

系统阐述

无人监控领域的新技术和新成果

无人监控技术详解 与工程实践

谢剑斌 等编著

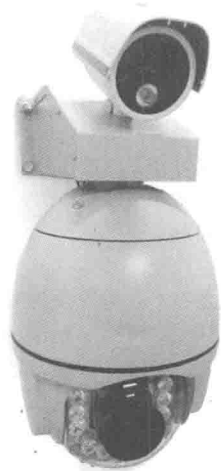
- 理论探讨与工程实践相结合，并辅之以多个行业应用案例
- 提供解决可靠环境感知、高清视频摄像、可疑目标判断、危险行为分析、异常声音识别、海量视频搜索、监控平台软件等无人监控领域难题的实用方法



清华大学出版社

无人监控技术详解 与工程实践

谢剑斌 李沛秦 闫 玮 刘 通
林成龙 洪泉益 周红飞 崔一兵 编著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是无人监控领域的技术应用著作,为使读者全面了解无人监控的新技术及应用方法,本书系统地介绍了无人监控系统、环境信息感知、高清视频监控、可靠数据传输、海量视频搜索、异常行为识别、异常声音识别、无人监控平台等无人监控领域的新技术和新成果。

本书将视频分析技术应用于解决可靠环境感知、差错控制与内容保护、可疑目标判断、危险行为分析、异常声音识别方法、监控平台架构、监控平台软件等无人监控难题,实用性强。

本书主要适用于从事无人监控领域的应用开发和工程设计的技术人员阅读。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

无人监控技术详解与工程实践/谢剑波等编著. —北京:清华大学出版社,2014

ISBN 978-7-302-37213-4

I. ①无… II. ①谢… III. ①监控设备—研究 IV. ①TN876.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第152441号



责任编辑:王金柱

封面设计:王 翔

责任校对:闫秀华

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:180mm×230mm

印 张:18.75

字 数:456千字

版 次:2014年11月第1版

印 次:2014年11月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.00元

前言

本书是编者二十多年研究无人监控原理、技术和应用的结晶，以及相关科研实践的系统总结，详细介绍了无人监控的新技术及应用方法，适合于从事可靠环境感知、高清视频摄像、可疑目标判断、危险行为分析、异常声音识别、海量视频搜索、监控平台软件等领域的技术开发人员和工程应用人员阅读。

全书分为8章，第1章是无人监控系统，主要介绍无人监控的概念、组成、演变和发展；第2章是环境信息感知，主要介绍视频传感器、雷达传感器、超声波传感器、红外传感器、声音传感器、磁开关传感器、温度传感器、湿度传感器和烟雾传感器；第3章是高清视频摄像，主要阐述高清视频获取的原理、方法和系统；第4章是可靠数据传输，主要介绍各种有效数据的有线和无线传输方法；第5章是海量视频搜索，主要阐述面向监视场景的人脸、车牌、车标等搜索方法；第6章是异常行为识别，主要阐述暴力行为和可疑行为的检测判断方法；第7章是异常声音识别，主要阐述面向监视场景的异常声音特征提取和分类方法；第8章是无人监控平台，主要介绍监控中心的音视频数据的存储、调度和分析方法。

本书由国防科技大学电子科学与工程学院数字视频课题组编著，谢剑斌教授主编，第1、2、8章由谢剑斌执笔，第3、4章由闫玮、谢剑斌执笔，第5、7章由李沛秦、谢剑斌执笔，第6章由刘通、谢剑斌执笔。林成龙、洪泉益、周红飞、崔一兵提供多项工程实践的设计方案、设备型号和音视频数据。在编著过程中得到国防科技大学庄钊文教授、唐朝京教授的大力支持，穆春迪、刘双亚、李润华等为本书的编著做了大量工作，在此一并致谢！由于时间有限，可能没有列全参考文献，请读者或相关作者来信告知，在再版时加入并致谢。

关于本书的更多资源请访问网站：<http://www.kedachang.com>。

编 者

2014年9月

目 录

第 1 章 无人监控系统	1
1.1 视频监控的发展阶段	2
1.1.1 模拟视频监控	2
1.1.2 数字视频监控	3
1.1.3 网络视频监控	5
1.1.4 无人监控	6
1.2 无人监控的体系结构	9
1.2.1 无人监控的重要功能	10
1.2.2 无人监控的高级功能	13
1.2.3 无人监控的两大派系	15
1.3 无人监控的关键技术	18
1.3.1 运动目标检测	18
1.3.2 运动目标分类	19
1.3.3 运动目标跟踪	19
1.3.4 行为理解和描述	19
1.4 无人监控的应用	20
1.4.1 安全类应用	20
1.4.2 非安全类应用	20
1.5 无人监控的产品	21
1.6 无人监控的发展	22

