

# 스마트 홈에서의 재난 예방을 위한 사운드 데이터베이스 구축에 관한 연구

## Study on the Sound Database for Disaster Prevention in Smart Home

신정훈<sup>1</sup>, 남궁기찬<sup>2</sup>, 오원준<sup>3</sup>, 반영환<sup>4\*</sup>

Junghoon Shin<sup>1</sup>, Kiechan Namkung<sup>2</sup>, Wonjun Oh<sup>3</sup>, Younghwan Pan<sup>4\*</sup>

### 요약

스마트 홈 시스템은 거주자들의 편안함, 안전 및 즐거움을 증진 시킴을 목적으로 한다. 스마트 홈 내에서 거주하는 거주자의 안전에 대한 상태는 스마트 홈 내의 감지 센서를 통해 파악할 수 있다. 본 논문에서는 인공지능 시스템 기반의 오디오 센서가 인식함으로써 거주자의 안전을 증진시킬 수 있는 스마트 홈 환경에서의 다양한 소리들을 사용자 경험 디자인 방법론을 통해 도출 및 분류하였으며, 분류 결과를 방재 서비스 디자인 연구 영역에서 정의하는 재난 대응 단계에 대응시켰다. 재난의 단계와 소리의 발생 원인에 따른 소리의 분류는 스마트 홈 환경에서의 재난 예방을 위한 사운드 데이터베이스 구축의 기초 자료가 될 수 있다.

핵심어 : 청각 사용자 경험 디자인, 스마트 홈, 재난 대응, 사운드 데이터베이스

### Abstract

The smart home system aims to enhance the comfort, safety and enjoyment of residents. The condition of the safety of residents living in smart homes can be determined by sensors inside smart homes. In this paper, we derived and classified various sounds in smart home environment through user experience design methodology that can enhance residents' safety by recognizing the audio sensor based on artificial intelligence system, and matched to the disaster response phase defined in disaster prevention service design research area. The classification of sound according to the stage of disaster and the cause of sound occurrence can be the basic data for the establishment of sound database for disaster prevention in smart home environments.

Keyword : Auditory user experience design, Smart home, Disaster Prevention, Sound database

1 Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Graduate Student]

e-mail: jhun.shin@gmail.com

2 Sound UX Center, Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Research Director]

e-mail: kc.namkung@gmail.com

3 Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Graduate Student]

e-mail: wjoh.kmu@gmail.com

4 Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Professor]

e-mail: peterpan@kookmin.ac.kr (Corresponding author)

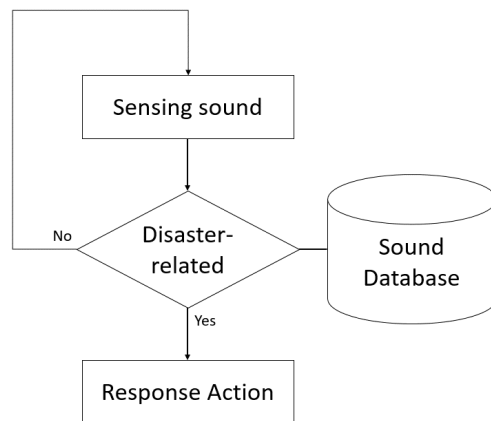
\* 본 논문은 산업통상자원부 R&D사업 ‘창조혁신형 디자인고급인력양성사업’의 지원으로 진행되었습니다. (N0001436)

Received(August 07, 2019), Review Result(1st: August 21, 2019), Accepted(September 09, 2019), Published(September 30, 2019)

### 1. 연구배경 및 목적

스마트 홈(Smart home) 시스템은 정보 통신 기술(ICT: Information and communications technology)의 영역으로 최근 학계에서 큰 관심을 보이는 연구 분야이다. 스마트 홈은 거주자들의 요구를 예측하고 충족시키기 위해 설계된 정보 통신 시설이 갖추어진 집을 의미하며[1], 주변 환경과의 자연스러운 상호작용을 보존하면서도 거주자들의 편안함, 안전 및 즐거움을 증진시킴을 목적으로 한다 [2][3].

