

공간정보 및 화재안전정보를 이용한 규칙 기반 화재 대응 의사결정 지원 방법

이혜선, 홍상기, 이강복
한국전자통신연구원 지능화융합연구소 산업안전지능화연구실
{hyesun.lee, sghong, kblee}@etri.re.kr

A Rule-based Fire Response Decision Support Method using Spatial Information and Fire Safety Information

Hyesun Lee, Sang Gi Hong, Kang Bok Lee
Industrial and Personal Safety Intelligence Research Section
Intelligent Convergence Research Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

대형 및 복합 화재에 효과적으로 대응하기 위해서 화재 현장에 대한 다양한 컨텍스트를 고려하여 표준작전절차 및 매뉴얼을 기반으로 최적의 대응 방안을 도출해야 한다. 이러한 의사결정을 긴급한 상황에서 신속하고 정확하게 수행하기 위하여 화재 상황 및 관련 대응규칙을 자동으로 분석하고 대응절차를 선제적으로 제시하는 방법이 필요하다. 이를 위해 이 논문에서는 공간정보 및 화재 안전정보를 이용하여 규칙 기반으로 화재 대응 의사결정을 지원하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법에서는 소방대상물의 실내외 공간정보 및 다양한 화재안전정보를 기반으로 화재 상황의 가변성을 모델링하고 이를 참조하여 화재 대응규칙 명세를 개발한다. 그리고 의사결정 시 주어진 상황에 맞게 가변성을 선택하고 룰 엔진을 통해 대응규칙을 실행하여 대응절차를 도출한다. 제안하는 방법을 재난현장 표준작전절차의 대상물별 표준작전절차를 대상으로 적용하여 실현 가능성을 검증하였다.

1. 서론

화재 상황은 화재가 발생한 소방대상물의 유형, 구조, 용도, 화재 발생 위치, 요구조자 수, 가용한 소방 시설, 위험물시설 유무, 소방서와의 거리, 진입/대피 경로 등 다양한 조건에 따라 다른 진행양상을 보인다. 화재에 효과적으로 대응하기 위해서는 이와 같은 다양한 컨텍스트를 복합적으로 고려하고 주어진 상황에 적합한 대응절차를 결정하여 수행해야 한다. 긴급한 상황에서 대응방안을 보다 신속하고 정확하게 도출하기 위해서 화재 상황 및 관련 대응규칙을 자동으로 분석하고 가능한 대응절차를 제시하여 체계적인 의사결정을 지원하는 시스템이 필요하다.

이를 위해 기존 연구에서 재난사건 및 대응절차 관리 도구[1], 시맨틱 추론 엔진을 결합한 이벤트 기반 의사결정 지원 시스템[2], 재난상황인지 응용 개발을 위한 프레임워크[3] 등이 제안되어 제한된 도메인에 적용되었다. 하지만 다양한 화재 상황이 발생하는 실제 현장에서 화재 대응 의사결정을 지원하기 위해서는 아래 문제들을 해결하는 것이 필요하다.

- 1) **소방대상물의 공간정보 및 다양한 소방안전정보를 고려한 상황 분석 필요:** 정확한 화재 대응 의사결정을 위해서는 화재 상황 분석에 소방대상물의 공간정보 및 다양한 화재안전정보(소방시설물 정보, 소방점검결과, 소방활동 자료조사 정보 등)를 복합적으로 고려하는 것이 필요하다.
- 2) **의사결정에 영향을 미치는 화재 상황 가변 요소에 대한 체계적인 모델링 필요:** 화재 상황에 적합한 대응 의사결정을 내리기 위해서는 화재 상황에 대한 여러 요소 중 의사결정에 영향을 미치는 가변(Variable) 요소들을 모델링하여 이를 체계적으로 분석하도록 하는 것이 필요하다.
- 3) **가변 요소를 고려한 대응규칙 명세 및 주어진 상황에 맞는 규칙 자동 실행 방법 필요:** 주어진 화재 상황에 맞는 대응절차를 자동으로 도출하기 위해서는 화재 상황에 대한 가변 요소를 고려하여 대응규칙을 명세하고 이를 가변 요소 선택에 따라 자동으로 실행할 수 있도록 하는 방법이 필요하다.

- 4) **기존 시스템과의 연계를 통한 실세계 정보 수집 및 의사결정 결과 적용 방안 필요:** 의사결정 지원 방법을 실제 화재관리 현장에서 사용하기 위해서는 화재안전정보를 수집/관리하는 기존 시스템과의 연계를 통해 화재 상황 분석을 일부 자동화하고, 의사결정 결과로 도출된 대응절차를 현장관계 시스템 등과 연계하는 방안이 필요하다.

이를 해결하기 위해 이 연구에서는 공간정보 및 화재안전정보를 이용하여 규칙 기반으로 화재 대응 의사결정을 지원하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법의 기본 개념과 프로세스를 2 장과 3 장에서 각각 기술하고 4 장에서 결론 및 향후 연구를 소개한다.

