

## ICT 융복합 기술 기반 건물 재난관리 연구동향

- 실내 화재 · 안전관리를 중심으로 -



**정수현** 아주대학교 건축공학과 석사과정, suhyun0567@ajou.ac.kr

**차희성** 아주대학교 건축공학과 교수, hscha@ajou.ac.kr

KICEM

### I. 서론

다원화된 사회구조와 건설기술의 발전과 함께 지하복합화·대형화·고층화된 건물에서의 각종 폭발사고, 대형 화재 등의 인위적 재난이 증가하는 추세이다. 이러한 건물들은 복잡한 내부구조로 재난이 발생할 경우 심각한 피해가 발생할 수 있다. 자연재해와 달리 인적요인에 의한 피해가 상대적으로 증가하고 있어 인위 재난에 대한 심각성이 대두되었다.

2012년, ‘초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법(약칭, 초고층재난관리법)’을 제정하여 자연 재해뿐만 아니라 화재, 테러, 에너지, 통신 등 사회 재난(인위 재난)에 대한 포괄적인 관리를 강화하여 최소한의 안전 조건을 충족하고자 하였다. 그럼에도 인위 재난은 자연재해보다 예측하기 어렵다. 특히, 인위 재난으로 인한 피해 중 약 75% 이상이 다중밀집시설 및 대규모 사업장의 화재 및 가스폭발 등에 기인한다(2016년 기준). 아울러 매년 화재건수 및 인명피해, 재산피해는 줄어들지 않고 있으며 2017년 한 해에만 44,178건의 화재가 발생하였다. 화재발생유형별로 살펴보면 전체 화재건수 중 63% 이상이 건축, 구조물에서 발생하였으며 이에 따라 효과적이고 효율적인 건물 재난관리에 관심이 집중되고 있다(그림 1 참조).

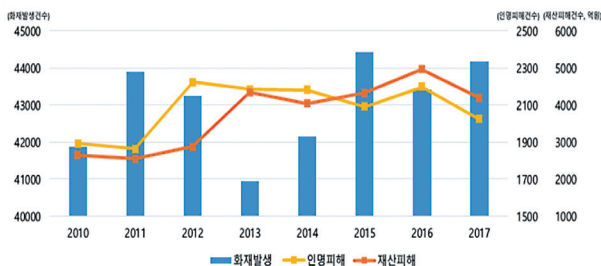


그림 1 화재건수 및 인명피해, 재산피해 (국민안전처, 화재통계연보)

현대에 이르러서 인위재난에 대한 발생빈도가 높아짐에 따라 재난 발생 이후 단계까지 포함한 관리의 필요성을 인식하고 있다. 즉, 건물 재난관리는 예방, 대비, 대응 및 복구의 단계별 상호보완적인 과정을 통해 위험요소를 완화시키는 작업이 요구된다. 그러나 현재 재난관리는 예방차원의 방재계획과 일시적인 사후복구만 중점을 두고 있다. 결과적으로 건물에서 재난이 발생할 경우 유사한 문제들이 지속적으로 나타나고 체계적인 대응이 미흡한 실정이다.

재난은 예측하기 어려우며 급변하는 상황에서 피해를 최소화하기 위해 적극적이고 능동적인 대응시스템을 갖춰야 한다. 재난을 초기에 발견하고 신속하게 대응하기 위해 IT기술을 활용한 건물 재난관리 관련 연구들이 발표되고 있다. 본고에서는 센서를 이용한 화재 모니터링, 재실자 및 구조자의 재난대응을 위한 실내 위치추적 및 경로유도 시스템, 당사자 간 정보공유 통합시스템 중심으로 살펴보고 정리하였다.

### II. 재난관리 최신 연구동향

일반적으로 건물 내부에서 화재 발생 시 재실자는 피난안내도 및 비상등을 이용하여 대피하고자 한다. 대다수 건물의 피난안내도는 2D 도면 형태로 벽면에 부착되어 있지만 인지능력이 저하된 재실자는 피난안내도를 찾기 어려우며 찾더라도 단기간 안에 도면을 해석하고 정확한 위치를 파악하여 적절한 대피로를 선택할 수 없다. 비상구 유도를 위한 비상등은 재난에 의해 전원이 차단되더라도 일정시간 이상 점등되어 비상구로 유도할 수 있으나 밝기가 약하여 화재 연기에 취약하기 때문에 유도 기능이 저하되는 문제점이 있다.

복잡한 재난 상황에서 효율적인 대응을 위해 관련기관 및 건



로를 탐색하여 의사결정을 지원할 수 있어야 한다.

끊임없이 변화하는 재난현장의 요구정보를 실시간으로 시물레이션하여 분석하고 2D 혹은 3D 환경에서 시각화하여 즉각적인 의사결정에 반영할 수 있다. 이러한 시스템 구축을 위해 토폴로지 환경에서 공간과 문, 복도는 각각 node와 edge로 변환하여 네트워크를 구축하고 Dijkstra 알고리즘을 응용하여 node 간 최단 경로를 분석하고 안내가 가능하다(Chen 2015; Wu 2012; Tashakkori 2015; Zhang 2012).

