

数字化防汛抗旱调度系统和方法

王露露

南京市江宁区水务局, 中国·江苏 南京 211112

摘要:一种数字化防汛抗旱调度系统和方法, 包括: 步骤 S1: 作防汛抗旱调度数据采集并进行预处理; 步骤 S2: 为所采集的防汛抗旱调度信息设置标签; 步骤 S3: 拆分防汛抗旱调度信息以得到一个或多个调度手段; 步骤 S4: 设置输入监测数据和输出监测数据; 步骤 S5: 训练调度手段模型; 步骤 S6: 获取适用于当前现场的防汛抗旱调度策略。本方法依托大数据分析技术, 对现有的防汛抗旱预案业务过程进行统一整合和规范, 对相关重点信息进行收集和电子化; 实现基于调度手段的标准化流程处理, 提高水旱灾害防御工作效率。

关键词: 数字化; 防汛抗旱调度; 系统; 方法

Digital Flood Control and Drought Relief Dispatch System and Method

Lulu Wang

Jiangning District Water Bureau, Nanjing City, Nanjing, Jiangsu, 211112, China

Abstract: A digital flood control and drought relief scheduling system and method, comprising: step S1: collecting and preprocessing flood control and drought relief scheduling data; Step S2: Set tags for the collected flood control and drought relief dispatch information; Step S3: Split the flood control and drought relief scheduling information to obtain one or more scheduling methods; Step S4: Set input monitoring data and output monitoring data; Step S5: Train the scheduling method model; Step S6: Obtain the flood control and drought relief dispatch strategy applicable to the current site. This method relies on big data analysis technology to unify and standardize the existing flood control and drought relief plan business processes, and collect and digitize relevant key information; Implement standardized process processing based on scheduling methods to improve the efficiency of flood and drought disaster prevention work.

Keywords: digitalization; flood control and drought relief scheduling; system; method

0 前言

水旱灾害防御调度指挥纷繁复杂, 需要风情、雨情, 水情, 工情等数据的支撑, 除此之外, 防汛抗旱相关方案预案(包括防汛抗旱应急预案、防御台风应急预案、洪水调度方案、蓄滞洪区运用预案、城市防洪预案、超标准洪水防御预案及各类水工程调度方案等)是有序应对洪涝干旱台风灾害的保障和依据, 在历年灾害防范应对中发挥了至关重要的作用。

然而在实际工作中, 由于预案存储的纸质化、分散性, 相关信息来源多、缺乏一致性, 数据交换共享不畅等问题, 无法满足新形势下高效、科学、规范的高要求。因此, 如何实现预案高效化响应、规范化执行、科学化推演, 成为亟须解决的问题。

进行水资源优化调度的方法有数学规划方法、网络流方法、大系统分解协调方法和模拟技术。模拟技术是非常常用的预测同步方法, 还便于科学求解。因此, 随着计算机技术、信息化技术以及传感技术近年来飞跃发展, 目前已经在国内外广泛应用。现有技术中, 在进行防汛抗旱调度时, 通常先进行数据收集和汇总, 然后通过调度模型做科学分析和预测, 最后, 依据模型的输出给出合理的数据和适当的建议,

但是这个方法面临三个问题, 第一, 水管部门常常需要对众多的水位点进行实时监测以及上报, 由于监测点分散, 分布范围广, 监测的时效性、有效性、实时性都难以得到保障; 第二, 也是最关键的问题就是, 防汛抗旱工作本身的可预测性很差, 静态预测很难取得较好的效果; 第三, 防汛抗旱可借鉴的数据不多, 这就造成了样本数据非常有效, 人工智能技术很难发挥有效的作用。基于上述问题, 本方法依托大数据分析技术, 对现有的防汛抗旱预案业务过程进行统一整合和规范, 对相关重点信息进行收集和电子化; 分析预案执行的每个关键环节, 关联具体的防御处置行动, 自动抓取、匹配相关信息, 将预案执行和实施过程有机结合, 实现基于调度手段的标准化流程处理; 统一实现防汛抗旱调度工作过程的管控和统计分析, 提高水旱灾害防御工作效率。

1 技术方案

一种数字化防汛抗旱调度方法和系统, 方法包含:

步骤 S1: 做防汛抗旱调度数据采集并进行预处理。

步骤 S2: 为所采集的防汛抗旱调度信息设置标签;

