

패닉 상황을 고려한 에이전트 기반 화재 대피 시뮬레이션

Agent-based Fire Evacuation Simulation Considering Panic Situation

김동범¹ · 김혜민² · 전철민³

Dongbeom Kim¹ · Hyemin Kim² · Chulmin Jun³

¹서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(dbkim@uos.ac.kr)

²서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(kimhm77@uos.ac.kr)

³서울시립대학교 공간정보공학과 교수 교신저자(cmjun@uos.ac.kr)

요 약

본 연구에서는 화재 발생 시 대피자들의 패닉 상황을 고려한 에이전트 기반 피난 모델을 제안한다. 연기의 확산을 묘사하고 에이전트가 연기를 인지할 수 있는 확장된 형태의 Floor Field Model에서 에이전트들의 연기 인식 전후에 따라 패닉 상태를 변화시킨 모델이다. 기존 확장된 형태의 Floor Field Model에서 에이전트들은 연기를 인식하며 이에 따른 동적 대피 우회 경로를 이용하여 대피하였다. 본 연구에서는 화재를 인지한 에이전트들의 공간 친숙도를 낮추고, 패닉 상황을 더 연출하여 보다 현실적인 피난 시뮬레이션을 수행하였다. 이를 통해 다양한 시나리오에 대한 대피 패턴을 확인할 수 있으며, 실내 피난 취약지역을 분석 할 수 있다.

1. 서론

최근 대형 건물에서의 피난안전성 진달을 위해 에이전트 기반 피난 모델의 활용성이 증대되고 있다. 에이전트 기반 피난 모델의 경우 개별 보행자의 움직임과 보행자들의 상호작용을 연산하기에 보다 현실적인 대피시간 및 병목 현상을 예측할 수 있다(Gwynne et al., 1999; Kuligowski et al., 2005). 피난안전성 진단에는 Pathfinder, Simulex, BuildingEXODUS와 같은 피난 모델과 화재 모델이 함께 적용 되고 있다(Thompson and Marchant, 1995; Owen et al., 1996; Zheng et al., 2009).

화재 모델을 연계한 기존 피난 모델의 경우, 그 연계 방식이 독립적인 연동으로 화

재를 고려 하지 않기에 현실적인 피난 행태 모사라 하기에 무리가 있다. 즉, 화재지역을 에이전트가 우회하지 않고 통과하는 등의 방식이 모사된다.

한편, 화재 연기를 고려한 연구에서는 화재 연기를 인식하여 우회 경로를 모사하였다(Lee et al., 2019; Lee et al., 2021). Extended-FFM이 대표적인데, 해당 모델의 경우 연기 인식 전/후에 따라서 개별 피난 에이전트의 속성에 대한 민감도 파라미터가 달라지는 것이 아닌 Static Floor Field가 변경되는 방식이다. 이는 실질적으로 연기에 대한 인식 전/후에 따라서 개별 피난 에이전트들의 공간친숙도와 패닉 상황이 변화되는 현실과 거리가 있다.

이에 본 연구에서는 개별 에이전트들이

연기 인지에 따른 패닉 강도 및 공간친숙도가 달라지는 행태를 고려한 피난 모델을 제안하고자 한다.

2. 본론

화재 피난 모형의 경우, FFM과 FDS를 연계한 형태로 구성되어 있다. FFM은 정적 바닥장(SFF; Static Floor Field)과 동적 바닥장(Dynamic Floor Field)을 활용하여 미시적 보행 행태를 계산한다(Burstedde et al., 2001; Kirchner et al., 2003). SFF는 출구까지의 최단 거리 값을 나타내는 격자 공간이며, DFF는 다른 에이전트(보행자)들의 피난 궤적을 나타내는 격자 공간이다. 이동 확률을 계산할 때, SFF의 가중치 파라미터 조정을 통해 공간친숙도를 반영하며, DFF의 가중치를 조정하여 패닉상황(이끌림 현상)을 반영한다.

화재 대피 모형인 FDS를 연계하여 화재 연기 인지에 따른 대피 경로 제안하는 연구(Lee et al., 2019; Lee et al., 2021)에서는 에이전트가 화재 인지 시, 기존 SFF에서 Weighted Static Floor Field로 변경하여 다른 탈출구에 대한 제안을 하게 한다.

