



专题:信息安全

视频内容安全保障新方法探索与实践——视频基因管控系统

李玉峰¹, 钱守廉², 兰巨龙¹, 郭晓强³, 陈博¹

(1. 国家数字交换系统工程技术研究中心 郑州 450002;

2. 杭州阜博通影音传播科技有限公司 杭州 310012;

3. 国家新闻出版广电总局广播科学研究院 北京 100866)

摘要:在网络安全形势日趋严峻的今天,互联网视频网站、广播电视网络等视频播出系统遭受网络攻击已经成为现实。提出了一种可在传输线路上实时保障视频内容安全的新方法——视频基因管控系统,可部署在播出系统出口线路上,作为独立、隐形的视频内容安检闸门,确保广电前端网络或互联网视频网站被恶意攻击并控制时,违规内容仍无法输出到网络上。系统还可部署在承载网的传输线路上,为多屏融合情形下的碎片化视频内容监管、内容版权保护提供基于传输线路的实时解决方法。

关键词:视频网站;广播电视网络;视频内容安全;视频基因

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015148

Video Fingerprint Management System: Exploration and Practice on Video Content Security Protection

Li Yufeng¹, Qian Shoulian², Lan Julong¹, Guo Xiaoqiang³, Chen Bo¹

(1. National Digital Switching System Engineering & Technology R&D Center, Zhengzhou 450002, China;

2. Vobile Inc., Hangzhou 310012, China; 3. Academy of Broadcasting Science, SARFT, Beijing 100866, China)

Abstract: Increasingly serious network security situation has made video website, broadcasting network and other video sending systems become more and more vulnerable to network attack. The video fingerprint management system which could protect video security on transmit line in real time was proposed. The system can locate on the entrance line of the video website and broadcasting network, run independently and stand guard its entryway to ensure that no illegal video can be send into the network even though the sending systems be hacked. Moreover, the system can locate on carrying network line and provide solutions for supervision of video fragmentation under multiple-screen fusion situation and copyright protection on transmit line in real time.

Key words: video website, broadcasting network, video content security, video fingerprint

收稿日期:2015-01-28;修回日期:2015-06-11

基金项目:国家高技术研究发展计划(“863”计划)基金资助项目(No.2011AA01A103),国家重点基础研究发展计划(“973”计划)基金资助项目(No.2012CB315900)

Foundation Items: The National High Technology Research and Development Program of China (863 Program)(No.2011AA01A103), National Basic Research Program of China (973 Program)(No.2012CB315900)

论文引用格式:李玉峰,钱守廉,兰巨龙等. 视频内容安全保障新方法探索与实践——视频基因管控系统. 电信科学,2015148

Li Y F, Qian S L, Lan J L, *et al.* Video fingerprint management system: exploration and practice on video content security protection. Telecommunications Science, 2015148



1 引言

视频业务是三网融合的最主要业务,截至2013年12月,中国网络视频用户规模达4.28亿户,较2013年年底增加478万人,网络视频用户使用率为66.7%,视频行业步入平稳发展期^[1]。网络视频已成为第一大融合网络应用。三网融合在推进视频业务快速发展的同时,也带来了从视听制作到传输再到终端播出的全程、全网的内容安全新挑战。

- 广电网络双向IP化改造,引发网络安全威胁跨网蔓延,埋下视听节目被篡改、插播等播出安全隐患。三网融合后,广电网在传输上由单向变为双向,单向传播这一网络安全的重要基石消失,蠕虫、病毒等互联网网络安全威胁会积极延伸到广电网络,引发广电网络安全问题,更严重的是,广电网络视听业务制作、传播、播控所涉及的关键软硬件产品、核心技术对国外依赖度较高,再加上其本身所具有的重要政治属性,使其在非常时期更容易受到恶意攻击和控制。而广电网一旦受到恶意攻击或控制,恶意或被篡改视频可能绕过现有内容安全保障系统,借助传播系统抵达千家万户,造成不可挽回的损失或事故,严重时可能会极大地危害国家安全。
- 传播渠道交叉延伸,带来内容版权保护新挑战。当前互联网中,盗版和非法复制的电影、电视作品泛滥。在三网融合背景下,版权保护问题将会更加突出,用户可以通过互联网点播广电网上播出的电视节目和影视作品,而且用户还可以将广电网上播出的电视节目进行录制,再上传到互联网上进行传播。这些方式均给版权保护提出新的问题和挑战。
- 内容海量叠加加剧监管难度。融合网络中,视频点播内容(VOD)、用户创造内容(UGC)、富媒体内容等海量视听节目大大增加了内容审核的开销,提高了内容监管的复杂度,正在极大地考验媒体内容的全路径监管技术。尤其是UGC,使制作、发布视听媒体内容的主体逐渐转为人人创造和传播,催生了海量视频,引发了传统内容监管技术的瓶颈。
- 碎片化视频内容的高速传播对视频内容监管提出更高要求。三网融合,网络速率全面提升,用户的接入带宽可达100 Mbit/s,骨干线路速率达到100 Gbit/s^[2],在此情形下,视频内容传播速度远超现在,“小事件”裂变式快速传播极易引发全局性

