

# 주요국의 재난 로봇 개발 현황과 향후 개발 방향

오 은 호 우노솔루션 대표([uno1988@naver.com](mailto:uno1988@naver.com))

김 무 림 한국로봇융합연구원 센터장([mulimkim@kiro.re.kr](mailto:mulimkim@kiro.re.kr))

## 1. 사회재난의 확대와 로봇의 필요성

21세기 들어 우리나라는 환경오염과 기상이변, 도시 인구집중, 사회시스템 복잡성 등으로 과거와 비교해 재난, 대형사고와 같은 사회위험 요인의 예측이 어렵고, 노출 횟수와 발생 빈도, 피해 규모 등도 커지고 있는 실정이다.

행정안전부 통계를 보면, 2005년 이후부터 2018년까지 사회재난의 인명 피해와 발생 건수가 꾸준히 증가하고 있으며, 총 재산피해액은 9조 5,461억 원으로 자연재난의 7조 4,296억 원보다 많은 것으로 나타났다.

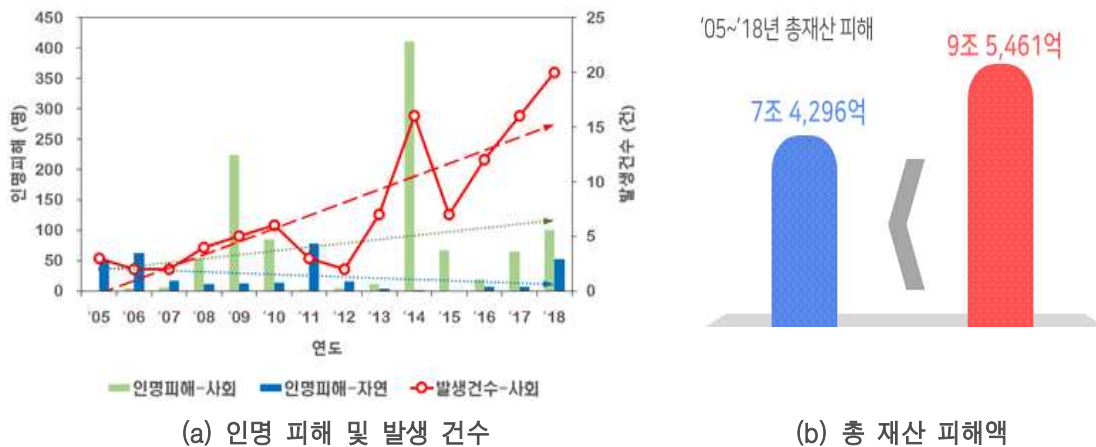


그림. 2005~2018년 간 자연·사회재난별 피해 현황 (행정안전부, 2020)

국내의 경우 화재 및 사업장 인적 사고 등 인명과 시설에 직접적인 피해를 입히는 다양한 사회재난들이 발생하고 있으며, 2018년 사회재난 발생 현황을 보면 산불과 다중밀집시설 대형화재 등 화재재난과 해양선박사고, 사업장 대규모 인적사고, 가축 질병·감염병 등의 순으로 발생하고 있음을 알 수 있다.