其中, 标签为包括防汛抗旱调度信息作用对象的属性和/或防汛抗旱调度中调度手段的属性。

步骤 S3: 基于标签的标签值在约束条件的限制下, 按照最小标签单元拆分防汛抗旱调度信息以得到一个或多个调度手段; 约束条件限制了可拆分标签类型及其拆分方式。

步骤 S4: 为每个调度手段设置与之对应的输入监测数据和输出监测数据; 监测数据为监测装置获取到的监测值; 输入监测数据是采用调度手段前作用对象的监测值; 输出监测数据采用调度手段后作用对象的监测值。

步骤 S5: 将每个调度手段及其对应的输入监测数据和输出监测数据, 作用对象的属性、调度手段的属性作为训练样本, 训练调度手段模型; 其中, 调度手段模型的输入参数是输入监测数据、作用对象的属性、调度手段的属性, 输出是输出监测数据。

步骤 S6: 基于当前防汛抗旱调度作业现场的监测数据和调度手段模型获取适用于当前现场的防汛抗旱调度策略; 具体为: 设置短期调度目标, 短期调度目标中包括短期的目标监测数据, 将可使用调度手段做组合以构成组合调度手段集合, 将作用现场的当前监测数据作为输入监测数据、组合调度手段集合中的每个组合调度手段的属性和作用现场的属性, 输入调度手段模型可以得到输出监测数据, 比较输出监测数据和目标监测数据, 选择最接近目标监测数据的组合调度手段; 将输出监测数据作为新的输入监测数据, 重复上述步骤直到所设置的短期调度目标是最终的调度目标监测数据为止; 将得到的所有组合调度手段按照时间顺序组合起来后得到适用于当前现场的防汛抗旱调度策略^[1]。

2 附图说明

数字化防汛抗旱调度方法示意图如图 1 所示。

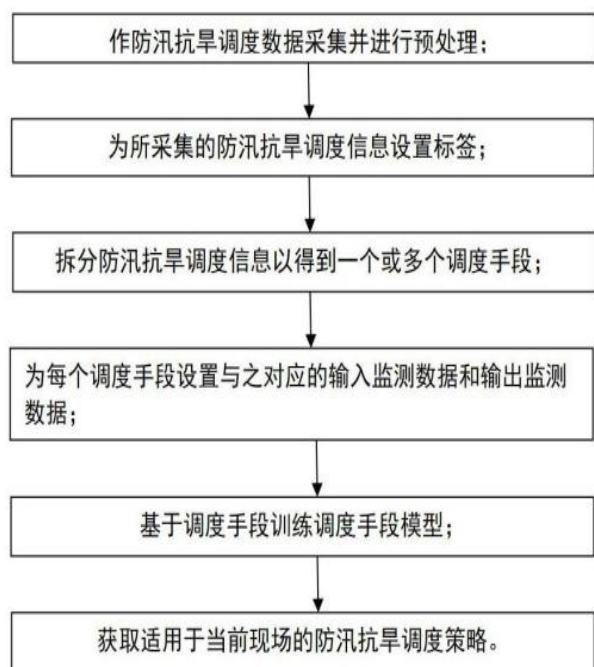


图 1 数字化防汛抗旱调度方法示意图

3 具体实施方式

一种数字化防汛抗旱调度方法和系统, 方法包括如下步骤:

步骤 S1: 做防汛抗旱调度数据采集并进行预处理; 具体为: 收集历史防汛抗旱调度信息, 保存收集到的信息。

优选的: 跨区域、跨时间的从各个防汛抗旱信息库获取防汛抗旱调度信息, 其中防汛抗旱信息库用于保存重要的防汛抗旱相关日常信息和重点业务信息材料, 为重要业务流程提供共享数据和服务。

步骤 S2: 为所采集的防汛抗旱调度信息设置标签; 其中标签为包括防汛抗旱调度信息作用对象的属性和 / 或防汛抗旱调度中调度手段的属性; 如作用对象包括地理区域、地理类型、作用时间及其时间长度、河床地貌、农田分布等; 调度手段包括调整出入流量、抬高闸门、抬高次数、闸门尺寸、抬高时间、闸门类型等。

步骤 S3: 基于标签的标签值在约束条件的限制下, 按照最小标签单元拆分防汛抗旱调度信息以得到一个或多个调度手段; 约束条件限制了可拆分标签类型及其拆分方式; 如部分标签是可拆分的、第一部分标签需要和第二部分标签不可同时拆分或特定标签可拆分的最小单元等。

