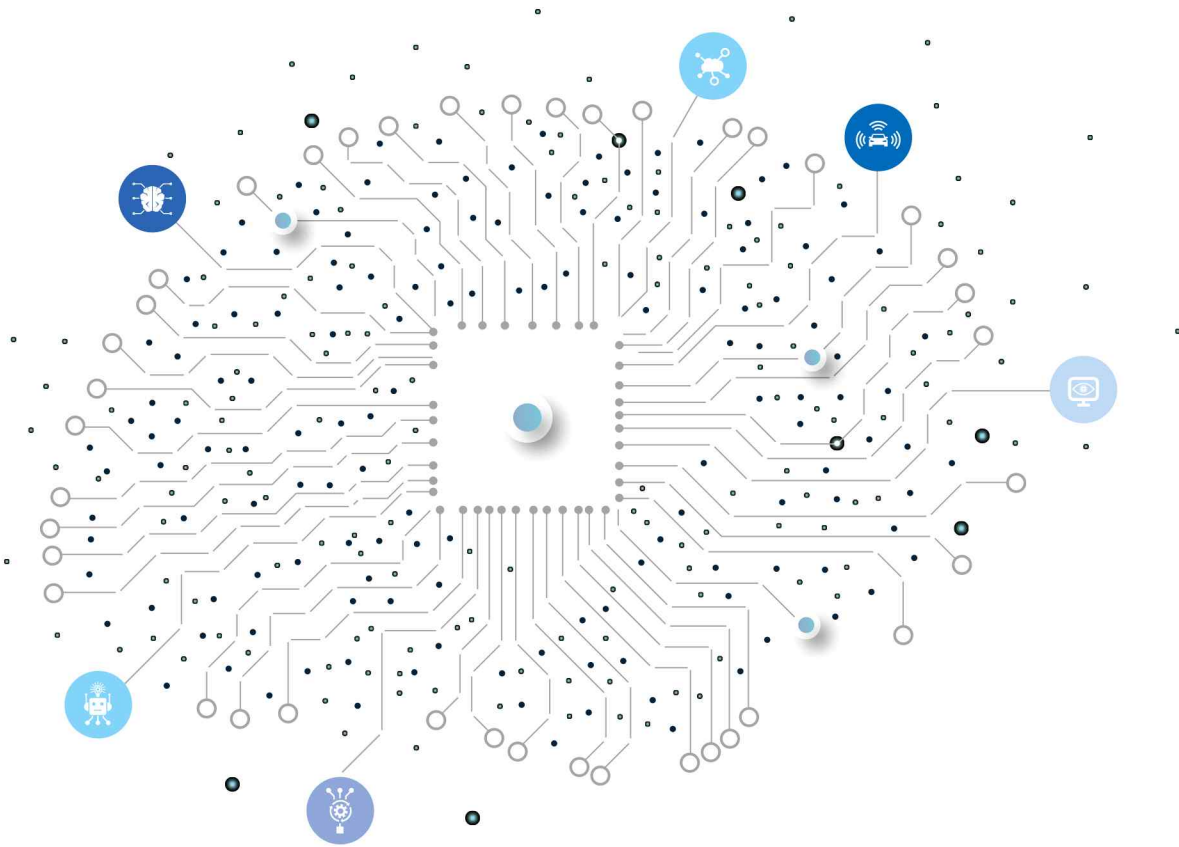




## 재난안전 서비스 지능화와 과제

| 작 성 | 호서대학교 권영일 교수 (kyi@hoseo.edu)

