

视频智能分析在电网中的应用模式研究

视频监控系统作为电网运行、检修的辅助监控手段，随着视频监控的编解码技术、智能分析技术的发展，电网视频监控业务正在向智能化、高清化和网络化发展。本文介绍了视频智能分析在电网中的各种应用场景，并对各应用场景进行了简要分析。

李丹¹ 刘曦² 史森³ 钱声攀^{3/1} 1. 华北电力大学 2. 国网四川省电力公司信通公司 3. 中国电力科学研究院信息通信研究所



李丹/硕士研究生

关键词/Keywords

视频监控 ·
视频智能分析 ·
电网 ·

0 引言

电网是由发电、变电、输配电和用电等多重环节组成的电能生产与消费系统，电能的生产过程复杂严谨，需要采取测量、控制、保护、通信和调度等一系列的措施，以保证用户获得安全放心、经济实惠并且优质的电能。因此，电网的安防监控必须涉及到电网系统的每个环节，对于变电站来说，我们要具体问题具体分析。变电站和输电线路的破坏主要可以归为三类：一是对电力设施的破坏和盗窃，二是在线路通道保护区内种树，使用大型施工机械作业，施工在杆塔周边挖沙取土等，三是交叉跨越、放风筝、重型车辆将设备撞坏或拉线撞断等。总体来说，这三类都属于小概率事件，而且是偶然事件，但是相对而言人员破坏产生的危害较大，而且属于蓄意破坏。覆冰检测、挂物检测及遗留物检测等造成的危害性，在时间和损失上相对较小。

同时根据电科院相关工作人员在四川巴中电力局的需求调研报告表明：破坏、损坏、偷盗电力线路、设备及设施等是电力系

统重点关注事项，因此我们要对这方面重点防范。目前传统的视频监控手段需要工作人员24 h不间断在监控机房内，盯着眼花缭乱的监控画面，眼睛很容易疲劳，很难实现针对整个线路异常入侵行为的及时发现和处置。在一些重点性区域，一般犯罪分子都知道会有视频监控设备进行实时的监控录像等，所以可疑人员在实施犯罪行为之前都会先破坏和遮挡摄像头。一些不法分子为了躲避视频监控，对摄像头做出各种干扰，包括视频信号中断、摄像头遮挡等。因此针对电网的具体应用场景，设计针对电网的视频智能监控系统非常必要^[1-4]。

1 视频智能监控系统设计

智能监控系统架构如图所示。

该视频智能监控系统^[2]主要由前端监控系统、通信网络和监控管理平台三个部分组成。前端监控系统主要是对信息数据的采集、识别、分析、控制与报警。通信网络则是各个系统数据交换的媒介。监控管理中心的责任是对全部设施的视频监控以及对网络、视频等进行统一的管制。

其中视频智能分析仪或者智能分析服务器是监控系统的核心部分，它有针对性场景设计的智能算法，对采集到的视频数据进行运算、处理和分析，并根据预先设定的报警条件推送报警信息，从而提升视频监控系统的智能化程度和实际使用价值^[5-6]。

