

# 江苏防汛抢险应急管理建设规划研究

朱泽宇<sup>1</sup>, 陈四海<sup>2</sup>, 张成中<sup>2</sup>, 王晶晶<sup>2</sup>

(1. 扬州大学广陵学院, 江苏 扬州 225000; 2. 阜宁县自来水有限公司信息中心, 江苏 盐城 224400)

**摘要:**针对长江中下游汛情重、危害大和防御难等现状,以人工智能与智能软件为核心技术,研究科学数据支持下的防汛应急的自动知识推理与处置方案的自动生成与主动推荐。结合国内外学者对自然灾害应急管理的研究,对江苏防汛抢险应急管理能力的现状进行分析,在实现汛情语义数据管理的基础上,实现监测数据实时更新、汛情预测和自动预警。重点研究救援路径规划和救援物资调度等问题,提出了防汛抢险智能决策机制,实现抢险方案自动生成与主动推荐。通过建立江苏防汛抢险应急管理平台,推动长江中下游沿线基层综合减灾技术水平提升和能力建设,重点形成长江防汛的科学规范工作新思路。

**关键词:**防汛抢险; 物资调度; 路径规划; 智能决策

中图分类号:TV212 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)11-0065-04

## Study on construction planning of emergency management for flood control and emergency rescue in Jiangsu Province

ZHU Zeyu<sup>1</sup>, CHEN Sihai<sup>2</sup>, ZHANG Chengzhong<sup>2</sup>, WANG Jingjing<sup>2</sup>

(1. Guangling College, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China;

2. Information Center, Funing Water Supply Co., Ltd., Yancheng 224400, China)

**Abstract:** Aiming at the current situation of heavy flooding, great damage and difficult defense in the middle and lower reaches of the Yangtze River, artificial intelligence and intelligent software were used as core technologies to study the automatic generation and active recommendation of automatic knowledge reasoning for flood control emergency response and treatment schemes supported by scientific data. Combined with domestic and foreign scholars' research on natural disaster emergency management, current situation of flood prevention emergency management capabilities of Jiangsu was analyzed, and based on the realization of flood semantic data management, real-time monitoring data update, and flood forecast and automatic early warning were realized. Focusing on issues such as rescue route planning and rescue material scheduling, an intelligent decision-making mechanism for flood prevention and rescue was proposed to realize automatic generation and active recommendation of rescue plans. Through the establishment of emergency management platform for flood control and emergency rescue in Jiangsu Province, the technical level and capacity construction of comprehensive disaster reduction at the grassroots level along the middle and lower reaches of the Yangtze River were promoted, and the new ideas for scientific and standardized work of flood control in the Yangtze River were formed.

**Key words:** flood control and emergency rescue; material scheduling; path planning; intelligent decision

收稿日期:2021-08-28

作者简介:朱泽宇(1991—),男,硕士研究生,研究方向为人工智能及算法博弈论等。E-mail:zhu. zeyu@qq. com

经过多年的建设发展,江苏省防汛抗旱服务组织在数量、规模、能力等方面取得了一定的进展,并成功抗御了洪涝、干旱等各类突发灾害<sup>[1]</sup>。但是随着城市化进程的加快,不透水的硬化地面不断增加,原有的产汇流模式发生了变化,地表径流大幅增加,雨水管网、河道的汇水速率及汇水量都有所增加,城市防汛压力加大。公众对城市内涝的敏感度与关注度逐年提升,这也对防汛抢险应急管理工作提出了新的挑战<sup>[2]</sup>。面对新的防汛抗旱形势和复杂的水旱灾害,加快推进全省防汛防旱应急能力建设,提高水旱灾害应对能力,显得十分必要和迫切<sup>[3]</sup>。

各地为应对汛期突发状况积极筹备,南京市开展应急演练,采用无人机和无人船巡堤,以增加防汛巡堤预警的能力。无锡市研究水陆两栖车,为消防救援队伍的防汛工作提供强有力的保障。淮安市建设智慧化管理系统,科学提升应急防汛能力。

总的来说,目前江苏对防汛救援的研究已经取得了一定的成果。本文针对长江汛情监测预警与应急处置救援问题,运用深度学习技术,提高灾害预测的进度,研究动态多变的环境下防汛救灾任务分配,提高应急救援效率。基于语义数据管理的长江汛情监测预警与智能应急救援平台研发,有利于有效提升基层综合减灾能力。

## 1 需求分析

### 1.1 问题分析

江苏省独特的地理环境使得汛情类型十分复杂,长江河势变化可能导致的坍江,京杭大运河在南水北调高水位情况下的堤防渗流破坏、水库大坝的渗流破坏,里下河圩区圩堤坍塌,超历史暴雨情况下的城市内涝,薄弱工程的安全隐患等。加之地处南北气候的过渡地带,流域性、区域性、局部性洪水频发,且多为突发性、灾害性的暴雨洪水,沿海地区还要面对风暴潮的威胁<sup>[4]</sup>。极端天气频率的增加,也使得江苏省的防汛防旱任务繁重,对防汛防旱抢险能力提出了更高的要求。因此,要做好水旱灾害突发事件防范与处置工作,提高全省防汛防旱能力,保证防汛防旱工作依法、规范、有序地进行,最大限度地减少灾害损失,保障经济社会全面、协调、可持续发展。

