

재난·재해 및 범죄 현장의 요구조사 생체신호 및 위치 정밀 탐지 기술

- 어둠속 미약한 시그널을 찾아 디지털 골든타임의 한계를 다시 정의하다. -

DETECT&RESCUE: Precision DETECTION Technology for the Survival Signals and Location of Persons in Need of RESCUE at Disaster and Crime Scenes

문서번호

ASTRA04_2601PPR1

담당PM

박준성 책임PM

세부사업명 [내역사업명]	미래개척융합과학기술개발사업[미래융합융합기술파이오니어(도전형 - 한계돌파 R&D)]				
지원정보 (과제별)	[기간] 트랙① 6년(3단계: 2+2+2) 트랙② 4년(2단계: 2+2) [규모] 연간 4억원 내외	공모유형	☐ 지정공모 ☒ 품목공모(분야공모) ☐ 자유공모	보안과제 여부	☐ 보안 ☒ 일반
지원 과제 수	3개 내외	세부 프로그램	트랙① 생체신호 및 위치 탐지 트랙② 3D 정밀 위치 탐지	연구개발 기관구성 요건	-

1. 연구주제 개요

□ 한계돌파 질문

- ① 네팔 산사태 처럼 붕괴된 동굴이나 화재나 범죄로 인해 건물 내부에 고립된 사람의 호흡·심박·움직임 등의 생체신호 및 위치를 RF 센싱과 이미징을 이용하여 원격으로 탐지해 낼 수 있을까?
- ② GPS·WiFi 인프라가 완전히 차단된 건물 내부의 극한 환경에 놓인 사람의 3D 위치를 (층수 + 수평반경 5m) 이내의 정밀도로 건물 외부에서 탐지해 낼 수 있을까?



□ 핵심내용

- 대형 건축물 화재, 지진 및 복합 건축물 붕괴, 산악·해양 조난, 네팔의 산사태에 따른 매몰 등 국가적 재난·재해 현장이나 인질·감금 등 강력 범죄 현장에서, 구조요원이 시각적으로 확인이 어려운 극한의 고립 공간에 존재하는 요구조자의 생체신호와 위치를 비접촉·원격 방식으로 신속·정밀하게 탐지하기 위한 기술 개발
 - 재난·재해의 시나리오는 ① 건물 화재에 따른 고립(실내), ② 건축물 붕괴에 따른 매립(실내 및 반실내), ③ 산악 및 해양 조난(실외), ④ 범죄현장 고립(실내)을 대상으로 하고, 크게 실내와 실외를 구분하여 다양한 기술적 접근 및 제안이 가능
 - 생체신호는 호흡, 심장박동, 체온, 움직임, 소리 등을 의미하며 장애물 투과 또는 관통이 가능한 능동형 RF 센싱 및 이미징 기술을 복합적으로 활용하여 요구조자의 현재 상태를 생체신호감지율 96%, 인체움직임탐지율 99% 이상으로 파악하고 거리와 방향 측정을 통해 위치 탐지에도 보완적 역할을 할 수 있는 수준을 목표
 - 건물 실내의 경우 사고 발생과 동시에 GPS·WiFi 인프라가 차단된다는 시나리오를 전제로 요구조자가 위치한 층수와 최대 5m 수평반경 이내(방 단위의 구별)의 탐지 정확도, 실외에서는 지상이나 항공을 통해 구조대가 탐지된 위치 정보만으로 바로 요구조자에게 접근할 수 있는 5m 반경 수준의 정확도를 목표
 - 재난·재해 및 범죄현장의 요구조자가 고립된 세부 상황은 매우 다양하고 복잡하므로, 현장의 세부 시나리오별로 가장 최적의 기술적 접근방안을 설정하고 도전적 연구방향과 목표를 제시
 - 소방이나 경찰 등 기술의 최종 수요자가 어떤 형태로든 연구에 참여하여 연구 방향과 중간결과 등에 대한 자문을 수행해야 하며, 연구의 최종결과는 논문이나 특허 형태가 아닌 현장 실증으로 목표 달성에 대한 검증 필요
- 본 연구주제의 세부과제는 크게 2개의 트랙으로 구성 : ① 능동형 RF 센싱 및 영상 기반으로 요구조자의 미세한 생체신호를 ‘범위 탐색’ 수준의 위치(거리와 방향)와 함께 검출하는 기술 개발 및 실증; ② 사고 발생과 동시에 GPS와 WiFi 인프라가 완전히 차단된 극한 환경에서 요구조자의 위치를 (실내) 건물 층수와 방 단위(5m 반경), (실외) 5m의 반경의 정밀도로 탐지하는 기술 개발 및 실증
 - ①번 트랙과 ②번 트랙 공히 다양한 측정 데이터의 학습을 통해 최종 위치 탐지나 생체신호 검출에 AI를 활용하는 방안도 연구범위에 포함될 수 있음
 - 연구 제안자는 2개의 세부 트랙별로 제시된 문제를 해결하기 위한 시나리오와 연구방향을 제안할 수 있음

