

# 基于台标轮廓检测的视频监控系统的研究与实现

俞星玉 汪林林

(重庆邮电大学计算机科学与技术学院 重庆 400065)

**摘要** 本文提出了一种基于台标轮廓检测的广播电视节目视频监控系统的的设计方法,应用于卫星地球站监控电视节目的质量和非法信号对电视节目的攻击。提出了该监控系统的软件结构和实现的关键技术,重点分析不透明台标掩码获取、不透明台标轮廓检测和资源管理。系统中运用多线程编程技术,能够在有限 CPU 计算能力条件下处理大量高码率数据和控制指令,提高系统运行效率。

**关键词** 视频监控,台标,DirectShow,多线程

## Design and Research on Video Surveillance System Based on Contour Detection of Station Caption

YU Xing-Yu WANG Lin-Lin

(College of Computer, Chongqing University of Post and TeleCOM, Chongqing 400065)

**Abstract** A broadcast TV program video surveillance system based on contour detection of station caption is put forward. The paper emphasizes the mask capture of opaque station caption, contour detection algorithm and the management of the system's resource, and at the same time summarizes the basic principles, software structures and the realization. By using multithread programming technology, this system can process video and audio data simultaneously, and can also response to other commands and alarm messages.

**Keywords** Video surveillance, Station caption, DirectShow, Multithread

## 1 引言

目前广播电视网基本上覆盖了全国各地,广播和电视已经成为人民生活中不可缺少的重要部分,同时地球站广播电视的安全和质量问题也受到了人们的广泛关注,尤其近几年非法信号攻击卫星地球站使电视画面被切换成非法画面,造成了非常恶劣的影响。本文基于以上考虑提出了对电视播放出现的大故障如画面黑屏、无图像、无伴音等定性指标和信号质量劣变、信号切换等定量指标进行实时监测和报警。

对于现在的有线电视节目,我们观察到每个频道在电视画面的左上方都覆盖有一个台标,台标位置在整个电视节目播出过程中不会改变。我们知道无论非法攻击的手段是针对哪一个环节,其目的都是干扰或替换最终到达用户的视音频信号(即下行信号)。基于以上特点,本文提出一种有效监控广播电视节目的方案,即从下行信号入手,运用视频检测技术对下行信号台标区域的视频分量进行分析和比对。另外还可以分析对比上下行信号的音频分量,作为辅助监控参数。在系统方案中,我们也可以根据用户需要将频谱仪功能集成到系统中,使其实现联合预警报警,也可按用户要求采购各种辅助预警设备,并将其集成到系统中。台标分为透明和不透明两种,下面将重点论述不透明台标监控的实现方案。

## 2 系统设计

本系统运用视频检测技术和多线程编程技术实现了对广播电视下行信号视音频的有效监控,使用 Windows 2000 Professional 平台和 VC6.0 开发工具实现了台标区域视频分量

捕获、台标掩码获取、实时视音频采集、显示、回放、存储、台标轮廓比较等功能。它采用 B/S 和 C/S 两种工作模式,方便客户使用。

系统软件主要由台标掩码获取、实时台标轮廓监控、资源管理 3 个主要功能模块组成。系统设计框图如图 1 所示。

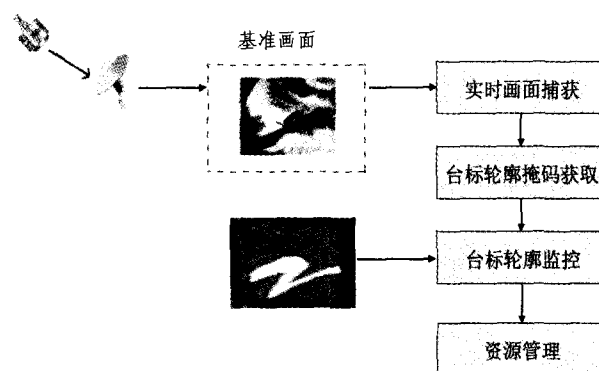


图 1 系统设计框图

### 2.1 台标掩码获取系统的设计与实现

每个电视频道在电视画面的左上方都有一个特有的台标,台标分为透明和不透明的,在本文中只介绍不透明台标的监控算法。台标掩码是用来记录台标的轮廓。其中包括:台标区域距离电视画面上边缘的像素距离、台标区域距离电视画面左边缘的像素距离、台标区域宽度、台标区域高度和台标轮廓标志信息值。

