

王坤,张娅莉.基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统设计[J].地震工程学报,2020,42(2):546-551.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2020.02.546

WANG Kun,ZHANG Yali,Design of a Real-time Transmission System for Big Data Congestion during Earthquake Based on Python[J].China Earthquake Engineering Journal,2020,42(2):546-551.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2020.02.546

# 基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统设计

王 坤<sup>1,2</sup>, 张娅莉<sup>1</sup>

(1. 信阳职业技术学院 数学与计算机科学学院, 河南 信阳 464000;

2. 武汉大学 电子信息学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 针对当前地震时数据传输系统存在时延高、安全性较差及数据传输拥堵等问题,提出并设计基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统。系统硬件主要由视频转码模块、Python 交互平台、数据流传输模块和系统维护模块几部分组成。利用解协议、解封装、解码、视频数据存储、编码、封装等实现视频转码;利用 Python 交互平台实现测点与地震数据监测中心之间的交互;结合 CDMA 传输方式与 VPDN 组网方式作为无线传输模块;由区域中心运维管理和通知下发等单元组成系统维护模块。系统软件分为收包与发包两种数据传输模式,以收包为主完成系统设计。实验结果表明,该系统响应速度快、延迟低,且安全性较为优越,解决了地震数据拥堵的问题。

**关键词:** Python; 地震大数据; 拥堵; 传输; 系统

中图分类号: P315

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2020)02-0546-06

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2020.02.546

## Design of a Real-time Transmission System for Big Data Congestion during Earthquake Based on Python

WANG Kun<sup>1,2</sup>, ZHANG Yali<sup>1</sup>

(1.College of Mathematics and Computer Science, Xinyang Vocational and Technical College, Xinyang 464000, Henan, China;

2.School of Electronic Information, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China)

**Abstract:** Because of the problems of high time delay, poor security, and transmission congestion in the seismic data transmission system, a Python-based real-time data transmission system is proposed in this paper. The system hardware consists mainly of modules for video transcoding, an interactive interface for Python, a module for data transmission, and a module for system maintenance. The video transcoding can be is possible by Un-encapsulation, decoding, video data storage, coding, encapsulation, etc. Using the Python interactive interface, the interaction between the measurement points and seismic data monitoring center is realized. CDMA transmission mode is combined as a wireless transmission module with VPDN networking mode. The system

收稿日期:2019-03-09

基金项目:国家自然科学基金项目(61772175)

第一作者简介:王 坤(1981-),女,河南信阳人,硕士,副教授,主要研究方向为数据采集与处理、大数据、人工智能、机器人、网络技术、通信技术等。Email:13937606456@139.com。

通信作者:张娅莉(1977-),女,河南信阳人,硕士,教授,主要研究方向为应用数学、大数据、数据信息采集与处理。

software is split into two data transmission modes: receiving and sending packets, and the system design is mainly completed by receiving the package. The experimental results show that the system has high response speed, low delay, and superior security, which solves the problem of seismic data congestion.

**Keywords:** Python; seismic big data; congestion; transmission; system

## 0 引言

地震数据监测技术发展速度迅猛,在我国已经建成的地震观测站中,很多为无人值守的状态<sup>[1]</sup>。一些省市地震观测站建设的位置偏远,有线传输专线很难实现地震数据的传输。在国际对地震观测站数字化设备要求日益提升的背景下,无线网络传输模式正在逐步替换有线传输模式<sup>[2-3]</sup>。地震给人民大众带来的人身和财产损害巨大,因此地震视频数据的实时有效传输意义非常重大。利用震后初期的灾情信息,快速估计出被埋压人员较为集中的重点区域和人员数量,对于灾害应急响应分级和消防搜救力量的分配决策是十分必要的<sup>[4-5]</sup>。综合上述分析,地震时大数据网络数据实时传输系统的设计与构建显得非常迫切。国家政策的颁布与信息技术的不断进步促使该领域人员纷纷投入到地震视频数据传输系统的设计中,并取得了很多优秀成果。

