

基于大数据的城市隧道风险评估 信息系统研究

廖志鹏 丁 浩 夏杨于雨 马 非

(招商局重庆交通科研设计院有限公司,重庆 400067)

摘 要 城市隧道在运营过程中由于环境的复杂性等可变因素较多,运营中存在风险的几率增加。为了有效控制和管理城市隧道在运营中存在的风险,文章基于大数据和互联网技术,通过对城市隧道运营中存在的风险因素及机理进行研究,建立了基于 Web 的运营风险事故数据库和风险评估信息系统,并对运营过程中出现的各种风险因素进行实时采集,分析其中可能存在的风险,从而对城市隧道运营过程中存在的风险进行实时评估和管理。

关键词 城市隧道 大数据 风险评估 Web

中图分类号:U459.9

文献标识码:A

1 引 言

我国城市隧道的建设起步较晚,但发展飞速,目前国内部分隧道已经基本实现了机电系统的在线智能化监控,包括通风照明系统、闭路电视、紧急电话、烟雾和 CO 浓度探测装置、火灾报警、电子情报板、车道信号灯、隧道内车辆行驶状态等,这些子系统和中央控制系统相关联,能实时在线了解各个子系统的运行状态,反映出隧道运营安全水平。但是针对隧道运营过程中的风险实时评估却没有深入进行相关的研究,只进行了相关数据的采集,却没有深入进行综合分析,不能对城市隧道运营中的存在风险进行实时预警和控制。因此,针对城市隧道运营特点进行风险实时评估,是一项具有重大实际意义的工作。

本文将针对城市隧道所处的复杂外界环境和所具有的交通特征,以实时监测、监控技术为手段,在海量、多元异构数据融合和智能关联的基础上,形成基于 Web 的城市隧道事故数据库,并通过大数据分析技术、物联网技术及智能云计算技术,搭建

风险评估信息系统,实现城市隧道风险管控的智能化、信息化和远程可视化。

2 城市隧道风险管理现状

目前,世界各国正在积极的开展隧道信息化系统的研发工作,有许多国家已经成功研制出了相关信息系统并广泛使用。例如:韩国 Yoo 等人研制的 TURJSK 系统,该系统主要基于 GIS 系统作为隧道施工风险评估框架,并引入人工智能(AI)的概念让第三方可对隧道开挖引起的周围环境变化的风险进行评估;同济大学研发的盾构隧道施工风险管理软件 TRM1.0 主要以风险数据库作为后台数据支持,并采用专家调查法和 CIM (Controlled Internal and Memory Models) 模型,将风险指标作为评价标准,从而实现对隧道的风险辨识、风险评估和决策。这些风险评估信息系统主要应用于隧道施工阶段,具有较高的信息化水平。但是,这些风险评估信息系统依然存在以下几个方面的不足:

(1)难以应用于城市隧道运营阶段

由于当前国内外开发的隧道风险评估系统与

修改稿返回日期:2018-08-06

作者简介:廖志鹏(1987-),男,硕士,工程师,主要从事公路隧道机电监控、养护管理软件等开发工作,E-mail:284920980@qq.com.

设备多针对隧道工程的施工阶段,直接将其应用于城市隧道运营风险评估,存在很大的误差性,无法准确评估隧道风险,风险评估参考性不强。

(2) 数据利用率低

城市隧道所处外界环境复杂,隧道监控数据、结构数据、环境数据相互独立,在没有数据关联及相关数据管理的情况下,数据利用率极低。

(3) 信息共享程度低

在城市隧道运营过程中,存在多个不同类型的监控系统及平台(如隧道机电监控、隧道养护管理系统等),系统及平台之间没有进行数据交互的接口,导致信息不共享,给信息的交流与互通带来极大困难。

3 城市隧道风险评估信息系统的总体思路及系统构成

针对城市隧道运营阶段开发一套风险评估信息系统,充分利用监控、结构、环境等数据,保证数据间可以高效的互联互通,并建立城市隧道运营风险事故数据库,为风险评估提供数据支撑,并根据这些数据建立多元异构数据融合风险评估算法,实时分析和高效利用隧道监测数据,从而为城市隧道风险评估提供信息化数字化手段,实现城市隧道运营风险实时评估。

