

基于大数据的应急救援云平台构建应用研究

刘小满^{1*}, 朱 叶², 莫洁安^{1#}

¹广西民族师范学院数学与计算机科学学院, 广西 崇左

²广西安全工程职业技术学院信息安全学院, 广西 南宁

收稿日期: 2025年9月11日; 录用日期: 2025年10月21日; 发布日期: 2025年10月29日

摘 要

本文运用大数据技术、物联网技术、云计算技术构建了一个大数据应急救援云平台。该平台总体架构分为基础设施层、数据层、支撑层、应用层, 服务架构采用B/S、C/S、分布式集群相结合的模式, 数据存储及处理综合运用Hadoop、Hive、Kafaka、Spark等大数据技术, 功能涵盖监测预警、应急预案启动、应急通信、智能指挥、灾后损失评估。该平台的建设为应急管理决策提供了基于大数据的科学支持, 有助于提升对各类突发事件的应变能力。

关键词

大数据, 物联网, 云计算, 应急救援云平台, 应急预案启动

Research on the Application of Big Data in Building an Emergency Rescue Cloud Platform

Xiaoman Liu^{1*}, Ye Zhu², Jie'an Mo^{1#}

¹School of Mathematics and Computer Science, Guangxi Minzu Normal University, Chongzuo Guangxi

²School of Information Security, Guangxi Vocational College of Safety Engineering, Nanning Guangxi

Received: September 11, 2025; accepted: October 21, 2025; published: October 29, 2025

Abstract

This paper adopts big data technology, Internet of Things (IoT) technology, and cloud computing technology to construct a big data emergency rescue cloud platform. The overall architecture of the

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 刘小满, 朱叶, 莫洁安. 基于大数据的应急救援云平台构建应用研究[J]. 软件工程与应用, 2025, 14(5): 1155-1161. DOI: 10.12677/sea.2025.145102

platform is divided into the Infrastructure Layer, Data Layer, Support Layer, and Application Layer. The service architecture adopts a combined mode of B/S (Browser/Server), C/S (Client/Server), and distributed cluster. Data storage and processing comprehensively utilize big data technologies such as Hadoop, Hive, Kafka, and Spark, with functions covering monitoring and early warning, activation of emergency plans, emergency communication, intelligent command, and post-disaster loss assessment. The construction of this platform provides data-driven scientific support for emergency management decisions and helps improve the response capacity to various emergencies.

Keywords

Big Data, Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Emergency Rescue Cloud Platform, Activation of Emergency Plan

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

大数据技术在应急救援领域的应用日益增多,已引起国内外应急管理领域学者的高度关注。发达国家通常拥有更为成熟的应急管理体系和较为完善的信息技术基础设施,如美国的“国家应急响应框架”(National Emergency Response Framework)为美国在面对各类突发事件时提高了应急响应的速度和强度[1]。国内,大数据技术在应急救援领域的应用起步较晚,因此国家层面高度重视这一领域的发展,出台了一系列政策支持数据驱动的应急管理改革。国内已有一些大数据在应急管理领域的应用案例,如08年汶川大地震,运用卫星遥感技术进行受灾区域的监测和数据收集,随后用大数据技术进行数据分析。

但现有应急救援领域的大数据技术应用仍较为浅显,存在诸多问题,如灾害监测预警水平参差不齐,数据管理重采集、轻分析等,造成了数据建模及可视化的应用瓶颈[2]。因此,建设一个基于大数据的应急救援云平台,实现对各种突发事件和灾害数据的多源数据采集、融合、智能化分析是应急救援领域智能化发展的必然趋势。为此,本研究运用时下最热点的大数据、物联网、云计算技术建设集灾害监测预警、应急预案启动、动态资源调度、决策支持、智能指挥、灾后评估于一体的应急救援云平台,以提高应急救援的快速响应能力、精准度和资源利用效率。

