

地质灾害档案数据挖掘在防灾减灾中的应用研究

申春宁

陕西省地质科技中心 陕西 西安 710004

摘要: 地质灾害严重威胁人类生命财产安全和生态环境稳定, 防灾减灾工作至关重要。地质灾害档案蕴含着大量有价值的信息, 数据挖掘技术能够从这些海量档案数据中提取关键知识和模式。本文分析了常用的数据挖掘方法及其在地质灾害风险评估、预警、灾害成因分析和灾后重建规划等防灾减灾环节中的应用, 同时指出了当前应用中存在的问题并提出了相应的对策, 旨在为提升地质灾害防灾减灾能力提供理论支持和实践参考。

关键词: 地质灾害档案; 数据挖掘; 防灾减灾; 风险评估; 预警

1 引言

地质灾害, 如地震、滑坡、泥石流、地面塌陷等, 具有突发性、破坏性和难以预测性等特点, 给人类社会带来了巨大的损失。随着全球气候变化和城市化进程的加快, 地质灾害的发生频率和强度呈现出上升趋势, 防灾减灾工作面临着更为严峻的挑战。地质灾害档案是记录地质灾害发生、发展、防治过程以及相关研究成果的重要资料, 它包含了丰富的地质、气象、水文、人类活动等多方面的信息。传统的地质灾害档案管理方式主要侧重于数据的存储和简单的查询, 难以充分挖掘档案数据中潜在的价值。数据挖掘技术作为一种从大量数据中提取有用信息和知识的方法, 为地质灾害档案的深度利用提供了新的途径。通过对地质灾害档案数据进行挖掘, 可以发现隐藏在数据中的规律和模式, 为地质灾害的风险评估、预警、成因分析和灾后重建规划等防灾减灾工作提供科学依据, 从而提高防灾减灾的效率和准确性。

2 地质灾害档案数据挖掘的常用方法

2.1 关联规则挖掘

关联规则挖掘是数据挖掘中常用的一种方法, 它用于发现数据集中不同项之间的关联关系。在地质灾害档案数据挖掘中, 关联规则挖掘可以用于发现地质灾害发生与各种影响因素之间的关联关系。例如, 通过分析滑坡档案数据, 可以发现滑坡发生与降雨量、地形坡度、岩土体类型等因素之间的关联规则, 如“当降雨量超过一定阈值且地形坡度大于一定角度时, 滑坡发生的概率较高”。这些关联规则可以为地质灾害的风险评估和预警提供重要参考。

2.2 分类与预测

分类与预测是数据挖掘的另一个重要任务, 它通过对已知类别的数据进行学习, 建立分类模型, 然后利用该模型对未知类别的数据进行分类或预测。在地质灾害

档案数据挖掘中, 分类与预测方法可以用于地质灾害的风险评估和预警。例如, 可以利用历史地质灾害数据和相关的影响因素数据, 建立地质灾害风险分类模型, 将区域划分为不同的风险等级; 或者建立地质灾害发生时间的预测模型, 预测未来一段时间内地质灾害发生的可能性。常用的分类与预测算法包括决策树、神经网络、支持向量机等。

2.3 聚类分析

聚类分析是将数据集中的对象按照其相似性进行分组的一种方法, 使得同一组中的对象具有较高的相似性, 而不同组中的对象具有较大的差异性。在地质灾害档案数据挖掘中, 聚类分析可以用于对地质灾害进行分类和分区^[1]。例如, 通过对滑坡档案数据进行聚类分析, 可以根据滑坡的规模、形态、成因等因素将滑坡划分为不同的类型, 为滑坡的防治提供针对性的措施; 或者根据地质灾害的发生频率和危害程度对区域进行分区, 制定不同的防灾减灾策略。

2.4 时序模式挖掘

时序模式挖掘是发现数据中随时间变化的规律和模式的一种方法。地质灾害的发生往往与时间序列数据密切相关, 如降雨量、地震活动等。时序模式挖掘可以用于分析地质灾害发生的时间规律, 预测未来地质灾害的发生时间。例如, 通过对历史地震数据和滑坡数据进行时序模式挖掘, 可以发现地震后滑坡发生的高峰期, 为地震后的滑坡预警和防治提供依据。

3 地质灾害档案数据挖掘在防灾减灾中的应用

3.1 在地质灾害风险评估中的应用

地质灾害风险评估是确定地质灾害可能造成的损失程度和发生概率的过程。地质灾害档案数据挖掘可以为风险评估提供丰富的数据支持和科学的分析方法。首先, 利用关联规则挖掘方法可以找出地质灾害发生与各

