网络视频监控存储技术点评与比较	/82
第五节	运营级视频监控存储系统的设计	/90
第六节	运营级视频监控存储系统架构	/100
第七节	运营级视频监控存储系统工作原理	/104

第五章	中心控制与显示设备	/106
第一节	视频矩阵切换器	/107
第二节	电视墙与屏幕拼接控制器	/114
第三节	网络视频解码器	/118
第四节	流媒体服务器	/122
第五节	网络视频监控管理平台	/125
第六章	视频监控系统的组网	/133
第一节	网络视频传输特点及面临的挑战	/133
第二节	传输网络的关键指标	/134
第三节	网络监控带宽的计算	/136
第四节	网络设备的需求特点	/138
第五节	典型的组网模式	/138
第七章	视频监控安全技术	/145
第一节	视频监控安全要求	/146
第二节	监控系统采用的主流加密算法	/147
第三节	业务安全性	/149
第四节	数据安全性	/150
第五节	传输和接入安全性	/155
第六节	物理安全性	/159
第八章	视频监控网的智能视频监控技术	/162
第一节	智能视频分析技术	/163
第二节	智能视频运动分析	/164
第三节	智能视频检索技术	/192
第四节	视频摘要技术	/198
第九章	网络视频监控系统典型行业解决方案及案例	/203
第一节	平安城市解决方案	/204
第二节	高清智能卡口系统	/212
第三节	高清电子警察系统	/220
第四节	视频质量诊断系统	/227
第五节	智能远程测距系统	/229
参考文献		/234

第一章 概 论

本章要点:

网络视频监控与视频监控网

网络视频监控涉及的视频压缩编码标准

网络视频监控相关标准与规范

视频监控网与物联网

网络视频监控应用现状

近十几年来,国内安全防范视频监控市场持续火爆,而视频监控的应用领域更是遍及各行各业。特别是随着计算机技术、网络技术、数字视频处理技术以及超大规模集成电路技术的飞速发展,现代视频监控系统在图像信息的采集、处理、传输、存储和显示等各个环节几乎无一例外地采用了数字处理技术,业内人士也大都本着“数字化、网络化、高清化、智能化”的新“四化”理念进行面向需求的系统设计与实施,形成了规模不同、功能不同、数不胜数的网络视频监控的实际应用系统。这些系统或本地独立运行,或远程联网运行,成为天网工程、平安城市建设与智慧城市建设的的重要组成部分。

背景延伸

★2003年,交通部中国海事局在总结上海、烟台、海南、深圳、天津、大连等几个地方海事局视频监控系统建设经验的基础上,提出了进行海事信息整合、实现海事信息共享的实施纲要,并将已建成的多个地方海事局视频监控系统进行了全国联网,同时在中国海事局搜救指挥中心建立了中国海事电视监控系统总控中心。

★2003年9月,中国电信在运营商行列中最早推出“全球眼”网络视频监控业务,为某行业用户开发了远程视频监控系统,其应用效果得到了用户的好评。从此,“全球眼”成为中国电信的一个正式产品,开始在旗下各省公司推广发展。在国家倡导和谐社会,建设平安城市、平安校园、平安农村的政策影响下,随着安防行业的高速发展,中国电信“全球眼”业务近年来得到了快速发展。

★2005年8月,公安部在总结北京市宣武区、浙江省杭州市、江苏省苏州市和山东省济南市等4个平安城市建设试点区、市监控报警联网系统建设经验的基础上,提出了“城市报警与监控系统试点工程”建设的意见,确定了全国22个城市为一级试点,有条件的地市确定一个县区作为二级试点,有条件的县区确定一个街区或者社区作为三级试点(简称“3111工程”),同时建议在全国范围内建设省、市、县三级联网的城市监控报警联网系统。

★2006年9月,全国城市监控报警联网系统标准体系通过专家论证,第一个行业标准——《城市监控报警联网系统通用技术要求》(GA/T 669-2006)于同年12月14日正式发布,于2007年1月1日起正式实施。随后,城市监控报警联网系统的技术标准、管理标准以及合格评定标准等18个分项标准中的14个标准相继发布(分别为GA/T 669.x系列、GA/T 792.x系列和GA/T 793.x系列),4个标准暂缓制定(参见第15页表1-1)。