2. 架构设计

2.1. 总体架构设计

大数据应急救援云平台总体架构分为4个层次:基础设施层、数据层、支撑层、应用层。

(1) 基础设施层。基础设施层是大数据应急救援云平台的最底层,它为整个平台的运行提供稳定、可靠、高性能的计算、存储和网络资源。它包括硬件设施、数据中心、网络连接和必要的软件环境,确保平台能够高效地处理和分析大量数据。高性能的服务器集群,用于处理大量的计算任务;包括硬盘阵列、固态存储等,用于存储大量的数据;交换机、路由器、防火墙等,用于构建稳定的网络环境;传感器和监控设备,用于实时监测硬件设施的运行状态。联网设备,包括传感器、摄像头、无人机、卫星通信等,用于收集现场数据。通信网络,包括有线、无线、卫星等多种通信方式,确保数据传输的稳定性。

(2) 数据层。数据层是大数据应急救援云平台的核心层,负责数据的采集、存储和管理。它从不同的数据源(如数据库、文件、外部平台、物联网设备等)中识别、定位、抽取所需数据,将原始数据转换成统一的格式,以便进一步处理和分析,将转换后的数据加载到数据仓库中。它为整个云平台提供了大容量的数据存储空间,还提供数据备份、数据恢复服务,为上层应用提供数据查询、计算和分析服务。支持高速的数据读写操作,满足大数据处理需求。采取多种安全措施,保护数据不被非法访问和破坏。

(3) 支撑层。大数据应急救援云平台的支撑层是整个平台的中坚力量,它为上层应用提供必要的资源和支持,包含空间应用支撑、业务应用支撑和感知应用支撑[3]。空间应用支撑主要是利用地理信息平台(GIS)、遥感技术等空间信息技术,为应急救援提供地理空间信息的支持,确保救援行动能够精准定位和高效规划,提供在线地图浏览、打印、查询等服务,通过卫星或无人机获取灾区影像,进行灾害监测。业务应用支撑为应急救援云平台提供业务流程和逻辑支持,确保救援业务的顺畅运行。实现业务规则的自动化执行,减少人工干预。提供标准化的接口,便于不同业务平台之间的集成。如 Drools、Jess 等。感知应用支撑层利用物联网设备和技术,为应急救援现场提供实时监测和感知数据的支持,通过传感器、摄像头等设备收集环境数据,将感知数据实时传输到应急救援平台。对感知数据进行初步处理,如过滤、聚合等,主要涉及传感器技术、无线通信技术。支持多种类型的感知设备,覆盖广泛的监测需求。

(4) 应用层。大数据物联网应急救援云平台的应用层是平台最接近用户的一层,它直接面向救援工作人员、决策者、受灾群众等用户,提供具体的业务应用服务。它基于下层服务(如支撑层、数据层等)提供的资源和支持,开发并部署各种应急救援应用,以满足救援行动中的各种需求,如救援指挥调度、实时监控、预警发布、信息上报、资源调配、数据分析与决策支持、应急通信、灾后评估等。如 HTML、CSS 等,用于构建 Web 端的救援应用。用于地图展示、空间数据分析等的 GIS 技术, D3.js、ECharts 等数据可视化技术,用于预测灾情发展、优化救援路径等的人工智能与机器学习技术。

