

新型防灾减灾智能感知系统在城市灭火救援中的应用探讨

钱磊君

上海市闵行区马桥消防救援站

摘要：新型防灾减灾智能传感系统在城市灭火救援中的应用，标志着灾害应对工作取得重大进展。该系统利用传感器、人工智能算法和通信基础设施等先进技术，提供实时数据收集和分析、火灾事件预警和检测、智能决策支持和增强态势感知。虽然它提供了许多好处，例如更高的安全性、更快的响应时间和数据驱动的决策，但必须解决高昂的初始成本、隐私问题和集成问题等挑战。

关键词：新型防灾减灾智能感知系统；城市灭火救援；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.04.121

引言

火灾是给人们财产和生命安全带来严重危害的主要灾害之一，先进技术对于加强灭火救援工作至关重要。新型防灾减灾智能传感系统处于这一进步的最前沿，该系统旨在改善灾难准备和响应，重点关注城市灭火和救援行动。它集成了传感器、人工智能算法和实时通信，提供关键数据和决策支持。因此，要深入研究该系统的目的、组件和应用，同时解决潜在的挑战问题，从而确保更充分的发挥作用。

一、新时代先进技术在提高灾害响应工作中的作用

先进技术在改善救灾工作方面发挥着关键作用。灾害，无论是自然灾害还是人为灾害，都可能造成毁灭性后果，而先进科学技术的整合有可能拯救生命、减少损失并提高整体响应效率。

实时监测和数据分析：先进技术有助于实时监测灾害情况。遥感技术、无人机和卫星可以提供有关受灾地区的重要、最新信息。这些数据可帮助响应人员评估损坏程度、识别危险并更有效地规划救援和救灾工作。机器学习和人工智能算法进一步增强数据分析，有助于灾害评估和资源分配。

沟通和协调：灾难响应在很大程度上依赖于各机构、响应者和利益相关者之间的无缝沟通和协调。高速互联网、移动网络和卫星通信确保信息在团队之间快速流动。此外，协作平台和软件使响应者能够共享数据、协调工作并实时做出明智的决策。

搜索和救援：配备传感器和摄像头的机器人和无人机可以进入危险或人类无法进入的受灾地区。这些技术对于定位和营救幸存者、运送物资以及评估结构损坏至关重要，同时又不会让救援人员面临过度的风险。

预测分析：先进技术可以开发预测灾害模式的预测模型，帮助有关部门就基础设施开发、法规建立和备灾措施做出明智的决策。通过了解未来的风险，可以采取主动措施来减少脆弱性。

资源管理：灾难响应通常需要有效分配医疗用品、人员和设备等资源。库存管理系统和物流软件优化资源分配，确保援助物资及时到达受影响地区。

灾后恢复和重建：先进技术有助于评估损失和促进重建过程。3D测绘、建筑信息模型（BIM）和虚拟现实

有助于重建工作的规划和执行。

二、新型防灾减灾智能感知系统概述

（一）系统目的和功能说明

新型防灾减灾智能感知系统是一项前沿技术，旨在增强我们对以城市环境为重点的各类灾害的监测、发现和应对能力。其目的是显着改善备灾、预警和响应工作，最终挽救生命并减少财产和基础设施的损失。

该智能感知系统的主要目的是在灾害期间提供全面、实时的态势感知。可以从各种传感器和来源收集数据、使用先进算法对其进行处理，并向紧急响应人员和决策者提供可操作的信息^[1]。

