



Introduction to Software Engineering (SWE3002_42)

Smart Noise

SRS (Software Requirement Specification)

Team 7

2019311918 고남욱

2018310072 고은서

2017314545 손석규

2016314869 이승민

2018310478 허한울

<목차>

1. 개요	6
1.1 목적	6
1.1.1 문서의 목적 (3장에서 5장)	6
1.1.2 시스템의 목적	9
1.2. 타깃 범위	9
1.3. 정의, 약어, 줄임말	10
1.4. 참조	12
1.5. Overview	13
2. 전체 설명	14
2.1 제품적 관점	14
2.1.3. 하드웨어 인터페이스	17
2.1.4. 소프트웨어 인터페이스	17
2.1.5. 의사소통 인터페이스	17
2.1.6. 메모리 제한	17
2.1.7. 오퍼레이션	18
2.1.7.1 사용자 오퍼레이션	18
2.1.7.2 보호자 및 구급대원 오퍼레이션	18
2.2 제품 기능	18
2.2.1 앱 기능	18
2.2.1.1. 회원가입 등록 모듈	18
2.2.1.2. 응급 정보 설정 모듈	19
2.2.1.3. 디바이스 설정 모듈	19
2.2.1.4. 위치기반 디바이스 자동 켜기/끄기 모듈	19
2.2.1.5. Mission 설정 모듈	19
2.2.1.6. Mission 시작 / 완료 모듈	19

2.2.1.7. 119 호출 / 취소 모듈	19
2.2.2 하드웨어 기능	20
2.2.2.1 소리 수집 모듈	20
2.2.2.2 산소 활성화 모듈	20
2.2.3 소프트웨어 기능	20
2.2.3.1 위험 소리 탐지 모듈	20
2.2.3.2 데이터 베이스 수집 모듈	20
2.3. 사용자 특징	20
2.4. 제약	20
2.5. 가정 및 종속성	21
3. 요구 사항	21
3.1. 외부 인터페이스 요구 사항	21
3.1.1. 사용자 인터페이스	21
3.1.3. 소프트웨어 인터페이스	28
3.2 기능적 요구사항	29
3.2.1. 사용자 케이스 예제	29
3.2.2 Use Case 다이어그램	32
3.2.3 앱 요구사항	32
3.2.3 하드웨어 요구사항	33
3.2.4 소프트웨어 요구사항	34
3.2.5 Data Flow 다이어그램	36
3.3 비기능적 요구사항	36
3.3.1 제품 요구사항	36
3.3.1.1. 앱 요구사항	37
3.3.1.2. 하드웨어 요구사항	37
3.3.1.3. 소프트웨어 요구사항	37
3.3.2 조직 요구사항	38

3.3.2.1. 환경 요구사항	38
3.3.2.2. 운영 요구사항	38
3.3.2.3. 개발 요구사항	38
3.3.3 외부 요구사항	38
3.3.3.1. 규제 요구사항	38
3.3.3.2. 윤리 요구사항	38
3.4. 요구 사항 정리	39
3.4.1. Context Model	39
3.4.2. Interaction Model	39
3.4.2.1. Use case diagram	39
3.4.2.2. Sequence Diagram	39
3.4.3. Behavior Model	40
3.4.3.1. Data Flow Diagram	40
3.5 System Architecture	40
3.5.1 Overall Architecture	40
3.5.2 Server-Client Architecture	41
3.5.3 딥러닝 모델 아키텍처	42
3.6 시스템 진화	42
3.6.1. 제한과 과정	42
3.6.2. 하드웨어 진화 및 사용자 요구사항 변경	43
3.6.3. 소프트웨어 진화	43

1. 개요

1.1 목적

1.1.1 문서의 목적

소리의 정의가 바뀌고 있다. 그래서 소음의 정의 역시 바뀌고 있다. 본 자료에서는 소음에 대한 유의미한 방향성을 통해 스마트 홈 서비스와 연동으로 무호흡 수면 대상자를 중심으로 사고 사례에 대한 가내 대처 방법을 중심으로 서술한다.

때문에, 본 자료에는 이른바 코골이, 수면 무호흡을 스마트 노이즈로 정의하며, 이에 대한 스마트 홈 서비스를 활용하여 치유, 치료할 수 있는 시스템 설계는 물론 사용자의 요구사항까지 분석, 기술되어 있으며, 디자인 및 구현도 명세서에 따라 게재될 예정이다. 서비스 주요 대상은 수도권 거주 3569 타깃으로 요구사항 명세서에 스마트 노이즈 애플리케이션에 대한 타깃 유저들의 인터뷰까지 포함하여 자료를 보강했다.

사실 수면 무호흡, 코골이 소리에 관한 연구는 외면받아왔다. 그간 수많은 상체 소리가 현존했으나 일반적으로 소리는 듣기 좋은 소리와 듣기 싫은 소리 두 가지로 일부는 객관적인 지표에 의해 남은 일부는 주관적인 여론에 의해 분류됐다. 대개 후자를 특히 소음이라 표현하며, 소음(騒音, noise)은 떠들다, 근심스럽다는(騒) 소에, 소리 음(音)을 붙여서 듣기 싫은 소리로 지칭되었다. 때문에, 일반적으로는 불쾌하거나 시끄러운 소리를 대개 소음이라고 기계 혹은 기구·시설, 그 밖의 물체 사용 등 사람 활동 때문에 발생하는 강한 소리를 대개 소음으로 분류되었기에 코골이, 수면 무호흡에 관한 연구는 상대적으로 외면되었다. 때문에, 소리 중심의 데이터는 자료의 유의미함에서 주요 산업 섹터에 포함되지 못하는 키워드일 수밖에 없었다. 또한, 데이터의 공개가 권위를 해체한다는 분위기가 사회 전반에 존재했는데 이에 관한 연구와 산업에서의 기여, 유용성에 대해서도 2016년까지 환영받지 못하는 분위기일 수밖에 없었다.

하지만 스마트 홈 시장이 커지면서 음성에 대한 소비자들의 관심 증폭이 달라졌으며, 재건축 이슈와 맞물려 조합원들과 시공사 간에 어떤 음성 데이터를 통해 다른 가구와 차별화될 수 있는 가구를 꾸려갈 수 있는지도 실제로 논의되고 있다. 그런 이유로 소음에 대한 재정의 목소리는 거세질 수밖에 없다.

참고로 소음에 대한 분류 체계에 대해 반기를 든 대표적인 인물은 미국의 대표 통계학자 네이트 실버 덕분인데, 소음과 신호가 본격적으로 제정의 되었다. 실제로 파이브 써니 에잇(FiveThirtyEight) 이라는 웹 사이트 툴을 활용, 미국에서 통계를 활용한 정치학. 야구를 활용한 통계와 사회학. 언론에 대한 분석은 물론 무의미한 소음과 음성 데이터까지 유의미한 메시지로 바뀌서 세상과 커뮤니케이션 할 수 있는 데이터란 무엇인가에 대해 재정의의 내린 전례는 있다. 그가 저술한 <신호와 소음은 현상과 정보에 대한 사회에서 약속된 정의와 인류가 그간 소음으로 분류되었던 대상, 이에 대해 가졌던 선입견에 대한 의문점을 언급했다. 과거 그가 야구 선수 분석과 예측 시스템은 물론 대선을 비롯한 각종 선거 결과까지 정확히 예측하는 능력을 선보였기에 신호와 소음에 대한 재정의에 산업 전체가 주목하게 되

었다.

본 제안서에서는 유의미한 신호와 무의미한 정보인 소음의 정의는 매우 객관적인 것 같지만, 실상은 대중이라는 이름의 주관적인 흐름에 맞게 인류 뇌리에 침투해왔으며 그것이 대개 선진국, 1등 시민 사회에서의 정의에 따라 소음과 그렇지 않은 것으로 나뉘었던 부분을 가설과 실증에 기반을 둔 <스마트 노이즈>라는 아이템을 근간으로 스마트 홈과 연동한 애플리케이션, 온라인 플랫폼을 활용하여 치유와 치료의 방향성까지 제안하고자 한다. 단순 소음이 특정 사회에서는 유의미한 음성으로 분류되기도 하며 치료할 수 있는 방편이 될 수 있음에도 수많은 기회를 외면하고 있는 부분에 대한 현실적인 대안을 현장의 인터뷰를 포함해서 담아냈다.

통계와 확률의 세계에서 데이터가 폭발적으로 늘어나고 소음으로 가득한 이 세상에서 진짜 신호를 가려내는 방법은 기존의 획일적인 사고, 접근이 아닌 다양한 분야에서 탐사라고 판단했다. 수많은 이들이 다양한 현상과 데이터를 통해 다양한 예측을 쏟아놓지만, 이들 예측 대다수가 사회에 엄청난 비용만 안긴 채 실패로 돌아가는 이유를 필요없는 데이터라고 치부하기에 수많은 치료에 적합하고 유의미한 데이터인 코골이 음성조차 소음으로 분류되어 온 부분을 재해석된 부분을 분석했다.

사실, 수면 무호흡은 유의미한 소음으로 분류가능하다. 상기도의 무호흡 또는 부분적 폐쇄로 인하여 공기의 흐름이 제한되고, 산소포화도가 감소되며, 수면중 교감 신경 증가는 혈압과 맥박의 상승을 초래했던 부분이 과거에는 근본적인 원인 제거에 난항을 겪었다. 이로 인하여 수면의 질이 떨어지는 것은 기상 후 두통, 주간졸림, 피로, 병명을 알 수 없는 기분 저하, 집중력 저하 같은 많은 증상이 현대인들에게 자주 발생하고 일으켰기 때문인데, 단순 약물 치료에 의존하는 부분이 잦았다.

그런 이유로 스마트 홈과 연동 혹은 스마트 홈 기능처럼 활용 가능할 수 있는 시스템을 통해 휴식기에도 치료가 되지 않는 장기간 무호흡 방치 상태를 치료한다면 뇌졸중을 포함한 심뇌혈관계질환 발생 위험을 감소시킬 수 있다. 또한, 졸음운전을 유발하고 각성 및 수행능력을 감소시켜 교통사고 위험에서 벗어날 수 있다. 2021년 보건복지부 자료에 의하면 국내 사업용 운전자를 대상으로 한 연구에서 폐쇄수면무호흡 고위험군의 빈도가 35.5%로 대조군의 12.2%보다 유의하게 높았고, 폐쇄수면무호흡의 고위험군이 될 가능성이 3.7배 증가했다.

수면무호흡 환자에게 흔히 관찰되는 코골이는 폐쇄수면무호흡의 현상으로서 코골이 자체보다는 수면무호흡이 이러한 위험을 증가시키는데 코골이가 있는 경우 두통, 피로를 포함해 다양한 신경과 질환 및 증상을 동반한다. 수면다원검사를 통해 단순코골이 내지 수면무호흡의 정도를 정확하게 진단받는 것도 좋지만 가장 좋은 것은 예방이다. 게다가 무호흡이 지속되면 급작스러운 사망으로 이어지는 경우도 더러 있다. 대표적인 치료법인 양압기는 중등도 이상의 수면무호흡환자의 뇌-심혈관 질환의 예방에 효과가 있을 뿐 만 아니라 주간졸림을 개선함으로써 교통사고 발생률을 낮추어 주지만, 수면 상태의 호전된 부분을 체크하지 못한다.

한국은 2018년 수면 무호흡증에 대한 수면다원검사 및 양압기치료가 건강보험급

여가 인정되면서 사업용 운전자뿐만 아니라 일반인들의 수면 무호흡 진단 및 치료의 접근성 및 이용 가능성이 개선되었다. 다만, 적절한 양압기 사용에도 주간 졸림을 호소하는 수면무호흡환자들이 각성 촉진 약제에만 의존하는 것이 현실이었다.

그간의 스마트 홈 서비스는 1인 가구가 많아진 무호흡 환자에 대한 꾸준한 수요는 존재했지만, 접근 방식에서 방향성을 정의하지 못했다. 또한, 다른 질병에 비해서 쉽게 회복할 수 있는 질병으로 착각하는 사례가 많았던 것도 분명한 사실이다. 하지만 이런 사회의 그릇된 과신은 더 많은 환자 양산의 원인이 되었는데, 그간 소음으로 인지되었던 불확실성을 지금보다 더 온전하게 이해한다면, 소음 데이터를 활용한 시장 적합성과 앞으로 발전 방향에 대한 예측은 한결 정확해질 수 있다고 판단한다.

