

사용자 수요조사를 통한 지진 대응기술의 보급 및 실용성 제고 방안 연구

(A Study on Dissemination of Earthquake Response Technology
and Improvement of Practicality through User Demand Surveys)

최 선 화¹⁾

(SeonHwa Choi)

요 약 대한민국 지진관측 사상 최대인 규모 5.8 지진이 2016년 경주에서 발생하였고, 두 번째로 큰 규모 5.4의 지진이 포항에서 연이어 발생하였다. 정부나 지자체는 그간 경험하지 못했던 지진이 발생하자 긴급 재난 문자 발송, 대응 정보 전달 등의 지진 대응 업무에 대한 문제들이 노출됐고, 현장에 있는 국민은 적절한 정보를 전달받지 못해 대응 과정에서 혼란이 가중되었다. 이 같은 상황을 해결하기 위해서는 지진 발생 직후 국민에게 필요한 정보를 신속히 전달하는 지진 대응 서비스가 필요하다. 국립재난안전연구원에서는 지진 발생 직후 지진 상황 및 장소에 따라 맞춤형 정보를 신속히 전달하는 모델인 지진동 경보기 기반 지진 안심서비스 기술을 개발하고 있다. 본 논문에서는 지진 발생 직후, 현장에 있는 국민에게 필요한 정보를 전달함으로써 원활하게 대응하도록 도와주는 지진동 경보기와 이를 활용한 지진 안심서비스 기술을 소개한다. 또한, 이 기술에 대한 사용자 수요와 의견을 조사·분석하여, 기술보급과 실용성을 높이기 위한 향후 R&D 방향과 정책적 방안을 제시한다.

핵심주제어: 지진동 경보기, 지진 안심서비스, 기술보급

Abstract In Korea 2016, the largest earthquake occurred in Gyeongju since the beginning of monitoring earthquakes. Consecutively the second-largest earthquake occurred in Pohang. At that time, immediately after the earthquake, citizens were not notified adequate information for evacuation. In consequence the response process was very confusing and citizens were not able to properly evacuate to shelter. For resolving these problems, it is needed of a service to inform quickly information which citizens want to know immediately after the earthquake. So, we have developed the customized information service model, the earthquake safety service which help citizens to escape safely using an earthquake shaking alert device. In this paper, we will introduce this model and present the future direction of R&D and strategic plans for technology dissemination and improvement of practicality through user demand survey.

Keywords: an earthquake shaking alert device, an earthquake safety service, technology dissemination

* Corresponding Author: shchoi33@korea.kr

Manuscript received May 05, 2021 / revised July 21,
2021 / accepted August 17, 2021

1) 국립재난안전연구원 재난정보연구실, 제1 저자

1. 서론

지진이 발생하면 갑작스러운 흔들림으로 사람들은 극심한 공포와 혼란 속에서 이성적 판단과 행동이 어렵다. 이 같은 사실은 최근 한반도에서 발생한 경주지진('16.9.12.)과 포항지진('17.11.15) 당시의 기차역, 병원, 쇼핑몰, 어린이집, 학교 등의 CCTV 또는 제보 영상 속 사람들의 움직임에서 확인할 수 있다. 그 순간 사람들은 어떤 생각을 했으며 무엇을 가장 원했을까? '왜 흔들렸는지', '이 상황에 난 어떻게 해야 하는지', '내가 있는 이곳은 안전한지' 등의 정보가 가장 필요했을 것이다.

경주지진을 경험한 피해자를 대상으로 심층면담한 자료에서도 이 사실을 확인할 수 있다. 그들은 지진 발생 당시, 흔들림을 느낀 순간 대부분 사람이 밖으로 뛰어나왔고 공황상태였다고 했으며, 신속한 재난 문자 및 대피 정보 전달이 필요하다고 했다. 특히, 정부로부터 재난 문자나 관련 정보를 전달받으면 심리적으로 안정되므로 매우 중요하다고 강조하였다(Choi et al., 2018).

경주지진 당시 지진이 발생하고 한참 뒤에 긴급문자가 발송되었기 때문에 흔들림을 느낀 사람들은 한참 동안 원인도 모른 채 공포에 휩싸였다. 이에 정부는 지진경보 시간 단축을 위해 지진 긴급문자 발송권을 기상청에 이양하고, 규모 4.0 이상이면 전국에 발송하는 송출기준을 강화하는 등, 지진 긴급문자 전달체계를 개선하였다. 정부 차원의 이런 노력에도 불구하고 포항지진이 연이어 발생하면서 일부 대응의 문제점들이 노출되었다. 사람들은 신속히 재난 문자를 받을 수 있었으나, 정작 어디로 대피해야 할지, 대피 방법과 요령은 어떻게 되는지 알지 못해 대피소가 아닌 공원, 공터 등 넓은 공간으로 대피하거나 인근 대피소에서 지자체나 정부의 지원을 기다렸다. 지자체 담당자들도 처음 겪어보는 지진에 우왕좌왕하기도 했다(Ministry of the Interior and Safety, 2018). 이후, 정부는 2018년 6월부터 지진 긴급문자에 국민 행동 요령을 포함하여 전달하고 있으나 최대 90자로 제한된 문자 전달체계로는 상황·장소별 상세한 대피요령을 전달하는 데는 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 지진 발생 시

지진으로 인해 흔들림이 발생했다는 사실과 상황 및 장소에 맞는 정보를 적시에 제공하는 기술 개발이 필요하다. 이를 통해 국민이 느끼는 지진의 공포와 불안을 최소화하고 적절한 행동과 대피를 통해 안전성을 높여야 한다(Choi et al., 2019).

이를 위해, 국립재난안전연구원에서는 MEMS (Micro-electromechanical Systems) 기술과 IoT (Internet of Things) 기술을 활용하여, 지진 발생 즉시, 지진으로 인해 흔들림이 발생한 사실과 상황·장소에 맞는 정보를 적시에 제공하는 지진동 경보기 기반 지진 안심서비스 기술을 개발하고 있다.

최근 MEMS 기술의 발전은 가속도 센서, 자이로 센서, 자기장 센서와 같은 다양한 센서의 소형화를 견인하였고, 전문 장비로 처리해야 하는 복잡한 기능을 소형 센서들이 해결하면서 지진 대응기술에도 활발히 활용되고 있다.

ShakeAlert(Given et al., 2014)은 미 서부 지역의 여러 대학과 USGS가 참여한 지진 조기경보 시스템이다. 기존 고가로 설치된 관측소 기반의 데이터와 저가 센서에서 관측된 데이터를 함께 사용하여 지진을 감지하고 다양한 장치로 지진을 통보한다. 2018년까지 공공을 대상으로 규모 5.0 이상 지진에 대한 경보를 발령하였고, 일부 지역에서 경보 서비스를 시범운영하고 있다.

NetQuakes 프로젝트(Luetgert et al., 2010)는 미국 USGS에서 수행한 연구로 기존 지진관측에 사용되는 장비가 고가이고 특별한 시공을 거쳐 설치되어야 하므로 지진관측망을 확충하기가 쉽지 않다는 문제를 해결하는 데 초점을 두고 있다. 프로젝트 이전까지는 지진을 관측하기 위해서 정밀한 가속도 센서가 필수라고 알려져 왔지만, 가속도 센서의 정밀도는 다소 떨어지더라도 그 오차를 허용할 수 있는 MEMS 센서를 활용해 다수 설치하여, 대량의 센서 데이터로부터 기계학습 및 빅데이터 처리 기법을 적용하여, 지진 감지 성능을 향상시키는 선도적 연구라고 할 수 있다.

