

The Design of Intelligent Monitoring System for Safe Production on Wellsite

Xinghua Ci¹, Jian Feng¹, Juan Zhang¹, Wenzhi Zhou², Yanhui Ye¹

¹Geological Logging Company of Shengli Petroleum Engineering Co., Ltd., SINOPEC, Dongying Shandong

²School of Petroleum Engineering, Yangtze University, Wuhan Hubei

Email: cixinghua.slyt@sinopec.com

Received: May. 30th, 2017; accepted: Jun. 7th, 2017; published: Oct. 15th, 2017

Abstract

The intelligent monitoring system of safety production on well site was a video surveillance system which could provide whole process, all-round, all-weather monitoring of drilling safety production situation. The system aimed to improve personnel compliance and safety awareness, supervision and correction of illegal operation. This paper briefly introduces the frame of the intelligent monitoring system of safety production on site, and mainly expounds the intelligent application design of wellsite video intelligent analysis system. The construction and use of this system would greatly improve the efficiency of wellsite monitoring and control, and make the on-site safety management more efficient, timely and accurate.

Keywords

Video Monitor, Safety Supervision, Illegal Operations, Intelligent Image Analysis, System Self-Test

井场安全生产智能监控系统设计

慈兴华¹, 冯 键¹, 张 娟¹, 周文治², 叶艳辉¹

¹中石化胜利石油工程有限公司地质录井公司, 山东 东营

²长江大学石油工程学院, 湖北 武汉

作者简介: 慈兴华(1969-), 男, 博士, 教授级高级工程师, 现主要从事地质录井研究与管理工

Email: cixinghua.slyt@sinopec.com

收稿日期: 2017年5月30日; 录用日期: 2017年6月7日; 发布日期: 2017年10月15日

摘 要

针对常规井场视频监控系统在人工值守方面出现的问题, 从系统架构、技术和方法、应用实现方面进行井场安全生产智能监控系统设计, 目的在于弥补人工值守不可避免的视觉不敏感, 提高对井场各类不安全行为的辨识度和预警效率, 对违章操作进行监督、纠错及取证, 提高现场生产作业人员遵章守纪和安全意识。基于该设计的井场安全生产智能监控系统, 能够实现钻井井场生产作业全过程、全方位、全天候的智能化视频监控, 提高企业安全监管水平。

关键词

视频监控, 安全监督, 违章作业, 图像智能分析, 系统自检

Copyright © 2017 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前石油工程现场作业视频监控系统大都采用数字视频录像机(硬盘录像机)进行7 × 24 h不间断监控运行, 其主要作用是对现场违章行为进行约束和安全生产事故取证, 极大提高了管理效率。这种监控方式技术成熟且成本较低, 能够为事故调查分析提供直接证据, 也能利用人工进行实时监视, 但在监控效果方面也还存在一定的不足。其主要表现在对生产作业的视频监控依赖工作人员长时间的盯守屏幕, 难免会产生视觉疲劳、中途分心等情况, 难以完全保证对违章作业信息的及时获取, 是实现“早发现、早预防、早处理”的隐患。当今信息技术正朝大数据、人工智能等方向快速发展, 利用信息前沿技术建立一套智能化的视频监控系统, 既能保留传统视频监控的优点, 又能充分利用人像识别、图像智能分析等计算机技术, 加强对安全生产事故的主动预防和控制, 将不安全行为可能引发的事故扼杀在萌芽中。笔者拟在现有视频监控技术的基础上, 从系统架构、网络架构、应用实现等方面, 对“井场安全生产智能监控系统”进行说明, 以期设计出符合传统人工值守视频监控习惯, 充分应用计算机智能识别技术的新型井场安全生产监控平台。