早期检测：该系统能够尽早检测灾害事件，从而采取快速响应和缓解行动。这包括识别地震、洪水和野火等自然灾害，以及火灾、化学品泄漏和结构故障等人为事件。

数据集成：系统集成了多种来源的数据，包括环境传感器、监控摄像头、天气预报、地震监测仪等。这种全面的数据融合提供了灾难情况的整体视图。

决策支持：该系统通过向紧急响应人员和受灾人员提供有关灾难位置、严重程度以及对受影响地区潜在影响的关键信息，帮助他们做出明智的决策。

沟通：促进响应团队之间的无缝沟通和协调，帮助他们有效地合作，最大限度地减少损失并挽救生命。

资源调配：系统协助将人员、设备、物资等资源调配到最急需的地区。

（二）系统的关键部件和特点

智能感知系统的功能可以分为几个关键组件和功能，每个组件和功能在防灾减灾方面发挥着特定作用：

传感器和数据源：该系统依靠一系列传感器和数据源来收集实时信息。这些包括：

环境传感器：这些传感器监测温度、湿度、空气质量和气体浓度等参数，帮助检测化学品泄漏、火灾或危险情况。

监控摄像头：高分辨率摄像头提供视觉数据，使响应人员能够评估灾害影响并做出明智的决策。

地震监测器：在地震多发地区，地震传感器检测地面运动并可以触发早期预警。

气象站：监测天气状况对于预测和应对飓风、龙卷风和强降雨等自然灾害至关重要。

地理空间数据：地图、卫星图像和地理信息系统（GIS）数据为救灾工作提供必要的背景，包括确定脆弱区域和疏散路线。

数据集成和融合：系统集成来自各种来源的数据，创建统一、实时的数据源。先进的算法处理这些信息以识别模式、异常和潜在的灾难事件^[2]。

人工智能（AI）和机器学习（ML）：采用 AI 和 ML 算法来分析数据以进行早期检测。例如，人工智能可以识别烟雾和热成像中的模式来检测火灾。

通信基础设施：该系统连接到强大的通信网络，确

保数据可以在应急响应人员、政府机构和相关人员之间传输，这包括有线和无线通信通道。

用户界面：紧急响应人员和决策者可以访问用户界面，它提供实时数据可视化、警报和决策支持工具，以帮助有效响应。

预警和警报：系统经过编程，可根据其检测能力发出预警和警报。这些警报可以通过各种渠道向公众传播，包括移动应用程序、警报器和紧急广播。

测绘和地理定位：地理空间功能使响应人员能够绘制受灾地区地图、定位危险并规划疏散路线。地理定位服务跟踪救援人员和受害者的行动，确保他们的安全。

资源管理：系统通过识别最需要的资源来帮助管理资源，这包括派遣应急人员、部署设备以及向受影响地区高效运送物资。

三、智能感知系统在城市消防救援中的具体应用

城市消防和救援行动需要精确、快速并能够获取关键信息。智能感知系统以其先进的功能，在加强这些行动、确保响应人员和公众的安全方面发挥着关键作用。

（一）实时数据采集与分析能力

1. 用于数据收集的传感器和设备

智能感知系统在消防和救援行动中发挥作用的基礎，在于其能够从各种传感器和设备收集实时数据。这些传感器和设备包括：

烟雾探测器：先进的烟雾探测器甚至可以感应到微量的烟雾或燃烧气体，从而触发警报并启动系统的响应机制^[3]。

热像仪：热像仪在烟雾弥漫的环境中提供关键的可视性，它们可以检测温度变化，帮助响应人员找到火源或受害者的存在。

气体传感器：气体传感器可以识别危险气体的存在，包括一氧化碳和挥发性有机化合物，这些气体通常在火灾或化学事故中释放。

地震传感器：在地震多发地区，地震传感器可检测地面运动并提供早期预警以疏散或保护建筑物。

GPS和位置跟踪器：这些设备跟踪灾区內消防员、应急响应人员和受害者的活动和位置，确保他们的安全并实现更有效的资源分配。

天气监测站：实时天气数据对于了解风型和天气条件的潜在变化至关重要，这些变化可能会影响火灾的蔓延和救援人员的安全。

建筑监控系统：这些系统可以包括建筑物內结构完整性传感器、火灾报警系统和监控摄像头，运用这些系统可以更准确地评估火灾情况。

2. 紧急情况下准确及时信息的重要性

在消防和救援行动中，准确、及时的信息至关重要。

安全：为响应人员提供有关有害气体存在、结构缺陷和不断变化的环境条件的实时信息，确保他们在履行职责时的安全。

资源分配：了解事件的位置和严重程度，可以将人员和设备等资源有效地分配到最需要的区域。

决策：事件指挥官和响应人员可以就控制火势、定位和救援受害者以及防止进一步损害所需的战略和战术做出明智决策。

疏散：获取有关建筑物布局和潜在危险的数据，有助于规划和执行安全有效的疏散。

（二）火灾事故的预警和检测

1. 使用AI算法检测火灾

智能感知系统采用AI算法，快速准确地检测火灾发生情况。这些算法分析来自传感器和设备（例如烟雾探测器、热成像摄像机和气体传感器）的数据，以识别火灾迹象^[4]。该检测过程的关键要素包括：