UC 버클리 와 도이치텔레콤에서 시작한 MyShake 프로젝트(Kong et al., 2016)는 2016년 스마트폰 앱을 출시하고 전 세계를 대상으로 서비스를 시작하였다. MyShake는 스마트폰의 3축 가속도 센서를 사용하여 지진을 1차 감지하고, 이를 클라우드 기반의 지진 규모 계산 시스템

템으로 전송하여 최종 지진 여부를 판별하고 규모 및 진행 방향을 계산하여, 인근 MyShake 사용자에게 지진경보를 통보한다. MyShake는 NetQuakes의 최대지반가속도(Peak Ground-Acceleration) 값을 기준으로 일정 규모 이상의 진동을 지진이라 판단하는 원리와 달리, 인공신경망을 사용하여 지진과 비 지진을 분류하고 클라우드를 통해 지진의 규모를 예측한다.

본 연구에서는 저가의 MEMS 센서와 인공신경망 모델을 활용해 보급형으로 개발한 지진동 경보기와 이를 활용한 지진 안심서비스 기술을 소개하고 일반인, 전문가, 그리고 재난관리 실무자를 대상으로 조사한 수요를 분석하여 기술 보급정책의 방향과 기술 실용성 제고를 위한 향후 R&D의 방향을 제시하고자 한다.

이후 논문 구성은 다음과 같다. 2장에서는 지진동 경보기와 지진 안심서비스 기술을 간략히 소개하고 3장은 사용자 수요조사 결과를 제시할 것이며, 이를 기반으로 기술보급과 실용성 제고 방안을 4장에서 제시한다. 마지막으로 5장에서 연구 결과를 정리하며 마무리한다.

2. 지진동 경보기와 지진 안심서비스

2.1 지진동 경보기

지진동 경보기는 가정 또는 건물 내에서 신속하게 지진으로 인해 발생한 흔들림을 감지하기 위한 보급형 단독장치다. 보급형 장치인 만큼 지진동 경보기 제작은 가성비를 고려한 최적의 하드웨어 설계와 지진동 감지 정확도가 높은 소프트웨어 개발이 핵심이다. 우선, 저가의 가속도 계측 센서(MEMS)들의 가격과 계측성능 실험을 통해 LIS3DHH를 최적의 센서로 선택하였고, 라즈베리파이를 활용해 단순 경보 기능은 물론 대응 관련 콘텐츠를 제공할 수 있는 장치를 2018년 시제품으로 개발하였다(Choi et al., 2019).

지진으로 인해 발생한 흔들림만을 감지하기 위한 소프트웨어의 기반은 인공신경망 모델이다. NIED와 Berkely PEER에서 수집한 일본-미국 지진 데이터는 물론 포항지진 데이터와 상시진동, 잠신호 데이터를 학습하여 상시진동과 지진동을 구분하는 모델을 생성하였다. 이 모델을 기반으로 상시 감지 단계에서 지진동이 연속하여 두 번 감지되면 지진으로 판단하고(Fig. 1) 당시 최대지반가속도(PGA)를 기준으로 0.005g~0.067g는 흔들림 1단계, 0.067g~0.24g는 흔들림 2단계, 0.24g 이상은 흔들림 3단계로 판단하게 된다. 여기서

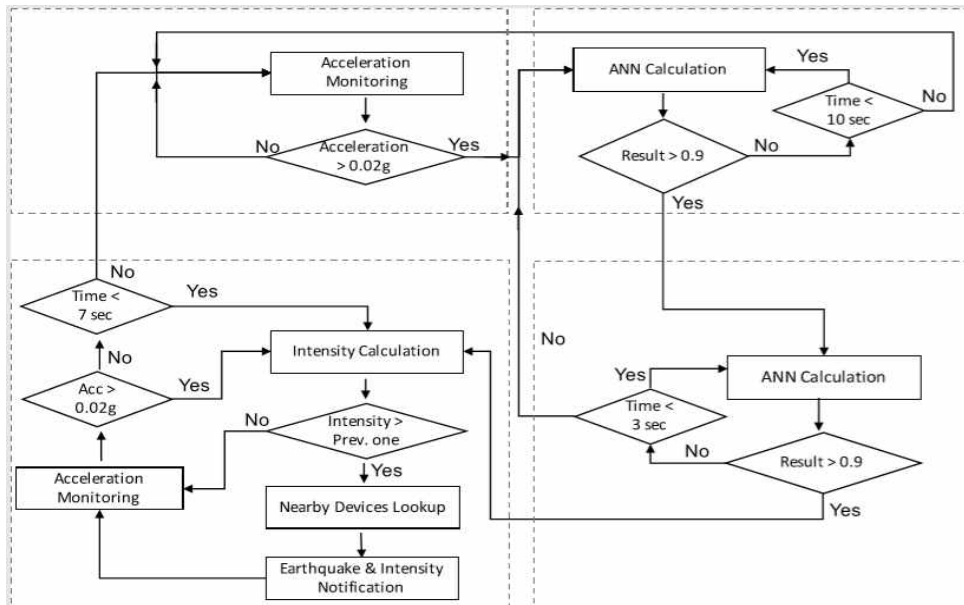


Fig. 1 Earthquake Shaking Detection Process(Kwon, 2019)

흔들림 1단계는 기상청에서 제시한 진도 IV~V 범위의 흔들림이며, 2단계는 진도 VI~VII, 3단계는 진도 VIII이상의 범위라고 할 수 있다. 지진동 경보기 시제품의 오류를 수정하고 성능을 개선하기 위해 하드웨어는 물론 지진동 감지 알고리즘을 고도화하는 연구는 지속해서 추진하고 있다.

2019년 일본 NIED에서 추진하는 실측 규모 3층 목조주택의 진동대 실험과 부산대 지진방재 연구센터 진동대 실험을 통해 발견된 문제들을 개선하였다. 또한, 포항, 경주, 울산 지역 공공시설물 29개소에 지진동 경보기를 설치하여 실 환경에서의 성능을 평가하고 상시 진동데이터를 수집하여 지진동 감지 모델의 학습 데이터로 활용함으로써 지진과 데이터, 건물 진동데이터, 생활 잡신호 등 다양한 대량의 데이터를 학습한 결과 모델의 정확성을 높일 수 있었다(Choi et al., 2019). 더불어, 시범운영 중에 발견된 하드웨어의 내구성과 안정성 문제도 보완하여 장치의 성능인증을 추진하고 있다.

2.2 지진 안심서비스

지진 안심서비스 모델은 지진 발생 시 국민이 안전하게 대피할 수 있도록 도와주기 위한 것으로 가정이나 건물 내에 지진동 경보기를 설치한 후, 지진이 발생하면 다음과 같은 지진 안심서비스 시나리오가 작동된다.

- ① 지진동 경보기가 지진으로 인해 발생한 흔들림을 즉각 감지하고 가정 내 혹은 건물 내 AI 스피커, 스마트폰, 셋톱 박스 등 IoT 지능형 장치와 통신하여 거주민에게 지진 발생 사실과 흔들림 단계를 알려 준다.
- ② 흔들림 단계에 따라 행동 요령, 대피 방법, 그리고 가까운 대피소 정보를 전달한다.
- ③ 흔들림 단계에 따라 실내 생활용품 전도, 전등 낙하, 벽면 이탈, 유리창 깨짐 등의 위험 가능성을 알려 주고 가스 누출, 화재 등 2차 피해를 방지하기 위해 전기·가스를 자동 차단한다(Choi et al., 2019).

지진 안심서비스는 지진 발생 직후, ‘왜 흔들렸는지’, ‘이 상황에 난 어떻게 해야 하는지’, ‘내가 있는 이곳은 안전한지’에 대한 정보 제공을

통해 국민이 안전하게 대피할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 한다.

