

# 컴퓨터시뮬레이션에 의한 避難行態豫測 및 安全性能評價 方法에 관한 研究(I)

A Study on the Evaluation Method of the Building Safety Performance  
and the during Building Fires with Computer Prediction of Occupants'  
Egress Behavior Simulation

崔	元	領*
Choi,	Won	Ryoung
李	璟	會**
Lee,	Kyung	Hoi

---

## Abstract

It has been recognized that the escape facility planning is very important for effective evacuation of occupants on fire event. The ultimate goal of the escape facility planning is to evacuate occupants rapidly from building fires to the safe areas. In fire event, occupants usually gather, utilize and finally act upon information about state transient of building fire system, which is consisted of components of fire, building and occupant during the relatively short period of the fire event. That is, occupants' egress behavior is largely dependent upon building fire system. Therefore, comprehensive study for the relationship between building fire system and occupants' egress behavior is needed.

This study aims to suggest the pre-occupancy evaluation method of the life safety performance for the architectural design based on prediction of occupants' egress behavior during building fires with computer simulation.

---

## I. 序論

오늘날 대형화재로 인한 인명피해를 방지하거나 극소화하기 위하여, 在室者들의 安全待避 측

면에서 건물의 安全性能(safety performance)을 고려한 防火對策이 매우 중요하게 인식되고 있다. 특히 건물의 화재는 事典에 완전히 예방하기가 어려울 뿐만 아니라 일단 화재가 발생되면 초기소화 및 연소확대방지에 많은 어려움이 따르므로 재실자들이 안전하게 대피할 수 있는 避

---

\* 正會員 · 延世大學校 産業技術研究所 研究員, 工博  
\*\* 正會員 · 延世大學校 建築工學科 教授, Ph. D.

難施設의 확보가 무엇보다도 중요하다.

火災時 재실자들의避難行態는 火災, 建物 및 在室者 관련요소들로 구성되는 주변의 環境狀態와 끊임없이 상호작용하며 재실자들의避難行態 特性을 곧 安全待避의 成功與否를 결정한다. 따라서 적절한避難施設과 法的基準을 설정하기 위해서는 주변의 環境狀態變化에 대응적으로 나타나는避難行態를 하나의 複合 시스템으로 이해, 예측하는 것이 필요하다.

火災時 재실자들의避難行態에 관한 연구는 주로 화재사례를 중심으로 진행되어 왔으나 최근에는 環境心理學, 認知心理學, 實驗社會心理學, 性格心理學 등 行動科學 분야에서의 諸理論을 바탕으로避難行態豫測을 위한 모델의 개발 및 컴퓨터 시뮬레이션이 시도되고 있다.

本 研究는 建物火災시스템의 狀態變化와避難行態의 진행과정을 動的으로 해석하고, 인간의 環境知覺-認知-行動反應過程에 대한 諸理論과 火災時 避難行態特性을 바탕으로避難行態豫測을 위한 컴퓨터 시뮬레이션모델을 개발하고자 한다. 이는 건물화재시 재실자들의 피난행태에 관련되는 변인들의 상호관련성을 체계적으로 규명하므로써 재실자들의 安全待避 측면에서 건물의 安全性能을 評價할 수 있는 방법을 제시하는데 궁극적인 目的이 있다.

本 論文은 避難行態의 理論的 解析모델에 관한 내용과 컴퓨터시뮬레이션을 통한避難行態豫測 및 安全特性評價方法에 관한 내용을 2회로 나누어 발표한다.

II. 避難行態豫測을 위한 理論的 背景

避難行態의 理論的 모델을 설정하기 위해 먼저 建物火災시스템의 狀態變化, 인간의 認知的 情報處理過程, 避難行態의 本能的인 特性 등을 살펴본다.

2-1. 建物火災시스템의 動的 解析

建物火災時 環境狀態(environmental state)는 火災, 建物, 在室者의 3가지 요소로 구성되는 建物火災시스템(building fire system)에 의해 정의

될 수 있으며, 사람들은 시간의 연속선상에서 建物火災시스템에 대한 정보를 바탕으로 行動戰略(behavior strategy)을 수립한다.

이때 建物火災시스템의 狀態變化 및 그에 따른 在室者의 避難行態 進行過程은 確率過程으로 마코브모델(Markov Model)의 動的프로세스로 개념화하는 것이 가능하다. 즉 화재는 時間t에서의 發火(ignition), 時間t+j에서의 擴散(spread) 등의 상태변화 계속 진행되며, 건물은 구조적, 공간적 상태변화가 계속 진행된다. 또한 사람들은 시간의 경과와 함께 계속 변화하는 社會的, 環境的 刺戟에 대응하여 공간이동을 계속하므로써 위치의 상태변화를 진행한다.

이와같이 건물화재시스템의 상태 및 그에 따른避難行態는 시간의 경과와 함께 상태에서 상태j로 변화하며 每時間t에서 어떤 상태로 변화될 조건들은 각기 상이한 變換確率값  $P_{ij}$ 를 갖는다. 예를 들면 화재발생과 동시에 燃燒性狀은 火災發生地點, 發火原, 室內 可燃物의 量과 質, 開口部 및 出入口의 조건 등에 따라 각기 상이한 狀態變化를 진행하며 이때 각 조건들은 특정한 상태변화를 유발하는 確率條件으로 작용한다.