3.1 系统总体框架

城市隧道风险评估信息系统主要采用 B/S 架构进行开发,系统后台主要采用 Python 语言作为后台编程语言并结合 Django 框架实现后台数据处理与 Web API 接口;系统前端主要采用 Vue 框架进行开发。Vue 一套用于构建用户界面的渐进式框架是自底向上逐层应用,Vue 的核心库只关注视图层为用户提供了更加快捷、方便的开发渠道。

3.2 系统构成

按照系统设计的总体框架和功能需求,城市隧道风险评估信息系统在功能上主要包括:系统管理、风险运营事故数据库、事故特征分析、实时数据采集、风险评估。系统组成如图 1 所示。

(1) 系统管理。主要用于实现系统基础信息管理,包括用户信息、权限信息、系统基础信息等配置与管理。

(2) 风险运营事故数据库。主要是对城市化以来国内外典型城市隧道发生的运营安全事故数据,



图1 风险评估信息系统组成

Fig. 1 The system composition

包括事故发生的位置、时间、类型、原因及损失等,构建城市隧道风险运营事故数据库。

(3) 事故特征分析。通过分析风险运营事故数据库数据,并结合城市隧道事故发生规律、风险特征,对各类事故特征进行统计与分析。

(4) 实时数据采集。实现对隧道动态监测数据(设备监测、交通、结构、环境、气象等)的实时采集。

(5) 风险评估。结合实时监测数据,在大数据技术及智能云计算技术的基础上,综合风险评估方法实现以定量分析为主、定性分析为辅的城市隧道风险综合评分。

4 城市隧道风险评估信息系统的关键技术

4.1 基于 Web 技术的系统集成

根据系统需求,系统部署在云端服务器并采用前后端分离的模式进行开发。为了有效地利用监控、结构、环境等数据,与云端服务器实现有效交互,Web 技术的应用成为了必然的选择。

本文中城市隧道风险评估信息系统通过后台服务器提供的 Web API 接口实时获取隧道监控、结构、环境等数据,实现监测数据的实时采集。后台 Web API 接口主要包括:设备数据、交通数据、结构数据、隧道运营环境数据、气象数据和第三方平台数据等。

4.2 基于大数据的隧道事故信息提取技术

城市隧道风险评估信息系统通过对隧道运营事故数据进行分析,从中提取事故特征信息,并为风险评估提供样本信息。由于传统的信息提取方式依托于人工进行信息搜索、获取、分析、提取、录入数据库,在信息的获取上存在非常大的局限性和误差,因此,如何通过计算机自动搜索、获取、分析、提取事故数据成为本文隧道事故信息提取技术研究的重点。

为了有效、准确地在互联网大数据的环境下获取城市隧道运营事故数据,系统采用了基于 Python 爬虫的网络数据爬取技术在海量数据中获取有价值的隧道事故信息,通过 Scrapy 网络爬虫框架编写多个爬虫,每个爬虫根据特定的关键字在互联网上搜索并爬取相应数据,对获取的信息进行智能分析,从中提取出关键数据并存入数据库。Scrapy 框架为爬虫提供了 Timer 定时器,通过定时器爬虫可以在一天中被定时唤醒并执行爬取任务,从而实现城市隧道运营事故数据的自动获取与信息提取功能。

4.3 风险评估技术

城市隧道风险评估技术主要通过计算隧道的风险势 RP(Risk Potential)与风险源数据特征进行对比分析,得出当前隧道风险综合评估得分。在计算风险势中主要考虑隧道长度、类型、交通量、车辆类型、设计时速、事故形态、发生位置、发生时间和直接原因等 9 项因素,根据隧道实际情况对这 9 项风险因素分别分配风险比率因子,计算各类风险所占比重,并根据比重及风险类型进行风险分级。在进行风险评估时,系统通过实时采集监测信息,并将监测信息与风险源数据进行特征对比,找到特征量相似程度最高的一组,计算各类风险所占百分比,并根据隧道当前风险分级情况计算分级百分比,最后根据分级百分比进行加权计算,得到最终的风险综合评估得分。风险综合评估流程如图 2 所示。