种影响因素之间的关联关系,确定影响地质灾害发生的关键因素。例如,在山区滑坡风险评估中,通过分析滑坡档案数据,发现滑坡发生与降雨量、地形坡度、岩土体类型、植被覆盖等因素密切相关,其中降雨量是触发滑坡的主要因素之一。其次,利用分类与预测方法可以建立地质灾害风险评估模型。将地质灾害档案中的历史数据分为训练集和测试集,利用训练集数据训练分类模型,如决策树模型、神经网络模型等,然后利用测试集数据对模型进行验证和优化。通过输入待评估区域的相关影响因素数据,利用训练好的模型可以预测该区域地质灾害发生的风险等级。例如,某研究利用支持向量机算法建立了滑坡风险评估模型,通过对历史滑坡数据和相关影响因素数据的学习和训练,该模型能够准确预测不同区域滑坡发生的风险等级,为滑坡防治提供了科学依据。最后,聚类分析可以用于对地质灾害风险进行分区。根据地质灾害的发生频率、危害程度和影响因素的相似性,将区域划分为不同的风险区。例如,将一个城市划分为高风险区、中风险区和低风险区,针对不同风险区制定相应的防灾减灾措施,提高防灾减灾的效率和针对性。

3.2 在地质灾害预警中的应用

地质灾害预警是在地质灾害发生前及时发出警报,以便采取相应的防范措施,减少人员伤亡和财产损失。地质灾害档案数据挖掘可以为地质灾害预警提供重要的技术支持。一方面,利用时序模式挖掘方法可以分析地质灾害发生的时间规律,建立预警时间模型。例如,通过对历史降雨数据和滑坡数据的分析,发现当连续降雨量达到一定阈值且降雨持续时间超过一定天数时,滑坡发生的概率会显著增加。根据这一规律,可以建立基于降雨的滑坡预警时间模型,当监测到的降雨数据满足预警条件时,及时发出滑坡预警信息。另一方面,利用分类与预测方法可以建立地质灾害预警模型^[2]。将地质灾害档案中的历史前兆数据和灾害发生情况作为训练数据,建立预警分类模型。例如,利用地震活动数据、地下水位变化数据、地表位移数据等多源数据,建立地震引发的滑坡预警模型。当监测数据出现与预警模型相符的特征时,判定为可能发生滑坡,及时发出预警信号。此外,关联规则挖掘可以用于发现地质灾害前兆信息之间的关联关系,提高预警的准确性。例如,通过分析泥石流档案数据,发现泥石流发生前往往伴随着降雨量增大、沟谷水位上升、沟床松散物质增多等多种前兆现象,且这些前兆现象之间存在一定的关联规则。利用这些关联规则,可以综合分析多种前兆信息,更准确地判

断泥石流发生的可能性。

3.3 在地质灾害成因分析中的应用

了解地质灾害的成因机制是制定有效防治措施的关键。地质灾害档案数据挖掘可以从多个角度对地质灾害的成因进行分析。利用关联规则挖掘方法可以找出地质灾害发生与各种地质环境因素、触发因素之间的关联关系,揭示地质灾害发生的内在机制。例如,通过对地面塌陷档案数据的分析,发现地面塌陷的发生与地下采矿活动、岩溶发育、降雨等因素密切相关,其中地下采矿活动是导致地面塌陷的主要人为因素,岩溶发育是地面塌陷的地质基础条件,降雨则是触发地面塌陷的外部因素。分类与预测方法可以用于对地质灾害进行分类,根据不同类型的地质灾害分析其成因特点。例如,将滑坡分为堆积层滑坡、岩质滑坡和黄土滑坡等不同类型的滑坡,通过分析不同类型的滑坡档案数据,找出各类滑坡形成的地质条件、地形地貌特征和触发因素,为不同类型的滑坡防治提供针对性的措施。聚类分析可以将具有相似成因的地质灾害进行归类,分析其成因的共性和差异。例如,对某地区的历史地震引发的滑坡进行聚类分析,根据滑坡的分布位置、规模、滑动方向等特征将滑坡划分为不同的群组,分析不同群组滑坡的成因与地震参数、地形地貌等因素之间的关系,为地震后滑坡的防治提供科学依据。

