

개별적 보행자의 대피성향을 적용한 CA기반 보행모델 †

Cellular Automata Based Pedestrian Model Applying Evacuation Tendency of Individual Pedestrian

남현우*, 곽수영, 전철민

Hyunwoo Nam, Suyeong Kwak, Chulmin Jun

서울시립대학교 공간정보공학과

{hwnam, sykwak, cmjun}@uos.ac.kr

요약

보행자의 움직임을 나타내기 위한 여러 보행모델 중, CA기반의 보행모델인 Floor Field Model(이하 FFM)이 널리 연구되고 있다. FFM은 보행상황을 정의하는 파라미터인 k_s 와 k_d 를 통해 보행자들이 출구로 빠져나가려는 정도와 다른 보행자를 따라가려는 정도를 조절할 수 있으며 이들은 모든 보행자에게 동일하게 적용되는 전역파라미터이다. 하지만, 실제 대피상황에서 보행자들은 개별적인 대피성향을 가질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 FFM을 기반으로 하여, 각각의 보행자마다 서로 다른 대피성향의 적용이 가능한 개선된 보행모델을 제시한다. 보행자의 대피유형에 대한 연구결과에 기반을 두어 3가지 유형의 보행자를 설정하고 각각의 유형에 대한 파라미터를 정의하였다. 또한 기존 모델과 개선된 모델의 차이를 분석하기 위한 시뮬레이터의 개발 및 가상의 공간에 대한 비교·분석을 수행하였다.

1. 서론

실내공간에서 보행자들의 움직임을 모델링하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있으며, 미시적 관점의 보행모델 중, CA기반의 보행모델인 Floor Field Model(이하 FFM)이 주목받고 있다. FFM은 CA의 기준에 따라 격자공간으로 구성된 필드를 이용한다. 그 중, 보행자들의 출구로 향하는 정도인 static floor field와 다른 보행자를 따라가려는 성향에 대한 dynamic floor field를 통해 보행자의 대피성향을 설정하며, k_s , k_d 두 파라미터의 값을 통해 정의한다.

이와 같은 파라미터는 전체 보행상황을 정의하는 목적으로 이용된다. 예를 들어 k_s 가 크면 모든 보행자들이 빠르게 출구

로 향하고 있는 상황을 의미한다. 하지만, 실제 대피상황에서 보행자들은 개별적인 대피성향을 가질 수 있다. 어떤 보행자는 출구로 빠르게 이동할 것이며, 다른 보행자는 제자리에서 맴도는 모습을 보일 수 있다. 기존 FFM은 전체 보행상황의 정의만 가능하며, 개별적인 보행자의 성향을 반영하는 것은 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 각각의 보행자마다 서로 다른 대피성향을 가질 수 있도록 하는 개선된 보행모델을 제안한다. 보행자의 대피유형을 3가지로 정의하고 각각의 유형에 대한 파라미터를 설정하였다. 또한, 기존 모델과 개선된 모델의 차이점을 파악·분석하기 위한 시뮬레이터의 개발 및 실험을 수행하였다.

† 본 연구는 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2012S1A5B8A03045234)

2. 보행자들의 행동유형

보행자들의 보행행태는 인간의 지적 보행과 본능적 보행으로 나뉘며, 대피상황에서는 본능적 보행이 발생하게 된다. 본능적 보행은 빠른 직선보행, 보행불능, 망설임 보행으로 관측되었으며, 빠른 직선보행은 출구를 향해 빠르게 이동하는 것, 보행불능은 제자리에서 보행을 하지 않는 것, 망설임 보행은 보행목적지를 결정하지 못하고 망설이고 있는 것이다[1].

또한, 대형마켓에서 보행자들의 대피유형에 대한 실험을 수행한 결과를 보면 대부분의 보행자들은 안내를 따라 이동하며(46.7%), 재난 발생지역을 피해 이동하고(26.3%), 가까운 출구(16.7%)나 다른 보행자를 따라 가는(3%) 양상을 보인다[2].

본 연구에서는 선행연구의 결과에 기반을 두어 보행자를 3가지로 분류하였다(표 1). 출구로 향하는 정도가 큰 빠른 직선보행, 제자리에서 출구를 결정하지 못하는 망설임 보행, 다른 사람들을 따라가는 따름 보행으로 분류하였다.

보행 분류	특징
빠른 직선보행	출구를 향해 빠르게 이동
망설임 보행	제자리에서 망설임
따름 보행	다른 보행자들을 따라감

표 1. 세 가지 보행자의 분류

3. 개별적 파라미터의 적용

기존 FFM은 보행자의 세밀한 움직임을 표현하는데 어려움이 있어 본 연구진에서 이를 개선한 보행모델에 기반하여 연구를 진행하였다[3]. 기존 FFM과 동일하게 k_s 와 k_d 를 이용하여 보행상황을 정의하고 있으며, 이 외에도 보행자의 자세를 결정하는 k_p 를 본 연구에 이용하였다.