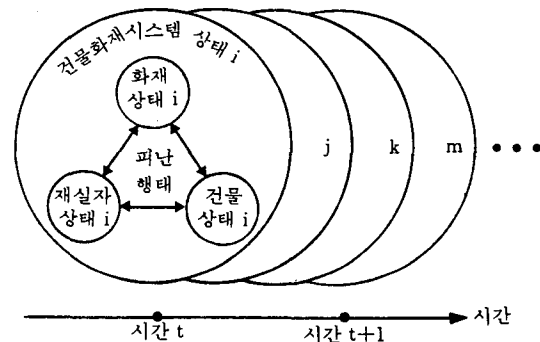


그림 2-1. 建物火災시스템의 動的 解析

특히 사람들은 建物火災시스템 및 자신의 狀態變化에 있어서 能動的인 參與者(active participant)로 작용한다. 즉 어떤 사람이 時間t에 공간위치 k를 점유하고 있다고 할 때 그 사람의 공간위치는 곧 時間t+1에서 建物火災시스템의 狀態를 정의하는 확률조건이 되며 동시에 建物火災시스템의 狀態는 時間t+1에서 선택 가능한 행동대안들의 선택확률값을 결정하는 動的過程(dynamic

process)이 계속된다. 따라서 建物火災시스템의 狀態를 정의할 수 있더라도 사람들의 行動狀態를 정의하는 선택활률값은 建物火災시스템과의 確定的(deterministic)인 상호관계에 의해서 보다는 시간의 경과와 함께 시스템 구성요소들의 動的인 상호작용에 의한 狀態變化를 바탕으로 결정해야 한다.

이와 같이 건물화재시스템의 상태변화 및 사람들의 행동전략은 시간의 함수로서 단변수적인 이해 보다는 상호관련된 복합시스템(complex system)으로서의 이해가 요구된다.

### 2-2. 認知的 情報處理過程

인간은 감각기관을 통하여 주변환경으로 부터 정보를 선택적, 강제적으로 感知한다. 그리고 일정한 정보처리과정을 통하여 그 정보를 새로운 경험으로 저장함과 동시에 과거의 경험을 조직, 재편성하여 정보를 해석하며 그 결과 友好的 / 非友好的, 接近-回避의인 태도 및 행동반응을 나타낸다.

建物火災時 사람들이 建物火災시스템의 狀態變化에 따라 자신의 행동에 대한 意思決定을 어떻게 내리는 가 하는 문제는 環境知覺 / 認知心理學에서의 情報地覺 및 解析過程으로 설명될 수 있다. 즉 建物火災시스템의 狀態는 재실자들의 避難行態를 결정하는 情報源(information source)으로 작용한다. 사람들은 每時間에서 建物火災시스템의 狀態i에 대한 정보를 지각하고 그를 바탕으로 선택가능한 行動代案을 판단하며 어떤 특정한 방향으로 偏重(biasing)되는 행동을 선택한다. 이때 주변환경에 대한 정보의 해석 및 선택 가능한 행동대안에 대한 판단은 數學的인 接近方式에 의해서 보다는 認知的 加重值(cognitive weighting)에 의한 確率的 推定으로 이루어진다. 즉 사람들은 모든 환경자극을 완전하고 정확하게 지각, 경험할 수 없으므로 知覺的인 模糊性(ambiguity)에 대응한 最善의 選擇(best bet)만이 가능하다.(Brun Swick, 1967) 따라서 每時間t에서 선택 가능한 행동대안은 각 재실자들의 주관적인 정보해석에 의해 각기 상이한 선택확률값 $P_{ij}$ 를 갖는다. 예를 들어 時間t에서 어떤 사

람의 주변에 부상자가 있다고 할때 그 사람 이외에 부상자를 도와줄 수 있는 다른 사람이 없거나 그 사람이 부상자와 밀접한 관계(가족, 친구 등)에 있다면 時間t+1에서 선택가능한 행동대안 중에서 그 사람을 도우는 행동이 선택될 가능성은 매우 높아진다. 그러나 부상자를 도와야 한다는 정보보다 더 중요한 정보(즉 부상자를 돕는다면 안전하게 대피할 수 있는 시간이 충분하지 못하다)가 주어진다면, 부상자를 돕는 행동이 선택될 가능성은 매우 낮아진다(Latane & Darley, 1970).

이와 같이 每時間에서의 避難行態는 安全待避에 대한 인간의 內的欲求와 知覺된 環境情報의 상호작용에 의해 최선의 선택방법으로 결정된다. 특히 시간이 경과됨에 따라 연기가 확산되고 농도가 계속 짙어지면 視知覺을 통한 정보의 입력이 제한되므로 構想圖(imaginary map)를 바탕으로 한 確率的 推定이 더욱더 요구되며, 동시에 心理的인 스트레스와 사고력 및 기억력의 저하로 잘못된 판단을 내릴 가능성도 증대한다.