高洋等<sup>[6]</sup>针对地震监测数据传输与显示问题进行研究,融合“十五”地震大数据网络数据库,结合三维数据的可视化模块、交互式界面模块实现三维地震监测数据的实时传输与显示,优化原有的数据显示系统效率、可操作性能和显示性能等方面与时空变化之间存在的关系。康凯等<sup>[7]</sup>对地震现场数据传播系统进行设计,利用数据采集装备对地震发生过程和之后的具体情况进行采集,将采集结果传输至系统服务器审核之后发布;构建测试平台,分别对系统连续性和开放性等方面进行测试。

地震网络包括前兆数据、地震后的测震数据以及地震预警数据,最重要的是利用摄像头实时影像数据作为地震应急指挥的重要参考,这就导致地震后各种传输的数据流大大增加,造成传输拥堵,因此需要找到一个快速准确的传输系统。基于此,本文提出并设计基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统。

## 1 基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统

### 1.1 系统整体结构

图 1 为本文提出的地震时大数据拥堵实时传输

系统框架。

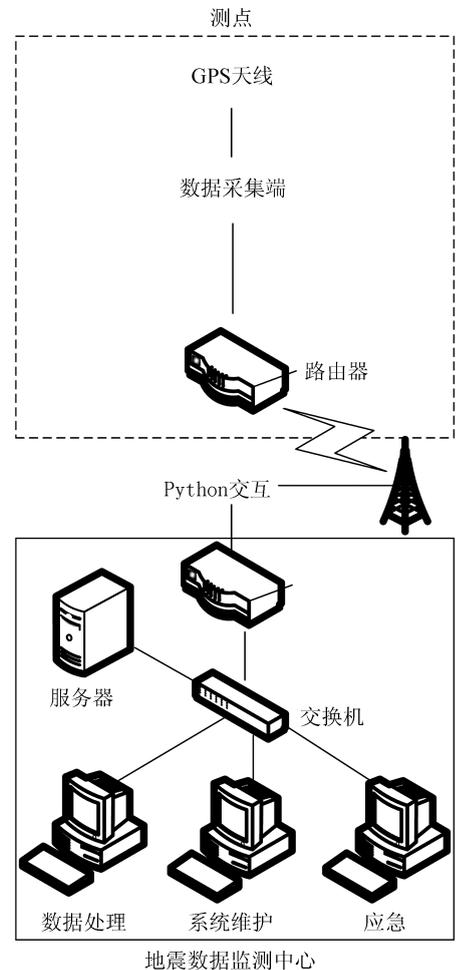


图 1 地震时大数据拥堵实时传输系统框架  
Fig.1 Real-time transmission system framework for big data congestion during earthquake

图 1 中上半部分为观测站部分,当其收到地震相关数据后利用传输模块传输至台网中心,中心接收到数据后对其进行相应处理。地震数据包括实时的灾情数据、地震观测的数据、为救灾而复制电讯问候数据以及救灾指挥系统的数据,中间的交互平台即为 Python 交互平台。

### 1.2 硬件模块设计

#### 1.2.1 地震时大数据传输转码模块

系统监控设备大都安装在龙门架、单杆或墙柱上,地面振动使摄像头发生同震振动,从而导致视频

影像序列为动态背景<sup>[8]</sup>。要实现地震时大数据高效传输,在进行传输之前需对视频进行转码处理,以提高数据传输的实时性,降低延迟<sup>[9-10]</sup>。视频转码器处理视频帧的方式是解一帧再编一帧,这能够提升转码效率。基于地震时大数据传输转码需求,将转码过程分成以下四个部分:

(1) 对输入的网络数据流进行解封装;

(2) 对解封装之后的数据码流实行音视频解码,每解码一帧数据之后,就将视频数据按照顺序保存至解码输出缓存装备中;

(3) 编码部分:将解码输出缓存装备中的数据依照顺序读取解码的每一帧,将编码之后的数据逐一传输至编码输出缓存设备中;