1.6.1	市场需求清晰化	22
1.6.2	协调高性能和灵活性	23
1.6.3	提高无人监控的实用性	23
第2章	环境信息感知	24
2.1	传感器概述	25
2.1.1	传感器的静态特性	25
2.1.2	传感器的动态特性	27
2.1.3	传感器的分类及发展	28
2.1.4	传感器的应用	29
2.2	视频传感器	30
2.3	声音传感器	31
2.4	光电传感器	33
2.5	雷达传感器	37
2.6	超声波传感器	39
2.7	红外传感器	41
2.7.1	主动红外传感器	41
2.7.2	被动红外传感器	44
2.8	振动传感器	47
2.9	磁开关传感器	48
2.10	气体传感器	50
2.10.1	气体传感器的原理	50
2.10.2	气体传感器的举例——CO 气体传感器	51
2.11	温度传感器	54
2.11.1	热电阻温度传感器	55
2.11.2	集成温度传感器	57
2.11.3	智能温度传感器	61
2.12	湿度传感器	63
2.12.1	湿度传感器的基本结构	63
2.12.2	湿度传感器的特点	64
2.12.3	湿度传感器的举例——HS1101	64
2.13	RFID	67

第3章 高清视频摄像	69
3.1 高清视频摄像的基本概念	70
3.1.1 标清视频与高清视频	70
3.1.2 高清视频的优势	71
3.1.3 高清视频的问题	73
3.2 高清摄像的核心器件	74
3.2.1 成像模组	74
3.2.2 光学镜头	79
3.2.3 高清视频处理器	84
3.3 高清摄像的关键技术	84
3.3.1 阵列成像与拼接技术	84
3.3.2 主动高清摄像技术	86
3.4 高清摄像的评估方法	88
3.4.1 清晰度测试	88
3.4.2 动态范围测试	91
3.4.3 色彩还原测试	93
3.4.4 信噪比测试	94
3.5 高清摄像的典型系统	95
3.5.1 ARGUS-IS	95
3.5.2 高清智能一体机	97
3.5.3 高清智能快球	98
3.5.4 蛙眼系统	98
3.6 高清摄像的工程应用	100
3.6.1 道路交通	100
3.6.2 城市治安	100
3.6.3 银行安保	101
3.6.4 平安学校	102
3.6.5 机场与港口	103
第4章 可靠数据传输	105
4.1 数据传输基础	106
4.2 监控数据种类	106

4.2.1	监控现场物理数据	106
4.2.2	前端智能分析数据	112
4.2.3	监控设备控制数据	112
4.3	数据传输方式	113
4.3.1	有线传输	113
4.3.2	无线传输	121
4.3.3	监控数据传输方式	129
4.4	差错控制与内容保护	129
4.4.1	检错与纠错	129
4.4.2	加密传输	131
4.5	传输性能评价	133
4.5.1	传输速率	133
4.5.2	信道带宽	134
4.5.3	信道容量	135
4.5.4	可靠性	135
4.6	典型设备应用	136
4.6.1	网络视频服务器	136
4.6.2	光端机	138
4.6.3	双绞线传输器	140
4.6.4	无线影音传输系统	142
4.6.5	无线数传模块	145
4.6.6	ZigBee 模块	149
4.6.7	卫星通信终端	153
第 5 章	海量视频搜索	155
5.1	海量视频	156
5.2	人脸搜索	156
5.2.1	人脸区域检测	157
5.2.2	人脸特征提取	161
5.2.3	人脸特征匹配	170
5.3	车牌搜索	174
5.3.1	车牌区域检测	175
5.3.2	车牌字符分割	177

5.3.3 车牌字符识别	182
5.4 车标搜索	183
5.4.1 车标定位	184
5.4.2 车标识别	186
5.5 搜索性能评价方法	187
5.6 典型搜索系统	189
5.6.1 QBIC 系统	189
5.6.2 WebSeek 系统	190
5.6.3 VSearch 系统	191
5.6.4 大海捞针	191
第 6 章 异常行为识别	194
6.1 异常行为概述	195
6.1.1 暴力行为	195
6.1.2 可疑行为	196
6.2 异常行为分析模型	197
6.2.1 人体结构模型	198
6.2.2 时空特征模型	200
6.2.3 图像统计模型	201
6.3 暴力行为识别	203
6.3.1 基于时空着色的暴力行为识别方法	203
6.3.2 基于运动矢量的暴力行为识别方法	206
6.4 可疑行为识别	215
6.4.1 目标检测	216
6.4.2 目标跟踪	217
6.4.3 特征提取	218
6.4.4 行为分类	220
6.5 异常行为识别的评价方法	221
6.6 异常行为识别系统	224
6.6.1 VSAM 项目	224
6.6.2 REASON、ETISE、ISCAPS 项目	225
6.6.3 NUDT 的“孙悟空”项目	225

