

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2013231581

UDC_____

廈門大學

工程硕士学位论文

面向建筑施工安全的远程监控系统的
设计与实现

Design and Implementation of Remote Monitoring System
for Building Construction Safety

罗涛

指导教师: 陈海山教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2016年3月

论文答辩日期: 2016年5月

学位授予日期: 2016年6月

指导教师: _____

答辩委员会主席: _____

2016年3月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外，该学位论文为()课题(组)的研究成果，获得()课题(组)经费或实验室的资助，在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

()1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

()2.不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

摘要

建筑业是我国国民经济的重要物质生产部门和支柱产业之一，同时建筑业也是一个危险性大、事故突发性强的行业，经常会发生建筑施工安全事故，因此安全管理在建筑施工中是十分重要的。在我国经济高速发展的大背景下，建筑领域的监理、施工普遍较为混乱，从业人员的整体素质相较于其他行业而言较差，管理上较为粗放，信息化程度低，如此种种造成了事故频发的严重后果，施工安全问题已经成了亟待解决的问题。因此针对建筑施工中传统监控系统在移动性和灵活性方面的不足，分析和研究我国目前建筑安全生产的形势和安全管理现状，设计并开发一套基于 RTMP 协议的实时监控系统是十分必要的。

设计中所实现的系统监控端利用 USB 摄像头或支持 RTMP 协议的高清网络摄像机采集视频数据，视频信息通过统一接口上传到 RTMP 流媒体服务器，应用层通过调用 RTMP Client 接口进行实时视频或视频记录的查看，施工管理者可通过 Web 浏览器、PC 端、Android 平板或手机三种方式进行监控，实现基于 H.264 标准视频压缩编码，然后将压缩后的视频数据封装打包发送到网络上，客户端通过网络接收数据包，最后进行实时播放。

设计并开发的视频监控系统能够支持对无线网络的访问和对多个施工监控关键点的视频画面的实时查看，能够对视频前端采集到的视频数据进行压缩编码，根据客户端请求把摄像头采集到的工地实时画面通过网络传送到指定的客户端，客户端解码视频流数据并对其进行本地存储。系统经过在某施工现场实际部署和应用，展现了完善的功能，较高的稳定性、安全性，以及良好的扩展性。

关键词：建筑施工；远程监控系统；RTMP 协议

Abstract

Construction industry is our country national economy important material production sector and pillar industry one, also building industry is also a risk of large, accident sudden strong industry, often the occurrence of safety accidents in construction, so the safety management in construction is very important. Under the background of China's rapid economic development, construction supervision, and construction is generally more confusion, practitioners of overall quality compared with other industries in terms of poor, management is more extensive, the informationization degree low, so a variety of causing serious consequences of frequent accidents, and the construction safety problem has become urgent need to solve the problem. So aiming at the problems in construction of traditional monitoring system in the aspects of mobility and flexibility, analysis and study of the present situation of construction safety in production situation and safety management, design and development of a real time monitoring system based on RTMP protocol is very necessary.

In the design of the monitoring terminal using USB camera or support RTMP protocol high-definition network camera capture video data, video information through a unified interface to upload to RTMP streaming media server, application layer through call RTMP client interface view real-time video or video recording, the construction managers can be through the web browser, PC, Android Tablet or mobile phone in three ways to monitor the implementation based on H.264 video compression coding, and then the compressed video data package package sent to the network, the client through the network receives the data packet, the real-time playback.

The design and development of video surveillance system is able to support access to the wireless network and multiple construction monitoring of the key point of video picture real-time view, can the front-end video capture video data compression coding, according to client requests the camera to capture the site real-time images transmitted through the network to the specified client, client video decoding flow data and the local storage. After the system in a construction site of the actual deployment and application, show the perfect function, stability, high safety,

and good scalability.

Keywords: Building Construction; Real-time Monitoring System; RTMP

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 课题研究背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.3 远程监控系统的作用和应用.....	3
1.3.1 远程监控系统的作用.....	3
1.3.2 远程监控系统的应用前景.....	4
1.4 论文组织结构.....	5
第 2 章 相关技术介绍.....	7
2.1 Flex 技术.....	7
2.2.1 Struts 技术.....	8
2.2.2 Spring 技术.....	8
2.2.3 Hibernate 技术.....	9
2.3 Net Framework.....	10
2.4 Android.....	11
2.5 视频传输协议 RTMP.....	13
2.6 H.264 视频编码标准.....	14
2.7 本章小结.....	15
第 3 章 需求分析.....	16
3.1 可行性分析.....	16
3.2 功能性需求.....	17
3.3 非功能性需求.....	19
3.4 本章小结.....	20
第 4 章 系统设计.....	21
4.1 系统架构设计.....	21
4.1.1 系统逻辑架构.....	21
4.1.2 系统技术架构.....	22

