

대피 시뮬레이션 프로그램들에 대한 고찰

백상현*, 윤승진*, 김응식*, 김 흥*
호서대학교 안전공학부*

1. 서 론

현대 건축물 및 공공시설물들은 산업 및 건축문화의 발달과 더불어 다기능성 및 편리성에 중점을 두고 설계되어지고 있다. 이런 건축물에는 필요에 따라 여러 부대시설들이 설비되어져 있으며, 재난 및 비상시 경우 재실자들의 대피를 고려하지 않고 건축물의 효용성, 기능성에 중점을 두고 있다. 화재 및 비상시 재실자들의 대피에 관한 연구중에는 피난시간, 용도변경에 따른 밀집지역, 화재로 인한 대피 지연시간 등을 시뮬레이션의 방법으로 분석하고 예측하려는 프로그램들이 있다. 외국의 경우 이미 대피 모델링을 위한 시뮬레이션 프로그램의 개발과 실험 자료들이 많이 있으며 건축물 설계, 건물의 화재위험 예측등에 활용하고 있다. 국내의 경우에는 아직 대피에 관한 연구활동이 미비한 상태에 있으며 인식의 부족으로 외국 상용 프로그램을 적용하고 있는 실정이다. 데이터 역시 외국의 실험을 토대로 된 자료이다.

대피 시뮬레이션 프로그램은 EXIT89, EGRESS, VEGAS 등의 프로그램이 나왔으나 최종 대피 시간만 결과로 출력하는 텍스트 환경이었다. 그 후에 SIMULEX나 EXODUS와 같은 프로그램은 사람의 대피 행태를 시각적(GUI환경)으로 관찰할 수 있는 시뮬레이션으로 발전 했다.

본 연구의 목적은 우리 고유의 대피 시뮬레이션 프로그램 개발 목표의 일환으로 이미 많은 부분에서 사용되어지고 있는 대표적인 외국의 대피 프로그램 (SIMULEX, EXODUS)을 분석하고 검토하는데 있다. 나아가 현재 본 연구진에 의해 대피 시뮬레이션 프로그램의 개발이 어느정도 성과를 거두고 있으며, 기존 프로그램의 장단점을 검토하고 국내실정에 맞도록 수정 보완하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 본 론

대피 시뮬레이션 프로그램은 화재 및 비상시 경우 실시간으로 재실자들의 대피를 도와주고, 안전성을 증진시키는데 목적이 있는 것이 아니라 화재가 발생했다는 가정하에 그 위험성 및 대피효과를 예측하려는 데 있다. 따라서 모든 대피 프로그램의 기본은 실험을 바탕으로 정확한 자료의 수집

과, 인간의 행태를 적절히 표현하고 관찰 할 수 있는 알고리즘에 그 생명이 있는 것이다. 국내 환경에 맞는 대피 시뮬레이션 프로그램은 국내인의 정서와 행동특성, 건축물 또는 공공시설물의 설계등을 충분히 고려하여 실험하고 이 자료를 토대로 알고리즘의 개발이 이루어져야 할 것이다.

외국 상용 대피 프로그램에 전무한 현 실정에서 이러한 프로그램들을 적용할 경우 국내의 대피 관련 안전성 문제들을 거의 상당부분 무비판적으로 받아들여지게 된다. 본 연구는 이러한 외국의 대표적인 상용 프로그램들을 관찰하여 장점은 수용하고, 단점은 보완하여 극히 제한되어 있는 대피 시뮬레이션 프로그램의 기능을 극대화 시키려 한다.

현재 외국의 대피 프로그램들은 각각 고유 알고리즘을 갖고 있으며 적용하고자 하는 모델의 종류에 따라 여러 가지 방법으로 모델링하고 있다. 본 연구에서 선택한 프로그램은 스코틀랜드 IES에서 개발한 SIMULEX 프로그램과 영국의 Greenwich 대학에서 개발한 EXODUS 프로그램이다.

2.1 SIMULEX 프로그램

대피 시뮬레이션 프로그램중에서 재실자들의 모델링을 가장 현실적으로 구현한 프로그램이다.

2.1.1 특 징

SIMULEX는 처음 건물 방재분야에서 시작되었으며 대형모델의 적용, 기하학적인 복잡한 건축물, 15,000명이하의 재실자 관찰 등 큰 규모의 건축물에서도 적용할 수 있는 프로그램이다. 기본적인 파일형식은 CAD format으로서 모델의 설계도면을 이용하기 쉽도록 구성되어져 있다.

