

信息科学与技术丛书

电子工程系列

● 刘富强 编著

数字视频

监控系统开发及应用



3

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



信息科学与技术丛书

数字视频监控系统开发及应用

刘富强 编著



机械工业出版社

本书可分为三部分,基础部分介绍了数字视频的相关基础理论、标准和技术;开发部分中作者结合自己从事数字视频监控系统开发与应用的实践经验,详细介绍了数字视频采集压缩、数字视频硬盘录像系统(DVR)、数字视频服务器系统(DVS)、数字视频控制系统(DVC)与远程图像传输等系统的结构、软件编程设计;应用部分中介绍了数字视频监控系统在电力、交通、银行、建筑、工业领域等场合的典型应用。

本书内容详尽,重点突出,实用性强,注重理论和实践的结合。通过对本书的阅读,读者可以自行设计和实施自己的数字视频监控系统。本书可作为工程技术人员的参考资料或培训教材,也可作为通信、计算机、自动化等专业本科生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字视频监控系统开发及应用/刘富强编著. —北京:机械工业出版社, 2003.3

(信息科学与技术丛书)

ISBN 7-111-11723-9

I. 数... II. 刘... III. 视频信号—监视控制—数字技术—研究
IV. TN941.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第011381号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 周艳娟

责任印制: 路 琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003年3月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·19印张·465千字

0 001—5000册

定价: 29.00元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

视频监控近年来得到了迅速的发展,应用范围不断地扩展。以往国内使用的视频监控系统主要是模拟系统,到了20世纪90年代末,随着网络带宽、计算机处理能力和存储容量的迅速提高,以及各种实用视频信息处理技术的出现,视频监控从模拟视频监控进入了数字化的网络时代,即数字视频监控系统。数字视频监控系统将摄像机获得的模拟视频信号转变为数字视频信号,便于计算机处理,或者由数字摄像机直接输出数字视频信号。在计算机显示器上显示多路实时活动图像的同时,还可将各路信号分别存储于计算机的硬盘内,或者在网络上进行传输。数字视频监控系统以计算机为中心,信息处理技术为基础,是符合图像数据压缩的国际标准(JPEG、MPEG-1或MPEG-4),综合利用图像传感器、计算机网络、自动控制 and 人工智能等技术的一种新型监控系统。

本书可分为基础、开发和应用三部分。

基础部分包括第1~6章,分别介绍数字视频监控的基本概念;数字视频基础;数字视频编码;数字视频信息处理;数字视频传输及数字视频显示等。

开发部分包括第7~12章,详细介绍了视频采集卡;视频压缩卡;数字视频传输协议;硬盘录像系统(DVR)、数字视频服务器系统(DVS)、数字视频控制系统(DVC)的系统结构和软件编程开发;视频远程传输系统等。

应用部分包括第13~18章,重点介绍了数字视频监控系统在电力、交通、银行(分行/储蓄所/ATM自动取款机)、建筑、工业的典型应用,简略介绍了在其他场合如超市、医疗手术过程、医疗数字影像、水利、监狱、加油站、检察院、消防、军事、车载硬盘录像/传输等方面的应用。

本书内容详尽,实用性强,注重理论和实践的结合。通过对本书的阅读,读者可以自行设计和实施自己的数字视频监控系统。本书可作为工程技术人员的参考资料或培训教材,也可作为通信、计算机、自动化等专业本科生的教学参考书。

感谢:北京微视电子有限公司欧阳俊总经理,他为本书提供了很多资料;研究生李世银、程德强、马珊珊、叶良、胡青松等做了很多辅助工作;同济大学电子与信息工程学院岳继光教授、顾大平副院长等为本人提供了工作条件和帮助;感谢上海市自然科学基金(02ZD14105)等单位给予本书的资助。

本书在写作过程中参考了不少文献,包括参考书籍、参考论文和参考网址,均尽量列在本书后面,在此对这些单位和作者予以感谢,尽管如此仍可能会有所遗漏,在此也致以衷心的感谢并敬请原谅。