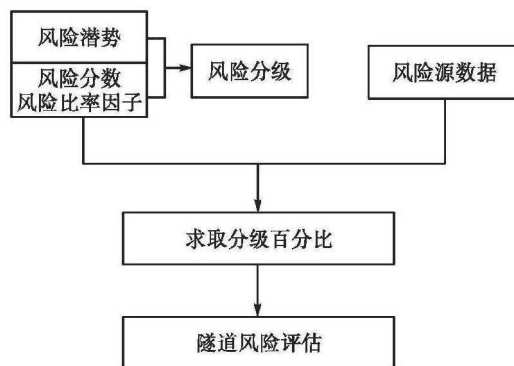


图2 风险综合评估流程

Fig. 2 The comprehensive risk assessment process

5 系统应用

城市隧道风险评估信息系统以 MySQL 作为系统核心数据库,整个系统独立运行在服务器上,并采用前端模块和后台模块分离的方式进行开发,系统整体业务逻辑清晰,易维护。系统主界面见图 3。



图3 系统主界面

Fig. 3 Main interface for system

系统通过风险运营事故数据获取风险评估所需的样本数据,并根据事故类型不同,将事故数据以事故形态、事故原因、发生位置、发生时间、隧道类型、隧道长度和车辆类型等不同进行分类存储。事故信息管理界面如图 4 所示。

系统通过调用事故信息特征模块,对数据库中风险运营事故数据进行特征值提取。根据特征值类型不同主要分为:时间分布特征、空间分布特征、事故形态分布特征、事故成因分布特征、隧道每延米事故分布特征和车辆类型分布特征等。由系统的风险源识别模块对特征值进行分析,并得出当前主要风险源数据。图 5 所示为风险源特征分析界面。



图4 事故信息管理界面

Fig.4 Management interface for accident information

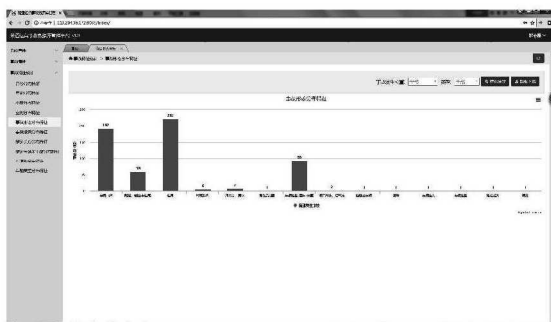


图5 风险源特征分析界面

Fig.5 Character analysis interface for risk source

系统通过实时获取隧道动态监测数据(设备监测、交通、结构、环境、气象等),并根据风险评分类型进行评分,再将风险评分数据由风险源特征值所

占权重进行加权计算,从而得到当前隧道实时风险评估综合得分。在系统中可以通过查看风险详情,查看风险评估各项得分情况。风险综合评估界面如图6所示。

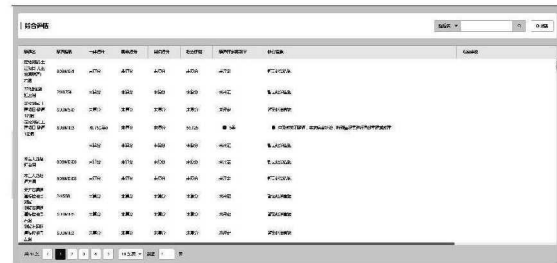


图6 风险综合评估界面

Fig.6 Comprehensive evaluation interface for risk

6 结 论

本文主要基于大数据技术进行了城市隧道风险评估信息系统的开发研究,构建了城市隧道的实时数据在线监测与隧道运营事故数据库系统,通过对海量的隧道事故数据进行特征分析,提取出有效的事故数据,可为隧道风险评估系统提供数据支撑,提高系统精确度,实现了城市隧道风险综合评分。隧道管理人员可以通过城市隧道风险评估系统及时预防事故的发生,极大的提升了隧道的安全性,保障了人民财产的安全。