모델이 설정되면 최종 출구를 중심으로 등거리를 이용한 Distance Map을 계산하여 재실자들의 이동과 대피상황 전반적인 모델링의 기본 알고리즘으로 이용하고 있다.

각 층과 계단을 연결하여 전체적 대피 행태를 볼 수 있다.

2.1.2 Distance Map

Distance Map의 계산은 SIMULEX에서 대피 모델링을 하는데 매우 중요한 알고리즘중의 하나이다. Distance Map의 적절치 못한 구현은 재실자들의 행태 모델링에 오류를 범하게 되어 현실과 동떨어진 시뮬레이션 결과를 초래한다. 재실자들의 신체치수, 행동특성과 모델에서의 출구, 피난로의 폭, 장애물들의 배치상태등을 고려하여 Map상의 모든 재실자들은 실제상황과 일치되어 대피한다고 가정하고 있다.

SIMULEX의 Distance Map 계산의 문제점 중 적은 거리 값 (50cm이내)에서는 계산을 할 수가 없다. 이것은 Distance Map의 계산이 안되는 부분이 있기 때문에 재실자의 대피 경로가 실제와 다른 결과를 초래 할 수 있

다.

다음은 적절한 모델을 설정한후 SIMULEX에서 계산된 Distance Map을 나타낸 그림이다. 모든 재실자들은 이 맵을 기초로 이동을 하게 되고, 이동하는 모든 조건(변수)들에 관한 정보를 제공받고 있다. 하지만, 아래 예제의 경우 Distance Map 의 구현 알고리즘의 오류를 보여주고 있다. 재실자들이 많이 밀집되어 있는 출입구의 경우 밀집현상이 일어남에도 불구하고 다른 출입구로 이동하기보다 최단거리를 찾아 이동함으로써 실제 인간 모델링과 비교할 경우 비현실적인 판단의 오류를 갖고 있다.

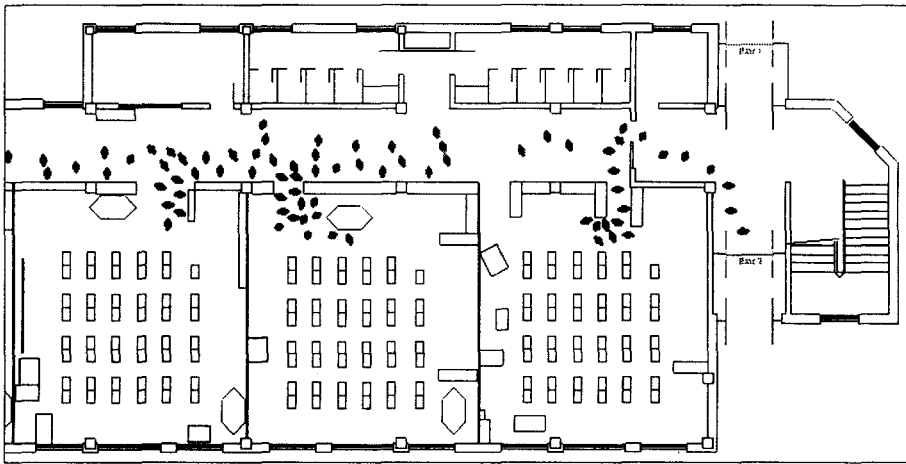


그림 1 SIMULEX의 Distance Map의 오류의 예

2.1.3. 재실자들의 개인특성

SIMULEX는 적용하는 재실자들의 개인특성들을 직접 부여하여 다양한 인간집단을 구성하도록 할 수 있다. 연령에 따라 어린이, 성인, 노약자로 나눌수 있고, 성별에 따라 남성, 여성 그리고 직업에 따른 주부, 회사원, 관광객등 으로 나누어 진다.

이러한 개인특성을 적용하여 대피 모델링을 할 경우 SIMULEX 프로그램은 몇가지 부족한 면을 갖고 있다. 재실자들의 특성을 집단이 아닌 개별 기준으로 적용 불가능하여 행태 모델링 결과 역시 개인에 따른 대피 형태는 관찰할 수 없다. 이러한 문제는 실제의 상황과는 다른 결과를 초래하게 된다.

