

건축물 화재 안전상태지수의 실시간 변화정보 반영 연구

공준호, 김태훈*

한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부

A Study on Reflecting Real-time Change Information in Building Fire Safety Status Index

Junho Gong, Tae-Hoon Kim*

Department of Future & Smart Construction Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약 급속한 도시 인구밀도 상승 및 건축물의 대형화·복잡화·노후화로 인해 도심지에서의 화재 등 재난 발생 시 인적·물적 피해가 줄지 않고 있으며, 특히 공공건축물 및 시설물 공간에서 재난 발생 시 노약자, 어린이, 장애인 등 재난 약자의 피해 가능성과 취약성은 더욱 높은 상황이다. 본 논문에서는 이러한 건축물의 위험 가능성 및 화재 안전 평가등급 설정과 관련하여 기개발된 14개 평가 항목으로 구성된 정적인 건축물 화재 안전상태지수에 대해 현장에서의 활용성 및 효율성을 증대시키기 위하여 평가 항목 중 일부에 대해 건축데이터 민간개방시스템, 건물통합정보시스템 및 행정표준코드관리시스템 등에서 제공하는 공공 오픈API를 통한 자동정보 제공 방안을 제시하였다. 또한 화재 등 실제 재난 발생 시 실시간 안전상태 변화 정보를 안전평가등급에 바로 반영하기 위해 현장에 설치된 화재 센싱정보와의 연계를 수행하였으며, 주변 건물로의 확대 위험 영향분석을 위한 간편 추론모델의 적용과 풍향, 풍속 등 실시간 기상정보를 반영한 영향 분석을 수행해 보았다. 제안된 정적 및 동적정보 요소들을 시스템화하기 위해 실시간 안전 상태정보 추론모델 인터페이스를 설계하고 개념검증(Proof of Concept)을 위해 지자체 파일럿 테스트를 통한 활용 가능성을 검증하였다.

Abstract Fatalities and property damage resulting from fires have not decreased because of the increasing population density in urban areas or the larger, more complex, and older buildings. In particular, the possibility of damage and vulnerability to disaster-vulnerable people, such as the elderly, children, and the disabled, is higher if a disaster occurs in public buildings and facilities. This study proposes an automatic information provision method for rating the fire safety index, which consists of 14 assessment items incorporated with a public open API providing building data. In addition, extra real-time information, such as fire sensing data and weather information, was implemented to immediately reflect real-time safety status information in the safety evaluation grade as a fire occurs. A real-time safety status information inference model was designed to systematize the proposed information, which was verified through pilot testing for proof of concept.

Keywords : Real-time Safety Status Information, Fire Safety State Index, Inference Model, Proof of Concept, Pilot Test

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원(주요사업)사업으로 수행되었습니다. (20240143-001, 미래건설산업전인 및 신시장 창출을 위한 스마트 건설기술 연구)

*Corresponding Author : Tae-Hoon Kim(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)
email: kth@kict.re.kr

Received March 11, 2024

Revised May 21, 2024

Accepted June 7, 2024

Published June 30, 2024

1. 서론

2023년 소방청 통계연보의 최근 10년간 화재 발생 통계에 따르면 매년 약 40,000건의 화재가 발생하여 2,000명이 넘는 인명피해와 연평균 약 6,500억원의 재산 피해가 지속적으로 발생하고 있는 것으로 나타났다 [1]. 특히 재산 피해는 2013년 약 4,300억원에서 2022년 약 1조 2,100억원으로 2.78배 이상 증가하였으며, 2022년 35건의 대형화재로 인한 재산 피해는 전체 화재 피해액의 반 이상을 차지하는 등 대형화재로 인한 재산 피해가 큰 폭으로 증가하였다[1]. 지역적으로는 서울 및 경기 등 수도권 지역의 주거 및 비주거지역에서 많은 화재 피해가 발생하였으며, 다중이용시설, 주거시설, 공장 시설 등에서 빈도와 피해 규모가 크게 나타났다. 피해 발생 우려가 높아 특별한 관리가 필요한 중점관리대상 소방대상물은 전국 6,849개소로 증가하였고, 소방특별조사를 위한 조사 대상건물은 전국 약 140만 개소에 달하고 있으며, 부주의 및 전기적 요인에 의한 원인이 화재 발생원인의 대부분을 차지하고 있는 것으로 발표되었다 [1]. 이처럼 최근의 화재 발생 추세는 도심지화, 피해의 대형화, 특별관리대상의 증가, 지역 예측의 어려움 등으로 특정할 수 있다.