2. 추진배경 및 기대효과

□ 글로벌 현황 및 한계

[트랙 ①]

- 통신기기 신호 기반 위치 파악의 한계를 보완하는 능동형 RF 센싱 기술의 활용
 - 개인 통신기기 신호를 활용한 위치 파악 방법이 존재하나, 재난 시 기기 망실·파손·배터리 방전 등으로 통신 기능 상실 가능 → 통신 기능 상실 시에도 외부에서 능동적으로 요구조자를 탐색할 수 있는 RF 센싱 기술 유용
 - 위치 탐지뿐 아니라 호흡·심박 등 생체정보를 비접촉 방식으로 획득하여 생존 여부·신체 상태 파악 가능
- 능동형 RF 센싱 기반 위치 탐지·비접촉 생체정보 추출 기술에 대한 관심 증가
 - 벽체·장애물 뒤 사람의 존재 여부와 생체 정보를 비접촉 방식으로 추출하는 연구 활발
 - 신호처리와 인공지능을 결합하여 인간 활동 인식 및 생체정보 추정 정확도를 향상시키는 연구 진행
- UWB 기반 저주파 대역 RF 센싱 기술 개발 동향
 - 수 GHz 대역의 비교적 낮은 주파수를 활용하여 벽체 등 장애물에 대한 투과 특성 확보
 - 장애물 건너편 사람의 존재 여부와 인체 움직임에 따른 생존 여부를 원격에서 파악하는 기술 개발 중
- 60GHz 이상 밀리미터파 기반 고주파 RF 센싱 기술의 급속한 발전
 - 높은 주파수 및 넓은 대역폭을 활용하여 높은 거리·각도 분해능 확보
 - MIMO 안테나 및 빔포밍 기술과 결합하여 사람의 위치·움직임을 정밀 추적
 - 호흡·심박 등 미세 변위 정보를 정확한 수준으로 추출 가능하다는 장점
- 그러나, 벽체를 사이에 둔 고정밀 생체정보 추출은 여전히 미해결 난제
 - 벽체의 재질·두께·수분 함량 내부 구조에 따라 RF의 감쇠·반사·굴절 특성이 크게 상이
 - 벽체 자체의 강한 클러터와 다중경로·허위표적이 미약한 생체신호를 압도할 우려
 - 붕괴 등 재난 상황의 불규칙·복잡한 장애물 형태로 인해 정확한 위치·생체정보 추출이 더욱 곤란
- 저주파(UWB)·고주파(밀리미터파) 대역 기술은 상호 트레이드오프 관계
 - 저주파 대역 UWB 기술: 투과성·거리 분해능 우수하나 RF 출력·전력밀도 규제로 장거리·고SNR 생체신호 측정에 제약

