

大模型在消防救援行业知识库问答系统中的应用

薛海波

安徽省消防救援局, 安徽 合肥 230000

DOI: 10.61369/TACS.2025020016

摘要 : 消防救援信息化、数字化、智能化需求的日益增长, 构建一个高效、准确的智能问答系统对于提升消防工作效率、保障人民生命财产安全具有重要意义。本文从消防救援行业的知识特点与应用需求进行分析, 以 DeepSeek 大模型为例, 详细阐述基于 DeepSeek 的知识库构建及知识应用的全流程, 包括知识采集、预处理、知识表示、存储以及智能问答算法的设计与实现, 通过实践证明, 该智能问答知识库能够高速响应消防救援行业各类问题, 为消防救援部门工作人员提供准确、及时的信息支持。

关键词 : 消防救援; DeepSeek; 智能问答系统; 知识库构建

The Application of Large Models in the Knowledge Base Question-Answering System for Fire Rescue Industry

Xue Haibo

Anhui Provincial Fire and Rescue Bureau, Hefei, Anhui 230000

Abstract : As the demand for informatization, digitization, and intelligence in fire rescue continues to grow, constructing an efficient and accurate intelligent question-answering system is of great significance for improving fire rescue work efficiency and safeguarding people's lives and property. This paper analyzes the knowledge characteristics and application requirements of the fire rescue industry, takes the DeepSeek large model as an example, and elaborates on the full process of knowledge base construction and knowledge application based on DeepSeek. This includes knowledge collection, preprocessing, knowledge representation, storage, and the design and implementation of intelligent question-answering algorithms. Practical applications have shown that this intelligent question-answering knowledge base can rapidly respond to various questions in the fire rescue industry, providing accurate and timely information support for personnel in fire rescue departments.

Keywords : fire fighting; DeepSeek; intelligent question answering system; knowledge base construction

引言

当前, 消防救援的信息化、数字化和智能化水平不断提升, 积累了大量的行业数据。如何高效利用这些数据, 实现智能化管理和辅助灭火救援决策, 成为消防救援行业面临的重要课题。DeepSeek 大模型凭借其强大的数据分析、多模态处理和智能决策能力, 可在接处警过程中提供调度方案推荐、生成应急指挥方案、进行救援风险提示以及设备使用和维护建议等, 显著提升决策的科学性和精准性, 为消防工作的智能化转型提供技术支持^[1]。

一、消防救援行业知识库问答系统建设意义

(一) 消防救援行业知识库问答建设必要性

目前消防救援行业知识库更多源于传统知识管理模式搭建, 现代化的智能火灾防控、作战救援、应急通信、队伍管理等行业知识匮乏。随着城市化进程加速, 高层建筑火灾、危化品爆炸等新型灾害频发, 传统分散式知识存储方式存在信息冗余、更新滞后、检索低效, 暴露出传统经验具有较多局限性^[2]。灾害场景的动

态演化特征要求知识库突破静态存储模式, 建立基于动态的多维度知识更新机制, 使救援策略能随火场热力学参数、建筑结构稳定性等实时数据流动态调整^[3]。

消防救援行业知识问答应用的建设, 其核心业务需求主要源于消防救援行业的特殊性和复杂性。随着城市化进程的加速, 消防安全问题日益凸显, 对消防人员的专业素养和应急反应能力提出了更高要求。通过构建一个全面、准确、高效的智能问答知识库, 对于提升消防救援行业的整体效能具有重要意义^[4]。

作者简介: 薛海波 (1978.06—), 男, 汉, 安徽合肥人, 本科, 高级专业技术职务, 研究方向: 消防通信。

(二) 消防救援行业知识库问答应用前景

消防救援行业知识库应用正朝着“智能集成+场景适配”的方向发展，呈现出技术与生态的双轮驱动特征。在技术层面，AI知识图谱与动态数据融合将推动决策智能化升级，例如通过整合建筑CAD图纸和实时热成像数据构建三维作战沙盘，结合决策知识库显著提升响应效率；多模态交互技术和智能算法则能将隐性经验转化为可执行策略，提高救援精准度。在生态协同方面，知识库可深度融入“平战结合”体系，通过API对接各类监测预警系统，实现火灾动态识别、法规自动校准、宣教精准推送和救援辅助决策等功能，全面赋能“数字消防”建设。随着政策推动，物联网与大数据技术将加速知识库与智慧消防的融合进程，能够基于历史数据进行风险评估和资源优化，构建覆盖预防、处置、复盘全流程的知识治理体系，推动行业从被动响应向主动防控转型^[5]。

二、知识库问答系统建设思路

(一) 数据集及知识库系统的构建

知识库问答系统的核心是构建检索子系统数据集、问答子系统数据集和人类偏好数据集，以训练语义检索模型的检索能力，问答模型的语义理解和条件生成能力，通过用户偏好数据，模型能够接收反馈数据持续优化（图1）。