(4) 封装部分:针对编码之后的地震数据进行封装。

根据上述转码流程,得到如图 2 所示的结构图。

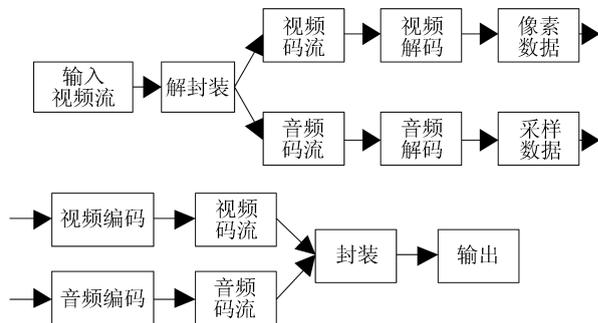


图 2 地震时大数据流转码

Fig.2 Big data stream transcoding during earthquake

如图 2 所示,地震时大数据流转码过程中的重要步骤为解协议和封装以及视频码,再到存储视频数据、编码和封装。上述对输入的视频流按一帧帧的形式读取、解封装、解码等顺序进行高效处理,能够有效减少视频转码的时延,进而降低视频传输时延。

### 1.2.2 Python 交互平台

Python 交互平台不仅是测点与地震数据监测中心之间的界面,还是用户和系统之间进行沟通的平台,其设计对于人机交互和操作逻辑而言均十分重要。本文基于 Python 的跨平台交互界面,实质上是在创建功能全面的交互界面。界面布局中包含界面划分、文本框设定、文本框和列表结合设定、选择按钮以及选择按钮和文本框之间的绑定等操作。

针对界面设计中的详细参数传递与信息反馈,Python 给出了一个 ctypes 单元实现系统接口调用,系统中所有终端经调用动态库的模式完成参数

传递。

### 1.2.3 地震时大数据传输模块

地震时大数据拥堵实时传输可采用的方式有很多,本文基于 Python 交互平台,通过 CDMA 传输方式与 VPDN 组网方式相结合实现数据流传输。CDMA 传输使用 CDMA 路由器传输测点数据,此种方式符合中国 IP 传输标准,具备以下特性:

(1) 因上述已经将数据流实行了转码操作,所以可有效降低时延,系统整体稳定性较强,具有可靠性;

(2) 设备具有透明属性,中心除了接入带宽和光纤存在差异,其他和光纤设置基本相同,由此可以使内部数据保存 180 天以上,保障了数据日后的可利用性;

(3) 方便维护,通用性能良好,例如光纤线路互换时仅需简单更改网络配置,无需增添任何其他设备,且通用性能强,对其他设备的依赖性弱。

在 CDMA 传输模块下,采用 VPDN 组网方式,利用虚拟拨号实现网络接入,并构建一个单独的虚拟专用网,选取 CDMA 数据传输专用卡在每个测点端安装传输模块,再开始拨号上网,接着将所有拨号接入点利用软件实现地址配置。一个 IP 与一个测点对应,各传输模块将收到的数据流使用传输专用网上传至核心模块,然后经过传输专线传输至监测中心。

VPDN 组网方式存在以下特性:

(1) 认证服务器在观测中心,具有可靠性;

(2) 无需通过公网,可以直接采用专网实现数据传输,且系统不易被外网攻击,安全性能强;

(3) 除了台站设备能够利用 VPDN 接入监测中心实现数据传输,相关人员出差时也能够接入测点中心<sup>[11-12]</sup>。

选择上述传输方式的主要原因为:如果出现信号断开或断网的状况,可以先通过电话咨询运营商,询问信号正常与否,假设信号良好,那么原因可能出现在测点端,需要检测无线传输模块,这样可以减少故障检测步骤,节省时间。

### 1.2.4 系统维护模块

系统维护模块的设计主要以区域中心和信息节点日常运维相关人员工作流程为出发点,以简化运维人员冗余工作为原则,基于工作流程对运维管理模块的功能单元进行设计。

在设计各功能单元之前,为了进一步保障系统运行的安全性,对人员权限进行分析。在正常的地

震时大数据拥堵实时传输系统中,用户权限可划分成三类:一为系统管理人员,二为业务管理人员,三为普通用户。其中系统管理人员拥有包含用户与节点增减等权限,而业务管理人员拥有区域中心管理和系统各节点数据管理等权限。系统管理人员负责的区域有对应的运维人员,各业务员与负责区域的其他运维员相对应,一般用户与系统各节点运维员相对应。