- 고주파(밀리미터파) 기술: 공간 분해능·미세 움직임 검출 능력 우수하나 주파수가 높아질수록 벽체 투과 손실 증가
- 높은 투과성과 높은 공간·생체신호 분해능의 동시 확보는 현재 기술의 중요한 트레이드오프

○ 저주파·고주파 대역 기술의 상호 보완적 통합이 향후 기술 발전 방향

- 저주파 대역의 우수한 투과 특성과 고주파 대역의 높은 공간 분해능·미세변위 감도의 상호 보완적 활용
- 벽체·환경 특성에 대한 전자기 모델링, 다중안테나·빔포밍, 고급 신호처리 및 AI 기반 생체신호 분리·추정 기술의 통합 필요

〈 RF 센싱 기술의 최고 도달 정밀도 (SOTA) 〉

성능지표	단위	최고수준 정밀 (보유국/보유기관)
SAR 영상 공간 분해능	m	0.25 (핀란드 / ICEYE)
SAR 관측 후 피해정보 산출 시간	h	6 (핀란드 / ICEYE)
저주파투과레이다 탐사 심도	m	30 (미국 / GSSI)
고주파레이다 각도 분해능	도(°)	0.4 (독일 / Univ. Ruhr)
생체 신호 감지율	%	95.9 (그리스 / Univ. West Attica)
마이크로 도플러 기반 인체 움직임 탐지 확률	%	99 (중국 / 남경우전대)

* 지표 정의

- **SAR 영상 공간 분해능**: SAR (Synthetic Aperture Radar) 기반 획득 영상에 나타난 두 표적을 서로 분리하여 식별할 수 있는 최소 거리 차이
- **SAR 관측 후 피해정보 산출 시간**: SAR 관측 후 획득된 데이터에 기반하여 피해 정보를 산출하는데 소요되는 시간
- **저주파 투과센싱 탐사 심도**: 저주파 능동 센서가 장애물을 투과하여 탐지할 수 있는 깊이
- **고주파 센싱 각도 분해능**: 고주파 능동 센서가 유사한 거리에 위치한 두 표적을 서로 분리하여 식별할 수 있는 최소 각도 차이
- **생체 신호 감지율**: 지정된 환경에 처한 대상자의 호흡수나 심박 등의 생체 신호를 신뢰성 있게 식별해 낼 비율
- **마이크로 도플러 기반 인체 움직임 탐지 확률**: 지정된 영역 내에서 인체 움직임이 있을 때, 클러터 등 잡음과 분리하여 움직임이 발생한 것으로 옳게 판정할 비율

[트랙 ②]

○ 긴급구조를 위한 위치 확인 기술은 스마트폰 GNSS, 이동통신 기지국 기반의 위치 추정, WiFi/Bluetooth 기반의 실내 측위, UWB 기반 근거리 정밀 측위, 재난현장의 드론 활용, 공공안전 통신망 기반의 구조 지원 등으로 발전 중

- 대부분의 기술은 평상시 구축된 인프라 또는 정상 작동하는 단말 기능을 전제
- 대형 재난과 같이 인프라가 훼손되거나 구조대원의 접근이 불가능한 환경에서는