由于作者水平有限,疏漏和错误之处在所难免,敬请各位同行专家、读者批评指正。本人的电子邮件地址为:fuqiangliu@163.com。

刘富强

目 录

前言	
第1章 概述	1
1.1 模拟视频监控现状	1
1.1.1 模拟视频监控系统简介	1
1.1.2 模拟视频监控系统存在的问题	3
1.2 数字视频监控系统	4
1.2.1 数字视频监控系统的组成	4
1.2.2 数字视频监控系统与模拟视频监控 系统性能比较	6
1.3 数字视频监控系统的 发展	6
第2章 数字视频基础	8
2.1 图像的视觉基础	8
2.1.1 分辨率	8
2.1.2 人眼的视觉特性	8
2.2 模拟视频基础	9
2.2.1 电视基本原理	9
2.2.2 电视的扫描	11
2.2.3 视频信号的形式	13
2.3 数字视频处理	14
2.3.1 数字视频采集结构	14
2.3.2 视频图像信号的采样	15
2.3.3 视频图像信号的量化	16
2.3.4 数字化后的视频信号	16
2.3.5 视频信号数字化标准	17
2.4 摄像机原理与选型	17
2.4.1 CCD的基本工作原理	18
2.4.2 黑白CCD摄像机	19
2.4.3 彩色CCD摄像机	21
2.4.4 模拟/数字输出摄像机选型	24
2.4.5 网络数字摄像机	27
第3章 数字视频图像编码	29
3.1 图像数据压缩编码简介	29
3.1.1 数据压缩的必要性	29
3.1.2 数据压缩的可能性	29
3.1.3 图像数据压缩编码效率的 评价	30
3.2 图像数据压缩基本方法	31
3.2.1 统计编码	32
3.2.2 预测编码	33
3.2.3 变换编码	34
3.2.4 小波变换编码	35
3.2.5 模型基编码	36
3.2.6 分形编码	38
3.3 图像压缩标准	38
3.3.1 静止图像压缩标准(JPEG)	38
3.3.2 运动图像压缩标准(H.26x 系列)	39
3.3.3 运动图像压缩标准 (MPEG-1)	41
3.3.4 运动图像压缩标准 (MPEG-2)	43
3.3.5 运动图像压缩标准 (MPEG-4)	44
3.4 流媒体技术	45
3.4.1 流式传输基础	45
3.4.2 流媒体技术原理	46
3.4.3 主要的流媒体格式	46
第4章 数字视频信息处理	48
4.1 基于内容检索的概念与 结构	48
4.1.1 基本概念	48
4.1.2 系统结构	49
4.1.3 查询和检索过程	51
4.1.4 应用类型	51
4.2 基于内容检索的关键技术	52
4.2.1 索引技术	52
4.2.2 视频的特征表示	54
4.3 多媒体内容描述接口 MPEG-7	55
4.3.1 基本概念	55
4.3.2 基本内容	56
4.3.3 相关知识	56

4.4 多媒体框架标准 MPEG-21	57	7.3.2 各项参数设置	91
第 5 章 数字视频传输	58	7.3.3 实时 Overlay 显示函数	96
5.1 数字视频传输技术	58	7.3.4 内存采集函数	97
5.1.1 数字视频传输简介	58	7.3.5 Draw 方式显示函数	98
5.1.2 数字基带传输	59	7.3.6 一个显示开发的例子	101
5.1.3 数字调制技术	59	第 8 章 视频压缩卡开发基础	102
5.2 数字视频传输媒介	61	8.1 DVR 系列视频压缩卡选型	102
5.2.1 电缆传输	62	8.1.1 视频采集压缩卡种类	102
5.2.2 电话线传输	62	8.1.2 主要性能指标	102
5.2.3 光缆传输	62	8.1.3 原理图	103
5.2.4 射频传输	63	8.2 DVR 系列板卡的安装	104
5.3 多媒体网络传输	64	8.2.1 系统要求	104
5.3.1 电信网上的多媒体通信	64	8.2.2 安装指南	104
5.3.2 计算机网上的多媒体通信	66	8.3 编程基本函数说明	107
5.3.3 电视网上的多媒体通信	69	8.3.1 Overlay 显示方式的库函数调用 接口说明	107
5.3.4 宽带 IP 网络上的多媒体 通信	69	8.3.2 Preview 显示方式的库函数 调用接口说明	120
第 6 章 数字视频显示	71	8.3.3 声音函数调用接口说明	126
6.1 图像显示器	71	8.3.4 函数编译和连接	130
6.1.1 CRT 显示器	71	第 9 章 数字视频传输协议	131
6.1.2 液晶显示器	72	9.1 数字视频网络组成	131
6.1.3 等离子体显示器	73	9.1.1 数字视频录像 (DVR)	131
6.2 大屏幕投影系统	74	9.1.2 数字视频控制 (DVC)	132
6.2.1 投影机	74	9.1.3 数字视频服务器 (DVS)	133
6.2.2 投影幕	77	9.2 视频传输协议	133
6.2.3 投影机选择及注意事项	78	9.2.1 实时传输协议 (RTP)	134
6.2.4 大屏幕投影墙及拼接控制 系统	80	9.2.2 实时传输控制协议 (RTCP)	135
第 7 章 视频采集卡开发基础	82	9.2.3 RTP/RTCP 传输方式的实施	137
7.1 视频采集卡简介	82	9.2.4 资源预留协议 (RSVP)	138
7.1.1 视频采集卡的发展	82	9.2.5 实时流协议 (RTSP)	139
7.1.2 视频采集卡的分类	83	9.3 视频传输方式	141
7.1.3 MVPCI 专业图像采集卡	83	9.3.1 单播技术	141
7.2 视频采集卡安装	84	9.3.2 组播技术	141
7.2.1 安装指南	84	9.4 服务质量 (QoS)	143
7.2.2 演示程序	86	9.4.1 实时数据传输 QoS 参数	143
7.2.3 安装说明	89	9.4.2 实现 QoS 保证的策略	143
7.3 函数说明	90	第 10 章 数字视频硬盘录像 (DVR)	145
7.3.1 系统初始化/结束函数	90		