台标掩码获取系统主要是获取台标轮廓掩码信息,用掩

码来标志台标轮廓,并存储台标区域 YUV 视频分量和台标轮廓掩码。获取系统软件组成如图 2 所示。

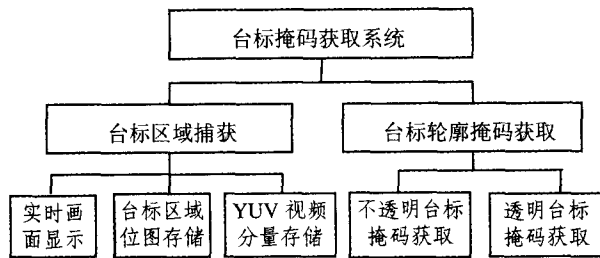


图 2 台标掩码获取系统软件组成

系统首先通过台标区域捕获模块,捕获台标区域,存储为一个 bmp 格式的位图,并获取台标区域每个像素的 YUV 分量值,然后通过台标轮廓掩码获取模块在捕获的台标区域的基础上获取台标轮廓,以掩码标志台标轮廓中每个像素信息。这个系统为监控系统提供两个接口信息:存储台标区域像素的 YUV 值的文件和存储台标轮廓掩码的文件。

### 2.1.1 台标区域捕获

系统首先要采集显示所要监控的电视画面,然后从电视画面中实时捕获某一频道的台标区域,捕获出来的台标区域是一个 24 位 bmp 格式的位图。比如,浙江台的台标是一个不透明的台标,捕获它的台标区域,如图 3 所示,取名为“浙江.bmp”。同时提取捕获的位图信息,存放在.yuv 文件中。同样浙江台的位图信息我们存放在“浙江.yuv”文件中。在这个.yuv 文件中是以二进制流格式存储了台标结构信息如:台标区域距离电视画面上边缘的像素距离、台标区域距离电视画面左边缘的像素距离、台标区域宽度、台标区域高度,同时还记录了台标区域中每个像素的 YUV 视频分量值。

YUV 是除了 RGB 以外的另一种色彩空间表示方法。用 YUV 色彩空间的重要性是它的亮度信号 Y 和色度信号 U、V 是分离的。YUV 与 RGB 相互转换的公式如下:

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\
 U &= -0.147R - 0.289G + 0.436B \\
 V &= 0.615R - 0.515G - 0.100B \\
 R &= Y + 1.14V \\
 G &= Y - 0.39U - 0.58V \\
 B &= Y + 2.03U
 \end{aligned}$$

RGB 和 YUV 的值都是在 0~255 范围内的整数,所以在文件中用一个字节的二进制流就可以表示 YUV 的值。存储的顺序是 YUYVYUYV...,读取 YUV 数据的时候也按这个格式来依次读取每个像素的 Y、U、V 值。



图 3 浙江台台标区域

视频采集显示功能主要采用了 DirectShow 技术。我们在 VC++ 6.0 开发环境下通过 COM 接口调用 DirectShow 的

组件对象,具体实现了视频经捕获卡到计算机的捕获。台标区域捕获系统是一个独立的子系统,它是一个辅助功能系统,给监控系统提供捕获的台标区域位图文件和位图中的 YUV 分量值文件。

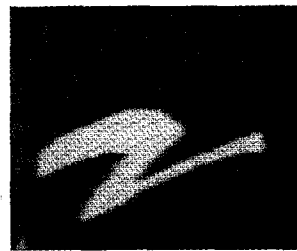


图 4 浙江台台标轮廓

### 2.1.2 台标轮廓掩码获取

以上捕获的台标区域位图中,如图 3 所示包括了台标轮廓以外的画面。台标掩码获取系统就是要去除台标轮廓以外的信息,用掩码标志出台标的轮廓,如图 4 所示,有阴影的地方就是台标的轮廓,为了掩码的准确性,我们去除了台标的边缘部分。在掩码文件中,记录了台标区域每个像素的标志信息,台标轮廓中的每个像素我们用“01”标志,台标轮廓以外的区域我们用“00”标志。台标轮廓的掩码文件其后缀名为.mask。同样,浙江台的掩码信息存储为“浙江.mask”文件。在.mask 文件中同样记录了台标结构信息和台标区域每个像素的标志信息。其存储方式也是以二进制流来存储的,存储顺序是按行顺序存放的,读取的时候也按行顺序依次读取,即可读出台标区域中每个像素的标志信息,从而获取台标的轮廓。