이러한 스마트 홈 내에서 거주하는 거주자의 안전에 대한 인식은 센서가 제공하는 정보를 통해 파악 및 증진 시킬 수 있는데, 스마트 홈 시스템에 도입되는 주변 환경의 소리를 인식할 수 있는 인공지능 시스템 기반의 오디오 센서는 이를 위한 효과적인 도구가 될 수 있다[그림 1].



[그림 1] 스마트 홈에서의 오디오 센싱을 통한 재난 대응 프로세스  
 [Fig. 1] Disaster response process with audio sensing in smart home

최근 시판되고 있는 사람의 명령을 인식하고 그 명령에 응답하는 인공지능 스피커는 이러한 인공지능 시스템 기반 오디오 센서의 초기 형태라 할 수 있으며, 인공지능 스피커 시장은 2022년까지 연평균 30% 내외의 성장을 할 것으로 추정하고 있다[4]. 이러한 인공지능 시스템 기반의 오디오 센서에 대한 현재까지의 연구는 사용자에게 맞춤형 정보를 효율적으로 제공하거나[5], 시스템에 성격을 부여함으로써 사람과의 상호작용에 있어서 편리성을 증가시키는[6] 등, 다양한 주제로 진행되고 있다.

본 논문에서는 인공지능 시스템 기반의 오디오 센서가 거주자의 안전을 증진시킬 수 있는 스마트 홈 환경에서의 다양한 소리들을 사용자 디자인 방법론을 통해 분류해보고자 한다. 또한 이러한 소리들을 방재 서비스 디자인 연구 영역에서 정의하는 재난 대응 단계에 대응시킴으로써, 스마트

홈 환경에서의 재난 예방을 위한 인공지능 시스템의 학습에 필요한 효율적인 사운드 데이터베이스 구축에 도움이 되고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 선행연구

#### 2.1.1 방재 서비스 디자인

서비스 디자인이란 고객이 서비스를 통해 경험하게 되는 모든 유, 무형의 요소(사람, 사물, 행동, 감성, 공간, 커뮤니케이션, 도식 등) 및 모든 경로(프로세스, 시스템, 인터랙션, 감성로드맵 등)에 대해 고객 중심의 맥락적인 리서치 방법을 활용하여 이해관계자간에 잠재된 요구를 포착하고 이것을 창의적이고 다학제적이고 협력적인 디자인 방법을 통해 실체화함으로써 고객 및 서비스 제공자에게 효과적, 효율적이며 매력적인 서비스 경험을 향상시키는 방법 및 분야를 의미한다[7]. 재난과 방재 분야에 서비스 디자인을 접목한 분야를 방재 서비스 디자인(Disaster prevention service design)이라 하는데, 방재 서비스 디자인이란 재난의 전후 전 단계에서 관련된 이해관계자가 재난이라는 특수한 상황 속에서 재난과 관련된 유, 무형의 요소를 가시화시킴으로써, 다양한 이해관계자의 욕구와 갈등요인을 포착하여 안전하고, 혁신적인 해결책을 실체화하는 디자인적 방법을 의미한다[8]. 이러한 방재 서비스 디자인에서는 재난의 단계를 정의하고 있으며, 각 단계별 솔루션을 연구하고 있다.

#### 2.1.2 재난 단계

방재 서비스 디자인에서는 [표 1]과 같이 재난의 단계를 재난 전(Pre-Disaster) 단계에 예방, 대비를 그리고 재난 후(Post-Disaster) 단계에 대응, 복구로 구분하여 4단계로 정의하고 있다[8].

[표 1] 방재 서비스 디자인에서 정의한 재난의 단계

[Table 1] Phase of disaster defined in disaster prevention service design

단계		내용
재난 전 (Pre-Disaster)	예방	재난 위험 요소를 분석하고 인지할 수 있는 단계
	대비	재난을 인지하고 상황을 전파하고 행동할 수 있는 단계
재난 후 (Post-Disaster)	대응	재난 상황의 혼란 속에서 대처 방안에 대해 빠르게 인지하고 정보를 전달할 수 있는 단계
	복구	복구 활동에 대한 안정감과 신뢰성 및 효율성을 극대화 할 수 있는 환경 조성 단계

각각의 재난 단계는 해결 방안에 대해 그 차이를 보이게 되는데, 스마트 홈 환경 내에서의 재난 역시, 각각의 해당 단계에 따른 해결 방안을 모색하여야 하며, 이를 위해 재난의 단계를 파악하는 것이 선행되어야 한다.