1.1.2 시스템의 목적

가톨릭대학교 응급의학교실 및 예방의학교실, 주요 응급 의료센터에서 조사한 332명에 의하면 무호흡 때 산소 감소를 통해 암, 급성 사망 사고가 비대면 사회 이후 급격하게 증가했다는 조사 결과를 밝혔다. 때문에, 가내 산소 포화도 활성화 및 위험 수치 이상 시 무호흡 코골이 DB를 이용해서 무호흡 환자 개인의 맞춤형 DB를 통해 건강 이상 유무를 발견, 골든 타임을 확보해서 만기 질환 및 질병으로 확장되는 것을 방지하는 것에 시스템은 목적을 두고 있다. 서울대학교 예방의학 교실 황승식 교수는 무호흡 환자의 소음을 구체적으로 분석해서 온라인 플랫폼과 연동하여 대안을 제시할 수 있으면 저소득 노동자는 물론 지식 노동자의 인권 보호에도 이바지할 수 있다고 말한다.

상대적으로 무호흡 환자를 대상으로 배포된 구글 알람 서비스는 구글 내부 기능과 연동해서 DB를 다른 디바이스들과 연동에 초점을 두고 있다. 2539 직장인들 대상으로 운영되는데, 실질적으로 활용도는 매우 떨어진다. 이에 반해 갤럭시 외치는 MZ 세대 수도권 여성을 대상으로 운영되고 있으며, 범용성도 매우 높으나 기기 자체가 고가 유료 제품이고 건강 체크 기능은 하지만 무호흡까지 인지하는 것에는 한계가 있다.

1.2. 타깃 범위

타깃에 대한 이야기, 차별화

- 3569 수도권 거주 1인 가구 중심으로 시장에 접근

1.3. 정의, 약어, 줄임말

- 다음 표는 해당 문서에 사용된 약어와 줄임말이 포함되어 있다.

약어와 줄임말	설명
ASMR	Autonomous Sensory Meridian Response
CS	Customer Satisfaction
CCTV	Closed-Circuit Television
HTTP	HyperText Transfer Protocol
AWS	Amazon Web Server
DB	Data Base
SW	Software
UI	User Interface
UX	User Experience
API	Application Program Interface
CUDA	Computed Unified Device Architecture
GPU	Graphics Processing Unit
CPU	Central Processing Unit
AUC	Area Under Control
ROC	Receiver Operating Characteristic

- 다음 표는 해당 문서에 사용된 기술적 용어를 정의한다.

기술적 용어	설명
스마트 노이즈 (Smart Noise)	Team 7 서비스 명칭
사용자	Smart Noise 서비스를 이용하는 사람
웹 서버	프로그램의 기능들을 수행해주는 컴퓨터이며 클라이언트로부터 요청을 받아 값을 다시 클라이언트에게 반환한다.
딥러닝	예시 데이터를 사용하여 일반적인 규칙을 자체적으로 만들어 나가는 머신 러닝의 한 방법이다.
클로바노트	AI 기술 기반 음성 기록 서비스

골든 타임	사망을 방지할 가능성이 가장 높은 시간
FiveThirtyEight	여론 조사 분석, 정치, 경제 및 스포츠 블로그에 중점을 둔 미국 웹사이트
MySQL	세계에서 가장 많이 쓰이는 오픈 소스의 관계형 데이터베이스 관리 시스템
아두이노	오픈 소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로컨트롤러로 완성된 보드(상품)와 관련 개발 도구 및 환경
프로토콜	컴퓨터 내부 또는 컴퓨터 사이의 데이터 교환 방식을 정의하는 규칙체계
CUDA	그래픽 처리 장치에서 수행하는 알고리즘을 산업 표준 언어를 사용하여 작성할 수 있도록 하는 기술
AUC	ROC curve의 곡선 아래 영역을 나타내며 classification 성능 평가지표로 많이 사용된다. 1에 가까울수록 성능이 우수하다고 판단하며 0.5인 경우 최악의 성능이다.
ROC Curve	Classification 에 서 자주 사용되는 evaluation metric이다. 민감도와 특이도의 관계를 그래프로 나타낸 것.
SHA256	임의의 길이 메시지를 256 비트의 축약된 메시지로 만들어내는 해시 알고리즘
해시 알고리즘	특정 입력 데이터에서 고정된 길이값을 생성하는 알고리즘
Mel Spectrogram	Mel은 주파수 단위를 의미하며, Mel Spectrogram은 음성의 특징을 추출하는 방법중 하나임.
Feature Embedding	찾고자 하는 특성을 기계가 이해할 수 있는 숫자의 나열인 벡터로 바꾼 결과
VGGish Model	현재 구글이 사용하고 있는 Convolution Neural Network(CNN)임.
Convolution Neural Network	일반 딥러닝 네트워크에서 이미지를 분석하기 위한 패턴을 찾는 데 유용한 알고리즘임.

1.4. Overview

최근 1인 가구와 혼자 사는 소외계층들이 늘어남에 따라, 집에 홀로 있다가 위험한 상황에 노출되는 경우가 많아지고 있다. 특히 혼자 집에 있다가 호흡 곤란으로 심장마비에 걸려 사망하는 비율이 급증하고 있다. 기존 위험 상황 감지 스마트홈 시스템의 경우, CCTV 영상만으로 위험 상황을 탐지해낸 반면, ‘호흡 곤란’, ‘비명’ 등은 영상으로는 탐지하기 어려운 한계가 있다. 따라서 소리로 위험 상황을 탐지해내고, 이를 보호자, 응급병원에 알리는 시스템을 제안한다.

해당 문서는 이 시스템을 개발하기 위해 필요한 요구 사항들을 정리해 놓았다. 2장, Overall Description에서는 Smart noise의 전반적인 개요를 설명한다. 여기에는 인터페이스의 세부 정보, 세부 기능들, 메모리 제약사항, 작동 방법 등을 포함한다. 3장, Specific requirement에서는 시스템의 기능을 구현하기 위해 필요한 요구사항들을 제시한다. 여기에는 외부 인터페이스 요구사항과 기능적, 비기능적 요구사항, 그리고 시스템의 아키텍처 등을 포함한다. 여러 요구사항들과 시스템 모델들을 이해하기 쉽게 표, 다이어그램, 사진 등으로 설명한다.

2. 전체 설명

2.1 제품적 관점

유익한 소음이 생명과 직결되는 경우는 제법 있다. ASMR을 통해서 정신 질환, 불면증을 치료하고 있다는 사례는 현재 진행 중이다. 그런 면에서 가내에서 발생하는 유익한 소음을 통해 건강을 회복하고 더 나아가 생명을 치유, 치료할 수 있는 시스템까지 마련하는 것은 매우 유의미하다고 할 수 있다. 그런 면에서 스마트 노이즈(Smart Noise)는 스마트폰 연계, 스마트 홈과 연동이 가능한 헬스케어 서비스이다. 무호흡,

사용자 위급한 상황을 감지하여 보호자와 119에 연락하는 시스템을 제공하며, 앱을 통한 접근과 디바이스를 통한 접근이 모두 가능하다. 산소가 필요한 경우 디바이스에서 산소를 분출하는 기능도 제공된다.

2.1.1 시스템 인터페이스

스마트 홈에서 발생하는 데이터를 가내 DB에서 수집하는 것과 동일하게, 스마트 노이즈에서 발생한 소음 역시 수집된 소리 데이터, 사용자의 계정 정보 연동을 통해 웹 서버에 기본적으로 탑재, 저장된다. AWS 서버를 활용하되 계정 데이터는 오픈 소스 관계형 데이터베이스 관리 시스템인 MySQL을 사용 및 저장을 유도한다. HTTP 통신을 통해 실시간 데이터를 전송 기능을 갖추는 것은 물론 아두이노와 서버, 앱과 서버 사이의 통신이 존재할 수 있도록 체계를 갖춘다.



1. Login Screen

2. Register Screen

3. Main Screen

4. Device Connection



5. Edit Emergency Info 6. Mission Start 7. Mission Success 8. Mission Fail

그림 1. APP Interface, 출처 : 자체제작

사용 카테고리	사용 방법
로그인	<ol style="list-style-type: none"> 1. 플랫폼 사용자들은 Register 버튼 클릭 후 사용자 등록 2. 사용자 등록 완료 사용자들, 아이디/ 비밀번호 입력 후 Login 버튼 클릭
디바이스 연결 확인	<ol style="list-style-type: none"> 1. 화면 상단 Smart Device 연결 확인, 디바이스 최초 접속 사용자들은 로그인과 동시에 연동 가능한 디바이스 리스트 목록 파악 후 Smart Noise Device와 연동 2. 이를 통해 사용자는 연결 가능한 디바이스와 연동할 것인지 자체 설정
응급 정보 입력	<ol style="list-style-type: none"> 1. 최초 사용자는 응급 정보 입력, 응급 정보는 응급 상황 시 활용되는 정보로 추후 수정 가능 2. 응급 정보 대상자는 등록된 사용자 이름과 같게 설정
수행할 미션 선택	<ol style="list-style-type: none"> 1. 위급한 상황이 예상되는 이용자, 사용자 의식을 확인을 위해 Smart Noise는 위험 소음이 감지되었을 때 사용자에게 3가지 형태 미션 제공. 2. 해당 미션은 사용자가 지정 가능하며, 3가지 옵션 중 1개 선택

표 5 시스템 인터페이스

1. 사용 방법

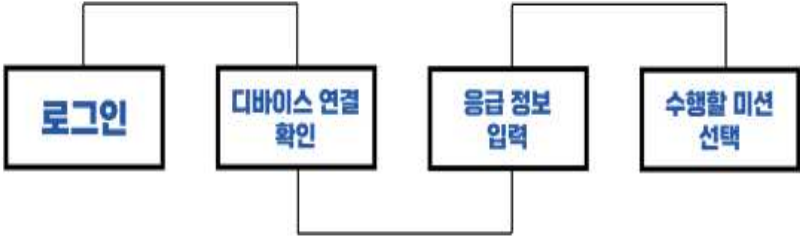


그림 2. APP 기능, 출처 : 자체제작

2. Flow Chart

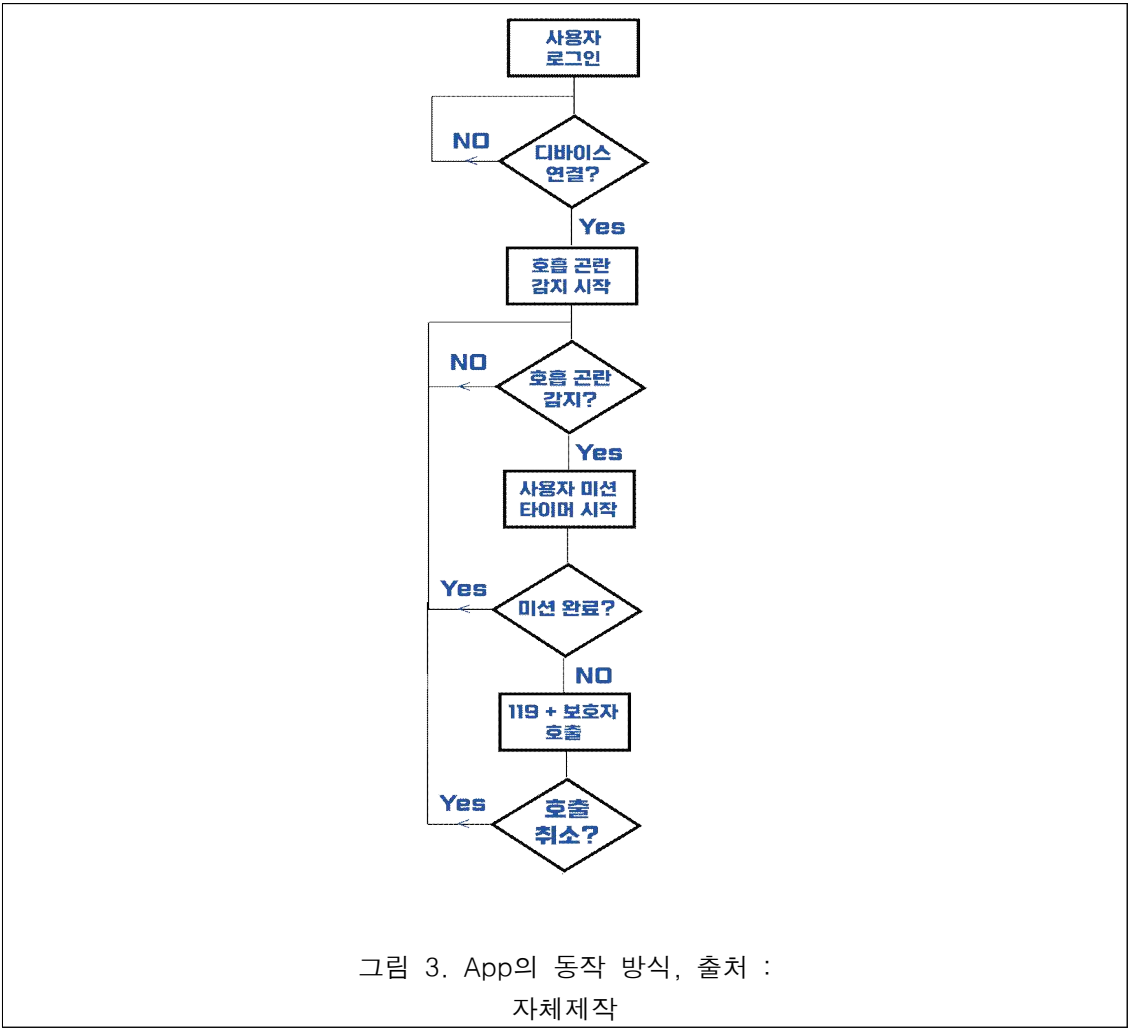


그림 3. App의 동작 방식, 출처 :
자체제작

2.1.3. 하드웨어 인터페이스



그림 4. 디바이스 프로토타입, 출처 : 자체제작

디바이스는 앱과 연동하여 초기 설정한다. 위급 상황이 발생했을 때 사용자 의식 상태를 확인하기 위해 알람이 울리는데, 음량 설정도 가능하다. 디바이스는 소리 신호를 측정하여 데이터를 서버로 송신하고, 서버는 이를 분석한다. 디바이스는 서버로부터 분석 결과를 받고, 분석 결과 위험 신호라고 판단될 경우 알람을 울려 사용자 응답을 기다린다. 일정 시간 동안 응답이 없다면 서버에서 보호자 핸드폰과 119에 자동으로 연결하여 환자 상태와 정보를 전송한다.