烟雾分析：烟雾探测器可以识别烟雾颗粒的存在，而人工智能算法可以区分无害烟雾（例如烹饪烟雾）和真正火灾产生的烟雾。

热异常：热成像摄像机检测温度变化。当发生火灾时，这些摄像机可以识别热点并跟踪其移动，帮助定位火源。

气体排放检测：气体传感器可以检测燃烧气体的释放，从而指示火灾。人工智能算法分析气体数据，以确认火灾的存在并估计其规模和严重程度。

模式识别：可以促进人工智能算法根据历史数据识别火灾模式，进一步增强早期检测。

数据融合：通过整合多个传感器的数据，系统可以减少误报并提供更准确的火灾特征图像。

2. 与现有火灾报警系统集成

为了最大限度地提高火灾探测和预警的有效性，智能感知系统可以与建筑物和城市地区现有的火灾报警系统无缝集成。

增强传感：系统先进的传感器与传统火灾报警器的结合，提高了火灾探测的准确性和速度。

远程监控：事件指挥员可以远程访问集成系统中的信息，以便他们在派遣响应人员之前评估情况。

自动响应：集成可实现自动响应，例如激活灭火系统、通知紧急服务和启动疏散程序。

数据共享：相关数据可以与当地消防部门共享，为他们在应对紧急情况时提供关键信息。

（三）应急响应人员的智能决策支持

1. 提供有关建筑结构和布局的关键信息

智能感知系统通过提供有关建筑结构和布局的关键信息，为应急响应人员提供宝贵的支持。

平面图：响应人员可以访问数字平面图和建筑图纸，使他们能够分析复杂的结构并定位火源、受害者和危险区域。

结构完整性：系统实时评估建筑结构完整性，提醒响应人员潜在的倒塌风险和需要避免的区域。

危险识别：在建筑地图上识别并突出显示危险材料、燃气管道和其他潜在危险。

2. 绘制最快、最安全的疏散路线

在紧急情况下，快速安全地撤离受影响地区至关重要。智能感知系统通过以下方式协助此过程：

动态路线计算：系统使用实时数据，考虑火灾位置、结构完整性和潜在危险，计算最快、最安全的疏散路线。

视觉引导：建筑物居住者通过手持设备或增强现实（AR）界面接收视觉引导，引导他们前往最近的安全出口。

更新和警报：系统根据实时变化情况不断更新疏散路线，并根据需要向救灾人员和居住者发送警报。

（四）增强事件指挥员的态势感知

1. 实时视频输入和热成像可提高可见性

智能感知系统通过提供以下功能来增强救援事件指挥官的态势感知：

实时视频馈送：灾区内的监控摄像头向指挥官传输实时视频，使他们能够评估情况、监控响应人员的行动并识别潜在危险。

热成像：热成像摄像机在烟雾弥漫的环境中提供清晰的可见度，使指挥官能够查明火灾的位置、跟踪其进展并识别温度升高的区域。

增强现实（AR）：AR 将疏散路线和结构数据等关键信息叠加到实时视频源上，为指挥官提供灾难现场的全面视图。

2. 实时追踪场所内的消防员和受害者

跟踪灾区消防员和受害者的活动和位置的能力，对于确保他们的安全和协调救援工作至关重要。智能感知系统通过以下方式实现这一目标：

GPS和位置跟踪：消防员和其他救灾人员携带支持GPS的设备，将其实时位置传输给救灾指挥官，这些信息有助于监控他们的行动并战略性地部署资源。

可穿戴传感器：消防队员可以佩戴可穿戴传感器来监测生命体征、环境条件和危险暴露情况，为指挥官提供健康和安数据。

受害者跟踪：受害者和居住者还可以配备位置跟踪设备，使救援人员更容易找到并营救他们。

四、实施智能感知系统的优势和潜在挑战

在消防救援行动中实施智能感知系统具有广泛的优势，但也带来了一定的挑战和考虑。在本节中，探讨部署此类系统的好处和潜在局限性。

（一）智能感知系统在灭火救援中的应用优势

1. 增强安全性和有效性

响应人员安全：该系统通过提供有关危险、结构完整性和环境条件的实时信息，提高了消防员和紧急响应人员的安全。