区域中心的运维员不仅需要负责区域中心的运维,还要负责系统中各信息节点的管理。系统维护模块各功能单元如图 3 所示。从图中可见,区域中心的运维员将运维信息下发给节点运维员,节点运维员接收到通知之后进行回复;区域中心的管理人员会对监测中心的值班情况进行安排,并将每天的值班人员信息显示在公告栏;区域中心值班者要在设定的时间测试监测中心与测点之间的通讯情况。

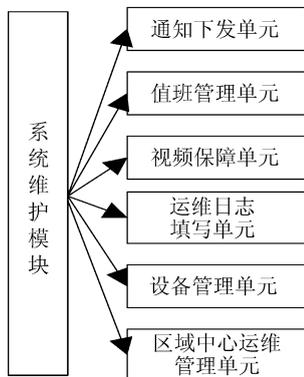


图 3 系统维护模块各功能单元

Fig.3 Each functional unit of system maintenance module

### 1.3 系统软件设计

地震时大数据拥堵实时传输系统软件与一般的传输软件相似,主要由收包和发包两部分组成:采集到地震视频数据后传输至数据传输模块中,针对视频传输系统而言,这是一个收包的过程;将数据打包传输回测点,则是一个发包的过程。其中比较重要的是收包过程。

收包过程中,在接收到数据之后要等待规定时间,再对数据情况进行读取。假设返回为是,则表示可以接收数据;假设返回失败,则要将无线模块设置为最初状态。图 4 为收包运行流程。

## 2 实验结果与分析

以验证基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统性能为目的,与文献[4]、[5]所提系统作对比,进行一次相关性实验。实验环境如下:一台计算

机,其硬件配置为 Pentium (R) Dual-Core CPU E5400@2.70GHz,内存 4.0 GB。

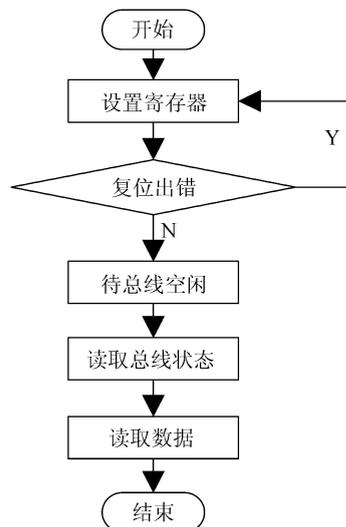


图 4 收包运行流程

Fig.4 Packet receiving process

在确保实验网络顺畅后对系统性能进行测试,特别是要对数据传输时的响应延迟和安全性方面进行测试。实验对所选测点白天与晚上的数据进行对比检测,比较白天网络高峰期与晚上比较空闲时的数据,观察系统延迟等情况。结果如图 5、6 所示。

系统延迟越低,说明实时性越强。分析图 5 可知,本文所提基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统,其传输延迟始终处于较为平稳状态。本文利用视频转码模块对得到的视频进行转码,具体对输入的视频流按一帧帧的形式读取,按封装、解码等顺序进行高效处理,由此有效减少了视频转码的时延,也就降低了视频传输的时延。

对本文系统的安全性进行测试分析,主要通过外侵抵御成功率的测试来检验系统的安全性,外侵抵御成功率越高,表示安全性越强。结果如图 6 所示。

该系统利用 CDMA 传输方式与 VPDN 组网方式相结合实现视频流传输,其中的 VPDN 组网方式无需通过公网,可以直接采用专网实现数据传输,降低了被外网攻击的概率,安全性能强,拥堵问题得到缓解。且为了进一步保障系统运行的安全性,对人员权限方面进行设计,在系统登录和系统管理方面增强了系统的安全性。