★2006年,山西省林业厅在晋中市进行了林火视频监控系统试点建设,通过该系统对森林火灾进行有效监控,提高了火情处置效率、降低了火灾形成概率和森林火灾监测成本,减少了森林火灾造成的损失,降低了森林火灾造成的社会影响。2008年6月,山西省在全省范围内开始进行林火视频远程监控系统建设,并随后确定为省重点工程项目。国家森林防火指挥部于2008年8月发布《森林火灾视频监控系统工程技术规范》。国家发展和改革委员会于2010年6月以发改农经[2010]1217号文对山西省林火视频监控系统工程的建设进行批复,从国家层面对林火视频监控系统工程予以支持。

★2008年11月,由Axis、Bosch和Sony等国际著名厂商发起了ONVIF(Open Network Video Interface Forum)国际联盟,并同时发布了Version 1.0标准。至2010年6月,已有包括海康、大华等国内著名安防企业在内的190多个成员单位。与此同时,国际电工委员会IEC/TC79(International Electrotechnical Commission/Alarm and Electronic Security Systems)也开始研究制定基于网络传输的安防视频监控国际标准——IEC 62676.x系列标准。

★2009年4月,全国首个公交网络视频监控报警系统在杭州问世。该系统利用无线城域网实现了对于公交车辆车厢内及车辆动态的实时监控,不仅在4条线路共100辆公交车上安装了300套监控、报警、定位和数据传输设备,还在12个中心站和100个治安情况较为复杂的中途站台安装了共计136个治安动态视频监控点。

★2010年前后,全国平安城市建设已开始呈现一派繁荣景象,各地以平安城市建设为主题的大规模联网系统建设项目纷纷上马,且各具特色。为进一步规范系统联网的有效性,国家标准化委员会于2011年12月30日正式发布了国家标准《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》(GB/T 28181-2011),于2012年6月1日起正式实施。

★2012年1月16日,《湖北省公共安全视频图像信息管理办法》(征求意见稿)向社会公开征求意见。《办法》从规划建设、管理应用、法律责任等多个方面对全省的视频监

控建设进行全面的规划,其中对涉及公共安全的十大场所强制要求安装视频监控设备,对违反《办法》的主管人员和直接责任人最高可追究刑事责任。

★2013年12月,以视频监控联网及深入应用为目的的《公安视频图像信息联网与应用标准体系表》在全国安全防范报警系统标准化技术委员会(SAC/TC100)第六届委员会成立大会暨六届一次会议期间通过专家审查论证,随后公安部正式发布《公安视频图像信息联网与应用标准体系表》(GA/Z 1164-2014)。

★2014年3月,针对平安城市建设过程中GB/T 28181-2011的实施情况及出现的若干问题,全国安全防范报警系统标准化技术委员会进一步发布了《国家标准GB/T 28181-2011〈安全防范视频监控联网系统信息传输交换控制技术要求〉修改补充文件》,对其中的多项内容进行了修改补充,使得全国平安城市建设进一步规范与完善。

★2014年10月15日,基于GA/Z 1164-2014的公安视频图像信息联网与应用标准编制工作启动会在北京召开,新的视频监控联网及深入应用系列相关标准随即开始制订或修订。

★2015年5月6日,国家发展改革委、中央综治办、科技部、工业和信息化部、公安部、财政部、人力资源和社会保障部、住房城乡建设部、交通运输部等9部委联合发布《关于加强公共安全视频监控建设联网应用工作的若干意见》(发改高技[2015]996号),从18个方面对视频监控联网系统建设提出了指导意见,明确了“全域覆盖、全网共享、全时可用、全程可控”的建设目标。

第一节 网络视频监控与视频监控网

顾名思义,网络视频监控即是基于网络对本地或远程传来的视频图像进行监视与控制,而实现该功能的网络即构成了视频监控网。因应用领域或应用目的不同,网络视频监控其实有着两种不同的含意。

