

# Operations Research를 이용한 광역 피난시뮬레이션에 관한 연구

## A Study for Mass Evacuation Simulation Using Operations Research

구 원 용\* · 김 태 환\*\* · 김 정 곤\*\*\*

Koo, Won-Yong · Kim, Tae-Hwan · Kim, Jung-Gon

### 요 약

2011년3월에 발생한 동일본대지진에서는 일부지역에서 대규모 쓰나미 경보 사이렌의 고장 및 긴급시 사용하는 방조제 개폐장치의 고장 등, 상상외의 여러가지 일들이 발생하면서 그 피해가 더 커졌다. 이러한 사태를 바탕으로 대규모 지역에서의 피난 계획 및 시뮬레이션의 필요성이 최근에 대두되고 있다. 본 연구에서는 이러한 광역 피난계획을 풀기 위한 동적 네트워크 흐름 문제(dynamic network flow problem)를 적용한 방법론을 소개하고, 동적 네트워크 흐름 문제를 풀기 위한 일반적인 방법론 중 시간 확대 네트워크 문제 및 시간 확대 네트워크의 문제점인 계산시간을 해결하기 위한 고속연산 휴리스틱 알고리즘을 제시하고자 한다.

**keywords** : 광역피난, 시뮬레이션, Operations Research, 쓰나미, 휴리스틱 알고리즘

### 1. 서 론

기존의 피난에 관한 연구들은 건물 내에서 대피처까지의 피난을 목표로 하여 인간의 거동에 가장 근접한 모델 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위해서 피난자의 신체적 특성뿐만이 아니라 심리적 특성까지 반영을 한 에이전트 모델에 대한 연구와 실험 데이터와 비교를 통해서 모델을 개량함으로써 현실에 가까운 시뮬레이션을 가능하게 하고 있다. 그러나, 건물의 규모가 커지면 커질수록 연산시간도 규모에 비례해서 증가하게 되며, 이러한 연산시간은 피난 연산 공간 규모를 제약하는 가장 큰 원인이 되고 있으며, 이러한 제약에 의해서 건축물 단위를 벗어나는 지구 및 지역 피난계획 수립을 위한 시뮬레이션의 수행을 어렵게 하고 있으며, 이에 대한 새로운 방법론이 필요하다.

### 2. 본론

이러한 광역피난 시뮬레이션을 수행하기 위해서 오퍼레이션 리서치(Operations Research)분야에서는 도로망을 네트워크 문제(network problem)으로 정의하고 관련 알고리즘 중 네트워크 흐름 문제(network flow problem)로서 풀고 있다. 하지만 네트워크 흐름 문제는 기본적으로 시간 개념을 적용하지 않기 때문에 시간에 따른 피난대피자 수를 계산할 수 없는 문제가 있으며, 이를 해결하기 위해서 기존의 네트워크 흐름 문제를 시간단위로 확장한 동적 네트워크 흐름 문제(dynamic network flow problem)(그림1-(a),(b))으로 확장해서 피난 연산에 적용하고자 하는 일련의 연구가 이어져 왔다.

\* 정회원 (주)이마이닝 대표이사/공학박사 oais7koo@gmail.com

\*\* 정회원 용인대학교 경호학과 교수/공학박사 twehwan@empas.com

\*\*\* 정회원 전자부품연구원 에너지디스플레이본부 책임연구원/공학박사 garoo72@keti.re.kr

## 특별세션1(사회재난사업단과제)

동적 네트워크 흐름 문제는 정적 네트워크 흐름을 시간단위로 확장한 개념이며 이를 풀기 위해서는 정적 네트워크 문제 계산량 \* 피난시간 만큼의 계산량이 필요하다. 이러한 계산량 문제를 다양한 피난 시나리오를 적용하게 되면 그 경우의 수가 기하급수적으로 늘어나게 되며, 이러한 문제는 실질적으로 네트워크 흐름 알고리즘을 피난계획에 적용하기 어렵게 만드는 가장 큰 요인이다.

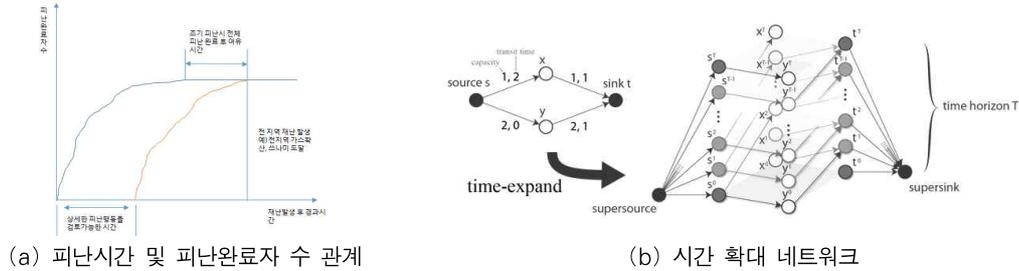


그림 1 제안 알고리즘 관련

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서는 네트워크를 시간 확대하지 않고 모든 출발점에서 모든 도착점까지 모든 피난자가 도달하는 연산을 피난자 수 및 피난 경로, 피난개시시간 등의 정보가 포함된 Chain Flow 집합을 구한 후 이 Chain Flow 중 실행가능한 체인들을 구하고 시간적으로 압축해서 최종피난시간을 도출하는 휴리스틱 기반 알고리즘을 개발하였다.



그림 2 제안 알고리즘 검증 실험 결과

지구단위의 검증실험(그림2-(a))와 시단위의 검증(그림2-(b))에서 엄밀해인 최단종료최소이동 알고리즘 (MSTTQCE)와 비교해서 지구단위에서는 100배, 시단위에서는 8배정도의 속도향상을 볼 수 있으나, 피난완료 시간 및 피난이동시간의 합계에서는 정확도가 약간 떨어지는 결과가 나타났다.

### 3. 결론

현재 한일 공동연구로 후속 연구가 계속 진행 중이며, 속도 개선 및 정확도 향상을 위한 알고리즘 개발과 현실에 적용가능하도록 SW 제품 개발에 주력하고 있으며, 지속적인 R&D를 통해서 실데이터를 적용한 연구 성과를 도출할 예정이다.

### 참고문헌

Katoh Naoki(2014), 2013년도 CSIS 공동연구 No.415: 普遍的最速フロー型緊急避難モデルの大規模計算への擴張と大阪市の津波避難ビルの立地評価への応用