10.1	压缩函数说明	145	12.3.2	控制协议	228
10.2	数字硬盘录像系统 (DVR)		12.3.3	程序流程图	228
	原理	156	12.3.4	源代码	229
10.2.1	实现方案	156	12.4	远程数字视频监控系统	233
10.2.2	系统实现的主要功能及		12.4.1	利用电话拨号网	233
	指标	156	12.4.2	无线远程图像传输系统	235
10.3	数字硬盘录像系统 (DVR)		12.4.3	利用局域网和互联网	235
	开发	157	第 13 章 电力系统数字视频监控		
10.3.1	软件运行流程	157		系统	237
10.3.2	软件源代码	157	13.1	需求分析	237
10.4	DVR 设备资源自动配置	188	13.2	变电站/所现场监控系统	238
10.4.1	理论基础	188	13.2.1	系统构成	238
10.4.2	软件实现	189	13.2.2	主要功能要求	240
10.5	嵌入式数字硬盘录像系统		13.2.3	性能指标	240
	(DVR)	191	13.3	主控中心	241
第 11 章 数字视频服务器			13.3.1	系统构成	241
	(DVS)	193	13.3.2	系统功能	241
11.1	函数说明	193	13.4	图像传输方式比较	242
11.1.1	视频流解码软件播放函数		第 14 章 智能交通数字视频监控		
	说明	193	14.1	智能交通	243
11.1.2	网络传输函数说明	196	14.1.1	需求分析	243
11.1.3	实例	197	14.1.2	系统构成	244
11.2	数字视频服务器系统结构	199	14.1.3	系统功能	245
11.2.1	实现方案	199	14.1.4	实际应用	245
11.2.2	系统实现的主要功能及		14.2	汽车牌照自动识别系统	246
	指标	200	14.2.1	需求分析	246
11.3	软件源代码	201	14.2.2	系统功能特点	246
11.4	基于 WEB 的数字视频		14.2.3	应用场合	247
	服务器	217	14.3	移动式车辆车牌实时稽查	248
第 12 章 数字视频控制与远程			14.3.1	需求分析	248
	传输	220	14.3.2	系统配置	248
12.1	云台及其控制器	220	14.3.3	系统功能特点	249
12.1.1	云台	220	14.3.4	系统的性能指标	249
12.1.2	云台控制器	220	第 15 章 银行数字视频监控		
12.2	软件编程基础	221	15.1	银行分行及储蓄网点数字视频	
12.2.1	Windows Socket 编程	221		监控	250
12.2.2	移动侦测控制函数说明	222	15.1.1	需求分析	250
12.3	数字视频控制的实现	227	15.1.2	系统结构	251
12.3.1	设计思想	227	15.1.3	系统功能	252

15.1.4 远程实时监控	254	系统	276
15.2 银行 ATM 数字视频监控	255	18.1.1 需求分析	276
15.2.1 需求分析	255	18.1.2 系统构成	276
15.2.2 系统结构	255	18.1.3 系统功能	276
15.2.3 系统功能	255	18.2 医疗行业数字视频监控	
15.2.4 远程实时监控	256	系统	277
15.2.5 工程问题	257	18.2.1 手术过程监控	277
第 16 章 智能建筑数字视频监控	258	18.2.2 数字影像分析	278
16.1 智能小区需求分析	258	18.2.3 在医疗上的其他应用	278
16.2 智能小区系统构成	258	18.3 消防远程图像监控自动报警	
16.2.1 系统总体结构	258	系统	278
16.2.2 物业综合管理系统	259	18.3.1 需求分析	278
16.2.3 住户智能管理系统	262	18.3.2 系统结构	280
16.2.4 管理控制中心	263	18.4 水利防汛远程数字视频监控	
16.3 智能大厦系统构成	264	系统	282
第 17 章 工业环境数字视频监控		18.4.1 需求分析	282
系统	265	18.4.2 系统结构	282
17.1 需求分析	265	18.4.3 系统功能	283
17.2 系统总体结构	266	18.5 监狱数字视频监控系统	283
17.3 企业局域网子系统	266	18.5.1 需求分析	283
17.3.1 系统结构	266	18.5.2 系统结构	284
17.3.2 功能特点	268	18.6 加油站数字视频监控系统	285
17.3.3 系统实现	268	18.6.1 需求分析	285
17.4 数字视频图像采集处理子		18.6.2 系统功能	286
系统	269	18.7 检察院网络数字视频监控	
17.4.1 系统结构	269	系统	286
17.4.2 功能特点	270	18.7.1 需求分析	286
17.4.3 技术指标	271	18.7.2 系统功能	287
17.5 调度室指挥中心子系统	273	18.8 在军事安全中的应用	287
17.5.1 系统结构	273	18.8.1 需求分析	287
17.5.2 投影机功能特点	274	18.8.2 系统功能	287
17.5.3 背投屏幕功能特点	274	18.9 车载硬盘录像/传输系统	288
17.5.4 技术指标	275	18.9.1 系统结构	288
第 18 章 数字视频监控的其他		18.9.2 系统功能	289
应用	276	参考文献	291
18.1 超市防盗数字视频监控			

第1章 概 述

图像是通过人类视觉获得的，视觉是人类最主要的感觉器官，图像（视觉）信息是人们由客观世界获得信息的主要来源之一，占人们依靠五官由外界获得信息量的70%以上。因此由图像所提供的直观作用，不是语言和文字描述所能达到的，所以说百闻不如一见。视频图像实际上就是连续的静态图像序列，是对客观事物形象、生动的描述，是一种更加直观而具体的信息表达形式。随着网络、通信和微电子技术的快速发展和人民物质生活水平的提高，视频监控以其直观、方便和内容丰富等特点，日益受到人们的重视。据权威部门统计，1998年全国图像监控系统的市场总额为650亿元，近年来一直以每年15%至30%的速度快速增长，我国的图像监控行业正面临着良好的发展机遇。