2 智能分析研究内容

2.1 视频智能分析在设备监控中的应用

(1) 数字仪表识别检测

在变电站等场合存在大量仪表，对

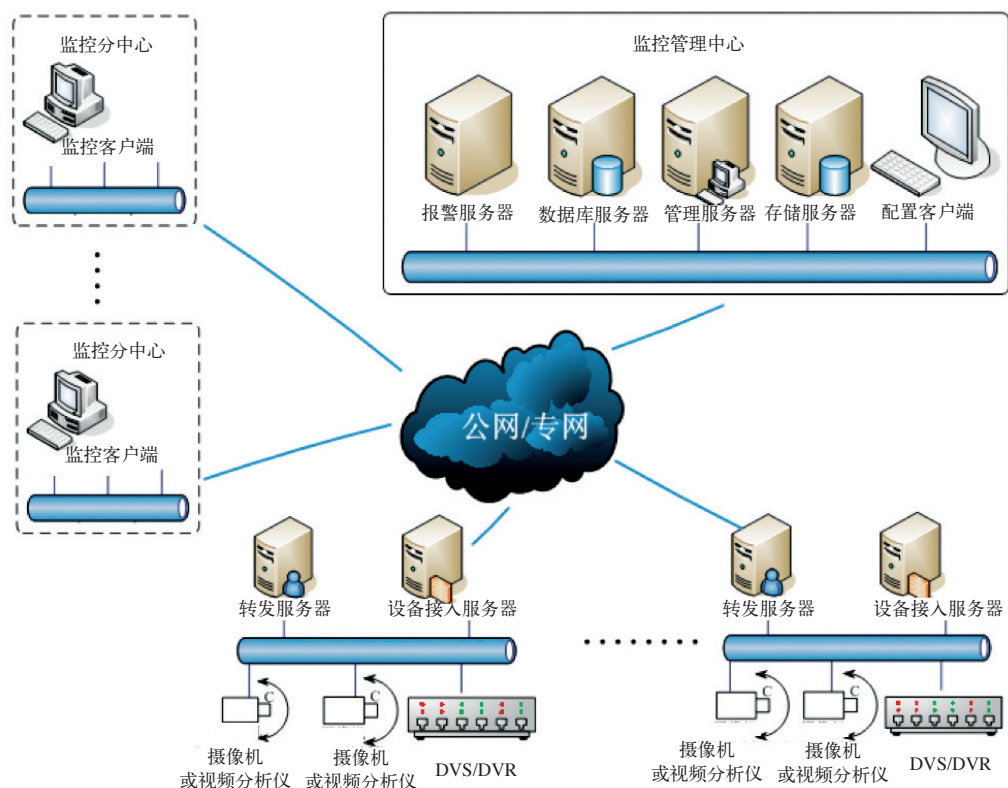


图 智能监控系统架构

仪表进行识别分析对智能电网建设很有必要。目前应用最多的数字仪表识别方法有模板匹配法、人工神经网络算法和穿线识别法等。仪表识别过程主要包括五部分，图像采集、图像预处理、字符区域定位和分割、特征提取和数字识别，其中图像预处理是将图像进行灰度化、二值化、中值滤波和形态膨胀等去除噪声。我们还可以运用穿线识别法，将数码管的7个显示段单独识别，检测每个数码管的亮暗情况，识别后根据提前统计好的表格查询就可以识别。

(2) 指针仪表识别检测

和非指针式图像相比，指针式仪表的图像结构简单，绝大多数仪表的刻度值都是一个指针且表盘刻度分布均匀，因此我们要研究的重点就是指针的指向问题，通过检测指针的位置和偏移角度就可以判断出指针的读数。目前指针式仪表采用的方法是Hough变换，即使是在噪声干扰下，直线呈现出一种断续的点划线，也能将其检测出来，该方法稳定性好，抗干扰能力强。

(3) 刀闸开关识别检测

刀闸一般是电力设备中较大的分合开关，刀

闸状态识别就是检测刀闸开关中的箭头是指向分还是指向合，刀闸分合状态识别的关键就是箭头的定位，而箭头定位的关键是箭头边缘直线的检测，如果箭头边缘直线与背景亮度相近，则需要相关增强措施增加箭头与背景的差异，从而方便箭头边缘直线的检测。

(4) 信号灯状态识别检测

在电网中对信号灯状态的监测也十分重要，变电站内的设备大多数都是采用红、绿、黄三种颜色，可以利用直方图所体现出来的颜色特征值进行特征提取，在对现场情况进行大量的统计之后，方可得出正确的答案。信号灯的识别也可以采用模板匹配法，先取得标准信号灯的样本，然后将该样本与截取的视频图像的指定区域进行匹配，找出匹配程度最高的那个样本。

(5) 重要设备丢失检测

变电站的重要设备，包括变压器、电压互感器和电流互感器，开关设备、隔离开关等都是变电站不可或缺的，丢失其中一个整个电网都可能会瘫痪。视频识别监控可以自动检测物品丢失事件，在监控系统中使用者设定保护物体，当该物