2.2 EXODUS

2.2.1 특징

EXODUS 프로그램은 재실자들의 변수 즉 대피의 경우 여러형태의 행동

에 영향을 미치는 인자들을 다양하게 적용하여 타 대피 프로그램에 비해 보다 다양한 모델링을 할 수 있다. 또한 적용분야로는 항공기, 빌딩, 선박 등 특정부분의 모델을 선정하여 시뮬레이션 할 수 있으며 이러한 모델링을 위하여 시나리오라는 가설을 설정할 수 있도록 하고 있다.

다음 그림은 EXODUS의 재실자 피난의 여러 변수가 나타나는 시뮬레이션 예이다. 재실자의 다양함과 출구로의 피난을 그래프를 이용하여 보여주고 있다. SIMULEX와 달리 여러 형태의 사람을 시각적으로 다르게 보여준다.

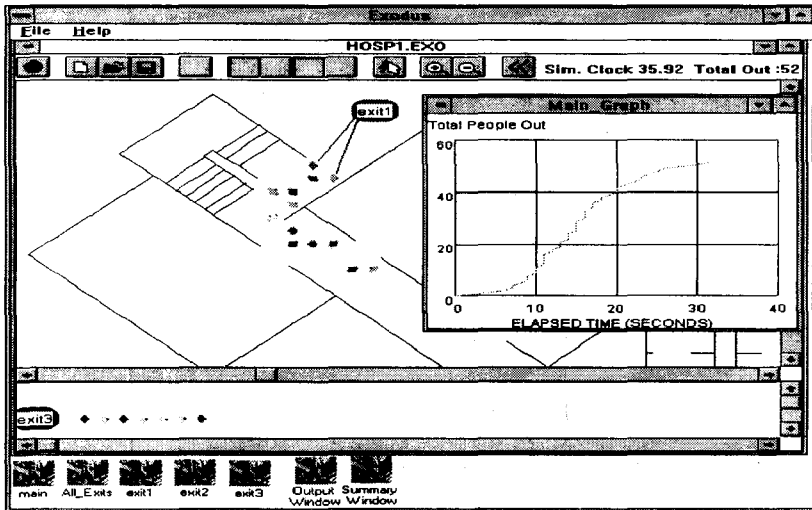


그림2 EXODUS의 다양한 대피 인자의 예

2.2.2 대피 시뮬레이션

EXODUS 프로그램은 시나리오의 설정을 통하여 다양한 환경조건을 재실자들의 행태를 모델링할 수 있다. 각각의 시나리오에 따라 적용되어지는 변수의 종류 또한 다양하고, 재실자 개개인의 행동을 파악할 수 있는 장점을 갖고 있다.

그리고 레벨 1,2로 나뉘어 있는데 레벨 1에서는 제한이 없을 만큼의 재실자를 시뮬레이션 할 수가 있다. 레벨 2에서는 연기, 열 그리고 유독 가스가 포함된 화재의 서브모델을 EXODUS의 모든 빌딩에서 적용 시킬 수 있다.

하지만, GUI환경의 재실자 행태를 모델링하는 부분은 매우 단조로워 실제 인간행동에 적용하기에는 어느정도 문제점을 갖고 있다. 본 프로그램에서 적용되는 대피변수들의 종류는 다양하고 이러한 것에 크게 의존하여 대피 시뮬레이션을 수행하는데 알고리즘의 미공개에 따른 그 타당성 검증은 필요 불가피하다.

2.3 개발중인 대피 프로그램

현재 개발 진행중인 대피 시뮬레이션 프로그램은 앞서 소개한 SIMULEX 프로그램과 흡사한 점이 많이 있다. 하지만 극히 제한적인 기능의 사용과 유동적인 알고리즘의 보완, 국내실정을 고려한 실험자료 적용등 우리 형태의 대피 프로그램을 개발할 수 있는 토대를 마련하고 있다.

독창적인 알고리즘의 개발에 따라 본 프로그램은 다양한 모델의 적용을 꾀할 수 있으며, 자유로운 장애물의 배치도에 따른 피난행동 경로를 현실과 매우 근접하도록 구현하였다. SIMULEX와는 달리 모든사람에 대한 특성 부여가 가능하다. 즉, 재실자의 대피 속도, 상태, 가속도 등 각각의 데이터를 입력할수 있다. 그러나 아직은 우리나라 실정에 맞는 데이터가 없기 때문에 이런 기능은 본 프로그램에 추가 하지 않았다.

