

## 화재 대피 시뮬레이션 소프트웨어 개발에 관한 연구

김 영 현, 임 동 진  
한양대학교 전자전기제어계측공학부  
전화 : 031-400-4034 / 핸드폰 : 011-390-4066

### A study on the development of the simulation software for the fire evacuation

Young Heon Kim, Dong Jin Lim  
Dept. of Control and Instrumentation Engineering, Hanyang University  
E-mail : allnewfate@hanmail.net

#### Abstract

In case of fire in the buildings, the appropriate and safe evacuation plans for the building residents are very important to minimize the number of casualties. Since the evacuation time usually depends on the stairs and passages of design of the building, the evacuation plans should be considered while the architectural design is done. Conventionally, the calculation of the evacuation time in the case of fire breakout is based on the approximate mathematical equations which are prone to error. In this study, the simulation software is developed to help the architectural designers to access the more accurate evacuation time and find out the floor plans which offers the most sage evacuation plans for the residents in case of fire.

#### I. 서론

최근의 건축물은 초고층화, 지하심층화, 대규모화 및 복합용도화 등 매우 다양한 건물들이 많이 생겼다. 각 건물에 따라 구조와 형태가 다르며 거기에 따른 인구의 분포 또한 많은 변모를 가졌다. 특히 건축 양상이 단순한 빌딩이 아니라 과학적인 면과 예술적인 면까지 포함하여 여러 모습으로 출현되고 있다.

이러한 건축물에 안전성은 점점 더 중요시하고 있다. 그 중 방재에 대한 안전성은 건축물에서 가장 중요시 한다. 이는 화재로 인한 재산 피해뿐만 아니라 인명에까지 미치기 때문이다. 이와 같이 건축물에 대한 사회적인 변모에서 기존의 화재에 대한 여러 가지 통계 및 분석의 데이터만으로 인명 및 구조의 안전성이 확보될 수는 없다. 즉, 새로운 건축 양상에 맞는 새로운 데이터가 필요하다. 그 중에서 인명의 피해를 줄일 수 있는 새로운 데이터가 있다면 건축물의 안전성에 더욱 이바지 할 수 있다고 본다. 따라서 인명의 피해를 줄일 수 있는 데이터를 얻기 위해서 새로운 방법이 필요하며 이에 관련된 연구가 필요하다.

이에 본 논문에서는 가상으로나마 빌딩에 화재가 발생했다고 가정하고 이에 따른 피난시간을 얻을 수 있는 시뮬레이션 소프트웨어를 만들고자 한다. 이 시뮬레이션 소프트웨어는 추후 생길 건축물이나 혹은 기존의 건축물에 적용되어 새로운 피난시간의 데이터를 얻으므로 과거의 데이터만으로 건축의 안전성 평가가 아닌 새로운 데이터의 건축 안전성 평가에 적용이 될 수 있는지 구현해 보고자 한다.

#### II. 피난계획

##### 2.1 피난 원칙

###### (1) 피난경로

피난경로는 안전한 피난을 하기 위해서 복잡한 복도

나 위치 파악하기에 어려운 피난계단을 피해야 한다. 또한 건축물 내의 모든 부분에서 두 방향 이상의 피난 경로를 계획하는 것이 원칙이다. 그리고 계단은 2개 이상 배치해야 할 것이다.

(2) 행동특성에 따른 피난계획의 구체화

행동특성에 따른 피난계획의 구체화에서는 다음 3가지 사항에 유의할 필요가 있다. 이것은 피난경로의 선택에 아주 중요한 것이다.

- ① 위급할 때의 인간능력에 적합하게 한다. : 판단력과 행동력이 저하된 상태에서의 인간을 대상으로 해야된다. 원시적, 고정적, 간명적 방법을 기본으로 하는 것이다.
- ② 피난시의 행동특성에 합치시킨다. : 피난시에는 직진성, 추종성, 향광성 등의 특성이 발견된다. 이런 행동특성에 피난계획의 내용을 합치시키는 것이 중요하다.
- ③ 인간행동의 Back-Up을 도모한다. : 스트레스를 안 받는 공간, 실수를 잘 안하는 공간으로 하는 것도 중요하다.[2]

2.2 평면 계획

복도와 계단 배치는 피난 계획에서 가장 중요한 요소이다. 복도와 계단의 모양과 크기 등에 따라 피난시간에 영향을 미치기 때문이다. 이는 복도와 계단의 크기에서 피난시간을 산출할 수 있다.