### 1.2 功能需求

汛情监测预警与应急救援平台,利用大数据、云计算、人工智能等技术,实现防患点的监测、预警

和灾害应急救援方案生成等目标。

(1)防患点的监测与数据分析:防患点数据的接入、传输与分析,数据的高度集成。

(2)险情预测与自动预警:挖掘历史汛情的隐含价值,为预测算法提供基础,提高汛情在动态环境下的预测能力。

(3)汛情应急处置救援指挥方案生成:综合考虑安全风险和时间花费最小的最优救援路线生成,以救援及时、物资供给公平为目标,应急救援资源(救援人员及设备)调配方案生成。

### 1.3 功能要求

#### 1.3.1 精确度要求

精确度要求详见表 1。

表 1 精确度要求

操作类型	数据类型	精度
输入	降水量(mm)	0.1
	温度(℃)	0.1
输出	无	无
传输	无	无

#### 1.3.2 时间特殊性要求

平台对于隐患点的监测与数据采集,需要每隔 5 min 记录一次,气象信息连续显示一周并按天记录。

#### 1.3.3 灵活性要求

(1)多发汛情下人员物资分配的博弈机制应满足实际情况,避免两处以上险情的防汛方案中共用同一资源时,由于资源竞争出现的匮乏问题。

(2)隐患点采集数据出现异常时,及时提示。

(3)抢险方案生成后由专家指导,经过人工干预后形成最优方案。

#### 1.3.4 可靠性需求

系统服务器的 CPU 为 4 核,内存为 8 G,磁盘 500 GB~1 T,带宽 10 MB,系统实时 24 h 进行数据解析,监测可控,并且具有运行出错处理机制,例如网络异常导致监测数据传输失败处理机制,数据库连接失败处理机制等。

## 2 总体设计

总体框架由 6 个主要部分组成,包括汛情监测设备、指挥控制中心、数据中心、预警决策系统、应急救援系统和接受用户。系统采用 C/S 架构开发,

可连接多种类型数据库,总体框架如图 1 所示。

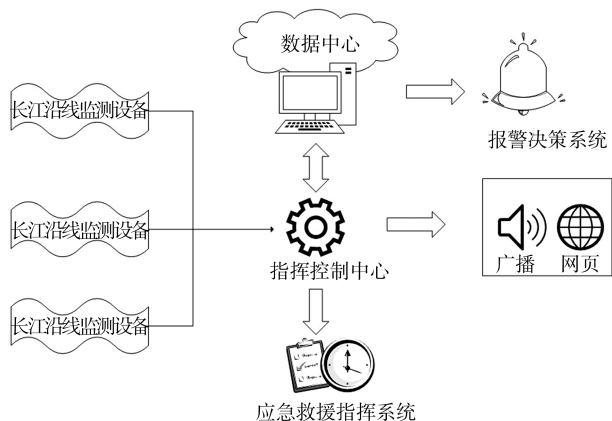


图 1 汛情监测预警与应急救援框架

汛情监测预警与应急救援平台的具体实现如下。

(1)长江沿线的汛情监测设备收集防患点的精确数据,并实时传送到指挥控制中心。

(2)指挥控制中心将实时数据上传到云端,并建立数据中心。

(3)数据中心将汛情数据交给预警决策系统处理,当出现异常数据的时候,预警决策系统会及时向控制指挥中心发出预警。

(4)指挥控制中心收到预警后,将预警决策系统生成的预测情况及数据发送给应急救援指挥系统,由其生成合理的救援方案并发送给控制指挥中心。

(5)在收到应急救援指挥系统的方案后,指挥控制中心将救援方案与预计情况进行合理通告,以方便救援与疏散。

### 3 系统功能

本文提出的防汛抢险应急管理系统分为 4 个模块,分别为用户管理模块、险情管理模块、物资储备管理模块、抢险方案生成管理模块。如图 2 所示。

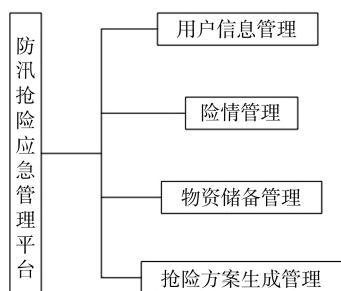


图 2 防汛抢险应急管理系统模块结构

#### 3.1 用户信息管理

##### 3.1.1 角色管理

系统中的用户有不同的角色,对应不同的权限展示不同的用户界面,该模块提供增加角色、修改角色、删除角色和分配角色。

##### 3.1.2 用户管理

根据用户的角色不同有不同的权限,管理员拥有系统的最高权限,可以对所有用户进行信息管理,主要包括添加系统用户信息,删除无用系统用户信息,修改系统用户的个人信息。普通用户仅可以对自己的个人用户信息进行管理。

