

智能化信息技术在水利工程中的应用

阮士心

宁波龙元盛宏生态建设工程有限公司

摘要: 当前, 水利工程建设和管理效率低, 水文预报误差普遍, 水资源利用率低。基于此, 本文将数据挖掘技术和智能信息技术应用于水利工程管理, 这将有助于更好地研究水利工程的建设和管理。采用数据挖掘技术, 提取和分析水利工程中有价值的信息。通过对数据的仔细分析和评估, 预测了某水库水文的径流量。实验结果表明, 数据挖掘技术可以用于预测2023年1月至12月的某水库径流量。此外, 使用机器学习技术进行预测, 预测误差率变化6.2%。以上研究结果表明, 利用智能化信息技术可以提高水利工程建设和管理效率。

关键词: 水利工程; 智能化信息技术; 数据挖掘; 机器学习

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2024. 22. 064

引言

水利工程是重要的基础设施建设项目之一, 随着建设规模的不断扩大, 水利工程建设的建设和管理要求也在不断提高^[1]。由于水利工程项目的施工过程中涉及大量信息如人员部署、合同变更、材料供应等, 传统的水利工程项目施工管理无法有效管理这些信息, 导致信息利用率较低, 对水利工程项目建设和管理的发展不利^[2-3]。根据水利工程项目全过程管理的概念, 水利工程建设项目的生命周期包括三个阶段, 第一阶段是前期准备阶段, 主要用于水利工程建设项目的相应设计和准备。第二阶段是项目的正式实施阶段, 主要以准备阶段的计划为基础, 将设计的计划系统地投入到项目中, 以实现具体的项目目标。第三阶段是项目竣工阶段, 主要包括汇总和对整个水利工程项目建设工作的总结^[4]。

因此, 本文运用智能化信息技术对以上数据进行管理, 将信息技术应用于水利工程建设项目的建设和管理, 进一步提高水利工程的信息化管理水平, 有利解决水利工程项目信息化问题。

一、智能信息技术和数据挖掘技术

(一) 智能信息技术

智能信息技术 (Intelligent information technology, IIT) 主要通过其综合功能, 将数据整合为信息, 利用信息学习知识, 最终将知识转化为智能^[5]。水利工程项目建设过程中首先要解决的问题是如何有效应对海量的信息和工作量, 这是水利工程项目建设中需要解决的现实问题之一。使用智能信息技术来处理这些信息, 计算公式如下:

$$H_k = \sum_{k=1}^k \frac{(\sum_{i=1}^m y_i n_k)^2}{\sum_{i=1}^m y_i^2 \sum_{i=1}^m n_i^2} \quad (1)$$

其中 y_i 表示水利工程项目建设中的信息量; n_k 表示

水利工程项目施工中的业务量。

信息化在工程建设管理中的应用可以更好地整合水利工程信息资源, 优化工程管理流程, 改善信息的反馈和整理过程。表达式如下:

$$h(a_i, b_i) = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij} b_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m a_{ij}^2 \sum_{j=1}^m b_{ij}^2}} \quad (2)$$

其中 a_{ij} 和 b_{ij} 是工程 a_i 和 b_i 的 j 属性。

水利工程建设项目的建设和管理包括各种工程信息的收集、发送、存储、组织和发布, 以便有效地协调各个组织的工作, 如下所示:

$$W_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^m (t_{ij})^n \|w_i - w_j\|^2 / m}{\min_{i \neq j} \|w_i - w_j\|^2} \quad (3)$$

其中 t_{ij} 表示工程信息, x_i 表示河道管理, w_j 表示质量管理。

(二) 数据挖掘技术

数据挖掘技术 (Data mining technology, DMT) 是一门跨学科的技术, 包括统计学、模式识别、机器学习、人工智能、数据库技术和可视化技术等理论方法^[6]。数据挖掘包括五个部分, 即数据准备、数据预处理、特征提取、建模和数据分析。在处理大量数据时, 基于数据质量的准确分类和集成至关重要。这种方法侧重于寻找数据点之间的关系, 以促进有效的评估和处理。使用它们, 可以计算置信度。具体置信度表达式如下:

$$\text{confidence}(X \rightarrow Y) = Q(YX) = \frac{\text{sup port}(XY)}{\text{sup port}(X)} = \frac{\text{sup port_count}(XY)}{\text{sup port_count}(X)} \quad (4)$$