요구조자 위치를 수m~수십m 수준으로 신뢰성 있게 확보하는 데 기술적 한계 존재

- 학계에서는 여러 지점에서 수신한 기지국의 신호 세기(RSSI, Received Signal Strength Indication)를 기반으로 발신 단말 위치를 역추적하는 측위 기술을 널리 연구해 왔으며 별도의 하드웨어 변경 없이 기본 인프라를 활용할 수 있다는 장점
 - RSSI 단독 지표 활용 시 정밀도는 한계가 존재하며 AI·다중 센서 융합 기술과 접목 시에는 명확한 성능 향상
 - RSSI 취약점 해결을 위해 단순히 거리 감쇄 모델을 적용할 경우 벽체 반사나 회절로 인해 오차가 수십 미터까지 폭증하는 것을 완화하기 위한 기술을 연구
 - 특정 공간의 신호 세기 분포 패턴을 미리 수집해두고, AI 모델(Autoencoder, LSTM, Spatial Transformer)을 통해 단말의 실시간 RSSI 벡터와 대조하는 딥러닝 기반 무선 핑거프린팅(Deep Fingerprinting) 기술을 연구
- 제로-인프라 지향 멀티모달 센서 융합 및 기압 기반 고도(층) 추정 기술은 긴급 구조 표준화 흐름에 맞춰 스마트폰 내장 기압계를 활용한 수직 위치(Z축) 추정 연구 활발
 - 기압은 날씨 변화 및 실내 공조시스템에 따른 기압 변동에 취약하다는 한계가 있으며, 이를 극복하기 위해 인근 기상청 관측소, 기지국 기준점, 또는 클라우드 소싱 단말 간 차분 기압 필터링 기법이 표준적 해결책으로 연구
- 음향 신호 기반 실내 센싱 및 구조체 파동 해석 기술은 스피커·마이크를 활용한 초음파 기반 ToF(Time of Flight) 및 TDoA(Time Difference of Arrival) 측위 연구
 - 신호를 방해하는 장애물로 여겨지던 콘크리트 벽체, 문 틈새, 복도 구조를 역으로 활용하여, 회절과 누설 경로를 물리 음향 모델로 해석해 방 경계를 구분하려는 융합 연구가 대두
- PDR(Pedestrian Dead Reckoning) 누적 오차 극복 및 무도면 SLAM(Simultaneous Localization & Mapping) 기술 연구도 진행 중
 - IMU(가속도·자이로) 기반 PDR은 필연적으로 표류 오차가 발생하므로 이를 보정하기 위해 실내 지도를 자가 생성하는 Graph SLAM 및 파티클 필터 연구가 발전
- MIT WiTrack과 같이 사람이 별도 장치를 소지하지 않아도 신체에서 반사되는 RF 신호를 이용해 3차원 위치를 추적하는 기술 연구도 진행 중
 - 제한된 실내 환경에서는 높은 정확도를 보이지만, 대형·복잡 건물과 다중벽 환경으로 확장하기 어려움
- 건물 주변 여러 송수신기 사이의 전파 감쇠 변화를 분석해 사람이 존재하는 위치를 영상처럼 복원하는 기술
 - 건물 주변에 다수의 센서를 배치해야 하며, 고층·대형 건물에서는 설치와 3차원 측위가 어려움

〈 측위 기술별 한계점 〉

구분	주요 한계
GNSS 기반 측위	실내·지하·도심 협곡·붕괴 등에서 위성신호 차단 및 다중경로로 수신 신호가 약해 위치 파악 어려움. 또한, 수직 위치 정확도 파악의 한계 존재
이동통신 기지국 기반 측위	측위 성공률이 높으나, 정확도가 낮은 단점이 있음. 시내에서는 100m 이상의 오차, 교외 또는 산악 지역에서는 수 km 수준의 오차 발생
WiFi/Bluetooth 기반 실내 측위	실내에서 50m 수준의 위치 오차, 화재·정전·붕괴 시 인프라 손상 가능성이 높으며 층수 판별이 어려움
UWB 기반 정밀 측위	단말 및 앵커의 UWB 탑재·운용이 전제되며, 광역 탐색에는 한계가 있음
기압계를 이용한 고도 측정	휴대폰에 내장된 기압계를 활용하여 고도 추정, 인체와의 접촉이나 단말의 발열 등으로 인해 정확도가 떨어짐.
PDR(스마트폰 IMU)	저품질 관성 센서 노이즈로 인해 시간 경과 시 오차(Drift) 누적 보정용 앵커나 도면 매칭 없이는 수 분 내 위치 궤적 왜곡

