

文章编号:1671-251X(2018)12-0014-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2018080065

煤矿多业务联动通信平台设计

杜志刚^{1,2}

(1. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015;

2. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘要:针对《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》的要求,提出了多业务联动通信平台的设计方案,重点阐述了平台架构、工作原理、关键技术。该平台基于信令交换技术,将现有无线通信系统、有线通信系统、IP 应急广播系统、局部扩播系统等进行有效整合,实现多种异构通信系统的互联互通和集中调度指挥,在紧急情况下能够实现对各系统的统一调度、一键呼叫等。实际应用表明,该平台实现了生产调度、实时指挥、紧急救援一体化协同控制目标,为煤矿应急救援和通信联络提供了有效手段。

关键词:煤矿安全监测监控多元融合;多业务联动通信平台;应急联动;应急救援;集中调度指挥;信令交换

中图分类号:TD655.3

文献标志码:A

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20181114.1454.002.html>

Design of multi-service linkage communication platform for coal mine

DU Zhigang^{1,2}

(1. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China;

2. Tiandi (Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: In view of requirements in *Technology schemes of upgrading of coal mine safety monitoring and control system*, a design scheme of multi-service linkage communication platform for coal mine was proposed. Architecture, working principle and key technologies of the platform were discussed. Based on signaling switching technology, the platform effectively integrates existing wireless communication system, wired communication system, IP emergency broadcast system, local broadcast system to realize interconnection and centralized dispatching command of various heterogeneous communication systems, and to realize unified dispatching and one-key calling of each system in emergency. Practical application results show that the platform realizes integrated control target of production dispatching, real-time command and emergency rescue, and provides an effective means for coal mine emergency rescue and communication.

Key words: multi-integration of coal mine safety monitoring and control; multi-service linkage communication platform; emergency linkage; emergency rescue; centralized dispatching command; signaling switching

收稿日期:2018-08-11;修回日期:2018-10-29;责任编辑:胡娴。

基金项目:天地(常州)自动化股份有限公司技术研究项目(2018GY106)。

作者简介:杜志刚(1986—),男,山东泰安人,工程师,硕士,主要研究方向为矿井通信、计算机软件设计与开发,E-mail:568850188@qq.com。

引用格式:杜志刚. 煤矿多业务联动通信平台设计[J]. 工矿自动化,2018,44(12):14-18.

DU Zhigang. Design of multi-service linkage communication platform for coal mine[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(12):14-18.

0 引言

2016年12月29日,国家煤矿安全监察局发布了关于印发《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》(以下简称《方案》)的通知^[1],其基本目标之一是促进煤矿安全监测监控多元融合和信息共享,提高煤矿安全预测预警水平,实现煤矿安全监测监控信息的深度分析和综合利用。《方案》中明确要求:① 支持多网、多系统融合:实现井下有线和无线传输网络的有机融合,多系统的融合可以采用地面方式,也可采用井下方式。② 应急联动:在瓦斯超限、断电等需立即撤人的紧急情况下,可自动与应急广播、通信、人员定位等系统应急联动,通过井下应急广播系统通知危险区域人员撤离,通过人员位置监测系统双向紧急呼叫功能,自动通知危险区域人员进行撤离等。针对《方案》中的要求,结合目前融合通信^[2-3]、系统联动^[4-6]、应急救援^[7-8]等方面的研究成果,本文提出了一种煤矿多业务联动通信平台设计方案,重点阐述了平台的结构、工作原理和关键技术。

1 平台总体架构

煤矿多业务联动通信平台基于信令交换技术,将现有无线通信系统、有线通信系统、IP 应急广播系统、局部扩播系统等进行有效整合,实现了多种异构通信系统的互联互通和集中调度指挥,在紧急情况下能够实现对各系统的统一调度、一键呼叫等。其主要包括通信子系统接入部分、联动客户端、联动业务管理平台及联动接口,如图 1 所示。通信子系统包括无线系统、有线系统、广播系统和视频监控系