### 2-3. 火災時 避難行態特性

火災時 사람들의 주변환경상태는 正常-異常-非常狀態로 급격히 변하며 이때 사람들의 行動狀態는 狂亂狀態(panic)로 이해할 수 있다.

일반적으로 광란상태는 어떤 원인에 의해 일상적인 정상상태가 일시에 대혼란상태로 변화하는 것을 말하며 말할 수 없는 공포, 恐慌, 右往左往 등의 의미를 포함한다. 특히 광란상태는 인간의 追從本能에 의해 群集狀態에서 발생, 지속되며 군집의 구성인원수가 작더라도 그 효과는 절대적이다.

火災時 사람들은 광란상태에서 습관적이고 본능적인 行動俗性에 지배를 받으며 다음과 같은 특성은 避難行態의 假定的 解析에 중요한 이론적 근거를 제공한다.

1) 평소에 이용하던 출입구나 계단을 향해 이동한다. 특히 건물내부 공간구성에 친숙하지 못한 방문객의 경우, 대피경로에 대한 정보가 이용하였던 경로에 한정되므로 먼저 왔던 경로로 되돌아 가는 경향이 더욱더 강하며 대피 도중에

다른 대피경로를 認知하더라도 이용하지 않을 가능성이 높다.

2) 위험한 장소(火災發生 및 擴散地點)로 부터 가능한한 먼 방향으로 이동한다.

3) 가장 가까운 출입구나 계단을 향해 이동한다. 이는 安全待避의 가장 기본적인 행동원칙이나 평소에 이용하던 보행경로가 아닌 경우에는 다소 吸引力이 떨어진다. 일반적으로 최초로 선택한 대피경로가 도중에 변경되는 경우는 다음과 같다.

(1) 화재상황이 진전되어 목적지, 경로, 가능성의 要素 중 어느 하나라도 상태가 변경되었을 때

(2) 자신의 공간위치를 제대로 파악하지 못할 때

(3) 집단적인 同調行動에 順應할 때

4) 밝고 개방된 방향(창문)을 향해 이동한다. 화재발생정보, 고함소리 등은 훈련시와는 달리 事前에 예견되는 것이 아니며 부정확하고 한정적이다. 따라서 사람들은 창으로 머리를 내밀고, 화재발생지점 및 규모, 연기발생 등 화재상황에 대한 정보를 확인, 보충하고자 하며 특히 대규모 건축물의 경우, 건물내부에서는 前面道路의 위치 등 방향감각을 완전히 상실하게 되므로 窓을 통해 자신의 공간위치를 확인한다.

5) 화재상황에 대한 정보를 얻고 대피경로에 대한 지시를 받기 위하여 건물내부공간구성에 친숙한 사람(종업원 등)을 찾는다.

6) 待避를 일시적으로 중단하고 情報流入을 계속한다. 특히 호텔화재시 중요한 귀중품을 가지고 있는 투숙객들의 행동에서 볼 수 있다.

7) 群集을 形成 또는 確認한다. 특히 사람들은 위급한 상황에서 정보가 부정확하고 제한되면 더욱더 集團을 형성하여 상호의존적인 행동을 취한다.

8) 대다수의 사람이 움직이는 방향으로 이동한다. 이는 특히 追從本能에 의한 행동특성으로 다음과 같은 경우에 나타난다.

(1) 대피경로 및 행동에 대한 의사결정을 독자적으로 내릴 자신이 없을 때

(2) 자신이 선택한 대피경로 보다 다른 사람

들이 선택한 대피경로가 적절하다고 판단될 때

(3) 연기에 의한 可視度の 低下로 정보유입이 차단되고 자신의 공간위치를 상실하였을 때

9) 위험이 촉박해지고 연기농도가 짙어지면 좁고 막다른 곳으로 대피한다.

10) 행동능력을 완전히 상실하거나 생각지도 못하였던 능력을 발휘한다. 즉 모든 일상적인 활동이나 생각이 정지되고 오로지 安全待避에만 생각이 집중되므로 무거운 물건을 운반하거나 높은 곳에서 뛰어 내리는 경우도 있으며 노약자들은 정신적인 충격으로 심신의 장애가 발생하여 무기력한 상태에 빠져 들기도 한다.

### Ⅲ. 待避行態의 理論的 解析모델

建物火災時 재실자의 避難行態의 理論的 解析 모델은 建物火災시스템의 狀態變化 및 그에 대한 行動反應을 假定하여 설정하였다.

#### 3-1. 豫測範圍 및 假定

建物火災時 사람들의 행동반응은 시간의 연속 선상에서 生命危險의 探知, 情報交換과 警告, 行動에 대한 意思決定과 行動 등 일련의 分析狀態로 파악할 수 있다.(Nelson, 1977 ; Stahl, 1979) 그러나 화재발생 후 사람들의 행동반응을 완전히 예측하기란 매우 어려운 문제이므로 본 연구에서는 화재발생감지 후 안전대피에 대한 意思決定過程 및 空間移動패턴(spatial movement pattern)을 중심으로 해석범위를 제한하였다.

피난형태의 이론적 해석모델의 기본적인 假定은 다음과 같다.

假定1) 每時間t에서 建物火災시스템의 狀態는 재실자들이 安全待避에 대한 의사결정 및 행동, 진행하는데 필요한 정보, 자극, 지침을 제공한다.