“大问题”。而且,用户媒体使用将逐步趋于碎片化:家里、路上、办公室、宾馆都会成为人们接触媒体的场所,用户在不同时段通过电视、手机、PC等不同终端连续观看同一个视频节目逐渐成为常态,造成视频传播碎片化。因此,在内容传播碎片化、高速化的趋势下,如何实现视频内容实时监控将是相关技术的一个挑战。

- 内容三网共享,容易制造视频内容安全新盲区。以广播电视网为例,目前广电部门对于视频内容的审查非常严格,电视节目必须通过技术和人工审查才能播放。而三网融合后,OTT(over the top)等技术的广泛使用,使得许多有害视频信息无法纳入广电网的监管审查体系,造成不良信息在用户的电视屏幕上显现,2009年的电视机厂商集体涉黄事件就是明显例证^[3]。

针对上述问题,本文分析了当前的网络视频内容安全保障技术,指出了其中存在的问题,提出了一种可在传输线路上实时保障视频内容安全的新方法——视频基因管控系统,阐述了系统的基本原理、结构及部署,分析了系统的关键技术,最后给出系统的一种实例。

2 视频内容安全保障技术问题

广播电视网络、互联网视频网站、IPTV (internet protocol television)网络等是网络视频主要载体。目前,互联网、电信网、广播电视网根据各自需求,分别采用了适合自身的视频内容保障机制和技术。

互联网视频内容安全保障采用的方法和技术包括内容审查、过滤/屏蔽技术、标识和分级技术、年龄认证技术、网络实名制、视频识别技术等。在我国,互联网视频监管采用行政手段和技术手段结合的方法保障视频内容安全,所采用的主要技术包括以下内容。

(1) 网站内容审查技术

目前知名视频分享网站、大型门户网站、媒体类网站的监管主要依靠网站本身内审查机制确保节目源可控,网站对上传的视频,先在后台通过技术手段对关键词、核心信息等进行过滤和审核,通过视频识别技术对违规可疑内容进行筛查,然后再由编辑人员人工审核,剔除淫秽色情、恐怖暴力、危害国家安全等内容。这是目前最行之有效的监管技术,其存在的主要问题是UGC等海量视频内容加大内容审核难度和开销,愈发难以为继。

(2) 过滤/屏蔽技术

在已知违规视频网址的情况下,由运营商或终端管理者直接将该视频的 URL(uniform resource locator,统一资源定位器)或其他类似五元组的标识在路由器或其他过滤系统中进行配置、过滤。这是目前互联网使用比较普遍的一种技术,但存在两个主要问题:一是互联网视频内容的源位置和传送路径越来越难以确定,多域名、多地址技术越来越普遍,很难确定内容真正位置,尤其是 P2P 技术的大量使用,加剧了传送路径确定难度;二是基于 URL 和关键词过滤互联网视频导致错漏的现象频出,实用效果较差。

广播电视网络视频内容安全保护技术相比互联网更为体系化,采用了人工审查、区别传输、回传监看、加密、认证等技术,覆盖从前端网络到终端网络整个传播过程。

- 内容审查制度。所有视频内容在引入前都必须经过严格的技术审查和人工审核,发布过程中也设定多重强制性人工审核,确保进入广电网络的内容安全、合法、可控。
- 区分单向业务传输网络和双向业务传输网,以单向传输网络保障直播视频内容安全。
- 内容回传及监看,主要通过播出内容进行实时的回传和监看,确保播出过程中的内容安全,通常应用于直播内容监管。
- 条件接收、数字版权管理(DRM)及其他技术。条件接收在单向广播网络中应用普遍,通常由加解扰和接收控制两部分组成,本质上是力图构造一条可以从单向业务传输网前端到机顶盒终端的安全广播通信通路,以确保只有获得授权的用户才能使用相关业务,实现数字电视广播系统的有偿服务^[4]。数字版权管理综合运用认证、加密、加扰、取证水印等安全技术对内容实施保护,本质上是力图构造一条从双向业务传输网前端到机顶盒终端的双向安全通路,保护多媒体内容免受未经授权的播放和复制^[5]。而对 IPTV(internet protocol television)而言,2010 年 6 月《国务院办公厅关于印发三网融合试点方案的通知》明确规定广播电视播出机构负责 IPTV 集成播控平台的建设和管理^[6]。我国 IPTV 集成播控平台充分吸纳了广电网络现有视频安全保障技术,在内容引入与管理、数字版权保护、用户信息和监看信号回传等方面都做了明确要求和加强,以保障视频内容安全。