大数据应急救援云平台的总体架构设计如下图 1 所示。

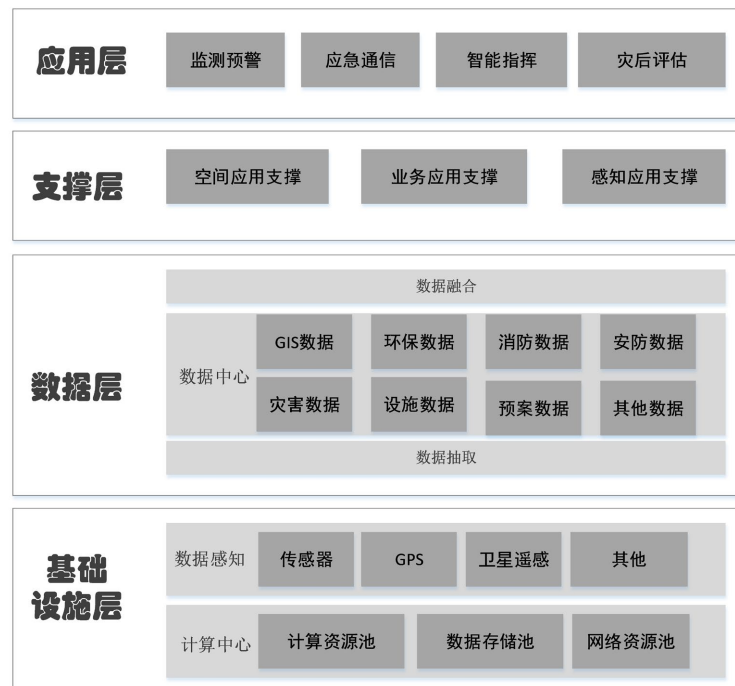


Figure 1. Overall architecture design of the big data emergency rescue cloud platform
图 1. 大数据应急救援云平台总体架构设计图

2.2. 服务架构设计

大数据应急救援云平台采用 B/S、C/S、分布式集群相结合的服务架构，以满足不同的应用场景和需求。

(1) B/S、C/S 混合架构[2]。大数据应急救援云平台在前端部分采用 B/S 架构下的 Vue.js 单页渐进式应用。基于 MVVM 设计的 Unity 高效率 UI 框架。用户界面使用基于 Vue 的 Vuctify 作为主要样式库，Bootstrap-Vue 作为次要样式库。这些技术框架主要负责前端的数据采集、用户界面交互和前端数据展示，其他的后台管理、数据管理和可视化图表等业务功能则主要采用 C/S 模式设计。

(2) 分布式集群架构。分布式集群架构，则是现代大数据处理的核心。将不同的系统部署在不同的服务器群组上，同一群组多台服务器可同时并行处理相同事务。在应急救援云平台的设计和实现中，集群架构能够提供高可靠性、高性能的数据处理能力，特别是在处理海量的非结构化视频和图像数据、大数据分析计算等方面。分布式集群能够在硬件资源、计算能力以及数据处理需求之间进行智能分配和平衡，有效地提高了系统的数据处理速度和响应速度，确保了应急响应的高效与精准。

