

지향성스피커와 조명제어를 이용한 피난유도 시스템 개발에 관한 연구

A study on Development of Evacuation Guidance System Using Direction Speaker and Control Lightning

Gaehyun Jeon^{a,1} Shinwook Kang^{b,*}

^a AIRTECHMEDIA, Js-BD, 85, jadongchasijang 1-gil, Seondong-gu, Seoul-si, Republic of Korea

^b AIRTECHMEDIA, Js-BD, 85, jadongchasijang 1-gil, Seondong-gu, Seoul-si, Republic of Korea

ABSTRACT

Recent buildings are complicated and tends to be connected each other and even underground spaces. Although the risk of disaster is increasing, it does not provide training or induction refuge. In this paper, we propose evacuation induction system using directional speaker, for providing persons in danger with useful information on the disaster situation and to evacuate people effectively as an accurate and rapid evacuation guidance.

KEYWORDS

fire, social disaster, directional speaker, evacuation guidance, evacuation guidance system.

최근 우리나라의 건물은 구조와 형태가 대형화, 초고층화 되어가고 있어 재난에 대한 위험성이 증가하고 있다. 재난 발생 시 불특정다수에 대해 신속하고 정확한 피난유도가 이루어지지 않는다면 그 피해는 막대할 것이다. 이러한 문제를 해결하고자 본 논문에서는 지향성 스피커에 대한 선행연구를 기반으로 피난유도 시스템을 제안하고자 한다. 재난 상황은 화재의 경우로 한정하여 연구하였으며, 이 시스템은 화재 발생 시 피난자들에게 재난 발생 상황 및 피난에 유용한 정보들을 효과적으로 제공하여 정확하고 신속한 피난유도를 가능하도록 한다.

화재
사회재난
지향성스피커
피난유도
피난유도 시스템

© 2016 Korea Society of Disaster Information All rights reserved

* Corresponding author. Tel. 82-70-4422-3645. Fax. 82-2-2212-5443.

Email. hck5238@iairtech.co.kr

1 Tel. 82-70-4422-3645. Email. ghjeon@iairtech.co.kr

ARTICLE HISTORY

Received Jul. 25, 2016

Revised Aug. 02, 2016

Accepted Aug. 09, 2016

1. 서론

1.1 연구의 배경

최근 산업의 발달과 건설기술의 발전으로 건축물의 구조와 형태가 대형화, 초고층화 되어가고 있다. 이는 화재 발생 시 피난에 취약한 건물들이 급증하고 있다는 의미이다. 또한 이러한 건물들은 불특정 다수가 이용하는 공간으로 화재 발생 시 더 큰 피해를 가져올 수 있다. 따라서 이와 같은 대형 피해를 최소화하기 위해서는 신속하고 정확한 피난유도 시스템 개발이 필요하다.

기존에 건물에 설치된 피난기구, 피난유도선, 유도등 및 유도표지 등의 피난설비장치들은 대부분 시각적인 장치들이다. 시각적 피난유도장치의 경우 화재 발생 시 연기가 발생하면 가시거리를 확보하기 어려워 피난유도장치로서 무용지물이 되는 경우가 많다. 따라서 본 연구는 시각적인 피난유도장치에 청각적인 부분을 결합한 연구가 필요하다고 판단하여, 지향성스피커를 활용한 피난유도 시스템을 제안하고자 한다. 지향성스피커의 경우 청각적인 피난유도장치로 화재 시 방송과 경보음을 피난자에게 전달함으로써 피난자가 피난에 필요한 정보를 쉽게 인지하고 신속하게 피난유도를 하도록 돕는다. 또한 시각적인 장치인 조명제어가 피난유도 시스템에 구성되어 있어 피난유도를 하는 데에 적합한 시스템이 될 수 있을 것으로 생각한다.