优选的: 基于作用对象属性的最小单元拆分防汛抗旱调度信息以得到针对作用对象的一个或多个调度手段; 例如: 拆分为按照最小时间单元拆分、按照区域大小拆分等。

优选的: 每种标签的最小标签单元是不同的。

步骤 S4: 为每个调度手段设置与之对应的输入监测数据和输出监测数据; 监测数据为监测装置获取到的监测值; 输入监测数据是采用调度手段前作用对象的监测值; 输出监测数据采用调度手段后作用对象的监测值。

优选的: 监测装置包括利用包含水位计、闸位仪、水质测定仪、摄像机、盐度计、温度计等。

优选的: 监测数据包括降雨量、蒸发量、航道水位、边界出入流量、水质、温度、气候气象数据等。

优选的: 关联性是指两个数据类型的数据值变化之间的敏感性和 / 或物理含义关联性。其中, 变化敏感性是指第一数据类型对第二数据类型的数据值变化敏感, 当第二数据类型的数据值发生变化时, 第一数据类型也随之发生变化; 变化的大小描述了敏感性的程度, 也就对应关联度大小的不同; 关联度可以采用人工设定的方式, 也可以通过测定敏感程度的方式设置; 可以看出, 由于数据类型之间是两两两关联关系, 因此每种数据类型, 为其设置的针对不同其他数据类型的关联度是不同的。

步骤 S46: 将关联性作为权重值, 计算历史监测数据和待设置监测数据之间的相似度; 将相似度小于相似度阈值的历史监测数据放入目标监测数据集合; 这里计算的实际上是所有补集中数据类型的数据值之间的相似度; 而且针对每个待设置检测数据和历史监测数据来说都要重复这样的计算。

优选的：历史监测数据是针对和当前作用对象的属性相似或者相同的作用对象的历史监测数据。

步骤 S47：基于目标监测数据集合中未设置数据类型的数据值设置每个调度手段设置未设置数据类型的输入监测数据和输出监测数据。

优选的：选择相似度最高的历史监测数据未设置数据类型的数据值设置调度手段设置未设置数据类型的输入监测数据和输出监测数据。

优选的：获取目标监测数据集合中每个历史监测数据的作用对象，选择作用对象和当前调度手段作用对象最相似的历史监测数据进行设置；具体的设置方式是，用最相似的历史监测数据的未设置数据类型的数据值设置调度手段设置未设置数据类型的输入监测数据和输出监测数据。

步骤 S48：判断是否待设置数据类型集合中所有数据类型均设置完毕，如果是，则本步骤结束；否则，返回步骤 S43。

基于数据类型之间的天然存在的不同紧密程度的关联性，为不同情况下可能存在的不同数据类型的数据值做补充设置，弥补了监测时效性、有效性和实时性不足带来的问题。

步骤 S5：将每个调度手段及其对应的输入监测数据和输出监测数据，作用对象的属性、调度手段的属性作为训练样本，训练调度手段模型；其中调度手段模型的输入参数是输入监测数据、作用对象的属性、调度手段的属性，输出是输出监测数据。

优选的：调度手段模型是神经网络模型。

优选的：神经网络模型是卷积神经网络模型。

优选的：将调度手段的属性、作用对象的属性做数值化后作为调度手段模型输入的一部分；将输入监测数据作为调度手段模型输入的另一部分。

更进一步：神经网络模型是多层次神经网络模型，将一部分作为第一部分层次的输入，将另一部分作为第二部分层次的输入。

优选的：输入监测数据和输出监测数据以差值的方式作为调度手段模型的输入。

优选的：将作用对象的属性作数值化后作为调度手段模型输入的一部分；将调度手段属性作数值化后作为调度手段模型输出。

步骤 S6：基于当前防汛抗旱调度作业现场的监测数据和调度手段模型获取适用于当前现场的防汛抗旱调度策略；具体为：设置短期调度目标，短期调度目标中包括短期的目标监测数据，将可使用调度手段做组合以构成组合调度手段集合，将作用现场的当前监测数据作为输入监测数据、组合调度手段集合中的每个组合调度手段的属性和作用现场的属性，输入调度手段模型可以得到输出监测数据，比较输出监测数据和目标监测数据，选择最接近目标监测数据的组合调度手段；将输出监测数据作为新的输入监测数据，重复上