2.1.4. 소프트웨어 인터페이스

스마트 디바이스 및 스마트폰으로 수집한 가내 소리를 전송받은 이후 딥 러닝 구조 분류 모델을 사용. 소리를 비명, 충격음, 호흡 이상 등의 위험 신호로 분류할 수 있다.

2.1.5. 의사소통 인터페이스

사용자 기기와 웹 서버, 디바이스와 웹 서버는 모두 HTTP 프로토콜 사용 후 통신한다.

2.1.6. 메모리 제한

소리, 소음 저장 디바이스는 최소 2GB 이상 메모리가 필요하다. 어플리케이션의 설치 및 실행에는 최소 50MB가 소요된다. 참고로, 네이버 음성 더빙 및 음성 수집 플랫폼 클로버 노트가 음성에서 텍스트로 변환하는 경우 53MB 정도 메모리를 차지.

2.1.7. 오퍼레이션

Operation은 크게 사용자와 보호자 및 구급대원으로 분류된다.

2.1.7.1 사용자 오퍼레이션

어플리케이션 이용자들은 하루 측정된 호흡 곤란 빈도수 및 자신의 건강 상태를

실시간으로 인지 가능. 응급 상황에는 담당 119 대원에게 전달될 응급 정보 데이터가 공유되는데, 응급 정보에는 이름, 혈액형, 알레르기, 질병 유무, 보호자와 연결된 이들의 이름/관계/연락처 등의 정보들이 저장된다.

사용자는 스마트 노이즈를 최초 사용 당시 응급 정보가 필수 기재되지만, 차후 정보 수정은 언제든지 가능하다. 스마트 노이즈는 사각지대 이용자에게 더욱 적합할 수 있도록 1인 거주 혹은 단독 활동하는 이들에게 인터넷 최적화 환경에서도 활용도가 높게 설계되었다. 또한, 이용자들이 119에 직접 신고 불가능한 위급 상황일 때 응급 기관과 제휴, 연동을 통한 신고를 통해 사고를 미연에 방지한다. 다만, 사용 오류를 방지하기 위해 스마트 노이즈는 이용자의 호흡 곤란을 감지했을 때 사용자는 의식 확인을 위해 하기 위한 미션을 제공하여 이용자 신고 오류를 방지한다. 가령, 스마트 노이즈 사용자가 골든 타임으로 제공되는 시간 내에 알람과 미션 수행이 원활하지 않으면 사용자 위치 기반으로 119에 긴급 호출이 발동되는 식이다. 또한 사용자 미션은 유저가 직접 앱을 통해 3가지 미션으로 지정할 수 있는데, 화면 3번 누르기. 스마트폰 3번 흔들기. 특정 패턴 그리기 등 단순하지만, 의학적인 조언을 받아 긴급 상황 해제가 가능한 미션들로 내재하여 있다.

2.1.7.2 보호자 및 구급대원 오퍼레이션

호흡 곤란 빈도수에 따라 스마트 노이즈는 사용자 상태의 위험도를 공유하는데, 이용자 상태가 위험하다고 판단된다면, 사용자 지정 보호자에게도 알림을 받는다. 60초는 위험 인지, 120초는 위험 예상, 200초는 위험 확인으로 분류한다. 보호자와 의료 기관은 스마트 노이즈를 통해 신호 분석에 따른 환자 상태, 사고 발생 시간, 환자 위치도 알람을 받을 수 있다. 환자가 의사 표현이 불가능한 의식 소실의 상황이라고 판단하여 보호자 및 의료 기관에 연락을 취한다. 사용자 골든 타임은 서울 대학교 의과대학, 예방의학 교실 황승식 교수와 인터뷰에 의하면 3분 30초를 기준으로 설정했다.

2.2 제품 기능

2.2.1 앱 기능

2.2.1.1. 회원가입 등록 모듈

스마트 노이즈 최초 사용자는 사용자 등록 완료 후 서비스를 사용할 수 있는데, 사용자 등록을 위한 정보는 이름/사용자 ID/ 비밀번호/ 전화번호 등으로 구성된다. 전화번호 인증을 완료해야 등록이 완료되는데, 전화번호 실제 사용자와 가입자의 신원이 일치하지 않으면 공인인증서 혹은 공공 아이핀을 통해 전화번호와 연동을 통해 서비스를 활용할 수 있다.

2.2.1.2. 응급 정보 설정 모듈

스마트 노이즈 사용자들은 응급 정보 입력 후 응급 정보 입력을 위해 사용자는

Edit Info 버튼을 클릭. Edit Info 버튼 클릭 후 사용자는 혈액형, 알레르기, 앓고 있는 질병 및 질환, 보호자 정보의 이름과 관계. 그리고 연락처 수정이 가능하다.

다만, 이름은 사용자가 최초 스마트 노이즈에 등록했을 때 입력한 정보와 동일해야 함으로 원칙적으로 수정은 불가능하다. 다만, CS팀(Customer Satisfaction)에 개명 혹은 다른 사유를 통해 불가피하게 변동해야 하는 경우 일부 수정은 허용한다. 주소는 기본적으로 사용자 위치를 추적하여 앱에 자동 입력이 가능하도록 했으며, 사용자 위치 추적을 위해 추적 기능이 언제나 연동되어야 한다.

2.2.1.3. 디바이스 설정 모듈

스마트 노이즈 사용자들은 자체 개발 디바이스 없이 서비스도 사용할 수 있다. 다만, 정확하고 폭넓은 범위 소음도 감지를 위해 스마트 노이즈가 주변 디바이스 등과 연동할 수 있도록 설계가 되었다. 주변 기능과 연동하기 위해서는 앱 상단에 있는 Smart Device라고 표기된 버튼을 클릭하면, 이용자는 블루투스 연동 가능한 기기들 리스트 확인이 가능하다. 이를 통해 사용자는 해당 디바이스를 사용할 것인지 아닌지 선택할 수 있다.

2.2.1.4. 위치기반 디바이스 자동 켜기/끄기 모듈

스마트 노이즈 사용자들의 위치 추적 기능은 어플리케이션 내 활성화 및 비활성화 선택은 앱 상단, My Location on/off 설정을 통해 해결할 수 있다. 또한, 위치 추적 기능 활성화는 스마트 홈과 연동되어 있기에 사용자 귀가 시 스마트 노이즈와 이와 연동된 디바이스가 실시간으로 연동되도록 진행된다.

2.2.1.5. Mission 설정 모듈

스마트 노이즈는 응급 소음이 감지 되었을 때 사용자 의식을 확인 하기 위해 사용자에게 미션을 수행하게 한다. 수행 할 미션은 사용자가 선택 할 수 있으며 3가지 중 1개를 선택한다. 사용자는 앱 하단에 있는 Choose Mission 박스에서 수행할 미션을 선택 한다. 기본 값은 화면을 3번 탭 하는 것이다.

2.2.1.6. Mission 시작 / 완료 모듈

스마트 노이즈가 사용자의 의식을 확인하기 위해 스마트폰에 미션 수행 탭을 띄운다. 사용자가 미션을 제시한 안에 수행 완료하면 SUCCESS 화면으로 전환 된다.

2.2.1.7. 119 호출 / 취소 모듈

사용자가 미션 실패 할 경우 Smart Noise는 실패 즉시 사용자의 위치로 119 호출을 한다. 이때 사용자가 실수로 미션을 완료 하지 못 했을 경우 사용자는 호출 취소를 할 수 있다.

2.2.2 하드웨어 기능

2.2.2.1 소리 수집 모듈

사용자의 신호 데이터는 디바이스 내부의 시스템을 통해 감지된다. 유저는 원하는 장소에 임의로 디바이스를 설치할 수 있다. 디바이스의 내부에는 아두이노 보드가 들어있고, 이 아두이노가 신호를 감지하여 서버로 전송한다.

2.2.2.2 산소 활성화 모듈

디바이스는 사용자의 요구에 따라 다양한 모듈과 결합될 수 있다. 폐 질환이 있는 환자의 경우 정제된 산소를 공급받는 것이 중요하기 때문에 산소 발생기 모듈을 결합하여 사용할 수 있다. 디바이스가 서버의 신호 분석 결과를 전달받았을 때 산소 배출이 필요하다면 산소 발생기에서 공기 중의 산소를 분리해내어 제공한다. 실내 공기에서 산소를 만들어내기 때문에 별도의 탱크가 필요하지 않다.

2.2.3 소프트웨어 기능

2.2.3.1. 위험 소리 탐지 모듈

스마트 디바이스 및 스마트폰으로 수집한 가내 소리를 전송받아, 딥러닝 구조의 분류 모델을 사용하여 소리를 ‘비명’, ‘충격음’, ‘호흡 이상’ 등의 위험 신호로 분류한다. 만약 예측값이 일정 한계치를 넘는다면, 이를 위험 신호로 간주하고 사용자에게 알람을 울려, 사용자의 반응을 확인해본다. 이 때 사용자의 반응은 사용자가 미션을 수행하는지 확인을 통해 알 수 있다.

2.2.3.2. 데이터 베이스 수집 모듈

소리를 분석한 결과, 위험 상황의 소리로 탐지 되었을 경우, 그 데이터를 데이터 베이스에 축적한다. 여기서 저장된 데이터는 이 후에 위험 소리 및 분류 모델의 성능을 높이기 위해 사용될 것이다.

2.3. 사용자 특징

수도권 거주 3569세대 중 1인 가구 중심으로 서비스의 우선 타깃을 고려하고 있다. 이들은 월 5,000원 기본 구독 서비스를 통한 과금까지 가능하다고 판단하고 있으며 실제로 10만 명 이상 군집을 이루고 있어 서비스 배포를 하기에 적합하다. 이들 중에서 45% 이상은 프리미엄 서비스와 연동하여 사설 응급 차량 이용에 30% 수료를 부과하더라도 해당 서비스를 사용할 의사가 있다고 밝혔다. 서브 타깃은 비수도권 거주 3569 1인 가구라고 판단했으며 이는 특정 성별에만 타깃이 국한되지는 않는다. 또한, 스마트 노이즈는 대형 건설사와 협업도 가능하지만, 아파트 내장 기술력이 상대적으로 부족해서 2군 건설사로 평가받는 중소형 건설사 및 시공사와 연대를 통해 그들의 주요 타깃은 3569 세대의 서비스 적합도를 올려줄 수 있는 만큼 협업을 통해 서비스의 구체화 및 홍보 방안까지 논의해 볼 수 있다.

이를 통해 스마트 노이즈는 무호흡 초기 대상자 11만 명을 대상으로 서비스를 런칭하고, 이후 유의미한 소음으로 판단되는 데이터를 지속해서 확보. 동맥경화, 뇌졸

중, 심장병, 신장병 등 다양한 중병의 생활 치료에도 접근할 수 있으며, 향후에는
가내 층간 소음을 통한 정신 및 행동 장애 시장에 유의미한 데이터를 제공함으로써
다양한 질병의 치유와 치료에 이바지할 수 있다.

2.4. 제약

스마트 노이즈는 이 문서에 기술된 내용을 기반으로 구현되며, 세부 사항은 사용
자의 요구사항에 따라 변경될 수 있다. 다음은 smart noise의 제약사항이다. 1개
기기는 1명 사용자의 핸드폰에만 연동되며 최초 사용시 접근 권한을 허가를 통해
진행 가능하다. 디바이스는 최대 8시간 연속적으로 사용되므로 발열 관리가 수반되
어야 한다.

개발 방향은 가능한 성능 개선 중심으로 이뤄져야 개발해야 하며, 소스 코드 작성
에 있어, 차후 evolution이나 유지보수를 위해 충분한 주석이 동반되어야 한다. 불
필요한 리소스의 소모를 막기 위해 가능한 최적화에 힘써야 한다.