2. 선행연구 검토

2.1 선행 연구

지향성스피커를 기반으로 하는 새로운 피난유도 시스템을 제안하기에 앞서 지향성스피커와 피난유도 시스템에 관련한 선행연구를 검토 하였다. 지향성스피커를 방재분야에 접목한 연구의 경우 국내에서는 거의 이루어지지 않아서 일본의 논문을 검토하였다. 검토한 논문 「パラメトリックスピーカによる防災誘導の向上」에서는 일반스피커와 지향성스피커를 비교하여 지향성스피커의 성능을 검증하였다. 성능 검증을 위해 재해 상황을 가정하여 피난 실험을 실시하였으며 실험 결과 일반스피커를 사용하여 피난할 때 보다 지향성스피커를 사용한 경우 피난 시간이 2배나 빠르게 이루어졌음을 확인하였다.

피난유도 시스템에 대한 선행연구 검토 결과 피난유도 시스템에 대한 기존연구의 경우 대부분 각 기술의 개별 기술요소 단위의 연구가 진행된 것으로 파악되었다. 따라서 시스템 단위의 연구가 필요하다. 또한, 수행된 연구의 경우 단순, 수동, 단방향 기술로서 단순 안내만 해주는 시스템이 대부분인 것으로 조사되었다. 이는 실제 피난자 위주의 연구가 아닌 연구자 위주의 연구임을 알 수 있다. 선행연구 중 논문 「직렬 스피커 연결을 이용한 비상 대피 유도 시스템의 설계」에서는 화재의 경우 연기 때문에 시야 확보가 어렵다는 점을 보완하기 위해 다채널 스피커 직렬 연결 기법을 이용한 대피 유도 시스템을 제안하였으며, 제안한 시스템을 가상의 비상 대피 환경에서 대피 실험을 통해 효율성을 검증하였다. 실험 결과, 비상상황에서 대피율의 증가가 이루어진 것으로 보아 비상상황에서 청각적인 장치가 피난유도에 도움이 됨을 확인하였다.

검토한 첫 번째 선행연구의 경우 지향성스피커에 대한 검증을 실험으로만 그쳤으나 추후 실제 재난 상황에 적용할 수 있는 검증에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 선행연구 검토 결과 전반적으로 지향성스피커 자체 성능과 특징에 대한 연구는 많이 이루어지고 있으나 지향성스피커의 특성을 이용하여 재난상황에 적용한 연구 사례는 아직 미비하다. 또한, 피난유도 시스템에 대한 연구는 연구자 위주의 연구로 진행되고 있어 피난자 중심의 대피 방향을 안내해줄 수 있는 시스템이 필요하다고 판단된다.

Table 1. preceding research data

분류	논문명	저자	내용 요약
지향성스피커	パラメトリックスピーカによる防災誘導の向上	大木 成文	지향성스피커와 일반스피커 음향특성 비교 시뮬레이션을 통해 일반스피커와 지향성스피커 성능 검증 비교
피난유도 시스템	직렬 스피커 연결을 이용한 비상 대피 유도 시스템의 설계	정한빛	기존의 비상 대피 유도 시스템 문제점 분석 및 새로운 시스템 제안 최단 경로 알고리즘 분석 제안한 시스템 효율성 검증
	초고층 건축물의 화재 시 효율적인 피난시스템에 관한 연구	전송민	초고층 건축물의 피난시스템 분석 초고층 건축물 피난시뮬레이션
	USN 기반의 변전소 화재 피난 시스템 구현 방안과 성능 분석	조수경	USN 기반의 변전소 화재 피난 시스템 구현 방안 제시 및 성능 분석 센서 네트워크 성능 분석 제안된 피난 시스템 시뮬레이션

3. 지향성스피커와 조명제어를 이용한 피난유도 시스템

3.1 제안 시스템 개요

기존에 화재가 발생할 경우 피난에 사용되고 있는 피난설비에는 피난기구, 피난유도선, 유도등 및 유도표지, 비상조명등 등이 있다. 그러나 서론에서 언급하였듯이 기존의 장치들은 대부분 시각적인 장치로서 화재 발생 시 연기 등으로 시야 확보가 어려울 경우 제 기능을 제대로 수행하지 못할 수 있다는 단점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 이 문제를 해결하기 위해, 시각적인 장치인 기존의 조명제어에 지향성스피커라는 청각적인 장치를 더하여 피난유도를 이끄는 피난유도 시스템을 제안한다.