지진동 경보기로부터 받은 흔들림 단계 정보를 기반으로 실내공간에서 안전한 대피공간으로 이동하기까지 장소와 상황에 적합한 콘텐츠를 제공하기 위해 지진 안심서비스는 미리 정의해 놓은 흔들림 단계별 실내 위험 요소를 기반으로 현재 실내가 얼마나 위험한지를 정량화하고 이를 기반으로 대피 정보를 다양한 매체를 활용해 전달한다. 이 서비스 모델의 실현 가능성을 검토하기 위해 AI 스피커를 활용한 대화식 지진 안심서비스를 시범 구현하였다. 지진 발생 시와 평상시로 구분하여 지진으로 인해 흔들림이 발생하면 지진동 경보기로부터 흔들림 단계를 AI 스피커가 전달받아 음성으로 이 사실을 알리면서 사람과 대화가 시작된다. 또한, 지진이 발생하지 않은 평상시에는 평소 궁금했던 지진 관련 정보를 질문하고 AI 스피커가 답하는 방식이다. 상황별 행동 요령(National Disaster- Management research Institute, 2018)을 기반으로 구글의 다이얼로그플로우(DialogFlow)를 활용하여 대화 시나리오로 구축하였고, 구글의 Voice Kit를 이용해 AI 스피커를 제작하였다.

AI 스피커를 활용해 개발한 대화식 지진 안심서비스는 실용화된 AI 기술을 이용해서 지진 안심서비스의 개념을 효과적으로 설명할 수 있었으며, 지진 상황을 바탕으로 설계된 대화 시나리오 또한 지능형 언어처리 플랫폼을 통해 쉽게 구성할 수 있었다. 전문가들은 AI 스피커를 활용한 서비스라는 점에서 시각 장애인, 독거노인과 같은 안전 취약계층을 대상으로 활용성이 매우 높다는 점이 긍정적이라고 평가하였다. 반면, 긴박한 지진 상황에는 꼭 필요한 정보만 전달하는 단순·명료한 대화 시나리오가 필요하지만, 지진동이 멈춘 이후에는 안전한 대피 방법 및 대피소 정보 등을 상세하게 전달하는 대화 시나리오가 필요하다고 조언했다(Choi et al., 2019). 지진동이 발생한 상황과 지진동이 멈춘 이후에 일어날 수 있는 다양한 변수, 조건, 그리고 환경을 고려하여 대화 시나리오를 정밀하게 설계·구축하는 추가 연구가 필요하다. 또한, 향후 정부나 지자체가 추진하고 있는 안전 취약계

층 대상 안전 사업과 연계하는 방안도 검토해야 할 것이다.

3. 사용자 수요조사

지진동 경보기 기반 지진 안심서비스 기술의 실현 가능성을 검토하고 기술 개발이 수요자의 요구에 적합한지를 검토하기 위해 사용자 수요 조사를 수행하였다. 일반인, 전문가, 그리고 재난실무자를 대상으로 한 설문을 통해 전반적인 수요를 파악하였고 설문 결과를 토대로 전문가와 실무자 그룹을 대상으로 심층 면담을 수행하였다. 설문과 심층 면담을 통해 도출된 결과 중, 기술보급 정책과 향후 R&D에 관해서는 전문가 대상 AHP 분석을 통해 우선순위를 결정하였다.

3.1 사용자별 설문조사 및 결과

일반인 설문 대상자는 성별, 나이, 지역 등 인구통계에 비례하여 표본(450명)을 추출하였다. 특히, 지역은 지진 다발 지역과 그렇지 않은 지역으로 구분하여, 2014년부터 2019년까지 규모 4.0 이상의 지진이 가장 빈번하게 발생한 경북 경주시와 포항시를 지진 다발 지역으로 정하고, 서울, 세종, 광주지역은 그렇지 않은 지역으로 정하여 표본을 추출하였다. 재난실무자도 지진 다발 지역과 그렇지 않은 지역으로 구분하여 재난관리 공무원을 선정하였다(39명). 다만, 전문가가는 지역 구분 없이 국립재난안전연구원이 보유하고 있는 전문가 풀을 활용하여 재난 행정, 지진 방재, 기술 사업화 등 10개 전문분야별로 대상자를 무작위로 선정하였다(92명).

지진에 대한 위험 인식, 지진동 경보기 필요성 등 인지도, 기능과 콘텐츠의 중요도, 그리고 지진동 경보기 보급 및 활용 방안으로 구분하여 설문 문항을 구성하였다. 또한, 재난실무자와 전문가 그룹에는 기술 사업화 방안에 관한 문항을 추가하여 조사하였다. 설문 결과는 인구통계학적 차이, 사용자 간의 격차, 조사항목 간의 관계를 파악하기 위해 교차분석을 수행하였다. 설문

조사 결과는 다음과 같다.

3.1.1 지진에 대한 위험 인식

일반인(73.6%)과 전문가(65.2%) 그룹은 지진으로부터 안전하지 않다고 느끼고 있으며, 과반의 실무자(51.3%)도 마찬가지 결과다. 모든 사용자 그룹이 전반적으로 지진으로부터 안전하지 않다고 느끼는 것은 경주와 포항에서 연이어 발생한 큰 지진으로 위험지각이 상승한 것으로 보인다.

홍수, 지진과 같은 자연적 위험과 원자력 발전소, 엑스레이 등과 같은 인공적 위험에 대한 사람들의 태도와 판단, 즉 위험지각(Risk-perception) 연구에서는 다양한 심리적, 사회문화적 요인들과 함께 각종 경제적, 정치적, 인구통계학적 요인들이 영향을 미친다고 알려져 있다(Jung et al., 2008). 이 중 인구통계학적 측면을 살펴보면, 위험지각과 가장 뚜렷하게 연관되어 있다고 알려진 것은 성별이다. 일반적으로 여성이 남성보다 사회의 다양한 현상들을 더 위험하게 느낀다고 한다(Statistics Korea, 2008). 또한, 자녀 수, 결혼 여부도 일반인들의 위험지각을 증가시키는 경향을 보이곤 한다(Cha, 1997). 또 하나의 요인으로는 위험에 대한 실제 지식(Scientific knowledge)의 보유이다. 위험에 대한 실제적 지식은 위험지각을 훨씬 증가시킬 수 있지만, 반대로 과장된 위험에 대해서는 위험지각을 축소하기도 한다(Bassett, et al., 1996; Cha, 1997; OECD/NEA, 2005). 본 연구에서는 일반인의 지진에 대한 위험 인식 결과를 위험지각의 요인인 성별, 자녀 수, 결혼 여부, 그리고 실제적 지식 유무에 따라 분석하였다. 다만, 자녀 수는 자녀의 유무로 단순화했고, 실제적 지식은 지진피해 경험적 지식으로 대체하여 지진 피해를 겪은 지역 거주자와 그렇지 않은 지역 거주자의 응답을 비교하였다.

우선 성별에 따른, 지진 위험 인식 수준을 조사한 결과, 여성의 81%가 지진으로부터 안전하지 않다고 응답하였다. 이는 남성의 응답(65%)보다 높은 것으로 여성들이 남성들 보다 사회의 현상들을 더 위험하게 느낀다는 위험지각 연구(Statistics Korea, 2008)와 같은 결과다. 자녀 유무에 따른 지진 위험 인식 수준도 자녀가 있

는 응답자(83%)가 자녀가 없는 응답자(68%)보다 더 지진으로부터 안전하지 않다고 인식하고 있었다. 즉, 자녀가 있는 경우가, 자녀가 있다면 자녀 수가 많을수록 위험지각이 증가한다는 선행연구(Cha, 1997)와 같은 결과다. 결혼 여부에 따른 설문 결과를 비교해 보면, 결혼했을 때 위험지각이 증가한다는 연구와 일치된 결과가 나왔다. 즉, 미혼자(63%)보다는 기혼자(81%)가 지진으로부터 안전하지 않다고 더 많이 응답하였다.