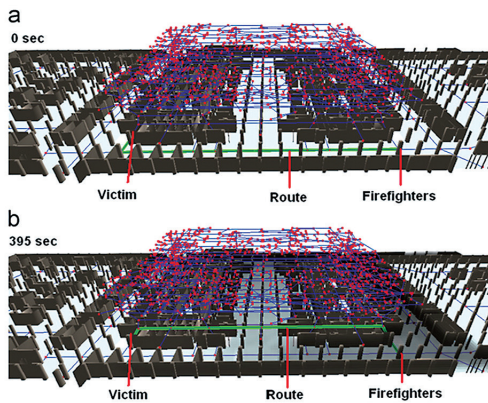


그림 3. 네트워크 모델 -기본 및 대안 경로 (Wu 2012)

상기 연구 방법들은 음성 및 조명안내 시스템을 추가하여 가시성을 확보하고 피난정보 안내할 수 있다. 그러나 설치형 시스템인 경우 복잡한 실내의 교차지점에서 서로 다른 방향을 가리키면, 개인적 판단에 의해 선택하는 상황으로 시간이 지연될 수 있다. 따라서 Yenumula(2015)의 연구에서는 시설관리자가 원격 작동할 수 있는 BIM기반 제어시스템을 제안하였다. 열감지기로 발화지점을 검색하고 최적 경로를 식별하여 피난 경로를 따라 원격으로 출구 표지판이 활성화 혹은 비활성화 시킬 수 있는 장점이 있다.

#### 4. BIM 모델기반 통합 재난관리 시스템

재난현장에는 소방, 경찰, 응급의료 등 여러 기관과 인력 및 장비가 출동하게 되며 각자의 임무를 유기적으로 수행하기 위해 현장지휘와 대응활동 관리가 원활해야 한다. 초기 재난대응력 확보를 위해 재실자와 구조자 간의 건물 및 주변의 실시간 상황정보를 공유할 수 있는 체계가 확립되어야 한다.

BIM은 정보 간 연계를 통해 광범위한 응용모델을 구축·활용할 수 있는 유용한 툴로서 고차원적인 실내공간에 대한 정보를 활용할 수 있다. 파라메트릭 기술을 통해 데이터베이스화 하여

연계·활용하여 효과적인 정보 생성 및 공유가 가능하다. 이러한 이점으로 건설 산업 전반에 BIM 도입이 증가하고 있는 추세이나 아직은 설계 및 시공분야에 집중되어 있다.

소방·재난안전 분야에 BIM 도입시 예측단계에서 시물레이션을 통한 피해 위치와 규모, 피난 방향 등의 정확성을 향상시키고 대응 단계에서 요구되는 건물 정보 및 경로 확보를 실시간으로 파악하여 적절한 대응전략을 제공할 수 있다. 복구 단계에서는 피해 전후를 분석하여 피해규모, 복구전략 수립 등의 정보로 활용할 수 있다(이권형, 2017).

Wang(2015)은 피난 평가, 대피경로 계획, 안전교육 및 장비유지관리 모듈로 구성된 BIM기반 통합시스템을 제안하였다. BIM과 FDS(Fire Dynamics Simulator)를 연동하여 화재 안전성 평가 및 계획을 지원하는 3D 지오메트리 정보를 효과적으로 제공하고 web기반 모듈에서 안전 및 자산관리를 지원하는 정보를 저장할 수 있다.

Cheng(2017)은 BIM 및 무선 센서 네트워크를 이용한 화재예방·대응 통합시스템 프로토타입 개발 연구를 수행하였다. 제시된 시스템은 센서를 BIM에 연동하여 기기위치뿐만 아니라 재실자 위치정보를 제공한다. 더불어 모바일 연동 및 LED 유도장치를 통해 재실자 및 구조자의 양방향 경로계획 및 안내를 제공한다.

그러나 시공, 유지관리 단계에서 BIM을 성공적으로 구현하더라도, 정작 재난관리에 요구되는 모든 정보가 포함되지 않는다는 점에서 한계가 존재한다. 소방·재난 안전분야의 BIM 활성화를 위해서는 재난관리 정보를 표준화하고 소프트웨어 간 상호 호환이 가능하도록 기술의 발전이 이루어져야 한다.

### III. 결론

본고에서는 건물의 효율적인 재난 예방·대응의 발전을 위한 재난관리 시스템에 관한 연구 동향을 살펴보았다. 앞서 간략하게 언급했듯이 재난현장 안전관리를 지원할 수 있는 통합 재난관리 시스템은 관련 연구 및 산업에서 그 필요성을 인정받고 있다. 재난정보의 효율적인 접근성 및 가시성 확보를 목표로 정보 생성·통합관리가 요구되며 이를 위한 BIM이 연구에 활용되고 있다. 그러나 산업측면에서 IT 기술기반 BIM 활용은 여전히 도입단계로, 활성화가 미흡한 실정이다.