基于大模型的知识库构建与优化框架，采集消防全行业的非结构化文档数据，包括但不限于灭火救援预案、典型战例分析、装备技术参数、安全操作规程、消防安全标准、建筑消防设施规范、火灾调查报告、培训教材及政策法规等，针对消防专业领域的复杂性，利用NLP技术实现多源异构数据的自动解析与深度融合，构建覆盖防火监督、灭火救援、装备管理、队伍管理等消防全业务场景的问题-知识多维关联体系，以此训练具备消防专业术语深度理解能力的语义检索大模型与多任务问答大模型。基于优化后的大模型将构建全域消防知识向量库，部署于消防指挥信息网，支持总队、支队、大队、中队等多级应用，确保可通过分布式知识节点提供精准知识服务^[6]。

在应用机制上形成“智能感知-知识融合-场景适配”的闭环体系。例如在处理建筑消防验收时自动关联设计规范与验收标准，开展消防培训时智能匹配教学案例与操作规程，处置特殊火灾时综合推送化学品特性、战术要点及类似案例，实现全业务场景下的智能辅助决策，全面提升消防行业整体智能化水平。

(二) 知识检索问答大模型微调 - 以 DeepSeek 大模型为例

本文采用消防领域专业的问题-答案配对数据(QA pairs)作为训练样本，对DeepSeek大语言模型实施领域适应性微调，DeepSeek采用混合专家(MoE)架构，将模型划分为多个专业化子网络，根据输入任务动态选择最适配的专家进行处理，大幅提升了模型的灵活性和运行效率。例如，在指挥作战场景下，通过调整模型参数权重，使DeepSeek能够精准理解消防专业术语和战术场景的深层语义。采用基于嵌入的上下文学习方法，将问题与标准处置方案映射到同一向量空间，增强模型对“问题-战术知识”的语义关联能力。微调后的模型能够结合火场态势上下文进

行战术推理，准确识别指挥员意图，并融合知识库检索结果生成符合要求的专业回复^[7]。

系统通过消防场景定制的对话状态管理模块维持战术讨论的连贯性，采用事件驱动的状态机模型跟踪处置流程各阶段。例如在指挥作战中基于火情侦察阶段数据、装备调度方案及当前作战状态标记，通过火场处置目标和指挥员反馈，系统可自动优化知识检索权重，灵活选择最优应答路径，在多轮对话中实现从“通用战术推荐”到“个性化作战方案生成”的渐进式引导，动态调整应答策略^[8]。

(三) 人类反馈强化学习

在优化大语言模型的过程中，持续采集消防救援全队伍对模型生成答案的评估反馈，包括准确性、相关性、流畅性等维度的评分，以及具体的改进建议。基于这些反馈数据，采用人类反馈强化学习技术将大语言模型与人类偏好对齐。首先利用收集的队员偏好数据训练一个奖励模型，该模型能够学习并量化用户对回答质量的评判标准；然后通过近端策略优化等强化学习算法，以学习到的奖励函数作为优化目标，对大语言模型进行微调，使其生成结果更符合期望。

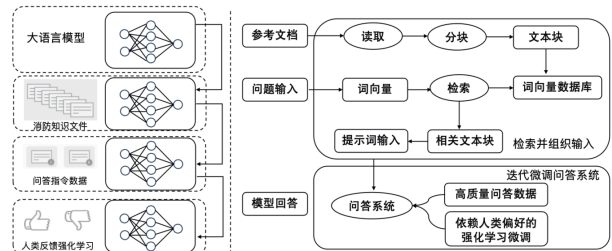


图1 知识库问答大模型工作流反馈图

三、消防救援行业知识库的构建及应用

消防救援行业知识库系统的建设源于知识管理与应急管理的深度融合，旨在通过系统性知识工程解决行业知识的同质性、动态性与场景适配性矛盾。在消防救援场景下，面对高层建筑火灾、危化品爆炸等新型灾害的复杂挑战，传统经验传承模式已显不足，需要将基层指挥员的隐性经验转化为可编码的显性知识单元，并借助语义标注技术实现多源异构知识的标准化整合^[9]。

依托指挥信息网下建设的模型训练平台，针对消防全行业的专业场景需求，对结构化知识数据进行领域适应性建模与训练（图2）。

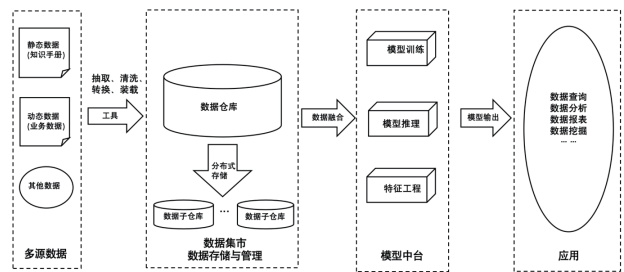


图2 知识库的构建及应用

(一) 消防救援行业知识库知识的收集与整理

采用专家人工标注与消防业务系统自动对接相结合的复合采集模式。针对消防领域特有的报告、案例、标准规范等数据，实施专业化的数据治理流程，首先使用语义消歧技术消除非结构化文档中的表述差异，采用去重算法识别并合并相似知识，同时对缺失的知识进行专家补充。通过本地化部署人机协同的智能处理机制，由机关各处（科）室和基层指挥员、消防员等对知识进行专业校验，确保知识数据的质量和可用性。最终形成火灾预防、监管执法、作战指挥、应急通信、队伍管理、网上办公等六个维度的多级知识分类结构^[10]。