体位置移动或消失时,系统会自动发出报警。技术人员可以对监控场景中的某区域进行检测,也可以对整个监控场景的区域进行检测。

2.2 视频智能分析在安防入侵类检测中的应用

(1) 重要区域人员入侵检测

为防止重要区域有人非法闯入,针对一些敏感性区域,以设置虚拟区域范围方式进行监测,对未经允许而靠近某区域或者哨兵的行为进行检测,自动检测是否有可疑人物进入某个指定的区域,严格控制不明物体或人接近,形成高安全系数的区域周界防范体系。系统支持多警戒区域的设置与多警戒线的自定义调整,并可以按照区域警戒级别进行报警接别的严格控制。

(2) 人员穿越警戒线检测

为防止非法闯入,对围墙设置虚拟警戒线方式进行保护,对警戒线的翻越行为进行自动识别并实时报警。可指定单一方向或者双方向进行检测,支持多重警戒线的自定义调整并可联动平台进行语音提示等功能的进一步应用。

(3) 人员徘徊、滞留检测

对重要监控区域范围内的可疑人员逗留、徘徊现象进行自动识别与实时报警。通过徘徊和滞留检测区域周围人员流动情况,一旦有人在附近停留或者徘徊时间超过预设时间值,系统自动向前端告警提醒关注。

(4) 车辆、大型机械闯入并停留检测

在高压输电线路附近施工时,根据施工办法,施工地点应该远离线路和塔干,防止施工操作不当引起的破坏行为,但时常会有机械或大型车辆超过安全距离。当机械或大型车辆越过安全距离,监控视频会通过相机对大型机械进行检测建模,利用检测运动目标在场景中的前景物体来分析视频图像序列,记录前景物体在该区域中停留的时间,如果时间超过了技术人员设定的阈值,则会判定有物体出现在安全区域内,这时系统判断为出现大型机械闯入并进行报警。

2.3 视频智能分析在线路监控中的应用

(1) 覆冰检测

输电线路覆冰可能会引起输电线路过荷载、断线、导线舞动、杆塔倾斜、绝缘子闪络、倒杆及发生不均匀覆冰或不同时期脱冰等重大事故,

严重威胁电力系统的安全运行,从而造成巨大的经济损失和一定的社会影响。系统覆冰检测模块采用自适应阈值目标提取算法,该算法将覆冰输电线路作为提取目标,可实现高压输电线路覆冰异常报警。

(2) 挂物检测

输电线路一直暴露在空中,悬挂异物的可能性很高,且悬挂物多为性塑料制品,如:垃圾袋、风筝等。这些悬挂物都有显著的颜色特征和形状特征,在风的作用下会随之飘动,在监控视频被判定为移动目标。根据移动区域的概率分布特征,可实现挂物监测。通过相机对全画面进行检测建模,当有物体进入监测视域内,系统将对物体进行跟踪,当物体停留在监测敏感区时系统进行锁定,若物体停留在监控视域内敏感区域时间超过预设时间阈值时,系统将自动进行报警。

(3) 断线检测

输电线路断裂危害极大,采用基于减法运算及纹理特性的识别算法,在监控视频图像中,高压输电线路断线属于一种异常特性的两种不同表现形式,输电线路发生断线异常时,视频图像中的线路属于从有到无的变化过程,采用颜色模型和纹理特征识别的算法可实现断线异常报警。

(4) 弧垂点检测

高压输电线路的覆冰或者其他异物造成线路负荷过大时,可能会导致线路的弧垂点过低,导线的弧垂增大后,表现为一条开口向上的曲线,监控视频得到曲线图时,提取导线的边缘,然后采用插值或者拟合的方法求出曲线对应的函数表达式,最后求其曲率便可判断出导线的弧垂点是否超过阈值。

2.4 视频智能分析在变电站区域监控中的应用

(1) 遗留物检测

在变电站内进行维修、检查等施工时,应严格按照施工办法的规定进行施工。监控视频对于超过规定工作时间仍在工作区域内的施工材料、工具等物品和人员进行记录,并发出警报,提示相关人员及时撤出工作现场,查看遗留物品及车辆是否全部撤出并带走。