2. 제안하는 방법 기본 개념

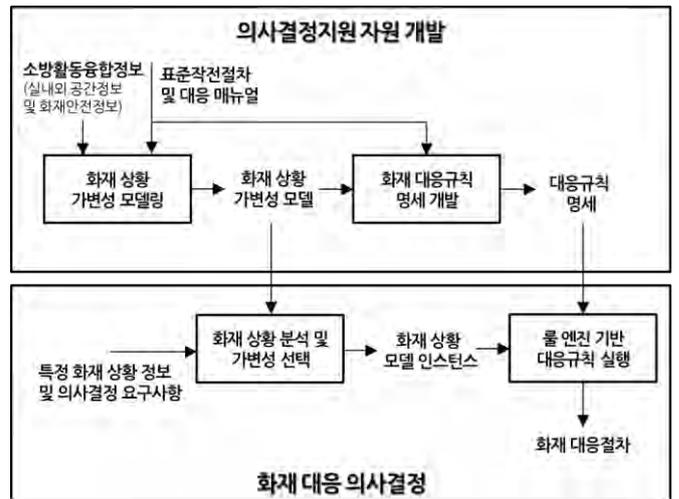
제안하는 방법은 서론에서 기술한 문제를 다음과 같이 해결한다.

- 1) **소방활동융합정보 기반의 화재 상황 분석:** 소방활동융합정보[4]는 소방대상물의 실내외 공간정보 및 다양한 화재안전정보(소방시설물 정보, 소방점검결과, 소방활동 자료조사 정보, 소방시설 센싱 정보 등)를 융합한 모델이다. 제안하는 방법은 소방활동융합정보를 기반으로 화재 상황을 분석하여 복합적인 컨텍스트 분석을 가능하게 한다.
- 2) **휘쳐 모델을 통한 화재 상황 가변성 모델링:** 재난현장 표준작전절차[5] 및 대응 매뉴얼을 분석하여 화재 상황에 대한 여러 요소 중 화재 대응 의사결정에 영향을 미치는 가변 요소들을 도출할 수 있다. 그리고 이들을 가변성 모델링 방법의 사실상 표준 쓰이는 휘쳐(Feature) 모델링[6] 방법을 사용하여 체계적으로 모델링한다.
- 3) **가변성을 고려하여 룰 엔진 기반 화재 대응규칙 명세 개발:** 표준작전절차 및 매뉴얼을 분석하여 대응규칙을 도출하고 이를 화재 상황 가변성(가변 휘쳐)을 고려하여 룰 엔진 언어로 명세하여 개발한다. 이 규칙 명세는 특정 조건(Condition)이 만족될 때 실행할 액션(Action)을 정의하는 형태로 개발되며 가변 휘쳐를 조건에 참조하여 정의한다. 의사결정 시 주어진 화재 상황에 대한 가변 휘쳐를 선택하면 룰 엔진이 설정된 조건에 맞는 규칙을 자동으로 실행하여 가능한 대응절차를 출력한다.
- 4) **소방활동융합정보 플랫폼을 통해 기존 화재관리 시스템과 연계:** 소방활동융합정보 플랫폼[7]은 공간정보 수집 시스템, 소방시설 점검결과

수집 시스템, 소방활동 자료조사 시스템 등으로부터 공간정보 및 화재안전정보를 수집하여 소방활동융합정보를 생성/관리하고 이를 맞춤형 소방활동 지원 응용 서비스(소방현장 대응/관제, 소방훈련 등)에 제공하는 플랫폼이다. 제안하는 방법의 구현을 플랫폼에 탑재되는 지능 서비스 형태로 개발하여, 가변성 선택에 필요한 정보를 플랫폼으로부터 획득하고 대응규칙 실행 결과를 플랫폼을 통해 소방활동 지원 응용서비스에 적용할 수 있다.

3. 제안하는 방법 프로세스

제안하는 방법의 프로세스는 크게 ‘의사결정지원 자원 개발’ 과정과 ‘화재 대응 의사결정’ 과정으로 구성된다(그림 1). 각 과정에 대해서는 하위 절에서 자세히 설명한다.



(그림 1) 제안하는 방법 프로세스.

3.1. 의사결정지원 자원 개발 과정

이 과정에서는 화재 대응 의사결정에서 사용할 화재 상황 가변성 모델과 대응규칙 명세를 개발한다.

우선 ‘화재 상황 가변성 모델링’ 단계에서 소방활동융합정보와 표준작전절차 및 대응 매뉴얼을 입력으로 받아서 화재 대응 의사결정에 필요한 다양한 상황 정보를 가변성 모델로 정의한다. 이 모델은 소방활동융합정보 모델과 연계되어 향후 주어진 화재 상황의 소방활동융합정보 값에 따라 설정될 수 있다.

‘화재 대응규칙 명세 개발’ 단계에서는 표준작전절차 및 대응 매뉴얼과 이전 단계에서 생성된 화재 상황 가변성 모델을 기반으로 의사결정지원을 위한 대응규칙 명세를 개발한다. 이 연구에서는 룰 엔진으로 자바 기반의 오픈소스 룰 엔진인 Drools[8]를 사용하였기 때문에 대응규칙 명세는 DRL(Drools Rule

Language)로 개발된다. DRL 명세는 특정 조건이 만족할 때 실행할 절차를 정의하는 형태이다. 대응규칙 명세의 조건에는 화재 상황 가변성 모델에 정의된 가변 회차를 참조하여 정의하고, 액션에는 해당 조건이 만족할 때 수행할 대응 태스크를 대응절차에 추가하도록 정의한다.