■ 关键术语

网络视频:关于网络视频,网络上有多种不同的解释,如(1)是指由网络视频服务商提供的、以流媒体为播放格式的、可以在线直播或点播的声像文件,这里,网络视频一般需要独立的播放器,文件格式可能是WMV、RM、RMVB、FLV以及MOV等,但更主要的是基于P2P技术且占用客户端资源较少的FLV流媒体格式;(2)是指视频网站提供的在线视频播放服务,既可能是流媒体格式的视频文件,也可以是异地现场采集的实时视频;(3)是指以电脑或者移动设备为终端,利用QQ、MSN等IM(Internet Message)工具,进行可视化聊天的一项技术或应用;(4)另有学者认为,网络视频就是在网上传播的各类视频资源,狭义的指网络电影、电视剧、新闻、综艺节目、广告、FLASH动画等视频节目,如

IPTV、OTT TV 节目等,广义的还包括自拍 DV 短片、视频聊天、视频游戏等。

事实上,基于 IP 网络的视频会议系统也是网络视频的一个分支。视频会议系统支持 ITU-T H.323(基于 IP 包交换网络中多媒体业务的框架协议)系列标准,其主要特点是可实现主会场与各分会场之间的双向网络视频流的同时传输,并与视频流同步地双向传输高保真的数字化音频信号;会议主持人通过对多点控制单元(MCU)的操作可以任意切换控制各会场的音视频流向(比如将某会场发言人的实时音视频信号向所有分会场传送),并共享会议数据资料。另外,视频会议系统还可用于指挥调度、多点研讨、技术培训、远程教育等。

本教材所述的网络视频特指由用于对重点安全防范区域进行可视化监控(监视与控制)的网络摄像机(或非网络摄像机+嵌入式网络视频编码器)经由网络传输的实时安防监控视频,或是由数字硬盘录像机(DVR)、网络录像机(NVR)或其他网络存储服务器经由网络点播而传输的早期记录的安防监控视频。

一、网络视频监控的两种不同含义

网络视频监控既有对通过网络进行传播的视频内容本身进行监控的含意,又有通过网络视频传输手段根据观看摄像机获取的视频图像对拍摄现场情况进行监视并联动控制的含意。本教材基于后者进行编写。

(一) 网络视频内容监控

网络视频内容监控是指对经由网络传输的视频图像内容进行监控,以及时发现网络视频中是否有反动、色情、暴力及恐怖等不良内容。

随着网络技术的飞速发展,网络上传播的视频内容也越来越丰富,其中不乏不良内容。这些网络视频大多来自可以流媒体形式进行传播、可在线直播也可被用户点播或下载的声像文件;还有一类则是用户以个人电脑或者移动设备为终端,利用 QQ、MSN、SKYPE 以及微信等网络聊天工具进行可视化聊天的实时视频。

由于上述网络视频的来源多种多样(既可能由正规的专业网络视频服务商提供,也可能由数不胜数的普通个人上载提供),对所有视频源头进行无一疏漏的人力监管就变得几乎不可能,因此,对网络视频内容的自动监控就显得尤为重要了。目前的监控手段除了人工监看外,还部分地应用了智能视频分析(Intelligent Video Analysis)以及结合文字、声音等其他信息进行综合语义分析的智能内容识别技术。一旦发现涉及反动、色情、暴力及恐怖的网络视频内容,立即予以屏蔽,从而最大限度地减少该类不良内容通过网络的扩散,同时追查源头,对内容提供者予以追究及惩处。然而就目前技术来说,完全实现对网络不良视频内容的自动监控还具有相当大的难度,比如对具有反动宣传内容的视频以及详解毒品或炸药制作过程的视频内容进行自动判定就远比对具有大面积肉体裸