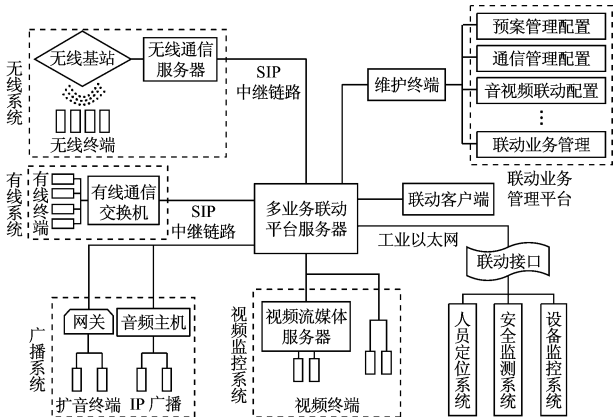


图 1 多业务联动通信平台架构

Fig. 1 Architecture of multi-service linkage communication platform

(1) 通信子系统接入部分。无线通信系统、有线通信系统通过 SIP 中继接入联动通信平台^[9],必要时可通过中继或专用转换器等通信网关进行信令转换;IP 广播系统通过广播网关^[10]接入联动通信平台,平台支持第三方 SIP 广播系统的接入;视频监控系

统通过软件开发工具包(Software Development Kit, SDK)二次开发接入联动通信平台。

(2) 联动客户端。提供联动业务消息显示、危险区域人员信息显示、视频监控系

统信息联动显示、定位卡区域报警等功能。通过联动客户端可对服务器运行状态进行监控,为管理员及时处理和修复服务器潜在异常提供依据和支持。

(3) 联动业务管理平台。主要包含通信管理配置、预案管理配置、音视频联动配置及联动业务管理等功能,基于 Spring MVC 框架,采用 B/S 架构和 MySQL 数据库,方便用户对各种业务进行管理。

(4) 联动接口。平台提供统一的 Web Service 接口,将系统标志、区域信息、报警类型等信息发送至接口服务进程,接口服务进程通过各通信系统应用程序编程接口(Application Programming Interface, API)响应联动通信平台的报警预警信息,实现与通信系统的联动。

2 平台工作原理

多业务联动通信平台各服务模块运行在 Linux 系统中,其工作原理如图 2 所示。

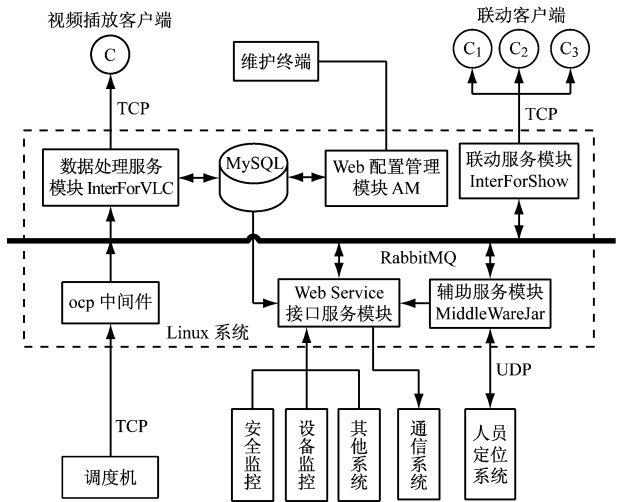


图 2 多业务联动通信平台工作原理

Fig. 2 Working principle of multi-service linkage communication platform

针对不同的应用场景设计不同的服务模块,各服务模块之间通过 RabbitMQ^[11]消息队列进行消息

传递,即模块之间通过在消息中发送数据进行通信,而非直接调用彼此。队列的使用不仅免去了发送方和接收方同时执行的要求,同时降低了程序耦合度。本文选用体积小、支持跨平台的 MySQL 作为数据存储工具。

2.1 音视频联动

调度机将电话配置信息及状态信息通过 TCP 通信上报 ocp 中间件,经过消息格式转换后传递至消息队列;数据处理服务模块 InterForVLC 将获取的信息按类型进行下发和存储。视频播放客户端基于 C/S 框架,采用 TCP 通信与数据处理服务模块实现数据交互,按照配置信息及下发消息启动/关闭相应视频信息,从而实现语音通话与视频通话的有效联动。