제안한 시스템은 사전에 설치된 센서의 센서 네트워크를 통해 연동하여 재난 상황 감지하고, 피난자에게 신속한 의사결정을 지원한다. 또한 피난유도 시스템의 기반이 되는 지향성스피커와 조명을 활용하여 이용객에게 정확한 대피 경로를 안내함으로써 피난 유도를 돕는다.

3.2 제안 시스템 구성

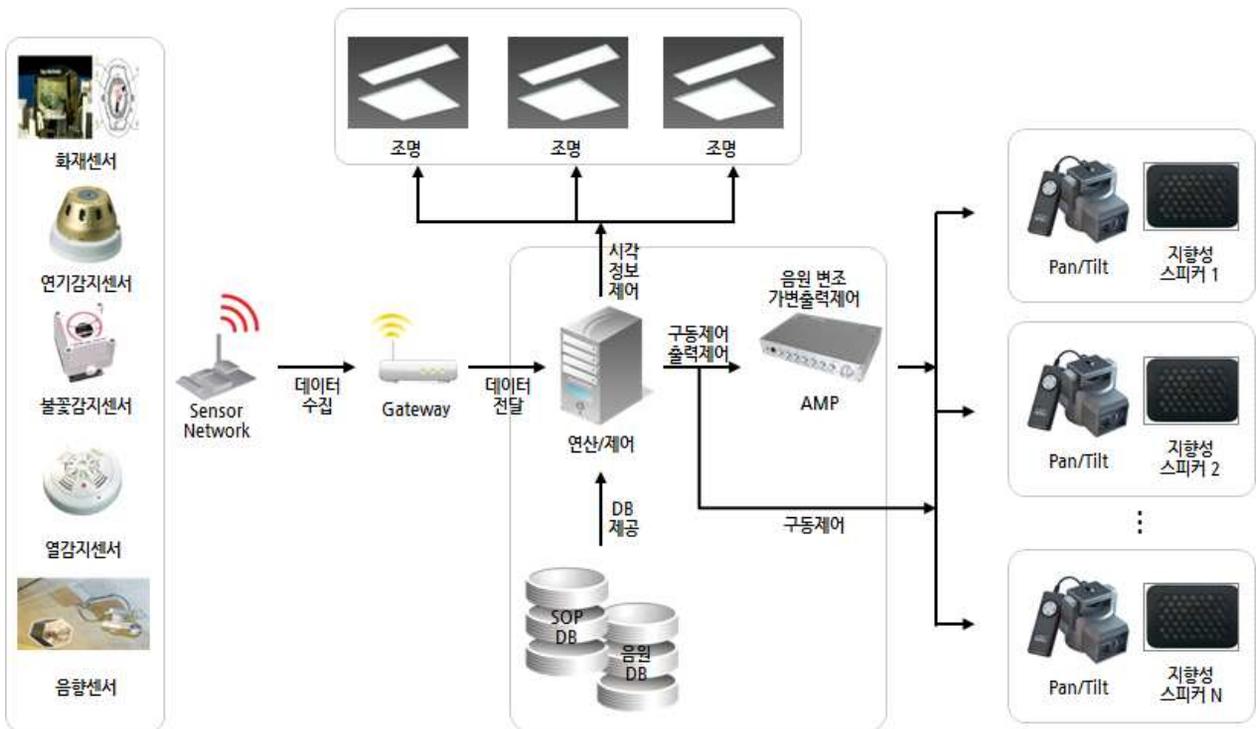


Fig 1. Evacuation guidance system diagram

피난유도 시스템은 재난 발생 시 재난 상황을 탐지하고 이에 대한 경보를 발생하고, 인명피해를 최소화하기 위한 안전하고 신속한 대피 유도를 제공해야 한다. 본 연구에서 제안하는 피난유도 시스템의 구성도는 [Fig 1.]과 같다. 크게 센서, 지향성스피커, 조명으로 구성된다. 센서는 화재센서, 연기감지센서, 불꽃감지센서, 열감지센서, 음향센서로 구성되어 있으며 화재가 발생한 경우 설치된 센서 등을 통해 발화지점에 대한 정보를 획득한다. 수집된 정보를 바탕으로 피난자를 피난유도 하도록 돕는다. 피난유도 알고리즘을 통해 대피 초기에 발화지점으로부터 근접정도에 따라 조명을 활용하고, 화재 발생 시 연기로 인해 시야 확보가 어렵기 때문에 지향성스피커를 통해 대피 안내를 받는다. 이때 지향성스피커는 대피 인원과 상황에 따라 음량, 경보음 등에 가중치를 두어 분산을 유도한다.