화재 대피에 취약한 재난 약자(장애인, 노인, 임산부, 어린이 등)의 수는 화재 취약 대상 위험성 평가모델 산정 시 인적 요인 중 주요 요소로 다루어지고 있는 만큼[2], 재난 약자가 정주하고 있는 건물 및 장소에서 화재 발생 시 과학적 관리와 신속한 대응이 더 필요하다. 특히 화재는 기본적으로 위치 및 공간적인 속성을 지니고 있으므로 공간정보 측면에서 과학적 재난관리를 위한 공간 기반의 안전상태지수 도출을 통한 건축물의 실시간 화재 안전관리가 필요하다[3].

이러한 안전상태를 공간적으로 표출하기 위해 Youn et al.(2020)은 국내·외 대표적인 화재 안전 평가모델인 Gretener's Method, FSES, KFRI의 평가기법과 평가항목 분석을 바탕으로 3D 안전상태지도 제작을 위한 평가항목에 적용 가능 여부를 조사·분석하였으며, 3D 안전상태지도 제작을 위한 화재안전 평가항목으로 다섯가지의 카테고리에 걸쳐 총 14개의 세부 항목을 도출한 바 있다[4].

Ham et al(2022)은 여기에서 더 나아가 안전 평가등급의 개념을 정의하였고, 다섯 개의 카테고리(업종위험, 건물 안전성, 소방 설비 시설, 화재위험성, 화재대응상태) 14개 평가항목에 대한 중요도를 선정하기 위해

40인 이상의 전문가 집단 설문조사를 통해 가중치를 Table 1과 같이 결정하였으며, 안전 평가 등급 개발을 위한 안전상태지수를 정의하였다[5].

Table 1. Fire safety assessment factors and weight[5]

Category	Factor	Weight
Industry Risk	Risk Level by Industrial Classification	31.0
Structural Risk	Structure and Interior Material	8.6
	Floor Level	2.2
	Building Deterioration Rate	2.2
Fire Fighting Facility	Automatic Fire Extinguishing Equipment	11.5
	Automatic Fire Detecting System	3.7
	Smoke Evacuation System	2.8
Fire Hazard	Fire Load	9.3
	Dangerous Substances	9.6
	Dangerous Zone	3.1
Fire Response Status	Ease of Evacuation	8.7
	Alert Promptness	3.6
	Fire Fighting Accessibility	3.7
Etc.	Area	-
Sum		100.0

그러나 선정된 14개의 평가 항목은 업종, 건물구조, 건물 층수, 높이, 노후도, 자동소화설비, 자동화재탐지설비, 제연설비, 화재하중, 위험물, 주변 위험, 피난 용이성, 신고 신속성, 접근성 등으로 소방 점검이나 현장 조사를 통해 주기적으로 변동되는 일부 항목을 제외 한 나머지 대부분 항목은 변동성이 적은 정적인 항목이다. 이에 실제 화재가 발생하거나 화재가 발생할 조짐이 보이는 현상을 신속히 반영하여 안전상태지수를 실시간으로 변동시키기가 어려운 실정이며, 또한 인근 주변에서 화재가 발생하고 확대 중인 경우 그 위험의 영향성을 안전상태지수의 등급에 반영하는 것도 미흡한 상황이다.

본 논문에서는 실제 현장에서 발생하고 변동되는 다양한 화재 센싱정보 및 기상 등 관련 환경정보를 준 실시간 혹은 실시간으로 안전상태지수에 반영하여 최신화함으로써 화재 초기대응 및 신속 대피 등에 적극 활용하기 위한 현실적인 방안을 제시한다.

2. 화재 안전상태지수의 실시간 정보

연계 방안

2.1 안전상태지수의 정의 및 산출 방법

안전상태지수는 화재위험도 평가를 통하여 산출된 최종위험도를 기준으로 산정되는데, 화재위험도 평가지수는 Table 1에 제시된 각 Factor의 점수를 산출 후 가중치를 반영한 총합으로 결정하며, 그 수식은 Eq. (1)과 같고, 안전상태지수는 이렇게 구해진 화재위험도의 값을 이용하여 Eq. (2)와 같이 산출한다[5].

$$F = \sum \{S/10 \times W\} \tag{1}$$

Where, F denotes fire risk assessment, S denotes index of factor, W denotes applied weight

$$S = 100 - F \tag{2}$$

Where, S denotes safety state index, F denotes fire risk assessment index

안전상태지수 산출 방법을 테스트베드(안양시 소재 만안종합사회복지관)에 적용한 결과는 Table 2와 같다. 화재평균위험도는 27.64, 평균안전상태지수는 72.36으로 산출되었으며, 면적을 반영(면적비 적용)한 가중평균 기준 화재위험도 27.61과 안전상태지수는 72.39로 도출되었다.