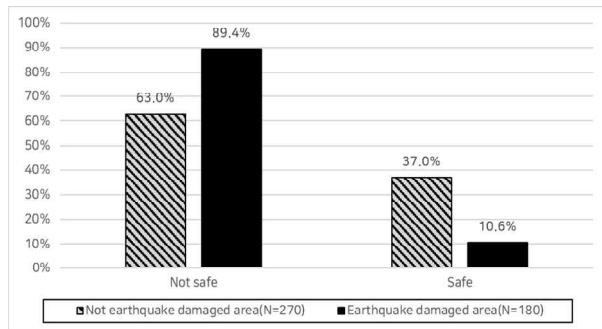


Fig. 2 Earthquake risk perception by areas

마지막으로 위험지각의 요인 중 실제적 지식 유무는 지진피해 경험이 있는 경우와 그렇지 않은 경우를 비교해 보았다. 지진피해 경험이 있는 지역에 거주하는 응답자의 89.4%가 지진으로부터 안전하지 않다고 응답하였다(Fig. 2). 이는 지진피해 경험이 없는 지역 거주자보다 높은 수치다. 또한, 지진피해 경험이 있는 지역에 거주한 일반인 86.3%가 지진이 안전하지 않다고

생각하는 이유로 지진을 직접 경험해서라고 응답하였다. 역시 지진피해 경험이 지진에 대한 위험지각을 상승시킨다는 것을 알 수 있다. 위와 같이 설문 결과는 위험지각 연구에서 제시한 상관성과 일치한 결과를 도출하였다. 즉, 여성, 자녀가 있는 경우, 결혼한 경우, 지진피해를 겪은 지역에 거주한 사람의 경우 지진으로부터 안전하지 않다고 더 생각하는 것을 알 수 있다.

이처럼, 전반적으로 위험하다고 느끼는 지진 피해에 대응하는 일차적 주체로 모든 사용자 그룹이(일반인(63.8%), 실무자(43.6%), 전문가(53.3%)) 정부라고 답했다. 전문가와 실무자 그룹은 지진 대응의 주체에 개인을 포함하여 생각하는 반면, 일반인 그룹은 정부와 지자체가 지진 대응의 주체라고 생각하고 있어 두 그룹 간 인식의 격차가 있음을 확인할 수 있다. 따라서, 재난의 피해와 대응의 직접인 개인이 자신의 안전을 위해 개인 스스로가 대응의 주체라는 인식을 높이고, 적극적으로 대응하고 대비하도록 유도하는 정책이나 제도가 필요하다.

지진피해에 얼마나 대비하고 있는지 조사한 결과(Fig. 3), 일반인(38.2%)은 ‘TV나 인터넷을 통해 정확하지는 않지만, 대응 방법은 어느 정도 알고’ 있거나 ‘대피소 위치 및 행동 요령 등 기본적인 대응 방법은 숙지’(31.1%)하고 있는 것으로 조사됐다. 반면 ‘별다른 준비를 하지 않는다’는 응답도 27.8%나 되어 이에 대한 대책이 필요함을 알 수 있다. 지진피해 경험 지역에 거

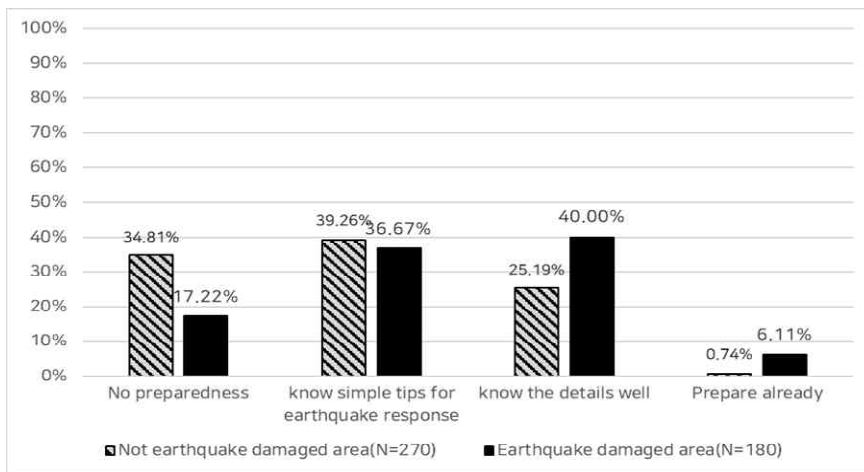


Fig. 3 Preparedness degree on Earthquake

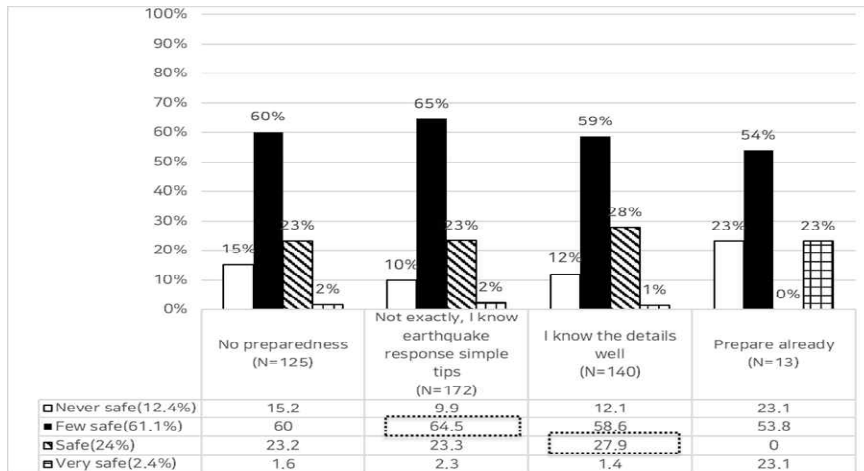


Fig. 4 Risk perception vs. preparedness degree

주한 응답자의 40%는 ‘대피소 위치 및 행동 요령 등 기본적인 대응 방법은 숙지하고 있다’고 했지만, 지진피해를 겪지 않는 지역의 거주자는 ‘대응 방법은 어느 정도 알고 있다.’(39.26%), 또는 ‘별다른 준비를 하지 않는다.’(34.81%)고 응답했다. 지진피해를 겪은 지역에 거주한 사람들의 지진 대비의 수준이 그렇지 않은 경우보다 훨씬 높다는 것을 알 수 있다.

지진 위험 인식 수준에 따라, 지진 대비 수준이 어떻게 달라지는지를 확인하기 위해서 두 항목의 결과를 교차하여 비교하였다. 분석은 지진 대비 수준 보기별 전체 응답자 수가 30명 이상이고, 지진에 대한 위험 인식 수준 보기별 응답률 대비 지진 대비 수준 응답률이 ±3% 이상 차이가 있는 경우만 일반화하여 해석하였으며, 이후 언급되는 교차비교 역시 비교 대상 간의 위와 같은 조건을 만족할 경우만 일반화하여 결과를 정리하였다.

그 결과, 지진으로부터 별로 안전하지 않다고 응답한 사람(61.1%)은 ‘정확하지는 않지만, 대응 방법은 어느 정도 알고 있는 수준으로 대비한다.’고 주로 응답하였고(64.5%), 안전하다고 응답한 사람(24%)은 ‘대피소 위치 및 행동 요령 등 기본적인 대응 방법은 숙지하고 있다.’고 주로 응답하였다(27.9%)(Fig. 4). 지진으로부터 안전하지 않다고 생각하면서도 지진 대비에 소극적인 것은 지진 대비에 대한 인식 수준이 전반적으로 낮은 결과다. 따라서, 지진 대비의 필요

성을 적극적으로 홍보하고 지속적인 교육·훈련을 통해 지진 대비 수준을 높여야 할 것이다.

3.1.2 지진동 경보기에 대한 인지도

일반인(71.1%), 실무자(74.4%), 그리고 전문가(64.1%) 모든 그룹에서 지진동 경보기가 필요하다는 응답이 압도적으로 높았다. 지진동 경보기가 필요하다고 응답한 사람의 92.2%는 지진피해를 겪은 지역에 거주한 사람이다. 지진피해를 겪지 않는 지역에 거주한 사람의 89.6%도 지진동 경보기가 필요하다고 응답한 것은 지진피해 경험과 상관없이 대부분 사람이 지진동 경보기를 필요한 장치라고 생각한다는 것을 시사한다.