4.2 功能模块设计.....	23
4.2.1 系统管理.....	24
4.2.2 系统安全管理.....	26
4.2.3 设备管理.....	28
4.2.4 视频管理.....	30
4.2.5 数据统计与分析.....	31
4.3 系统终端设计.....	32
4.3.1 系统服务器端设计.....	32
4.3.2 Web 端设计.....	33
4.3.3 PC 客户端设计.....	34
4.3.4 Android 客户端设计.....	35
4.4 系统初始化模块.....	37
4.5 视频图像采集设计.....	38
4.6 视频编码模块.....	40
4.7 系统数据库设计.....	41
4.7.1 数据访问层设计.....	41
4.7.2 逻辑结构设计.....	42
4.7.3 物理结构设计.....	43
4.8 本章小结.....	45
第 5 章 系统实现.....	46
5.1 视频采集模块.....	46
5.2 视频编码模块.....	47
5.3 流媒体服务模块.....	47
5.4 网络传输模块.....	48
5.5 服务器端实现.....	48
5.6 PC 客户端实现.....	53
5.7 Android 客户端实现.....	57
5.8 本章小结.....	59
第六章 系统测试.....	60

6.1 测试环境.....	60
6.2 测试指标和用例.....	61
6.2.1 测试指标.....	61
6.2.2 测试用例.....	62
6.3 本章小结.....	65
第七章 总结与展望.....	66
7.1 总结.....	66
7.2 展望.....	66
参考文献.....	68
致谢.....	71

厦门大学博硕士学位论文摘要

Contents

Chapter1 introduction	1
1.1 research background	1
1.2 research status at home and abroad	2
1.3 the function and application prospect of remote monitoring system	3
1.3.1The function of remote monitoring and control system	3
1.3.2The application prospect of remote monitoring system.....	4
1.4 organizational structure of the paper.....	5
Chapter2 introduces the related technology	7
2.1 Flex technology	7
2.2.1 Struts technology	8
2.2.2 Spring technology	8
2.2.3 Hibernate technology	9
2.3 Framework Net	10
2.4 Android	11
2.5 video transmission protocol RTMP	13
2.6 H.264 video coding standard	14
2.7 summary of this chapter	15
Chapter3 Requirement Analysis of System	16
3.1 feasibility analysis	16
3.2 functional requirements	17
3.3 non functional requirements	19
3.4 summary of this chapter.....	20
Chapter4 Design of System	21
4.1 system architecture design	21
4.1.1The logical architecture of the system	21
4.1.2 system architecture.....	22
4.2 The function module design.....	23
4.2.1 management system	24
4.2.2Safety management system.....	26
4.2.3 equipment management	28

4.2.4 video management	30
4.2.5 Statistics and analysis of the data	31
4.3 terminal system design	32
4.3.1 The server system design	32
4.3.2 Web design.....	33
4.3.3 PC client design	34
4.3.4 Android client design	35
4.4 system initialization module	37
4.5 video image acquisition	38
4.6 video encoding module	40
4.7 database design	41
4.7.1 data access layer design	41
4.7.2 logical structure design	42
4.7.3 The physical structure of the design.....	43
4.8 summary of this chapter	45
Chapter5 Implementation of System.....	46
5.1 video capture module	46
5.2 video encoding module	47
5.3 streaming media service module	47
5.4 network transmission module	48
5.5 server	48
5.6 PC client to achieve	53
5.7 Android client to achieve	57
5.8 summary of this chapter	59
Chapter6 System Testing	60
6.1 test environment	60
6.2 test indicators and cases.....	61
6.2.1 test index	61
6.2.2 test case	62
6.3 summary of this Chapter	65
Chapter7 Conclusion and Prospect	66
7.1 Conclusion	66
7.2 outlook	66

Reference	68
Acknowledgements	71

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第 1 章 绪论

1.1 课题研究背景

上个世纪七十年代以来，特别是 21 世纪以来，我国的各行各业都发展迅猛。尤其是建筑行业，发展势头持续保持高速态势。建筑行业的高速发展不仅仅为我国的交通、通信、能源、电力等公共服务行业提供了基础设施，为我国机械、建材等工业生产提供了场所，更满足了广大人民群众日益扩大的住房需求、消费需求，为我国城镇化进程做出卓越的贡献^[1]。从 GDP 总量上讲，建筑行业所占的份额越来越重要，建筑行业的地位也随之提高，并且国家在基建等建筑相关行业的投资势头依旧不减，可以说建筑行业整体进入了繁荣阶段。