다음은 미로라는 극단적인 상황을 적용하여 대피 모델링의 기본 알고리즘을 시각적으로 보여주고 있다.

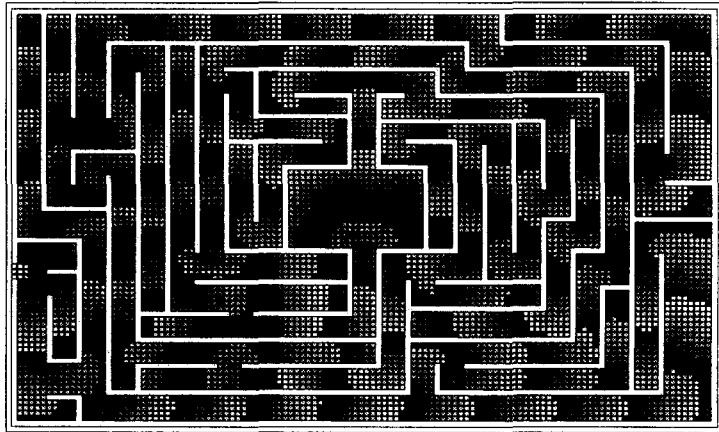


그림 3 미로의 Distance Map

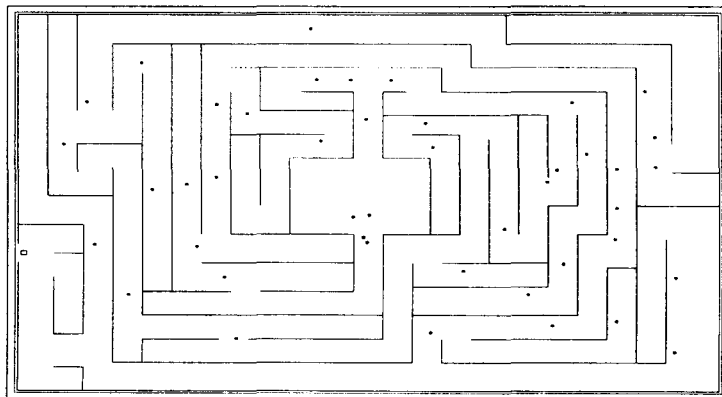


그림 4 미로에서의 대피형태

또한 본 프로그램은 재실자 개개인의 특성을 각각 부여할 수 있으며 이는 대피 안전성 예측에 많은 도움을 줄 것이다.

3. 결 론

고도화, 대형화 되어가는 현 시점에서 대피 시뮬레이션의 방법으로 건축물의 안전성 평가 및 건축적, 제도적 기타의 문제를 해결 할 수 있다. SIMULEX 프로그램을 검토한 결과 대피변수 즉, 개인적 요인과 환경적 요인으로 나뉘어지는 모든 변수 적용에 대한 기본은 Distance Map으로서 실제 재실자들의 움직임을 관찰하는데 기초 알고리즘으로 활용되어지고 있다. 개인적, 환경적 변수의 적용은 실험자료를 토대로 이루어졌으며, 모델링 자체를 현실의 사람 행태로 가정하고 이를 토대로 대피 시간과 안전성 기준을 마련하고 있다. 위에서 Distance Map 자체는 등거리를 이용하였기 때문에 재실자들의 움직임을 극히 제한적일 수 밖에 없는 단점을 갖고 있다. 또한 EXODUS 프로그램은 대피행태에 영향을 미치는 많은 변수의 적용을 하여 다양한 모델선정, 즉 시나리오의 선정이 가능하지만 이보다 더 중요한 재실자들의 대피행태 관찰의 부족함으로 모델의 구조적인 문제점 지적을 못하고 단순한 대피 시간을 측정할 수 있는 단점을 갖고 있다. 이 모든 대피 시뮬레이션 프로그램은 나름대로 장점을 갖고 있지만 실제 적용하여야 하는 국내의 경우 이런 외국 프로그램의 타당성 정도가 국내실정에 맞는지는 지속적으로 검증해야 하는 과제이기도 하다.

현재 개발중인 프로그램은 기능적으로 부족한 면을 갖고 있지만, 상용 프로그램으로서 SIMULEX, EXODUS의 미공개된 기능적 제한성을 극복할 수 있는 유연성과 국내 실험자료의 적용으로 국내실정에 맞는 알고리즘 및 대피 시뮬레이션 프로그램의 개발이 가능하리라 기대한다.