假定2) 每時間t에서 재실자들의 공간위치는 時間t+1에서 建物火災시스템의 狀態에 잠재적인 변화력을 가진다.

假定3) 每時間t에서 각 재실자들의 空間移動은 선택 가능한 공간위치들의 평가에 의해 결정된다.

假定4) 每時間t에서 각 재실자들이 선택 가능

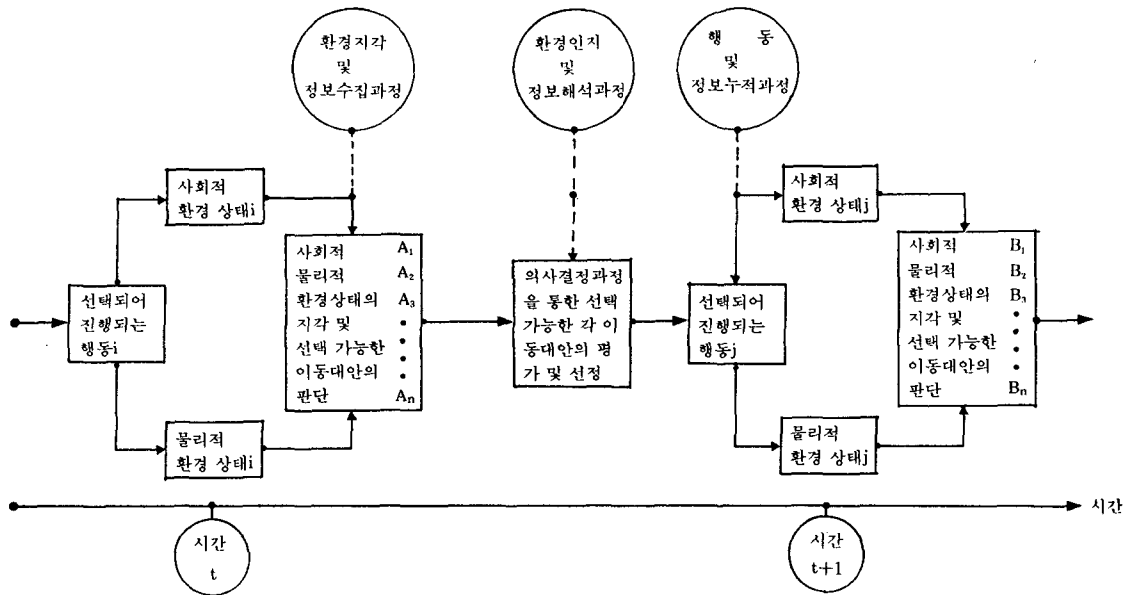


그림 3 - 1. 避難行態進行過程의 解析모델

한 이동위치는 認知的 加動值(cognitive weighting)에 의한 確率的 推定으로 평가되며 다음과 같은 요소들에 의해 결정된다.

- (1) 建物火災시스템의 動的인 狀態變化에 의해 설정되는 社會的, 物理的, 環境狀態의 知覺 정도
- (2) 選擇 可能한 移動位值의 認知
- (3) 특정 공간위치를 選擇하였을 때 나타날 수 있는 결과에 대한 판단.
- (4) 화재위험 및 최선의 행동에 대한 태도, 가치, 믿음 등
- (5) 火災時 행동지침 및 건물내부공간구성의 친숙함 정도 등

이때 每時間t에서 특정 공간위치로의 이동을 결정하는 意思決定形態는 크게 4가지 類型으로 나누었다.

- (1) 위험으로 부터의 逃避(threat evasion)
- (2) 脱出口의 探索(exit goal seeking)
- (3) 행동에 대한 意思決定 및 情報流入을 위한 一時的인 待避의 中斷
- (4) 優柔不斷(indecision)

### 3-2. 建物火災시스템 및 避難行態의 假定的 解析

#### 3-2-1. 社會的, 物理的 環境狀態

##### 1) 社會的 環境狀態

社會的 環境狀態는 같은 공간구획내에 있는 재실자들간의 社會적 상호작용 및 情報교환에 의해 정의되며 크게 3가지 요소로 파악할 수 있다.

- (1) 在室者數(1名/2名 이상)
- (2) 各 在室者들이 火災發生 및 待避經路에 대한 情報를 가지고 있는 지의 여부(있다/없다)
- (3) 在室者들간의 待避經路에 대한 意見調節 形態(一致/對立)

대개의 경우 화재는 사람들에게 특별한 경험이며 갑작스러운 상황에 빠지게 한다. 따라서 사람들은 즉각적인 심리적, 행동적 대응을 취하기 보다는 심리적, 사회적 결속력을 바탕으로 小集團을 형성하며(Bowlby, 1973; Mawson, 1980) 집단내의 사회적 분위기에 따라 模倣行態를 취하는 경향이 있다.(Bandura & Walters, 1963) 따라서 화재발생을 感知하면 먼저 다른 사람들과 火災發生 및 原因, 待避經路 등에 대한 정보

교환을 시도하며 시간이 경과하여 새로운 정보가 유입되면 계속적인 의견조절과정을 진행한다.