视频监控系统的发展大致经历了三个发展阶段：

(1) 在20世纪90年代初及其以前，主要是以模拟设备为主的闭路系统，称为第一代视频监控系统，即模拟视频监控系统。

(2) 20世纪90年代中期，随着计算机处理能力的提高和视频技术的发展，人们利用计算机的高速数据处理能力进行视频的采集和处理，从而大大提高了图像质量，增强了视频监控的功能。这种基于多媒体计算机的系统称为第二代视频监控系统，即模拟输入与数字压缩、显示和控制系统。因为核心设备是数字设备，因此可以称为数字视频监控系统。

(3) 到了20世纪90年代末特别是近两三年，随着网络带宽、计算机处理能力和存储容量的迅速提高，以及各种实用视频信息处理技术的出现，视频监控进入了全数字化的网络时代，称为第三代视频监控系统，即全数字视频监控系统或网络数字视频监控。第三代视频监控系统以网络为依托，以数字视频的压缩、传输、存储和播放为核心，以智能实用的图像分析为特色，引发了视频监控行业的技术革命。

视频监控系统的第二阶段和第三阶段可以统称为数字视频监控系统，在本书里用数字视频监控系统的第二种方式和第三种方式来区分。实际是除了摄像机有模拟和数字输出之不同外，系统的功能并没有本质的区别。

目前国内的视频监控系统的发展情况是：模拟视频监控的比例急速减少，数字视频监控系统逐渐占据主导地位，特别是新安装的视频监控系统。就技术角度而言，数字视频监控系统的第二种方式是未来数字视频监控系统的发展方向，具有很高的先进性和可扩充性。但这两种方式具有各自的应用场合，要根据现场的实际情况来设计方案和选用。本书将重点介绍数字视频监控系统的第二种方式中的数字部分和第三种方式，包括理论基础、硬件结构、软件编程和应用。

1.1 模拟视频监控现状

1.1.1 模拟视频监控系统简介

到目前为止，模拟视频监控系统的技术已经很成熟，而且应用也非常广泛。典型的模拟

视频监控系统一般由图像摄像部分（摄像机、镜头、云台、麦克风等）、图像传输部分（一般采用电缆、光缆、射频等）、系统控制部分（操作键盘、视频分配器、视频矩阵切换器、云台控制解码器、字符叠加器等）和显示记录部分四大部分组成，系统组成框图如图 1-1 所示。请注意，一般我们说的摄像机指的就是模拟摄像机，如果是数字的往往会写成数字摄像机或数码摄像机。

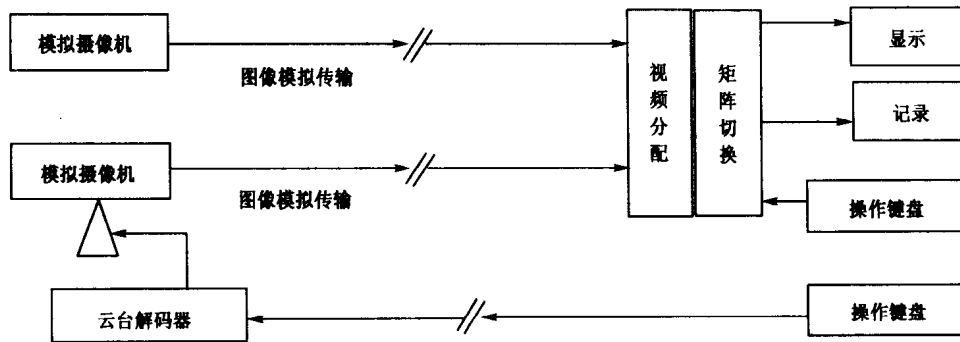


图 1-1 模拟视频监控系统组成示意图

1. 摄像部分

图像摄像部分是监控系统的前沿部分，是整个系统的“眼睛”，包括摄像机、镜头、麦克风、云台、云台防护罩等设备。图像采集设备的功能主要是完成目标景物到图像信息的转换，其物理变化是一个光电转换过程，在这个转换过程中摄像器件承担了主要任务，而云台、镜头和其他辅助设备则完成目标景物的取景、照明和聚焦等功能。从整个系统看，图像采集部分是原始信号源，因此图像采集设备的好坏将直接影响图像信号质量和整个系统的质量。

目前大多数视频设备所要求的输入信号为模拟的视频基带信号，一般多采用 CCD 摄像机。CCD 摄像机目前已处于成熟期，灵敏度、图像分辨率、图像还原性等均已达到了很高的水平，功能日臻完善。由于彩色摄像机的分辨率和图像视觉效果上的优势，它在系统中的应用比例不断提高。

如果有采集声音的需要，则需要安装话筒。

2. 图像传输部分

图像传输部分是指监控系统的图像信号通路。一般来说，传输部分主要是单向或双向传输图像信号，但同时控制中心要对摄像机、镜头、云台、防护罩等进行反向控制，因此还应包括控制信号的传输。图像传输部分的功能就是把各个图像采集装置产生的电信号形式的图像信息及时准确地传送到图像显示和记录设备，实现景物再现。

对于图像信号的传输，主要要求在图像信号经过传输系统后，不产生明显的噪声和失真，保证原始图像信号的清晰度和灰度等级没有明显下降等。在传输方式上，近距离或特殊环境多采用同轴电缆基带传输，但模拟方式的传输要保证宽带信号具有高的信噪比和失真十分困难的，为增加传输距离所采取的补偿又会引入新的失真，这一点对于宽带视频信号尤为突出。光纤传输技术很快在视频传输中得以应用。采用光纤传送视频信号，使无中继传输距离