经上述实验,证明了本文系统性能相比文献成果可靠,是一种可行的地震时大数据拥堵实时传输系统。

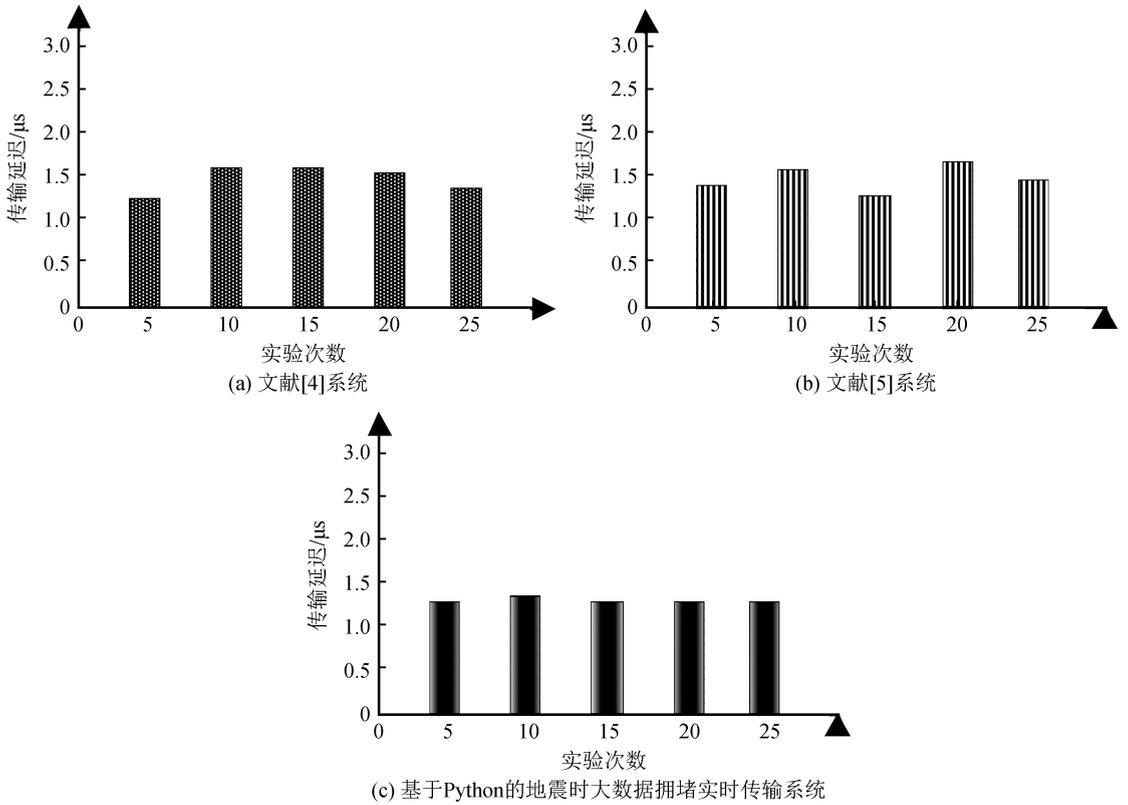


图5 不同系统延迟对比

Fig.5 Delay comparison of different systems

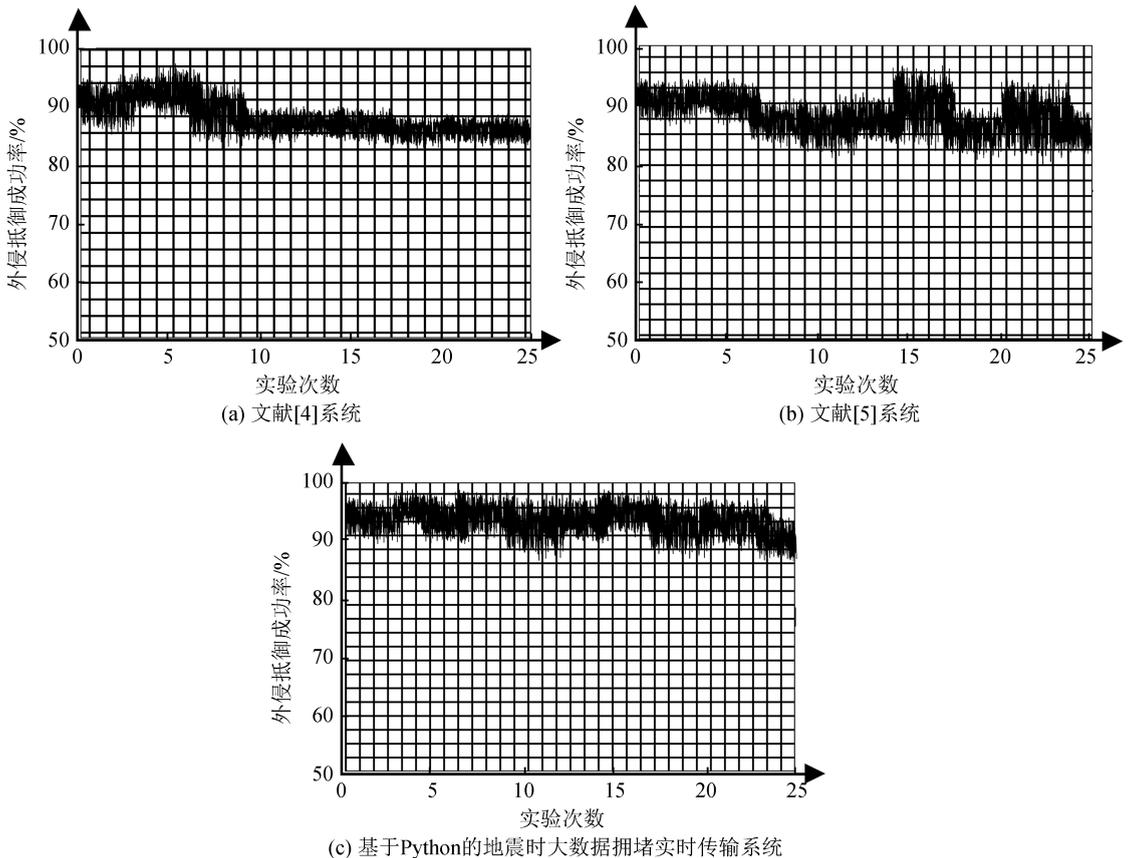


图6 不同系统安全性对比

Fig.6 Security comparison of different systems

### 3 结语

鉴于当前地震时数据传输系统存在的拥堵问题和现实的迫切需求,提出并设计基于 Python 的地震时大数据拥堵实时传输系统。系统根据软硬件结合的方式设计完成,并通过实验对整体性能进行了测试。结果表明,该系统传输延迟始终处于较为平稳状态,传输安全性得到保证,数据传输拥堵问题得到缓解。

针对下一步研究提出以下建议:因地震时数据传输流量比较大,接下来可以对如何在数据流不丢失的情况下进一步降低传输成本进行考虑。在一些非常偏远的地方,信号相对薄弱,地震时大数据流网络视频传输的实时性会有所降低,数据的完整性也无法很好地保证,该方面需要进一步完善。一些老式的接口互联方面还待优化,当前阶段要实现完完全全的传输还有些难度,可以考虑改善数据传输接口。