(2) 烟火烟雾检测

电力系统中一旦发生烟火烟雾事件,危险性

极高。火焰检测是利用火焰在YCbCr颜色空间的颜色聚类性检测火焰颜色，而闪烁与纹理检测利用火焰的动态特征。结合火焰的动态特征和静态特征从而对火焰进行识别。

烟雾检测是利用烟雾在RGB颜色空间的颜色聚类性检测烟雾颜色，而烟雾模糊度计算根据烟雾在频域高频中的特性对烟雾与背景进行区分。结合烟雾的动态特征和静态特征从而对烟雾进行识别。

2.5 视频智能分析在视频质量监控中的应用

(1) 遮挡、破坏摄像机检测

在一些重点性区域，一般犯罪分子都知道有视频监控设备进行实时的监控录像等，所以可疑人员在实施犯罪行为之前都会先破坏和遮挡摄像头。这给管理方直接带来取证的难度。针对围墙区域范围内的所有摄像头，对采取电子干扰、破坏摄像机和遮挡摄像机镜头的行为自动识别并实时报警。重点关注视频图像的巨大变化，防止犯罪分子恶意操作，增加取证、分析和判别难度。

(2) 视频质量诊断

视频质量诊断模块可以对视频图像出现的噪声、视频信号丢失等故障做出准确判断并发出报警信息，有利于帮助用户快速掌握前端设备运行情况，轻松维护视频监控系统。

3 综合监控平台

综合监控平台担负着整套视频监控设备和网络的管理，此外，也负责管理、调度和控制视频图像并统筹管理下设的区域管理中心。电力监控内部网络用户可以直接通过网络客户端实现智能视频分析系统的信息设置和有效管理，也可以通过综合监控平台对接入的智能视频进行系统信息的设置和统一管理。

4 结束语

基于电网统一监控平台，结合各业务的应用需求，提出适用于电网的视频智能分析应用典型模式，为平台的进一步推广和应用提供良好的技术支撑，为电网“三集五大”中大运行、大修修体系的建设加强业务的整合，优化配置公司的检修、运行维护资源，推进智能电网建设的智能

性、专业性和先进性。

参考文献

[1] 余和初, 聂蓉. 高清视频监控技术的现状及发展趋势[J]. 中国公共安全: 综合版, 2009(12): 172-177.

[2] 肖行谕, 李富祥. 视频监控系统平台互联互通的建设思路[J]. 电力系统通信, 2010, 31(13): 30-35.

[3] 陈文升, 钱唯克, 楼晓东. 智能变电站实现方式研究及展望[J]. 华东电力, 2010, 38(10): 1570-1573.

[4] 刘祥志, 娄坚鑫, 郑清风, 等. 变电站视频监控系统行为识别功能设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(22): 117-119.

[5] 刘中伟, 王泗宏, 韦震. 远程监控系统的设计与实现[J]. 飞行器测控学报, 2002, 21(1): 44-49.

[6] 范金华, 万炳才. 华东电网智能变电站的试点研究分析[J]. 华东电力, 2010, 38(7): 955-958.

[7] 马宁. 运动目标检测跟踪技术研究及DSP实现[D]. 山西: 太原理工大学, 2010.

[8] Texas Instruments, TMS320DM6437 Digital Media Processor[A], 2007.

[9] Stauffer C, Grimson W E L. Learning patterns of activity using real-time tracking[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 747-757.

[10] Stauffer C, Grimson W E L. Adaptive background mixture models for real-time tracking[C]. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1999, 2: 246-252.

[11] Benjelloun M, Tellez H, Mahmoudi S. Template matching method for vertebra region selection[R]. Information and Communication Technologies, 2006, 1: 1119-1124.

作者简介

李丹 (1992-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为数字仪表识别、入侵检测等应用于电网中的智能视频识别技术。

(收稿日期: 2015-12-10) **EA**
(编辑: 崔文静)