在网络安全形势愈发严峻的新形势下,缺乏不依赖网络安全的、独立的内容安全保障机制是当前视频内容安全保障技术面临的新问题。通过上述技术分析可以发现,这些内容安全保障技术大都由互联网视频网站、广播电视前端网络、IPTV 集成播控等视频播出系统主动采取,且大多是视频播出系统网络安全中的一个组成部分或者一个环节。长期以来,上述视频内容安全保障技术持续发挥重要作用,一方面是因为这些技术的合理和有效性,另一方面也与以前的网络安全形势相对简单有关。近年来,网络安全形势复杂而严峻,攻击者除了攻击传统互联网之外,还利用 0-day 攻击、硬件木马、APT(advanced persistent threat)等“新”时期网络安全威胁,突破并肆意进出和控制军事指挥系统、核系统、能源系统、交通指挥系统、金融等系统,棱镜门事件、震网攻击等网络安全攻击事件都已经反复表明:一旦被攻击方定为攻击目标,就不存在绝对安全的网络^[7]。韩国 KBS 电视台遭受攻击直接表明了视频内容播出系统已成为攻击者的新目标^[8]。在视频播出系统的网络安全无法保证的情况下,视频的内容安全因其对网络安全的依赖性,将面临巨大安全挑战;互联网视频网站、广电网前段网络或者 IPTV 播控平台一旦被黑客攻击并恶意控制,其诸多的视频内容安全保障技术将变得不再可信,攻击者可让违规视频规避现有的内容安全保障机制,或者让现有内容安全保障机制对该违规视频失明,就能让违规视频正常传播到用户中,造成恶劣影响。

因此,如何在播控系统或视频网站被恶意攻击并控制的情况下仍能确保非法、不良直播/点播内容无法输出到网络上,是当前网络安全形势下视频内容安全保障技术面临的一个新问题。

3 视频基因管控系统的原理及结构

视频基因管控系统是一种集视频数据实时采集、基因检测与控制为一体的实时管控系统。

3.1 系统工作原理

视频基因管控系统的工作原理如图 1 所示,首先“离线”快速提取音像节目每一个画面内容和伴音的特征值(称为“视频基因”),一并记录在基因数据库用以未来的基因查询和比对。这个过程就好像公安部门将每一个人的基因信息采集存储到数据库中备案管理。可以设想,精准快速的基因比对查询系统将令违法犯罪分子无处藏身。同理,本系统随后通过从传输线路上实时采集、筛选出需要