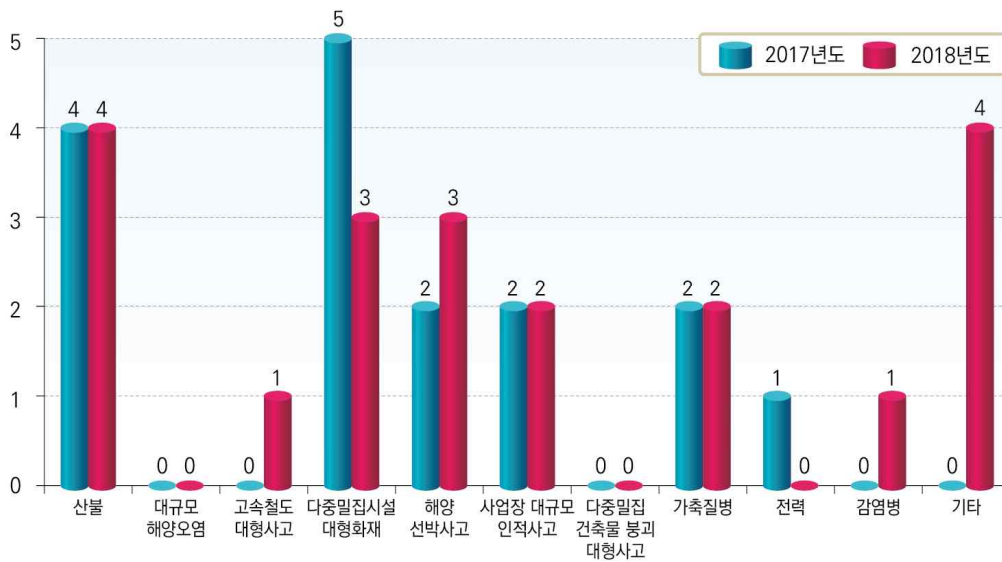


그림. 2018년 사회재난 발생 현황 (행정안전부, 2019)

자연 재난의 경우에도 풍랑과 강풍을 동반하는 태풍, 기후변화로 인한 집중호우 등이 지역적으로 광범위한 피해를 발생시키고 있다. 2018년 자연재난에 의해 발생한 재산피해는 태풍에 의한 풍랑과 강풍의 비중이 52%로 가장 높으며, 호우, 대설은 각각 38%, 10%로 발생되고 있다.

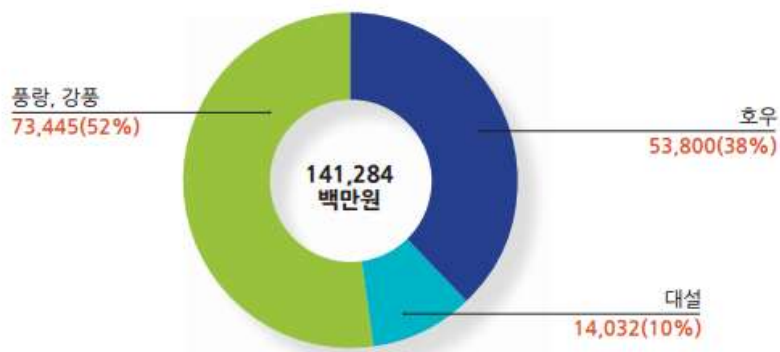


그림. 2018년 자연재난에 의한 재산피해 현황 (행정안전부, 2019)

이와 같이 다중밀집시설 화재, 사업장 인적사고, 강풍, 호우 등 다양한 사회·자연 재난으로 인해 건축물 및 시설물 붕괴 등 2차·3차 피해가 동반 발생하고 있으며, 산불 및 홍수 등에 의한 고립, 조난 등 사고도 발생하고 있다.

최근 우리나라도 선진국형 재난관리시스템 도입으로 국가안전관리의 패러다임이 사후조치, 응급대응에서 사전예측, 신속대응으로 전환되고 있다. 그러나 사실상 접근이 어려운 붕괴, 고립 등 재난 현장에서는 119 대원 등 전문요원의 투입이 어려운 실정이며, 결국 재난 환경에서 인력 투입 전에 신속 대응을 위한 先투입 대응 수단이 부재한 상황이다.

즉, 화재, 산불, 홍수, 감염 등 재난 발생 시 공통적으로 발생하는 붕괴, 고립 등 응급상황에서 탐색, 구조 및 운반 등 주요 업무를 대신할 수 있는 대응 체계와 로봇 시스템 등 첨단기술의 적용 필요성이 높아지고 있다. 예를 들어, 화재 발생 시 인명 구조 및 운반 과정에서 소방대원들의 피해사례가 꾸준히 발생하고 있으며, 사상자 구조 및 운반에 애로사항이 발생하고 있다. 메르스, 코로나 등 감염병 발생 시에도 감염자 운반 과정에서 소방대원 및 의료진의 2차 감염 우려가 높다. 따라서 인력이 투입되기 어려운 상황 또는 투입 인력의 보호 등이 필요할 때 이를 대신하거나 보조할 수 있는 IT기술과 로봇운반체 개발의 필요성이 점차 높아지고 있다.