#### 3.2 险情管理

险情管理模块主要负责对隐患点监测的数据信息进行处理、存储及分析,让用户能够通过直观的数据对隐患点的情况进一步了解并分析评估险情状况。该模块包含以下 3 个功能模块。

##### 3.2.1 监测数据处理及存储

通过传感器、摄像头等隐患点采集数据,进行处理加工后,将格式转为数据库存储类型,并录入数据库。

##### 3.2.2 地图及天气信息显示

获取高德地图收集来的隐患点地理位置信息及天气情况,并录入数据库。在平台上连续显示一周的气象信息,为险情分析提供数据支撑。

##### 3.2.3 险情分析

将采集来的监测数据,用图表的形式展示,实时且直观反映隐患点的情况。系统自动分析隐患点情况,并给出相关的险情评估情况描述,供用户参考。

#### 3.3 物资储备管理

防汛物资储备管理模块对防汛所用的物资及救灾人员储备进行管理,反馈物资出入情况及救灾人员分配情况,对资源调度进行管控。该模块主要包括防汛物资管理和防汛人员管理。

##### 3.3.1 防汛物资管理

防汛物资管理主要负责记录防汛物资的出入库日志,便于系统用户了解库存情况,对于储备不足的储备点及时增补物资。主要包括 3 个子功能模块。

(1)防汛物资入库功能:记录物资增补的信息,便于后续分析统计物资情况。

(2)防汛物资出库功能:记录物资出库的信息,便于后续分析统计物资情况。

(3)防汛物资查询功能:用于检索库存中的物

资情况,便于用户了解实际储备情况。

### 3.3.2 防汛人员管理

防汛人员管理主要负责管理防汛人员的分配,便于人员调用及后续人员分配情况分析,具体包括4个子功能模块。

(1)防汛人员纳入功能:对招纳的防汛人员进行记录,便于后续数据查询及人员分配使用。

(2)防汛人员修改功能:对招纳的防汛人员信息进行修改维护。

(3)防汛人员派遣功能:险情发生或者制定方案时,对防汛人员的派遣工作进行处理。

(4)防汛人员查询功能:查询防汛人员的信息及其状态,便于工作人员了解防汛人员动态,进行分配及其他防汛工作。

### 3.4 抢险方案生成管理

抢险方案生成模块主要负责在险情发生时,制定防汛资源调配方案,记录历史方案并根据历史方案进行资源分配的分析处理,主要包含防汛资源标准方案和防汛资源动态分配。

#### 3.4.1 防汛资源标准方案

防汛资源标准方案功能主要是记录险情发生的最低资源分配标准,为抢险方案的动态生成提供依据。该模块提供对数据库中记录的防汛资源标准进行修改维护、删除操作。

#### 3.4.2 防汛资源动态分配

防汛资源动态分配主要是根据防汛标准及实际情况生成防汛救灾的方案,以及根据历史采用方案实现资源储备的动态分配方案。

抢险方案拟定及评估:根据险情的评估情况,检索对应的防汛资源分配标准,结合实际的资源储备情况及地理位置,制定出高效的救灾方案集,并给出每种方案的分析情况,供用户决策,实现人工干预。

资源优化储备分析:根据历史防汛方案,分析

资源储备点调用情况,生成资源储备方案,便于生成更加高效的防汛方案。

## 4 系统应用

通过建立防汛抢险应急管理平台,实现本文提出的防汛抢险应急管理建设规划。平台主要通过汛期监测设备采集数据并通过数据中心分析,得出相对应的预警等级,并生成相应的决策方案。监控图可由GIS地图动态显示各个隐患点及物资储备点的地理位置信息和气象信息。

本文已经在汛情本体构建和应急处置方案两方面进行的初探性研究,初探研究结果预示所提出的防汛抢险应急管理平台研究可以达到预期的目标和成果要求。

## 5 结 语

本文提出一种自动推理与智能决策技术为防汛抢险应急管理提供了技术支撑,设计了一种面向救援质量与效率的救援物资分配机制,综合考虑救援路径规划和资源分配的效用,满足应急救援的整体效益最优目标。整个研究基于国内应急管理体系的特色和优势,同时又借鉴了国外应急管理有益做法,是一个高效的、智能的现代化应急管理体系。

### 参考文献:

- [1] 傅亮,陈巍,周春飞.江苏省防汛抗旱服务组织建设的调查与思考[J].江苏水利,2014(8):45-48.
- [2] 陈尉,梅新敏,陈滢.江苏苏州市防汛排涝应急管理能力建设思考[J].中国防汛抗旱,2019,29(3):37-39.
- [3] 于正广.关于加强江苏防汛防旱应急能力建设的几点思考[J].治淮,2016(4):9-10.
- [4] 周根富,陈小田.江苏水利防汛物资多元化储备发展思考[J].江苏水利,2021(5):62-65.