2.2 안전상태지수의 실시간 정보 추가 요소

Table 1의 업종, 건물구조, 건물 층수, 노후도, 자동소화설비 시설 등 14개의 평가 항목은 고정되어 있거나 그 변화 주기가 매우 긴 항목들로 정적요소라 할 수 있다. 화재가 발생하고 확산함에 따라 그 변화 요소를 반영하기 위해서 건물 내 현장의 실시간 현상 정보와 건물 외부의 환경변화 등 동적요소 정보가 필요하다. 예시로 건물 내부에 설치된 센서로부터 취득된 온도 센싱정보, 연기 감지 정보 등 화재센싱 정보를 들 수 있으며, 건물 외부 정보로 외부 환경의 온도, 습도, 풍향, 풍속 등의 기상 정보가 필요하다.

내부 화재 센싱정보는 화재 발생 시에 화재 안정상태 정보지수가 현장의 위험 현황 정보로 바로 반영할 수 있도록 하며, 기상정보는 주변 건축물의 실시간 화재위험도 갱신 시에 주요 인자로 활용할 수 있다. 즉 Fig. 1과 같이 화재 안전상태지수는 화재가 발생하지 않는 평상시의 정상상태와 건축물의 특정 장소에서 화재가 발생한 화재 상태로 구분함으로써 이원화된 화재위험도 추론모델이 상황에 따라 효과적으로 작동될 수 있도록 구현하였다.

Table 2. Fire safety assessment factors and application result

Category	Average Fire Risk Index by Floor	Average Safety State Index by floor	Average Fire Risk Index (Area application)	Average Safety State Index (Area application)
2nd basement floor	37.49	62.52	40.51	59.49
Basement	29.14	70.86	32.08	67.92
1st floor	24.24	75.76	23.57	76.43
2nd floor	24.54	75.46	21.19	78.81
3rd floor	25.08	74.92	25.31	74.69
4th floor	27.68	72.32	24.20	75.80
5th floor	25.32	74.68	26.43	73.57
Build average index	27.64	72.36	27.61	72.39

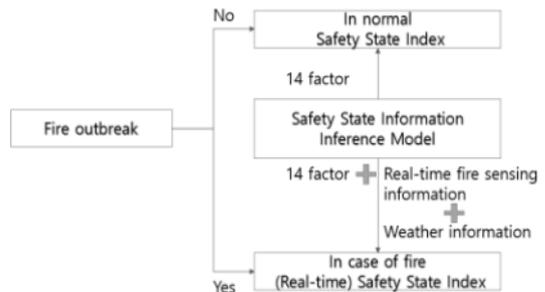


Fig. 1. Safety state index in normal or fire conditions

2.3 실시간 안전상태지수 구현모델 인터페이스 설계

일반상태에서 건축물의 고유한 화재위험도를 산정하기 위해 14개의 평가 항목을 이용하고, 건축물 화재 발생 시 그 확산에 따라 층 또는 호실 단위로 화재위험도가 변동되며, 화재가 크게 발생하면 인접 건축물에도 인접거리와 바람의 방향 등에 따라 화재위험도에 영향을 미칠 수 있다.

Fig. 2는 평시 및 화재 발생 시 건축물 화재 안전상태지수 계산을 위해 다양한 사이트 및 장치로부터 데이터를 획득 방법을 나타낸 것이다. 현재 국가에서 다양한 사업을 통해 건축물 및 시설물에 대한 정보를 구축하여 공공데이터 포털을 통해 제공하고 있으며, 건축데이터 민간개방시스템이나 건물통합정보시스템, 행정표준코드관리시스템 등을 통해 건축물 관련 정보를 취득할 수 있다.