지진 위험 인식 수준에 따라 지진동 경보기의 필요성에 대한 응답이 어떻게 달라지는지 교차비교한 결과(Fig. 5), 지진으로부터 안전하다고 응답한 사람(24%)은 지진동 경보기가 필요하지 않다고 주로 응답했고(45%), 전혀 안전하지 않다고 응답한 사람(12.4%)은 지진동 경보기가 매우 필요하다(23.9%)고 응답했다. 이 결과는 지진으로부터 안전하지 않다고 생각하는 사람일수록 지진동 경보기 필요 요구가 크다는 것을 보여준다. 또한, 일반인 82.4%는 지진동 경보기를 설치하겠다고 응답하였다.

지진 위험 인식 수준과 지진동 경보기 설치 간의 관계를 보기 위해 교차 비교한 결과(Fig. 6), 지진으로부터 별로 안전하지 않다고 응답한 사람(61.1%)은 주로 지진동 경보기를 설치할 것

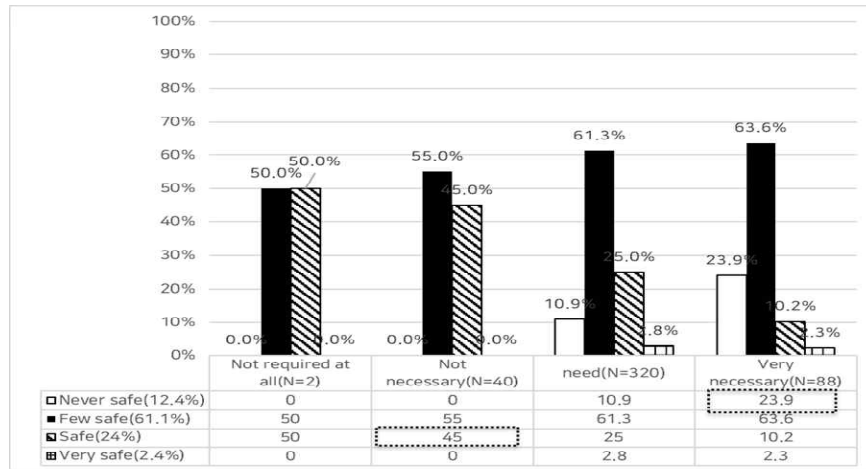


Fig. 5 Risk perception vs. necessary degree

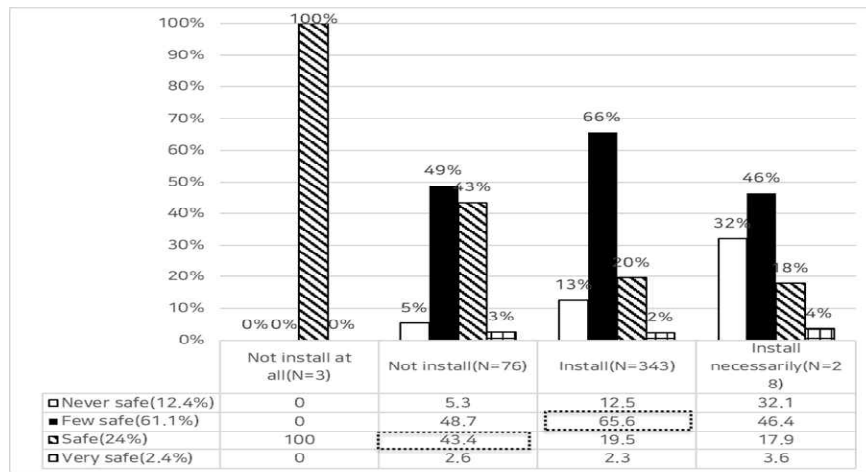


Fig. 6 Risk perception vs. installation

(65.6%)이라고 응답했으며, 안전하다고 응답한 사람(24%)은 설치하지 않을 것(43.4%)이라고 주로 응답하였다.

3.1.3 지진동 경보기의 기능과 서비스

일반인(44.2%), 실무자(43.6%), 그리고 전문가(39.1%), 모든 그룹에서 ‘지진동 경보기의 크기와 디자인이 마음에 든다.’는 응답이 가장 많았고, 인터넷 연결 없이 지진동 감지 및 흔들림을 단독으로 판단하는 단독형 장치 역시 필요하다는 응답이 압도적으로 많았다(일반인 64%. 실무자 71.8%, 전문가 60.9%). 일반인 36.2%는 ‘설치 방법이 간단하고 적절하다.’고 하였지만, 실무자

(33.3%)는 ‘전기 공급보다 무선(배터리) 방식이 나을 것’ 같다고 하였고, 전문가(34.8%)는 ‘나사못 또는 접착제를 사용하여 벽면에 꼭 붙여야 하는 방식이 불편하다.’는 응답이 많았다. 디자인, 단독형태, 그리고 설치 방법에 관해 수렴된 사용자의 다양한 의견을 반영하여 지진동 경보기를 개선할 필요가 있다. 특히, 설치 방법 및 디자인은 실제 사용자에게 직접 노출되는 영역이므로 사용자 편의가 중요하며, 우선 고려되어야 한다.

일반인(33.8%), 실무자(38.5%), 그리고 전문가(32.6%), 모든 그룹에서 지진동 경보기의 기능 중 ‘지진동이 감지되면 경고음이 울리는 기능’이

가장 중요하다고 응답하였다. 지진 발생 시, 지진동 경보기를 통해 제공되는 지진 안심서비스의 콘텐츠 중에서도 가장 유용한 것은 지진으로 흔들림이 발생한 사실을 알리는(일반인 34.7%, 실무자 35.9%, 전문가 39.1%) 콘텐츠였다. 또한, 평상시에는 인근의 지진 대피소, 의료기관, 비상구호품 보관소 등의 지진 관련 시설정보(일반인 68.0%, 실무자 76.9%, 전문가 77.2%)를 제공하는 콘텐츠가 가장 유용하다고 응답했다.

지진동 경보기의 기능과 서비스는 설문 결과와 AHP 분석 결과를 통합하여 중요도를 고려해 우선순위를 정하고, 이에 따라 향후 R&D를 추진할 계획이다.

3.1.4 지진동 경보기 활용 방안

일반인(49.38%), 실무자(56.4%), 그리고 전문가(51.1%), 모든 그룹에서 지진동 경보기를 실제 활용할 때 가장 중요한 점은 ‘경보의 정확성’이라고 응답하였다. 지진동 경보기의 적절한 활용 용도로는 ‘지진 발생 시 행동 요령을 안내해주는 것’이라고 가장 많이 응답하였다(일반인 36.9%, 실무자 44.7%, 전문가 46.1%). 본 연구에서 추진하는 지진동 경보기의 기능 및 콘텐츠도 대응 단계에 초점을 맞추고 있으며, 기술의 실용성 검증을 위한 서비스 시나리오 역시 대응 단계로 초점을 맞추어야 할 것이다.

지진동 경보기의 적정 가격으로는 일반인(37.3%)과 전문가(35.9%)는 3만원 이상~5만원 미만이 가장 적절하다고 응답했고, 실무자(38.5%)는 1만원 이상~3만원 미만이 가장 적절하다고 응답했다. 지진동 경보기가 필요하다고 응답한 사람은 3만원 이상~5만원 미만이 적절하다고(77.4%) 응답했다. 조사된 적정 가격은 향후, 실용화 단계에서 사용자 의견으로 참고할 수 있을 것이다.

지진동 경보기 보급과 사업화에 관해서는 일반인(52.67%)과 전문가(46.74%)는 ‘정부나 지자체가 지진 취약지역에 일차적으로 무료 보급한 후 전국으로 확대해야 한다.’는 응답이 가장 많았다. 위 설문 문항에서, 실무자와 전문가 중 지진동 경보기 기술을 민간 이전을 통해 사업화하여야 한다고 응답도 있었고, 그 들은 다중이용

시설의 지진 대응을 위한 경보용 제품 및 서비스나 스마트 홈서비스와 연계한 제품군 및 서비스의 사업화가 필요하다고 응답하였다.