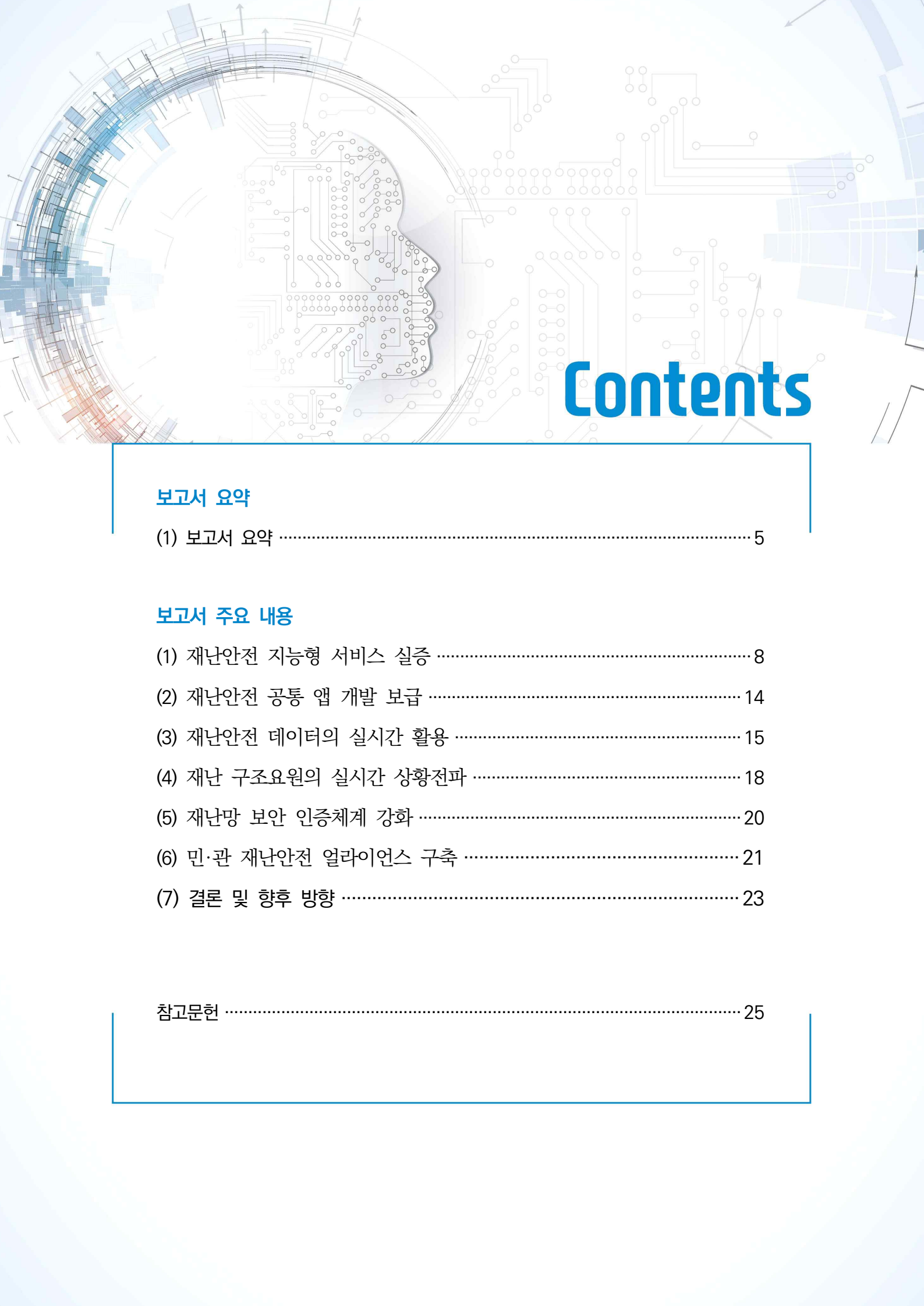
- 『AI Network Lab 인사이트』는 인공지능, 클라우드, 5G, 양자암호통신 등 4차 산업 혁명의 핵심인 지능정보기술과 네트워크 신기술에 대한 동향을 간략하고 심도 있게 분석한 보고서입니다.
- 본 연구보고서는 과학기술정보통신부의 방송통신발전기금조성사업, 한국정보화진흥원의 『초연결 지능형 연구개발망 구축·운영사업』의 연구과제 결과이며, 한국정보화진흥원, 한국능률협회에서 기획·발간합니다.
- 본 연구보고서의 내용의 무단 전재를 금하며, 가공·인용할 때는 반드시 출처를 『한국정보화진흥원(NIA)』 이라고 밝혀 주시기 바랍니다.

**발 행 처** 한국정보화진흥원

**발 행 인** 문용식

**기 획** 한국정보화진흥원 지능형인프라본부 인프라기획팀

**보고서 온라인 서비스** [www.nia.or.kr](http://www.nia.or.kr)



# Contents

## 보고서 요약

|                  |   |
|------------------|---|
| (1) 보고서 요약 ..... | 5 |
|------------------|---|

## 보고서 주요 내용

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| (1) 재난안전 지능형 서비스 실증 .....   | 8  |
| (2) 재난안전 공통 앱 개발 보급 .....   | 14 |
| (3) 재난안전 데이터의 실시간 활용 .....  | 15 |
| (4) 재난 구조요원의 실시간 상황전파 ..... | 18 |
| (5) 재난망 보안 인증체계 강화 .....    | 20 |
| (6) 민·관 재난안전 얼라이언스 구축 ..... | 21 |
| (7) 결론 및 향후 방향 .....        | 23 |