从同轴电缆的几百米增加到几十公里，并能得到很高的图像质量，多路传输和双向传输也很容易实现。较远距离多采用光纤传输。

3. 系统控制部分

系统控制是实现整个系统功能的指挥中心，通常以视频矩阵切换器为中心设备，加上操作键盘、视频分配器、云台控制解码器、字符叠加器等。

系统控制部分的主要功能有视频信号分配、图像信号的校正与补偿、视频矩阵切换、摄像机及镜头、云台、防护罩的控制（遥控）、字符叠加等。对于图像质量影响最大的是放大与分配，经过校正和补偿的图像信号，再经分配（或放大），进入视频切换部分，然后送到监视器上显示。微处理器性能的提高，各种专用集成电路的出现，使得系统控制设备在功能、性能、可靠性和结构等方面都发生了很大的变化。系统的构成更加方便、灵活，与报警和出入口控制系统的接口趋于规范。对摄像机、镜头、云台、防护罩的遥控，可以实现对被监视的场所全面的跟踪监视。

4. 显示记录部分

图像显示部分一般由一台或多台监视器组成，是图像监控系统面向用户的终端设备，主要完成图像信息的电光转换，在屏幕上再现目标景物的图像。在由多路视频组成的视频监控系统中，可以是一台监视器对应一路视频进行显示，在摄像机多的时候将显示器组成电视墙。也可以是多台摄像机的图像信号用一台监视器轮流切换显示，由于画面分割器的应用，用画面分割器把多台摄像机送来的图像信号同时显示在一台监视器上，把屏幕分成多个面积相等的小画面，每个画面显示一个摄像机送来的图像。

根据用户要求，有的监控系统还有记录设备。图像记录部分多采用长延时录像机，可随时把发生情况的被监视场所的图像记录下来，以便事后备查或作为重要依据。

1.1.2 模拟视频监控系统存在的问题

模拟视频监控系统目前已达到了很高的水平。摄像技术、传输技术、显示技术、系统控制技术都取得了长足的进步，确立了在安全防范系统中的重要地位。但传统的模拟闭路系统具有很多其自身的局限性，主要有以下几点：

(1) 通常只适合于小范围的区域监控。有线模拟视频信号的传输距离有限，若采用同轴电缆，当传输距离大于 1000m 时，信号容易产生衰耗、畸变、群延，并且易受干扰，使图像质量下降，这就决定了模拟视频监控最适合于单个大楼、小的居民区以及其他小范围的场所；

(2) 布线工程量大，系统的扩展能力差，对于已经建好的系统，如要增加新的监控点，往往是牵一发而动全身，新的设备也很难添加到原有的系统之中；

(3) 模拟视频监控系统大多采用录像机作为存储工具，磁带作为存储介质，这种方法不仅记录信息量有限，数据的存储会耗费大量的存储介质（如录像带），而且磁带易变形，磁头、磁带间磨损大，加上采用模拟信号方式记录读取，失真严重，重放的音像质量远不能满足现场的要求，查询取证时也十分烦琐。

因此，随着数字技术的发展，图像数据压缩编码技术及标准的改进，芯片成本的不断下

降，数字视频监控系统也迅速发展起来。

1.2 数字视频监控系统

数字视频监控系统以计算机为中心，数字视频处理技术为基础，利用图像数据压缩的国际标准（JPEG、MPEG-1 或 MPEG-4），综合利用图像传感器、计算机网络、自动控制和人工智能等技术的一种新型监控系统。数字视频监控系统将摄像机获得的模拟电视信号转变为数字视频信号以便于计算机处理，或者由数字摄像机直接输出数字视频信号，在计算机显示器上显示多路活动图像的同时，可将各路信号分别存储于计算机的硬盘内或在网络上进行传输。在实时情况下，每路信号在监视、记录、回放时都能达到最大为 25f/s 的活动图像的效果。

数字视频监控系统除了具有传统闭路电视监视系统的所有功能外，还具有远程视频传输与回放、自动异常检测与报警、结构化的视频数据存储等功能，毕竟在数字图像上进行各种操作要比模拟信息处理要容易得多。与数字视频监控系统相关的主要技术有视频数据压缩、视频的分析与理解、视频流的传输与质量控制等。

数字视频信号具有频谱效率高、抗干扰能力强、失真少等模拟信号无法比拟的特点，同时也具有信号处理数据量大、占用频率资源多的问题，正是这个原因，造成数字视频监控系统虽然具有很多的优点，却迟迟难以实用化。只有对数字视频信号实现有效地压缩，使之在通信和存储方面的开销与模拟信号基本相同时，它的优点才能表现出来，而且需要能够实现其压缩功能的芯片成熟，成本大幅度降低，只有在这种情况下，数字视频监控系统才有可能全面发展起来。在数字电视（DTV）、高清晰度电视（HDTV）的巨大市场拉动下，与数字电视相关的各种数字视频技术得到了迅速的发展，相应的技术标准陆续制订、各种新的算法不断涌现，各种专用芯片、处理记录和显示图像信号的设备相继开发完成，所有这些促进了数字视频监控系统的迅速发展。