특히 집단내 사회적 분위기의 형성과 상호작용은 사람들의 個人的 特性(나이, 성격 등), 組織的 特性(구성, 지위 등)에 의해 결정된다. 예를 들면 조직내에서 지위가 높은 사람은 긴급한 상황에서도 다른 사람들을 유도하는 힘이 강할 뿐만 아니라 책임행동을 취한 후에 자신이 대피하며, 여자들이 남자를 보다 다른 사람의 지시를 따르는 경향이 강하다.

같은 공간구획내에서 상호정보교환이 가능한 재실자들의 대피경로에 대한 意見調節形態는 크게 3가지로 나눌 수 있다.

(1) 대피경로에 대한 의견이 완전히 일치되는 상태이다. 이때에 재실자들은 자신의 판단에 좀더 확신을 가질 수 있으며 안전구역으로 신속하게 대피할 수 있다.

(2) 대피경로에 대해 전혀 판단을 내리지 못하는 상태이다. 이때는 아무도 대피경로에 대한 정보를 가지고 있지 않는 경우로 유용한 새로운 정보를 얻을 때까지 혼란상태에서 대피를 위한 意思決定 및 行動을 진행해야 한다. 따라서 사람들은 긴장상태에서 신경질적이고 공격적인 행동 특성을 보이며, 이러한 상태가 지속되면 群衆心理에 의해 狂亂狀態에 빠져들 수 있다.

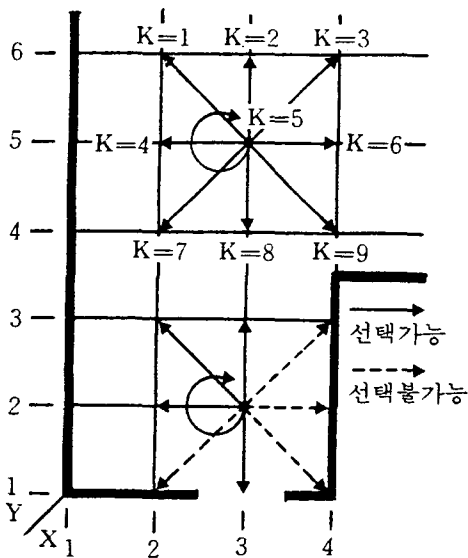


그림 3 - 2. X · Y 직교좌표시스템 및 K방향시스템

(3) 대피경로에 대한 의견이 서로 相衡되는 상태이다. 이때는 다른 사람이 집단내에 포함되어 새로운 정보가 유입되거나 집단내 意見調節過程에서 상충되는 의견을 偏重되는 어떤 방향으로 바꾸어야 할 社會的 壓力(social power)이 증대되면 대피경로가 결정될 수 있다. 그러한 意見調節過程이 진행되는 동안에는 유용한 대피시간을 헛되이 낭비하게 된다.

2) 物理的 環境狀態

재실자들이 안전구역을 향해 대피할 때 새로운 이동위치로 선택 가능한 공간위치가 있는 반면, 선택 불가능한 공간위치도 있다. 즉 物理的 環境狀態는 이동위치로의 선택가능여부를 결정하는 物理的 障礙狀態에 의해 정의되며 크게 2가지 요소로 파악할 수 있다.

(1) 벽체, 출입문, 固定家口 등의 空間位置

(2) 高密度 狀態의 空間位置

또한 특정 공간위치의 物理的 障礙狀態 및 移動位置로의 선택가능성은 2가지의 시스템을 통해 파악할 수 있다.

(1) X · Y 直交座標시스템 : 대상평면을 일정한 간격의 그리드로 구성되는 직교좌표상에 나타날 때 모든 物理的 障礙物과 각 재실자들의 상대적인 空間位置는 직교좌표(x, y)로 표시할 수 있다.

(2) K 방향시스템 : X · Y 직교좌표상에서 각 공간위치(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>)는 8개 방향의 인접공간 위치와 연결된다. 즉 X · Y 직교좌표시스템의 그리드 간격을 a라고 하면 공간위치(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>)를 중심으로 K<sub>i</sub> 방향(i=1~8)의 인접 공간위치는 다음과 같이 좌표로 표시할 수 있다.

$$K_i = (x_0 \pm a, y_0 \pm a)$$

이상에서와 같이 2개의 시스템을 통해 재실자들의 空間移動을 살펴보면, 時間t에서 특정 공간위치의 재실자가 時間t+1에서의 이동위치로 선택 가능한 공간위치는 모두 9개 방향(時間t에서의 공간위치에 그대로 머무는 경우까지 포함)의 벡터로 표시할 수 있다. 즉 每時間t에서 각 재실자들의 공간위치는 바로 K방향시스템의 중심좌표(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>)가 되며 이동경로는 K방향시스템의 중심좌표의 연결로 추적할 수 있다.