〈 평상시(비재난) 환경별 최고 도달 정밀도 (SOTA) 〉

구분 및 환경	최고 수준 정밀도(오차범위)	주요 적용 기술 및 방식
셀룰러 기지국 기반 (실외·도심)	수십m ~ 100m 내외	다중 기지국RSRP/RSSI 삼변측량 + 지리적 경로손실 모델 보정
실내 근거리 (단순 RSSI 삼변측량)	2m ~ 5m	로그-거리 경로손실 모델(LDPL) + 칼만 필터(Noise 정제)
실내 WiFi/BLE (Fingerprinting)	1m ~ 2m (상위5%는 서버미터)	사전 무선 맵핑(Radio Map) + 딥러닝 (CNN, Transformer) 패턴 매칭
복합 융합 측위 (실내 복합 환경)	0.5m ~ 1m 미만	RSSI Fingerprinting + 스마트폰 IMU(PDR 보행자 항법) 융합

□ 기획 의도

- 화재·건축물 붕괴·조난 등의 재난·재해 및 인질·감금 등의 범죄 현장에서, 구조요원이 시각적으로 확인이 어려운 공간에 존재하는 **요구조자의 위치와 생존 여부 및 신체 상태를 현장 근처에서 신속·정확하게 파악할 수 있는 기술은 구조의 골든타임을 확보하기 위한 국가·사회적 현안 해결의 관점에서 절대적으로 필요**

- 관련된 기술을 확보하기 위해 지난 30년간 다양한 R&D가 추진되었으나, 최근에

발생하는 사건·사고에 한정된 시나리오에만 집중해 왔고 장기적인 안목에서 완결성있는 탐색 시나리오 및 탐지 기술에 대한 R&D는 미흡. 돌파해야 할 기술적 한계도 높고 개발에 따른 경제성이 낮은 이유

- 가장 활용성이 높은 휴대폰과 주변 기지국간의 거리를 이용한 위치 측위도 신호 크기를 기반으로 한 삼각측량을 활용하고 있어 오차가 수백m~수km 수준
- 휴대폰 자체의 위치 측위는 GPS/GNSS를 기본으로 WiFi 정보를 DB화 해 보완적으로 활용하는데 건물 실내의 경우 GPS/GNSS를 통한 측위가 불가능하고, 재난·재해 현장에서는 WiFi도 동작하지 않거나 망실된 경우가 많아 활용성이 크게 떨어지므로 이를 보완하거나 대체할 기술이 필요

* 경찰의 실종자 위치추적에서 GPS와 WiFi 방식의 위치정보 회신율은 각각 21.8%, 25.4%에 불과해 10건 중 7~8건은 정밀 위치 확보에 실패(조선일보, 2026.10.06.)

- GPS/GNSS를 통한 정확한 측위가 가능한 실외의 경우에도 휴대폰이 정상적으로 자기의 위치를 기지국을 통해 전파할 수 있는 경우는 많지 않고, 휴대폰의 종류(외국산, 저사양폰, 구형 등은 기능 제한)에 따라서도 이 기능은 천차만별. 이러한 다양성도 기술적으로 극복해야 할 한계
- 따라서, 휴대폰 자체의 GPS/GNSS 또는 기지국을 활용하는 측위 기능의 한계를 돌파해서 요구조자의 실내외 위치를 정밀하게 탐지할 수 있는 혁신 기술에 대한 아이디어와 개발이 본 연구주제의 기획의도

○ 재난·재해 현장은 고온·유독가스·추가 붕괴 위험이나 범죄 현장에서의 위해 가능성 등으로 구조·경찰 인력의 즉각적인 진입이 제한되는 경우, 안전한 외부 위치에서 내부 인원을 비접촉·원격으로 탐지할 수 있는 기술이 요구