具体来说, $X (X < Y)$ 是水文中径流的预测值, Y_i 是真实值, $X < Y$ 是它们之间的置信度。

水利工程项目建设有很多指标和定量数据, 复杂且涉及面广, 既有定性因素, 也有定量因素。本文使用 DMT 对这些数据具有良好的容差, 计算公式如下:

$$H_k = \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^b W_{ij}^n (y_i, t_j), s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^a W_{ij} = 1, \forall i \\ 0 \leq W_{ij} \leq 1, \forall i, j \\ \sum_{j=1}^a W_{ij} > 1, \forall j \end{cases} \quad (5)$$

W_{ij} 是 y_i 属于 t_j 的隶属度, W^n_{ij} 表示收集的水利工程项目信息的量化, (y_i, t_j) 是影响水利工程的定性和定量因素, 如水文中的径流大小。

提取每个水利工程项目建设的的数据信息, 并将每个项目的特征指标量作为向量 Q_{ij} ($q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{ij}$)表示如下:

$$Q_{ij}(t) = \frac{1}{\sum_{x=1}^a [h_{ij}^2(y_i, t_j) / h_{ij}^2(y_i, t_x)]^{\frac{1}{n-1}}} \quad (6)$$

Q_{ij} 表示第 i 个项目的 j 个水利工程特征指标量, $h^2_{ij}(y_i, t_j)$ 表示水信息资源的共享程度, $h^2_{ij}(y_i, t_x)$ 表示管理效率的提高程度。

二、DMT与智能化信息技术在水利工程项目管理中的试验

(一) 数据挖掘实验步骤

第一步是收集与水利工程项目相关的数据, 如环境水文和项目成本。然后, DMT用于提取收集的数据, 并提取最有价值的信息。第二步: 提取有价值的水利工程数据后, 找出提取数据的相关性, 通过数据之间的链接找到规则, 更好地分析数据的使用情况。第三步是对数据进行分类和合并。第四步是坚持从收集的数据来源对水利工程项目进行预测和分析, 以确定数据的发展趋势。第五步是通过邀请水利工程领域的专家对数据挖掘的结果进行评估, 同时从评估中反复提取, 获得更有效的知识, 从而获得更高效的知识。结果表明, 数据挖掘的结果是以专业的方式存储、发送、输出和共享的。

(二) 试验结果

收集某水利工程建设中水泵的数据, 为水文径流预测奠定基础。具体数据如表1所示。

表1 某水库提升水泵主要设计指标数量

| 级别 | 项目 | 设计水位 (m) | | 径向深度 (m) | 装机容量 (kw) | 桩号 |
|-----|----|----------|-------|----------|-----------|--------|
| | | 前站 | 后站 | | | |
| 一级站 | | 8.26 | 16.28 | 6.232 | 1890 | 1+448 |
| 二级站 | | 15.89 | 22.28 | 5.286 | 2159 | 10+396 |
| 三级站 | | 20.11 | 28.71 | 6.445 | 2453 | 15+680 |
| 四级站 | | 25.09 | 30.26 | 9.265 | 2839 | 22+000 |
| 五级站 | | 28.89 | 33.58 | 11.238 | 3048 | 34+289 |

水文预报作为水利工程项目管理过程中的重要环节, 利用数据挖掘技术, 将其具体操作过程引入水文预报中。本文利用DMT对2023年1月至12月某水库各月径流量进行了预测。为了进一步验证DMT在水利工程项目施工径流预测中的准确性, 本文将其与机器学习的技术进行了比较, 对两种技术预测的径流值与实际值进行比较, 具体数据如表2所示。

如表2所示, 某水库7-9月径流量较大, 其他月份径流量较小。使用数据挖掘和机器学习技术的某水库的预测径流值和实际径流值之间的误差率如图1所示。

表2 DMT和机器学习技术预测值的实际值和具体值

| 月份 | 真值 (m³/s) | 预测值 (m³/s) | |
|-----|-----------|------------|--------|
| | | DMT | 机器学习技术 |
| 一月 | 341.2 | 327.5 | 362.4 |
| 二月 | 293.5 | 310.4 | 271.5 |
| 三月 | 454.8 | 471.3 | 467.6 |
| 四月 | 789.3 | 763.4 | 874.6 |
| 五月 | 639.2 | 607.3 | 681.8 |
| 六月 | 882.1 | 924.3 | 803.7 |
| 七月 | 1023.4 | 1089.3 | 900 |
| 八月 | 1234 | 1192.5 | 1327 |
| 九月 | 1102 | 1063 | 1029.3 |
| 十月 | 763.1 | 814.6 | 692.5 |
| 十一月 | 305.3 | 322 | 267.4 |
| 十二月 | 247.4 | 231.4 | 271.4 |