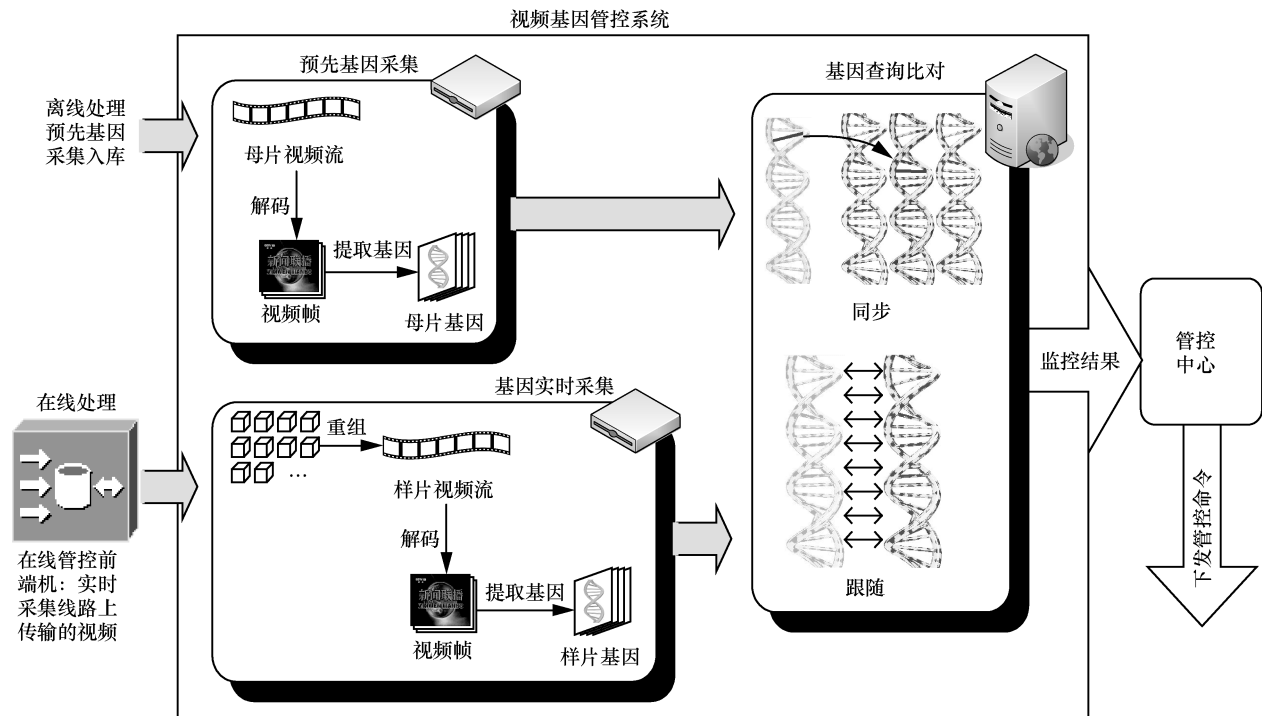


图1 视频基因管控系统原理示意

监控的视频数据,“在线”对视频内容进行逐画面流水线式基因提取与查询,通过与基因数据库中的基因进行比对,验证视频的真实身份,由于基因特征具有对媒体内容的无损性、唯一性和不可抵赖性的特点,可以精确地判定视频是否发生了替换、盗版、篡改、插播等现象,并根据用户需求实时对视频违规现象进行记录、预警,严重时可实时阻断,达到对视频准确搜索、精准识别、主动监管的目的。

3.2 系统结构及部署

在体系结构上,系统包括在线管控前端机、基因检测子系统和管控中心3个部分。在线管控前端机串行/并行接入传输线路中,可根据管控中心下发的视频采集指令从线路中筛选出特定视频并传送给基因检测子系统,还可根据管控中心下发指令对线路中传输的特定视频实施阻断、记录等管控操作。图2中,在线管控前端机串行接入广电前端网络输出线路中,采集前端网络输出视频节目并送交视频基因检测子系统。视频基因检测子系统旁接于管控前端机,对送来的视频数据进行基因分析,该子系统由视频检测服务器和基因数据库组成,包括离线基因入库和在线基因检测两个工作流程。管控中心连接各条线路上的基因检测子系统,接收分布式基因检测子系统发来的视频基因统计分析数据,完成全网视频活动信息的实时收集。基于收集的信息可完成全网用户行为、热点视频以及特定内容

和特定类型视频数据的分析判断,从全网角度及时感知异常用户行为和异常视频内容。进而,管控中心根据基因特征生成管控策略,下发分布式管控前端机,对全网线路统一管控。

本系统在传播过程中对视频进行实时监控,本质上是一种“事中”监管机制:系统按照视频监管需求从海量数据中“在线”筛选出需要监控的视频数据,然后对筛选出的视频进行滚动式基因分析,提取其视频基因并与系统“离线”维护的目标基因库、不良视听内容基因库、敏感视频基因库等进行基因比对,比对吻合后,按照规定的监管策略实施阻断、记录、预警等操作。

图2中,本系统串接在线路上,本身无外部可见IP地址,对外可等效为一段光纤,可免除黑客探测,以隐形确保自身安全。系统独立于广电播出系统之外,可确保广电网络被攻击并恶意控制时,系统自身不受影响,仍能正常执行视频安检“闸门”工作。系统还可部署在骨干网或接入网线路中,作为一种独立的视频内容安全保障方法,配合广电网已有的其他保障技术为视频内容提供全程、全网的安全传输保障。