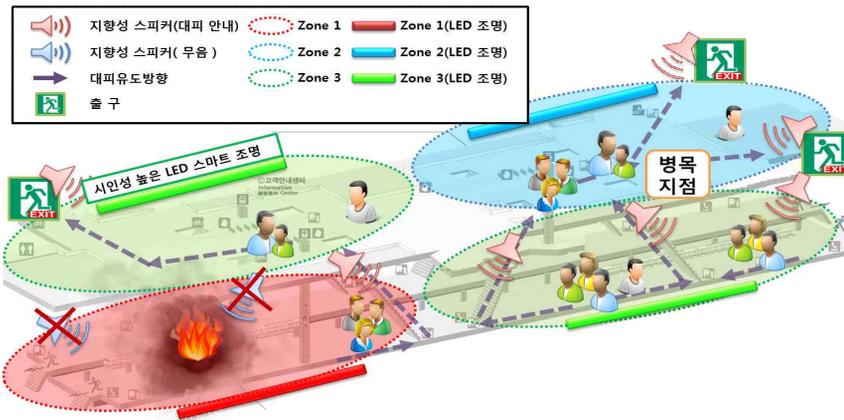


Fig 2. Evacuation route diagram in underground space

[Fig 2.]는 지하공간에서의 대피경로 안내에 대한 개념도이다. 화재가 발생한 경우 센서 네트워크로 수집된 정보를 토대로 대피자에게 지향성스피커를 통해 대피 안내를 한다. 이때, 대피 혼란을 줄일 수 있도록 발화지점의 지향성스피커는 비활성화한다.

3.3 제안 시스템 활용방안

지향성스피커를 기반으로 한 피난유도 시스템 연구의 필요성을 뒷받침하기 위해 언급한 실내공간에서의 대피경로 안내를 기반으로 자체적으로 운영방안을 검토하였다. 일반적인 실내공간에서의 화재 발생 상황을 가정하고 화재 발생 시 지향성스피커 기반의 피난유도 시스템의 운영방안을 모식도로 나타내었다. [Fig 3.]

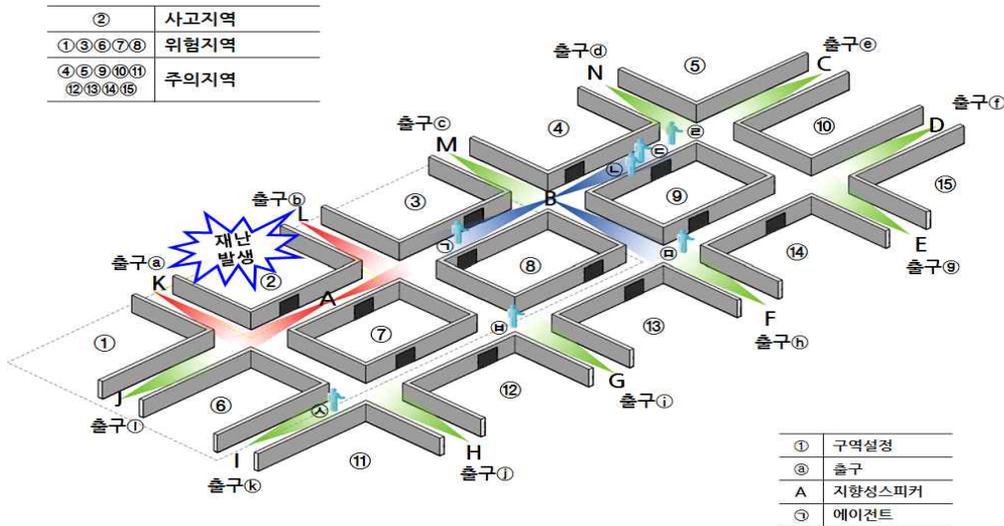


Fig 3. Directional speaker evacuation guidance system diagram - case 1

[Fig 3.]에 대한 운영방안은 다음과 같다.