### 2.1.3 스마트 홈에서의 사운드 분류

재난 예방을 위한 사운드 데이터베이스를 구축하기 위해서 스마트 홈에서의 소리들을 분류하는 연구는 필수 조건이다. 그러나 스마트 홈에서의 소리들을 분류하는 선행 연구는 상대적으로 미비한 실정이다.

스마트 홈에서의 소리들을 분류하는 선행 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 일상 생활에서의 소리들을 유용한 소리와 환경의 소리로 분류하기도 하며[9], 인간의 소리, 사물의 소리, 기계의 소리, 외부의 소리 등으로 분류한 연구[10] 등 연구 목적에 따라 적합한 분류 기준을 제시하고 있다.

이러한 연구들은 모두 인공지능 시스템을 학습시키기 위한 기초 구조로 활용될 수 있다. 본 논문에서는 스마트 홈 환경에서의 재난과 관련된 소리들을 분류하여 재난 예방을 위한 사운드 데이터베이스 구축의 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 2.2 재난 대응을 위한 소리의 분류

### 2.2.1 연구방법

재난 대응을 위한 소리 분류를 위해 포커스 그룹 인터뷰(Focus group interview)를 진행하였다. 포커스 그룹 인터뷰는 참여자 간의 상호작용이 가능하며, 전문가들이 모여서 개인의 경험을 통해 습득한 지식을 자유롭게 토의하는 방식으로 자신이 갖고 있는 지식뿐만 아니라 상대방의 지식도 함께 공유함으로써, 다양하고 자세한 정보를 얻을 수 있는 방법이다[11]. 인터뷰의 참여자는 인터랙션 디자인 전공자 12명을 대상으로 2019년 4월 10일 진행되었다.

포커스 그룹 인터뷰를 통해 스마트 홈 환경에서의 재난과 관련된 소리들의 데이터들을 도출한 후, 사용자 경험 디자인 방법론인 어피니티 다이어그램(Affinity diagram)을 통해 도출된 소리들을 소리 발생의 원인을 기준으로 상향식으로 분류하였으며, 분류된 결과를 방재 서비스 디자인에서 정의하는 재난 단계에 따라 하향식으로 분류하였다.

### 2.2.2 재난과 관련된 소리 도출

인터뷰를 통해 [표 2]과 같이 스마트 홈에서의 재난과 관련된 총 17개의 소리를 도출할 수 있었다. 도출된 소리들을 소리 발생의 원인을 기준으로 상향식으로 분류하였으며, 그 결과, [표 3]와 같이 총 3개의 카테고리로 구분할 수 있었다.

[표 2] 스마트 홈에서의 재난과 관련된 소리

[Table 2] Disaster-related sounds in smart home

재난과 관련된 소리들
칼질 소리, 지속적인 물 떨어지는 소리, 특정 횟수 이상의 전화벨 소리, 기침 소리, 물이 끓는 소리, 물체가 떨어지는 소리, 유리 깨지는 소리, 가스 새는 소리, 바람 소리, 빗 소리, 재난 안전 문자 알림 소리, 화재 경보기 소리, 비명 소리, 발작 소리, 부딪히는 소리, 타는 소리, 폭발하는 소리 등

[표 3] 소리 발생 원인에 따른 상향식 분류

[Table 3] Bottom-up classification according to the cause of sound generation

소리 발생원인	사람으로부터 발생하는 소리	사람의 행동으로 인해 발생하는 사물의 소리	외부 요인으로 발생하는 소리
재난과 관련된 소리	기침 소리, 비명 소리, 발작 소리 등	칼질 소리, 지속적인 물 떨어지는 소리, 물체가 떨어지는 소리, 유리 깨지는 소리, 부딪히는 소리, 타는 소리 등	특정 횟수 이상의 전화벨 소리, 물이 끓는 소리, 가스 새는 소리, 바람 소리, 빗 소리, 재난 안전 문자 알림 소리, 화재 경보기 소리, 폭발하는 소리 등