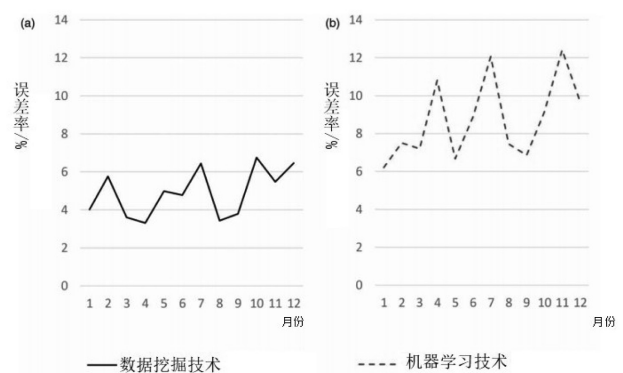


图1 某水库径流预测两种技术的误差率比较:
(a) 数据挖掘技术和 (b) 机器学习技术

如图1所示, 在水文中使用DMT预测径流, 预测值与实际值之间的误差率小于使用机器学习技术进行预测的误差率。如图2(a)所示, 使用DMT进行径流预测的最大和最小误差率之间存在3.44%的差异。其中, 10月份DMT径流预测的最大误差率为6.75%, 比机器学习技术低2.37%。使用DMT技术预测, 4月径流预测的错误率最小, 仅为3.31%, 比机器学习技术低7.5%。如图2(b)所示, 使用机器学习技术进行径流预测的最大和最小误差率之间的差异为6.2%。其中, 使用机器学习技术对11月径流预测的错误率最大, 为12.41%, 比使用DMT高出6.94%。使用机器学习技术预测1月份径流的错误率最小, 仅为6.21%, 但仍比DMT高2.19%。从以上数据可以发现, 相较于机器学习使用DMT进行数据预测的准确性更好, 预测精度更高。

IIT和DMT的结合可以建立一种新的水利工程项目管理方法, 即信息管理方法。本文将其与传统管理方法进行了比较, 并从河流管理、质量管理、安全管理、成本管理和文件管理五个方面对水利工程项目建设管理进行了研究, 验证了这两种方法是如何在这五个领域中使用

的。通过与管理方法相比，信息管理方法在水利工程项目施工管理信息处理效率方面具有明显优势，具体结果如图2所示。

如图2所示，基于IIT和DMT的水利工程项目在各方面信息管理方法的效率远高于传统管理方法。如图2(a)所示，信息管理方法效率超过93%；如图2(b)所示，传统管理方法的效率低于87%。信息管理方法在水工程项目质量管理中的处理效率最高，为96.71%，比传统管理方法高11.59%。在水利工程项目的安全管理中，信息管理方法的效率较低，仅为93.84%，但比传统管理方法高出9.24%。传统管理方法在水利工程项目文档管理中的处理效率最高，为86.38%，比信息管理方法低8.93%。同时，传统管理方法在水利工程项目成本管理中的处理效率最低，仅为83.47%，比信息管理方法低12.33%。两种管理方法在水利工程项目河流管理中的处理效率差异最小，信息管理方法比传统管理方法高8.56%。IIT和DMT技术有利于水利工程项目建设管理，不仅提高了管理效率，还为水利工程项目建成后的环境和生态建设提供了保障，同时也提供了分析和监测的技术支持。