2. 主体设计

2.1. 系统构成

整个系统分三层架构搭建，包括：前端信号采集层、中间媒体处理层和后方用户表示层。如图 1 所示。

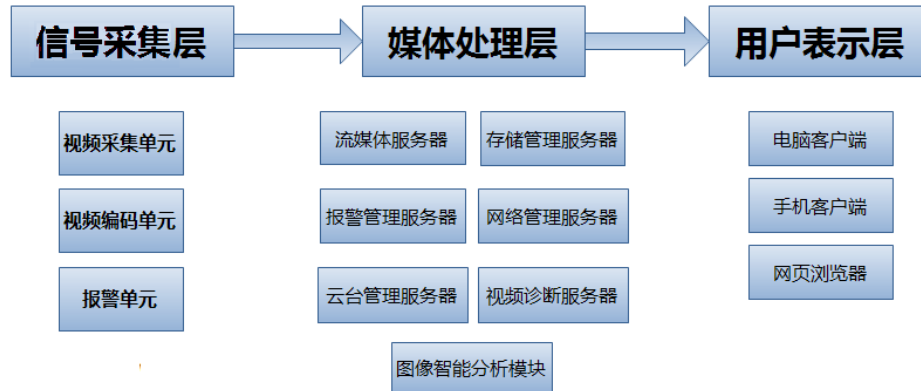


Figure 1. The sketch of system's framework

图 1. 系统架构示意图

2.1.1. 前端信号采集层

前端信号采集层主要由视频信号采集单元、视频编码单元、报警单元等组成，主要负责前端视频信息、报警信息采集，接入业务中心。鉴于石油工程作业环境的特殊性，前端接入层的设备以视频采集、编码功能为主，具备简单的报警模块即可满足要求。接入点主要包括定点监控和移动监控：定点监控对钻井施工现场主要区域进行 24 h 监控和录像；移动监控对于临时动火、维修采用移动摄像设备进行监控和录像。

2.1.2. 中间媒体处理层

中间媒体处理层是整个智能视频分析监控的核心，主要负责业务处理控制、视频音频传送、存储，进行系统和硬件设备管理、前端设备和后方用户的接入认证、媒体分发转发及业务实现控制等功能。该层由多个服务器及单元模块组成，包括流媒体服务器、存储管理服务器、报警管理服务器、网络管理服务器、云台管理服务器、视频诊断服务器、图像智能分析模块等。网络存储单元负责对网络媒体数据进行数字化录像、存储、检索、回放以及管理，图像智能分析单元负责图像的智能处理及报警输出、报警图像输出功能。

2.1.3. 用户表示层

用户表示层包括客户端和 WEB 发布。用户可通过客户端、网页、移动手机三种模式访问浏览井场视频，支持全天候实时监控、回放监控、历史录像下载。

2.2. 网络设计

随着视频监控技术的不断进步，视频图像采用网络视频流的方式传输，具有图像更清晰，操作维护更简便的优势。井场安全生产智能监控系统各架构层之间也因地制宜采用不同的网络通讯方式。

前端信号采集层内部使用有线和无线网络相结合的手段。各监控节点与本地硬盘录像机间以有线网络通讯为主，在距离较远时使用无线网桥、光纤通信代替。监控点摄像头采用网线 POE 供电，并在拆卸

点使用网线防爆快插对接,有效减少了线缆数量,提高了安装拆卸的效率。前端信号采集层与媒体处理层:基于石油工程钻井井场的野外流动性,视频系统图像传输链路以移动通信网为主,在沙漠等偏远无信号覆盖地区使用亚洲卫星通讯网络。媒体处理层与用户表示层之间的网络通信主要基于有线网络。

2.3. 硬件实现

在系统架构和网络设计明晰的情况下,根据井场安全管理需求和施工重点区域布控位置,择优选取视频监控软硬件、辅材及固定件,采用符合井场防爆要求的工业级产品。采用“一井一定制”策略,灵活实现不同环境下的监控部署。由于钻井现场地理条件复杂,施工钻机型号多(海上平台类型各不相同),监控区域复杂(钻井队6个、侧钻队4个、海上平台9~11个监控区域),造成系统搭建方案设计多样,存在设备选型、现场施工等难点,有必要对南北疆宽温问题、非防爆设备防爆问题、海上平台防腐及线缆穿越等问题定制不同的设计方案。井场视频通讯网络采用有线和无线相结合的方式建设,符合安装简便、安全的要求。例如在海洋钻井九号平台、丁页5HF等井使用的是光纤和网线综合网络,大多数钻井井场使用有线网络和无线网桥相结合的方式。硬件上保证了视频监控覆盖井场场地、钻台、封井器等关键施工区域。