露情节的色情视频内容进行自动判定要复杂,因为前者画面中的行为人与普通人无异,可能仅仅是其语言内容不良或反动。因此从技术层面实现对网络视频不良内容的自动监控是一个具有相当大的难度的课题。2014年6月20日,国家互联网信息办公室宣布启动铲除网上暴恐音视频专项行动,为维护新疆社会稳定和实现长治久安筑牢网络防线。专项行动内容包括坚决封堵境外暴恐音视频、在全国全网集中清理网上暴恐音视频、查处一批违法网站和人员、落实企业管理责任、畅通民间举报渠道等。30多家重点互联网企业到现场签署了网上反恐承诺书,对自动清理网站涉暴涉恐信息、坚决不为暴恐音视频提供传播渠道等事项作出承诺。

(二) 安全防范视频监控

安全防范视频监控(简称安防视频监控)是指以安全防范为目的,通过摄像机对现场场景或重点目标进行拍摄取证,并将视频信号传输至监控中心供相关人员进行监视(必要时可对摄像机进行远程操作控制)。

安全防范的内容既有工业生产过程中的不安全因素(如水电厂水轮机运转不正常、火电厂输煤传送履带运转不正常、油田采油机工作不正常、矿井挖掘机工作不正常、工业窑炉燃烧不正常、工厂生产线局部滞积等),又有影响社会治安的不安全因素(如抢劫、盗窃、聚众斗殴等),还有可能造成交通事故的不安全因素(如车辆超速、闯红灯、逆行、违法停车、航道拥塞、船舶违规停泊等),甚至包括其他领域的不安全因素(如食品生产与加工环节的违规操作、商贩在闹市区域随意摆摊、旅游景点的危险地段或水域等)以及森林火灾监控、环保监测、病房监护、教学监管、非现场监考,等等。

在“数字化、网络化、高清化、智能化”的今天,上述安全防范视频监控系统已无一例外全部或部分地采用了数字网络传输与存储技术,由此构建或形成了不同性质、不同规模的视频监控网。

二、视频监控网

如上所述,视频监控网是用于实现安全防范视频监控应用目的的网络,其物理实质是计算机网络(有线或无线、局域或广域、专网或公网),但由于网络传输的主要内容是超大数据量的数字化视频流(可能包括音频流)以及相关辅助数据(如云台、镜头控制数据,摄像机自身信息或所处安装位置地理信息,摄像机外接报警探测器或其自身通过智能视频分析而产生的报警信息等),并配合集中式、分布式或混合式的网络存储,因此对网络性能有很高的要求。

基本的视频监控网建立于计算机局域网之上,也即将防范区域内分布于不同点位、用于安防监控目的的所有网络摄像机(或“模拟摄像机+网络视频编码器”)直接接入已建立的计算机网络,与其他目的应用系统(如办公自动化、数字图书馆、教学管理平台等)共享物理网络。然而由于视频监控系统具有实时、大数据等安防应用的特殊性,有些视

频监控网直接采用独立架构。在国际标准 IEC 62676-2-1 中的术语、定义与缩略语中,对视频监控网专门给出了定义:通过各种通信协议而彼此相互连接、相互通信、分享资源与信息的视频传输设备的集合(IP video Network: Collection of video transmission devices connected to each other allowing to communicate with each other, share resources and information over a variety of connection protocols)。

早期的视频监控系统是模拟系统,系统中的模拟视频信号经由同轴电缆进行传输,摄像机、视频矩阵、录像机、电视墙(监视器)等若干视频前端及后端设备通过同轴电缆的连接共同组成本地视频监控网(系统)。通过本地分控设备或电信局端交换设备,也可以构成多级视频监控的大网(系统)。但是这类多级视频监控网的规模并不能很大,级数一般不超过三级,属性上也是封闭性质的,且规模越大视频图像质量受损也越严重。