然后我国建筑安全管理的水平和技术一直较低，导致建筑行业安全事故多发。统计近些年来我国建筑业安全事故和死亡人数如下：2007 年发生 859 起、死亡 1012 人；2008 年发生 772 起、死亡 921 人；2009 年发生 684 起、死亡 802 人；2010 年发生 627 起、死亡 772 人；2011 年发生 589 起、死亡 738 人；2012 年发生 487 起、死亡 624 人。虽然整体而言，我国建筑行业的安全事故数量和每年死亡人数在逐年下降，但是相比于国际上其他国际的建筑行业而言，我国的安全事故数量和死亡人数的绝对值依旧不小，各种建筑行业的安全事故造成的经济损失也数以百亿计。比如在英美等发达国家，建筑行业平均的工人死亡人数为每周 1-2 名，各类安全事故形成的成本大约占整个项目成本的 3%-9%。而我国建筑行业的平均死亡人数为 2 人/天，远远高于发达国家，造成的经济损失虽然没有确切数据，但是据估算，其形成的经济损失已经大于建筑承包商的平均利润^[2-3]。落后的安全意识、落后的建筑行业工作方式、落后的管理方法、较低的劳动生产率已经成了行业进步的一个障碍，一定程度上甚至阻碍了国家和社会的健康有序发展。特别是近些年来一些特大恶性事故的发生，给人民财产造成严重损失，增大了社会的不安全性，使之成为一个敏感的社会话题^[4-5]。

此外，我国加入世界贸易组织已经有十多年，随着我国改革开放的逐渐扩大和广度的加深，很多企业将会成为跨国企业、龙头企业，市值方面将会有很大的提高，参与国际竞争，当然我国市场也将迎来更多的国外企业竞争。与日益激烈的竞争相违逆的是我国依旧居高不下的事故率和伤亡率，这不仅仅影响了我国建

筑行业整体的形象，更是在成本、管理等关键方面较为落后的表现。我国的建筑企业只有充分重视安全生产、提高管理能力、提高施工技术，才会在未来的发展中勇往无前，与其他大型企业进行特定项目上的竞争^[6]。

为了规范我国的建筑行业，地方政府也出台了一些法律法规，例如《基础设施建设安全性评估》、《工程建设特定执行制度》等与房地产项目相关的法律法规条文，一定程度上对强化我国建筑行业的安全生产意识、改变安全生产现状有着积极意义^[7]。这些法律条文通过规定企业安全生产与企业生产资质等进行挂钩，基本构建了建筑行业的安全生产管理体系，起到了一定的规范监督震慑作用。

基于以上我国建筑行业的安全生产现状，借鉴国际上先进的建筑施工管理经验，针对我国建筑生产施工现状，基于视频监控系统构建了建筑行业安全管理系统，提高了我国建筑施工企业的信息化管理水平。该系统的构建对于降低建筑行业安全事故数量，保障广大建筑施工人员的生命安全具有重大意义。

1.2 国内外研究现状

随着国内大型互联网企业在技术方面有了很大的突破，但是网络安全问题也备受大众关注，监控系统逐渐成为安全管理重要的工具和方式^[8]。早期的监控系统都是非实时性的，往往通过各种现场录制、搜集的资料进行后续的监督^[9]。而现代的监控系统都具有实时性，随着现代监控探头小型化、高精度化的发展，通过对生产现场安装各类探头、传感器等设备，已经可以实现远程对生产现场的各种实时监控、诊断甚至远程作业指导。从根本方式上讲，监控可以分类两类模式。

1、使用人工进行远程监控

使用人工进行远程监控的方式往往是通过人工对生产现场的现象和各种参数进行记录，然后统一送回控制中心，由控制中心的专业人士进行分析的方式。可想而知，这种方式主观因素强烈，并且效率低下，容易遗漏细节^[10]。

2、使用网络进行远程监控

通过互联网进行视频监控同样由来已久，与此同时，监控探头的发展也是日新月异的。对于整个视频控制系统而言，早期的模拟视频控制系统技术成熟、稳定性和可靠性也较高，已经在各种工业领域得到了充分的应用^[11-12]。随着数字时代的到来，视频监控系统也从最初的模拟视频系统发展到了大数据安全监控系统。大数据安全监控系统依托了先进的网络技术、先进的流媒体技术以及视频图像压缩技术，改善了监控系统的用户体验，拓展了更多的操作功能，解决了使用