台标轮廓掩码获取系统也是一个独立的子系统,它为监控系统提供台标轮廓的标志信息,存储在.mask 文件中。该系统是用 VC++ 6.0 实现的,功能比较简单,易于实现。

### 2.2 实时监控

该模块是系统的核心,采用单进程、多线程的编程机制,实现视频采集、多画面实时显示、YUV 视频分量波形实时显示、台标轮廓比较、音频监控,运用 DricetShow 技术实现实时画面、波形显示和硬盘录像功能。具体软件组成如图 5 所示。

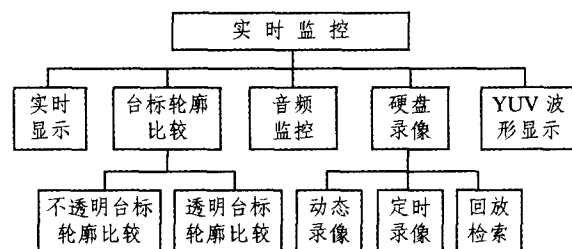


图 5 实时监控软件组成

下面我们以浙江台为例来阐述不透明台标的轮廓比较算法。首先从“浙江.mask”掩码文件中得到台标区域在电视画面中的相对位置和台标的轮廓信息。根据掩码文件中标志出的台标轮廓从“浙江.yuv”文件中提取台标轮廓中每个像素的 Y、U、V 分量值,存放在相应的缓冲区中。根据掩码文件中记录的台标轮廓的相对位置来实时提取电视画面中台标轮廓中每个像素的 y、u、v 分量来和抓取出来的台标轮廓中像素的 Y、U、V 分量进行实时比对。对 Y、U、V 视频分量分别进行

实时比对,并分别设置其容差范围,超出相应范围即可报警,并对监控画面进行硬盘录像。在台标轮廓比较算法中不存在延迟处理,视频捕获卡每秒捕获 25 帧图像,我们每秒钟只取其中的两帧来比较就可以了。

系统中还显示抓取的台标轮廓和实时画面中台标轮廓中同一行的 YUV 分量波形,通过观察两种波形是否重叠来调节实时画面的亮度和色度,使其和抓取的台标轮廓图像的亮度和色度一致,保证台标轮廓比较的准确性。

音频监控主要是对同一时刻上下行音频的分贝进行比较,如果存在延迟,则加上延迟。在比较过程中,如果两路对比信号中某一路存在背景噪声或噪声不一致,这可能引起音频信号对比结果出错,我们可以对其进行静噪。保证对比结果的准确性。同时可以对上下行音频信号的左右声道分别进行负载调节,从而保证上下行音频对比时音量的一致性,使比较结果更加准确。

当比较结果超出容差范围的时候自动进行声光报警,屏蔽非法画面,切换通道。同时进行硬盘录像,可以回放检索,以便事后进行分析。

另外,透明台标轮廓的比较主要是进行轮廓相似度的计算,其算法和不透明台标有很大的相似性,这里就不具体介绍了。

### 2.3 资源管理

为了解决 CPU 利用率的问题,提高系统的运行效率,我们采用了多线程编程技术。多线程机制是 Windows95 推出的,CPU 通过分时在各个线程间频繁切换,使系统看起来好像是有多个程序同时运行。

系统首先采用一个主控线程控制用户界面,以便用户随时控制系统的运行,或者随时修改系统中有关参数的设置,如画面亮度调节、音量的控制、容差范围设置等。对于实时视频采集显示、实时台标轮廓比较算法、YUV 分量波形实时显示、硬盘录像等功能我们分别建立其线程来实现。系统中各线程采用不同优先级,优先级高的线程优先获得 CPU 时间片,对视频音频的实时采集、量化、处理和台标轮廓比较具有最高优先级,而其他线程具有同等优先级,保障了监控系统的实时性和

准确性。

另外,服务器端到客户端的数据传输是实时的,并且视频音频需要同步,在处理系统数据时先对其进行缓冲后再进行其它处理,一定程度上解放了 CPU 资源,提高了 CPU 使用效率。

多线程编程实现简单,系统开销小,大大增强了系统的可用性和稳固性。实验表明,采用多线程技术使系统具有更强的数据处理能力,高效地实现了系统资源的管理。在监控点正常运行的情况下,监控点 CPU 占用 7% 左右,如果系统出现报警并进行硬盘录像等操作的时候,CPU 资源占用率将达到 50%,这是系统需要 CPU 资源最多的情况,因此采用多线程编程方式可以提高整个软件的工作效率和资源利用率。