数字视频监控系统输入模拟视频信号，数字化后进行图像压缩，然后进行存储、传输及相关控制处理。数字视频监控系统将视频图像保存在硬盘里存储的功能就是 DVR（Digital Video Recorder，数字视频录像），这种设备被称为数字视频录像机，或硬盘录像机；数字视频监控系统将图像通过网络传输到远方的其他计算机终端的功能就是 DVS（Digital Video Server，数字视频服务器）；数字视频监控系统将控制指令送往受控设备，如控制云台的上下左右、摄像机的聚焦、远近和变焦等、摄像机雨刷、红外、开关等，这些功能就是 DVC（Digital Video Control，数字视频控制）。

1.2.1 数字视频监控系统的组成

数字视频监控系统组成示意图如图 1-2 所示。

目前大部分的数字视频监控系统还是通过图像采集卡将模拟摄像机传输过来的模拟视频图像转换为数字视频图像信号，因此图像采集编码卡是基于 PC 机的数字视频监控系统中的关键设备，一块卡往往支持一路到四路视频采集压缩，一台计算机可以插上 1 块卡或 4 块卡，从而支持 1 路到 16 路视频采集。采集编码卡的质量和性能的好坏直接影响整个系统的可靠性和稳定性。基于 PC 机的数字视频监控系统采用软件来设计实现摄像机到监视器的视频矩阵切换、录像、云台和镜头的控制、通过串口连接报警设备的报警信息等。计算机是数字视

频监控系统的核心，配备有大屏幕显示器、大容量硬盘，也可再配上光盘刻录机。计算机往往采用工业控制计算机，以提高系统的可靠性。数字视频监控系统能充分利用计算机的资源，使视频监控系统随计算机技术的发展而不断进步，同时其开放性的结构特性更可使之与其他多种系统如与消防报警系统、出入口管理系统、楼宇自控系统等实现互动集成。这种模式实际上是处在数字视频监控发展的第二阶段中，是模拟输入/传输、数字视频采集和编码，也就是图 1-2 中数字视频监控系统的第二种方式。

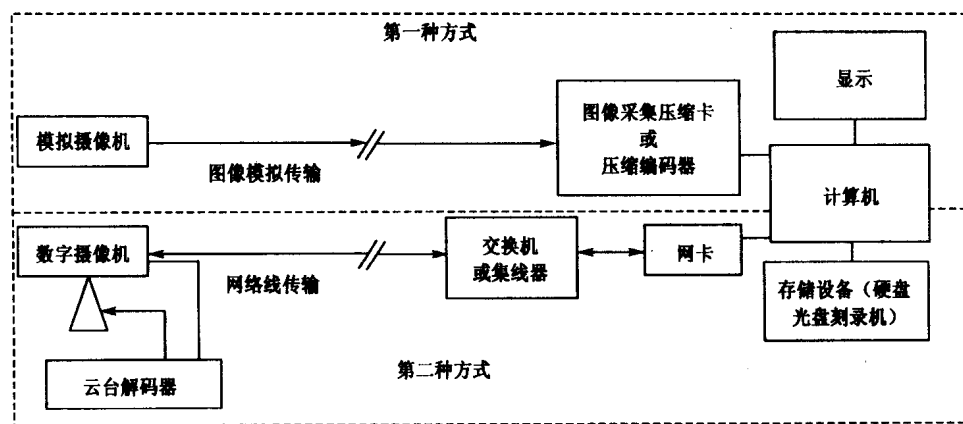


图 1-2 数字视频监控系统组成示意图

数字输出摄像机的出现产生了真正的全数字视频监控系统。数字摄像机直接传输数字化后并经过压缩编码的数字视频图像流，通过网络将视频流传输到计算机中。这种数字摄像机还可以就地输出控制信号控制云台解码器。这就是图 1-2 中数字视频监控系统的第二种方式。

就技术角度而言，数字视频监控系统的第二种方式是未来数字视频监控系统的发展方向具有很高的先进性和可扩充性。但这两种方式具有各自的应用场合，如果已经具备远程传输的计算机网络，那么上述第二种方式的采用就有了用武之地，性价比很高；如果尚没有计算机网络，第二种方式未必就比第一种方式性价比高。因此，要根据现场的实际情况来设计方案。

一般单套计算机的数字视频监控系统具有以下性能：

- (1) 视频输入：1-16 路 Video；
- (2) 视频制式：PAL、NTSC；
- (3) 图像分辨率：352×288 像素，768×576 像素；
- (4) 每路图像帧数：25f/s；
- (5) 最大显示和压缩帧数：400f/s；
- (6) 压缩记录标准：MPEG-1 或 MPEG-4；
- (7) 预览功能：可实现 1、4、9、16 路实时预览；
- (8) 字符叠加：可在左上角或右上角显示用户定义的英文或中文说明；
- (9) 录像功能：可实现最大 16 路实时录像；
- (10) 颜色设置：可动态调整录像和预览颜色；
- (11) 操作系统：Windows 2000 或 Linux；

- (12) 屏幕显示: 图像显示和图像记录同时进行;
- (13) 画面分割: 可同时显示 1、2×2、3×3、4×4 路等多种组合的视频图像;
- (14) 图像播放: 可进行任一路图像的回放, 速度可调;
- (15) 检索标准: 摄像机编号或时间段;
- (16) 占用磁盘空间: 视频: 60~600MB/路·小时。

