

基于人工智能防汛预警方法

许健¹ 丁磊² 张彦傑³

1. 江苏金坛建设发展有限公司, 中国·江苏 常州 213200
2. 江苏省金坛长荡湖旅游度假区管理办公室, 中国·江苏 常州 213200
3. 常州市金坛区水旱灾害防御调度中心, 中国·江苏 常州 213200

摘要: 一种基于人工智能的智能防汛预警方法, 涉及防汛预警技术领域, 包括以下步骤: S1: 收集指定地区的气象数据、水文数据、地理信息数据, 进行整合数据, 并对数据进行预处理, 从预处理后的数据中提取降雨量、水位变化、地形特征; S2: 使用机器学习算法对历史数据进行训练, 通过学习历史数据中的模式与规律, 通过收集、整合和分析气象数据、水文数据和地理信息数据, 利用机器学习算法对历史数据进行训练, 建立预警系统和预测模型, 实现对洪水风险的实时监测和预测, 并通过人工智能算法的实时分析, 进行判断当前地区是否存在洪水风险, 并提供相应的预警信息, 同时通过建立防汛平台, 实时展示地区的气象和水文情况以及预警信息。

关键词: 人工智能; 智能防汛预警; 方法

Artificial Intelligence based Flood Prevention Warning Method

Jian Xu¹ Lei Ding² Yanjie Zhang³

1. Jiangsu Jintan Construction and Development Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213200, China
2. Management Office of Jintan Changdang Lake Tourist Resort in Jiangsu Province, Changzhou, Jiangsu, 213200, China
3. Jintan District Flood and Drought Disaster Prevention and Dispatch Center, Changzhou, Jiangsu, 213200, China

Abstract: An intelligent flood warning method based on artificial intelligence, involving the field of flood warning technology, comprising the following steps: S1: Collecting meteorological data, hydrological data, and geographic information data from designated areas, integrating the data, and preprocessing the data to extract rainfall, water level changes, and terrain features from the preprocessed data; S2: Using machine learning algorithms to train historical data, by learning patterns and rules from historical data, collecting, integrating, and analyzing meteorological data, hydrological data, and geographic information data, using machine learning algorithms to train historical data, establish warning systems and prediction models, achieve real-time monitoring and prediction of flood risks, and through real-time analysis of artificial intelligence algorithms, determine whether there is a flood risk in the current area and provide corresponding warning information. At the same time, by establishing a flood prevention platform, the meteorological and hydrological conditions of the area as well as warning information are displayed in real time.

Keywords: Artificial Intelligence; intelligent flood prevention warning; method

1 背景技术

为了防止和减轻洪水灾害, 在洪水预报、防洪调度、防洪工程运用等方面进行的有关工作。防汛的主要内容包括: 长期、中期、短期天气形势预报, 洪水水情预报, 堤防、水库、水闸、蓄滞洪区等防洪工程的调度和运用, 出现险情灾情后的抢险救灾, 非常情况下的应急措施等。

现所发生的汛情大多在发生过程中进行防卫, 还无法对汛情进行提前预测, 且在发生汛情后, 需调动大量人力与构建相应防卫物力来应对汛情, 当汛情较严重时, 对于防汛工作人员的人身安全也会有所威胁, 所以我们提出了一种基于人工智能的智能防汛预警方法及平台, 以便于解决上述中提出的问题。

2 技术方案

一种基于人工智能的智能防汛预警方法, 包括以下步骤:

S1: 收集指定地区的气象数据、水文数据、地理信息数据, 进行整合数据, 并对数据进行预处理, 从预处理后的数据中提取降雨量、水位变化、地形特征。

S2: 使用机器学习算法对历史数据进行训练, 通过学习历史数据中的模式与规律。

S3: 基于训练好的模型, 建立预警系统, 实时监测当前的气象和水文数据, 并与历史数据进行比对, 从而判断当前是否存在洪水风险。

S4: 通过对历史数据的分析, 建立不同地区的洪水预测模型、水位预测模型。

S5: 将实时监测到的数据与建立的防汛模型相结合, 通过人工智能算法进行实时分析。

S6: 将分析模型嵌入防汛移动应用中, 实时展示各个地区的气象和水文情况以及预警信息, 通过人工智能算法分析不同防汛方案的效果, 为防汛人员提供预警信息、风险研判、灾情速报、防汛通讯录的功能。