**总结** 本系统对各不透明台标电视台分别进行了测试,在电视画面出现质量改变或者出现亮度、色度差异时,监控系统能够实时、准确地报警,实现了地球站对卫星节目电视播出质量、非法信号攻击的监控。并且我们在晚上 7 点播放新闻联播的时候,出现的台标重叠情况也进行了测试,各电视台台标都是重叠在中央一台的上面,对不透明台标监控系统不造成什么影响,系统能够稳定地运行。该系统成功地实现了对地球站电视节目的监控和报警,并且在检测到电视节目出现质量问题或者受到非法信号攻击的时候能够采取有效措施进行事后处理。研究和开发其体系结构和其中采用的各项技术具有重要的意义和前景。

### 参考文献

- 肖建荣,胡建凌,徐盛.一种远程视频监控系统的研究和实现[J].电视技术,2004(6):74~76
- 朱之芹,杨林安,郭宇.多线程在数字图像实时接收中的应用[J].电视技术,2001(7):20~21
- 张重阳,娄震,杨静宇.基于轮廓和统计特征的手写体数字识别[J].计算机工程与应用,2004(9):83~84
- 张理慧,张宇.基于 DirectShow 的视频捕获[J].计算机工程,2004(10):131~133
- 武雅丽.利用 Visual C++6.0 实现多线程编程[J].现代电子技术,2003(8):45~47
- 杜恩祥,左宪章.基于多线程机制应用程序中线程间通信和同步问题的解决[J].无线电通信技术,2000(4):51~52

(上接第 240 页)

$(N, M_0)$  是有界的、活的和可回复的。

**结论和下一步的研究工作** 本文讨论了 Petri 网的化简操作的动态性质保持问题及其在系统验证中的应用。主要贡献在于:针对柔性制造系统的验证问题提出了两种化简操作;给出了化简操作后得到的 Petri 网保持活性、有界性和可回复性的充分条件或充要条件。文中的应用实例进一步展示了该方法的实际价值。本文的结果可为复杂大系统的设计和验证提供有力保证。

下一步的研究工作是进一步推广化简操作满足动态性质的保持性条件,并研究化简操作对其它性质(如公平性等)的保持性问题。

### 参考文献

- Desel J. Reduction and design of well-behaved concurrent systems. Lecture Notes on Comput Sci., 1990, 458: 166~181
- Esparza J. Reduction and synthesis of live and bounded free choice Petri nets. Inform Comput, 1994, 114(1): 50~87
- Desel J, Esparza T. Free choice Petri nets. Cambridge: Cambridge University Press, 1995
- Esparza J, Silva M. On the analysis and synthesis of free choice

- systems. Lecture Notes in Comput Sci., 1990, 483: 186~243
- Esparza J, Silva M. Compositional synthesis of live and bounded free choice Petri nets. Lecture Notes in Comput Sci., 1991, 527: 172~187
- Jiao L, Cheung T Y, Lu W M. On liveness and boundedness of asymmetric choice nets. Theoret Comput Sci., 2004, 311: 165~197
- Nakada K, Yoneyama T. A method to abstract a stochastic Petri net. Mathematical and Computer Modeling, 2000, 31: 251~260
- Ceska M, Hasa L, Vojnar T. Partial-order reduction in model checking object-oriented Petri nets. Lecture Notes in Computer Science, Springer-verlag Gmbh, 2004, 2089: 266~278
- Sloan R H, Buy U. Reduction rules for time Petri nets. Acta Informatica 1996, 33: 687~706
- Garavel H, Serwe W. State space reduction for process algebra specifications. Lecture Notes in Computer Science, Springer~Verlag GmbH, 2004, 3116: 164~180
- Bingham J, Hu A J. Empirically efficient verification for a class of infinite-state systems. Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag GmbH, 2005, 3440: 77~92
- Murata T. Petri nets: properties, analysis, and applications. Proc. IEEE, 1989, 77(4): 541~580
- Peterson J L. Petri net theory and the modeling of systems. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall Inc, 1981
- Resig W. Petri nets. EATCE Monographs on Theoretical Computer Science. New York: Spring-Verlag, 1985, 4
- Zhou M, DiCesare F. Petri net synthesis for discrete event control of manufacturing systems. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 1993