4 关键技术

系统涉及的主要关键技术包括在线管控前端机的线

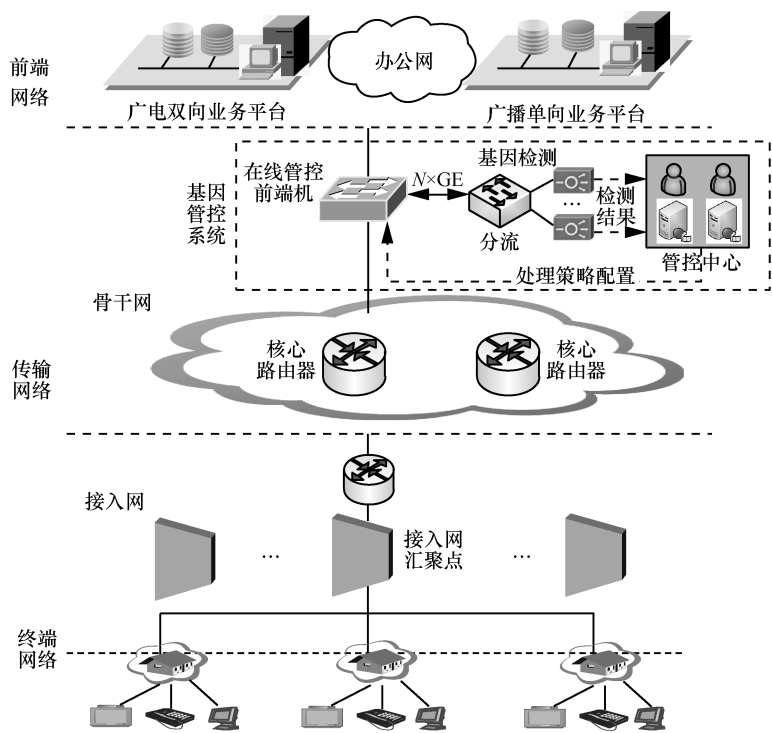


图 2 视频基因管控系统结构及在广电网络中的部署

速视频数据采集和管控技术、光/电切换保护技术、基因检测子系统的线速协议还原技术和基因提取与对比技术、管控中心的联动管控技术等。其中,视频数据采集和管控技术可根据视频流的载荷特征或“流”特征从 10 Gbit/s 线路中对所需的视频数据线速采集、实时管控;光/电切换保护技术可在本系统运行异常或出现故障时自动将系统切换至旁路状态,保证视频播出正常不间断,确保无播出事故发生;联动管控技术支持多个分布式视频基因管控系统的视频基因、联动管控策略共享,在一个节点的管控系统发现视频异常信息后,实现多个节点的管控系统统一联动管控。下面主要介绍线速协议还原技术、基因提取与对比技术。

线速协议还原技术指的是对捕获到的网络数据分组进行逐层协议解析和分析的技术。例如 TCP/IP 从上到下依次是应用层、传输层、网络层、数据链路层和物理层,每

一层协议均有标准固定的协议格式。协议还原技术对物理层、数据链路层等每一层协议进行解析,最终在应用层对应用层协议进行分析,对各个应用层会话的数据分组进行重组,然后分析每一个会话,将会话交互过程以及其中传递的数据内容进行入库、存储。网络视频通常以流媒体方式传输,流媒体协议是支撑流媒体运行的关键之一。目前应用较为广泛的流媒体协议包括 HTTP 渐进下载流媒体协议、基于 RTSP/RTP 的实时流媒体协议栈以及苹果公司提出的 HTTP live streaming 协议等。以 IPTV 系统为例,其采用的传输方式包括 ISMA(internet streaming media alliance)方式和 MPEG-2 TS over IP 方式,对应的协议栈如图 3 所示。