3-2-2. 情報解析 및 意思決定過程

每時間t에서 재실자들은 社會的, 物理的 環境 狀態에 대한 정보를 바탕으로 선택 가능한 각 공간위치를 평가하여 특정 방향으로 偏重되는 1개의 공간위치를 時間t+1에서의 이동위치로 선정한다. 또한 자신이 안전한지 또는 안전하게 대피할 수 있는 지의 여부를 계속해서 평가하며, 그러한 판단은 避難行態 및 意思決定過程에 중요한 영향을 미친다. 일반적으로 사람들은 자신이 안전하게 대피할 수 있다고 믿는 한 생명의 위협이 되는 恐慌상태에 빠지지 않는 반면, 자신이 안전하게 대피할 수 있는 경로가 막혀 있거나 충분한 待避時間이 없다고 느끼면 어떠한 도움도 효과가 없으며 공포감과 좌절감에 따른 非正常的인 行動狀態에 빠진다.

1) 安全程度에 대한 評價

安全程度(safety status)는 화재발생지점, 탈출 목표지점 등과 재실자 자신의 상대적인 공간위치를 통해 평가된다. 이때 안전에 대한 긍정적인 평가는 時間t에서의 안전정도가 時間t+1에서의 안전정보 보다 좀 더 높게 판단될 때 내려지며 크게 2가지 방법으로 파악될 수 있다.

(1) 距離를 통한 評價

사람들은 자신의 공간위치와 火災發生地點 및 脫出目標地點과의 상대적인 직선거리를 바탕으로 안전정도를 평가한다.(Wolpert & Zillman, 1967) 이때 긍정적인 평가는 時間t에서 자신의 공간위치가 時間t+1에서 보다 脫出目標地點에 좀 더 가까이 이동한 것으로 판단되거나, 火災發生地點으로부터 좀 더 멀리 이동한 것으로 판단될 때 내려진다.

이 방법은 대규모 개방된 공간에서 사람들이 자신의 공간위치에 관계없이 시각적인 방해받지 않거나, 건물내부공간구성에 친숙하여 構想圖를 통해 각 공간요소와 자신의 상대적인 공간위치를 판단할 수 있을 때 가능하다.(Moore & Golledge, 1976 : Downs & Stea, 1973) 따라서 시간이 경과하여 연기가 계속 확산되면 주변의 環境狀態에 대한 정보유입이 제한되어 건물내부 공간구성에 친숙하지 못한 사람일 수록 자신이 안전하게 대피할 수 있다고 느끼게 될 가능성은

점점 더 회박해진다.

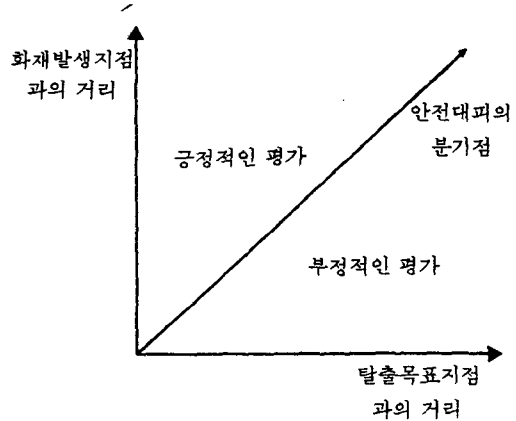


그림 3-3. 火災發生地點 및 脫出目標地點까지의 距離와 安全程度評價와의 相互關聯性

(2) 時間을 통한 評價

사람들은 항상 자신이 어떤 특정한 공간위치까지 이동하는데 소요한 시간을 認知하며, 그를 바탕으로 자신의 안전정도를 평가한다. 이때 긍정적인 평가는 許容待避時間과 현재까지 소요한 시간을 추정, 비교하여 脫出目標地點까지 도달하는데 충분한 대피시간이 남아 있다고 판단되거나, 자신의 공간위치와 火災發生地點과의 거리가 나머지 許容待避時間 동안 脫出目標地點을 향해 이동 가능한 거리보다 크다고 판단될 때 내려진다. 그러나 사람들은 스스로가 안전하게 대피할 수 있는 충분한 시간이 있다고 판단할 때 오히려