随着计算机以及网络技术的发展,上世纪 90 年代中后期,有人将传统视频监控系统中的视频矩阵用插卡形式的多媒体计算机(工控机)来实现,不仅有音视频矩阵卡,还有通讯卡、网卡,运行监控系统管理软件的多媒体计算机也成为整个视频监控系统核心,并通过计算机实现了基于网络的远程通信与控制功能。但是由于当时的视频压缩编码技术以及相应的芯片技术发展还不够成熟,网络带宽条件也不够完善,摄像机输出的模拟视频信号仍然只能通过另外的同轴电缆来传输。直至 90 年代末期,基于 M-JPEG 以及 MPEG-1 标准的视频压缩编码板卡陆续面世,模拟视频信号通过视频采集卡交由计算机处理,真正基于网络传输的视频监控系统(视频监控网)才开始在安防领域出现。

第二节 网络视频监控涉及的视频压缩编码标准

视频信号数字化显然需要有统一的格式,而对每秒不低于 25 帧的连续图像序列(视频信号)进行数字化后的数据量远比报警、传感、控制等其他信号的数据量大。这就意味着数字视频在传输时将占用很宽的带宽,在存储时则占用很大的存储空间。因此,为了节省传输带宽(在有限带宽下传输更多路数的视频信号)或是存储空间(在有限存储空间下存储更多路数的视频,或是更长时间地保存),都需要对数字化的视频信号进行压缩。

一、数字视频压缩编码国际标准

自 20 世纪 80 年代后期起,三大国际标准化组织——国际电信联盟(ITU)、国际电工委员会(IEC)和国际标准化组织(ISO)针对静止图像及活动图像的诸多不同应用场合、传输速率、图像分辨率和图像质量,先后独立或联合制定了诸如 JPEG、JPEG2000、H.261、H.263(H.263+、H.263++)、MPEG-1、MPEG-2 / H.262、MPEG-4、MPEG-4 AVC / H.264、HEVC(H.265)以及 MPEG-7 和 MPEG-21 等一系列数字视频压缩编码或相关处理(如图像检索、交互式多媒体通信框架等)的国际标准;国际影视技术界权威学术组织——电影电视工程

师协会(SMPTE)以及国际电子信息领域影响力最大的学术组织——电气电子工程师协会(IEEE)也相继制定了有关视频压缩编码的标准,并因此形成了数字视频压缩编码标准的三大技术体系,极大地推动了数字视频压缩编码技术的发展。

每一个新出台的标准都尽可能吸收先前标准的优点,并通过不断改进算法,以求在尽可能低的码率(或存储容量)下获得尽可能好的图像质量。

(一) ITU/IEC/ISO 标准体系的 HEVC(H.265)

MPEG-4 AVC / H.264 是此前 ITU/IEC/ISO 标准体系中影响最大、效率最高、应用领域最广的视频压缩编码标准,然而为了进一步提高视频压缩编码的效率,ITU-T(ITU 的电信技术委员会)的视频编码专家组(VCEG)从 2004 年就开始研究新技术,以便创建一个更新的视频压缩标准,并于 2010 年 1 月开始与 ISO/IEC 的运动图像专家组(MPEG)联合征求新的压缩编码提案,由联合成立的视频编码联合组(Joint Collaborative Team on Video Coding, JCT-VC)进行审议和评估,于同年 4 月开始编制新一代视频压缩编码标准 HEVC(High Efficiency Video Coding),该标准仅用一半的比特率就能达到和此前最优视频编码标准 MPEG-4 AVC / H.264 相同的视觉质量。2013 年 1 月,HEVC 草案的第 8 个版本作为 ITU-T 和 ISO/IEC 的国际标准草案正式发布。

HEVC 仍然采用了先前编码标准的基于块的整体编码框架,但是在多个主要模块的内部使用了一些先进技术,从而提高了整体编码效率。这些技术包括:(1)树形结构的块分割技术;(2)具有 33 种精细方向预测以及 DC 和 Planar 预测的帧内预测模式;(3)采用更多抽头的内插滤波器来提高帧间预测精度的帧间预测模式;(4)采用便于并行处理的对角以及水平和垂直扫描方式;(5)采用全新的去块状效应自适应滤波器;(6)自适应样点补偿;(7)多区域并行处理;(8)采用简洁高效的 CABAC(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)熵编码方法。