아래는 1팀 보고서에서 작성된 제약사항입니다. 각자 맡으신 파트에 맞게 수정해서
추가해주세요! 앱이 최종적으로 차지하는 용량이 과도해선 안된다. □ 데이터 다운
로드는 어플리케이션의 정상 작동 중에만 진행되어야 한다. □ eBook, 강의 콘텐츠
접근에 있어 저작권 윤리를 해치는 행위가 일어나서는 안된다. □ 개발과정에서
open source SW 가 아닌 다른 API 의 사용을 피해야 한다. □ 가능한 한 성능을
개선하는 방향으로 개발해야 한다. □ 기본 UI 를 설계함에 있어서 색각 이상자 사
용가능여부 등 다양한 변수를 고려해야 한다. □ 소스코드를 작성함에 있어, 차후의
evolution 이나 유지보수를 위해 주석을 충분히 작성해야 한다. □ 불필요한 리소스
의 소모를 막기 위해 가능한 한 최적화에 힘써야 한다.

2.5. 가정 및 종속성

스마트 노이즈는 디바이스 최소 사양 2GB, CPU 속도 16MHz 이상, 프로세서
ATmega329p가 필요하며 앱의 경우 안드로이드 6.0 이상, iOS 9.0 이상이 필요하
다. 웹 서버와 데이터 관리는 AWS와 MySQL에 의존하며 Amazon Cloud Server 환
경은 32GB의 RAM, 1TB 이상의 SSD, 512개의 CUDA Cores, GPU Memory 2GB
이상을 가정한다.

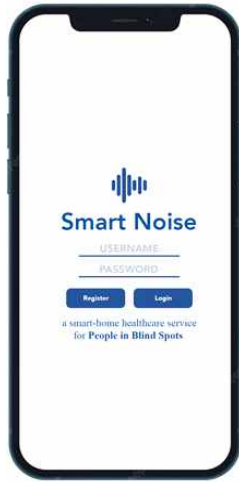
3. 요구 사항

3.1. 외부 인터페이스 요구 사항

3.1.1. 사용자 인터페이스

Flutter을 사용하여 개발을 하기 때문에 안드로이드 및 iOS에서 사용 가능합니다


로그인 페이지

Purpose	사용자 데이터를 불러오기 위해 사용
Input Values	사용자 ID + 비밀번호
Input Value Destination	Server
Data Source + Output Value	-
Relationship with other Inputs	-
Screen Configuration	인풋 필드 x 2 버튼 x 2 텍스트 x 2 이미지 x
Format and Configuration of App	<div>  <p>The image shows a smartphone screen displaying the 'Smart Noise' app login interface. At the top is a blue logo with a soundwave icon and the text 'Smart Noise'. Below the logo are two input fields labeled 'USERNAME' and 'PASSWORD'. Underneath these fields are two buttons: 'Register' and 'Login'. At the bottom of the screen, there is a small line of text: 'a smart-home healthcare service for People in Blind Spots'.</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사용자 등록 안 된 이용자, Register 버튼 클릭 2. 사용자 등록 이용자는 ID, 비밀번호 입력 후 로그인, 사용자 ID나 비밀번호가 틀렸을 경우 가입할 때 설정한 이메일로 알림


사용자 등록 페이지	
Purpose	사용자 등록을 위해 사용
Input Values	이름 + 사용자 ID + 비밀번호 + 전화번호
Input Value Destination	Server

Data Source + Output Value	-
Relationship with other Inputs	-
Screen Configuration	인풋 필드 x 4 버튼 x 2 텍스트 x 5
Format and Configuration of App	<div>  <div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사용자는 이름, 사용자 ID, 비밀번호, 연락처를 입력한다. 2. 연락처는 전화번호, 이메일 모두 포함한다. * 입력란 옆 버튼 클릭 후 전화번호 인증 3. 필요한 정보 기입 후 Complete 버튼을 클릭 후 사용자 등록 완료 </div> </div>

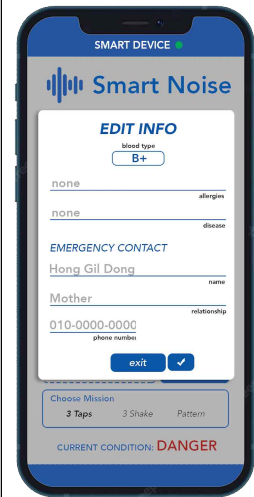
데이터 페이지	
Destination	사용자 호홉 관련 데이터를 사용자가 보기 쉽게 표기 예), 응급 정보 수정, 상태 확인
Input Values	위치 기능 ON / OFF + 수행할 미션
Input Value Destination	Server

Data Source + Output Value	(Smart Noise 디바이스) 사용자 호흡 곤란 빈도수에 따라 안전 또는 위험 신호 표기
Relationship with other Inputs	디바이스 감지된 호흡 곤란 데이터도 그래프에 표시
Screen Configuration	인풋 필드 x 2 버튼 x 2 텍스트 x 11 이미지 x 1
Format and Configuration of App	<div>  </div> <ol style="list-style-type: none"> 스마트 디바이스 연동을 위해 화면 상단에 있는 Smart Device 버튼 클릭 위치 추적 기능 ON/OFF 버튼은 호흡 곤란 빈도수 그래프 위에 위치 응급 정보 수정을 위해 EDIT INFO 버튼 클릭 가능 하단 Choose Mission 박스에서 미션 3개 중 1개 선택 가능. 사용자 상태는 앱 화면 하단에서 확인


스마트 디바이스 연동 페이지	
Destination	스마트 디바이스 연동 용도
Input Values	스마트 디바이스 사용 ON / OFF
Input Value Destination	Server

Data Source + Output Value	-
Screen Configuration	버튼 x 2 텍스트 x 1
Format and Configuration of App	<div>  <ol style="list-style-type: none"> 스마트 디바이스 사용 여부를 팝업 상단에서 선택, 앱은 주변 블루투스 연동 가능 디바이스 표시 스마트 노이즈 디바이스가 아닌 디바이스와 연동시 에러 발생. 디바이스 연동을 위해 희망 디바이스 옆 Connect 버튼 클릭 알림창 닫고 싶은 경우 하단 exit 버튼 클릭 </div>

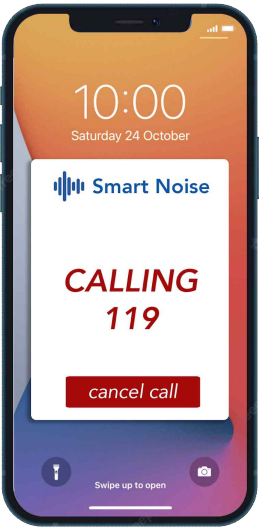
사용자 응급 정보 등록 / 수정 페이지	
Purpose	사용자 의식을 확인하기 위해 사용
Input Values	미션 수행 여부
Input Value Destination	Server
Data Source + Output Value	-

Relationship with other Inputs	스마트 디바이스에서 위험 소음을 감지시 사용자 의식을 확인을 위한 미션을 알림 창으로 공유
Screen Configuration	로고 x 1 텍스트 x 1
Format and Configuration of App	<div>  </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사용자 응급 정보 등록을 위해 사용자 혈액형, 알레르기, 앓고 있는 질환 및 질병, 그리고 보호자 정보를 입력 2. 필요한 정보 기입 후 체크 버튼을 클릭 후 사용자 응급 정보 등록은 완료 3. 현재 창을 나가려면 exit 버튼 클릭

미션 수행 페이지 #1	
Purpose	사용자 의식을 확인하기 위해 사용
Input Values	미션 수행 여부
Input Value Destination	Server
Data Source + Output Value	-
Relationship with other Inputs	스마트 디바이스에서 위험 소음을 감지시 사용자 의식을 확인을 위한 미션을 알림 창으로 공유
Screen Configuration	로고 x 1 텍스트 x 1

<p>Format and Configuration of App</p>	<div data-bbox="711 304 1347 913"></div> <div data-bbox="711 920 1347 1211"><ol style="list-style-type: none">1. 사용자 스마트폰에 미션 수행 알림 창이 띄어졌을 때 사전 선택 미션 사용자 수행2. 미션 수행 완료 후 ALERT 문구는 SUCCESS로 전환</div>
--	---

미션 수행 페이지 #2	
Purpose	사용자 의식 미확인시 119 호출을 위해 사용
Input Values	호출 취소 여부
Input Value Destination	Server
Data Source + Output Value	-
Relationship with other Inputs	사용자 미션 수행을 미이행시 현재 알람 창이 공유
Screen Configuration	로고 x 1 텍스트 x 1 버튼 x 1

<p>Format and Configuration of App</p>	<div data-bbox="715 353 1348 907">  </div> <p>1. 미션 수행 실패 시 ALERT는 CALLING 119로 변환 : 의식 상태를 상, 중, 하로 자체 기준에 의해 분류하고 의식은 존재하지만 미션 수행을 실수로 못했을 때 사용자들은 119 호출을 취소하기 위해 cancel call 버튼을 클릭할 수 있다.</p>
--	---

3.1.2. 하드웨어 인터페이스

Actor	사용자, 웹 서버
Purpose / Description	<p>디바이스는 사용자 신호를 수집하고, 이를 웹 서버로 전송. 서버에서 분석된 신호를 전달받아 환자의 동태를 확인하는 알람 공유, 추가 모듈에 따라 산소 배출 등 동작도 수행한다.</p>
Input src	<p>사용자로부터 소리 데이터와 웹 서버의 명령 신호를 input src로 사용</p>
Output destination	<p>데이터 관련 Output은 서버, 행동에 대한 Output은 사용자</p>
Timing	<p>모든 데이터는 실시간으로 처리</p>

3.1.3. 소프트웨어 인터페이스

Purpose / Description	전달받은 가내 소리를 딥러닝 기반 소리 탐지 및 분류 모델을 사용하여, 비명, 충격음, 호흡 이상 등 위험 신호 탐지 및 분류
Input Source / Output destination	사용자 / 서버
Unit	가내에서 소리 수집
Data type	raw audio waveforms
Timing	모든 데이터는 실시간으로 처리
Velocity	위험 소리 탐지 및 분류 모델 결과 분석 속도

3.2 기능적 요구사항

3.2.1. 사용자 케이스 예제 <사례 1>

Actor	스마트 노이즈 등록 사용자
Description	사용자는 Smart Noise 서비스에 등록 후 서비스 이용 가능
Normal Course	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사용자는 애플리케이션 실행 후 등록 버튼을 클릭 2. 사용자는 자신 이름, 아이디, 비밀번호, 연락처 작성 후 등록 3. 전화번호 인증 절차 진행 4. 데이터베이스를 통해 아이디 중복 여부를 확인 5. 사용자 등록 완료
Precondition	N/A
Post Condition	사용자 등록 데이터는 암호화 후 안전하게 저장
Assumptions	사용자는 이전에 서비스에 등록한 적이 없어야 한다.

<사례 2>

Actor	자신의 호흡 정보 확인 희망 사용자
Description	사용자는 애플리케이션에서 자신의 호흡 곤란 빈도에 관한 정보를 확인할 수 있다.
Normal Course	1. 사용자가 애플리케이션을 실행한다.

	2. 애플리케이션은 서버로부터 전달받은 호출 분석 데이터를 표시하며 유저는 이를 확인할 수 있다.
Precondition	서버로부터 받은 호출 분석 결과 정보가 있어야 한다.
Post Condition	N/A
Assumptions	사용자는 정상적으로 로그인을 한 상태여야 한다.

<사례 3>

Actor	스마트 노이즈 디바이스 등록 희망 사용자
Description	사용자는 Smart Noise 디바이스를 블루투스를 통해 앱과 연동할 수 있다. 디바이스는 소리 신호를 측정하여 서버로 송신한다
Normal Course	1. 사용자는 애플리케이션 실행 후 등록 버튼을 클릭 2. 사용자는 자신 이름, 아이디, 비밀번호, 연락처 작성 후 등록 3. 전화번호 인증 절차 진행 4. 데이터베이스를 통해 아이디 중복 여부를 확인 5. 사용자 등록 완료
Precondition	N/A
Post Condition	사용자 등록 데이터는 암호화 후 안전하게 저장
Assumptions	사용자는 이전에 서비스에 등록한 적이 없어야 한다.