이 과정에서 개발된 화재 상황 가변성 모델 및 대응규칙 명세는 다음 화재 대응 의사결정 과정에서 사용된다.

3.2. 화재 대응 의사결정 과정

이 과정에서는 주어진 상황에 맞게 화재 상황 가변성 모델을 설정(Configuration)하고 룰 엔진을 통해 대응규칙을 실행하여 화재 대응절차를 결과로 얻는다.

‘화재 상황 분석 및 가변성 선택’ 단계에서는 화재 대응 의사결정을 필요로 하는 특정 화재 상황 정보 및 의사결정 요구사항을 입력으로 받고 이를 기반으로 화재 상황 가변성 모델에서 가변 회차를 선택한다. 화재가 발생한 소방대상물의 소방활동융합정보가 특정 화재 상황 정보로 들어오며 이와 연계된 가변 회차들은 자동으로 선택된다. 자동으로 설정할 수 없는 추가적인 동적 상황 정보(요구조자 수, 소방차 진입여부 등)는 별도의 입력을 통해 설정한다.

‘룰 엔진 기반 대응규칙 실행’ 단계에서는 가변성 선택 결과를 기반으로 룰 엔진(Drools)을 통해 대응규칙을 실행한다. 우선 가변 회차 선택 결과에 따라 대응규칙 명세 조건에 참조된 가변 회차들의 값이 설정된다. 룰 엔진은 대응규칙 명세를 자동으로 분석하여 조건이 만족하는 규칙의 액션을 실행한다. 액션이 실행될 때 해당되는 대응 태스크가 대응절차에 추가되며, 전체 규칙의 실행이 끝나면 최종적으로 대응절차가 대응 태스크의 순서 리스트의 형태로 출력된다.

4. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 공간정보 및 화재안전정보를 이용하여 화재 상황을 분석하고 주어진 상황에 대해 규칙 기반으로 가능한 대응절차를 자동으로 도출하여 화재 대응 의사결정을 지원하는 방법을 제안하였다. 방법의 결과로 생성되는 대응절차는 화재 대응 현장에서 체크리스트의 형태로 활용될 수 있으며, 화재훈련 시 물레이션 및 표준작전절차/매뉴얼의 분석/평가에도 활용될 수 있다.

재난현장 표준작전절차[5]의 ‘대상물별 표준작전절차’를 대상으로 제안하는 방법의 실현 가능성을 검증하였다. 향후 전체 표준작전절차 및 소방대상물 특정 매뉴얼을 대상으로 제안하는 방법을 적용 및 검증할 계획이다. 또한 제안하는 방법을 적용한 결과를 소방

활동융합정보 플랫폼의 지능 서비스 형태로 개발하는 것을 추진중이다.

5. Acknowledgements

본 연구는 행정안전부 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발사업의 연구비지원(과제번호 20DRMS-B146826-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] B. Lijnse, J. M. Jansen, and R. Plasmeijer, "Incidone: A task-oriented incident coordination tool," 9th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM), Vancouver, Canada, 2012, vol. 12.
- [2] A. Hristoskova, F. Ongenae, and F. De Turck, "Semantic reasoning for intelligent emergency response applications," 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Bochum, Germany, July 2013, pp. 547-554.
- [3] J. L.R. Moreira, L. F. Pires, M. van Sinderen, and P. D. Costa, "Towards ontology-driven situation-aware disaster management," Applied Ontology, vol. 10, no. 3-4, pp. 339-353, 2015.
- [4] H. Lee, S. G. Hong, H. Lee, and K. B. Lee, "Integration of spatial and disaster management information for supporting effective firefighting activities," Special Issue on Advances in Mechanical System and ICT-convergence, JP J. of Heat and Mass Transfer, Special Issue 1, pp. 89-98. 2019.
- [5] Disaster Site Standard Operating Procedures (SOP), National Fire Agency, Korea. Retrieved Sep. 28, 2020, from https://fire.seoul.go.kr/upload/board/28333_15953864585434046.pdf. (Korean)
- [6] K. C. Kang, S. G. Cohen, J. A. Hess, W. E. Novak, and A. S. Peterson, "Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study," Report, Software Engineering Institute, Carnegie-Mellon University, Report no. CMU/SEI-90-TR-21, Pittsburgh, PA, USA, 1990.
- [7] H. Lee, S. G. Hong, and K. B. Lee, "Implementation of Firefighting Activity Convergence Information Platform and Intelligent Service Framework for Customized Firefighting Activities based on Spatial and Fire Safety Information," Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 44, no. 11, pp. 2146-2166, 2019. (Korean)
- [8] P. Browne, JBoss Drools Business Rules, Packt Publishing Ltd, 2009.