3.2 전문가 면담 조사 및 결과

면담 조사는 행정 분야 1명, 재난 분야 2명, 기술이전 분야 1명의 전문가 4명과 지진 재난관리 실무자 2명을 포함해 총 6명을 대상으로 수행하였다. 면담의 주요 내용은 지진동 경보기 기술보급을 위한 정책적 방향, 기술의 활용 및 사업화 방안, 지진동 경보기 기능·서비스 콘텐츠 개발 방향 및 우선순위로 구성하였다. 전문가 면담을 통해 정리된 시사점은 다음과 같다.

첫째, 지진동 경보기 기술은 재난관리 기술로서 정부가 주도하여 지역사회에 우선으로 보급하는 공공사업을 시행하는 것이 바람직하다. 재난관리 분야는 민간이 사업화하여 수익을 창출하기 매우 어려운 분야이므로 정부가 보급을 주도하면서 민간이 대행할 수 있는 공공사업을 시행해야 한다. 공공의 다중이용시설과 저소득층, 재난 취약계층이 주로 사용하는 건축물에 보급하여 시범운영하고 민간 사업자들이 참여 의욕을 가질 수 있도록 홍보를 강화하고 일반 사용자들이 지진동 경보기의 장점을 알고 구매 욕구를 느끼도록 하는 단계적 접근이 필요하다. 지진 대응의 일차적 주체로 정부, 지자체 순으로 설문에 응답한 것만 보아도 지진동 경보기 개발과 보급은 정부가 우선 책임지는 것이 바람직하다. 이는 ‘사회적 가치실현’이라는 현 정부 비전 및 국정과제와도 일치할 뿐 아니라, 국민의 지진 위험지각이 점점 높아지고 지진동 경보기 필요성, 설치 의사, 구매 욕구 등이 높은 것을 고려할 때 지진동 경보기를 활용한 지진 재난관리의 정책적 기회의 창(Window of opportunity)이 열린 것이라고 할 수 있다.

둘째, 공공 보급사업을 위해서는 우선 시범사업을 추진해야 한다. 시범사업의 기간은 충분한 성능 검증이 가능하도록 장기간 추진되어야 하며 전국 단위 보급을 통해 이용을 확산시켜야 하는데, 이를 위해서는 지진동 경보기 인지도를 높이기 위한 홍보와 교육도 필수이며 기술 고도

화 및 수요자 맞춤형 경보기 보급 등으로 발전해야 할 것이다. 보급 이후 관리방안 제시 및 고도화를 수행하고 기술이 정책적으로 지속화되고 활용도를 높일 방안과 보급을 확대할 방안을 제시하는 후속 연구가 추진되어야 한다. 기술 보급사업은 보급한 이후에도 많은 고도화와 장기간 투자가 필요하므로 테스트베드 사업을 지속해서 추진해야 할 것이다.

셋째, 지진동 경보기 기술의 사업화를 위해서는 공공 R&D 성과물의 사업화 전략을 세워야 한다. 국방과학연구소의 총기 규제 기술은 학교에서 총기 사고가 발생할 경우, 실시간으로 학생들에게 문자를 보내고 어디로 대피할지 알려주는 IoT 애플리케이션으로 비교적 단순한 기술이지만 총기 사고가 많은 미국 시장의 수요와 맞물려 미국 내 병원이나 학교에 보급한 기술 사업화 성공사례다. 지진동 경보기 기술도 역시 앞서 제시한 설문 결과 중, 지진이 안전하지 않다고 생각하는 사람일수록 지진동 경보기 필요욕구가 높다는 점을 고려하여, 여성, 결혼한 사람, 자녀가 있는 가정, 그리고 지진피해를 경험한 지역을 대상으로 공공 보급사업 전략을 세울 필요가 있다. 또한, 민간기술과 접목하여 이들을 주요 수요자층으로 정하고 사업화 아이템을 발굴한다면 시장의 수요와 맞물린 성공적인 사업화가 가능할 것이다.

마지막으로 지진동 경보기는 조기경보 기능보다는 지진 위험 발생 이후 행동 요령과 안전조치, 대피 방법에 대한 상황, 단계별 알람을 체계적으로 전달하는 기능을 강화하는 것이 바람직하다. 보급형 장치인 지진동 경보기의 정확성을 높이는 데에는 한계가 있으므로 보조적 장치의 가치를 높여서 지진 발생 이후 필요한 정보를 상황에 맞추어서 알려 주는 것에 중점을 두어야 한다. 기상청의 지진 재난 문자와 연계하여 경보의 정확성을 높이고 기존 공공시설에 설치된 지진 조기경보 시스템의 보조적 수단으로 도입하는 것도 고려해 볼 수 있다. 일반 국민이 지진 대응 정보를 정확히 인지하지 못하고 있음은 앞서 제시한 설문에서도 알 수 있으므로 지진 대비·대응 교육 및 훈련이 여전히 필요하다. 따라서, 평상시 지진동 경보기를 이러한 교육·

훈련에 활용한다면 재구매율도 높이고 소비의 가치도 향상할 수 있다.

3.3 전문가 대상 AHP 분석 및 결과

설문과 면담을 통해 정리된 지진동 경보기 기능 및 콘텐츠, 보급정책, 향후 R&D 방향의 우선순위를 결정하기 위해 AHP 분석을 수행했다. 이 방법은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소 간의 쌍대 비교를 통해 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하여 의사결정을 내리도록 도와주며 이론이 단순명쾌하고 적용의 간편성 및 범용성 역시 뛰어나 여러 의사결정 분야에서 응용되고 있다(Cho, 2003).

AHP 분석은 재난안전 분야에 다양한 전공자를 보유하고 있는 국립재난안전연구원에 전문가 30명(기획, 안전기준, 예산, 사회재난, 재난정보 분석 등)과 재난 시스템 분야 외부 전문가 10명을 대상으로 하였다. 지진동 경보기 기능 및 콘텐츠, 보급정책, 향후 R&D 방향의 우선순위를 정하기 위해 3개 분야로 나누어 분야별 계층구조를 정의하였다. 각 조사항목은 9점 척도법을 이용하여 상대적 중요도를 표기하도록 설계하였으며, 응답자의 AHP 분석의 이해도가 낮은 경우를 고려하여 조사 결과의 일관성 지수(CI)는 0.2 미만까지 포함하여 분야별 상위계층(Class #1)과 하위계층(Class #2)의 중요도와 순위를 도출하였다. 우선, 지진동 경보기 기능 및 콘텐츠 분야의 AHP 분석 결과는 다음과 같다.

지진동 경보기의 기능 및 콘텐츠 분야의 상위계층의 중요도는 ‘지진 발생 시 알람(0.6074)’, ‘평상시(0.1995)’, ‘지진 발생 시 제어 및 평가(0.1931)’ 순으로 나타났다. 지진 발생 시 알람의 하위계층은 ‘흔들림 발생 알람(0.3750)’이, 평상시의 하위계층은 ‘지진 대비 훈련(0.4846)’이, 지진 발생 시 제어 및 평가의 하위계층은 ‘가스·전기 차단 등 자동제어(0.7524)’가 가장 중요한 것으로 나타났다. 지진동 경보기의 기능 및 콘텐츠 분야의 상위계층의 중요도를 하위계층의 중요도에 곱해줌으로써 통합한 우선순위를 도출한 결과(Table 1), ‘흔들림 발생 알람’이 가장 중요하게 평가되었고 ‘가스·전기 차단 등 자동제어’,

‘대피경로 알림’, ‘대피요령 알림’, ‘지진 대비 훈련’이 상위 우선순위로 평가되었다. 특이한 점은 사용자별 설문에서는 ‘가스·전기 차단 등 자동제어’가 중요하게 평가되지 않았으나, 전문가 대상 AHP 분석에서는 2순위로 평가되었다는 것이다. 이는 지진으로 인해 연쇄적으로 발생할 수 있는 2차 피해와 이에 대한 대비가 중요하다는 사전 지식을 보유한 전문가의 생각이 반영된 것으로 생각된다.