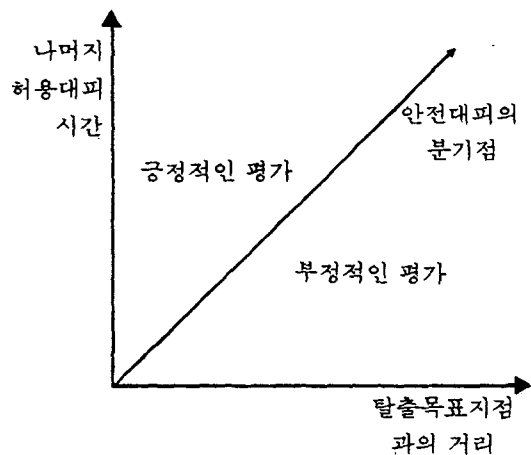


그림 3-4. 脫出目標地點과의 距離 및 許容待避時間과 安全程度評價와의 相互關聯性

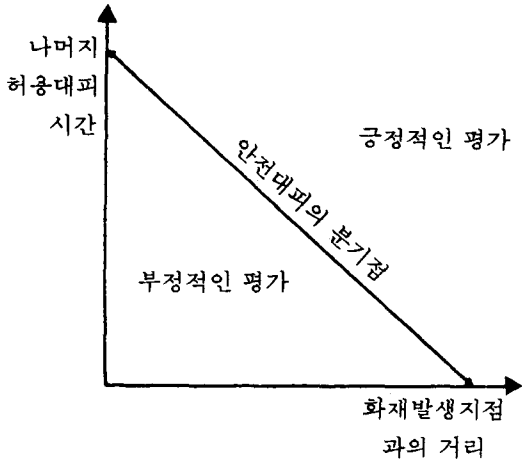


그림 3 - 5. 火災發生地點과의 距離 및 許容待避時間과 安全程度評價와의 相互關聯性

러 안전대피를 저해하는 行動特性을 보이기도 한다. 예를 들면, 화재발생을 感知한 후, 신속하게 대피하기 보다는 화재원인을 탐색하고 鎮火를 시도하기도 하며, 중요한 물건을 가지고 나오기 위해 연기 속으로 다시 뛰어 들기도 한다.

2) 選擇 可能한 移動位置의 評價

每時間t에서 사람들은 이동위치로 선택가능한 각 공간위치에 대하여 자신이 설정한 移動目標에 따라 자기 相異한 認知的 加重值(cognitive weighting)을 부여한다. 이때 認知的 加重値는 각 공간위치가 時間t+1에서의 이동위치로 선택될 수 있는 가능성을 의미하며 선택확률값 $P_{ij}$ 로 표시될 수 있다.

每時間t에서 각 공간위치의 선택확률값 $P_{ij}$ 는 建物火災시스템의 狀態 및 각 재실자들의 行動目標에 따라 크게 3가지 방법으로 결정된다.

(1) 移動目標地點과의 距離에 의한 方法에 의한 方法이 방법은 사람들이 다음과 같은 상태에 있을 때 적용된다.

- ① 正常的인 心理狀態에서 대피하고 있는 상태
  - ② 주변의 다른 사람을 돕지 않는 상태
  - ③ 자신이 안전하게 대피할 수 있다고 판단하고 있는 상태
  - ④ 마음속에 移動目標地點을 정하고 있는 상태
- 이와 같은 상태에서 유용한 공간위치들의 선

택확률값 $P_{ij}$ 는 移動目標地點과 재실자의 距離에 의해 결정된다. 즉 각 공간위치는 移動目標地點과의 거리가 가까울 수록 높은 선택확률값을 가지며, 그 값이 가장 큰 공간위치가 時間t+1에서의 移動位置로 선택될 가능성이 가장 높다.

(2) 火災發生地點과의 距離에 의한 方法 이 방법은 사람들이 다음과 같은 상태에 있을 때 적용된다.

- ① 正常的인 心理狀態에서 대피하고 있는 상태
- ② 주변의 다른 사람을 돕지 않는 상태
- ③ 자신이 안전하게 대피할 수 있다고 판단하고 있는 상태
- ④ 마음속에 移動目標地點을 정하지 못한 상태
- ⑤ 火災發生地點을 認知하고 있는 상태

이와 같은 상태에서 유용한 공간위치들의 선택확률값 $P_{ij}$ 는 火災發生地點과 재실자의 距離에 의해 결정된다. 즉 각 공간위치는 火災發生地點과의 거리가 멀수록 높은 선택확률값을 가지며, 그 값이 가장 큰 공간위치가 時間t+1에서의 移動位置로 선택될 가능성이 가장 높다.

火災時 사람들의 궁극적인 행동목표는 위험으로부터의 逃避이다. 따라서 화재발생지점으로 부터 가능한한 멀어지려는 행동특성은 심지어 安全區域과의 거리가 멀어지더라도 계속되며 待避經路에 대한 정보를 가지고 있지 않는 경우에는 지배적인 行動特性이다.

(3) 混亂狀態에서의 方法

이 방법은 사람들이 다음과 같은 상태에 있을 때 적용된다.

- ① 자신이 안전하게 대피할 수 없다고 판단하고 있는 상태
- ② 주변의 環境狀態에 대한 정보를 전혀 가지고 있지 못한 상태
- ③ 주변의 環境狀態에 대한 情報過多(information overload)로 과중한 스트레스를 받고 있는 상태

이와 같은 상태는 특정 방향으로 편중되는 意思決定을 내리지 못하는 憂鬱부단한 상태이므로 유용한 移動位置들의 선택확률값 $P_{ij}$ 는 모두 동일하다. 그러나 시간이 진행되어 재실자가 다음과



같은 상태에 있게 되면 혼란상태는 중지되며 일정 방향으로 편중되는 意思決定 및 空間移動이 진행된다.

① 자신이 안전하게 대피할 수 있다고 판단하게 될 때

② 脫出目標地點 및 火災發生地點에 대한 정보를 얻게 될 때

③ 스트레스狀態에서 正常的인 心理狀態로 되돌아 왔을 때

### 3) 出入門調節에 대한 判斷

사람들은 대피하는 동안 닫혀진 출입문을 만나게 된다. 즉 선택 가능한 9개 方向의 이동위치 중에 출입문이 포함된 경우, 그 출입문이 있는 공간위치를 移動位置에 포함시킬 것인 가를 결정해야 한다. 이때 출입문을 열고 나갈 의도가 없다면 그 출입문의 공간위치는 이동위치에서 제외되며 나머지 각공간위치의 선택확률값의 합은 1이 된다.