3. 技术和方法设计

系统建立所用的技术、方法需要结合现场实际。调研目标检测、运动分析、行为识别等视频智能分析技术现状,全面考虑井场安全生产监控需求的基础,分解井场安全生产对象,不同的违章作业对象用相应的分析方法,完成相应技术和方法设计。

3.1. 技术及实现

3.1.1. 智能视频分析技术

智能视频分析技术,即计算机图像视觉技术,是综合利用多学科研究成果,借助其硬件的强大处理能力,通过分析和预先设定各种行为模式编成核心算法,对前端实时采集的视频流进行对比分析和提取,只要监测到与算法中设定的规则相一致的行为或情况发生时,自动向监控系统提示分析结果,并根据不同情况采取相应处理措施,联动报警或人工干预。目前,计算机图像视觉技术已经广泛应用于安全防御、交通指挥、森林火险、公共安全、铁路运输等许多行业[1][2]。人脸识别、智能目标识别分析是公安部“十一五”规划的重点发展方向;青藏铁路1300路视频通道通过智能分析,实现对铁路全线进行入侵保护;北京地铁五号线、北京航空信息中心机房、北京奥运会、上海世博会、广州亚运会场馆建设项目,都采用了该技术进行安全保障。视频智能分析技术在石油行业的应用才刚刚起步,主要是在安全生产方面的应用。借助视频分析技术,有的采油厂矿区已经实现了非法闯入的实时报警监控,取代了人工巡井模式,实现了井场无人值守[3]。

3.1.2. 智能视频分析技术实现

智能视频分析技术主要有两种方式:从前端解决(基于硬件)和从后端解决(基于软件)。

前端解决:前端智能分析设备用来对监控区域目标进行跟踪、各种违章和异常判断、触发报警信息,将截图和信息通过网络回传到后方监控中心。优点是:在前端进行硬件分析,可以有效录用现场高清码流,并且节省视频回传占用带宽。缺点是:目前这种检测技术识别率不高,且信息延迟;每个前端监控点都要设备投入,成本高、管理复杂。

后端解决:前端摄像机将现场的视频信息回传到监控中心信息平台,后方的视频处理服务器运行智能分析软件,对视频平台转发的现场视频流进行统一分析处理,并将处理结果和信息及时显示和保存,

并能和屏幕联动，及时发现违章并突出或弹窗显示。优点是：无需在多个现场配备现场监测服务器，可有效与现有监控平台融合。缺点是：对计算机性能和网络带宽要求比较高，只能控制若干关键的监控点。

在录井现场视频安装实践过程中得出的经验是，前端视频采集设备安装在钻井现场，设备长期暴露在野外，井场经常搬迁也容易导致设备损坏，所以本套系统采用后端智能分析解决方案。系统选型钢套防爆半球作为前端视频采集设备，不但方便安装拆卸，也有利于延长使用寿命。将视频智能分析模块融入媒体处理层平台，成为安全生产“智能”监控的系统核心。

3.2. 对象分析方法

3.2.1. 吸烟行为分析方法

中石化安全生产禁令里规定：严禁在禁烟区吸烟。石油钻井企业也对井场吸烟行为采取了严厉的惩罚措施，因此对于井场吸烟行为的识别十分重要。可通过对香烟和着火点的图像分析，记录特征信息，并将抽烟常见的动作，如打火机打火、火柴点火、手臂规律性的接近脸部等等动作进行特征标识，将以上种种信息结合进行判断，辨识度随着判别条件的增加会逐步提高，最高辨识度可达 90% 以上[4]。