网络中的 IPTV 数据分组在传输中被管控前端机精确采集,采集后的数据送往协议还原模块,完成两个任务。

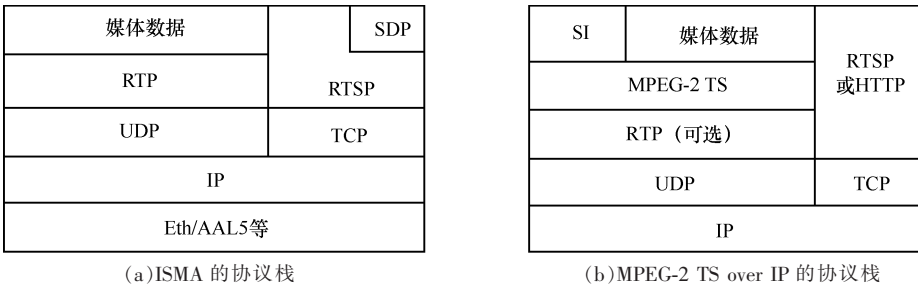


图 3 传输方式对应的协议栈



(1)按照如图3所示的协议栈,自底向上将收到的数据分组逐层剥离头部(header部分),并进行校验,最终得到媒体数据。

(2)将所收到的视频数据按照会话分流、重组并入库、存储。前端机采集的视频数据分组来自于成千上万个流,协议还原模块需要将所收到的视频数据按照五元组进行会话分流,分流后的视频数据可重组为完整的视频数据。以RTP为例,针对不同的音视频编码标准可能需要定义不同的RTP净载格式,例如H.264的RTP净载格式标准和AVS视频的RTP净载格式标准,协议还原模块依照这些净载格式标准进行媒体数据流的重组工作,然后入库并存储。协议还原模块可基于通用的服务器实现,也可基于专用的硬件协议还原板卡实现,后者将具有更高的处理性能。

视频基因提取与对比技术预先“离线”提取音像节目每一个画面的视频基因,一并记录在基因数据库,用以未来的查询比对,即认证基因预提取。前端机工作时从传输线路上实时采集、筛选出需要监控的视频数据分组,交由协议还原模块进行还原。随后,实时完成对采集视频的基因特征提取,将采集基因与认证基因进行比对,即可验证视频的真实身份,判定视频是否发生了盗版、篡改、插播等现象,并根据用户需求可实时对视频实施记录、预警甚至阻断等控制操作。

视频基因提取视频的多个特征,包含了宏块类型、块均值、SURF(speeded up robust feature)、运动矢量平均偏移距离和帧长测度等特征值。目前应用在视频基因技术中的特征可分为空域特征、时域特征和空域时域相结合的特征^[9]。基于二维空域特征的视频基因把视频看作多个二维

视频帧图像的组合,从视频序列每一帧或者在关键帧中提取空域特征并量化为视频基因,这些特征以图像特征为基础,如颜色信息、亮度信息、梯度信息、边缘信息以及变换域信息等。基于时域特征的视频基因主要是以视频内容、运动特征在时间维度上的变化作为特征量化的视频基因方法,一般采用的是视频帧亮度的变化,由于时域特征复杂度低,所以通常适合较长的视频片段。空域特征与时域特征相结合的视频基因主要是将视频帧空域特征和视频序列时域特征相结合生成视频基因,从而更准确地抓住视频内容的特点。特征提取后,进行特征信息的结构化处理,然后与预先采集的特征信息进行对比认证。具体过程如图4所示。考虑到系统的实时性要求,视频多特征的提取和比对需在计算复杂度、特征提取速度和视频特征的精度上进行折中,不过多核处理器近年来的快速发展已大大缓解了这一问题。

基因特征匹配是一个相似查找的问题。在视频基因确定后,匹配算法的好坏直接影响最终检测的准确率。系统所用匹配算法的基本思路是:根据实际需要,将若干个原始视频的视频基因存储在视频基因数据库内,形成参考基因数据库。提取待比较的视频基因后,在参考基因数据库中进行搜索匹配,若相似度达到预先设定的某个门限值,则代表待比较的视频与该视频匹配。系统对参考视频基因通过随机抽样一致性的模型参数估计算法,得出匹配点集中满足几何约束的最佳匹配对,最终获取匹配结果的相似度。通过给每帧视频基因数据分配一个独立的参考时间戳,并引入浮动帧率控制与跟踪,实现视频在时间轴上的精确定位,可以有效解决分段匹配与帧率漂移的问题。此