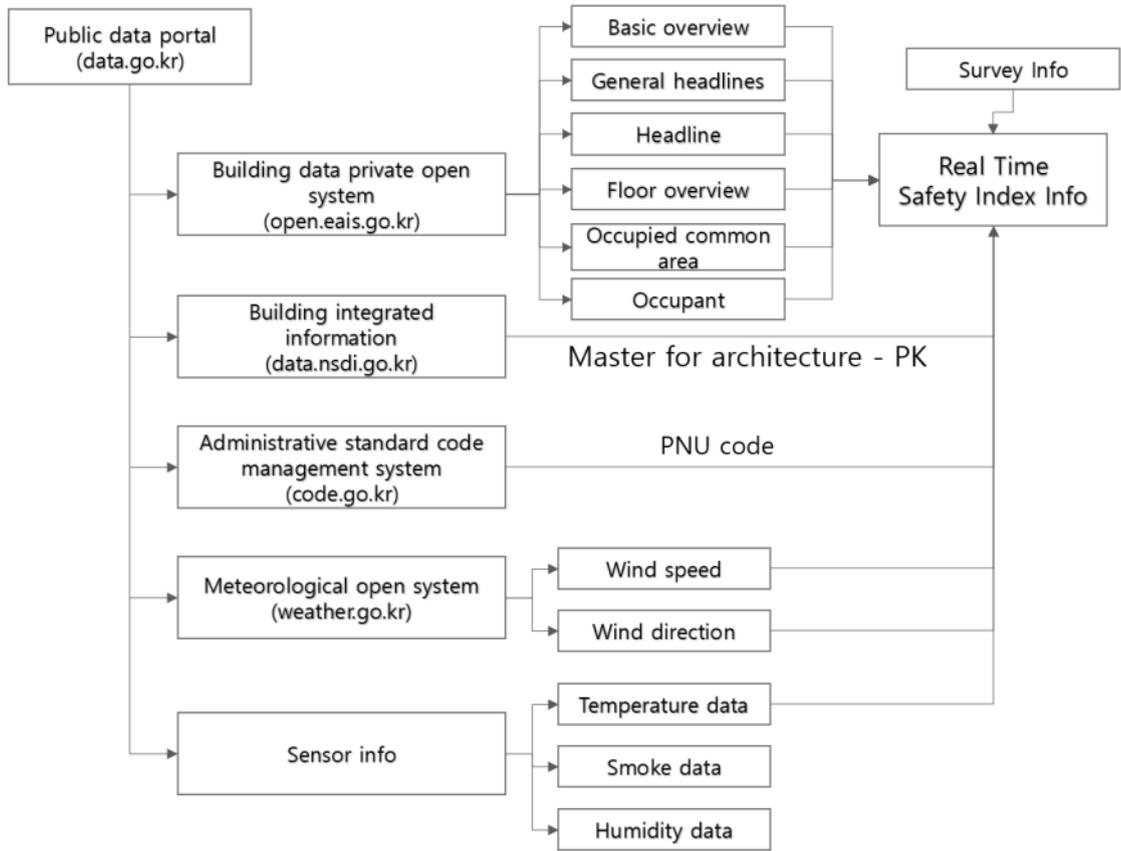


Fig. 2. Data pipeline for real-time safety status information

건축데이터 민간개방시스템에서 대용량으로 제공하는 서비스는 건축물의 기본개요, 총괄표제부, 표제부, 층별 개요, 부속지번, 전유면적, 오수정화시설, 주택가격, 전유부, 지역지구 구역 등을 포함하고 있다. Fig. 3과 같이 Raw 파일로 되어 있는 건축물 대장정보를 효과적으로 활용하기 위해 엑셀과 PostgreSQL을 사용하여 안전상태지수 구현모델과 관련이 없는 정보는 제거하고 중요정보만 처리 후 대상 지자체 법정동 코드를 이용하여 공간 데이터베이스화하였다.

해당 데이터를 활용하여 건축물의 층수를 알 수 있으며, 각 층의 구조와 사용 용도 및 면적정보를 확인할 수 있다. 또한 층별 개요 정보를 활용하여 건축물 층별 안전상태지수 등급화에 활용하였다.

건물통합정보는 연속수치지형도(수치지형도 2.0의 건물레이어)의 건물공간정보와 건축행정시스템의 건축물대장 속성정보를 건물 단위로 통합하여 구축한 공간(토지)기반의 건물통합정보를 의미한다. 주소 정보에 매핑되는 건축 정보의 윤곽 표출을 위한 데이터로 브이월드

(<http://www.vworld.kr>)의 건물통합정보에서 취득할 수 있다. 건물통합정보에 건물 지오메트리정보와 멀티폴리곤으로 적재되어 있으며, 건물 대장과 매핑할 수 있도록 건축물대장_PK 및 PNU가 포함되어 있다.