Table 1 The result of functions and contents

Class #1	Class #2	Score	Rank
Notification (earthquake occurrence)	Earthquake shaking	0.228	1
	Evacuation tips	0.106	4
	Earthquake shaking degree	0.095	6
	Evacuation route	0.107	3
	Indoor risk degree	0.071	7
Auto control (earthquake occurrence)	Auto control	0.145	2
	Facilities safety evaluation	0.048	9
Ordinary day	Informing earthquake facilities	0.041	10
	Education	0.061	8
	Training	0.097	5

지진동 경보기의 기술보급 정책 분야의 상위 계층의 중요도는 ‘정부나 지자체 주도 보급(0.6543)’, ‘기술이전을 통한 민간 주도 보급(0.3457)’ 순으로 나타났다. 정부나 지자체 주도 보급의 하위계층은 ‘지진 취약지역에 보급(0.3482)’이, 기술이전을 통한 민간 주도 보급의 하위계층은 ‘민간 다중이용시설에 보급(0.3765)’이 가장 중요한 것으로 나타났다. 보급정책 분야의 상위계층의 중요도를 하위계층의 중요도에 곱하여 통합한 우선순위는 ‘정부나 지자체 주도 하에 지진 취약지역에 보급’이 가장 중요하게 평가되었고 ‘정부나 지자체가 주도하여 공공목적의 다중이용시설에 보급’, ‘정부나 지자체가 주도하여 안전 취약계층에 보급’이 상위 우선순위로 평가되었다. 기술이전을 통한 민간 주도 보급은 후 순위로 평가되었다(Table 2).

향후 R&D 방향 분야의 상위계층을 분석한

결과, 기술 고도화(0.3609), 기술보급을 위한 정책연구(0.2385), 시범 보급 사업(0.2304), 기술이전(0.1702) 순으로 중요하게 나타났다. 기술 고도화의 하위계층은 ‘경보의 정확성 제고(0.4384)’, ‘정보 전달력 강화(0.3185)’, ‘설치 용이성 및 편의성(0.1355)’, ‘내구성 제고(0.1076)’ 순으로 중요하게 나타났다.

Table 2 The results of technology dissemination

Class #1	Class #2	Score	Rank
Government-led	Public facilities	0.207	2
	Earthquake-prone area	0.228	1
	The vulnerable group	0.142	3
	Nationwide	0.077	7
Private-led	Multi-use facilities	0.130	4
	National facilities	0.106	5
	Home	0.079	6
	Individual	0.031	8

4. 기술보급 및 실용성 제고 방안

사용자의 수요를 바탕으로 기술의 실용성을 높이고 보급을 활성화하는 방안을 세 가지로 정리하면 다음과 같다.

우선, 지진동 경보기의 기능 및 콘텐츠의 개발 방향을 제시하기 위해 앞서 설명한 사용자별 설문 결과와 AHP 분석 결과를 점수로 환산(1순위에 10점을 부여하고 차순위부터 1점씩 낮은 점수를 부여한 후 점수를 총합한 결과)하여 최종 우선순위를 정리하였다. 결과를 종합해 보면, 지진동 경보기는 평상시 활용보다는 지진 발생 시 활용이 더 중요함을 알 수 있다. 지진 발생 시 활용하는 기능 중에서도 제어나 평가 기능보다는 알림 기능이 우선되어야 한다. 따라서 향후 연구개발도 알림 기능의 완성도를 높이고 사용자에게 필요한 콘텐츠를 제공하는 데 집중해야 할 것이다. 지진 발생 시 가장 중요한 기능 및 콘텐츠로는 ‘흔들림 발생 알림’이다. 이는 모든 사용자 수요조사에서 가장 높은 우선순위를

얻었고 매우 중요하다는 평가를 받았다. 두 번째로는 ‘대피요령 알림’이다. 두 기능은 본 연구에서 지향하는 ‘이 흔들림이 뭐지?’, ‘어떻게 해야 해?’라는 의문에 답을 제공하는 기능이라 할 수 있으며, 사용자의 수요도 이와 일치한다는 것을 알 수 있다. 세 번째로 중요한 기능 및 콘텐츠는 평상시 ‘지진 대비 훈련’이다. 이는 평상시에도 지진동 경보기의 쓰임새를 제공함으로써 지진에 대한 경각심을 주기적으로 심어주고 지진 대비를 생활화하는 데 활용해야 한다는 사용자의 수요를 나타낸 것이다.

둘째, 지진동 경보기 기술보급을 위한 정책의 방향이다. 이 또한, 사용자 수요조사 결과를 통합하여 정리하면, 지진동 경보기 기술의 보급은 정부나 지자체 주도하에 지진 취약지역에 일차적으로 무료 보급한 후 전국으로 확대해야 한다는 결론을 낼 수 있다. 지진동 경보기 기술은 민간시장 보다 공공시장의 활용성이 높으므로 정부나 지자체 중심으로 보급사업을 추진하는 것이 적합하지만, 이를 위해서는 정부나 지자체의 실무자와 정책결정권자에게 지진동 경보기 기술에 관한 홍보와 필요성을 적극적으로 설명하고 협의하여 정책화하는 것이 중요하다. 기술을 보급하기 전에 기술 완성도를 높이기 위해 철저한 검증의 단계인 시범 보급사업이 우선되어야 한다. 시범 보급사업은 지진 취약지역에 학교, 주민 센터, 복지관 등 공공의 다중이용시설에 우선 추진하는 것이 바람직하며, 보급 후에도 보급한 지진동 경보기의 운영상 발견된 문제를 개선하는 고도화는 물론 유지관리 체계를 확립하는 등 지속적인 보급이 가능하도록 지원하는 연구가 필요하다. 시범 보급사업을 통해 충분한 검증이 완료되었다면 안전 취약계층으로 대상을 확대하여 보급하게 되며, 단계적으로 민간에 기술을 이전하여 민간시장으로 확산해야 한다. 지진 대응기술에 민간의 우수한 기술력이 융합되어 다양한 분야에서 차별화된 형태로 시장을 형성할 수 있다. 예를 들어, 다중이용시설의 경보용 제품으로 개발되거나, 스마트 홈서비스와 연계한 제품의 사업화도 가능하다. 지진동 경보기 기술이 민간시장에서 활성화되면 가정용 또는 개인용 경보기 제품 시장도 가속화되면서

필요한 사람은 누구나 경보기 제품을 구매해서 사용할 수 있게 될 것이다.

마지막으로 향후 R&D에서 가장 중요한 분야는 지진동 경보기 기술의 고도화다. 이 중 가장 우선되어야 할 기술은 경보의 정확성을 높이는 것이다. 이를 위해서는 지진동 경보기 장치의 가속도 계측, 저장, 처리 등 HW 성능이 안정되어야 하며 지진동을 정확히 감지할 수 있어야 한다. 다시 말해서 지진동이 발생하면 이를 감지하고 적시에 경보해야 하는 것은 물론, 지진동이 발생하지 않았을 때 잘못 경보하는 오류를 최소화해야 한다.

5. 결 론

본 논문에서는 지진동 경보기 기반 지진 안심 서비스 기술을 소개하였다. 이 기술은 MEMS와 IoT 기술을 활용하여, 지진 발생 즉시, 지진으로 인해 흔들림이 발생했다는 사실과 흔들림 단계를 알리고, 장소에 따라 적합한 정보를 제공하는 서비스 모델이다. 이 기술의 실현 가능성을 검토하고 기술 개발이 수요자의 요구에 적합한지를 검토하기 위해 사용자 수요조사를 하였다. 설문문을 통해 전반적인 기술 수요를 파악하고 설문 결과를 토대로 전문가와 실무자 그룹을 대상으로 심층 면담을 수행하였다. 설문과 심층 면담을 통해 도출된 결과 중, 기술보급 정책과 향후 R&D에 관해서는 전문가 대상 AHP 분석을 통해 우선순위를 결정하였다.