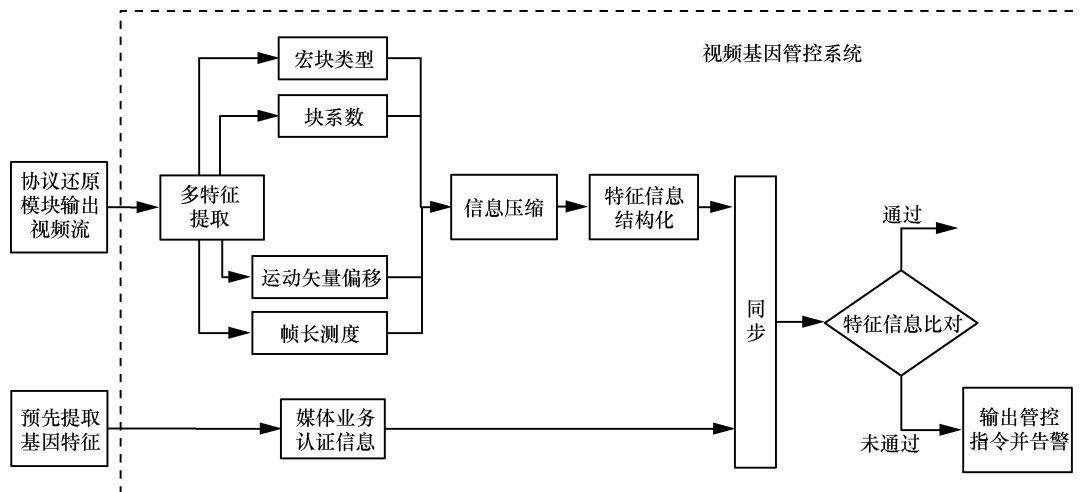


图4 特征信息认证过程示意

外,系统采用分级并行匹配技术,通过生成从低到高、从粗到精的各个层次分辨率的视频基因,大大提高查询匹配的速度。具体操作时,首先使用低分辨率的视频基因进行一次“粗看”,如果找到结果,则提前结束任务;如果没有找到结果,则进行第二轮的“细看”,进行精确匹配。

5 视频基因管控系统实例

图5是视频基因管控系统的一种实例,其主要性能为:支持逐画面全息处理;处理速率10 Gbit/s;处理过程全自动化;处理时延小于10 s。也是国家高技术研究发展计划(“863”计划)课题“面向三网融合的统一安全管控网络”的一个直接成果。系统支持10 Gbit/s线路速率视频逐画面全息检测,检测模式包括粗粒度和细粒度两种;系统支持主流的视频编码格式,包括H.263、H.264、MPEG-1、MPEG-2、MPGE-4(xvid, dvix)、vp6、wmv1、wmv3等,支持主流的视频文件格式,包括.mov、.mp4、.flv、.mpeg、.asf、.wmv、.mkv、.avi、.mpegts、.rm、.matroska等,支持主流的流协议,包括UDP TS视频流、RTSP视频流等;系统对视频的检测与控制全实时、自动化;系统发现违规、异常视频后可提供统计、报表、发送警告、取证、阻断、劣化等用户决策全面支持;系统本身具有隐形特性,可免黑客探测及攻击,确保自身安全。



图5 系统外观及主要性能

该系统已部署在国家三网融合实验网络中。通过将实验网VOD系统的视频节目预先录入本系统视频基因库,将系统部署在VOD系统的输出线路上来实时采集线路上传输视频,并进行视频基因分析和比对,使本系统作为VOD系统的安检闸门,确保了VOD系统被恶意攻击和控制时,篡改、盗版视频仍无法输出至网络上,从而为消除广电网视听节目被篡改、插播等安全隐患提供了一种新的解决方法。

系统采用的视频基因技术支持视频片段查询功能,即基因管控系统仅需“在线”采集某一段视频数据即可将该段视频提交至基因数据库进行查询,定位得到完整版视频的相关信息,从而可得出线路上实时传输的视频组成、分布情况。这种视频片段查询不仅能够查询到同一视频内容

的不同版本和多种编辑合成的内容,而且能够查询到具有相似视频基因结构的视频内容,可成为三网融合背景下的一种实时、在线版权保护方法。水印技术是目前常用的数字版权管理技术,这种方法与水印技术相比,不需要预先改变视频的内容以嵌入水印,对有无水印的视频内容都可检测。此外,与散列转换识别盗版视频的方法相比,这种方法在视频发生转码等情形下仍能很好地对其识别,而散列转换方法因视频文件的微小变化(比如1 bit)都会导致散列值的巨大变化,无法全面识别视频内容相同、视频文件不同的各种盗版现象。此外,视频片段查询还为多屏融合下视频内容碎片化传播提供了一种合适的视频监管方法。

6 结束语

视频基因管控系统给出了一种能够在10 Gbit/s传输线路上线速采集视频数据,实时、滚动提取视频的基因特征,将当前提取基因与基因库中预存基因实时查询、比对,发现当前传输视频被篡改、插播、盗版后能实时对该视频实施阻断、劣化、记录、告警等管控操作的视频内容安全保障新方法。系统开辟了“在传输线”上对视频内容实时监管的新思路,可部署在互联网视频网站、广播电视前端网络的输出线路上,作为独立、隐形的视频内容“安检”闸门,确保播出系统被恶意攻击并控制时,违规内容仍无法输出到网络上。系统还可部署在IP承载网的传输线路上,为多屏融合情形下的碎片化视频内容监管、内容版权保护提供基于传输线路的实时解决方法。