本方法一个或多个实施例中, 在步骤 S1 中, 收集指定地区的气象数据, 包括降雨量、风速、气温; 收集指定地区的水文数据, 包括河流水位、水流速度、水质; 收集与防汛相关的地理信息数据, 包括地形、地势、河流分布; 将收集到的信息整合至数据平台中。

在一个或多个实施例中, 在步骤 S1 中对于数据预处理的过程, 包括以下步骤:

S101: 数据准备: 将所收集到的数据整理至数据集中, 数据集中包括特征和目标变量, 对数据集进行统计摘要、可视化和相关性分析, 了解数据的分布、特征之间的关系以及可能存在的异常值或缺失值。

S102: 对数据进行预处理, 通过填充缺失值、删除异常值和标准化数据处理缺失值、异常值和重复值。

S103: 根据数据分析的结果, 从原始数据中提取新的特征。

S104: 根据特征的重要性及相关性, 选择相关系数分析对数据进行分析。

S105: 使用交叉验证评估选择的特征对于目标变量的预测能力。

S106: 使用测试集对模型进行验证, 检查模型在新数据上的泛化能力, 当模型的性能不理想, 调整特征选择的方法。

一个或多个实施例中, 在步骤 S1 中, 选择降雨量作为划分特征, 将训练集划分为降雨量小于等于 10mm 和降雨量大于 10mm 两个子集, 对于每个子集, 通过决策树算法选择河流水位作为下一个划分特征, 逐步构建起结构, 直至达到最大深度。

一个或多个实施例中, 在步骤 S3 中, 将实时获取的气象和水文数据输入训练好的模型中, 进行预测和判断, 模型根据当前的数据和历史数据进行比对, 判断当前是否存在洪水风险, 根据模型的预测结果, 建立预警系统, 当模型判断存在洪水风险时, 系统可以及时发出预警信息。

一种基于人工智能的智能防汛预警平台, 包括数据收集与预处理模块、训练与整合模块、预警系统模块、防汛模型模块、实时分析与预警模块、防汛平台模块。

其中, 数据收集与预处理模块: 用于收集指定地区的气象数据、水文数据和地理信息数据, 并对数据进行预处理, 提取降雨量、水位变化和地形特征。

训练与整合模块: 通过机器学习算法对历史数据进行训练, 通过学习历史数据中的模式和规律, 建立预测模型。

预警系统模块: 通过建立预警系统, 实时监测当前的气象和水文数据, 并与历史数据进行比对, 判断当前是否存在洪水风险。

防汛模型模块: 通过对历史数据的分析, 建立起不同地区的防汛模型。

实时分析与预警模块: 用于将实时监测数据与建立的防汛模型相结合, 并对数据进行实时分析。

防汛平台模块: 用于实时展示地区的气象和水文情况、预警信息及灾区的具体情况(见图 1)。

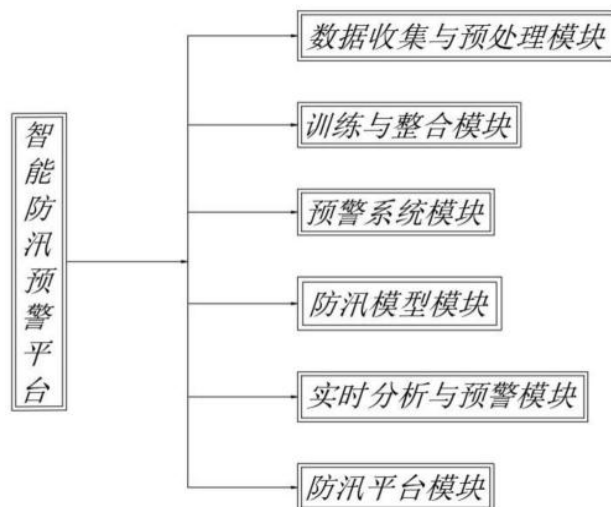


图 1 基于人工智能的智能防汛预警平台的模块框图

3 具体实施方式

实施例一:

请参阅图 1, 一种基于人工智能的智能防汛预警方法, 包括以下步骤:

S1: 收集指定地区的气象数据、水文数据、地理信息数据, 进行整合数据, 并对数据进行预处理, 从预处理后的数据中提取降雨量、水位变化、地形特征。

S2: 使用机器学习算法对历史数据进行训练, 通过学习历史数据中的模式与规律。

S3: 基于训练好的模型, 建立预警系统, 实时监测当前的气象和水文数据, 并与历史数据进行比对, 从而判断当前是否存在洪水风险。

S4: 通过对历史数据的分析, 建立不同地区的洪水预测模型、水位预测模型。

S5: 将实时监测到的数据与建立的防汛模型相结合, 通过人工智能算法进行实时分析。

S6: 将分析模型嵌入防汛移动应用中, 实时展示各个地区的气象和水文情况以及预警信息, 通过人工智能算法分析不同防汛方案的效果, 为防汛人员提供预警信息、风险研判、灾情速报、防汛通讯录的功能。

在 S6 中, 首先对数据进行转换或格式化, 确保实时数据的格式与选择嵌入的数据展示组件相兼容。

确保后端系统提供符合应用需求的 API，包括实时数据获取、历史数据查询等端点，使用 JSON 格式为 API 返回的数据格式，确保数据易于在移动应用中解析。

在集成数据展示组件时，选择合适的数据展示组件，配置选定组件的参数，将从后端获取的数据与数据展示组件进行绑定，确保实时或定期更新，使用定时任务来定期刷新数据。

在应用中设计交互界面，允许人员切换地区、时间范围，以便更具体地查看实时数据，如查看预警信息、风险研判、灾情速报、防汛通讯录等功能，且通过个人设置可进行切换地区，最后对整个数据集成流程进行集成测试，确保各个组件协同工作。

在防汛移动应用中，利用移动设备的定位功能，将洪水区与具体地理位置进行关联，同时防汛人员在移动应用中提交洪水影响范围的照片和详细描述，将灾情速报数据整合到应用中后，与实时监测数据相结合，为评估提供更多信息。

在步骤 S1 中，收集指定地区的气象数据，包括降雨量、风速、气温；收集指定地区的水文数据，包括河流水位、水流速度、水质；收集与防汛相关的地理信息数据，包括地形、地势、河流分布；将收集到的信息整合至数据平台中。

在步骤 S1 中对于数据预处理的过程，包括以下步骤：

S101：数据准备：将所收集到的数据整理至数据集中，数据集中包括特征和目标变量，对数据集进行统计摘要、可视化和相关性分析，了解数据的分布、特征之间的关系以及可能存在的异常值及缺失值。

S102：对数据进行预处理，通过填充缺失值、删除异常值和标准化数据处理缺失值、异常值和重复值。

S103：根据数据分析的结果，从原始数据中提取新的特征。

S104：根据特征的重要性及相关性，选择相关系数分析对数据进行分析。

S105：使用交叉验证评估选择的特征对于目标变量的预测能力。

S106：使用测试集对模型进行验证，检查模型在新数据上的泛化能力。当模型的性能不理想，调整特征选择的方法。

进一步的，在步骤 S104 中使用皮尔逊相关系数：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

在 S105 中通过均方误差进行：

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

选择降雨量作为划分特征，将训练集划分为降雨量 $\leq 10\text{mm}$ 和降雨量 $> 10\text{mm}$ 两个子集，对于每个子集，通过决策树算法选择河流水位作为下一个划分特征，逐步构建起结