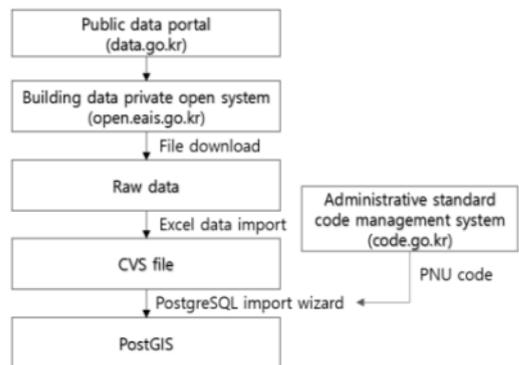


Fig. 3. Flow chart for spatial database of building information

주변 건물 화재확산 예측을 위해서 풍속, 밀도, 길이, 열방출률, 바다면적 등 다양한 정보를 실시간으로 확인하여 적용해야 하지만, 시스템적으로 반영하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에, 본 연구에서 기상청 날씨누리 를 통해 바람의 방향과 세기만을 적용하였다. 기상청 데이터는 전국 96개소의 중관기상관측장비(ASOS: Automated Synoptic Observing System)와 494개소의 방재기상관측장비(AWS: Automatic Weather System)를 이용하여 구축된다. 현재 날씨 정보를 얻기 위해 동네예보 오픈 API를 활용하여 취득할 수 있으며, 동네예보에 사용되는 정보는 전국을 5km × 5km 간격으로 격자화하여 읍, 면, 동 단위로 상세한 날씨 정보를 제공하고 있다. 구역별 기상데이터를 관리하기 위해 한반도를 가로세로 각각 149개, 253개의 선을 그어 그리드 형태로 관리하고 있는데, 위·경도 데이터를 그리드상 좌표로 변환하는 알고리즘을 제공하고 있다. 본 연구는 위·경도 정보가 포함된 데이터를 기상청의 격자와 매핑하여 초단기 실황 날씨 데이터를 이용한 주변 건축물 화재확산 영향분석 수행에 활용하였다. 초단기 실황 정보는 매시 40분마다 변동된 정보를 반영하고 있고, 응답 명세에서 풍향과 풍속 데이터를 추출하였다. 풍속정보 단위는 m/s로 반영하고, 풍향 정보는 실수 형태의 0부터 359까지의 값으로 취득되기 때문에 이를 8방위로 변환하기 위하여 Eq. (3)과 같이 산출하였으며, Table 3의 값으로 적용하였다.

$$A = (WD + (360/8) \times 0.5) / (360/8) \quad (3)$$

Where, A denotes conversion value to 8 directions, WD denotes wind direction value

Table 3. Conversion values depending on wind directions

Conversion value	8 Directions	Conversion value	8 Directions
1	N	5	S
2	NE	6	SW
3	E	7	W
4	SE	8	NW

인접 건물에 대한 화재확산에 영향을 주는 화재퍼플렉산(확산 각도로 결정)은 풍속에 비례하며, 비산불티(수평 화재확산의 주된 영향)로 인한 화재확산은 풍속의 1/3제곱에 비례하는 경향을 보인다. 본 연구에서의 추론모델에서 화재확산 원점을 화재 발생 건축물의 바람 반대 방향 건축물 중심으로 가정하고, 좌우 45도로 화재가 확산할 수 있도록 영향범위를 설정하였다. 기준 풍속은 10m/s로 산정하였으며, 풍속이 변화하는 경우 영향범위

의 기준 거리를 조정하는 방식으로 풍속의 영향을 반영하고자 하였다. 바람에 따른 개별 건축물 화재에 의한 인접 건물 화재확산 영향범위는 바람 방향으로 최대 100m로 설정하였으며, 25m 단위로 zone을 설정하여 추론모델의 결과치에 대한 보정을 시행하였다.

실시간 변동되는 센싱정보는 건축물에 설치된 아날로그 방식의 정온식 온도감지센서(반도체 센서에 의한 정온점 감지, 전압 DC24V±20%, 감시/작동전류 750µA/2 mA 이하) 48개, 연기식 화재감지센서(적외선 LED를 이용한 산란광 감지, 전압 DC24V±20%, 감시/작동전류 750µA/2 mA 이하) 17개 및 습도감지센서 11개 등에서 취득된 실시간 데이터를 통해 화재감지 및 안전상태지수 등급변화에 활용하였다. 실시간 아날로그값을 전달받아 항목별 이벤트 발생 조건(예: 온도 센싱데이터 40℃, 50℃, 70℃, 90℃ 이상 시)을 만족하면 즉 화재와 같은 이벤트가 발생할 때 안전상태지수 등급 갱신에 영향을 주도록 별도 정의하여 설정하였다.