재난 발생 사고지역(②)을 설정하고 지향성스피커 A, K, L을 이용하여 음성 펜스로 접근 금지 구획을 만들고 피난자의 출구 a, b로의 접근을 막는다. 이와 동시에 사고지역내에 있던 피난자들을 출구 a, b, ①로 유도한다.

상황발생 후 상황의 확대 여부에 따라서 접근 금지 구획을 확대해 나간다.

위험 지역(①③⑥⑦⑧)을 설정하고, Pan/Tilt 가능한 지향성스피커 B를 이용하여 에이전트 ㉑을 유도하고 다시 고정형 지향성스피커 M으로 출구 ㉑로 피난을 유도한다. 주의 지역(④⑤⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮)을 설정하고, 고정형 지향성스피커 I를 이용하여 에이전트 ㉒을 출구 ㉑로 유도한다. 동시에 고정형 지향성스피커 G를 이용하여 에이전트 ㉓을 출구 ㉑로 유도하며, 에이전트 ㉔은 지향성스피커 F를 이용하여 출구 ㉑로 유도한다.

다수의 에이전트 ㉕, ㉖, ㉗은 Pan/Tilt 가능한 지향성스피커 B와 고정형 지향성스피커 M을 이용하여 출구 ㉑로 유도할 수도 있다. 그러나 위험지역에 있는 에이전트 ㉑에게 정보를 송출하기 위하여 사용 중인 경우 다수의 에이전트 ㉕, ㉖, ㉗은 고정형 지향성스피커 C를 이용하여 출구 ㉑로 피난을 유도하며, 에이전트의 수가 많아 병목 현상이 발생할 경우 고정형 지향성스피커 N을 이용하여 출구 ㉑로 분산 유도 한다.

아래는 [Fig. 3.]에 대한 내용을 flowchart로 나타낸 것이다. [Fig. 4.]