值得一提的是,在 2012 年北京国际安防博览会上,已有国内知名厂商展出基于 HEVC 测试版本的高清网络摄像机。

(二) SMPTE 标准体系的 VC-1

VC-1 也是在 MPEG-4 AVC / H.264 之后出台的新型视频压缩编码标准,该标准基于美国微软公司制定的 WMV9(Windows Media Video 9),于 2006 年 4 月由(美国)电影电视工程师协会(SMPTE)批准发布实施。

作为较晚推出且最后被定义的高清编码格式,VC-1 结合了先前流行的几种编码格式的优点,在压缩比率上介于 MPEG-4 AVC / H.264 与 MPEG-2 之间,画质表现方面与 H.264 接近,而其编码算法的复杂度仅为 H.264 的一半,因此具有对硬件要求较低、高压缩率、高画质、低耗时等特点。

(三) IEEE 标准体系的 AVS

我国于 2002 年即成立了“数字音视频编解码技术标准工作组”(简称 AVS),于 2006 年 2 月发布了具有自主知识产权的 AVS 视频压缩编码国家标准《信息技术 先进音视频编码第 2 部分:视频》(GB/T 20090.2-2006,并于 2013 年 12 月修订出版为 GB/T 20090.2-2013);2009 年该标准被国际电信联盟(ITU)批准为网络电视(IPTV)采用的标准之一;2013 年 6 月,AVS 标准被(美国)电气电子工程师协会(IEEE)批准为 IEEE 国际标准(标准号:IEEE 1857-2013)。

IEEE 1857-2013 标准分为 4 个档次:Main(电视)、Surveillance(监控)、Portable(移动)和 Broadcasting(高清 3D),该标准和 IEEE 802.x 系列标准一起,构筑新一代的媒体网络技术标准体系,也标志着中国科学家在视频编码技术领域已具有引领性的组织能力和国际影响力。

值得一提的是,从 2012 年起,我国中央电视台即对采用 AVS 的优化标准——AVS+ 标准的产品进行了详细深入的测试,并随后进行了 3D 卫星电视试播。2014 年 4 月 18 日,工业和信息化部与国家新闻出版广电总局联合发布了《广播电视先进视频编解码(AVS+)技术应用实施指南》,按照“快速推进、平稳过渡、增量优先、兼顾存量”的原则,明确了分类、分步骤推进 AVS+在我国卫星、有线、地面数字电视及互联网电视和 IPTV 等领域应用的时间表。

更进一步,2014 年 8 月,AVS+的下一代版本 AVS2 在采纳了 19 家单位的 97 项技术提案后公开发布征求意见,其在超高清和高清视频编码的性能方面与同期国际标准相当,而对于场景视频,其压缩效率甚至达到了同期国际标准的两倍,总体技术性能已经超越 2013 年发布的最新国际标准。“AVS 技术应用联合推进工作组”明确表示 AVS2 的首个应用领域是面向 OTT 的 4K 超高清视频服务,并在此基础上探索超高清电视播出的可行性。另外,由于 AVS2 对于场景视频的压缩效率达到最新国际标准 HEVC/H.265 的两倍,其在安防视频监控领域具有更广阔的应用前景。

二、针对安防视频监控的数字音视频压缩编码标准

几大国际组织制定的各类视频压缩编码标准已经先后在广播电视、网络电视、手机电视、可视电话与视频会议以及安防视频监控等视频领域得到了广泛的应用。然而,由于不同应用领域对视频图像的要求不尽相同,采集视频的环境更是千差万别,特别是环境的照度差异极大。例如,对于广播电视应用来说,在演播室环境制作电视节目时具有高质量的光照条件,在新闻事件的采集场所一般也能保证较好的光照条件;对于视频会议应用来说,在会议室进行视频采集一般都能够保证相对良好的光照条件;而安防监控领域的视频采集则多是在 24 小时内有巨大光照变化的自然环境中进行的,既可能是正午阳光直射时的强顺光或强逆光,也可能是黎明、傍晚时漫射的微光,还可能是夜晚监视