<사례 4>

Actor	위험에 처한 사용자, 보호자
Description	사용자 상태가 위험하다고 판단했을 시, 보호자는 이에 대한 알림을 수신받는다.
Normal Course	1. 위험 소음이 감지되어 애플리케이션을 통해 사용자에게 미션 제공 2. 예를 들어 사용자가 미션 수행에 실패하는 경우 서버에서 보호자에게 알림을 전송하며, 보호자는 미션 실패를 공유할 수 있다

Precondition	사용자 위치 정보에 접근 필요
Post Condition	N/A
Assumptions	서버에 보호자 정보 등록 필요

<사례 5>

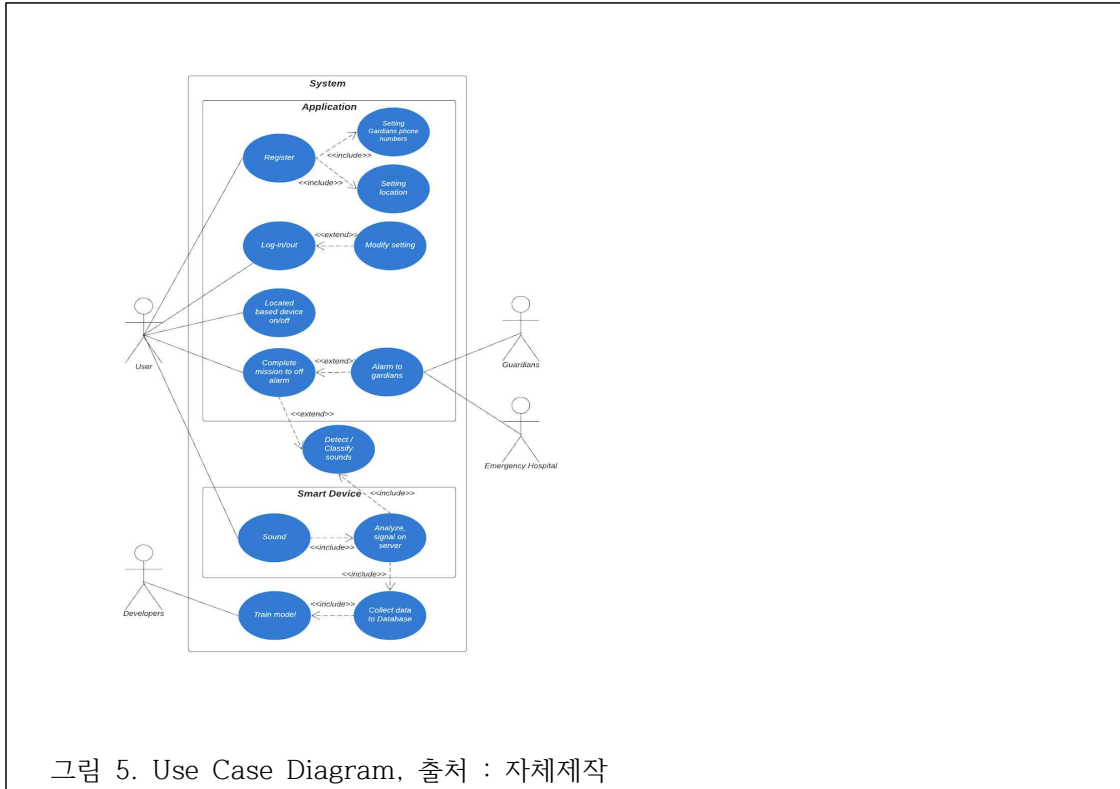
Actor	위험에 처한 사용자, 병원
Description	사용자가 위험에 처했다고 판단했을 시, 병원에 연락하여 구조 요청
Normal Course	1. 위험 소음이 감지되어 애플리케이션을 통해 사용자에게 미션 제공 2. 기령, 사용자가 미션 수행에 실패하는 경우 서버에서 병원에 연락해 119 호출
Precondition	사용자 위치 정보에 접근 필요
Post Condition	사용자가 실수로 미션을 실패했을 경우를 대비, 구조 호출은 취소할 수 있어야 한다.
Assumptions	서버에 병원 정보가 등록되어 있어야 한다.

<사례 6>

Actor	딥러닝 모델 개발자
Description	위험 소리 탐지 및 분류 모델 성능 상상을 높이기 위해, 기존에 있던 모델을 새로 수집한 데이터셋으로 학습시키거나, 이에 새로운 구조의 알고리즘을 학습시킨다.
Normal Course	1. 위험 소리로 탐지된 소리 중 예측값이 높은 데이터를 데이터 베이스에 저장한다. 2. 수집한 데이터를 학습 데이터로 해서 기존 모델을 더 학습시킨다. 3. 수집한 데이터를 학습 데이터로 해서 다른 구조의 알고리즘으로 모델을 학습시킨다. 4. 테스트 데이터셋으로 학습한 모델의 성능을 평가한다.
Precondition	정제된 데이터여야 한다. 학습 데이터셋과 테스트 데이터셋은 중복이 없어야 한다.
Post Condition	학습된 모델의 성능은 98%(AUC) 이상이어야 한다.

Assumptions	학습이 가능할 정도로 충분한 데이터셋이 구축되어 있다고 가정한다.
-------------	--------------------------------------

3.2.2 Use Case 다이어그램



3.2.3 앱 요구사항

서비스 가입	서비스 등록 사용자만 스마트 노이즈 서비스 이용 가능
약관 확인	<ul style="list-style-type: none"> - 서비스에 등록된 사용자는 서비스 약관을 확인할 수 있어야 합니다. 서비스에 등록된 사용자는 서비스 약관 내용을 확인 할 수 있어야 합니다. 서비스에 등록된 사용자는 서비스 약관에 동의 할 수 있어야 합니다. 서비스에 등록된 사용자는 개인정보취급방침 내용을 확인 할 수 있어야 합니다. 서비스에 등록된 사용자는 개인정보취급방침에 동의 할 수 있어야 합니다. 서비스에 등록하려면 사용자들은 개인정보취급방침에 동의해야 합니다.
정보 입력	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 등록을 위해 사용자들은 사용자 정보를 입력 할 수 있어야 합니다. 사용자들은 응급 정보를 입력 할 수 있어야 합니다.

	<p>사용자는 호흡 곤란 감지 시 수행할 미션을 선택 할 수 있어야 합니다.</p> <p>사용자는 표시된 정보를 변경 할 수 있어야 합니다.</p>
정보 표기	<p>응급 시 사용자가 기입한 응급 정보는 119대원에게 표기 되어야 합니다.</p> <p>디바이스에서 감지된 사용자의 호흡 곤란 빈도 수는 차트로 표기 되어야 합니다.</p> <p>호흡 곤란 빈도수에 따라 사용자의 상태를 표기 할 수 있어야 합니다.</p>

3.2.3 하드웨어 요구사항

Function	가내의 소리를 수집하고, 위험 상황 소리가 탐지되었을 경우, 산소 배출 등의 동작을 수행한다.
Description	<p>디바이스는 사용자의 신호를 수집하고, 이를 서버로 전송한다.</p> <p>만약 위험 상황 소리가 탐지되었을 경우, 가내의 산소 포화도를 높이기 위해 디바이스에서 산소를 배출한다.</p>
Inputs	가내의 소리 / 산소 활성화 여부
Source	가내의 소리를 수집 / 서버로부터 산소 활성화 여부에 대한 값을 받음
Outputs	가내의 소리 / 산소
Destination	서버 / 사용자가 있는 집 내부
Action	수집된 가내의 소리를 서버로 보낸 후, 서버로부터 산소를 활성화 시킬 지에 대한 여부를 전달 받는다. 만약 산소를 활성화 해야 한다면, 집 내부에 산소를 배출한다
Requires	<p>사용자 집 내부 여러 곳에 디바이스가 설치되어 있어야 함.</p> <p>사용자의 소리 데이터를 타인이 열람할 수 없도록 security가 필요하다.</p> <p>소리를 실시간으로 탐지하고, 이를 손실없이 웹 서버로 전달해야 한다</p> <p>아두이노가 들어갈 공간과 산소를 배출할 수 있는 통로가 필요하다.</p>
Precondition	<p>사용자의 소리 데이터를 타인이 열람할 수 없도록 security가 필요하다.</p> <p>소리를 실시간으로 탐지하고, 이를 손실없이 웹 서버로 전달해야 한다.</p> <p>아두이노가 들어갈 공간과 산소를 배출할 수 있는 통로가 필요하다.</p>

Postcondition	가내의 소리는 40 dBA 크기의 소리여야 함. / 집 안의 산소 포화도가 _%이상 될 정도의 산소양
Side Effect	외부 네트워크를 통해 서버로 데이터가 전달되므로, 개인 정보 이슈 및 보안 이슈가 있을 수 있다.

3.2.4 소프트웨어 요구사항

[The specification of detect emergency sound model]

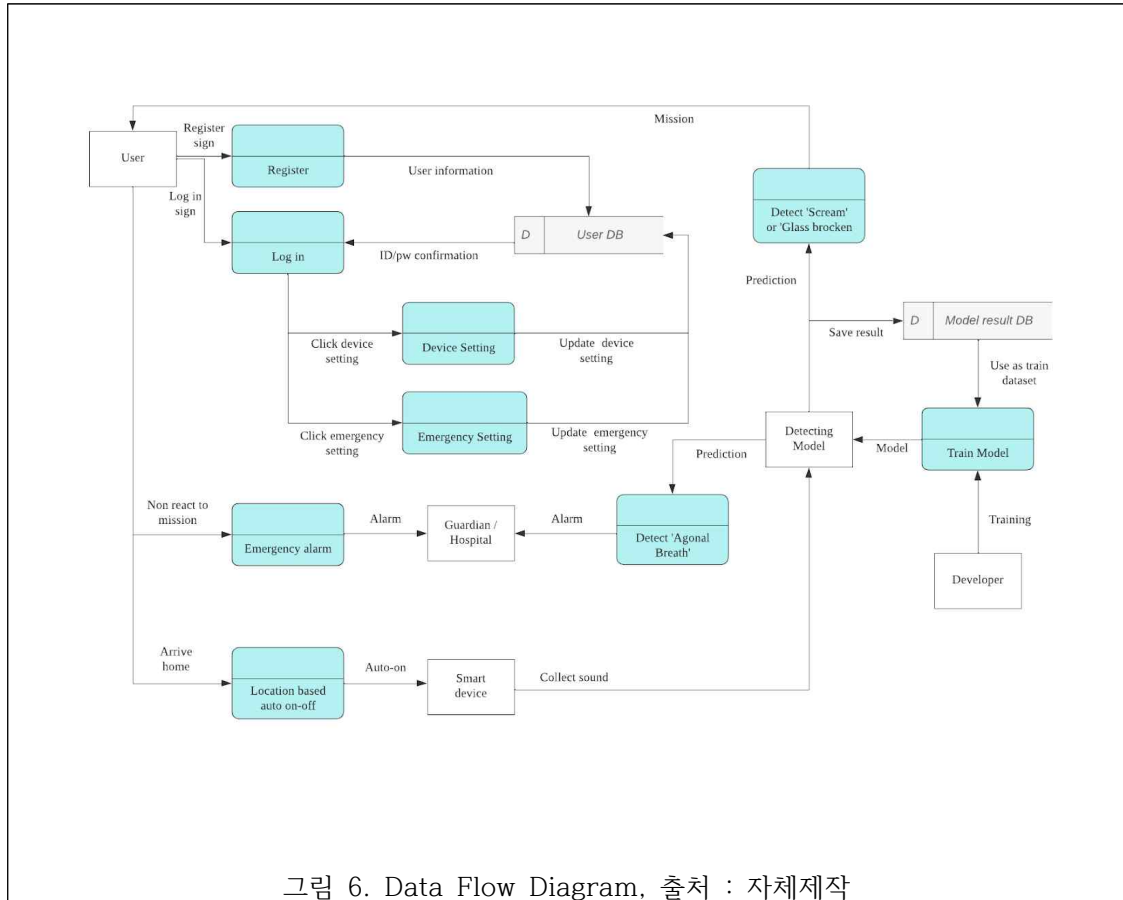
Function	위험 상황 소리를 감지해 내고, 어떠한 위험 상황인지 분류
Description	소리를 통해 가내에서 ‘비명’, ‘충격음’, ‘호흡 이상’ 등의 위험 상황을 감지해냄
Inputs	가내에서 수집한 소리 / 사용자의 반응 유무
Source	스마트 디바이스 및 스마트 폰에서 수집한 가내의 소리를 전달 받음 / 사용자에게 반응이 있는지 확인하고 결과를 전달 받음
Outputs	위험 상황 발생 유무, 위험 상황의 유형 (‘비명’, ‘충격음’, ‘호흡 이상’) / 사용자가 위험 상황에 처해 있음을 알림
Destination	스마트 폰, 디바이스 / 보호자, 응급 의료 센터의 알림 기기
Action	딥러닝 기반 위험 소리 탐지 및 분류 모델을 통해, 가내에 위험 상황이 발생했는지, 어떤 위험 상황에 노출 되었는지를 예측한다. 이 때에, 98% 이상의 예측값을 가질 때, 실제 위험 상황으로 간주하고, 보호자 및 응급 의료 센터에 위험 상황을 알린다. <세부 조건> 아래의 [위험 상황일 때의 행동 조건 요구사항] 참고

Requires	가내의 소리가 실시간으로 전달되어야 함.
Precondition	<p>사용자가 디바이스로부터 3m 이상 떨어져 있을 때, 학습된 위험 소리 탐지 및 분류 모델이 98% (AUC) 이상의 성능을 보여야 함.</p> <p>스마트 디바이스로부터 고성량의 소리를 전달받음</p> <p>위험 상황이 감지된 후, 사용자에게 알람을 보냈을 때 반응이 있는지 확인하여, 실제 사용자가 위험한 상황인지를 확인할 것을 전제로 함</p>
Postcondition	<p>위험 상황으로 탐지된 소리를 시스템 DB에 축적.</p> <p>위험 상황이 탐지된 즉시 보호자 및 응급 의료센터에 다음 데이터를 전송.</p> <p>‘비명’, ‘충격음’, ‘호흡 이상’ 중 어떤 유형의 위험 소리가 탐지되었는지</p> <p>현재 사용자의 위치</p> <p>위험 소리가 탐지된 시각</p>
Side effects	위험 상황 탐지 및 분류 모델이 잘못 예측했을 경우

[위험 상황일 때의 행동 조건 요구사항]

condition	Action
‘비명’ 및 ‘충격음’ 소리 탐지 예측값 98% 이상이며, 사용자의 반응이 1분간 없을 경우	보호자에게 위험 상황 알림
‘호흡 이상’ 소리 탐지 예측값이 98% 이상일 때	보호자에게 위험 상황 알림, 응급 의료 센터로 위험 상황 알림

3.2.5 Data Flow 다이어그램



3.3 비기능적 요구사항

3.3.1 제품 요구사항

– 비기능적 요구 사항 일부로 본 시스템이 어떻게 작동해야 하는지에 대한 요구 사항(speed, availability, capacity, reliability, usability)을 규정한다. 규정은 사항 들은 다음과 같다.