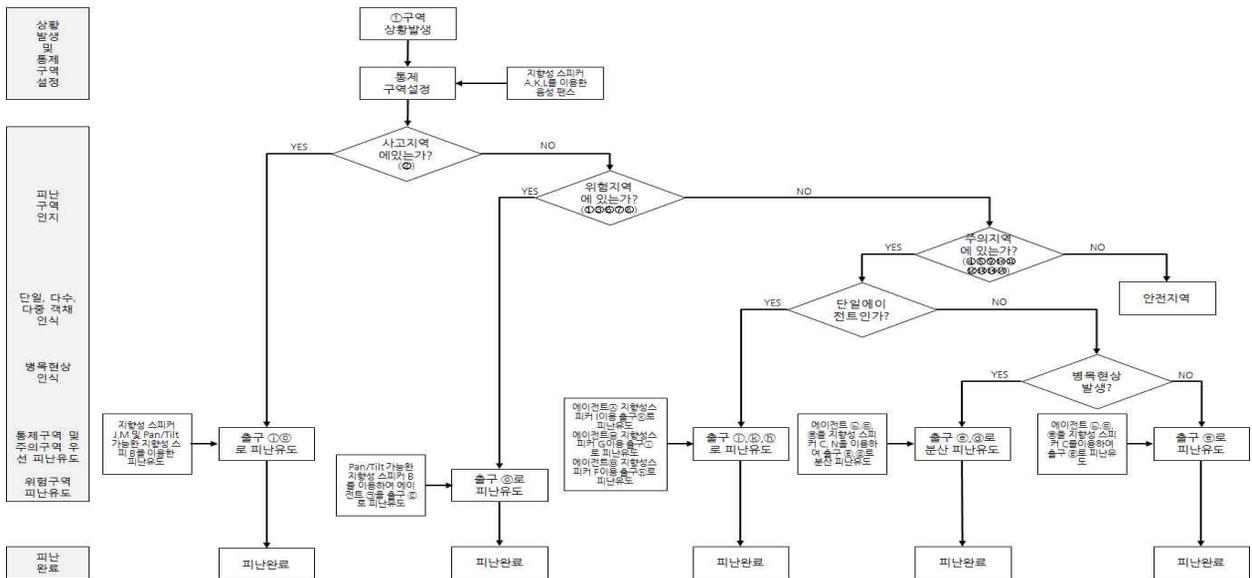


Fig 4. Directional speaker evacuation guidance system flowchart - case 1

②	사고지역
①③⑥⑦⑧	위험지역
④⑤⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮	주의지역

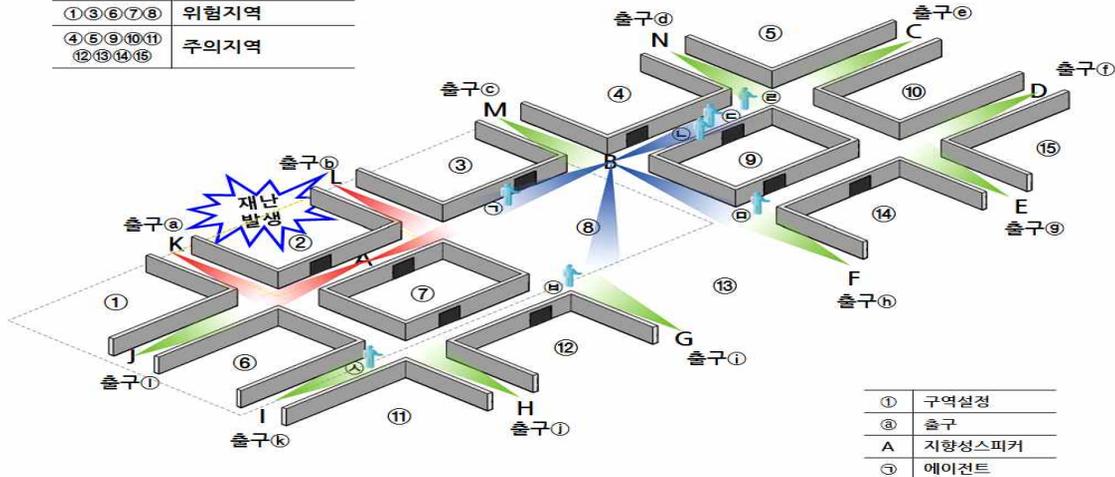


Fig 5. Directional speaker evacuation guidance system diagram - case 2

위는 지향성스피커 피난유도 모식도의 2번째 case로 기본적인 구조에서 HALL이 있다는 것을 가정하고 피난유도를 나타낸 모식도이다. HALL이 있는 경우 지향성스피커를 활용한 피난유도에 대한 설명은 다음과 같다.

재난 발생 사고지역(㉒)을 설정하고 지향성스피커 A, K, L을 이용하여 음성 펜스로 접근 금지 구획을 만들고 피난자의 출구 ㉑, ㉓로(㉑㉓㉔㉕㉖)을 설정하고, Pan/Tilt 가능한 지향성스피커 B를 이용하여 에이전트 ㉗을 유도하고 다시 고정형 지향성스피커 M으로 출구 ㉔로 피난을 유도한다.

Pan/Tilt 가능한 지향성스피커 B는 HALL에 포함되는 위험 지역인 ㉘구역 내에서 방사각도 조절과 지향성스피커의 회전으로 구역 내의 피난자를 피난유도 한다. 또한 지향성스피커 B의 출력을 조절하여 HALL에서 주의지역에 포함되는 ㉙구역에 있는 피난자에게 상황정보와 피난정보를 송출한다.

주의 지역(㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲)을 설정하고, 고정형 지향성스피커 I를 이용하여 에이전트 ㉞을 출구 ㉟로 유도한다. 동시에 고정형 지향성스피커 G를 이용하여 에이전트 ㊱을 출구 ㊱로 유도하며, 에이전트 ㊱은 지향성스피커 F를 이용하여 출구 ㊱로 유도한다.