(二) 消防救援行业知识表示与存储

本研究在消防救援行业知识表示与存储方面创新性地融合语义网技术与深度学习方法，构建了面向消防业务的知识表征体系。通过“主体-谓词-宾语”三元组结构精确描述消防实体知识间的关系，同时采用知识表示学习技术对消防专业术语和知识概念进行分布式编码，实现语义层面的深度理解；在存储架构设计上，采用多模态混合方案，利用关系型数据库管理结构化数据，基于RDF数据库构建覆盖消防六个知识维度的语义关系关联网络，形成例如装备-技术-场景-法规的跨维度知识图谱。

这种复合存储策略有效解决消防知识复杂多样、关联紧密的存储挑战，实现从建筑消防设施参数到火灾调查案例、从安全操作规程到培训考核标准等全要素数据的有机整合与高效关联。

四、评估与改进

为评估模型检索性能，采用平均倒数排序和召回率等传统IR指标进行测评。选取通义千问QwQ-32B和智源BGE作为基线模型，与基于DeepSeek-R1-Distill-Qwen-32B构建的消防知识库问答系统进行对比。所有模型均使用完整保留消防内部处置手册原始信息的人工标注高质量数据集训练。测试结果表明（表1），基于DeepSeek大模型的系统在问答准确率上表现最优。

模型	Recall@1	Recall@5	MRR@1	MRR@5
通义千问 QwQ-32B	0.726	0.874	0.726	0.767
BGE	0.768	0.925	0.768	0.813
Ours	0.821	0.933	0.821	0.857

表1 系统的评估结果

五、结论与展望

(一) 结论

本文系统性的研究了消防救援行业知识库问答系统的建设价值及DeepSeek大模型的应用路径，通过融合多源行业数据建立了专业的知识体系，但研究仍存在三个主要局限性：一是数据覆盖的全面性有待提升，因限于数据来源的多样性和实时性，部分边缘场景的缺失可能影响系统对罕见问题的处理能力；二是DeepSeek虽具备优秀的自然语言处理能力，但对消防专业术语和特殊语境的适配仍需深化优化；三是知识更新机制尚未实现完全自动化，当前依赖人工维护的方式难以适应消防法规和技术设备的快速迭代需求，这在一定程度上制约了系统的持续发展和广泛应用。未来研究需着重解决这些关键问题，以推动智能问答系统在消防领域的深度应用。

(二) 展望

在基于DeepSeek的全消防应用体系智能问答知识库的建设基础上，可进一步提升其对于消防救援行业专业知识的理解和处理能力。包括改进模型的训练算法，增强其对复杂消防场景的理解能力，以及提高问答的准确性和效率；拓展知识库的覆盖范围，将更多的消防法规、技术标准、案例分析等内容纳入其中。这将有助于构建一个更加全面、权威的消防知识库，为消防人员提供更加精准、实用的问答服务。

参考文献

- [1] 周显峰. 信息化技术在灭火救援指挥决策中的整合应用实践[J]. 今日消防, 2024, 9(12): 55-57.
- [2] 彭韵竹, CODY Ding, 李阳, 等. 互依自我对消防救援人员共情疲劳的影响: 组织支持感的调节作用[J]. 鞍山师范学院学报, 2024, 26(06): 102-106.
- [3] 陈文平, 杨森. 智能消防救援指挥系统实践研究[J]. 今日消防, 2024, 9(11): 130-132.
- [4] 李宜辉. 消防信息化技术在灭火救援指挥决策中的整合应用[J]. 大众标准化, 2024, (21): 149-151.
- [5] 孙劭晨, 耿荣妹. 无人机集群在消防救援中的协同应用探究[C]// 中国人民警察大学, 中国消防协会. 2024年度灭火与应急救援技术学术研讨会论文集-消防技术装备与装备管理. 中国消防救援学院, 2024: 30-34.
- [6] 郭丹丹. 无人机三维建模在消防救援中的应用[C]// 中国人民警察大学, 中国消防协会. 2024年度灭火与应急救援技术学术研讨会论文集-消防技术装备与装备管理. 天津市宁河区消防救援支队, 2024: 37-39.
- [7] 吴林峰, 江楚儿, 岑祥政, 等. 基于火灾模拟器FDS的沿海某地铁换乘站消防安全性探讨[J]. 四川建筑, 2024, 44(05): 284-286.
- [8] 李向洲, 谭玉珍. 基于Jack仿真的主战消防车人机分析与设计改进[J]. 机械设计, 2024, 41(10): 178-183.
- [9] 顾斌, 姜立平, 刘晗, 等. 基于超立方体排队均衡的消防站布局和调度优化[J]. 消防科学与技术, 2024, 43(10): 1466-1472.
- [10] 何聪颖. 智慧消防视角下广东省农村消防安全管理研究[D]. 广西民族大学, 2024.