안전상태정보지수 구현을 위한 정적 요소 및 실시간성 동적 요소를 반영하여 시스템상에 정보 생성을 위한 논리 ERD(Entity Relationship Diagram) 설계 결과는 다음 Fig. 4와 같다.

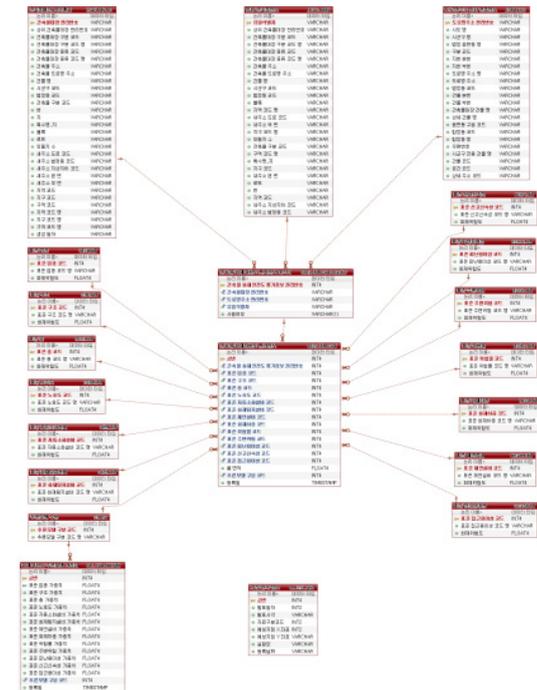


Fig. 4. Logic ERD for generating real-time safety status information

3. 화재 안전상태지수의 실시간 정보 연계 적용 결과

3.1 화재시의 실시간 건물 내 안전상태지수의 변화 결과

안전상태지수 추론모델은 지수 세부항목요소의 입력 값 변화에 따라 안전정보지수를 재생산하기 때문에 이런 변화요인을 신속하게 반영하는 것이 중요하며, 시스템 구현 관점에서 변화요인은 주기적인 갱신과 급격한 변화 이벤트에 의한 갱신 두 가지로 접근할 수 있다. 주기적인 변화 값의 반영은 스케줄 기반의 DBMS(DataBase Management System) 입력정보를 확인하고 업데이트 하는 방식을 사용하며, 이벤트에 의한 처리는 MQTT(Message Queuing Telemetry Transport) 프로토콜을 이용한다. 화재 등의 이벤트 발생시점부터는 취득정보를 메모리 기반의 NoSQL DB에 누적하여 대응할 수 있도록 모델 설계에 반영하였다.

Fig. 5는 가상시뮬레이터를 통해 테스트베드 건물 2층 특정 공간에서 화재를 발생시켜, 실제 안전상태지수 추론모델에서 입력값의 변화를 지수 값 및 가시화 시스템으로 반영한 결과다. 또한 Fig. 6과 같이 안전상태정보 지도 레이어를 2차원뿐만 아니라 3차원으로 가시화할 수 있도록 3차원 공간정보기반 시스템으로 개발하여 실제와 유사한 화재 상황을 반영하고 신속하게 인지 대응할 수 있도록 하였다.