다수의 에이전트 ㊱, ㊱, ㊱은 Pan/Tilt 가능한 지향성스피커 B와 고정형 지향성스피커 M을 이용하여 출구 ㉔로 유도할 수도 있다. 그러나 위험지역에 있는 에이전트 ㉗에게 정보를 송출하기 위하여 사용 중인 경우 다수의 에이전트 ㊱, ㊱, ㊱은 고정형 지향성스피커 C를 이용하여 출구 ㉔로 피난을 유도하며, 에이전트의 수가 많아 병목 현상이 발생할 경우 고정형 지향성스피커 N을 이용하여 출구 ㉔로 분산 유도 한다.

아래는 [Fig 5.] 에 대한 내용을 flowchart로 나타낸 것이다. [Fig 6.]

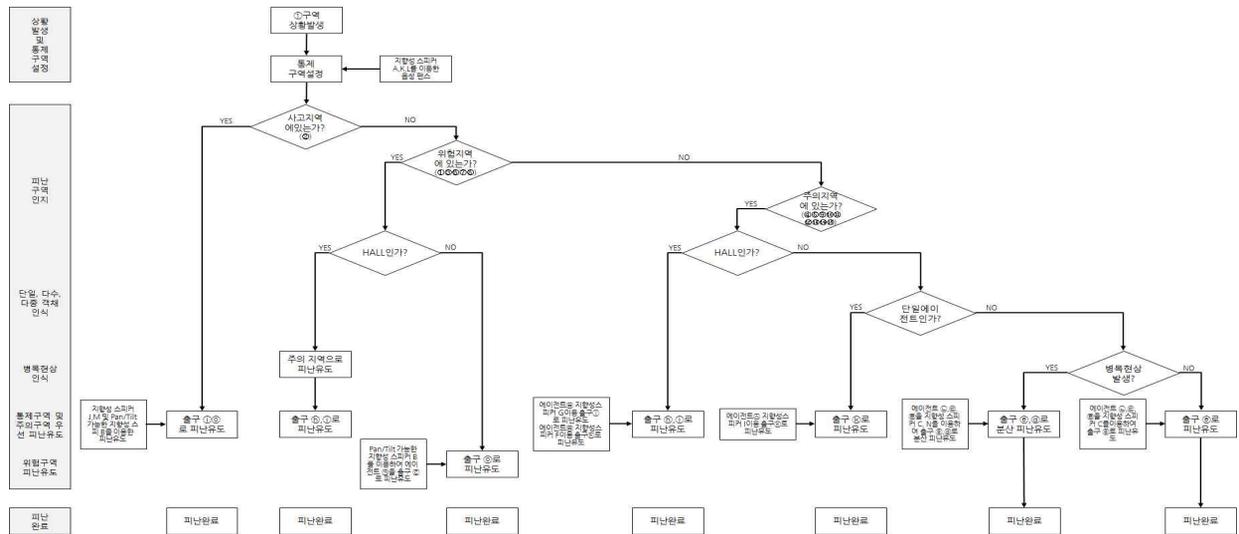


Fig 6. Directional speaker evacuation guidance system flowchart - case 2

4. 지향성스피커와 조명제어를 이용한 피난유도시스템의 기대효과

제안하는 피난유도 시스템에 사용되는 지향성스피커는 기존 스피커와 다르게 초음파에 소리를 실어 방사하기 때문에 정해진 범위에 소리를 전달할 수 있어 음성펜스, 시각장애인 안내, 전시회 등에서 활용되어지고 있다. 또한 본 연구에서 언급하였듯이 시야확보가 어려운 화재 시에 적합하게 사용이 가능하다. 본 연구에서는 화재 상황에 한정하여 연구하였으나 지향성스피커를 드론이나 차량에 탑재 가능하도록 경량화 하여 개발한다면 실외에서 발생하는 재난 사고에도 사용될 수 있도록 응용이 가능할 것이다. 이와 같이 지향성스피커의 다양한 분야에서의 응용이 기대된다. 따라서 추후에 지향성스피커의 활용에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것이며, 본 연구는 추후 관련 연구에 기초연구가 될 수 있을 것으로 판단된다.