재난 현장에서 활용될 수 있는 IT기술과 로봇은 국내외에서 이미 다양한 형태로 개발되고 있거나 일부 상용화되고 있으나 아직 초보적인 단계이다. 지속적으로 중요해지고 있는 5G기반 실시간 운영 및 통합관리체계 구축을 위해 IT기술 등 4차 산업 핵심기술의 접목이 절대적으로 필요하며, 인간을 대신하여 현장에 투입할 수 있는 로봇의 개발이 절실하다. 본고에서는 이러한 필요에 의거하여, 재난 현장에서 구조 및 운반체계의 핵심적 역할을 수행할 수 있는 로봇에 대한 개발 가능성과 시작단계에 있는 국내외 상황을 간단하게 살펴보고 국내 재난로봇 개발의 방향성을 제시해 보았다.

## 2. 주요국의 정책 변화와 로봇 개발 니즈

세계적으로 안전 로봇 시장은 시장 형성 초기 단계로 연평균 성장률이 9%대로 성장잠재력이 매우 높으며, 조사 및 경계·감시, 유지보수 등 로봇의 시장규모는 2010년 10.1백만달러에서 2015년 25.2백만달러로 연평균 20%이상 성장 추세이다<sup>1)</sup>. 아울러 최근 시설물 감시 및 유지관리분야의 투자가 증가하고, 재난 대응을 통한 직간접 사회 비용 절감 요구가 증대되는 등 사회적 요구로 인해 가파른 고성장이 전망된다.

로봇은 초기 재난상황에 투입하여 인명 및 재산의 피해를 최소화 할 수 있는 역할을 수행할 수 있어, 21세기 새로운 패러다임 시대의 주력산업을 개척·견인할 수 있는 매우 중요한 기술로 가능성을 인정받고 있다. 이에 美·日·EU 등 로봇 선도국은 재난 환경에 효과적 대응이 가능한 로봇기술 확보를 위해 경쟁적으로 투자하고 있는 상황이다.

재난상황 하에 로봇 기술의 필요성은 다양하게 제시되고 있다.

- i. 사람 투입이 어려운 각종 극한 대형사고 및 재난이 증가하고 있으나, 이를 초기에 대응하기 위한 기술 부재
- ii. 재난 대응 로봇의 활용을 통해 재난에 대한 신속한 초동대응 및 복구가 가능하여 사회적 손실을 최소화 할 수 있으며, 관련 기술 확보를 통해 선제적 시장 창출 가능

1) World Robotics, IFR

- iii. 최근 다양한 사고로 인해 국민들의 막연한 불안감이 형성되어 있어, 재난대응 로봇을 통해 재난·재해의 선제적 대응과 안전하고 행복한 국민의 삶의 질 향상에 대한 가능성/희망을 제시
- iv. 현실적으로 산업시설, 대형 건물 등의 진단, 경비 또는 화재나 재난 환경에서 활용할 수 있는 감시/경계, 소방, 재난 대응 등 로봇 필요

### □ 정책적 환경 변화

인공지능(AI: Artificial Intelligence)은 인간의 지적능력을 컴퓨터로 구현하는 과학기술로 ‘상황을 인지하고 이성적·논리적으로 판단·행동하며, 감성적·창의적인 기능을 수행’하는 능력까지 포함하고 있다. 2000년대 들어 컴퓨팅 파워가 성장하고 우수한 알고리즘이 등장하였으며, 스마트폰 보급과 네트워크 발전으로 데이터가 축적되면서 인공지능 분야의 기술은 급속히 진보하고 있다. 현재 AI는 단순한 신기술이 아닌 산업·사회 구조의 광범위한 변화를 불러오는 혁신 기술로 국민 삶의 질과 국가 경쟁력 강화를 위한 4차 산업혁명을 이끌 핵심동력으로 기대되고 있다.

이에 정부는 인공지능(AI)시대를 맞아 4차 산업혁명위원회를 설립하고(’17.11) DNA(Data·Network·AI)를 3대 혁신 신산업으로 발표한 바 있으며, 세부전략으로 인공지능(AI) R&D 전략(’18.5), 데이터 산업 활성화 전략(’18.6), 시스템 반도체 전략(’19.4), 세계 최초 5세대 이동통신(5G) 및 5G+ 전략(’19.4), 제조업 르네상스 전략(’19.6) 등을 제시하고 있다.