설문조사를 통해 우리 국민의 지진피해에 대한 위험 인식 수준은 높다는 것을 알 수 있다. 다만 지진 대비에는 소극적이며, 지진 대응을 정부에 의존하고 있고 지진이 발생하면 대응에 필요한 기본적인 정보를 숙지하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 지진 위험 인식 수준이 높을수록 지진동 경보기 필요 요구가 높았으며 지진이 위험하다고 생각하는 사람일수록 그리고, 지진동 경보기가 필요하다고 한 사람일수록 지진동 경보기를 설치하겠다는 의지도 강했다. 따라서, 이 점을 고려하여 공공이나 민간에서 지진동 경보기 기술을 사업화에 활용할 경우, 지진

위험지각이 높은 여성, 결혼한 사람, 자녀가 있는 가정, 그리고 지진피해를 경험한 지역을 대상으로 공공 보급사업 전략을 세울 필요가 있다. 또한, 민간기술과 접목하여 이들을 주요 수요자층으로 정하고 사업화 아이টে임을 발굴한다면 시장의 수요와 맞물린 성공적인 사업화가 가능할 것이다.

지진 발생 시와 평상시에 지진 대응과 대비에 도움을 주는 지진동 경보기의 필요성과 설치 욕구가 강하게 나타났다. 지진으로부터 안전하지 않다고 생각하지만, 실제 지진피해를 경험하지 않은 사람들은 지진 대비에 적극적이지 않다는 사실은 대부분 사람이 지진 대응의 일차적인 주체를 정부라고 생각한다는 점과 지진 발생 시 무엇을 어떻게 해야 할지 아무것도 몰라 대응이 어렵다고 응답한 것으로 확인할 수 있다. 따라서 평상시 지진 대비·대응 교육 및 훈련에 지진동 경보기를 활용할 수 있도록 영역을 확장해야 할 것이다.

기술의 실용성을 높이고 보급을 활성화하는 방안은 다음의 세 가지 관점으로 정리할 수 있다. 첫째, 지진동 경보기의 기능 및 콘텐츠의 개발 관점에서는, 평상시 활용하는 기능·콘텐츠보다는 지진 발생 시 기능·콘텐츠가 더 중요하다. 그중에서도 ‘흔들림 발생 알림’ 기능이 우선되어야 한다. 보급형 장치인 지진동 경보기의 정확성을 높이는 데에는 한계가 있으므로 보조적 장치의 가치를 높여서 지진 발생 이후 필요한 정보를 상황에 맞추어서 알려 주는 것에 중점을 두어야 한다. 따라서 향후 연구개발도 알림 기능의 완성도를 높이고 사용자에게 필요한 콘텐츠를 제공하는 데 집중해야 할 것이다.

둘째, 지진동 경보기 기술보급을 위한 정책 관점에서는 정부나 지자체 주도하에 지진 취약 지역에 일차적으로 무료 보급한 후 전국으로 확대해야 한다는 결론에 이르렀다. 이를 위해서는 정부·지자체의 정책결정자들과의 협의, 기술 완성도 제고, 철저한 시범사업이 선행되어야 하며, 충분한 검증이 완료된 후 단계적으로 민간에 기술을 이전하여 민간시장으로 확산할 필요가 있다. 지진 대응 분야에 민간의 우수한 기술력이 융합된다면 다양한 분야에서 차별화된 형태로

시장을 형성할 수 있을 것으로 기대된다.

마지막으로 향후 R&D 관점에서 가장 중요한 분야는 기술의 고도화다. 이 중에서도 안정적인 경보 성능이 중요한데, 이를 위해서는 지진동 경보기 장치의 HW 성능과 지진동 감지 모델의 성능을 안정시켜야 한다. 따라서, 지진동 경보기 장치의 성능 평가와 지진동 감지 모델의 정확성을 높이는 연구를 계속 추진 중이며, 고도화된 기술을 바탕으로 실용화 아이টে임을 발굴하여 현장에서 실용성을 검증할 예정이다. 경보의 정확성이 오차범위 안에서 허용할 만한 수준에 이르면 정보를 상황에 맞추어서 알려 주는 기능과 콘텐츠 개발에 집중해야 한다. 이를 통해 기술의 완성도를 높여 기술 실용화를 앞당겨야 할 것이다.

기술을 검증하고 문제를 찾아 개선해 나가는 연구는 지속해서 반복적으로 추진되어야 하며, 이를 통해 기술의 안정화가 실현된다. 따라서, 앞서 제시한 사용자 수요조사를 통해 얻어낸 시사점들을 고려하여 기술보급을 위한 정책연구를 추진해야 한다. 이를 통해 정부나 지자체가 지진 대응 정책에 이 기술을 활용할 현실적 방안을 제시해야 할 것이다. 또한, 시범 보급사업으로 기술의 실용성을 충분히 검증하는 연구도 추진되어야 한다.

References

- Bassett, G. W., Jr., Jenkins-Smith, H.C. and Silva, C.(1996). On-site storage of high level nuclear waste : attitudes and perceptions of local residents, *Risk Analysis*, 16(3):309-19.
- Cha, Y.J.(1997). *Environmental risk analysis : factors influencing nuclear risk perception and policy implications*(Order No. 9721804), Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (304394176). Dissertation submitted to the University at Albany, State University of New York.
- Cho, G.T., Cho, Y.G., and Kang, H.S.(2003).

The Analytic Hierarchy Process, Dong Hyun Press.

Choi, S.H., Lim, K.W., Lee, M.J., Kim, J.S., and Yun, N.R.(2018), *Building the Utilization Framework of Seismic Acceleration Measuring Data based on Intelligence Information Technology*, National Disaster Management Research Institute.

Choi, S.H., Lim, K.W., Lee, M.J., and Kim, J.S.(2019). *Building the Earthquake Safety Service Framework based on the Entry-level Alert Devices for Earthquake Shaking*, National Disaster Management Research Institute.

Given, D. D., Cochran, E. S., Heaton, T., Hauksson, E., Allen, R., Hellweg, P., Vidale J., and Bodin, P.(2014). *Technical implementation plan for the ShakeAlert production system: An earthquake early warning system for the west coast of the United States (No. 2014-1097)*, US Geological Survey.

Jung, J.B. and Ryu, H.S.(2008). *The Korean Public's Social Risk Perception and Its Policy Implications*, The Korea Institute of Public Administration.

Kong, Q., Allen, R. M., Schreier, L., and Kwon, Y. W.(2016). MyShake: A smartphone seismic network for earthquake early warning and beyond, *Science advances*, 2(2).

Kwon, Y.W.(2019). *Optimization of a Low-cost Ground Motion Alert Algorithm and Development of Pilot Service.*, National Disaster Management Research Institute.

Luetgert, J. H., Oppenheimer, D. H., and Hamilton, J.(2010). The NetQuakes Project-Research-quality Seismic Data Transmitted via the Internet from Citizen-hosted Instruments, *AGU Fall Meeting Abstracts*.

Ministry of the Interior and Safety(2018). *the*

White paper on Po-hang Earthquake 2017. National Disaster Management Research Institute(2018). *The Action Know-how 123 against Earthquake*.

OECD/NEA (2008). *The Special Eurobarometer 227: Report on "Radioactive Waste" 2005*, in Timing of High-level Waste Disposal, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264046269-5-en>.

Statistics Korea(2008), *Research of Social Statistics 2008*.



최 선 화 (SeonHwa Choi)

- 전남대학교 전산학 이학석사
- 전남대학교 전산학 이학박사
- 서울시립대학교 기계공학과 연구교수
- (현재) 행정안전부 국립재난

안전연구원 재난정보연구실 공업연구관

- 관심분야 : 재난안전 빅데이터, Natural-Language Processing