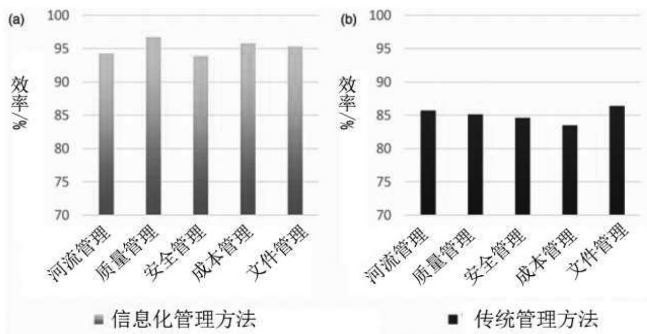


图2 水利工程项目建设管理信息处理中两种管理方法的效率比较：(a) 信息化管理方法和 (b) 传统管理方法

利用DMT可以对水利工程项目建设进行管理，有助于更好地实现水利工程项目建设管理的信息化，提高管理效率，使水利工程项目管理更加智能化。为了研究基于DMT的工程数据库的优势，本文选取了20位专家学者，对水利工程项目管理效率的提高、水利工程项目建设管理成本的降低、水利工程项目资源的利用率、水利工程项目信息资源共享程度以及管理人员管理能力的提高进行了评价。本文将这五个方面编号为1、2、3、4和5。专家的得分为1-10分，数值越大，评价效果越好。为了突出DMT在水利工程项目建设管理中的作用，本文将评分情况与机器学习技术进行了比较。具体比较结果如图3所示。

如图3所示，本文将两种技术应用于水利工程施工管理的施工管理，让专家对它们带来的各种变化进行评分。非常直观地看到，DMT专家在各个方面的得分都远高于机器学习技术。如图3(a)所示，DMT专家得分超过7.7分，而如图3(b)，机器学习技术专家得分低于7.4分。其中，DMT水资源利用率方面的专家得分最高，为8.55分，比机器学习技术高1.55分。尽管DMT在信息资

源共享方面的专家得分最低，为7.75分，但仍比机器学习技术高0.9分。机器学习技术在管理者管理能力提升方面的专家得分最高，为7.35分，但仍比DMT低0.65分。机器学习技术在提高水利工程项目管理效率方面的专家得分最低，仅为6.5分，比DMT低1.95分。本文将DMT应用于水利工程项目建设和管理，有利于降低管理成本，提高管理效率，更好地发挥水利工程项目价值，提高水资源利用率，因为DMT与机器学习技术相比，对于各种信息的挖掘速度更快、更准确，它将有助于更好地利用数据信息来分配水资源，提高水资源的利用率，同时提取水利工程项目建设的数据库，量化项目指标的特点，提高项目管理成本。

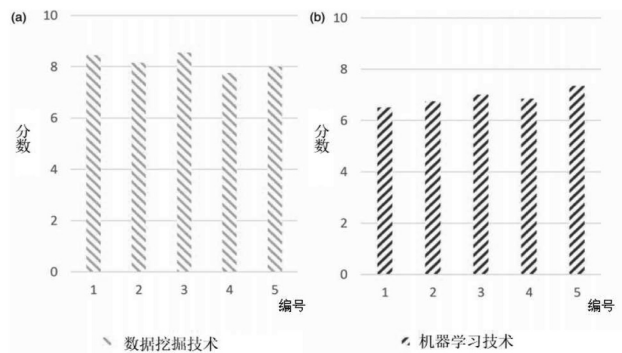


图3 两种技术对水利工程项目建设管理各个方面的专家评级的比较：(a) 数据挖掘技术和 (b) 机器学习技术

结论

本文研究了数据挖掘技术和智能信息技术在水利工程管理中的应用，对比分析了数据挖掘技术与机器学习技术在数据预测方面的准确性以及信息化管理方法和传统管理方法在水利工程项目效率处理方面的优劣。实验结果表明，相较于机器学习，使用数据挖掘技术进行数据预测的准确性更好，预测精确度更高。利用DMT可以对水利工程项目建设进行管理，有助于更好地实现水利工程项目建设管理的信息化，提高管理效率，使水利工程项目管理更加智能化。同时，与传统的信息管理方法相比，DMT与IIT相结合的信息管理方法在水利工程项目施工管理信息处理效率方面具有明显优势。

参考文献

- [1] 陈光清. 浅析农村水利工程建设与管理[J]. 建筑技术与设计, 2014(33).
- [2] 姜立新. 信息化技术在水利管理中的应用[J]. 水电水利, 2021, 5(2): 97-98.
- [3] 王雪海. 水利工程项目管理存在的问题及解决策略[J]. 工程技术(文摘版)·建筑, 2016(8).
- [4] 张成. 水利工程全过程造价管理的关键因素[J]. 名城绘, 2019(8): 1.
- [5] 蔡定团. 大数据时代水利工程项目智能化管理实践探索[J]. 2020.
- [6] 韩红旗. 数据挖掘技术在水利工程管理中的应用研究[J]. 中国管理信息化, 2010(4): 4.

作者简介：阮士心(1991-)，男，浙江温州人，工程师，主要从事水利工程建设及运营管理。