更快的响应时间：火灾事件的早期检测和基于实时数据的有效资源分配，可以实现更快的响应时间，这种快速反应可以防止火灾蔓延并增加拯救生命的机会。

改进受害者救援：该系统有助于对灾区受害者进行跟踪和定位，减少救援时间。

2. 数据驱动决策

知情决策：该系统为决策者提供全面、实时的灾难情况视图，使他们能够做出数据驱动的决策，有效地分配资源，并根据情况变化调整策略。

优化资源配置：智能技术通过将人员和设备引导到最需要的领域，帮助确定资源分配的优先顺序，这可以防止资源浪费并确保更有效的响应。

早期预警和预防：系统的早期检测功能可以在灾难升级之前采取预防措施，例如疏散和灭火，从而减少损失和人员伤亡^[5]。

3. 增强态势感知

增强可见性：实时视频馈送、热成像和增强现实界面，为指挥官提供了更清晰的灾难现场图片，这种改进的态势感知有助于战略制定和资源管理。

风险评估：该系统通过识别结构缺陷、有害物质和不断变化的环境条件来协助评估风险，这些信息可以为决策者提供信息并帮助确定行动的优先顺序。

（二）部署系统时要考虑的潜在限制或障碍

1. 初始成本高

初始投资：实施智能感知系统需要在传感器、设备、基础设施和软件方面进行大量前期投资。较小的城市和企业采用这项技术时可能会面临财务限制。

维护和保养：持续的维护、更新和培训也可能成本高昂。确保系统保持运行并保持最新状态对于其有效性至关重要。

2. 隐私和数据安全

数据隐私：收集和处实时数据（包括视频源）会引起人们对隐私的担忧。在维护数据完整性的同时，保护受灾地区个人的隐私是一项挑战。

网络安全：系统的通信基础设施容易受到网络攻击，这可能会中断操作或泄漏敏感信息。实施强有力的网络安全措施至关重要。

3. 集成挑战

兼容性：将智能感知系统与现有基础设施、建筑系统和应急服务集成可能很复杂。

培训和熟悉：紧急响应人员和决策者需要接受培训才能有效地使用系统的功能。确保人员熟悉该技术对于成功实施至关重要。

4. 可及性和公平性

数字鸿沟：并非所有社区都能平等地享受该系统的好处，特别是那些资源有限的社区。确保公平地获得先进技术是一项挑战。

弱势群体：例如行动不便的群体，可能在获取和利用该技术方面面临挑战。可能需要特殊规定来满足他们的需要。

5. 误报和数据准确性：

误报：虽然系统的人工智能算法旨在最大限度地减少误报，但误报的可能性始终存在，从而导致不必要的疏散和资源分配。

数据准确性：传感器故障或不准确可能导致错误的信息和决策。

结语

总之，新型防灾减灾智能传感系统融入城市灭火救援行动，标志着灾害应对迈出了重大一步。它能够提供准确的实时数据、早期火灾探测、决策支持和增强的态势感知能力，有可能挽救生命并减少损失。通过不断的创新和投资，这种智能感知系统有望显著提高有效应对城市灾害的能力。

参考文献

[1] 陆宜荣. 智能化消防技术在消防信息中的应用探讨[J]. 通信世界报, 2019(02): 58-59.

[2] 冯宁, 蔡东洋. 基于物联网定位的消防救援系统设计与实现[J]. 物联网技术, 2020(04): 15-17.

[3] 黄秋霞. 基于WIFI定位的消防救援系统软件设计[J]. 计算机时代, 2019(07): 5-7.

[4] 陈能成, 李丹丹. 基于物联网 GIS 的消防智能巡检系统设计与实现[J]. 地理信息世界, 2020(04): 71-75.

[5] 王素锋, 白晓梅. 智慧消防救援车联网系统设计与实现[J]. 信息系统工程, 2019(10): 74976.

作者简介：钱磊君（1986年09月-），男，汉族，上海青浦人，本科学历，初级专业技术职务，研究方向：灭火救援。