参考文献

- 1 CNNIC. 第35次中国互联网络发展状况统计报告. http://www.cnnic.net.cn/hlwfzyj/hlwxzbg/hlwtjbg/201502/t20150203_51634.htm, 2015
CNNIC. CNNIC released the 35th statistical report on internet development in China. http://www.cnnic.net.cn/hlwfzyj/hlwxzbg/hlwtjbg/201502/t20150203_51634.htm, 2015
- 2 CWW. 中国电信开启100G全面部署. <http://www.cww.net.cn/cwwMag/html/2013/10/28/201310281731534333.htm>, 2013
CWW. China Telecom begins full deployment of 100G. <http://www.cww.net.cn/cwwMag/html/2013/10/28/201310281731534333.htm>, 2013
- 3 彩电企业为“涉黄”喊冤. http://gzdaily.dayoo.com/html/2010-04/30/content_948791.htm, 2010
Color TV enterprise is innocent of porn. http://gzdaily.dayoo.com/html/2010-04/30/content_948791.htm, 2010



4 詹克团. 数字电视条件接收(CA)的技术发展趋势. 电视技术, 2013(2)
Zhan K T. DTV conditional access technology trends. Video Engineering, 2013(2)

5 张志勇. 互融 DRM: 数字版权管理的新进展. 网络安全技术与应用, 2013(10)
Zhang Z Y. Syncretic DRM: advance on digital rights management. Network Security Technology and Application, 2013(10)

6 国务院三网融合工作协调小组办公室印发《关于三网融合试点工作有关问题的通知》. http://www.gov.cn/zwgk/2010-08/02/content_1669528.htm, 2010
The triple net integration coordination group office of the state council presses "notice of the test work of triple net integration". http://www.gov.cn/zwgk/2010-08/02/content_1669528.htm, 2010

7 APT. http://netsecurity.51cto.com/art/201307/408509_1.htm

8 Youngsoo K, Lkkyun K, Namje P. Analysis of cyber attacks and security intelligence. Mobile, Ubiquitous, and Intelligent Computing Lecture Notes in Electrical Engineering, 2014(274): 489~494

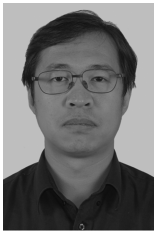
9 魏维, 游静, 刘凤玉等. 语义视频检索综述. 计算机科学, 2006(2)
Wei W, You J, Liu F Y, *et al.* A survey on semantic-based video retrieval techniques. Computer Science, 2006(2)



钱守廉,男,杭州阜博通影音传播科技有限公司高级工程师,国务院特殊津贴享受者,多次获得国家级科学技术进步奖和省部级科学技术进步奖,在电信网管、综合实时计费、流媒体技术、CDN 技术、ICT 技术、模式识别技术、云计算技术和物联网技术领域取得众多成果。

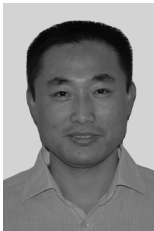


兰巨龙,男,博士,国家数字交换系统工程技术研究中心教授、总工程师,主要研究方向为高速宽带信息网络。

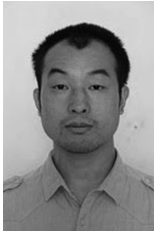


郭晓强,男,博士,国家新闻出版广电总局广播科学研究院教授级高级工程师、副所长,主要研究方向为数字电视技术。

[作者简介]



李玉峰,男,博士,国家数字交换系统工程技术研究中心副教授,主要研究方向为路由与交换、网络业务识别与控制等。



陈博,男,国家数字交换系统工程技术研究中心研究实习员,主要研究方向为网络安全、新型网络体系结构。

2015148-8

2015 年 4 月通信业主要指标完成情况(一)

指标名称	单位	本年本月止累计到达	比上年同期累计(±%)	本月
营业收入	亿元	4 471.2	5.2	1 169.8
其中:电信业务收入	亿元	3 746.2	3.1	976.9
固定资产投资完成额	亿元	668.4	2.4	179.4
固定本地电话通话时长合计	万分钟	7 575 449.4	-12.6	1 987 562.9
固定长途电话通话时长合计	万分钟	1 574 993.4	-9.6	406 854.5
移动电话去通话时长合计	万分钟	93 739 884.4	-2.2	24 321 863.8
其中:国内长途通话时长	万分钟	21 652 587.0	-3.7	5 787 339.3
国际长途通话时长	万分钟	38 220.2	-10.3	9 761.2
移动短信业务量	万条	24 187 744.8	-3.6	5 829 079.9
移动互联网接入流量	万吉字节	104 637.5	89.9	28 239.3

(来源:工业和信息化部运行监测协调局)