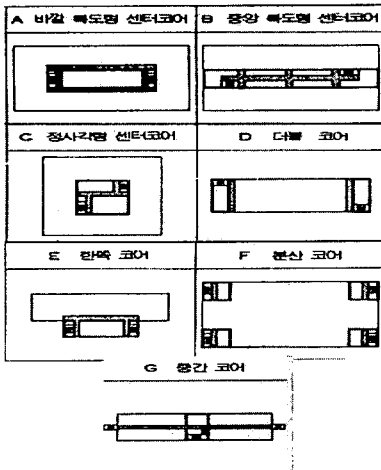


그림 1. 코어형식에 따른 피난경로의 종류

2.3 피난 속도

피난시 인간의 보행 속도는 피난자의 행동능력, 피난자 밀도, 피난 경로의 인지정도, 심리적 영향 등에 의하여 좌우된다. 통상 피난자의 보행속도는 표1과 같으며 이것을 피난계산에 사용할 수 있지만 현실적으로는 여러 조건에 따라 실제의 보행속도와는 다를 수 있다.[1]

표1. 피난자 행동능력(속도)의 분류

종류	예시	균집행동능력			
		평균보행속도(%)		유출계수(人/ms)	
		수평	계단	수평	계단
자력만으로 행동하기 힘든 사람	중병인, 노약자, 육아, 정박아, 신체장애자 등	0.8	0.4	1.3	1.1
건물내부의 위치, 경로 등에 익숙하지 않은 일반사람	여관등의 숙박객, 상점·사무실 등의 내방객, 동행인 등	1.0	0.5	1.5	1.3
심신이 건강하며, 경로 등에 익숙한 사람	건물내 근무자, 종업원, 경비원 등	1.2	0.6	1.6	1.4

III. 시뮬레이션 소프트웨어의 구조

3.1 시뮬레이션에 관한 전제 조건

(1) 건물의 평면도

건물마다 여러 형태의 평면도와 측면도가 있다. 한 건물에 측면도는 거의 변화가 없지만 평면도는 같은 건물이라도 기본적인 틀(건물의 외곽과 계단, 엘리베이터 등)은 일정하고 층의 사용에 따라 디자인이 달라진다. 즉, 사무실(혹은 아파트)의 개수나 위치설정, 복도 모양 등이 가지각색으로 나타날 수 있다. 이에 본 논문에서는 층의 여러 형태에 따라 같이 시뮬레이션 소프트웨어를 할 수 있게 했으나 너무 광범위한 것이기에 하나의 평면을 설정하여 시뮬레이션하기로 했다. 건물의 평면도에서 복도와 사무실이 존재하는 위치, 엘리베이터·계단 위치만 적용을 했으며, 여기에 화장실이나 창고, 화물 엘리베이터 등은 삭제 했다. 또 지하층을 빼고 1층부터 적용했다.

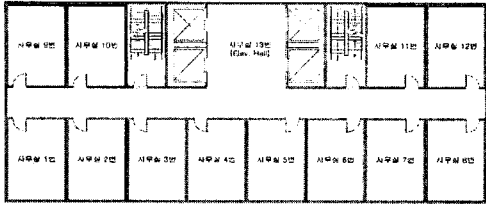


그림 2. 건물의 평면도

(2) 피난자의 우선순위

사람의 종류와 이동속도, 사무실 수 등에 우선순위를 부여했다. 이것은 같은 종류의 사람이 복도나 계단 혹은 사무실 출구와 복도 사이에 서로 마주칠 때 누군가가 먼저 피난을 해야 함으로 우선권을 줘야하며, 또 서로 다른 종류의 사람일 경우에도 먼저 피난 할 우선권을 줘야 피난하는데 혼잡을 일으키지 않을 수 있기 때문이다.