3.2.2. 非法入侵分析方法

石油工程井场作业区域，按照安全等级不同，划分了不同的区域。出于安全管理的要求，部分安全敏感区域，需要对区域进行进入检测(入侵检测)，当发现未经授权的人、可疑人物或车辆进入区域，要求能够自动检测入侵目标，并标识入侵类别，及时发出报警通知管理人员前去处理。入侵检测在安防领域应用较成熟。一种可行的方法是采用结合了 Kalman 滤波的基于颜色分布的 Mean Shift 跟踪算法，可对运动目标进行跟踪。这种方法可对于划定警戒区域内的越界、闯入等情况识别率较高。非法进入作业区域监控则需要在入侵检测的基础上，结合其他方法来判断进入人员车辆是否经过授权。一种方法采用人脸识别技术对进入人员进行身份核实，再在信息系统中对该人员的授权进行筛查，信息缺失或者权限不对立即联动报警；另一种方法是识别如通行证、作业证等特殊标识物，或配合一些具有无线发射功能身份识别定位装置一起使用。持有该类标识物的为合法作业人员，未能检测到该类标识物的则为非法闯入人员。

3.2.3. 劳动保护分析方法

劳动保护是井场安全生产的重要预防保护措施。井场生产危险点多，危害因素多，如不按规定穿戴劳动保护用品，很容易受到伤害，如未戴胶皮手套、不按要求穿戴工作服，暴露的皮肤容易受到腐蚀，有毒有害物质接触后也容易透过皮肤吸收引起中毒；不戴护目镜，眼被异物伤害或灼伤；不戴安全帽，容易碰伤或被高空坠物砸伤；高处作业不系安全带，容易坠落摔伤等等。可采取机器智能学习的方法，对劳保服装、手套、安全帽、安全鞋、护目镜、安全带等进行学习建模，若发现有未穿戴劳保用品的违规行为，立即进行报警、截图及信息传递。各种劳保用品的检测识别方法相似。以是否佩戴安全帽为例，对安全帽的不同角度的大致形状特征及颜色特征来对安全帽进行定位；然后根据安全帽和人体在一定空间中的关系来判断作业人员是否佩戴了安全帽。

3.2.4. 高处作业分析方法

按照国家和行业标准规定，凡在距坠落地面高度 2 m 以上的作业，都属于高处作业。石油钻井井场井架高大，设备多，管架遍布，在高于 2 m 的地方进行维护、修理作业频次高，危险性大。在登高作业时，为了保障高处作业人员的安全，要系好安全带，戴好安全帽，并设专人监督保护。开展高处作业分析法，即先对人体目标进行识别，在此基础上，再判定人员距相对地面的距离是否在 2 m 以上，若该高度大于 2 m，则自动进行抓拍，直至作业结束，保留信息以便自查及抽查。再根据作业时间、地点、作

业人员等信息,去查询高空作业证件的办理情况。还可以在此基础上,检测其是否佩戴安全帽、安全带等保护设施。还可根据高处作业人员的运动轨迹跟踪,监测高处坠物、人员坠落等情况,及时报警进行处置。

3.2.5. 动火作业分析方法

由于井场安装过程需要大量的焊接工作,动火作业成为井场作业重点风险施工作业项目之一。为此行业和国家制定了严格的规范标准和配套的管理程序,并作为强制性标准要求施工单位执行。井场动火作业主要靠对电气焊施工产生的火焰进行识别,这种火焰有独特的光谱和大小特征,通过分析焊光火焰可有效识别动火作业,当检测到动火行为时,自动进行抓拍并识别,将动火作业时间信息进行记录并实时上传,可由现场监督人员及时查看,也可保存备查。再根据动火作业的时间、地点、人员等信息,去核实动火作业证开具的情况。对动火作业的防护措施也可以进行,比如是否有防护板、灭火器及安全监督人员等;火点溅落到周边物体上时,若该物体出现碳化现象、冒烟现象(燃烧的前兆),则及时报警,预防火灾发生。