述步骤直到所设置的短期调度目标是最终的调度目标监测数据为止；将得到的所有组合调度手段按照时间顺序组合起来后得到适用于当前现场的防汛抗旱调度策略。

优选的：可使用调度手段做组合以构成组合调度手段集合，这里的组合是随机组合。

步骤 S64：从多个待选组合调度手段中选择一个最优的组合调度手段作为适用于当前现场的防汛抗旱调度策略。

优选的：通过比较现在可用的调度手段来得到最优的组合调度手段。

基于相同的方法构思，本方法还提供一种数字化防汛抗旱调度系统，系统包括：服务器和控制终端；服务器用于实现上述数字化防汛抗旱调度方法；控制终端用于发送数字化防汛抗旱调度请求至服务器；请求中作用现场的监测数据、最终的目标监测数据、作用现场属性，可用调度手段的属性等。

优选的：服务器为云服务器；服务器为一个或者多个。

优选的：控制终端是位于灾害防御调度指挥中心的计算终端、位于灾害防御调度现场的移动终端等。

优选的：系统还包括大数据服务器，大数据服务器用于设置防汛抗旱信息库。

依托大数据分析技术，对现有的防汛抗旱预案业务过程进行统一整合和规范，对相关重点信息进行收集和电子化；分析预案执行的每个关键环节，关联具体的防御处置行动，自动抓取、匹配相关信息，将预案执行和实施过程有机结合，实现基于调度手段的标准化流程处理；统一实现防汛抗旱调度工作过程的管控和统计分析，提高水旱灾害防御工作效率。

术语“大数据服务器”“云服务器”“控制终端”或“移动终端”包含用于处理数据的所有种类的装置、设备和机器，举例包括可编程处理器、计算机、片上系统或者上述中的多个或其组合。装置能够包括专用逻辑电路，如 FPGA（现场可编程门阵列）或 ASIC（专用集成电路）。除了硬件，装置还可以包括代码，创建用于计算机程序的执行环境，例如，构成处理器固件、协议栈、数据库管理系统、操作系统、跨平台运行环境、虚拟机或上述一个或多个的组合的代码。该装置和执行环境可以实现各种不同计算模型基础设施，诸如 Web 服务、分布式计算和网格计算基础设施。

计算机程序（也被称为程序、软件、软件应用、脚本或代码）能够以编程语言的任何形式来撰写，包括汇编或解释语言、说明或过程性语言，且其可以以任何形式部署，包括作为单机程序或者作为模块、组件、子例程、对象或适于在计算环境中使用的其他单元。计算机程序可以但不必与文件系统中的文件相对应。程序能够存储在保持其他程序或数据（如存储在置标语言文档中的一个或多个脚本）的文件的一部分中，在专用于程序的单个文件中，或者在多个协同文件中（如存储一个或多个模块、子例程或代码部分的文件）。

计算机程序可以部署为在一个计算机上或位于一个站点或跨多个站点分布且由通信网络互连的多台计算机上执行。

实施例可提供方法、系统计算机程序产品。因此,可采用完全硬件实施例、完全软件实施例结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本方法可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式^[2]。

4 有益效果

①通过拆分调度信息形成作用范围较小的调度手段,从而在大大降低了调度信息的复杂度的同时大大增加了可借鉴调度信息的数量,为人工智能技术的发挥提供了良好的基础;对应的,根据当前作业现场实际监测情况和可用调度手段,利用人工智能技术充分利用大数据调度信息选择当前现场的防汛抗旱调度策略。

②基于数据类型之间的存在的天然的不同紧密程度的关联性,为不同情况下可能存在的不同数据类型的数据值做补充设置,弥补了监测时效性、有效性和实时性不足带来的问题。

③全面考虑数字化防汛抗旱的影响因素,构建包括输入监测数据、作用对象的属性、调度手段的属性和输出监测数据的神经网络模型,得到有效调度手段,为构建调度策略提供可扩充的、可量化的数字化手段^[3]。

参考文献:

- [1] 施维,金丽君,沈伟,等.一种数字化防汛抗旱调度方法和系统:202310158801[P].[2024-12-18].
- [2] 李锐,廖亚洲,郑斌.智慧“三防”应急指挥系统的研发与应用[J].水电站机电技术,2023,46(6):12-14.
- [3] 陈华锋.桐庐江南灌区数字化平台的建设与应用[J].水电站机电技术,2023,46(6):55-57.