- 1) 속도 : 시스템이 특정 활동을 얼마나 빠르게 수행하는가
- 2) 이용 가능성 : 시스템을 어느 정도의 시간동안 이용 가능한가
- 3) 용량 : 시스템이 처리할 수 있는 용량이 어느 정도인가
- 4) 신뢰도 : 시스템이 얼마나 의존 가능한가
- 5) 사용성 : 시스템이 얼마나 사용하기 쉬운가

3.3.1.1. 앱 요구사항

가. 보안, 사용자들 비밀번호는 SHA256으로 DataBase에 저장

나. 정보표기, 앱 내 모든 텍스트는 폰트 Avenir로 통일. 사용자 호흡 곤란 차트 X-축은 일 단위로 표기, Y-축은 빈도수를 표기.

: 사용자 상태 표시는 위험 (DANGER)은 빨간색, 안전(HEALTHY)은 초록색 표시

□ 디바이스 연결 상태 표시는 정상은 초록색, 비정상은 빨간색으로 표기

다. 정보 입력

사용자와 보호자 전화번호를 입력할 때 010-000-0000 형식으로 표기. 응급 정보 이름 입력란에는 사용자 인증 시 사용한 이름과 동일

라. 호환성

스마트 노이즈를 사용하는 동안 사용자의 스마트폰 블루투스 및 데이터는 활성화 되어 있어야 한다. 아이폰 사용자는 iOS 9.0 버전 이상을 사용해야 하며, 안드로이드 사용자는 안드로이드 6.0 버전 이상 설치가 필요하다.

3.3.1.2. 하드웨어 요구사항

사용자가 원하는 어느 곳에서나 설치 가능해야 하며, 사용자 수면시간에도 작동은 물론, 1회 충전에 최소 8시간 이상 작동해야 할 수 있도록 평균적인 배터리 수명에 맞게 설계되어야 한다. 반영구적으로 사용 가능할 수 있도록 과도하게 무겁지 않은 선에서 내구성은 갖춰야 한다. 사용자 신호를 실시간으로 탐지 및 웹 서버로 전달 할 수 있어야 하며, 약 8시간 동안 소리 데이터를 최대한 손실 없이 탐지할 수 있어야 한다.

소리 신호는 사용자 개인 정보이자 데이터로 전달 과정에서 보안 기술이 적용이 필수다. 6m 이상 떨어진 곳에서 40dBA 크기 소리 수집 가능한 성능 탑재가 필요하다.

3.3.1.3. 소프트웨어 요구사항

- 딥러닝 엔진 서버 작동 환경

가내 소리를 항상 전달받고, 위험 소리를 탐지 및 분류해야 하므로, 해당 시스템은 언제나 사용 가능, 접속 가능해야 한다. 또한, 위험 소리 탐지 및 분류 모델을 학습 시키기 위해서는, GPU 사용이 가능한 Amazon Cloud Server 환경이 필요하다. 엔진 작동 환경의 세부 사항은 다음과 같다.

□ 적어도 32GB 이상의 RAM이 필요하다.

□ 적어도 1TB 이상의 SSD가 필요하다.

□ 적어도 512개의 CUDA Cores가 필요하다.

□ 적어도 GPU Memory 크기가 2GB 이상이어야 한다.

여기에서 속도는 사용자 위험 상황을 빠르게 탐지하고, 이를 사용자의 보호자에게 빠르게 알려야 하기에, 분류 모델 처리 시간은 적어도 1초 이하로 한다. 신뢰도를 상승시키기 위해서는 디바이스로부터 사용자가 3m 이상 떨어져 있을 때, 소리 탐지 및 분류 성능이 98%(AUC) 이상이되 외부 노이즈와 별개로 성능은 좋아야 한다.

3.3.2 조직 요구사항

해당 장에서는 비기능적 요구사항 일부로 시스템을 사용 고객과 시스템 개발자들이 속한 조직 환경적 요구사항과 개발 요구사항을 다룬다.

3.3.2.1. 환경 요구사항

본 요구 명세서에서 다루는 시스템은 IoT 가전 사업에 대한 정부의 정책에 따라야 한다. 본 시스템이 사용하는 응급 알림 서비스는 소방당국 및 의료기관 요청에 따라 기능 변경이 필수다.

3.3.2.2. 운영 요구사항

본 시스템 가입자에 대한 계정 정보 및 신호 데이터 정보는 유출되어서는 안 된다. 사용자가 보호자 지정을 거부할 경우, 보호자는 사용자 정보를 열람할 수 없다.

3.3.2.3. 개발 요구사항

개발 요구사항은 시스템을 개발하는데 있어서 개발자들이 지켜야 할 규정을 다룬다. Android와 iOS 앱 개발은 Flutter를 사용하며 안드로이드 6.0 이상, iOS 9.0 이상을 사용해야 한다.

3.3.3 외부 요구사항

해당 장에서는 비기능적 요구사항의 일부로서 외부에서 작용하는 시스템 개발 과정에 대한 규제 및 윤리 요구사항을 다룬다.

3.3.3.1. 규제 요구사항

본 시스템에서 사용하는 알림 기능은 상호 동의하에 작동해야 한다. 본 시스템에서 개발되는 모든 기능은 오픈 소스 소프트웨어 개발 규정에 맞게 사용한다.

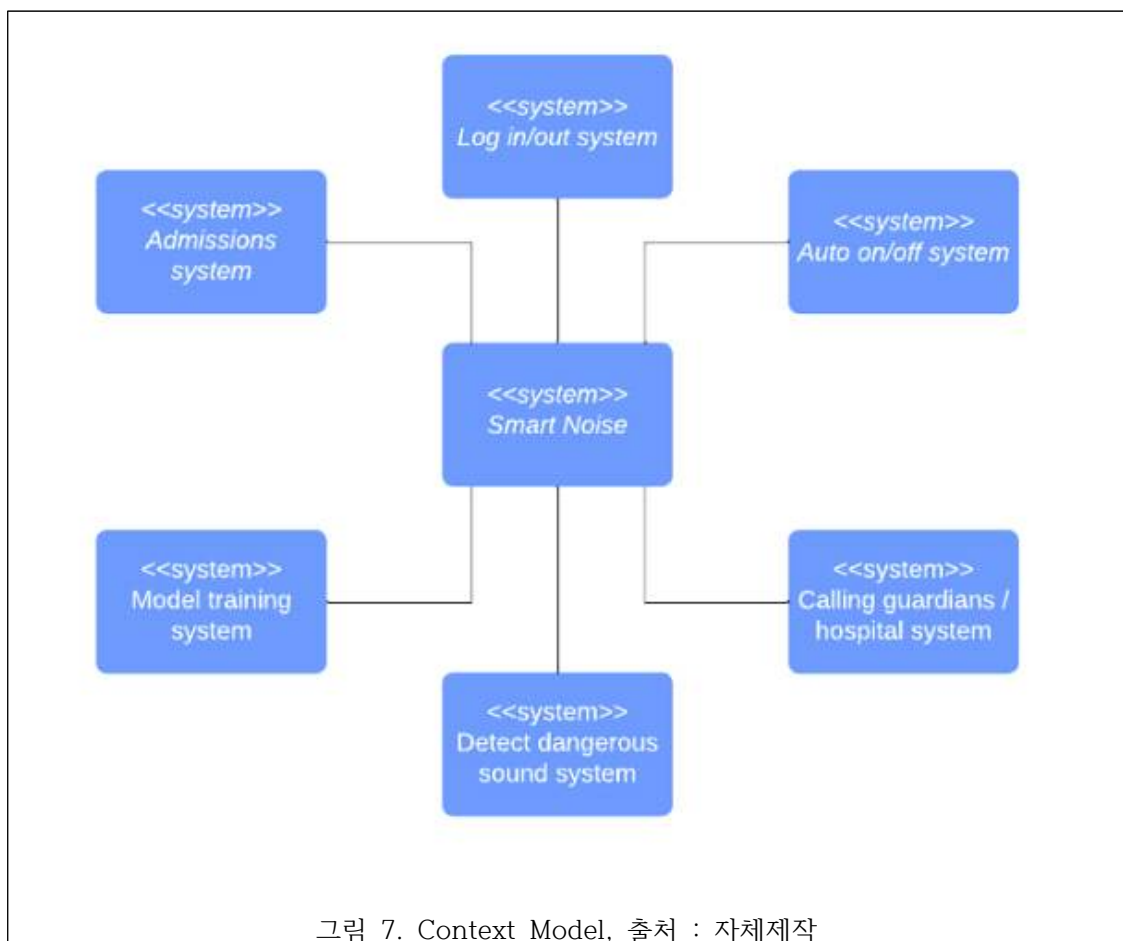
3.3.3.2. 윤리 요구사항

윤리 요구사항은 시스템이 사용에 있어서 비윤리적 행위 방지 요구사항을 다룬다. 본 시스템은 추가 모듈에 대한 비용을 제외하고는 기능에 따른 추가 금전 요구를 하지 않는다. 본 시스템이 수집하는 모든 데이터는 안전하게 보관되며, 사용자의 요청이 있거나 6개월 이상 장기 미접속 시 삭제한다.

3.4. 요구 사항 정리

3.4.1. Context Model

- Context model 다이어그램으로 시스템 내 서브 시스템 간 관계 파악 가능



3.4.2. Interaction Model

3.4.2.1. Use case diagram

use case diagram을 통해 시스템 참여 사용자와 디바이스 및 시스템 간 관계를 살펴볼 수 있다.

3.2.2의 Use case diagram 참조

3.4.2.2. Sequence Diagram

Sequence Diagram을 통해서 프로세스 진행 순서에 관해 확인할 수 있다.