4. 应用设计

在视频监控系统三层架构设计的基础上,利用视频智能分析技术和分析方法,建立智能监控系统,实现主要包括实时监控、录像存储、系统管理、流媒体服务及视频诊断等应用。

4.1. 实时监控

通过实时传输获取清晰监控图像,24 h 不间断监控,也可将重要事件、重要地点的视频图像投放至监控中心大屏。利用分析结果对疑似违章或者隐患行为进行自动声光报警和拍摄,有效弥补人工值守的缺漏。

4.2. 录像存储

钻井、录井现场通过全天候录像将前端音视频信号实时存储和回放。限于硬盘容量,可回放 30 天内任意时间点高清录像,分辨率为 HD720P (1280 × 720),便于调查取证。

4.3. 系统管理

提供中心管理、认证授权、日志管理、流媒体服务、云台管理、存储管理、报警管理等系统服务。

4.4. 流媒体服务

由于钻井、录井作业现场的流动性,现场视频监控传输主要使用移动通讯网络传输,带宽有限且成本较高。在多个用户同时访问同一节点视频时,容易造成网络堵塞,也造成了流量的浪费。流媒体服务将所有现场的视频图像通过平台集中后,再通过视频流分散给各个浏览用户,大大提高了带宽的使用效率。

4.5. 综合发布

结合钻井现场安全生产的实际情况,充分利用现有数据中心、录井信息传输等硬件资源,以数据资源集中配置、统一管理、集成服务、远程共享的思路,对现有“井场安全智能监控系统”和“录井资料远程实时传输”进行整合,利用流媒体转发技术和 WEB 发布系统集成建立的钻井井场综合信息远程发布系统,具备了现场综合数据管理、显示、图像显示功能,实现了对各类钻井现场数据、实时图像的可视化。

4.6. 视频质量诊断

生产视频安全监控系统现阶段拥有一百多路摄像头,随着监控范围的不断扩大,监控节点仍在不断扩充。在系统运行过程中常常会由于各种因素造成视频异常,仅靠人工检测工作量繁重,而且在出现问题时往往不能及时发现维护。通过系统自检对前端接入层设备传回的码流进行解码,继而对图像质量进行评估,实现对视频图像中的质量问题的智能分析、判断和报警,目前成为智能化视频故障分析与预警的主要手段。视频质量诊断时,设备采用轮巡的方式,在短时间内可对大量的前端设备进行检测;检测内容包括信号丢失、图像模糊、对比度、图像过亮、图像过暗、图像偏色、噪声干扰、条纹干扰、黑白图像、画面冻结、视频剧变、视频抖动、场景变更、视频遮挡、云台失控、登录失败、取流异常共 17 种常见摄像机故障图像智能分析。

5. 结论与建议

“井场安全生产智能监控系统”充分利用视频监控、网络通信、数据库等现有资源,结合计算机图像视觉技术,对井场安全生产对象进行分析识别,应用于井场安全生产监控,实现井场施工作业智能化安全监督。该系统将视频图像智能分析等先进技术应用于石油工程领域,不但能够实时采集、存储前端监控对象的视频信息,也有助于第一时间发现生产现场安全隐患,为石油工程行业的安全生产监督工作提供更加高效的服务,有望改变传统的安全监管模式。建议对智能监控技术进行持续的应用与研究,不断完善分析方法,提高井场安全生产监控系统的利用率,有效提升现场安全管理监督工作水平。

参考文献 (References)

- [1] 陈伟. 智能交通图像识别系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2002.
- [2] 贝晓鸣. 安博会上看智能视频监控市场的发展[J]. 中国公共安全(综合版), 2007, 6(12): 58-60.
- [3] 何飞. 井场实时监视监控技术应用研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安石油大学, 2012.
- [4] 王超. 针对吸烟行为的手势识别算法研究[D]: [硕士学位论文]. 秦皇岛: 燕山大学, 2013.

[编辑] 帅群

Hans 汉斯

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2471-7185, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: jogt@hanspub.org