- 특히 화재 및 붕괴 현장에서는 요구조자의 생존 가능성이 시간에 따라 급격히 감소할 수 있으며, 범죄 현장에서도 신속한 대응이 요구되므로, 골든타임 내에 요구조자의 존재 여부, 3차원 위치 및 생존반응을 파악하는 것이 매우 중요
- 국내외 대형 화재나 건축물 붕괴 현장에서도 구조대상자가 건물 내부에 있거나 매몰되어 있을 가능성을 인지하고 있음에도 정확한 위치 파악의 어려움으로 인해 탐색 및 구조에 장시간이 소요되어 희생자가 늘어나는 안타까운 사례가 지속적으로 발생
- 이러한 상황에 있어 RF는 매우 유용한 도구로 사용될 수 있으며, 요구조자의 휴대폰이 동작하지 않거나 망실된 경우 레이더와 같은 능동형 RF 송수신 기술을 활용하여 요구조자의 위치와 생체신호를 비접촉으로 탐지 가능. 다만, 벽체·잔해 등 복잡한 RF 장애물의 극복이라는 높은 한계를 돌파하는 것이 본 연구주제의 기획 의도

□ 기대효과

○ (사회·경제적 효과)

- 인명 피해 최소화를 통해 국가 인명 구조 성공률 획기적 제고 및 디지털 골든타임 사수
- 화재 발생 시 질식 한계 시간(5분) 및 붕괴 매물 생존 한계(72시간) 이내에 요구조자의 정확한 3차원 위치를 특정함으로써 수색 시간을 평균 70% 이상 단축하고 사망·중상자를 획기적으로 감축
- 내부 위험 상황(화염 확산 경로, 붕괴 위험 구역)과 요구조자의 생존 좌표를 사전 인지한 상태에서 최단·최적 진입로를 설정하여 구조대원의 2차 조난 및 순직 사고를 원천 차단하여 소방 및 경찰의 작전 안정성 극대화
- 국가 재난관리 비용을 절감하고 공공 치안의 수준 도약을 통해 사회·경제적 비용 절감
- 대형 사회적 참사 발생 시 소요되는 장기 수색 비용, 사회적 갈등, 보상 및 복구 비용 등 연간 수조 원에 달하는 간접 비용을 대폭 경감

○ (과학·기술적 파급효과)

- 이동통신, 무선측위, RF 센싱, 멀티모달 센싱, 클라우드 소싱, 드론, 안테나, 신호처리, 인공지능 등을 결합한 고부가가치 융합기술을 확보
- 소방·경찰·해경·산림구조·국방·산업안전·스마트시티·공공안전통신 등으로 활용 영역을 확대
- 다중무선신호 기반 탐지·측위 알고리즘, 약신호 수신기, 지향성 안테나, 드론 탑재 신호측정기, 멀티모달 센싱 및 클라우드 소싱을 통한 실내 측위 기술 등에서 특허 및 사업화 기반 확보
- 긴급구조용 위치정보 인터페이스, 신호측정 데이터 형식, 위치 신뢰도 표현 방식, 구조지원 서비스 연동 규격 등에 대한 표준화를 추진함으로써 국내 기술의 표준화 확산 기반 마련
- 본 연구를 통해 축적된 많은 실측 데이터를 활용한 재난·재해 대응을 위한 AI 파운데이션 모델 개발

○ (수혜자)

- 소방청(중앙 119구조본부, 시·도 소방본부 119구조대): 화재·붕괴현장 초기탐색 및 인명 구조 표준장비로 도입
- 경찰청(경찰특공대, 형사과 강력계, 실종수사팀 등): 인질·감금 현장 내부정찰 및 치매 노인·실종자 정밀수색에 활용
- 해양경찰청 및 국방부(특수수색대, 탐색구조전대 등): 해상전복 선박 선실내 에어포켓 생존자 탐색 및 산악 조난작전 투입

- 일반국민 및 재난 취약계층: 초고층 빌딩, 지하 다중 이용시설, 노후 복합건축물 거주자의 생명안전망 대폭 강화

3. 과제 목표 및 범위

□ 최종 목표

○ [트랙 ①]