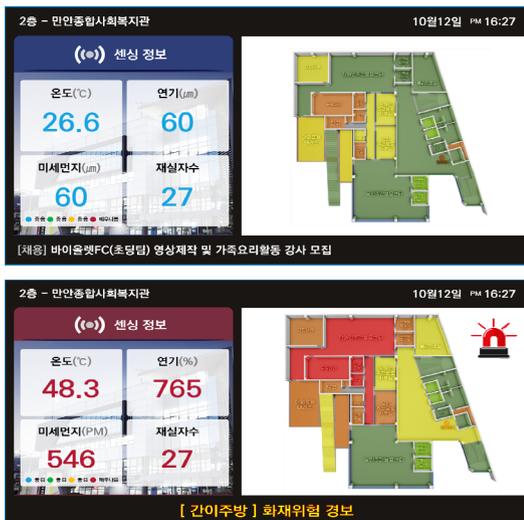


Fig. 5. Change in safety status index when a fire set



Fig. 6. 3D visualization system of safety status index

3.2 화재시의 실시간 주변건축물 간편 안전상태지수의 변화 영향 결과

안양 테스트베드 건물의 인근 주변 건축물에 대한 안전상태정보 지수를 산출하는 방법으로 정밀 서베이가 실시되지 않은 광범위 지역에 대해 건축물의 안전상태정보 값을 추론하는 간편 추론모델을 통해 산출하도록 고안하였다. 간편 추론모델은 Table 1에 있는 14가지 항목 중 공공오픈데이터 포털을 통해 쉽게 획득할 수 있는 업종, 건물구조, 건물 층수(높이), 노후도(건축 년도) 4가지 항목이며 요소 항목의 가중치 총합은 44%로 절반에 미치지 못하는 수준이나, 전체 광역 단위의 건축물에 대한 종합적 정보가 부재한 상황에서 전체 개별 건축물에 대한 기본적인 안전상태정보 값을 추론하는 방법으로 Table 4와 같이 100%로 가중치를 환산하여 제시하였다.

Table 4. Simple fire safety assessment factors and weight

Category	Factor	Weight
Industry Risk	Risk Level by Industrial Classification	70.5
	Structure and Interior Material	19.5
Structural Risk	Floor Level	5.0
	Building Deterioration Rate	5.0
Sum		100.0

각 요소 항목 중 업종위험정보는 30개 대표 업종에 대해 과거 화재통계 및 보험요율 등에 근거하여 산출하였다. 건물구조는 내화, 불연, 기타 및 드라이비트 등으로 건축물 내부구조 및 외벽구조물을 고려하는 방법으로 산정되며 가연물로 구성된 구조일 때 최대위험을 반영하는 것으로 산정하였다. 건물 층수는 화재 발생 시 대응 및 피난과 관련한 위험을 반영하는 방식으로 결정되었으며, 지하층, 1~2층, 3~5층(저층), 5~17층(중층), 17층 이상(고층)으로 구분하여 산정하였다. 노후도의 경우 건물 사

용승인일로부터 1년 내외, 1~10년, 10~20년, 30년 이상으로 구분하여 초기위험 및 사용 연수 증가에 따른 유지보수, 성능저하 등을 고려하여 위험도를 산정하도록 적용하였다.

해당 간편 추론모델을 테스트베드 지자체 전체건물 23,680동에 적용하여 6개의 등급으로 분류하였으며, 표준점수(T-Score)를 활용하여 상대적 위험등급 결정방법을 적용한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Class distribution of simple fire safety assessment

A	B	C1	C2	D	E	Total
283	5,668	1,093	13,644	2,876	116	23,680

Table 5에서 보듯이 테스트베드에서 A등급에 해당하는 건축물은 283동으로 전체의 1.195%를 차지하였으며, B등급 5,668동(23.936%), C1등급 1,093동(4.616%), C2등급 13,644동(57.618%), D등급 2,876동(12.145%) 및 E등급은 116동(0.490%)으로 산출되어 전체 23,680동 중 위험성이 높은 D등급과 E등급의 비율은 약 12.6%(약 3,000동) 정도로 분석되었으며 이는 주로 노후화된 주택지와 과거 화재안전규제의 미비 등에 기인한 것으로 파악되었다.

Table 5의 결과에 따라 나누어진 6등급의 안전상태 정보 추론모델링 결과를 시각화하기 위해 GIS 기술을 사용하여 주제도 형태로 나타낸 모습은 Fig. 7과 같다. 지도상에서 색상에 따라 건축물의 화재 위험등급을 한눈에 알아볼 수 있도록 인덱스화 하였으며, 실제 도심 곳곳에서 적색으로 표기된 위험등급의 건축물을 한눈에 알아볼 수 있으며, 다양한 공간분석의 기반 지도로 활용할 수 있다.



Fig. 7. Visualization result of simple fire safety status information map using GIS

특정 건물에서 화재 발생 시 풍향, 풍속 등 기상 상태를 반영한 주변 건물의 안전상태정보 변화 영향은 Fig. 8과 같다. 변화 반응을 위해 앞에서 설명한 Table 3의 값과 확산 영향 반영 방법을 사용하였으며, 이에 따라 인근 구역 내 주변 건물 안전상태정보 변화 값이 반영되어 다른 등급으로 변화하는 것을 확인할 수 있다.



