

---

# 병목 현상을 고려한 지능형 대피유도 시스템

김 룰\* · 주양익\*

\*한국해양대학교

## Intelligent evacuation systems considering bottleneck

Ryul Kim\* · Yang-ick Joo\*

\*Korea Maritime and Ocean University

E-mail : yijoo@kmou.ac.kr

### 요 약

산업이 발전함에 따라 지상 건물 및 대형 선박들의 규모가 날이 갈수록 대형화되고 구조가 복잡해지고 있다. 이러한 복잡한 공간에서 사고 상황 발생 시 큰 인명피해가 일어날 가능성이 있어 피난 대피 시스템이 요구된다. 하지만 현재 인구가 붐비는 곳의 대피유도 시스템이라곤 안내 방송, 비상 유도등 뿐이다. 이와 같은 시스템은 대피자의 객관적인 판단을 흐리게 만들어 2차적인 피해를 야기할 수 있으며, 또한 전체적인 상황을 전달할 수 없어 대피자의 편협한 판단을 유도한다. 이에 따라 다양한 대피유도 시스템이 제안되고 있으나, 현재까지의 연구는 특정 위험인자를 기반으로 대피 경로를 탐색하거나 피난상황 발생 시 병목 현상이 미치는 영향에 대해 모델링하는 것이며, 이는 실제 시스템 적용에 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 화재, 병목현상 등 다양한 위험인자를 고려하여 최적화된 대피경로를 탐색하는 알고리즘을 제안하며, 실제 상황에서도 적용 가능하도록 대피유도 시스템을 설계한다. 제안된 시스템의 성능은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

### ABSTRACT

As the industry develops, the size of buildings and ships are getting bigger and more complicated. In such a complex space, emergency evacuation systems are required because of the possibility of casualties when an accident situation occurs. However, because present systems are composed of basic devices, such as alarms, emergency exit signs, and announcement regarding the situation and inform only the least information to evacuees, evacuees are not able to judge objectively. To solve these problems, various evacuation algorithms have been proposed. However, these studies aim to search evacuation routes based on specific risk factors or to model the effects of bottlenecks in evacuation situations. Therefore, there is a limit to apply to real systems. Therefore, we propose algorithms to search the optimal evacuation route considering various risk factors such as fire and bottleneck in evacuation situations and to be applicable in actual situation in this paper. Performance evaluation using computer simulations showed that the proposed scheme is effective.

### 키워드

대피 유도, 병목 현상, 센서 네트워크, 경로 탐색

### 1. 서 론

산업이 발전하고 경제가 성장함에 따라 건물의 구조는 대형화되고 복잡해지며 이를 이용하는 이용객의 수도 많아지고 있다. 이러한 공간에서의 사고 상황 발생은 큰 인명피해를 야기할 수 있어 사고 상황에 따른 적절한 대피유도 시스템이 요구된다. 하지만 현재 적용된 시스템은 안내 방송, 비상벨 등과 같은 수동적인 시스템들뿐이다. 이러한 시스템은 사고 상황에 대하여 단편적인 상황

만을 숙지가능하게 한다. 이에 따라 대피자들은 전체적인 상황 숙지를 하지 못한 채 안내 방송 및 대중 심리에 의해 대피를 진행하게 되고 이는 추가적인 피해로 연결될 수 있으며 대피 시간의 지연을 초래할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 국내외 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만, 현재까지의 연구는 특정 위험인자를 기반으로 대피유도 시스템을 설계[1]하거나 병목 현상이 대피 상황에 어떤 영향을 미치는지 모델링하는 것 [2][3]으로 다양한 위험요소가 복합적으로 반영되

어있지 않아 실제 환경에 적용의 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 병목 현상이 포함된 다양한 위험요소를 반영한 지능대피 시스템을 제안하고 나아가 실제 시스템에서도 적용 가능하도록 설계한다.

## II. A\* 알고리즘

경로를 탐색하는 방법으로 크게 맹목적 탐색과 경험적 탐색 2가지 방법이 있다. 맹목적 탐색은 말 그대로 모든 경우의 수를 고려하여 시작 노드에서 목적지 노드까지 탐색하는 방법으로 정확하다는 장점이 있지만 탐색 효율이 좋지 않은 단점이 있다. 이에 반하여 경험적 탐색은 경로 탐색에 있어서 목적지 노드로의 방향성을 적용하여 탐색 효율을 높여 대피 시스템과 같이 복잡하고 빠른 연산이 필요한 분야에서 자주 이용된다. A\* 알고리즘은 경험적 탐색의 대표적인 알고리즘으로써 본 논문에서는 A\* 알고리즘을 이용하여 대피유도 시스템을 설계하고자 한다.

## III. 병목 현상을 고려한 지능 대피유도 알고리즘

병목 현상을 실제 시스템에 적용하기 위해선 적절한 모델링이 필수적이다. 병목 현상이란 어떤 시스템 혹은 공간에 수용 가능한 용량이 초과되어 밀집되었을 때 나타나는 교통 정체 현상이다. 이러한 병목 현상을 겪는 사람 또는 시스템은 시간적 손실을 느끼며, 이는 대피 시스템에 치명적인 영향을 미친다. 따라서 제안하는 알고리즘에서는 병목 현상의 발생 시점과 해소되는 시점 사이 시간적 요소에 가중치를 두어 비용(cost)화하여 기존의 시스템에 패널티를 부여하고 병목 현상이 발생할 것으로 예상되는 경로는 수정하여 패널티를 최소화한다.

### Algorithm 1. Evacuation algorithm considering bottleneck on node

```

begin
    T = predict_evacuation_time
    While (T == minimize)
        if people > criteria
            Distribute_people_on_other_routes
        else if people <= criteria
            Inform_state_other_nodes
        end
    end
end
    
```

이에 따라 제안된 알고리즘이 적용된 시스템은

전체 대피자가 탈출하는데 걸리는 시간을 감소시킬 수 있으며 기존의 시스템보다 현실적인 반영이 가능하다.

## IV. 결 론

본 논문에서는 사고 상황 발생 시 제안된 대피유도 시스템에 병목 현상을 반영하였다. 이에 따라 기존의 대피유도 시스템의 유도 경로는 병목 현상의 정도에 따라 변경의 필요성을 확인하였다. 차후 이어지는 연구로 실제 환경을 반영한 시뮬레이터를 제작하고 제안된 알고리즘의 성능도 검증할 예정이며 대피자의 디바이스와 연동을 통해 상황에 따른 유동적인 대피 유도 시스템을 설계할 계획이다.

## ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2016R1D1A3B03934492)

## 참고문헌

- [1] M. B. Kang, Y. I. Joo, "Intelligent evacuation systems for accidents aboard a ship," *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, vol.40 no.9, pp.824-829, Nov. 2016.
- [2] E. K. Hwang, S. J. Woo, J. H. Kim, W. H. Kim, "Comparison of Egress Modeling and Experiments for Flow Rate in the Bottleneck," *Fire Science and Engineering*, vol.28 no.6, pp.35-40, Dec. 2014.
- [3] J. H. Kim, B. J. Yoo, E. K. Hwang, H. J. Youn, "Comparison of Experiment and Egress Modeling for Bottleneck Effect," *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, vol.28 no.1, pp.93-100, Jan. 2012.