2.2 ocp 中间件

ocp 中间件基于调度机开发,主要用于支持音视频联动功能,其工作原理如图 3 所示。

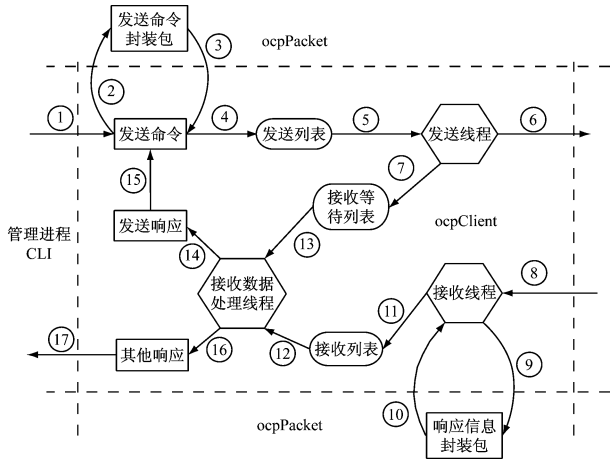


图 3 ocp 中间件工作原理

Fig. 3 Working principle of ocp middleware

ocp 中间件包含如下 3 个并发线程:

- (1) 来自管理进程 CLI 的数据发送请求,经过 ocpPacket 的封装存放于发送列表中。发送的数据包括请求数据(需要服务端做出响应)和一般性数据(如消息回复、修改文件等),线程将这些数据按照预定的规则发送至各服务端,并且保存请求数据的唯一性信息(如 ID、序列号等)。
- (2) 服务器对请求做出响应,ocpClient 接收这些响应和其他信息,封装后存放在接收列表中。
- (3) 提取接收列表中的信息,与接收等待列表中保存的唯一性信息比较,区分这些响应的归属,通过响应消息封装包的封装,将这些响应信息转发给请求者客户端。接收到的其他信息则按照协议做相

应处理。

2.3 联动客户端

联动客户端流程如图 4 所示。客户端采用鉴权的方式进行使用控制,根据用户 IP 地址设置地址黑白名单,白名单用户无需鉴权,黑名单用户被限制使用客户端软件。客户端还可以根据用户权限的不同动态加载模块,同时可通过辅助服务模块 MiddleWareJar 提供预案触发、危险区域定位卡报警功能。

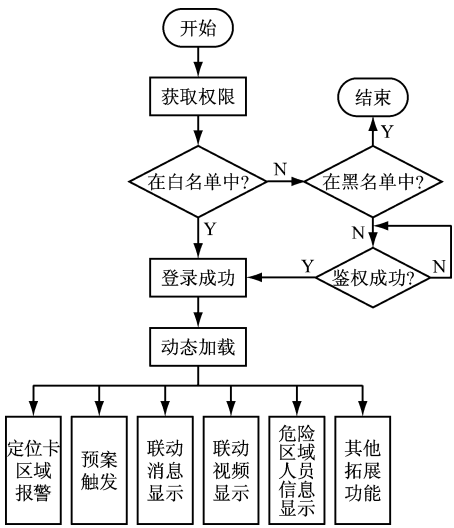


图 4 联动客户端流程

Fig. 4 Flow of linked client

3 关键技术

3.1 通信终端呼叫控制

联动服务模块在接收到平台发来的请求时,如何及时驱动通信终端做出响应并且返回响应结果是需解决的关键问题之一。

FreeSwitch 作为一个开源的电话交换平台,支持 Windows、Linux 等平台及 SIP、H323、Skype 等多种通信协议,并且可以通过 IMS、E1 接口或模拟中继线与其他通信系统连接^[12]。本文选用运行在 CentOS 上的 FreeSwitch 作为交换引擎,SIP 信令作为数据交换协议,将有线通信系统、无线通信系统、IP 广播系统及支持 SIP 协议的第三方终端进行连接,实现各通信系统的互联互通。

FreeSwitch 内部的 Originate 命令用于控制 FreeSwitch 发起一个呼叫,chat 用于发送即时消息至终端。FreeSwitch 中的命令不仅可以在控制台上使用,也可以在各种嵌入式脚本中使用。

平台通过 Web Service 接口将数据信息发往服

务模块,通过解析相关命令、查找配置信息、执行 Lua 脚本等,实现对通信终端的呼叫和信息发送功能。

3.2 多业务联动通信流程

多业务联动通信流程如图 5 所示。传入 Web Service 接口服务模块的信息主要包括系统代码、区域 ID、报警类型代码、报警开关。通过平台设置的联动开关判断指定区域是否发起联动流程:① 语音、文本联动:通过调用 FreeSwitch 的 Lua 脚本,发起/结束对通信终端的呼叫控制。② 视频联动:将视频终端信息以 TCP 消息形式发送至联动客户端。③ 报警联动:按照报警类型判断是否需要发起区域定位卡报警,以 UDP 消息形式发送至控制模块,实现打开/关闭区域定位卡报警的功能。