문재인 대통령은 2019년 10월 ‘인공지능 기본구상’을 통해 “개발자들이 마음껏 상상하고, 함께하고, 도전할 수 있도록 인공지능 분야를 국가차원에서 육성하겠다.”고 밝힌 바 있어서 로봇 개발에 필수적인 인공지능에 대한 국가적 지원이 이어질 전망이다. 인공지능은 알파고 바둑 우승을 통해 국내에서 반향을 일으켰으나 이미 1956년에 AI에 대한 개념이 정립되었으며, 2010년에 이르러 딥러닝으로 기술개발의 급가속이 시작된 바 있다. 향후 2030년까지 AI칩의 상용화부터 맥락기반상황인지 및 비지도 학습이 가능한 AI의 개발까지 이루어질 것으로 전망하고 있다.



그림. 인공지능 기술의 성장 (과학기술정보통신부, 2018)

## □ 재난 안전 로봇 개발 니즈

재난 안전 로봇 시장은 시장 형성 초기 단계이므로 시장 선점의 관점에서 기술의 신뢰성을 확보하여 완성도를 높이면 국내 뿐만 아니라 해외 수출도 추진할 수 있다. 재난 안전 로봇은 내열(화재), 내충격(구조물 붕괴), 내습, 내압, 내방사선(원자력), 협소 공간 등 극한 환경에서의 임무 수행이 요구되며 임무의 시급성과 중요성이 높으므로 조작성 용이성, 유지보수의 편리성, 높은 신뢰성 등이 요구된다.

전 세계적으로 재난 안전 로봇은 아직 현장에서 활용된 사례는 적는데, 이는 그동안 대부분 사업이 공급자 중심의 연구개발로 진행된 것에 기인한다. 이 문제의 해결을 위해, 최근 유럽, 일본, 미국을 중심으로 재난 안전 로봇의 개발은 공급자 중심의 연구개발로부터 실수요자(경찰, 소방, 해경, 군인, 구조대 등) 중심의 연구 개발로 전환되고 있다. 우리나라도 최근 리빙랩(Living Lab)이라는 개념을 도입하여, 개발 과정에 실수요자가 밀접하게 참여하는, 임무 수행 중심의 연구 개발을 추진하고 있다. 재난 안전 로봇의 임무 수행 능력이 확인된 후에는, 로봇의 신뢰도와 경제성을 향상하기 위해 실증 인프라와 수요자를 연계한 장기적 실증 플랫폼 확보가 필요하며, 이를 위한 정책적, 제도적 지원이 요구된다.

우선, 기술개발 분야의 한 축으로 검사/진단 및 유지관리의 측면에서 모바일 플랫폼 기반의 로봇에 임무 기능을 수행할 수 있는 다양한 센서를 응용한 인공지능 기술을 개발해야 한다. 현재 AGV, UAV 등 로봇 플랫폼에 레이저 스캐닝, 근접 육안 검사(진단), 감시 등 분야에 적용하는 기술 개발이 활발하다. 향후 비파괴 검사 및 모니터링, 데이터 관리 기술, 점검·진단·평가 및 예측 기술 고도화를 통해 사회인프라 점검·보수 속도를 향상시키고 비용 저감과 품질 확보 노력이 필요하다.

아울러 재난·사고 현장에서 실제 대응이 가능한 구조와 기능이 요구된다. 예를 들어, 재난 대응, 위험지 및 협소 공간 정찰, 소방 로봇, 구조작업 지원, 내열·내충격성, 화재 진압, 매몰자 탐색, 인명구조 등이다.

## 3. 주요국의 로봇기술 개발 현황

### □ 국외 현황

재난 안전분야 로봇은 세계적으로 감시 경계, 재난 대응, 소방 등 다양한 분야에서 수요가 제기되어 기술 개발이 추진되고 있으나 아직 실제 적용 상황에서 만족스러운 성능을 갖춘 로봇의 개발 사례가 부족한 실정이다.

평소에 운용되는 로봇보다, 복잡하고 위험한 환경에서 긴급한 임무를 수행하는 안전로봇에 대한 수요는 매우 높다. 재난으로 파괴된 위험 시설물을 응급으로 복구·해체하는 로봇이나, 인명을 구조하기 위한 종합적 기능의 로봇 기술 개발을 활발하게 수행하고 있으나 상용화를 위해 기술 완성도와 비용 문제의 해결이 필요하다.