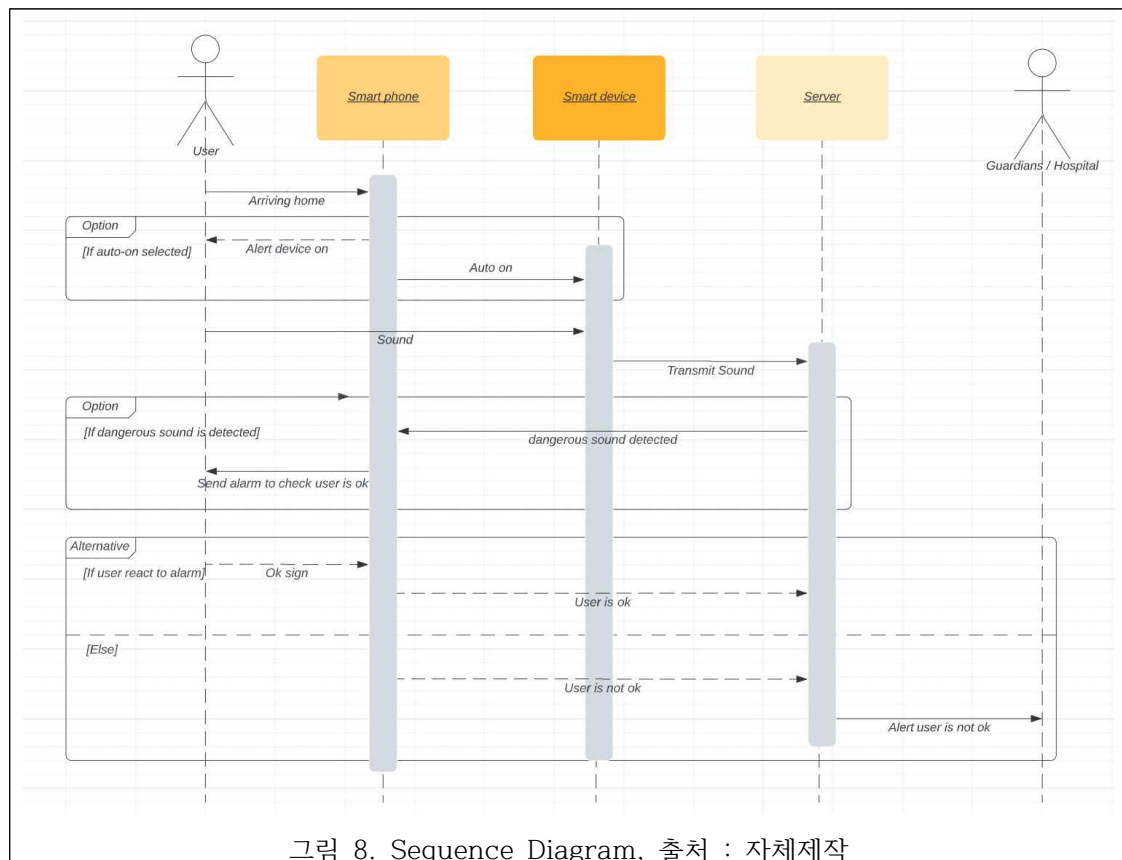


그림 8. Sequence Diagram, 출처 : 자체제작

3.4.3. Behavior Model

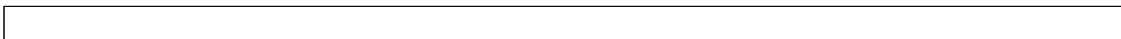
3.4.3.1. Data Flow Diagram

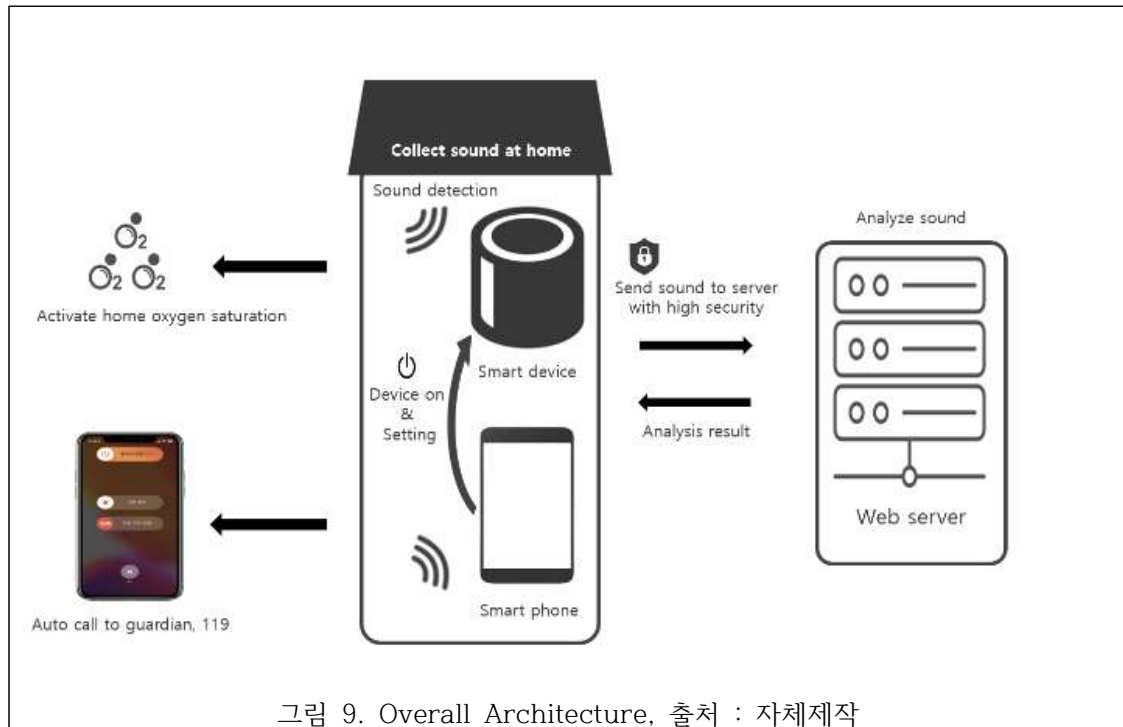
3.2.5의 Data Flow Diagram 참조

3.5 System Architecture

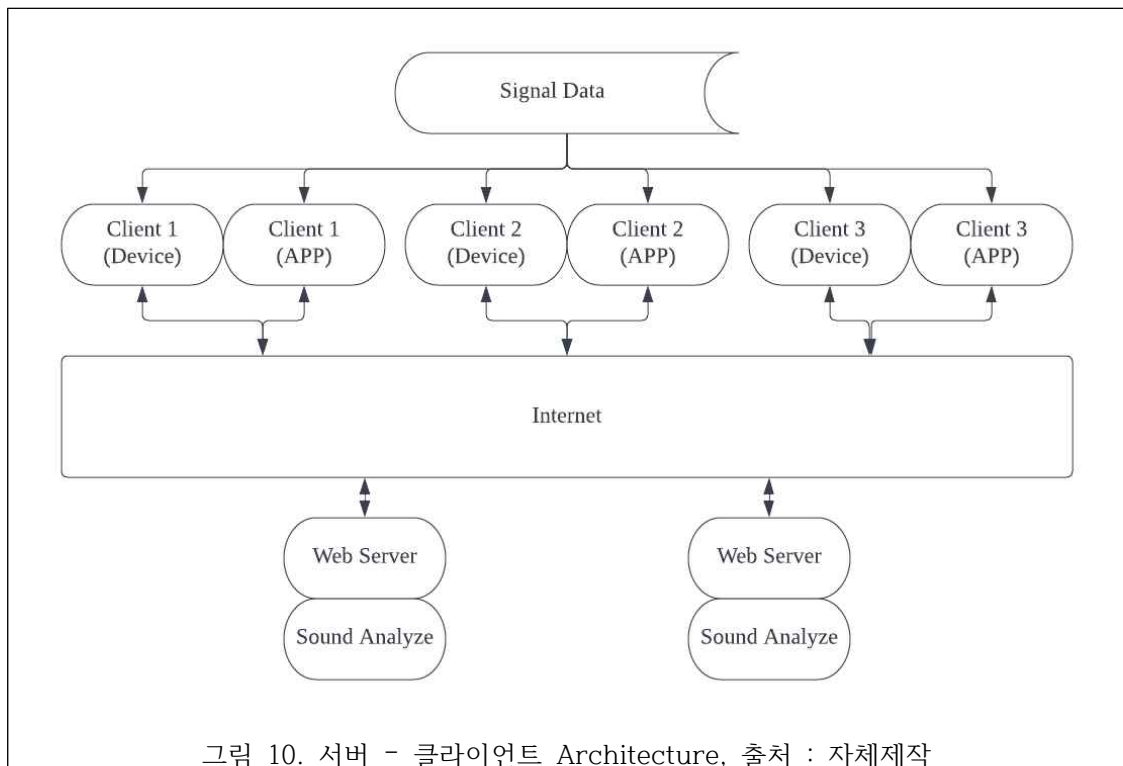
해당 장에서는 Server-Client 패턴에 기반하여 시스템 구조를 설명한다.

3.5.1 Overall Architecture



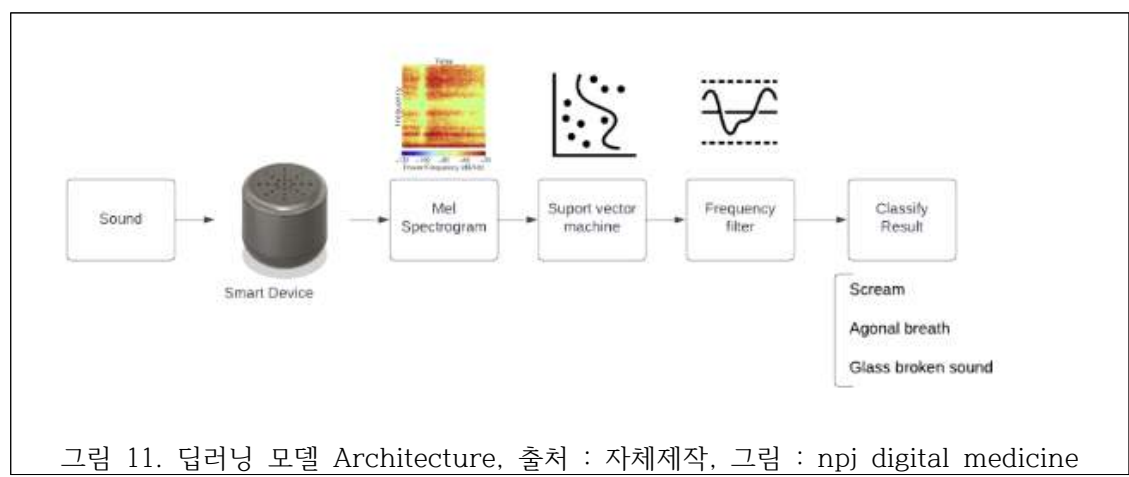


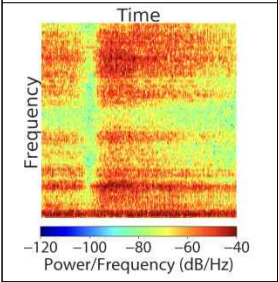
3.5.2 Server-Client Architecture



3.5.3 딥러닝 모델 아키텍처

- 딥러닝 기반 위험 소리 탐지 및 분류 시스템 파이프라인



DATA	Description
raw audio waveforms	가내 수집한 오디오 공유
<div><div>Mel Spectrogram</div></div>	위험 소리 탐지 및 분류 모델 전달되는 가내 소리는 다음과 같이 Mel Spectrogram 형태로 전처리 되어야 한다. Google VGGish model을 사용하여 audio clip을 Mel Spectrogram 형태로 feature embedding을 추출
classify prediction of audio	학습된 위험 소리 탐지 및 분류 모델을 통해 소리 분류 결과와 예측값을 반환한다.

3.6 시스템 진화

해당 장에서는 시스템 구축할 때 기본 가정에 대해 설명하고 예상되는 변화를 바탕으로 시스템 추후 발전 방향에 대해 기술한다.

3.6.1. 제한과 과정

본 시스템에서 사용되는 하드웨어 디바이스는 실제 공정을 거칠 수 없기에 3D 프린터

3DP Cubicon 310F, PLA 필라멘트를 사용하여 제작된다고 가정한다. 스마트 노이즈 온라인 플랫폼은 Flutter로 개발하고 있기에 스마트폰 이외에 웨어러블 디바이스로 사용할 수 없다. 따라서 사용자가 스마트폰 사용자여야 사용이 가능함으로 이용자가 항상 스마트폰을 지니고 있을 것이라고 가정한다. 또한 딥러닝 모델에서 위험 소리를 탐지하고 분류하기 위해서는 음질이 좋아야 하고, 적어도 40 dBA이상 소리가 감지되어야 한다는 한계가 있다. 따라서 사용자 거주지 어디에서나 위험소리가 탐지되려면, 가내 다수 공간에 디바이스가 설치되어 있어야 한다.

3.6.2. 하드웨어 진화 및 사용자 요구사항 변경

스마트 노이즈는 소리 신호를 탐지하고 이를 분석하는 것이 가장 중요하다. 따라서 하드웨어 디바이스는 단순히 아두이노를 감싸고 있는 껍데기가 아니라, 구조적으로 수음력 질을 상승시킬 필요가 있다. 또한, 추후 다양한 모듈들과 결합하게 되므로 해당 모듈들이 적절히 배치되어 제 기능을 다할 수 있도록 모델링 될 필요가 있다. 사용자가 증가할수록 모델의 정밀성이 중요해지므로, 필라멘트 대신 마그네슘 재질을 사용하여 가볍고 단단한 디바이스를 제작할 것이다.

디바이스 내부에 사용하는 아두이노의 경우, 데이터 증가에 따라 메모리 크기가 증가해야 하며, 센서들 성능도 더 좋아져야 한다. 또한, 스마트 노이즈는 호흡 관련 소음뿐만 아니라 비명과 충격음 또한 감지하여 사각지대에 있는 사용자들 안전을 확보 가능한 도움을 주는 서비스로 진화에 초점을 맞춘다. 따라서 앞으로 스마트 노이즈 앱은 어떤 소음이 감지되었는지에 따라 사용자가 수행해야 할 미션이 더욱 다양해질 것이며, 프리미엄 사용자와 아닌 사용자의 기능들 또한 다소 차별화되어 제공될 예정이다. 여기에 사용자의 보호자가 탑승한 구급차의 위치를 알 수 있도록 앱 내 실시간 지도도 도입될 예정이다.