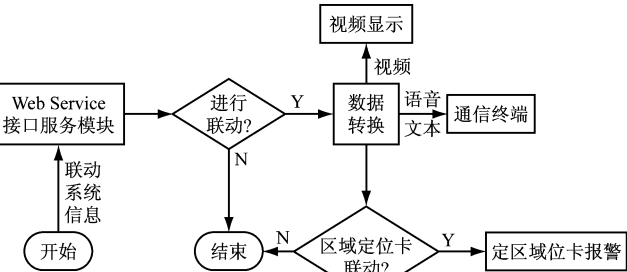


图 5 多业务联动通信流程

联动业务管理平台提供了配置信息开关,可灵活控制报警区域的联动。

3.3 稳定可靠的消息传递机制

由于多业务联动通信平台涉及多个系统多种业务,各服务模块之间协同合作,所以必须使用安全可靠、高效快速的消息传递机制。

消息队列(Message Queue, MQ)是一种应用程序对应用程序的通信方法。应用程序通过读写出入队列的消息(针对应用程序的数据)来通信,无需专用连接来链接。高级消息队列协议(Advanced Message Queuing Protocol, AMQP)是应用层协议的一个开放标准,为面向消息的中间件设计, RabbitMQ 是一个在 AMQP 基础上完成的可复用的企业消息系统。常见的消息交换机有 3 种类型^[13]: direct, topic 和 fanout。本文选用 fanout 类型进行生产者端和消费者端的消息传递。fanout 工作模型如图 6 所示。该模型可将同一个消息提供到与之绑定的多个消费者队列中,称之为发布/订阅(Publish/Subscribe)模式。

(1) 生产者(Producer)端:并不会直接发送消

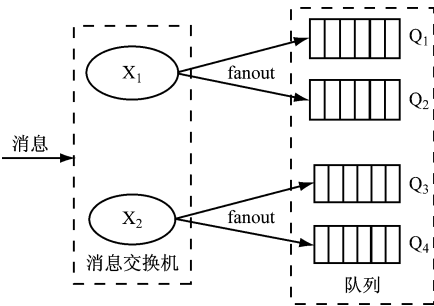


图 6 fanout 工作模型

Fig. 6 Working model of fanout

息到消费者队列,而是发到消息交换机中。消息交换机从生产者端接收消息,通过设置交换机的类型,选择相应的消息处理方式。

(2) 消费者(Consumer)端:每当需要接收新的消息时,就将消费者连接到消息队列服务器上。因为对旧的消息不感兴趣,所以新建连接的同时需要一个新的队列。如果在声明队列的时候不指定名字, RabbitMQ 会随机选择一个名字,这样通过新的队列就可以接收到生产者端广播的消息。当消费者端关闭连接时,队列也会随之删除。

3.4 联动接口的安全保护技术

通过 Web Service 接口可直接驱动底层设备,因此,设计时必须考虑接口的安全性。在 Web Service 接口中加入身份认证,可防止匿名用户模拟 http 请求访问服务接口,干扰通信终端正常运行。 Basic 认证^[14]是 Http 中非常简单的认证方式,其使用简单,便于控制,同时可以满足加密需求。当客户端向 Http 服务器进行数据请求时,需要将用户名和密码以 BASE64 加密方式传送至服务器。服务器通过 Basic 认证对客户端提供的用户名和密码进行验证,以决定用户是否合法。若为非法请求,服务器将返回 401 状态,要求重新认证。

虽然 Basic 认证容易实现,并且认证信息加密成不易被人直接识别的字符串,但如果没有使用 SSL/TLS 这样的传输层安全协议,那么以明文传输的密钥信息很容易被拦截,仍无法防止接口被恶意使用。因此,本文结合使用 Basic 认证和 Https 协议^[15]实现对接口的保护。

4 结语

针对《方案》中的要求,设计了煤矿多业务联动通信平台。该平台可实现有线通信、无线通信、IP 广播系统融合,通过统一接口可实现通信系统与人

员定位、安全监测、自动化系统的联动。目前该平台已在兖矿集团某矿投入使用,实际应用表明,该平台可解决井下各业务系统之间相互并存、独立所带来的成本、维护、管理、数据共享等诸多问题,实现了生产调度、实时指挥、紧急救援一体化协同控制目标。