3.4 在灾后重建规划中的应用

地质灾害发生后,合理的灾后重建规划对于恢复受灾地区的生产生活秩序、提高区域的抗灾能力至关重要。地质灾害档案数据挖掘可以为灾后重建规划提供多方面的支持。利用分类与预测方法可以评估灾后重建区域的适宜性。通过对地质灾害档案数据和受灾地区的地质环境、基础设施、人口分布等数据的分析,建立重建区域适宜性评估模型。根据模型评估结果,将重建区域划分为适宜重建区、基本适宜重建区和不适宜重建区,为重建选址提供科学依据。关联规则挖掘可以用于发现地质灾害对不同类型基础设施的破坏规律,为灾后基础设施的重建和加固提供参考^[3]。例如,通过分析地震档案数据,发现地震对不同类型的建筑物、桥梁、道路等基础设施的破坏程度与地震烈度、建筑物结构类型、地质条件等因素之间存在关联规则。根据这些关联规则,在灾后基础设施重建中可以采取针对性的设计和施工措施,提高基础设施的抗震能力。聚类分析可以用于对受灾地区进行分区规划。根据受灾地区的灾害损失程度、人口分布、经济发展水平等因素的相似性,将受灾地区划分为不同的重建区域,制定不同的重建目标和策略。

例如,将受灾地区划分为重点重建区、一般重建区和生态恢复区,针对不同区域的特点和需求,合理分配重建资源,提高重建效率和质量。

4 地质灾害档案数据挖掘应用中存在的问题及对策

4.1 存在的问题

地质灾害档案数据挖掘应用面临诸多问题:数据质量参差不齐,来源广泛的数据存在缺失、错误、不一致等情况,影响挖掘准确性与可靠性;复合型人才短缺,既懂地质灾害专业知识又掌握数据挖掘技术的人员匮乏,制约工作深入开展;数据安全与隐私保护堪忧,档案含敏感信息,挖掘中若泄露会给受灾地区带来安全隐患;数据挖掘结果可解释性不足,复杂算法结果难理解,而决策者需知晓依据,这限制了其在地质灾害防灾减灾中的广泛应用。

4.2 对策

4.2.1 提高数据质量

建立完善的数据质量管理体系,加强对地质灾害档案数据的采集、存储、更新等环节的管理。在数据采集阶段,制定统一的数据标准和规范,确保数据的准确性和完整性;在数据存储阶段,采用数据清洗、数据转换等技术对数据进行预处理,去除噪声数据和错误数据;在数据更新阶段,及时对数据进行修正和补充,保证数据的时效性。

4.2.2 加强人才培养

加强地质灾害专业与数据挖掘技术专业的交叉融合,培养复合型人才。高校可以开设相关的交叉学科专业或课程,培养既掌握地质灾害专业知识又具备数据挖掘技术能力的人才;同时,加强对在职人员的培训,提高他们的数据挖掘技术应用水平^[4]。此外,还可以通过引进高端人才,充实地质灾害档案数据挖掘团队。

4.2.3 保障数据安全与隐私

采用数据加密、访问控制、匿名化处理等技术手段,保障地质灾害档案数据的安全和隐私。在数据传输

和存储过程中,对敏感数据进行加密处理,防止数据泄露;建立严格的访问控制机制,限制用户对数据的访问权限,只有授权用户才能访问相关数据;对涉及个人隐私的数据进行匿名化处理,确保数据在挖掘过程中不会泄露个人隐私信息。

4.2.4 提高数据挖掘结果的可解释性

在选择数据挖掘算法时,优先考虑可解释性较强的算法,如决策树、关联规则等。对于一些复杂的算法,可以采用模型解释技术,如特征重要性分析、局部可解释模型无关解释(LIME)等,对挖掘结果进行解释^[5]。此外,加强与地质灾害领域专家的合作,让专家对数据挖掘结果进行评估和解释,提高结果的可信度和可接受性。

结语

地质灾害档案数据挖掘对防灾减灾意义重大,能从中提取信息与知识,为风险评估、预警等工作提供依据与支持。但当前应用存在数据质量欠佳、人才短缺、安全隐私难保障、结果可解释性不足等问题。为此,需采取提高数据质量、强化人才培养等对策。未来,随着数据挖掘技术发展完善、档案数据积累丰富,其将在防灾减灾中发挥更大作用,为保障人类生命财产和生态环境稳定贡献更多力量。

参考文献

- [1]杨爽.地质档案在绿色发展及地质灾害防治中的开发研究[J].兰台内外,2022,(06):70-72.
- [2]李惠雄,史俊利.数字化转型背景下地质档案的传承发展研究[J].西部资源,2025,(03):131-134.
- [3]何佳锋.基于信息化的地质档案管理方法探索[J].档案记忆,2025,(03):61-63.
- [4]赵雪婷.论档案管理对地质灾害工作的现实意义[J].兰台世界,2020,(S1):47-48.
- [5]夏祖琼,江鸿彬.初论地质灾害防治工程项目档案管理[J].资源环境与工程,2020,34(03):467-470.