재난은 예방뿐만 아니라 재난상황을 실시간으로 모니터링하여 초동 대응이 가능해야 한다. 재난피해를 최소화하기 위해 방대한 대응 정보를 선별적으로 수집하고 정보가 필요한 곳에 적



절하게 공유되기 위한 정보 전달의 신속성과 정확성을 확보할 필요가 있다. 목적에 따라 IT기술을 연계하고 관련 기술 간 상호운용성을 향상시켜 신뢰성을 확보해야 한다. 더불어 유관기관 간 협업을 위한 제도 정비 및 논의가 필요한 시점이다. 궁극적으로 효율적이고 효과적인 재난관리를 위해 실질적으로 현장에 활용할 수 있는 연구·개발이 이루어지기를 기대한다.

### 참고문헌

- 이권형 (2017). “효율적인 소방·재난분야의 예방과 대응을 위한 BIM 도입 방안.” 한국건축친환경설비학회, 건축환경설비, 11(2), pp. 23-34.
- Boukerche, A., Oliveria, H., Nakamura, E., and Lureiro, A. (2008). “Vehicular Ad Hoc Networks: A New Challenge for Localization-Based Systems.” *Computer Communications*, 31(12), pp. 2838-2849.
- Hachkner, A., Oberpriller, H., Ohnesorge, A., Hechtenberg, V., and Muller, G. (2016). “Heterogeneous sensor array: Merging cameras and gas sensors into innovative fire detection system.” *Sensors and Actuators B*, 231(2016), pp. 497-505.
- Chen, A. and Chu, J. C. (2015). “TDVRP and BIM Integrated Approach for In-Building Emergency Rescue Routing.” *J. Comput. Civ. Eng.*, 30(5), pp. 1-11.
- Golabchi, A., Akula, M. and Kamat, V. (2014). “Automated building information modeling for fault detection and diagnostics in commercial HVAC systems.” *Facilities*, 34(3/4), pp. 233-246.
- Wu, C. H. and Chen, L. C. (2012). “3D spatial information for fire-fighting search and rescue route analysis within buildings.” *Fire Safety Journal*, 48(2012), pp. 21-29.
- Akcan, H. and Evrendilek, C. (2012). “GPS-free directional localization via dual wireless radios.” *Computer Communications*, 35(9), pp. 1151-1163.
- Tashakkori, H., Rajabifard, A. and Kalantari, M. (2015). “A new 3D indoor outdoor GIS model for indoor emergency response facilitation.” *Building and Environment*, 89(2015), pp. 170-182.
- Yoon, H., Shiftehfar, R., Cho, S., Spencer, B. F., Nelson, M. E., and Agha, G. (2015). “Victim Localization and Assessment System for Emergency Responders.” *J. Comput. Civ. Eng.*, 30(2).
- Ko, B. C., Cheng, K. H., and Nam, J. Y. (2009). “Fire detection based on vision sensor and support vector machines.” *Fire Safety Journal*, 44(3), pp. 322-329.
- Yenumula, K., Kolmer, C., Pan, J., and Su, X. (2015). “BIM-Controlled Signage System for Building Evacuation.” *Proc., International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*, 118(2015), pp. 284-289.
- Zhang, L., Wang, Y., Shi, H., and Zhang, L. (2012). “Modeling and analyzing 3D complex building interiors for effective evacuation simulations.” *Fire Safety Journal*, 53(2012), pp. 1-12.
- Cheng, M., Chiu, K., Hsieh, Y., Yang, I., Chou, J. and Wu, Y. (2017). “BIM integrated smart monitoring technique for building fire prevention and disaster relief.” *Automation in Construction*, 84(2017), pp. 14-30.
- Li, N., Burcin, B. G., Krishnamachari, B. and Soibelman, L. (2014). “A BIM centered indoor localization algorithm to support building fire emergency response operations.” *Automation in Construction*, 42(2014), pp. 78-89.
- Haichao, R., Lihua, S. and Xiaozhi, G. (2014). “Influences of intelligent evacuation guidance system on crowd evacuation in building fire.” *Automation in Construction*, 41(2014), pp. 78-82.
- Shiau, Y. C., Tsai, Y. Y., Hsiao, J. Y., and Chang, C. T. (2013). “Development of Building Fire Control and Management System in BIM Environment.” *Studies in Informatics and Control*, 22(1), pp. 15-24.
- Wang, S., Wang, W., Wang, K., and Shih, S. (2015). “Applying building information modeling to support fire safety management.” *Automation in Construction*, 59(2015), pp. 158-167.
- Glaser, S. D. and Tolman, A. (2008). “Sense of Sensing: From Data to Informed Decisions for the Built Environment.” *J. Infrastruct. Syst.*, 14(1), pp. 4-14.
- Rueppel, U. and Stuebbe, K. M. (2008). “BIM-Based Indoor-Emergency-Navigation-System for Complex Buildings.” *Thinghua science and technology*, 13(1), pp. 362-367.