参考文献 (References):

- [1] 国家煤矿安全监察局. 国家煤矿安监局关于印发《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》的通知[EB/OL]. (2016-12-29) [2018-08-22]. http://www.chinacoal-safety.gov.cn/gk/tzgg/201701/t20170103_202346.shtml.
- [2] 薛晓炎,霍振龙,顾俊. 矿井融合调度通信系统的设计及应用[J]. 工矿自动化, 2016, 42(8): 1-5.
XUE Xiaoyan, HUO Zhenlong, GU Jun. Design and application of mine integration dispatching communication system [J]. Industry and Mine Automation, 2016, 42(8): 1-5.
- [3] 勇辉,涂兴子,向阳,等. 煤矿五网融合通信平台技术的研究与实施[J]. 煤矿机电, 2016(2): 61-64.
YONG Hui, TU Xingzi, XIANG Yang, et al. Research and implementation of coal mine five network convergence communication platform [J]. Colliery Mechanical & Electrical Technology, 2016(2): 61-64.
- [4] 王平,闫宁. 数字矿山智能协同综合管控系统构建研究[J]. 煤炭工程, 2016, 48(12): 107-109.
WANG Ping, YAN Ning. Construction of intelligent collaborative integrated management and control system of digital mine [J]. Coal Engineering, 2016, 48(12): 107-109.
- [5] 钱建生,涂兴子,陶建平,等. 煤矿多系统融合联动控制平台的研究与应用[C]//第26届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第7届中国煤矿信息化与自动化高层论坛, 济南, 2017.
- [6] 庄严,张伟杰. 监控与应急广播系统联动的实现[J]. 煤矿安全, 2018, 49(1): 126-128.
ZHUANG Yan, ZHANG Weijie. Implementation of linkage between monitoring and emergency broadcasting system [J]. Safety in Coal Mines, 2018, 49(1): 126-128.
- [7] 郭德勇,郑茂杰,程伟,等. 煤与瓦斯突出事故应急预案研究与应用[J]. 煤炭学报, 2009, 34(2): 208-211.
GUO Deyong, ZHENG Maojie, CHENG Wei, et al. Research on the emergency rescue plan of coal and gas outburst and its application [J]. Journal of China Coal Society, 2009, 34(2): 208-211.
- [8] 陈东晓,张瑞新,张伟,等. 煤矿生产安全事故应急预案的结构化研究[J]. 煤炭技术, 2015, 34(6): 301-303.
CHEN Dongxiao, ZHANG Ruixin, ZHANG Wei, et al. Research on structure of coal mine production safety accident emergency plan [J]. Coal Technology, 2015, 34(6): 301-303.
- [9] 李芳苑,孙旭峰,顾俊. 基于 SIP 的矿井通信终端协议栈设计[J]. 工矿自动化, 2017, 43(12): 90-94.
LI Fangyuan, SUN Xufeng, GU Jun. Design of protocol stack used in mine communication terminal based on SIP [J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(12): 90-94.
- [10] 顾俊,刘亚兵. 矿井融合调度通信多业务网关系统设计[J]. 工矿自动化, 2016, 42(11): 22-27.
GU Jun, LIU Yabing. Design of multi-service gateway system for mine integration dispatching communication [J]. Industry and Mine Automation, 2016, 42(11): 22-27.
- [11] 高晓婷. 基于 AMQP 的信息发布与订阅[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2013.
- [12] 杜金房,张令考. FreeSWITCH 权威指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [13] 李璐,张广泉. 消息中间件的体系结构研究[J]. 苏州大学学报(工科版), 2007, 27(3): 10-14.
LI Lu, ZHANG Guangquan. Research of message-oriented middleware architecture [J]. Journal of Suzhou University (Engineering Science Edition), 2007, 27(3): 10-14.
- [14] 郝大海. 浅谈 Http Basic 认证实现[J]. 福建电脑, 2010(9): 173.
- [15] 范爱平,金连甫. 基于 Struts 架构的 Web 认证[J]. 计算机工程, 2015, 21(19): 146-148.
FAN Aiping, JIN Lianfu. Web certification based on Struts structure [J]. Computer Engineering, 2015, 21(19): 146-148.