### 参考文献(References)

- [1] 陈新房,刘庆杰,王金峰.基于云计算的地震预警网络系统的设计与实现[J].地震工程学报,2018,40(3):574-581.  
CHEN Xinfang, LIU Qingjie, WANG Jinfeng. Design and Implementation of an Earthquake Early Warning Network System Based on Cloud Computing[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(3): 574-581.
- [2] 张硕,杨婷,李博.基于 DM6467 的视频实时压缩与传输系统的设计[J].电子器件,2017,40(3):617-621.  
ZHANG Shuo, YANG Ting, LI Bo. Design Real-Time Video Compression and Transmission System Based on DM6467[J]. Chinese Journal of Electron Devices, 2017, 40(3): 617-621.
- [3] 顾小祥,周杰,杜景林.基于 Mesh 网的气象观测视频监控系统设计[J].计算机工程与设计,2016,37(1):81-85.  
GU Xiaoxiang, ZHOU Jie, DU Jinglin. Design of Meteorological Observation Video Surveillance System Based on Mesh Network[J]. Computer Engineering and Design, 2016, 37(1): 81-85.
- [4] 刘德彪,李夕兵,李响,等.基于 LOF 的 K-means 聚类方法及其在微震监测中的应用[J].中国安全生产科学技术,2019,15(6):81-87.  
LIU Debiao, LI Xibing, LI Xiang, et al. K-means Clustering Method Based on LOF and Its Application in Microseismic Monitoring[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2019, 15(6): 81-87.
- [5] 辛晶,王巍,夏登友,等.地震灾害消防搜救力量优化分配模型研究[J].消防科学与技术,2019,38(7):997-1001.  
XIN Jing, WANG Wei, XIA Dengyou, et al. Optimization Allo-

- cation Model of Fire Search and Rescue Forces in Earthquake Disasters[J]. Fire Science and Technology, 2019, 38(7): 997-1001.
- [6] 高洋,闵照旭,颜其中.地震监测数据三维交互式实时显示系统的开发[J].震灾防御技术,2016,11(2):412-419.  
GAO Yang, MIN Zhaoxu, YAN Qizhong. Development of 3D Interactive Real-time Display System for Seismic Monitoring Data[J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 2016, 11(2): 412-419.
- [7] 康凯,李卫东,李盛乐.地震现场准实时视频直播系统应用研究[J].大地测量与地球动力学,2016,36(5):464-466.  
KANG Kai, LI Weidong, LI Shengle. The Design of a Quasi-Real-Time Broadcast System in Earthquake Scene[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2016, 36(5): 464-466.
- [8] 郭志宇,郭安宁,白雪见,等.基于视频监控系统的突发灾害应急评估技术可行性研究[J].中国安全生产科学技术,2017,13(5):122-127.  
GUO Zhiyu, GUO Anning, BAI Xuejian, et al. Feasibility Study on Emergency Assessment Technology of Sudden Disaster Based on Video Surveillance System[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2017, 13(5): 122-127.
- [9] 王彤,赵琳,何锋.航空电子音视频传输 AVB 以太网网络[J].电光与控制,2016,23(1):1-6.  
WANG Tong, ZHAO Lin, HE Feng. Research on Audio Video Bridging (AVB) for Avionics Network[J]. Electronics Optics & Control, 2016, 23(1): 1-6.
- [10] 赵静,阎广建,焦中虎,等.SBDART 的参数化短波辐射传输模型[J].遥感学报,2017,21(6):853-863.  
ZHAO Jing, YAN Guangjian, JIAO Zhonghu, et al. Enhanced Shortwave Radiative Transfer Model Based on SBDART[J]. Journal of Remote Sensing, 2017, 21(6): 853-863.
- [11] 耿修堂,杜文,葛宁.嵌入式视频编码与无线传输系统研究[J].火力与指挥控制,2016,41(1):136-138,142.  
GENG Xiutang, DU Wen, GE Ning. Research on Embedded Video Frequency Processing and Wireless Transmission System[J]. Fire Control & Command Control, 2016, 41(1): 136-138, 142.
- [12] 王澜,戴贤春,习年生,等.基于概率模型的高速铁路地震预警实时性与准确性分析[J].中国铁道科学,2018,39(1):131-137.  
WANG Lan, DAI Xianchun, XI Niansheng, et al. Real Time and Accuracy Analysis of Earthquake Early Warning for High Speed Railway Based on Probability Model[J]. China Railway Science, 2018, 39(1): 131-137.
- [13] 邹霞玲,彭绍琴,皮依标.基于物联网的大型地震区域监控系统设计[J].地震工程学报,2018,40(5):1111-1117,1130.  
ZOU Xialing, PENG Shaoqin, PI Yibiao. Design of the Monitoring System for Large Earthquake Regions Based on the Internet of Things[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(5): 1111-1117, 1130.