스마트 노이즈는 클라우드 애플리케이션과 기본 IT 인프라 및 플랫폼을 사용자에게 제공하는 클라우드 컴퓨팅 형태인 SaaS(Software-as-a-Service, SaaS) 모델을 기반으로 운영할 계획이며, 사용자들은 매달 사용 과금을 통해 다양한 서비스를 경험할 수 있다. 이 중 프리미엄 서비스 이용자는 사실 119 비용 절감을 포함한 다양한 옵션이 제공될 예정이다. 무엇보다 프리미엄 사용자들은 119 호출이 가능한 제일 가까운 병원 우선순위 파악을 통해 응급 상황 시 119본부로 연락은 물론, 제일 가까운 119 호출이 가능한 병원으로 동시에 알람이 갈 수 있는 서비스를 제공할 예정이다.

3.6.3. 소프트웨어 진화

- 딥러닝 기반 위험 소리 탐지 및 분류 시스템

DB에 축적된 위험 상황 소리 데이터를 이용하여, 위험 소리 탐지 및 분류 모델을 학습시킴으로써 탐지 및 분류 정확성을 계속 상승시킬 예정이다. 학습 모델 아키텍처 구조를 개선해서, 탐지 및 분류 정확성 및 고도화에 주력할 예정이다.

[참고자료]

1. 기사

주윤지, '스마트 스피커, 심장마비를 감지한다', MEDICAL Observer

<http://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=203613>

2019.07.19.에서 2022.04.23. 인출

이석원, 잠자는 아기 호흡, 스마트 스피커로 모니터링한다?, Tech Recipe

<https://techrecipe.co.kr/posts/11914>

2019.11.05.에서 2022.04.24. 인출

김희정, 안양시 어르신 "사람 살려" 소리 감지해 119 출동한다!, 내외뉴스통신

<http://www.nbnnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=655919>

2022.02.09.에서 2022.04.22. 인출

“살려줘” 비명 듣고 보안업체 호출... AI스피커가 독거노인 돌보미 역할, 한국일보

<https://www.hankookilbo.com/News/Read/201907091662338206>

2019.07.09.에서 2022.04.25. 인출

최창현, AI 스피커의 놀라운 진화!... 비접촉식 심장 박동 모니터링 위한 세계 최초의 헬스케어 디바이스로 변신, 인공지능신문

<http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=20509>

2021.03.12.에서 2022.04.26. 인출

AI와 소리의 만남, 화장실 비명 감지하자 경찰 출동, ECONOMYChosun

http://economychosun.com/client/news/view.php?boardName=C00&t_num=13609813

2020.11.09.에서 2022.04.27. 인출

장희수, '심박수' 측정까지 가능... 날로 진화하는 AI 스피커, AI타임스

<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=137212>

2021.03.10.에서 2022.04.28. 인출

이상철, 호흡음으로 수면 무호흡 진단 가능, 후생신보

<http://www.whosaeng.com/102420>

2018.06.21.에서 2022.04.29. 인출

박찬, 음성만 듣고 심장마비 예방...美 매요 클리닉, AI 음성 분석으로 심장 질환 감지, AIT타임스

<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=143775>

2022.04.04.에서 2022.04.30. 인출

한윤창, 사운드 AI 기술을 위한 비언어적 오디오 데이터 수집과 관리, 웹진

<https://webzine.aihub.or.kr/insight/vol07/content05.html>

2022.04.29. 인출

우영탁, [주목! 바이오벤처] "소리로 건강상태 알려주는 앱 만들것", 서울경제

<https://www.sedaily.com/NewsView/1VLKBW8VNU>

2019.07.04.에서 2022.04.26. 인출

손경호, 스마트홈 기기 대부분이 보안 위협에 무방비, zdnet korea

<https://zdnet.co.kr/view/?no=20150316162103>

2015.03.16.에서 2022.04.23. 인출

오다인, 늘어나는 애플리케이션, 백엔드 보안도 생각해야 한다, 보안뉴스

<https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=55058>

2017.06.02.에서 2022.04.25. 인출

이주야, 미세먼지 기승에 산소발생기 관심 높아져, SOLAR TODAY

<http://www.solartodaymag.com/news/articleView.html?idxno=8016>

2019.02.05.에서 2022.04.27. 인출

김한식, 한국광기술원, AI 기반 실시간 소리 객체 인식·상황인지 솔루션 개발, 전자신문

<https://m.etnews.com/20220412000114?obj=Tzo4OiJzdGRDbGFzcyl6Mjp7czo3OiJyZWZlcmVyljtOO3M6NzoiZm9yd2FyZCI7czoxMzoid2ViHRvIG1vYmlsZSI7fQ%3D%3D>

2022.04.12.에서 2022.04.24. 인출

황민규, SKT “AI 스피커로 독거 노인 23명 구해... 안전망 효과 입증”, 조선비즈

https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/05/20/2020052001956.html

2020.05.20.에서 2022.04.27. 인출

임술, "침대 밑 센서나 웨어러블 착용은 불편" 무선 와이파이 기술로 편리하고 정확한 수면상태 측정 나선 에이슬립, 메디게이트뉴스

<https://m.medigatenews.com/news/2161288985>

2021.04.09.에서 2022.04.29. 인출

최윤정, 일상 속 모든 소리를 이해하는 '사운드 AI의 미래', 제주의소리

<http://www.jejuori.net/news/articleView.html?idxno=334102>

2021.10.05.에서 2022.05.01. 인출

김동원, 김준모 카이스트 교수, 아이앤나와 영유아 울음소리 분석하는 AI 개발, Ai 타임스

<http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=143462>

2022.03.15.에서 2022.04.24. 인출

이준희, 스마트홈 핵심 서비스는 '헬스케어'...월 36만원 투자 의향, 전자신문

<https://m.etnews.com/20191104000339?obj=Tzo4OiJzdGRDbGFzcyl6Mjp7czo3OiJyZWZlcmVyljtOO3M6NzoiZm9yd2FyZCI7czoxMzoid2VilHRvIG1vYmlsZSI7fQ%3D%3D>

2019.11.04.에서 2022.04.25. 인출

오인규, 코로나 시대, 스마트 기기 홈 모니터링 시스템 확산, 의학신문

<http://www.bosa.co.kr/news/articleView.html?idxno=2165162>

2021.12.27.에서 2022.04.27. 인출

폴인, [폴인인사이트] "당신의 수면점수 A+인가요?" AI로 '꿀잠' 돕는 스타트업, 중앙일보

<https://www.joongang.co.kr/article/25007456#home>

2021.09.15.에서 2022.04.28. 인출

App for Smart Speakers Uses AI to Detect Cardiac Arrest, MEDICAL DESIGN BRIEFS

<https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/insiders/mdb/stories/34716>

2019.06.24.에서 2022.04.29. 인출

2. 논문

임희택, 지대범, 양희석 and 전삼현. (2018). MFCC와 DTW를 사용한 노인 낙상사고 인지 방안 연구. 한국IT정책경영학회 논문지, 10(1), 683-687.

박중오. (2021). 클라우드 서비스 기반 스마트 홈 환경에서 안전한 데이터 통신을

위한 메시지 통신 프로토콜 설계. 융합정보논문지, 11(7), 21-30.

Lee, S. B., Song, J., & Park, A. (2020). A Trend of Artificial Intelligence in the Healthcare. The Journal of the Korea Contents Association, 20(5), 448-456. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2020.20.05.448>

이기성, 조성원, 하태민, Ngo Luong Thanh Tra and Do Chi Thanh. (2022). 2차원 변환과 CNN 딥러닝 기반 음향 인식 시스템에 관한 연구. 스마트미디어저널, 11(1), 31-37.

Rhee, J. H., & Cha, S. H. (2021). A Long-term Monitoring Demonstration of Smart Home System for the Elderly. Journal of KIBIM, 11(3), 75-90. <https://doi.org/10.13161/KIBIM.2021.11.3.075>

오원근 and 임동균. (2020). 딥러닝을 이용한 소리 분류 시 방해음의 영향 분석. 한국지식정보기술학회 논문지, 15(6), 973-981.

강성진. (2018). 스마트폰을 이용한 호흡 측정에 관한 연구. 반도체디스플레이기술학회지, 17(3), 108-112.

Baik, Ok Mi, Lee, Miyoung, Jang, Eunha, & Hong, Seokho. (2021). Smart Home Service Use among Older Adults Living Alone in Rural Areas. Health and Social Welfare Review, 41(4), 108-127. <https://doi.org/10.15709/HSWR.2021.41.4.108>

유광현. "딥러닝 기반의 비명소리 인식 및 구현." 국내석사학위논문 전남대학교, 2018. 광주

Chung, Yong-Joo. (2017). Scream Sound Detection Based on Universal Background Model Under Various Sound Environments. The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, 12(3), 485-492. <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2017.12.3.485>

Ha, T., Kang, S., & Cho, S. (2021). A Study on Hazardous Sound Detection Robust to Background Sound and Noise. Journal of Korea Multimedia Society, 24(12), 1606-1613. <https://doi.org/10.9717/KMMS.2021.24.12.1606>

Wang J, Spicher N, Warnecke JM, Haghi M, Schwartz J, Deserno TM. Unobtrusive Health Monitoring in Private Spaces: The Smart Home. *Sensors*. 2021; 21(3):864. <https://doi.org/10.3390/s21030864>

L. Abdoune and M. Fezari, "A sound database for health smart home," 2014 World Congress on Computer Applications and Information Systems (WCCAIS), 2014, pp. 1–5, doi: 10.1109/WCCAIS.2014.6916546.

Wang, A., Nguyen, D., Sridhar, A.R. et al. Using smart speakers to contactlessly monitor heart rhythms. *Commun Biol* 4, 319 (2021). <https://doi.org/10.1038/s42003-021-01824-9>

Jinwoo Kim, Kyungjun Min, Minhyuk Jung, Seokho Chi, Occupant behavior monitoring and emergency event detection in single-person households using deep learning-based sound recognition, *Building and Environment*, Volume 181, 2020, 107092, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107092>.

Dumpala, Sri Harsha & Alluri, K N R K. (2017). An Algorithm for Detection of Breath Sounds in Spontaneous Speech with Application to Speaker Recognition. 98–108. 10.1007/978-3-319-66429-3_9.

M. K. Nandwana, A. Ziaei and J. H. L. Hansen, "Robust unsupervised detection of human screams in noisy acoustic environments," 2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2015, pp. 161–165, doi: 10.1109/ICASSP.2015.7177952.

O'Donovan R, Sezgin E, Bambach S, Butter E, Lin S. Detecting Screams From Home Audio Recordings to Identify Tantrums: Exploratory Study Using Transfer Machine Learning [published correction appears in *JMIR Form Res*. 2020 Jul 8;4(7):e21591]. *JMIR Form Res*. 2020;4(6):e18279. Published 2020 Jun 16. doi:10.2196/18279

Haider Mshali, Tayeb Lemlouma, Maria Moloney, Damien Magoni. A Survey on Health Monitoring Systems for Health Smart Homes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier, 2018, 66, pp.26–56. [10.1016/j.ergon.2018.02.002](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.02.002). [ff10.1016/j.ergon.2018.02.002ff](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.02.002). [ffhal-01715576](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.02.002)

Chan, J., Rea, T., Gollakota, S. et al. Contactless cardiac arrest detection using smart devices. npj Digit. Med. 2, 52 (2019).
<https://doi.org/10.1038/s41746-019-0128-7>

3. 인터뷰

황승식, 서울대학교 의과대학 예방의학 교실
강대희, 서울대학교 의과대학 예방의학 교실
박수경, 서울대학교 의과대학 예방의학 교실
신애선, 서울대학교 의과대학 예방의학 교실
박규남, 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실
최경호, 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실
이운정, 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실
윤준성, 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실
손미아, 강원대학교 의학전문대학원 예방의학 교실
이상아, 강원대학교 의학전문대학원 예방의학 교실
조희숙, 강원대학교 의학전문대학원 예방의학 교실
최지훈, 강원대학교 의학전문대학원 응급의료센터
강민성, 수원시 소방서 팀장
문상길, 서울시 종로구 소방서 팀원
정기성, 원광대학교 소방행정학과 교수
이승훈, <Daum-Kakao AI 플랫폼 팀 차장>
이태일, <現 스포츠투아이 대표, 前 NC 다이노스 대표, 前 네이버 이사>
금현창, <現 스포츠투아이 부사장, 前 네이버 이사 - 스포츠셀 팀장>
김민규, <네이버 AI 콘텐츠 기획팀 매니저>
유기준, <도봉구청 사회복지과 6급 공무원>