

# 화재 확산 및 피난 통합 모델의 적용성 검토를 위한 시나리오 연구

## Study on Scenario Examining Applicability of Comprehensive Model of Fire Spread and Evacuation

김태운 · 이영주

Kim, Taewoon · Lee, Youngju  
서울시립대학교 도시방재안전연구소

### 요 약

화재시물레이션과 피난시물레이션은 일반화 되어있으나 이들을 모두 고려한 통합 시물레이션의 모델은 잘 알려진 바 없다. 피난은 화재 상황의 영향을 받으나 그 역은 성립한다고 볼 수 없으므로 통합시물레이션은 화재시물레이션의 결과 데이터를 피난시물레이션에 적용하는 형태가 될 것이다. 본 연구에서는 화재시물레이션의 결과가 피난상황에 영향을 주는 시물레이션을 수행하기 위한 방안과, 그를 위한 피난시물레이션 프로그램에서 필수적인 기능과 고려할 사항에 대하여 기본적 경로변경 시나리오를 예로 들어 검토해 본다.

### 연구내용

건축물 내부의 화재상황에서 재실자의 피난행동을 예측하는 것은 안전하고 신뢰도 높은 피난환경을 구축하는 데에 필수적이다. 피난행동은 위험에서 벗어나고자 하는 인간의 행동이며 공학적 관점에서 1) 화재 징후와 인지, 2) 화재인지 후 행동, 3) 이동의 3단계로 과정으로 나눌 수 있다. 이들 중 이동단계는 다른 단계에 비하여 보행속도, 경로, 출구유동성 등을 고려한 컴퓨터 피난시물레이터를 사용하여 소요시간을 비교적 정확하게 예측 가능하다.

그러나 이러한 피난시물레이션을 통한 예측은 화재의 확산 및 진행을 고려하지 않은 것이므로 열과 연기, 또는 방화셔터 작동에 의한 피난경로의 장애나 폐쇄의 상황을 반영하기 위해서는 추가적인 기법의 개발과 적용이 요구된다. 화재의 확산 및 진행은 FDS와 같은 화재시물레이터로 예측이 가능하나 이로부터 얻은 데이터를 어떻게 피난시물레이션에 적용하느냐 하는 방안이 마련되어야 한다. 본 연구에서는 화재 확산에 따른 온도의 증가를 피난시물레이션에 적용하는 방안에 대하여 다루어 본다. 열 이외에, 화재시 발생하는

연기나 유독성가스의 경우도 적용하는 방안은 크게 다르지 않으리라 본다.

화재시 통로에서 출구로 대피중인 피난자를 생각하여 보자. <그림 1> 이 피난자는 피난경로1과 2 모두를 통하여 대피가 가능하지만 출구까지의 거리가 더 가까운 피난경로1을 선택하여 진행 중이다. 이때 A지역의 온도가 위험스러운 정도로 상승하고 열감지기가 이것을 감지하여 경고등이나 안내 유도등을 작동시켜 피난경로1이 더 이상 안전하지 않음을 알린다. 이것을 인지한 피난자는 피난경로1을 포기하고 피난경로2를 선택하여 대피한다.

피난시물레이터의 하나인 SIMULEX의 경우 피난시물레이션은 다음과 같이 이루어진다. 피난이 이루어지는 건축물의 공간 구조 도면, 즉 피난맵과 출구의 위치가 결정되면 디스턴스맵(distance map)이란 것을 생성할 수 있다. 이 디스턴스맵은 피난맵상 각 지점으로부터 최근거리에 위치한 출구와 거리의 정보를 저장하고 있다. 이후 시물레이션이 수행되는 전 과정에서 피난자는 디스턴스맵을 참조하여 자신의 위치에 해당하는 출구 방향으로 이동하게 된다. <그림 1>의 경우 피난자가 초기에

피난경로1의 방향으로 진행하는 것은 해당 위치의 디스턴스맵의 값을 참조한 결과이다.

그러나 이후 열감지 경고등 작동으로 피난자의 진행방향을 바꾸어야 할 필요가 있는데 이것은 피난맵의 변경과 디스턴스맵의 재작성을 통하여 가능하다. 피난맵을 변경하여 온도상승 위험지역의 주변을 차단하고 디스턴스맵을 재작성하면, 피난경로1은 막다른 길이 되어 출구에 이르는 경로가 없으므로 피난자의 위치에 해당하는 디스턴스맵의 값은 피난경로2가 된다. 따라서 디스턴스맵을 참조한 피난자는 피난경로2로 이동하게 된다.

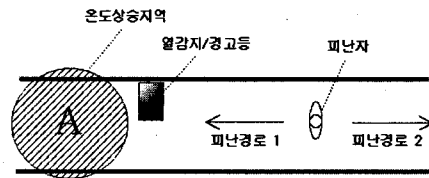
시뮬레이션 수행 중 맵을 변경하려면 다음의 단계가 필요하다.

- 1) 시뮬레이션의 일시정지
- 2) 피난맵의 변경
- 3) 디스턴스맵의 재작성
- 4) 시뮬레이션 재개

이들 단계를 포함한 시뮬레이션은 SIMULEX에서 지원되지 않으나 본 연구소에서 개발이 진행중인 피난시뮬레이터에서는 초보적이거나 수행이 가능하다.

화재지역의 온도 증가 데이터는 FDS와 같은 열/연기 시뮬레이션으로 얻는다. 온도가 한계점에 도달하는 시간과 위치좌표를 피난시뮬레이션의 시간과 피난맵 상의 좌표에 대응시키면 언제 어디를 차단해야 하는지 알 수 있다. Buettner의 자료에 따르면 인간의 피부표면온도가 약 45°C일때 고통을 느끼기 시작하여 약 55°C에 도달할 때 물질이 발생한다. 이후 화상의 진행과 생존한계 시간에 대하여 많은 연구 결과가 있으나, 습도, 의복, 체력 등 기타 여러 상태에 의존도가 높으며 각 연구마다 수치의 차이가 존재한다.

어느 정도의 온도에서 피난경로의 차단이 이루어져야 하는가 결정하는 것은 차단 지역의 중요도, 타 피난경로의 효율성, 차단이 이루어지지 않아 그 지역을 피난자가 통과 할 때 통과소요시간을 모두 고려하여 결정하여야 한다고 여겨지지만 가능한 충분히 안전한 범위, 즉 심각한 신체적 손상 발생이 가능한 온도를 기준으로 삼는 것이 안전의 관점에서 타당할 것이다.



<그림 2> 온도상승과 피난경로의 변화

본 연구는 서울시 산학연협력사업(10592)의 일환으로 이루어진 것으로 이를 가능케 한 당국에 감사드립니다.

### 참고문헌

- 박재성 (2004) 건축물 화재시 피난행동을 고려한 피난예측모델에 관한 연구, 박사학위논문, 서울시립대학교.
- 조호성 (2006) 성능위주 소방설계 I/II, 도서출판 技多利.
- K. Buettner, "Effects of Extreme Heat and Cold on Human Skin, II. Surface Temperature, Pain and Heat Conductivity in Experiments with Radiant Heat," Journal of Applied Physiology., 3, 703 (1951).