- RF 센싱과 이미징 기반의 다양한 리모트 센싱 기술들을 복합적으로 활용하여 요구조자의 호흡, 심장박동, 체온, 움직임, 소리 등의 생체신호를 탐지·분석한 후 요구조자의 현재 상태를 생체신호감지율 96%, 인체움직임탐지율 99% 이상으로 파악하고 거리와 방향 측정을 통해 위치 탐지에도 보완적 역할을 할 수 있는 수준을 목표
 - 연구 2단계에서는 실제 재난·재해 및 범죄 현장과 유사한 모델을 통한 실험실 수준의 실증 (실제 현장의 다양한 변수 및 시나리오에 대응하는 수준의 검증) 및 인명 탐지 성능 평가 방안 제시
 - 연구 3단계에서는 붕괴 현장과 유사한 복잡한 구조의 건물 실내에서 현장 실증 및 제조 기업과 협력하여 기술이전과 상용화 방안에 대한 로드맵 수립
- ※ 연구기간과 단계별 목표는 과제 선정 후, 책임PM과의 협의로 확정

○ [트랙 ②]

- 재난·재해 및 범죄 현장의 건물 실내에서 GPS와 WiFi 인프라가 완전히 차단된 극한 환경을 전제로, 요구조자가 위치한 층수와 최대 5m 반경 이내(방 단위의 구별)의 3D 탐지 정확도
 - 실외에서는 GPS와 WiFi를 통한 측위가 불가능하거나 측위 정보를 구조인력에게 전달하는 것이 불가능한 상황을 전제로, 지상이나 항공을 통해 구조대가 탐지된 위치 정보만으로 바로 요구조자에게 접근할 수 있는 5m 반경 수준의 정확도
 - 연구 1단계에서는 실제 재난·재해 및 범죄 현장과 유사한 모델을 통한 실험실 수준의 실증 (실제 현장의 다양한 변수 및 시나리오에 대응하는 수준의 검증) 및 인명탐지 성능 평가 방안 제시
 - 연구 2단계에서는 재난·재해 및 범죄 현장과 유사한 건물 실내와 같은 실제 환경에서의 검증 및 최적화 (실제 현장의 다양한 변수 및 시나리오에 대응하는 수준의 검증)
 - 연구 2단계에서 제조 기업과 협력하여 기술이전과 상용화 방안에 대한 로드맵 수립
- ※ 연구기간과 단계별 목표는 과제 선정 후, 책임PM과의 협의로 확정

○ (단계별 목표)

[트랙 ①]

연구단계	연구목표
1단계	■ 요구조자 위치 탐지용 투과형 HW 구조 설계 및 핵심 모듈 개발 ■ 생체 신호 정밀 측정용 HW 단위 회로 개발 ■ 인공지능 기반 미세 생체 신호 탐지 알고리즘 및 SW 초기 개발
2단계	■ 요구조자 위치 탐지용 HW 최적화 및 탐지 성능 고도화 ■ 생체 신호 정밀 측정용 초소형 HW 집적 시스템 개발 ■ 인공지능 기반 미세 생체 신호 탐지 알고리즘·SW 고도화 및 HW 연동 ■ 실증을 위한 재난·재해 및 범죄현장 유사 모델 구축 및 초기 성능 검증
3단계	■ 개발된 HW와 신호처리 알고리즘·SW 통합 시스템 구현 ■ 요구조자 위치 탐지 및 미세 생체 신호 정밀 탐지 검증 및 시스템 보완 ■ 쇼핑몰 등 복잡한 구조의 건물 실내와 재난·재해 유사 환경에서 실증 ■ 제조 기업과 협력하여 기술이전 및 상용화 로드맵 수립