第 7 章 异常声音识别	227
7.1 声音识别概述	228
7.2 异常声音特征	229
7.3 异常声音识别方法	233
7.3.1 异常声音特征提取	233
7.3.2 异常声音分类	241
7.3.3 仿真实验	242
7.4 异常声音识别评价方法	244
7.5 国内外典型系统	246
7.5.1 枪弹声测定位系统	246
7.5.2 蛙人探测声纳系统	247
7.5.3 异常声音监控系统	249
第 8 章 无人监控平台	252
8.1 基本原则	253
8.2 平台架构	254
8.2.1 功能结构设计	254
8.2.2 控制与管理软件结构	256
8.2.3 平台服务组成	257
8.2.4 平台要求	262
8.2.5 系统网络拓扑结构	263
8.2.6 存储容量分析	266
8.2.7 服务器设计	267
8.3 基本功能	267
8.3.1 视频实时监控	267
8.3.2 视频录像回放	268
8.3.3 实时图片监控	269
8.3.4 布撤控和黑白名单	270
8.3.5 数据比对	271
8.3.6 历史数据查询	271
8.3.7 车辆流量统计	272
8.3.8 数据手动校准	273

8.3.9 报警联动	273
8.3.10 系统管理	274
8.3.11 数据库设计和管理	281
8.4 扩展功能	282
8.4.1 视图融合	282
8.4.2 多级布控	284
8.4.3 事件检索	284
8.4.4 图片合成	285
8.5 应用方法	286
参考文献	287

第 1 章

无人监控系统

在人体感官接收的信息中，约有 80%来自视觉。视频与图像是客观事物直观、形象、具体、生动的信息表达形式，是人类社会最重要的信息载体，即所谓“百闻不如一见”。随着光学成像、电子信息、网络通信、计算机等技术快速发展，以及现代社会对信息获取、安全保卫、智能服务等应用的迫切需求，视频监控由于信息可视、内容丰富、使用方便等特点，日益受到人们的青睐，视频监控系统正在飞速发展，成为人们工作和生活中的重要工具。

本章首先按照关键技术的时代特征，将视频监控分为模拟视频监控、数字视频监控、网络视频监控、无人监控等 4 个发展阶段；然后深入阐述了无人监控系统的体系结构、主要功能和关键技术；最后论述无人监控系统的应用领域、产品现状和发展趋势。

1.1 视频监控的发展阶段

按照关键技术的时代特征，视频监控系统分为 4 个发展阶段。

1. 模拟视频监控

在 20 世纪 90 年代之前，以模拟设备为主，主要由标清摄像机、视频矩阵、监视器、录像机等组成，通过视频矩阵切换和控制多路摄像机视频，使视频信息录制到磁带或者显示于监视器中，主要应用于小范围监控，扩展性较差。

2. 数字视频监控

在 20 世纪 90 年代初，利用计算机进行视频采集、处理和显示，主要由计算机、视频采集卡和视频管理软件等组成，监控视频局限于本地，无法组建大型监控系统。

3. 网络视频监控

在 20 世纪 90 年代末，以光纤传输为依托，采用视频压缩、网络传输、数字存储和按需播放等技术，实现局域网、广域网的视频监控。通用性、可扩展性强，易于安装、管理和维护。

4. 无人监控

在 21 世纪初，进入无人监控时代，采用嵌入式技术、数字视频技术和人工智能技术，基于环境传感器组成大数据系统，提供直观、真实、实时的监视场所信息，具有数字化、网络化、智能化、低功耗等特性；支持环境信息的智慧获取、传输、处理和控制在；支持视频信号的按需存储、智能分析和快速搜索。