국외 선진국에서는 재난현장에서 로봇이 스스로 판단하여 문제를 해결하는 기술 수준은 단기간에 구현하기 어렵기 때문에, 재난 현장에서 경찰, 소방대원의 재난 대응

작업을 보조하는, 사람과 협력할 수 있는 로봇 개념으로 접근하여 현장 적용성을 높이는 방향으로 접근하고 있다.

실내외 경비와 감시를 위한 로봇은 미국, 스웨덴, 독일, 스위스 등 국가들이 개발하고 있으며, 자율경비·주행, 복합센서 기반 관리 로봇, 비행로봇 등이 개발되고 있다.

- 자율경비, 자율주행 등이 가능한 실외 경비/감시 로봇 (미국, 스웨덴 등)



ROVER-S5 (미국)



GroundBot (스웨덴)



Kingscope K5 (미국)

- 경비인력 대체가 가능한 음성인식모듈·라이더·카메라·RFID·연기센서 기반 로봇 (독일, 미국 등)



EOS (독일)



Cobalt Robotics (미국)

- 군집비행기술 기반의 광범위한 영역 조사 감시로봇 (스위스 등)



eBee (스위스)

사고 대응 및 구조부문은 공공부문 주도로 기술 개발이 진행 중이며, 주로 국방 분야에서 먼저 개발된 로봇기술의 재난분야 응용 및 활용이 주를 이루고 있다. 영국과 독일, 스웨덴 등 유럽 국가들과 일본 등이 주요 개발 국가들이며 아래와 같은 영역에서 다양한 로봇들을 개발하고 있다.

- 위험지 정찰 및 협소공간 탐색 로봇 : 뱀형 로봇 등 유연한 움직임이 가능한 다관절 제어 기반 로봇 (영국, 일본 등)



Snake-arm robot (영국)



Genbu (일본)

- 소방 로봇 : 원격 조종을 통해 사람 대신 소방 작업을 해 주는 로봇으로 고열 극복 가능한 내환경 기술, 험지 이동이 가능한 크롤러 기술 등 구현 (일본, 독일 등)

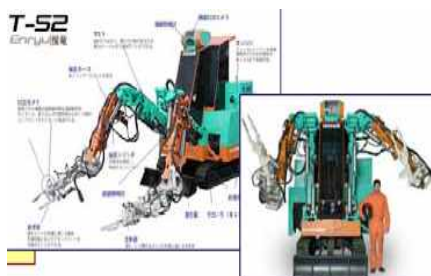


Rainbow5 (일본)



LUF 60 (독일)

- 구조지원 로봇 : 시설물 붕괴, 파괴 시 무인 파쇄, 운반 등 중장비 작업 수행 로봇으로 정밀한 원격조종 기술 및 내충격 기술이 핵심 기술 (일본, 스웨덴 등)



Genbu (일본)



Brokk (스웨덴)

## □ 국내 현황

우리나라의 경우, 한국로봇융합연구원(KIRO)을 중심으로 재난환경에서의 인명 탐색, 재난 정보수집, 인명구조를 수행하는 재난안전 로봇을 개발하고 있다. 한국로봇융합 연구원은 2019년 6월 경북 포항시 흥해읍 용한리에 안전로봇실증단지를 설립하고 재난 안전 로봇 개발 및 실증을 수행하고 있다.



한국로봇융합연구원이 보유 중인 재난안전로봇 실증단지

- 붕괴지역 매몰자 탐지 로봇: 지진, 폭설 등으로 건물 붕괴 시, 갇혀 있는 매몰자를 탐색하는 로봇 (KIRO)
- 위험지 정찰 로봇: 원격 정찰 비행 로봇과 소형 지상 플랫폼으로 필요 임무에 따라 비행하고, 재난 환경에서 통신환경 구성을 위해 무선중계기를 투하하여 원활한 통신이 가능한 원격 정찰 로봇 (KIRO, 레인보우로보틱스, X-Drone)



붕괴지역 매몰자 탐지 로봇 (KIRO)



드론 및 드론에 탑재한 지상정찰 로봇 (KIRO, 레인보우, X-Drone)



- 실외/실내 화재 진압 로봇: 원격지에서 방수를 통한 화재 진압이 가능한 중형/소형 원격 방수 로봇 (현대위아, 디알비파텍)