### 2.2.3 재난 단계별 소리 분류

[표 4] 스마트 홈에서의 재난 대응을 위한 재난 단계별 소리 분류

[Table 4] Classification of disaster-level sounds for disaster response in smart homes

재난 단계	정의	사람으로부터 발생하는 소리	사람의 행동으로 인해 발생하는 사물의 소리	외부 요인으로 발생하는 소리
예방	재난 위험 요소를 분석하고 인지할 수 있는 단계	-	칼질 소리, 지속적인 물 떨어지는 소리 등	특정 횟수 이상의 전화벨 소리, 바람 소리, 빗 소리 등
대비	재난을 인지하고 상황을 전파하고 행동할 수 있는 단계	기침 소리 등	물체가 떨어지는 소리, 유리 깨지는 소리, 부딪히는 소리 등	물이 끓는 소리, 가스새는 소리, 재난 안전 문자 알림 소리 등
대응	재난 상황의 혼란 속에서 대처 방안에 대해 빠르게 인지하고 정보를 전달할 수 있는 단계	비명 소리, 발작 소리 등	타는 소리 등	화재 경보기 소리, 폭발하는 소리 등
복구	복구 활동에 대한 안정감과 신뢰성 및 효율성을 극대화할 수 있는 환경 조성 단계	-	-	-

[표 3]에서 분류된 각각의 소리들을, [표 1]과 같이 방재 서비스 디자인에서 정의한 재난의 단계에 따라 하향식으로 분류하였다. 스마트 홈에서 인공지능 시스템 기반의 오디오 센서가 인지하여야 하는 재난과 관련된 소리들은 소리 발생의 원인과 재난 단계에 따라 [표 4]와 같이 분류할 수 있다.

분류 결과, 예방, 대비, 대응 등의 3단계에 대해서는 각각의 소리들을 대응시킬 수 있었지만, 재난의 복구 활동과 관련된 복구 단계에 대해서는 해당되는 소리들을 대응시킬 수 없었다. 이러한 이유는 본 연구의 목적이 인공지능 시스템 기반의 오디오 센서를 활용한 재난 예방을 중심으로 하기 때문이라 할 수 있다.

### 3. 활용 방안

스마트홈에서 발생하는 소리는 거주자들이 생활하면서 발생하는 생활 소리로 그 종류가 다양하다. 대부분의 소리는 크게 의미 없는 생활 소음이지만, 그 소리가 거주자의 안전과 관련된 내용이라면 그 의미는 매우 중요할 것이다.

인공지능 기반의 오디오 센서가 재난 단계별 소리들을 인식하면 스마트 홈에서 각 단계에 맞는 서비스를 제공해 줄 수 있으며, 그 활용 방안을 예측해 본다면 [표 5]와 같이 정리될 수 있을 것이다. 예방 단계의 소리를 인식하면 거주자에게 소극적인 알림과 모니터링 서비스를 제공할 수 있으며, 대비 단계의 소리를 인식하면 거주자에게 적극적인 알림으로 재난에 대한 정보와 대비 방안을 제시할 수 있다. 마지막으로 대응 단계의 소리를 인식하면 거주자에게 적극적인 알림과 함께 응급의료 및 재난 센터로의 연계 등의 서비스를 제안하여 거주자의 안전을 도모할 수 있다. 이러한 스마트 홈에서 발생하는 소리를 인식하여 재난 단계 별로 적합한 안전 서비스를 제공한다면 거주자의 안전을 효율적으로 증진시킬 수 있는 서비스 디자인 도구로써 활용될 수 있을 것이다.