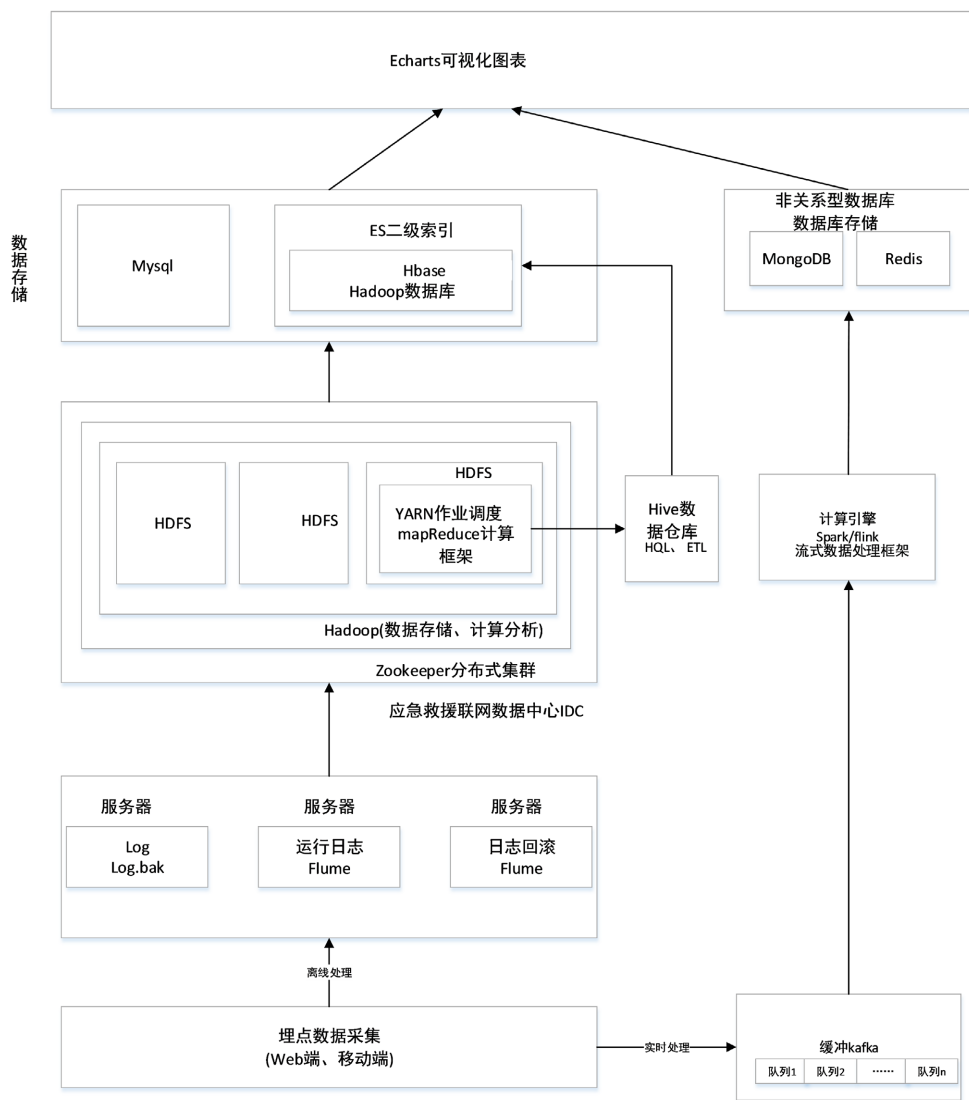


Figure 2. Data processing flow chart
图 2. 数据处理流程图

2.3. 数据流转设计

数据分为实时处理和离线处理两种方式[4]。对数据产生后需要立即被处理和分析的采用实时处理,如实时气象数据、实时视频与图像数据、实时生命体征等。对产生后一段时间内(如小时、天、周)需要被批量处理的数据进行离线处理,如历史灾害数据、历史救援行动数据、部分用于分析和报告生成的埋点数据。

(1) 实时数据处理。在前端代码中,根据业务需求定义埋点事件,如页面访问、按钮点击、表单提交等,当用户与前端界面交互时,触发埋点事件,收集相关数据。将采集到的数据按照一定的格式(如 JSON)进行封装,以便传输和处理。通过前端页面将数据请求发送到后端服务。后端服务提供一个 API 接口接收前端发送的埋点数据,并通过 Kafka 客户端与 Kafka 集群建立连接,将埋点数据写入 Kafka 队列。在 Spark 或 Flink 中创建一个流式处理应用,配置 Kafka 作为数据源,持续从 Kafka 队列拉取数据,并按照定义的逻辑进行处理。处理后的数据被输出到 MySQL、MongoDB 和 Redis 数据库中存储,被用于进行实时数据分析和动态可视化图表,如实时灾区信息、实时物资信息。

(2) 离线数据处理。离线数据处理主要用于生成储备应急预案、灾后救援效果评估、历史灾情评估等,处理对象有历史数据、第三方系统导入数据和部分前端埋点数据。将这些采集到的数据先存储到服务器,然后传输到应急救援平台的联网数据中心(IDC)。IDC 采用 Zookeeper 分布式服务框架,内置 Hadoop 分布式文件系统(HDFS)和分布式计算框架(MapReduce),用于处理大规模数据集的并行运算。原始资料数据直接采用结构化数据库 MySQL 存储,如历史灾害数据、影像资料、遥感影像数据或人工输入的数据等,更复杂的数据查询和分析,如可视化图表建模数据,则在 Hive 仓库进行处理后再转入 HBase 中存储。

大数据应急救援云平台的数据流转设计如图 2 所示。

3. 功能设计

(1) 监测预警子系统。监测预警子系统是该平台的关键组成部分,主要负责对灾害风险进行实时监测、分析评估和预警发布。监测预警子平台通过对各类传感器、监测设备、卫星遥感、气象预报、地理信息、第三方平台等数据的采集、处理和分析,实现对潜在灾害的风险识别、评估及预警。该平台收集温度、湿度、风速、降雨量、水位、地质活动等传感器数据;接入视频监控平台的实时画面,直观监测现场情况;获取遥感影像数据,用于大范围的环境监测;获取气象部门的气象信息[5]。基于历史数据和专家知识,构建灾害风险评估模型;根据实时数据,动态评估灾害风险等级根据风险评估结果;设定预警阈值,当监测数据达到预警阈值时,自动生成预警信息;通过短信、邮件、APP 推送、广播等多种渠道,及时向相关部门和公众发布预警信息;根据预警级别,自动关联智能指挥子平台启动相应的应急预案。监测预警子系统功能设计如图 3 所示。