Fig. 8. Results of changes in safety status index considering the impact of fire spread to surrounding buildings

4. 결론

본 논문은 실시간 안전상태정보 지수 산정 및 공간정보 기반의 가시화를 위해 기존 안전상태지수의 산정 과정을 분석하고, 실시간 안전상태지수 산정 요소를 도출하였으며, 이를 기반으로 실시간 안전상태정보 추론모델 인터페이스를 설계하였다. 실시간 안전상태지수의 도출을 위해 건축데이터개방시스템정보, 건물통합정보 및 행정표준코드관리정보 등 공공오픈데이터를 활용해 주기적으로 변화되는 입력 요소를 갱신하고, 기상정보 및 건물에 설치된 온도, 연기, 열 감지 등 센서의 실시간 센싱 값을 설계된 안전상태 추론모델에 반영하여 실시간 안전상태정보지수 변화 값을 도출하였다. 또한, 도출된 안전상태정보지수는 지도화를 통해 2차원 혹은 3차원 지도레이어로 표출하였고, 일정 등급을 나누어 색깔로 변화 상황을 가시화하여 나타내었다.

실내 공간별 안전상태정보 변화 상황은 공간구획 별로 나누어진 안전상태정보 값이 화재확산에 따라 변화된 센싱 값에 따라 반영될 수 있도록 하였으며, 실외 화재확산에 따른 주변 건물로의 영향은 기상정보로부터 취득된 풍속과 풍향 정보 및 거리정보를 이용하여 주변 건물의 안전상태정보 값에 변화를 줄 수 있도록 하였다. 여기서 테스트베드 건물 주변의 일반건물에 대한 정밀 서베이를 실시할 수 없었기 때문에, 공공데이터로부터 바로 취득

할 수 있는 4가지 요소를 이용한 간편추론모델을 사용하였으며, 테스트베드 지자체 전체건물 23,680동에 적용하여 표준점수를 활용한 상대적 위험등급(6등급)으로 분류한 결과 위험성이 높은 등급 비율은 약 12.6%로 산출되었다. 이러한 결과는 GIS를 기반으로 주제도로 제작되었으며 실시간 기상정보를 연계 활용한 시뮬레이션을 통해 주변 건물로의 영향성과 안전상태정보의 변화를 확인하였다.

화재 안전상태정보는 건물의 안전성을 평가하고 공간 정보 기반의 지도화를 통해 시스템적으로 효율적인 관리가 가능한 측면에서 유용하게 활용할 수 있으나, 모든 건물에 대해 정밀 서비스를 할 수 없고 산출된 화재안전상태정보와 실제 발생한 화재와의 연관성을 추론 검증하기 어렵다는 측면에서 향후 보편화 및 정밀화를 위한 추가 연구가 필요하다.

References

- [1] National Fire Agency, National Fire Agency Statistical Yearbook, 2022, National Fire Agency, <https://www.nfa.go.kr/nfa/releaseinformation/statisticainformation/main/> (accessed Apr. 04, 2024)
- [2] S. H. Song, *A Study on the Introduction of Risk Assessment Model for the Decision of Large-Scale Fire Fragile Object*, Master's thesis, Chosun University, Korea, pp.26-27, 2020.
- [3] Z. Masoumi, J. V. L. Genderen, J. Maleki, "Fire Risk Assessment in Dense Urban Areas Using Information Fusion Techniques", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol.8, No.12, Open access journal, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8120579>
- [4] J. Youn, T. Kim, "Derivation of Building Fire Safety Assessment Factors for Generating 3D Safety Status Map", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.21, No.10, pp.40-47, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.10.40>
- [5] T. Y. Ham, K. Shim, S. H. Kim, W. S. Song, "A Study on the Building Fire Safety Stste Index for the Establishment of Safety State Information Map", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23 No.10, pp.384-392, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.10.384>

공 준 호(Junho Gong)

[정회원]



- 2016년 7월 : University of Leeds, Civil and Structural Engineering (MEng and BEng of Engineering)
- 2023년 2월 : 충남대학교, 융복합 시스템공학과 (공학박사)
- 2023년 1월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 박사후연구원

<관심분야>

비전센서, 구조해석, 건설안전, SLAM

김 태 훈(Tae-Hoon Kim)

[정회원]



- 2000년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학석사)
- 2009년 2월 : 인하대학교 공간정보공학과 (공학박사 수료)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

지리정보, 정보통신, 방재/환경, 건설안전