以上是数字视频监控系统的的基本功能。

1.2.2 数字视频监控系统与模拟视频监控系统性能比较

数字视频监控系统与模拟视频监控系统在性能等个方面的比较参见表 1-1。

表 1-1 数字视频监控系统与模拟视频监控系统比较

	模拟视频监控系统	数字视频监控系统
系统配置	由摄像机、视频分配器、画面分割器、矩阵切换器、字符叠加器、视频转换器、监视器、录像机、远程调制等组成。设备繁琐, 连接复杂, 需要安装调试以上许多设备, 可靠性低	用计算机完成全部采集、存储、字符叠加、控制和传输功能, 设备简洁, 只需在计算机上安装软、硬件系统, 再连好摄像机即可, 可靠性高
存储介质	定时更换录像带, 录像带使用及耗费巨大, 成本高, 保存时间短, 携带麻烦	大容量硬盘自动循环存储, 成本低, 可用光盘刻录方式做成光盘永久保存
录像质量	扫描线分辨率低于 300 线	采用 JPEG、MPEG-1 或 MPEG-4 压缩编码, 显示器高清晰显示, 分辨率可达 640×480 像素, 24 位真彩色效果, 若采用 MPEG-2 压缩编码, 则清晰度更高
多画面显示和切换	需要专用设备, 如多画面分割器	计算机显示器可以 1、4、6、9、16 等多窗口、多种组合
录制内容	录制大量无用信息要定时更换录像带	有情况录, 无情况则不录
录制内容安全措施	不能加密, 录像内容一般人员即可擦除	可以加密, 录像数据一般人员不能修改
回放	录像带顺序回放	可单帧回放和连续回放; 16 路视频信号在显示、纪录、回放时均为 25f/s, 总资源 400 帧
检索	无目标地顺序查找录像带及摄像机编号等不能快速找到所需的录像信息	多级随机检索, 可根据文件类型、发生时间: 年、月、日、时、分、秒, 采用 MPEG-7 可以更快地检索到希望得到的内容
编辑	修复和编辑复杂, 不能打印	可对每一帧画面进行各种处理、编辑、还原、打印等
访问记录	没有任何日志	自动记录所有访问系统的人、时间及警报事件
警报系统	只能录制报警后的内容	自动报警设置, 可接入多路警报信号输入, 多路控制信号输出
操作培训	要经过很多培训才可操作众多的设备	友好的用户界面做任何事情只需通过鼠标或键盘
管理	需多人值守	可实现无人值守
远程传输	传输距离有限	可以通过电话线或互联网、局域网进行远程图像传输, 从而可以进行远程监控
增设副控中心	必须重新大量投资更改原有主控中心设备	只需网络布通并加购工作站终端即可, 在网络上的任何一个终端只要经过授权即可进行控制
系统升级	要更换重要的大型设备	只需更换软件或小部分硬件

1.3 数字视频监控系统的的发展

许多数字视频监控系统设备中具有图像识别和特征提取的功能, 通过图像分析实现运动探测和报警、控制相关的机构, 使更具智能化。这些将成为今后数字视频监控系统的的形式。实际上, 目前的部分数字视频监控系统中也开始具备这些功能。以下是一些新功能:

(1) 图像探测将成为防入侵报警探测的主要手段，报警系统误报率高这一问题将会解决。摄像器件本身就是一种光电探测器件，非常适于空间的多维探测和多参数探测。目前应用的视频报警和运动探测是通过对图像信号的亮度电平变化的检测和对图像中不同的点的亮度电平变化的分析来实现报警和对目标运动过程的判断。这是通过对模拟电视信号进行后期处理来完成的，实质上是把摄像机作为一种光强探测器件。

(2) 压缩比的提高。新一代图像压缩技术标准 MPEG-4 是面向对象的压缩方式，根据图像内容，将其中的对像（物体、人物、背景）分离出来分别进行压缩。电视数字化解决了数据压缩的问题，使之便于通信，可以利用各种公共信息网络来传送，这就使系统成为一种可以无所不到的、开放的、可以根据要求自动生成的系统。

(3) 摄像机将不再是系统惟一或主要的信源。由于图像处理功能和能力的提高将促使新的成像技术的出现和实用化，如毫米波成像、超声波成像等。这将把电视从可视范围扩大到不可视的范围，而这些新的探测方式将为安全检查和安全防范提供新的手段。在出入口控制系统中的各种特征识别装置将从定义识别变为模式识别为主，以编码数据的提取变为图像的提取。数字视频监控系统将是具有探测和特征识别功能的综合系统。

(4) 与网络结合起来。数字视频监控系统的网络化将具有微内核技术的实时多任务、多用户、分布式操作系统以实现抢先任务调度算法的快速响应，组成分布式监控系统。

(5) 可靠性的提高，传输质量的有效控制。采用对网络带宽具有自适应功能的流媒体技术，可以提高视频传输的可靠性。数字视频监控系统硬件和软件采用标准化、模块化和系列化的设计，系统设备的配置具有通用性强、开放性好、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、人机界面友好以及系统安装、调试和维修简单，系统运行热备份，容错能力强等特点。

第2章 数字视频基础

数字视频就是数字化的模拟视频。因此在介绍数字视频之前，首先要介绍一下视觉基础和模拟视频的基本原理。在图像的视觉基础里，将介绍分辨率的概念和人眼的视觉特性；在模拟视频基础中，将介绍电视特别是 PAL 制电视的基本原理；在图像采集系统中，将介绍视频图像采集系统、视频信号的采样量化、数字化的视频及其国际标准；最后介绍摄像机的原理与选型，介绍典型的 CCD 摄像头和数字摄像机。