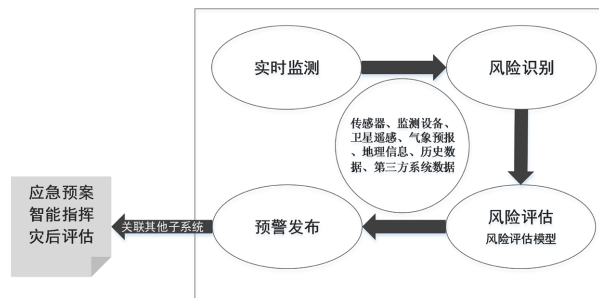


Figure 3. Monitoring and early warning subsystem
图 3. 监测预警子系统

(2) 应急通信子系统。应急通信子系统是整个平台的核心组成部分之一，通过集成多种通信手段和技术，保障在自然灾害、事故灾难、公共卫生事件等紧急情况下，救援组织与现场、救援组织之间以及救援组织与上级指挥中心之间的通信畅通。利用固定电话、宽带网络等有线通信资源，包括蜂窝移动通信、集群通信、卫星通信等无线通信资源[6]，借助各类物联网设备的接入和数据传输实现多模通信。根据通信需求，动态调整网络资源，优化通信质量。在通信网络或设备出现故障时，快速切换至备用网络或设备。根据应急预案，自动启动应急通信模式。在极端环境下，如地震、洪水等灾害中，依然能够保持通信能力，如利用无人机群应急通信技术，构建应急无人机通信基站群，迅速恢复灾区通信。应急通信子系统功能设计如图 4 所示。

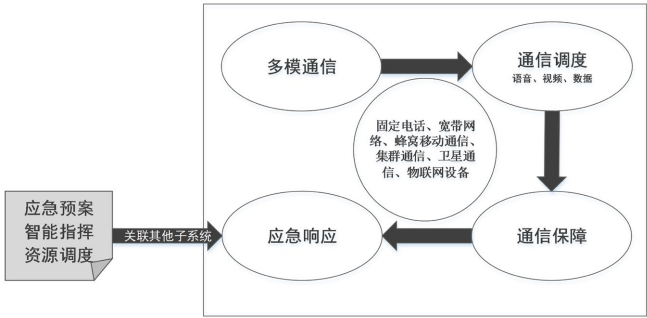


Figure 4. Emergency communication subsystem
图 4. 应急通信子系统

(3) 智能指挥子系统。智能指挥子系统是一个高度集成、智能化的决策支持平台，它利用大数据分析、物联网技术和人工智能算法，预测事态发展趋势，为应急救援行动提供实时、准确的指挥调度和决策支持。该平台关联接收监测预警子平台的预警信息，自动启动智能指挥流程；根据事故类型和等级，自动匹配相应的应急预案，然后智能推荐救援资源和人员调度方案，向救援队伍下达指令，实施救援行动；结合实时交通信息，为救援队伍规划最优救援路径；实时监控救援现场，动态调整救援策略；资源调度，结合灾情信息自动对资源优化配置管理，指挥资源调度；模拟演练，利用虚拟现实技术模拟救援场景，进行救援方案的预演，并对救援方案进行模拟演练，评估其可行性和效果；通过地图、图表等形式，直观展示救援现场的态势和救援进展；实时更新救援现场信息，动态调整救援策略，确保指挥决策的准确性。平台具备自主学习能力，能够根据历史数据和实时信息进行智能决策。平台能够快速响应，实时处理和分析数据，为救援行动提供即时支持。平台支持指挥人员与现场救援人员的互动交流，提高指挥效率。智能指挥子系统功能设计如图 5 所示。