1.1.1 模拟视频监控

视频监控系统以模拟设备为主，如图 1.1 所示，模拟视频监控包括视频获取前端设备、信号传输线路和中心显示控制设备共三部分。

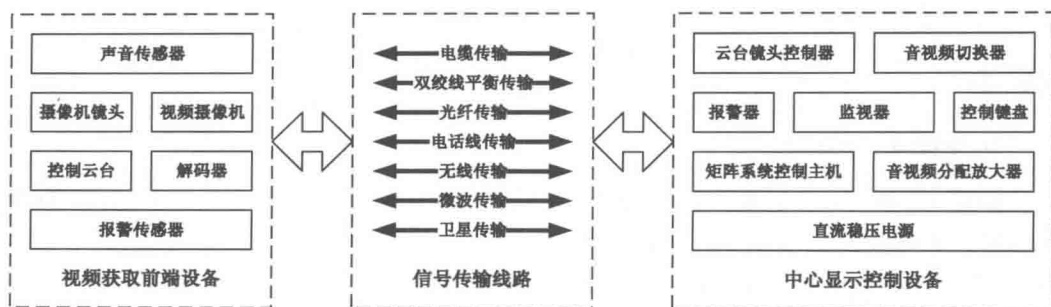


图 1.1 模拟视频监控

1. 视频获取前端设备

前端设备主要包括：

- 视频摄像机。
- 解码器和控制云台。
- 声音传感器。
- 报警传感器。

2. 信号传输线路

信号传输线路主要包括视频信号、声音信号、报警信号、控制信号、供电电源等，常用同轴电缆、双绞线、电话线、无线等传输方式。

3. 中心显示控制设备

中心显示控制设备主要包括：音视频切换器、音视频分配放大器、云台镜头控制器、矩阵系统控制主机、控制键盘、监视器等。

模拟视频监控具有以下局限：

- 常用的同轴电缆传输方式，传输距离短，一般小于200米。
- 视频、音频、数据和控制信号常用单独电缆，布线繁琐复杂。
- 很难远距离、高清晰、同步传输多路音视频信号。
- 磁质录像带存放期短、易磁化、发霉，信息搜索难。

1.1.2 数字视频监控

数字视频监控以数字视频处理为基础，融合声音监听、报警探测、自动控制等技

术手段,具有信息量大、直观可靠、控制灵活等特点,便于音视频信号的存储与分析。数字视频监控主要包括多画面分割器、数字视频录像机等。

1. 多画面分割器

如图 1.2 所示,采用多画面分割器使多路视频同时显示在一台监视器上,减少监视器数量,使监控人员一目了然地监视多个场景。

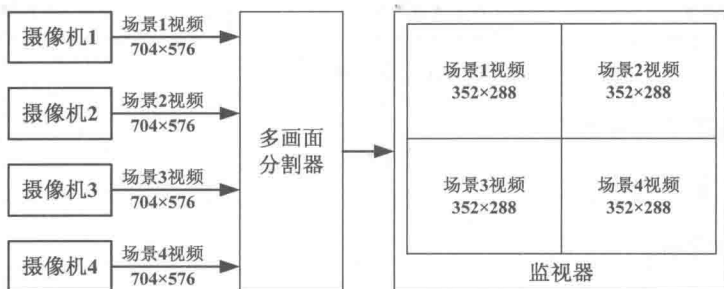


图 1.2 多画面分割器

2. 数字视频录像机

如图 1.3 所示,数字视频录像机(DVR)可存储音视频数据,支持报警输入/输出、云台控制等功能。

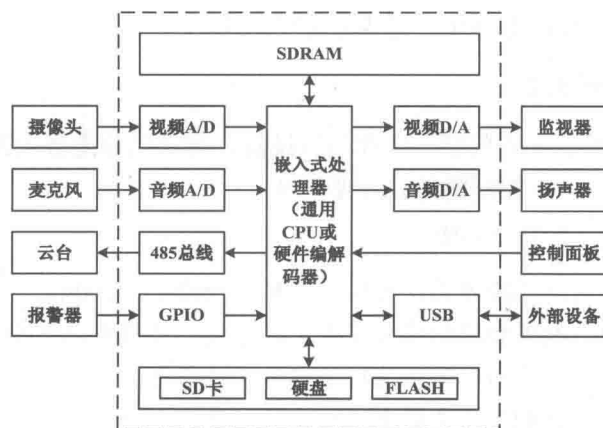


图 1.3 数字视频录像机

数字视频监控具有以下特点:

- 由计算机完成视频采集、存储及显示功能。

- 支持局域网多级分控。
- 报警布局更合理，防范更周密。

1.1.3 网络视频监控

网络视频监控以网络摄像机（IP Camera）为基础，其组成如图 1.4 所示。

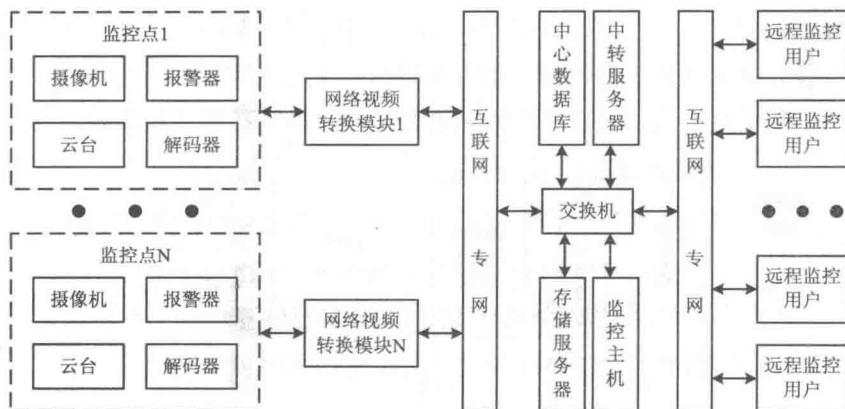


图 1.4 网络视频监控

1. 网络摄像机

如图 1.5 所示，网络摄像机产生视频流，通过有线或无线网络进行传输，超越地域限制，只要有网络就可以进行远程监控及录像。

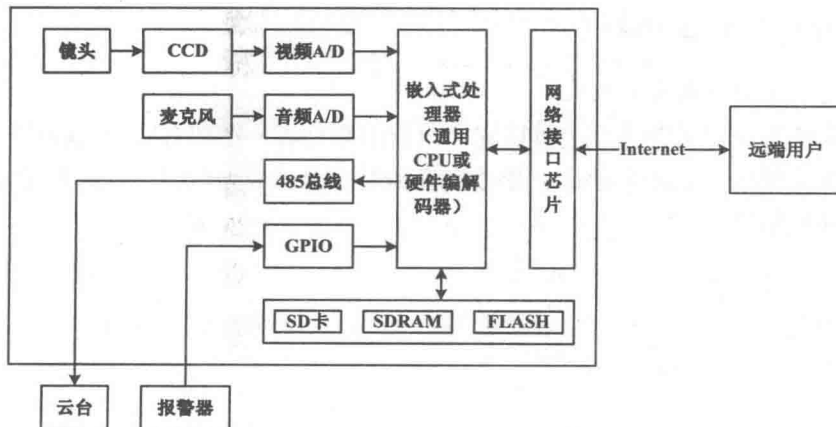


图 1.5 网络摄像机

网络摄像机可支持动态域名服务（Dynamic Domain Name Service, DDNS），使用动态 IP 及虚拟域名来设定摄像机的动态 IP。

2. 视频服务器

视频服务器是一种对音视频数据进行压缩、存储及处理的专用计算机，广泛应用于视频监控、网络教学、视频会议、广告插播及视频点播等，如图 1.6 所示，视频服务器由音视频编解码器、大容量存储设备、输入输出通道、网络接口、音视频接口、串行接口、音视频交叉点矩阵等构成。采用 MJPEG、H.263、H.264、MPEG2、MPEG4、AVS、SVAC 等压缩格式，对音视频数据进行编码，以满足存储和传输要求。

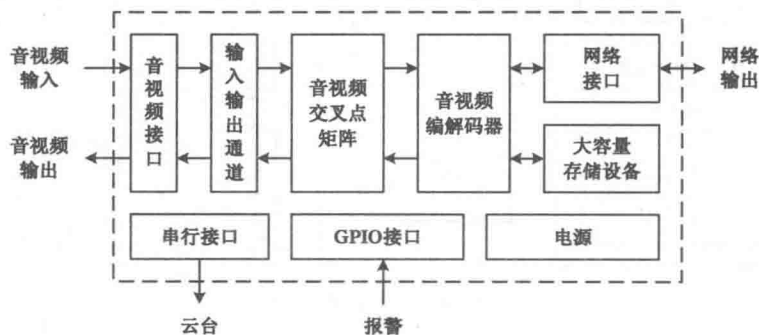


图 1.6 视频服务器

1.1.4 无人监控

1. 传统视频监控的局限性

(1) 受人类自身弱点影响大

在很多情况下，人并非一个可以完全信赖的观察者，在观看实时视频或回放录像时，由于视力模糊、注意力游离、身心疲劳和疾病困扰等生理弱点，经常无法察觉安全威胁，导致漏警。

(2) 监控时间受限

在大中型视频监控系统之中，不会为所有摄像机单独配置监视器，各个监控点并非每时每刻都处于安全人员的监控之下。

(3) 误报和漏报多

误报和漏报是视频监控系统最常见的两大难题，位于监控点的正常活动被误认为