각각의 보행 분류에 대한 파라미터의

결정은 선행연구에서 진행된 파라미터 분석결과에 따라 상황에 적합한 k_s, k_p, k_d 를 결정하였고 각각의 값은 (표 2)에 정리되어 있다[3]. 또한, dynamic 필드의 확산 파라미터 α 와 소멸파라미터 δ 는 일반적으로 적용되는 0.3, 0.1을 이용하였다.

보행 분류	k_s	k_p	k_d
빠른 직선보행	5	5	1
망설임 보행	0.5	0.5	0.5
따름 보행	1	1	5

표 2. 세 가지 보행자의 파라미터

4. 모델 구현 및 실험

개별적 파라미터의 적용을 위해 각각의 보행자마다 파라미터를 저장할 수 있도록 클래스를 정의하였다. 실험공간은 8개의 방과 3개의 출구를 가지는 가상의 공간으로 설정하였다. 모든 방에 0.3 수준의 밀도로 보행자를 배치하였고, 인원이 적은 왼쪽 4개의 방에는 망설임 보행(파란색)의 보행자만 배치하였다. 오른쪽 4개의 방은 빠른 직선보행(빨간색)과 따름 보행(초록색)을 섞어 배치하였다(그림 1).

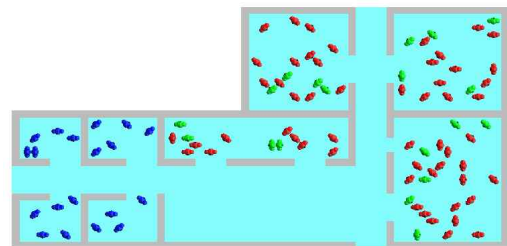


그림 1. 실험 공간 및 인원 배치

건물 내 총 대피인원은 93명으로 설정하였고, 대피실험을 수행하였다. 파라미터에 따라 빠른 직선보행의 보행자들은 출구쪽으로 빠르게 이동하였으며, 따름 보행을 하는 보행자는 빠른 직선보행의 보행자를 따라서 이동하는 모습을 보였다. 이

는 dynamic 값에 영향을 받으며 (그림 2)와 같이 보행자가 움직이는 지역에 dynamic 값이 생성되게 된다. 다만, 주변에 빠른 직선보행을 하는 보행자가 없을 경우에는 망설임 보행과 같이 주변을 맴도는 모습을 나타내었다. 망설임 보행은 출구 방향으로 아주 약간씩 이동하였으며, 출구가 가까움에도 불구하고 건물에서 가장 나중에 탈출하였다(그림 3).

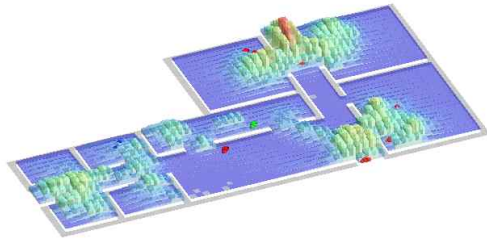


그림 2. Dynamic 값의 적용 모습

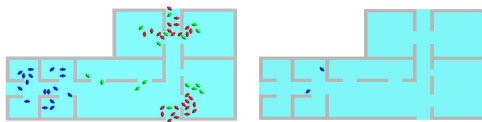


그림 3. 대피 중 모습(좌)과 거의 대피가 끝난 모습(우)

5. 결론

본 연구에서는 개별적인 보행자마다 서로 다른 대피 성향을 부여할 수 있는 CA 기반 보행모델을 제시하였다. 대피상황에서 보행자들은 서로 다른 성향을 가질 수 있기 때문에 이를 FFM에 반영할 수 있도록 기존 알고리즘을 개선하였다.

개선된 모델을 이용하면 보행자 개개인에게 서로 다른 성향을 부여할 수 있기 때문에 기존 모델보다 세밀한 단위로 대피상황을 모델링 할 수 있다. 건물의 대피 경로를 잘 알고 있는 보행자(빠른 직선보행), 경로를 잘 모르기 때문에 주변을 따라가는 보행자(따름 보행), 상황판단을 못하고 망설이는 보행자(망설임 보행) 등 여러 보행자들이 대피과정에서 서로에게 주

는 영향과 전체 대피상황에 대한 분석이 가능하다.

참고문헌

- [1] J. Lee, "A Basic Study on Different Walking Behaviors of Pedestrians and Evacuees", Journal of Transport Research, 20(1): 43-54, 2013.
- [2] K. Abe, "Human Science of Panic (in Japanese)", Brain Pub. Co., Tokyo, 1986.
- [3] H. Nam, "Developing a Cellular Automata-based Pedestrian Model Incorporating Microscopic Behavior", Master's thesis, University of Seoul, Korea, 2012.