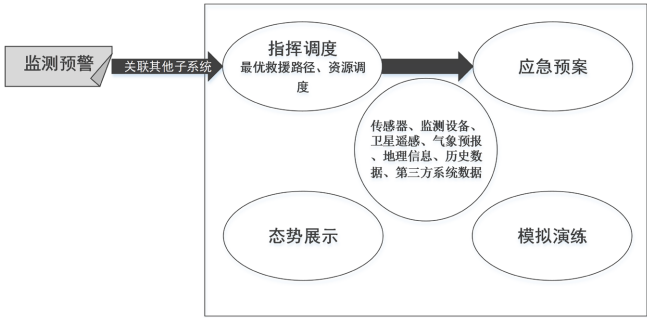


Figure 5. Intelligent command subsystem
图 5. 智能指挥子系统

(4) 灾后评估子系统。灾后评估子系统是一个综合性的信息处理和分析平台，它利用大数据技术和物联网设备收集的数据，对自然灾害或事故后的影响进行评估，评估灾害造成的损失、影响范围、恢复需求等，以便为后期灾后重建和灾害预防提供科学依据。损失评估，统计和分析灾害造成的人员伤亡情况，评估建筑、基础设施、财产的直接经济损失，分析灾害对生态环境的短期和长期影响。影响范围分析，利用地理信息平台(GIS)分析灾害影响的空间分布，评估不同区域受灾程度，划分受灾等级。恢复需求分析，评估基础设施的修复和重建需求，分析住房损毁情况，估算重建资金和资源需求，确定教育、医疗、交通等公共服务的恢复计划。风险评估，评估灾害再次发生的可能性和风险，分析受灾区域和人群的脆弱性，为减灾提供依据。可视化图表、报告生成，自动生成灾后评估报告，包括损失统计、影响分析、恢复计划等，通过图表、地图等形式直观展示评估结果。灾后评估子系统功能设计如图 6 所示。

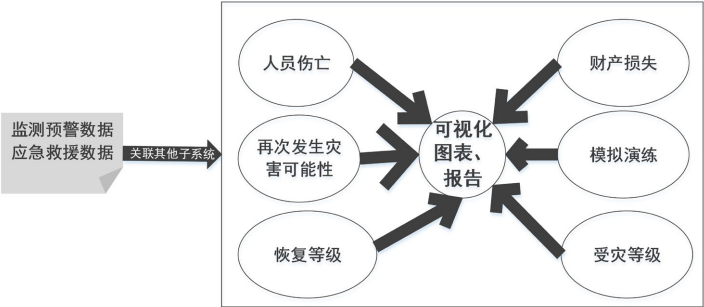


Figure 6. Post-disaster assessment subsystem
图 6. 灾后评估子系统

4. 结语

运用大数据技术、物联网技术、云计算技术建设大数据应急救援云平台，设计平台的总体架构、服务架构、数据处理流程和子系统功能，为应急救援信息化系统建设提供了参考，为应急管理部门提供了基于大数据的决策支持，有助于构建高效、智能、协同的应急救援体系，有助于提升应对各类突发事件的应变能力。未来，应急救援领域的研究应更加重视大数据、物联网、云计算等高科技的融合应用，构建更为科学的应急救援响应机制，以便为现代救援决策提供更强有力的高科技支持。

基金项目

2025 年度广西高校中青年教师科研基础能力提升项目《基于改进的卷积神经网络在白头叶猴面部识别的研究》(编号: 2025KY0928)阶段性成果。

参考文献

[1] 徐潇蓉. N 市应急预案管理存在的问题与对策研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2021.

[2] 李维欣, 冯建亮. 基于大数据分析的矿山地质灾害监测预警平台设计[J]. 中国金属通报, 2024(7): 85-87.

[3] 宋君, 陈沭. 胶州市城市水文预警系统研究[C]//河海大学, 中国水利学会. 探索“智慧水利”推动科技创新——2017(第五届)中国水利信息化技术论坛论文集. 胶州: 胶州市水文局, 2017: 199-202.

[4] 付琳. 大数据处理系统模式及其应用分析[J]. 集成电路应用, 2018, 35(12): 30-31.

[5] 李辰. 豫东平原农业智能化气象灾害预警与防御系统研究[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(21): 224-227.

[6] 付颖. 森林火灾移动指挥通信技术集成研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南林业科技大学, 2016.