그동안 국내에서는 지향성스피커를 기반으로 하는 피난유도 시스템에 대한 연구가 이루어지지 않았으므로 본 연구는 앞으로 재난 시 피난유도 시스템에 대한 연구에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 그동안의 피난유도 시스템은 연구는 피난자 위주가 아닌 연구자 위주로 이루어졌으나 본 연구에서 제시한 시스템은 피난자 중심의 대피 방향을 안내해주는 시스템이다. 따라서 기존의 연구와는 새로운 방향의 연구이며, 재난 시 피난자에게 실질적인 도움을 줄 수 있는 것으로 기대된다.

5. 결론

초고층 및 대형 복합건축물의 건축이 계속 활발히 이루어지고 있음에 따라 화재 발생에 따른 위험성이 증가되고 있으며, 대규모 인명 및 재산피해가 발생할 우려가 충분히 있다.

이에 본 연구에서는 오늘날에 맞는 화재 시 피난유도 시스템을 개발하기 위해 지향성스피커와 조명제어를 이용한 피난유도 시스템을 제안하였으며, 제안된 피난유도 시스템을 바탕으로 자체적으로 운영방안을 모색하였다. 본 연구에서 제안한 피난유도 시스템은 화재 발생 시 설치된 센서에서 얻어지는 정보를 바탕으로 피난자에게 신속하고 정확한 피난유도를 제공하여 피난시간을 줄이고 안전하게 피난을 할 수 있도록 하는데 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

그리고 현재 지향성스피커를 활용한 재난 대응 시스템에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 이 연구가 추후 재난대응관련 연구의 기반이 될 수 있을 것으로 생각된다. 재난 대응에 대한 관심과 중요성이 높아져가고 있는 오늘날 이 연구를 시작으로 재난대응시스템에 관한 많은 연구가 이어지길 기대한다.

이 연구는 국민안전처 사회재난안전기술개발사업의 지원으로 수행한 '사회재난 대응을 위한 융·복합기술 기반의 지향성스피커 등을 활용한 인명지킴이 시스템 개발'[MPSS-사회-2015-40]과제의 성과이다. 추후 과제가 진행 되는대로 추가적으로 논문을 진행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국민안전처 사회재난안전기술개발사업의 지원으로 수행한 '사회재난 대응을 위한 융·복합기술 기반의 지향성스피커 등을 활용한 인명지킴이 시스템 개발'[MPSS-사회-2015-40]과제의 성과입니다.

References

- [1] Oki Sighumi, (2008). "Effect of Evacuation Announcement by Using Parametric Loudspeakers" , HOSEI University, Master's thesis.
- [2] Baek, Eun-Sun, (2011). "A study on the Fire Evacuation Guidance Model Using Haas Effect", Chonnam National University, Doctor's thesis.
- [3] Lim, Byoung Cheol, (2007). "A Study on the Evaluation of LED-evacuation-sign and Improvement the Egress Induction Efficiency", Kyungpook National University, Master's thesis.
- [4] Lee, Jonghen, (2011). "Study on the institutionalization of evacuation guide line in multiple-use facilities, Kyounggi University", Master's thesis.
- [5] Na, Wook Jung, (2006). "A study on the Evaluation of Emergency Exit Light and Way to improve the Egress Induction in underground Space", Kyungpook National University, Master's thesis.
- [6] Global Homeland Security&Public Safety Market 2014-2022, Homeland Security Research
- [7] Ministry of Public Safety and Security National Fire Data System, http://nfds.go.kr/fr_pos_0001.jsf.
- [8] 大木 成文,(2008). "パラメトリックスピーカによる防災誘導の向上, 法政大學修士課程"
- [9] Chung, HanVit, (2011). "Design of Emergency Evacuation Guiding System Using Serial Connection of Speakers" Kyung Hee University, Master's thesis.