성능지표	단위	연구개발 목표치		
		1단계	2단계	3단계
SAR 영상 공간 분해능	m	0.5	0.3	0.2
SAR 관측 홀 피해정보 산출 시간	h	24	12	5
저주파투과레이다 탐사 심도	m	5	15	35
고주파레이다 각도 분해능	도(°)	-	1	0.3
생체 신호 감지율	%	80	90	96
마이크로 도플러 기반 인체 움직임 탐지 확률	%	80	90	>99

※ 연구기간과 단계/연차별 확정 마일스톤은 과제 선정 후, 책임PM과의 협의로 확정

[트랙 ②]

연구단계	연구목표
1단계	■ 요구조자 고립 시나리오 및 단계별 정밀 위치 탐색 프로세스 설계 ■ 요구조자 위치 탐색 기술 설계 및 시뮬레이션 ■ 실증을 위한 재난·재해 및 범죄 현장 유사 모델 구축 ■ 건물 내부 위치 탐지 오차 : 수직 $\pm 3m$ 이내 수평 5m 반경 (유사모델 실증) ■ 오픈된 실외 환경에서 위치 파악 : 수평 5m 반경 (유사모델 실증)
2단계	■ 위치 탐지를 위한 HW/SW 테스트베드 구현 및 검증 ■ 실제 환경에서 개발된 기술의 성능 검증 및 최적화 ■ 건물 내부 위치 탐지 오차 : 수직 $\pm 3m$ 이내 수평 5m 반경 (현장실증) ■ 오픈된 실외 환경에서 위치 파악 : 수평 5m 반경 (현장실증) ■ 제조 기업과 협력하여 기술이전 및 상용화 로드맵 수립

※ 연구기간과 단계/연차별 확정 마일스톤은 과제 선정 후, 책임PM과의 협의로 확정

□ 연구개발계획서 필수 포함 사항

- 요구조자가 고립된 상황의 타임라인에 따른 다양한 시나리오 설계
- 제안하는 기술을 적용할 수 있는 정확한 재난·재해 및 범죄 현장 시나리오
- 요구조자의 생체신호나 위치 탐지 뿐 아니라 이 데이터를 골든타임내에 구조 인력에게 전송할 수 있는 현실적인 방안에 대한 연구 계획
- 제안하는 기술을 검증할 수 있는 현장과 유사한 모델 구축 계획
- 정략적·정성적 연구목표에 부합하는지를 검증하기 위한 성과지표 및 검증 방안
 - * 실제 현장의 다양한 변수 및 시나리오에 대응하는 수준의 검증 방안 제시
- 소방·경찰 등 구조 현장 전문가와의 협력 방안
- 최종 결과물의 기술이전 및 상용화 로드맵 수립을 위한 제조 기업과의 협력 방안
- 책임PM과의 정기적 프로젝트 미팅(PRM) 계획

□ 제공 성과물

- 연구 결과를 정략적·정성적으로 검증할 수 있는 HW 또는 SW 플랫폼(테스트베드)
- 개발된 기술을 적용할 수 있는 또는 적용할 수 없는 정확한 재난·재해 및 범죄 현장의 시나리오 포트폴리오
- 최종 결과물의 기술이전 및 상용화 로드맵
- 연구 과정상의 성공과 실패의 기록이 담긴 연구 노트 및 연구보고서
- 책임PM과의 정기적 프로젝트 미팅(PRM) 회의 결과

□ 지원 제외 범위

- 건물이나 건축물의 화재나 붕괴에 대비하여 실내·외에 미리 영구적 고정 인프라를 설치하여 비상시 위치 측위를 보조하고자 하는 기술(X)
- 인체 내부에 특수한 송·수신 장비를 심어서 비상시 위치 탐지에 활용하고자 하는 아이디어(X)
- 구조인력이나 로봇 등이 직접 건물이나 붕괴 잔해 내부에 진입하여 운용해야 하는 장비 개발과 관련된 기술들(X)

* 모든 탐지 장비는 현장 외부에서 운용 가능한 기술들을 기반으로 해야 함