본 연구에서는 화재 인지 시, SFF와

DFF의 민감도 파라미터(K_S , K_D)를 조절하여 개별 에이전트 별 패닉 상황을 고려하였다. 즉, 화재 인지를 한 에이전트의 경우 기존 모형과 달리 K_S 는 낮추어 공간친숙도를 낮추며, K_D 를 높여 패닉상황을 증대시켰다.

Fig. 1은 화재 인지 대피자에 대한 대피 인원 별 대피 시간을 비교한 실험 결과이다. 빨간색은 기존 모형이며, 파란색이 본 연구에서 제안하는 모형의 결과이다. 실험 결과 화재 인지 대피자의 경우, 기존 모형보다 공간 친숙도가 낮아지며 패닉 상황이 더욱 조성되어 피난 시간이 길어졌으며, 대피 인원이 많이 질수록 그 차이는 커진 것을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 화재 인지 여부에 따른 개별 에이전트들의 패닉상황을 달리한 화재 피난 모형을 제안하였다. 실험 결과 기존 모형 대비하여 화재 인지자들의 경우 대피 시간이 더 소요됨을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 보다 현실적인 화재 피난 모형 개발에 있어 발전된 성과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

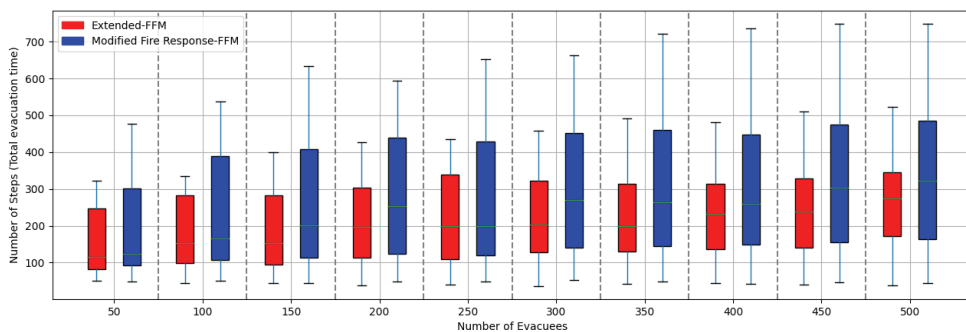


Figure 1. 화재 인지 대피자에 대한 대피 인원 별 대피 시간 비교.(빨간색: 기존 모형, 파란색: 제안 모형)

참고문헌

1. E. D. Kuligowski, R. D. Peacock, and B. L. Hoskins, "A Review of Building Evacuation Models, 2nd Edition," 2010.
2. S. Gwynne, E. R. Galea, M. Owen, P. J. Lawrence, and L. Filippidis, "A review of the methodologies used in the computer simulation of evacuation from the built environment," *Build Environ*, vol. 34, no. 6, pp. 741–749, 1999.
3. P. A. Thompson and E. W. Marchant, "A Computer Model for the Evacuation of Large Building Populations," 1995.
4. M. Owen, E. R. Galea, and P. J. Lawrence, "The EXODUS Evacuation Model Applied To Building Evacuation Scenarios," *Journal of Fire Protection Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 65–84, 1996.
5. X. Zheng, T. Zhong, and M. Liu, "Modeling crowd evacuation of a building based on seven methodological approaches," *Build Environ*, vol. 44, no. 3, pp. 437–445, Mar. 2009.
6. C. Burstedde, K. Klauck, A. Schadschneider, and J. Zittartz, "Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton," 2001.
7. A. Kirchner, K. Nishinari, and A. Schadschneider, "Friction effects and clogging in a cellular automaton model for pedestrian dynamics," *Phys Rev E Stat Phys Plasmas Fluids Relat Interdiscip Topics*, vol. 67, no. 5, p. 10, 2003.
8. Lee, M., Lee, J., & Jun, C. "An extended floor field model considering the spread of fire and detour behavior" *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 577, 126069., 2021.
9. Lee, M., Lee, J., & Jun, C. "Agent-based Evacuation Model considering Smoke Spreading" *Journal of Korea Society for Geospatial Information Science*, vol. 27, no. 6, pp. 43–52, 2019.