参考文献

References

- [1] 罗 勇,李玉文,袁家伟,刘大刚,王明年. 高速公路隧道运营安全风险评估研究[J]. 现代隧道技术,2016,(6):25-30.
LUO Yong,LI Yuwen,YUAN Jiawei,LIU Dagang,WANG Mingnian. Study on Risk Assessment of Highway Tunnel Operational Safety[J]. Modern Tunnelling Technology,2016,(6):25-30.
- [2] 王 岩,黄宏伟. 地铁区间隧道安全评估的层次-模糊综合评判法[J]. 地下空间与工程学报,2004,(3):301-305.
WANG Yan,HUANG Hongwei. Hierarchy-Fuzzy Comprehensive Judgment for Safety Evaluation of Metro Running Tunnel[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering,2004,(3):301-305.
- [3] 林 志,吴森阳. 隧道运营安全风险评估方法[J]. 中国公路,2016,(5):110-114.
LIN Zhi,WU Senyang. The Risk Assessment Method of Tunnel Operation Safety[J]. China Highway,2016,(5):110-114.
- [4] 陈建勋,罗彦斌,姜久纯. 运营公路隧道安全评估[J]. 现代隧道技术,2006,(4):68-71.
CHEN Jianxun,LUO Yanbin,JIANG Jiuchun. The Safety Assessment of a Road Tunnel[J]. Modern Tunnelling Technology,2006,(4):68-71.
- [5] 王永红,刘 兵,张永刚. 渤海湾海底隧道运营风险评估分析[J]. 中国工程科学,2013,(12):107-112.
WANG Yonghong,LIU Bing,ZHANG Yonggang. Risk Assessment on Bohai Bay Subsea Tunnel in Its Operational Period[J]. Engineering Science,2013,(12):107-112.

- [6] 陈 涛,高 鹏,杜雪涛,朱艳云,薛 娜.运营商业务安全风险评估方法研究[J].电信工程技术与标准化,2013,(11):71-75.
CHEN Tao,GAO Peng,DU Xuetao,ZHU Yanyun,XUE Shan. Research on Risk Evaluation Method for Operators Service Security [J]. Telecom Engineering Technics and Standardization,2013,(11):71-75.
- [7] 顾雷雨,黄宏伟,胡群芳.对某拟建海底隧道运营期的风险评估[J].地下空间与工程学报,2007,(增1):1236-1240+1254.
GU Leiyu,HUANG Hongwei,HU Qunfang. Risk Assessment on One Sub-sea Tunnel in Its Operational Period[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering,2007,(S1):1236-1240+1254.
- [8] 崔根群,林大涌.地铁盾构隧道下穿既有运营铁路施工风险评估[J].建筑机械,2018,(4):63-67.
CUI Genqun,LIN Dayong. Construction Risk Evaluation of Shield Tunnel Underneath an Existing Operational Railway [J]. Construction Machinery,2018,(4):63-67.

The Big Data-based Study on the Information System of Risk Assessment in the City's Tunnel

LIAO Zhipeng DING Hao XIA Yangyuyu MA Fei

(China Merchants Chongqing Communication Research & Design Institute Co.,Ltd.,Chongqing 400067)

Abstract Because of many variable factors in the operation of city tunnel such as the complexity of environment etc., the potential risks in the operation will increase. In order to effectively control and manage these risks in the operation of city tunnel, the web based operation incident risk database and risk assessment system are established based on the big data and the Internet technology, and based on the study of existing risk factors and mechanisms. It collects the various risk factors in the process of city's tunnel operation at real time and analyses the potential risks in the operation, aiming at timely estimating and managing the potential risks in the process of operation of city tunnel.

Keywords City tunnel; Big data; Risk assessment; Web