模拟系统时出现的各种不足^[13]。

(1) 产生改革开放以后经济危机以前的基础文件数据平台，主要组成模块包括监视器、摄像机、录像机等^[14]。其使用同轴电缆进行视频信号的传输，因此其传输距离受限，否则会出现信号失真等后果^[15-16]。因此，这种视频监控系统只适用于小范围监控，并且建设成本较高。

(2) 上世纪 90 年代中后期，视频图像压缩编码技术取得重大发展，视频信号的数字化时代到来^[17]。在此基础上产生的第二代视频监控系统，也就是数字视频监控系统，通过许多设置在生产现场的摄像头以及相关外围装置，就可以将现场的情况实时地清晰地记录下来。由于前端设备将大量的图像信息、语音信息转换成可以传输的电信号，这种数字信号可以进行存储、转发、压缩、纠错校验等操作，这样就可以通过传输线缆将现场情况传递到远端的控制台，进行真正的远程控制操作^[18]。

相比于最初的大数据安全监控系统和基础文件数据平台得到的图像清晰度高，并且不同时段录制的视频资料可以进行切割、存储、远距离传输、共享传递等^[19]。因此基于 PC 控制平台的数字视频监控系统很快被广泛采用，当然其结构复杂、拓展性不强等缺陷也屡屡被人诟病。

(3) IT 技术的发展总是遵从摩尔定律的，即每 18 个月设备的计算能力翻倍。视频监控领域也不例外，21 世纪前后，随着集成电路设计能力的快速发展、器件集约化程度提高以及许多新思想新理念的提出，逐渐出现了更为先进的图像监管平台，被称为第三代图像监管平台。

第三代图像监管平台最典型的特点就是在整个视频监控系统中大量使用嵌入式技术。这种嵌入式操作系统的实时性更强、压缩效率和计算效率更高。并且嵌入式系统可以专门定制与视频监控相关的各种硬件模块和上层软件，设备提及得以大大缩小，安装的灵活度和设备稳定性提高，可以预见，嵌入式技术一定会促成视频监控系统更好地发展^[20]。

1.3 远程监控系统的作用和应用前景

1.3.1 远程监控系统的作用

1、规范约束施工规程，提高人员安全意识

建筑行业的施工安全一直是政府、施工企业乃至全社会关注的要点。充分使用现代 IT 技术，进行不间断的、实时的、全方位的监控管理记录，降低事故发

生的风险已经成了所有人的共识。对于施工企业，全面的视频监控，可以促使现场人员操作规范、加强意识。对于政府而言，无死角的监管模式可以使得政府的监督管理力量可以进一步深入^[21]。对于作业人员而言，实时的监控一方面降低了违规操作的概率，同时也可以得到及时的指导。

2、随时掌握动态信息，发展问题进行整改

许多事故的发生都是由于现场操作不规范，或者是工程设备、物料等堆放不合规，或者是相关监理人员不到位引发的。通过实时的视频监控，可以使管理人员随时发现来自施工现场的各种不规范的行为，从而及时地整改问题，将隐患消灭在萌芽阶段^[22]。

3、减少现场监管人员，降低成本提高效率

在施工现场使用视频远程监控系统可以实时监视施工现场，从而替代一部分现场监理人员的职能，这样就可以节省一部分人力成本。其次，全方位的视频监控可以使监管人员得到一个宏观的现场概念，通过这种宏观的了认知，可以逐步改进施工现场的布局、协同改进施工相关的各个进度。最后，远程的监控使得管理人员可以随时随地得得到现场信息，提高应对现场状况的应变性。

4、监督各个岗位工作，明确职责事故责任

我国建筑行业从业人员的整体素质不高，具体到某个施工现场而言，所有人员的素质也是参差不齐的。不间断无死角的监控方式可以将每个人员的工作过程实时地记录下来。通过翻阅视频资料，可以发现施工操作中存在的问题^[23]。或者在出现事故或者纠纷时，可以通过视频资料还原现场情景，达到明确责任的目的。

5、远程监控建筑行业，加强政府监管职能

在政府的监督检查工作中，往往职能在某个时间点对施工现场进行检查，造成了检查的不可靠性。远程视频监控系统在建筑行业施工现场的应用可以使得现场状况随时记录。政府相关机构就可以通过调取相关时间的视频资料，对施工是否符合规章制度等做出客观的评判。

1.3.2 远程监控系统的应用前景

当前全社会掀起了行业信息化的高潮，建筑行业也不例外。通过远程视频监控系统的监控，使得施工企业不仅仅节省了许多人力物力，更提升了管理水平和监督水平，能够辅助施工企业适时的提出问题的解决方案，并配合其公司运营主体项目。

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.