[표 5] 스마트 홈에서의 재난 소리 단계별 서비스 활용 방안

[Table 5] How to use services for each disaster-level sounds in smart homes

단계		활용 방안
재난 전 (Pre-Disaster)	예방	거주자에게 소극적인 알림 및 모니터링 서비스 제공
	대비	거주자에게 적극적인 알림을 통해 재난에 대한 정보 및 대비 방안 전달
재난 후 (Post-Disaster)	대응	거주자에게 적극적인 알림과 재난에 대응할 수 있는 안전(응급의료센터, 재난센터 등) 서비스 연계

#### 4. 결론

본 연구에서는 스마트 홈에서의 재난과 관련된 소리들을 도출하고 그 소리들을 원인과 재난의 단계별로 분류하였다. 스마트 홈 환경에서는 재난 예방, 대비, 대응 등의 단계에 해당하는 다양한 소리들이 발생할 수 있으며, 이 소리들은 소리 발생의 원인에 따라 다시 분류됨을 알 수 있다. 이러한 분류는 인공지능 기반의 오디오 센서를 활용한 스마트 홈에서의 재난 예방 시스템 구축시 필요한 사운드 데이터베이스의 기초 구조로 활용할 수 있다.

본 연구는 사용자 경험 디자인 방법론을 통해 그 소리들을 도출하였으며, 소리의 분류를 위해 방재 서비스 디자인 분야에서 정의한 재난의 단계를 활용하였다는 점에서 기존 연구들과의 차별성을 갖는다.

하지만 본 연구의 결과는 스마트 홈 환경내에서의 청각적 요소들만을 고려하였으므로, 향후 다양한 요소를 인지할 수 있는 멀티 모달 시스템의 설계시에는 보다 복잡한 상황을 분석하여 개선할 필요가 있다. 이 연구를 바탕으로 스마트 홈에서의 거주자의 안정성 증진을 위해 각 재난 단계별 소리의 인식을 통한 재난 대응 시스템이 취해야 할 구체적인 행동에 대한 연구가 진행되기를 기대한다.

## References

- [1] Abdoune, L. and Fezari, M., A sound database for health smart home, 2014 World Congress on Computer Applications and Information Systems (WCCAIS), (2014) January 17-19; Hammamet, Tunisia, [<https://doi.org/10.1109/WCCAIS.2014.6916546>].
- [2] F. Albinali, N. Davies, and A. Friday, Structural learning of activities from sparse datasets, 5th IEEE Int. Conference on Pervasive Computing and Communications, (2007) March 19-23; NY, USA, [<https://doi.org/10.1109/PERCOM.2007.33>].
- [3] S. Dalal, M. Alwan, R. Seifrafi, S. Kell and D. Brown, A rule-based approach to the analysis of elders' activity data: detection of health and possible emergency conditions, AAAI 2005 fall symposium, workshop on caring machines: AI in eldercare, (2005) November 4-6; Arlington, Virginia.
- [4] <https://www.spglobal.com/marketintelligence>, Retrieved: July 7 (2019).
- [5] Hanna Yoo and Jihyun Lee, Journal of Integrated Design Research. (2019), Vol.18, No.1, pp.77-94, [<http://dx.doi.org/10.21195/jidr.2019.18.1.005>].
- [6] Mikyung Ahn and Namchoon Park, Journal of the HCI Society of Korea. (2018), Vol.13, No.2, pp.31-44, [<https://doi.org/10.17210/jhsk.2018.05.13.2.31>].
- [7] <https://www.servicedesign.or.kr> Retrieved: July 8 (2019).
- [8] Kwangsoo Ha and Younghwan Pan, Journal of the Korea Contents Society. (2016), Vol.16, No.3, pp.52-60, [<https://doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.03.052>].
- [9] E. Castelli, M. Vacher, D. Istrate, L. Besacier, and J. F. Serignat, Habitat Telemonitoring System Based on the Sound Surveillance, 1st International Conference on Information Communication Technologies in Health, (2003) July; Greece.
- [10] A. FLEURY, M. VACHER, F. PORTET, P. CHAHUARA, and N. NOURY, A Multimodal Corpus Recorded in a Health Smart Home, Multimodal Corpora : Advances in Capturing, Coding and Analyzing Multimodality, LREC, (2010) May 18-21; Malta.
- [11] Kiechan Namkung and Younghwan Pan, A Journal of Brand Design Association of Korea. (2018), Vol.16, No.3, pp.245-254, [<https://doi.org/10.18852/bdak.2018.16.3.245>].