또한 사람들은 출입문을 열고 통과한 후 그 출입문의 開閉與否를 결정해야 한다. 특히 출입문의 開閉狀態는 每時間t에서의 社會的, 物理的 環境狀態에 중요한 영향을 미친다. 즉 연기와 화염의 확산에 효과적인 차단물로서 뿐만 아니라 사람들의 視覺的인 情報流入 및 相互情報交換을 차단하는 장애물로 작용한다. 그러나 사람들의 出入門 調節行態는 주변의 環境狀態에 따라 매우 상이하게 진행되므로 체계적으로 예측하기가 매우 어렵다.

### 3-2-3. 行動 및 情報累積過程

주변의 社會的, 物理的 環境狀態에 대한 정보를 바탕으로 공간이동에 대한 意思決定過程이 진행되고 나면 1개의 공간위치가 새로운 이동위치로 선정되어 그 위치로의 이동이 실행된다. 이때가 바로 環境知覺-認知-行動反應課程의 1개 사이클이 종료되는 시점이며 이러한 과정의 반복으로 대피가 진행된다.

이때 새로운 공간위치로의 이동은 반드시 最善의 選擇으로 볼 수 없으며 選擇的으로 이해되어야 한다. 즉 사람들은 정확하고 충분한 정보를 가지고 있더라도 잘못된 意思決定 및 非正常的

인 行動을 보이기도 한다. 예를 들면, 공포감에 휩싸여 그 자리에 固着되어 버리거나 열리지 않는 출입문을 열기 위해 계속 노력하는 경우도 있으며, 대피 도중에 하찮은 물건을 구하려고 갑자기 되돌아 가는 경우도 있다. 또한 위험한 상황을 심리적으로 부정하는 行動反應으로서 대피하는 것을 포기하고 평상시와 같이 일상적인 행동(책을 읽거나 책상위를 정리하는 등)을 계속하기도 한다. 그러나 이와 같은 非正常的인 行動은 결국 사람들이 대피를 멈추고 시간을 낭비하는 것이므로 그 만큼 安全待避에 성공할 수 있는 가능성은 희박해지며, 시간이 경과함에도 불구하고 계속 그와 같은 상태에 있게 되면 결국 화재에 생명을 잃게 된다.

## IV. 小結

火災時 建物火災시스템의 動的인 狀態變化過程 및 避難行態 進行過程에 대한 假定的 解析은 컴퓨터 알고리즘으로 변환시킴으로써 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 避難行態의 豫測 및 設計代案들이 事前性能評價가 가능하다. 그러나 本 研究에서 제시된 理論的 모델은 避難行態에 대한 假定的 解析의 妥當性과 適用 可能性 측면에서 다소 한계가 있다. 따라서 화재사례를 통한 假定的 解析의 檢證 및 補完이 계속 요구되며, 아울러 人間行態에 대한 폭넓은 이해를 필요로 한다.

## 參 考 文 獻

1. 김교선(1987), "건물화재시의 피난예측Simulation", 건축기술연구속보, 제5권 3호, pp.9~11.
2. 남신우(1981), "방재 및 건축시설핸드북, 제9권, 대광서림.
3. 박영수(1983), "방재설계시의 피난계획", 화재안전전점집, 제19권, pp.82~88.
4. 이규상(1985), "컴퓨터시뮬레이션", 창학사.
5. 조덕운 외 2人 共譯(1986), "確率的 O.R.論", 연경문화사.
6. 최원형(1988), "建物火災時 在室者의 避難行態를 고려한 安全性能評價方法에 관한 研究", 연세대학교 대학원 박사학위청구논문.
7. 한국화재보험협회(1980), "避難設計", 방재대책연구총서, 제7집.

8. 前岡幹夫(1982), “あそこに. どうしたら. 中けるか”, 建築防災, 第52巻, pp.28~33.
9. 神忠久(1985), “火災時の人間の行動, 生理的反應”, 建築技術, pp.85~91.
10. Best, G.(1970), “Direction Findings in Large Buildings”, in D. Canter(ed.), Architectural Psychology, London, U.K., R.I.B.A. Publications, Ltd.
11. Cadwallader, M.(1979), “Problems in Cognitive Distance : Implications for Cognitive Mapping”, Environment and Behavior, Vol. 11, No.4., pp. 559~576.
12. Dutton, J.M. & Starbuck, W.H.(1971), Computer Simulation of Human Behavior, John Wiley & Sons, Inc.
13. Jonathan, D.Sime(1983), “Movement towards the Familiar : Person and Place Affiliations in a Fire Entrapment Setting”, Proceedings of EDRA 14 Conference, pp.100~109.
14. Malhotra, B.(1985), “New Thinking Required on Escape Route Planning”, Fire Prevention, Vol.178, pp.29~32.
15. Sadalls, E.K. & Staplin, L.J.(1980), “An Information Storage Model for Distance cognition”, Environment and Behavior, Vol.12, No.2, pp.183~194.
16. Slovic, P. & Tversky, A.(1982), Judgement under Uncertainty : Heuristics and Biases, Cambridge University Press.