2.1 图像的视觉基础

2.1.1 分辨率

分辨率是影响位图质量的一项指标。表征图像时通常用三种分辨率描述，分别是屏幕分辨率、图像分辨率和像素分辨率。在位图图像处理时必须区分三者的关系。

(1) 屏幕分辨率是指在某一特定显示模式下，计算机屏幕上以水平和垂直的像素表示的最大显示区域。在确定扫描某一图片的目标图像大小时，要考虑屏幕的分辨率。

(2) 图像分辨率是指数字化图像的大小，以水平的和垂直的像素表示。图像分辨率与屏幕分辨率是有区别的；图像分辨率与屏幕分辨率可能不同，例如，若图像分辨率为 320×240 像素，屏幕分辨率为 640×480 像素，则该图像在屏幕上显示时只占据屏幕四分之一。图像分辨率与屏幕分辨率相同时，显示的图像正好占满整个屏幕区域；图像分辨率大于屏幕分辨率时，屏幕上只能显示出图像的一部分。

(3) 像素分辨率是指一个像素的宽和长的比例，有时也称像素的长宽比。在不同的图形显示方式下或计算机硬件间转移图像时，必须考虑像素分辨率。

如果用若干位表示位图中像素的颜色信息，这些位的个数就称为图像深度。深度为 1 的图像只能有两种颜色（通常为黑色和白色，但也可以是另外两种色调或颜色），通常称为单色图像；深度为 4 的图像可以有 16 种颜色，深度为 8 的图像可表示 256 种颜色。

2.1.2 人眼的视觉特性

人眼主要有以下视觉特性：

(1) 由于人眼对亮度响应的非线性特性，在频率亮度大的区域，人眼对灰度误差不敏感，韦伯比就是对这种现象的一种描述，在这些区域量化时可粗糙些。

(2) 人眼对亮度信号的空间分辨率大于对色度信号的空间分辨率，所以在对色度信号编码前先进行空间亚抽样，以提高压缩比。

(3) 图像边缘信息对视觉很重要，特别是边缘的位置信息，人眼容易感觉到边缘位置的变化，而对于边缘部分的灰度误差，人眼并不敏感。相反，在灰度变化较平缓的区域，灰度的少量变化就易被人眼发现。

(4) 画面切换后约 100ms 时间内，人眼分辨率较低。这种效应称之为掩蔽效应。由于

掩蔽效应，人眼对画面中人移开后刚露出的背景分辨率也较低。典型的视角仅为 5° ，这时边缘掩盖了邻近像素的作用，使人眼对这些像素不敏感和不精确。和马赫带 (Mach band) 效应一样，都来自侧抑制效应。对于近边缘来说，其视觉阈值要比边缘阈值大 3~4 倍。因此在这些区域，对灰度的量化可粗糙些。

(5) 视觉系统的时间和空间频率特性是相互依赖的，对于运动图像，存在一种时间分辨率和空间分辨率的交换，人眼对不同频率的信号有不同的灵敏度，对高频分量不敏感，允许较粗的量化。当快速物体从眼前经过时，很难看清细节，只能看见粗略的轮廓。只有当物体细节大小、细节明暗对比度以及在眼中呈现时间长短都比较合适时，才能对物体细节有较清楚的感知。当时间频率较高时，空间对比度敏感性下降，即人眼对快速运动物体的细节分辨力较低；同样当空间分辨力较高时，人眼对闪烁的敏感度下降。实际上，人眼对运动物体的分辨能力和人眼能不能跟踪有关。如果能跟踪，比如静止或慢运动物体，空间分辨率就较高；不能跟踪，则空间分辨率就下降。

总之，空间、时间和幅度分辨率三者之间可以有一定的交换。静止、慢运动，则空间分辨率很高；快速运动空间分辨率则低一些，而空间分辨率较高时（细节多），幅度分辨率可小一些。

2.2 模拟视频基础

视频信号最初是用于广播电视的，也就是说是要经过传输，尤其是无线传输而送到观众接收机上，由于视频图像的信息量是如此巨大，如果不对视频信号作一定的处理，就会占据很宽的带宽，为此对全电视信号在清晰度、闪烁性、叠加彩色后的与黑白图像的兼容性、所占用的带宽等各方面都作了精心的权衡与安排，研究设计出目前的黑白/彩色全电视信号标准。视频信号的这些特性在广播电视中带来了巨大的好处，但在图像处理的使用场合又会带来很大的不便与缺陷。所以在用使用图像采集卡作数字视频图像转换时应大致了解一些视频信号的特性。

由于我国在电视广播中一直采用 PAL 制，本书以介绍 PAL 制为主。

2.2.1 电视基本原理

1. 三基色原理

所谓三基色，就是红 (Red)、绿 (Green)、蓝 (Blue)。三基色原理是：

- (1) 分解：绝大多数的彩色光，能分解为互相独立的红、绿、蓝三种基色光。
 - (2) 混合：用互相独立的红、绿、蓝三种基色光以不同的比例混合，可模拟出自然界中绝大多数的彩色。
 - (3) 相互独立性：在三基色中的任何两种颜色都不能产生第三种颜色。
- 根据三基色原理可以实现彩色电视的传送。

2. 彩色三要素

彩色三要素有亮度、色调、色饱和度。