실외화재 진압 로봇 (현대 위아), 원격방수로봇(디알비파텍)

- 소방 로봇: 유/무인으로 위험 현장에 신속 침투 후 긴급 인명구조 또는 진압/방재 작업이 가능한 장갑형 로봇 (KIRO, 진우SMC)



공간확보 및 작업지원용 소방로봇 (KIRO, 진우SMC)

- 착용형 웨어러블 로봇 : 소방대원들이 무거운 장비를 지니고 계단 및 평지에서 자유롭게 구조활동을 수행할 수 있는 착용형 로봇 (FRT, LIG 넥스원)



착용형리프팅로봇(FRT, LIG넥스원)



재난재해대응 특수목적기계 (한양대, KITECH)

- 인명구조 및 재해 복구를 위한 특수목적기계 : 소형 굴삭기의 형태를 지니며, 양 팔에 특수한 Attachment를 장착하여 인명 구조 및 재해 복구에 사용 가능한 특수목적기계 (한양대, KITECH)
- 소방 헬멧 : 소방대원들이 착용하는 헬멧에 영상 처리 기술과 ICT 기술을 융합하여, 재난 상황에서 효과적으로 업무를 수행 (인포웍스, KIRO)



소방용 휴먼 증강 헬멧 (인포웍스, KIRO)

#### 4. 재난 로봇 개발 방향에 대한 제언

국내 소방, 사회안전, 국방, 원자력 등 고위험군 분야에 필요한 안전로봇의 경우, 특수 환경 혹은 극한 환경에서 사용할 수 있는 부품 및 시스템 관련 제품과 기술이 부족하여 대부분 수입에 의존하고 있다. 재난환경 또는 탐색, 구조 등 임무에 따라 내열, 내충격, 내압, 내습, 내방사선 등 고사양의 부품 및 시스템 기술이 요구되지만 국내의 경우 특수·극한 목적에 사용 가능한 부품 및 기술 수준을 제고할 필요가 있다. 따라서 로봇 시스템에 필요한 특수 사양 및 고사양의 부품·제품을 개발할 수 있는 국내 기반 육성이 필요하다.

재난 안전 로봇은 고도의 신뢰성을 요구하므로, 시제품 개발 후 실증환경에서 수요자와 연계한 임무중심의 실증이 필요하다. 시제품 개발 후에도 군 무기체계 개발에 준하는 장기적인 개발 및 검증지원으로 제품의 신뢰성 제고가 필요하다.

공공적인 성격의 수요를 지닌 로봇은 기술개발기관과 수요기관의 활용 정책과 함께 연동하여 현장에 적용하는 과정과 정부의 정책적 지원이 필요하다. 기술개발 과정에서 수요자의 의견을 충분히 청취하여 필요기술을 개발하되, 개발 이후 수요자 중심으로 현장에 적용하기 위한 실증 연구를 수행하고 이때 개발자가 참여하여 보안을 진행할 수 있도록 현장 적용성을 높이는 정책적 협력 과정이 요구된다.

아울러 재난로봇의 실효성을 높이기 위하여 개발 과정에서 119요원 등 현장실무자의 의견을 수렴하고 밀착취재를 통해 실제 니즈를 충족할 수 있는 기능과 운영방식을 개발하여야 한다. 국내 재난로봇 개발의 니즈와 개발 방향 예시는 아래와 같다.

- i. 평상 시 소방대원·의료진 화물운반, 구조체 균열 등 탐지·위험평가 수행
- ii. 재난 시 붕괴위험 조사 및 피해자 탐지, 인명구조 및 운반이 가능한 로봇 운반체 기술
  - 지진/화재 붕괴 시 취약 구조부 파악, 피해자 탐색 및 운반(부상 시 고정 및 안전장치, 평형유지, 산소공급 등)
  - 건물 내외 감염자·화물 운반(감염자 또는 부상자 외부 안전지대 이송, 최소 의료진 투입 및 감염저지, 산소호흡기·자세고정·충격완화 등 이동 시 부상자 케어)
  - 계단, 엘리베이터 등 건물내부 및 협소 공간 이동
- iii. 홍수, 산불 등으로 고립된 노약자, 사상자 운반
- iv. 통합 관제 및 지휘체계 시스템과 연동된 5G·로봇 기반 다목적 재난대응 탐지 및 구조 등