构，直至达到最大深度。

进一步的，得到决策树模型后，模型根据输入的特征值，预测是否会发生洪水，当我们收集到新的数据时，将数据输入至决策树模型中进行预测，根据输入的特征值和决策树的分支进行判断，最终得到预测结果。

根据降雨量的数值，使用以下公式将其划分为两个子集：

$$\leq 10\text{mm}: \text{rainfall} \leq 10$$

$$> 10\text{mm}: \text{rainfall} > 10$$

特征公式：使用信息增益指标来选择划分特征；

根据河流水位的数值，使用以下公式将其划分为两个子集：

$$\text{低水位}: \text{water_level} \leq \text{threshold}$$

$$\text{高水位}: \text{water_level} > \text{threshold}$$

预测结果公式：根据决策树模型和输入的特征值，使用决策树的分支和判断条件来预测是否会发生洪水。

在步骤 S3 中，将实时获取的气象和水文数据输入到训练好的模型中，进行预测和判断，模型根据当前的数据和历史数据进行比对，判断当前是否存在洪水风险，根据模型的预测结果，建立预警系统，当模型判断存在洪水风险时，系统可以及时发出预警信息。

举例而言，在指定河流附近，防汛预警系统通过安装的气象和水文传感器实时监测当前的气象和水文数据，包括降雨量、水位、水流速度，与历史数据进行比对，分析出不同气象和水文条件下的洪水风险。

当系统监测到降雨量持续增加，并且水位开始上升时，系统会将这些数据传输至训练好的模型中进行分析，模型根据历史数据中的洪水事件，判断当前的降雨量和水位是否达到了触发洪水的阈值。

当模型判断存在洪水风险，系统会立即发出预警信息，通知相关部门，预警信息通过手机短信、APP 推送等方式进行传达，提醒相关人员采取相应的防护措施。同时，根据风险等级，推荐相应的防汛措施或建议，供防汛人员参考。

水位预测模型中所使用到的线性回归公式： $y = mx + b$ ，用于拟合水位与时间的关系。

多项式回归公式： $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ ，用于拟合非线性水位与时间的关系。

指数平滑公式： $y(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha)y(t-1)$ ，用于平滑水位数据。

水流速度预测模型中会使用到的公式：

流速 - 水位关系公式： $v = k\sqrt{h}$ ，其中 v 为流速， h 为水位， k 为常数。

流速 - 水位 - 横截面积关系公式： $v = k\sqrt{(hA)}$ ，其中 v 为流速， h 为水位， A 为横截面积， k 为常数。

水位变化率计算中会使用到的公式：

一阶差分公式： $\Delta h = h(t) - h(t-1)$ ，用于计算相邻时间

点的水位变化。

二阶差分公式： $\Delta^2 h = h(t+1) - 2h(t) + h(t-1)$ ，用于计算水位变化的二阶导数。

4 有益效果

通过收集、整合和分析气象数据、水文数据和地理信息数据，利用机器学习算法对历史数据进行训练，建立预警系统和预测模型，实现对洪水风险的实时监测和预测，并通过人工智能算法的实时分析，进行判断所测地区是否存在洪水风险，并提供相应的预警信息，同时，通过建立防汛平台，

为防汛人员提供预警信息、风险研判、灾情速报、防汛通讯录等功能，帮助工作人员制定有效的防汛方案，提高了防汛工作的效率和准确性，为防汛工作提供了科学的决策依据。

参考文献：

- [1] 任兴财,杨勇.基于数据挖掘智能外呼系统的研究与应用[J].邮政研究,2022,38(3):30-35.
- [2] 杜志强,王叁,张叶廷.接入实时降雨数据的暴雨型洪涝灾害临灾预警方法[J].地理信息世界,2017(1):6.
- [3] 秦平,刘超,贾飞,等.智能叫应系统在数字孪生凤凰河小流域“四预”中的应用[J].水利信息化,2023(5):14-18.