표2. 우선순위

	높은 것 ← → 낮은 것
우선순위	[층(floor)] [사무실 위치] [사람의 종류] [속도]
사람의 종류에 따른 우선순위	[Kid] [Etc] [Elder] [Women] [Men]

3.2 시뮬레이션 소프트웨어의 입력창

화재로 인한 피난자와 비 피난자(사망자)의 데이터를 보면 사람의 종류에 따라 인명피해의 비율이 달라진다. 이는 건축물의 구조적 문제와 사람의 정신적·육체적 문제에 따라 피난 속도가 달라지기 때문이다. 이에 본 논문에서는 사람의 종류를 남자(Men), 여자(Women), 노인(Elder), 어린이(Kid), 기타(Etc)로 정하여 각 이동속도(수직이동과 수평이동)를 줄 수 있게 한다. 또한 일반적으로 사무실 안에 존재하는 인원수는 한정이 되어있기에 각 사무실에 발생할 수 있는 최대 인원수를 정할 수 있게 한다.

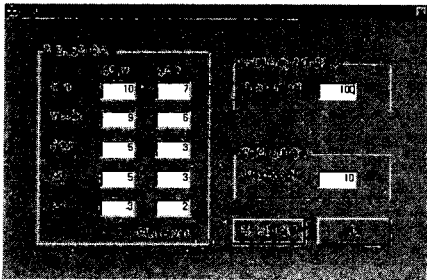


그림 3. 시뮬레이션 입력창

3.3 시뮬레이션 소프트웨어의 구성과 흐름도

(1) 사무실의 구성과 흐름도

사무실은 크기와 모양에 따라 대피원의 수가 달라진다. 또한 사무실 내부에서 여러 사무도구의 위치에 따라 대피 시간도 달라진다. 이 모든 것을 만족하기 위해서는 여러 모듈을 만들고 거기에 따른 시뮬레이터를 만들어야한다. 하지만 본 논문에서는 이 모든 것을 적용하지 않고 사무실의 크기만을 따지기로 했다. 이것은 여러 사무도구의 위치에 따라 다르다는 것은 Random하다는 것과 같다고 볼 수 있으며 대피 시간을 무시하기로 했다. 결국 현실적으로 모든 것을 적용하기는 힘들다. 그래서 사무실의 크기만 따지는 것으로 대피원의 수를 결정 질 수 있기 때문에 이것을 하나의 Queue로 잡았고 Queue의 크기는 대피원의 수와 같다. 또한 대피원의 종류는 모두 Random이기 때문에 시뮬레이션을 할 때마다 각기 달라진다.

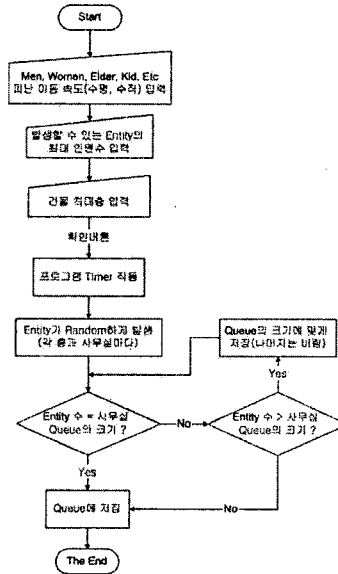


그림 4. 사무실의 흐름도

(2) 복도의 구성과 흐름도

복도는 다른 어떤 구성보다 아주 복잡하며 여러 조건들이 필요하다. 또한 사무실의 출구(수)에 따라 같은 구성이라도 달라진다. 이것은 현실의 모든 건물에 대해서 적용하기 위해서는 수많은 구성을 가지고 있어야 한다. 하지만 여기서선 모든 조건을 만족하는 것으로는 하지 않는다. 위의 그림2에서 보여진 평면도를 기준으로 만들었다.

#### IV. 시뮬레이션 결과 및 분석

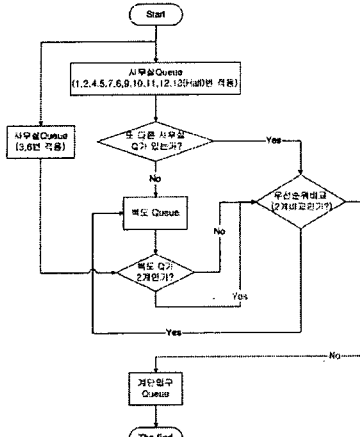


그림 5. 복도의 흐름도

#### (3) 계단의 구성과 흐름도

빌딩의 화재 시 모든 피난자는 대피 층으로 이동을 한다. 각 건물마다 비상구인 계단을 이용하여 화재 층 수에서 안전한 곳으로 이동을 하는데 대피 층으로는 1층과 최상층으로 나뉜다. 또한 화재 층만 아니라 모든 층수에서 대피를 하게 하는데, 화재 층의 층에 따라 대피하는 방식이 달라진다. 이 시뮬레이션에서는 화재 층이 빌딩 5층 내에 있을 경우에는 5층까지는 모두 1층으로 대피하고 나머지는 최상층으로 대피하게 만들었다. 그리고 5층 이상에서 화재가 발생했을 경우에는 1층과 최상층으로 분리해서 대피하게 만들었고, 화재 층이 최상층일 경우에는 모든 대피 원들이 1층으로 대피하게 만들었다. 여기서 5층을 기준으로 한 것은 예를 들어 3층에 화재가 발생했을 경우 4, 5층에 있는 대피 원들이 최상층으로 이동하는 것보다 1층으로 이동한 것이 더 안정성이 있으며 시간이 단축되기 때문에 원활한 대피를 할 수 있다.

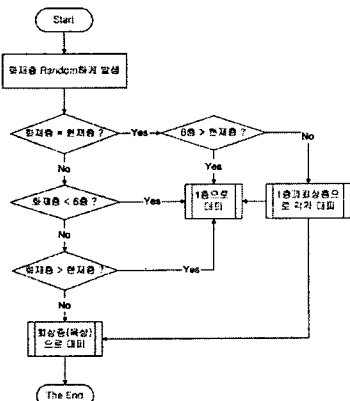


그림 6. 계단의 흐름도

시뮬레이션을 통해서 입력된 값에 따라 결과 값이 일정하게 나오지 않는다. 이것은 입력 값이 일정하다고 해도 사무실에 발생한 인원이 각기 다르며, 또한 한 사무실에서도 사람의 종류의 수가 달라지기 때문이다. 물론 입력 인원수와 출력의 인원수가 다를 수도 있다. 이것은 사무실에 들어갈 수 있는 인원이 한정되어 있는데 그 이상이 발생 했을 경우 어쩔 수 없이 추후에 생긴 인원들은 발생이 없는 것처럼 해야 하기 때문이다.

시뮬레이션의 완료로 피난 시간을 볼 수 있으며, 1층 피난 장소· 최상층의 피난 장소의 인원을 사람의 종류별로도 볼 수 있다. 그리고 화재 층이 몇 층인지 볼 수 있어서 데이터 분석하기에 참고가 될 수 있으며, 기존의 데이터에 더욱 근접 할 수 있는지 확인이 가능 했다.

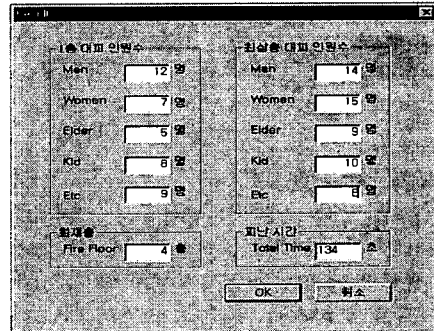


그림7 시뮬레이션 결과 창

#### V. 결론

본 논문에서 개발된 시뮬레이션 소프트웨어는 빌딩에 화재가 발생했을 때 피난자가 안전하게 대피했는지 기존 피난 시간의 데이터와 시뮬레이션에 생긴 새로운 데이터로 비교 할 수 있다.

기존의 빌딩 혹은 건축하고자 하는 빌딩에 적용하여 피난 안전성 평가를 하는데 중요한 자료로 활용할 수 있고 화재 발생시 보다 안전하게 대피 할 수 있는 방안을 만들 수 있는데 기여할 수 있다고 본다.

#### 참고문헌(또는 Reference)

[1] 이강훈, "건축방재계획론(화재안전계획론)", 경남대

학교출판부, p.121, 1999. 9.

- [2] 장용기 외 2, “新版 建築防火”, 圖書出版 의제, pp.112, 1998.7
- [3] 이영재, “建築榜花”, 技文堂, 2002. 5
- [4] “Office buildings : new concepts in architecture & design = オフィス・ビルディング”, メイセイ出版, 1995
- [5] NTT Building Technology Institute Co, “인텔리전트 빌딩 설계·계획 가이드 북“, 技多利, 1993.