|            |    |
|------------|----|
| 참고문헌 ..... | 25 |
|------------|----|

- 최근 코로나 19 감염병 전파와 같이 재난·안전분야는 매우 중요한 범세계적인 이슈로 대두되고 있다. 미국 서부와 호주, 국내 강원도의 대규모 산불과 같이 대형 재난사고 발생이 증가하며 복잡·다양한 형태로 발생하고 있음에도 불구하고, 시의성 있는 위기 대응 및 관리에 한계가 있고, 경제발전으로 인한 사회기반시설의 복잡·대형화에 따라 시민 생활과 밀접한 영향을 주고 있다.
- 이에 재난안전 분야에도 IoT, 인공지능, 클라우드 등 지능형 신기술을 활용한 융·복합서비스를 통해 재난안전 서비스를 혁신함으로써 국민의 안전체감도를 높이고 선진국 삶의 질의 핵심 척도로 평가되고 있다. 지능정보기술이 실제 활용할 수 있도록 발전함으로써 재난 상황관리와 대응, 예방 안전모니터링 등 재난안전 서비스에도 혁신이 가능해지고 있다.
- 국민생명 안전 네트워크로써 재난안전통신망 활용과 민간 참여 서비스를 통한 정보교류·확대 등 영역으로 추진하여 상황을 조기에 인지·전파하고 대비할 수 있는 생활 안전관리를 할 수 있기에 인공지능(AI)·빅데이터·드론 등 4차 산업혁명 기술을 활용한 재난안전 서비스의 지능화 방향과 주요 과제에 대하여 살펴보고자 한다.
- 주요 과제로 재난안전 지능화 서비스 실증 확대, 재난안전 공통 앱 개발 보급·확산, 재난안전 데이터의 실시간 활용, 재난현장 요원의 실시간 상황인지 지원, 재난안전통신망 보안 인증체계 강화, 지속가능한 신기술 도입을 위한 민·관 재난안전 얼라이언스가 있다. 아울러 재난안전망 기술 전문기관을 중심으로 실증 서비스를 확산과 함께 개발환경을 갖추지 못해 어려움을 겪는 중소기업을 위해 R&D 개발환경 테스트베드 연구시험망인 KOREN과 연계를 통해 국내외 시험·검증 환경을 구성하여 대규모 네트워크 기반의 재난안전 서비스 실증을 해나가야 한다.

## 보 고 서 요 약

### (1) 재난안전 지능형 서비스 실증

- 공공안전 업무와 관련된 미션 크리티컬 애플리케이션(응용 프로그램)은 재난안전 구조 요원이 재난 현장대응하는 방식을 혁신적으로 변화시킬 수 있다. 이에 미국, 호주, 독일 등 선진국에서도 재난안전 분야에 사물인터넷(IoT), AI/빅데이터, 드론, 증강현실 웨어러블 등 4차 산업혁명의 지능형 신기술 융복합하여 실증과 관련 서비스를 광범위하게 확산하고 있다.
- 지능형 IT 기술이 발전함에 따라 유무선 통신망을 활용한 연구개발, 검증, 테스트 하고 실제 현장에 활용하는 드론, 로봇 및 웨어러블/히어러블 서비스를 도입해 가고 있다. 해외에서는 드론 및 자율주행, 해상 인명구조 드론, 스마트 가로등 네트워크, 차량용 긴급대응 솔루션, 모바일 위기상황 알림과 현장출동 요원 보조 장치로 핸드프리/히어러블 서비스 등 신기술, 솔루션 적용이 확대되고 있다.

### (2) 재난안전 공통 앱 개발 보급

- 미국 FirstNet은 공공안전 커뮤니티를 위해 매우 안전하고 신뢰할 수 있는 시스템을 추구하며, 상호운용이 가능한 앱 서비스를 제공하고 있다. 앱 스토어 및 개발자 툴에서 미들웨어 및 백엔드 스토리지 솔루션까지, 앱 개발 생태계는 개발자들이 거버넌스 구조 내에서 신속하게 업계 표준을 적용하고 혁신을 이룰 수 있도록 하고 있으며, 재난안전 응용서비스 앱을 애플 iOS뿐만 아니라 안드로이드 기반 앱을 동시에 제공하고 있으며 클라우드 솔루션, 기기/네트워크 보안, 상황인식, 의사소통 앱들을 민간 IT기업과 개발자가 참여하여 지속적으로 확대하고 있다.
- 재난안전 공통 개발 도구는 응용 프로그램의 안정성, 안정성 및 보안에 대한 신뢰를 향상하고 이러한 도구는 일반적으로 비용이 많이 드는 테스트 절차를 수행하기 전에 응용 프로그램 개발자의 노력을 검증하는 데 있어서 생산성을 향상하게 될 것이며, 이런 온라인 도구는 기본 솔루션의 기능을 시연할 수 있는 매우 비용 효율적인 방법이 될 수 있다.

### (3) 재난안전 데이터의 실시간 활용

- 실시간 데이터 활용체계는 최근 코로나 19 감염이 진행되고 있는 상황에서 긴박하게 데이터를 수집·정제해 전 세계 연구자에게 공공데이터의 형태로 실제 임상데이터를 활용한 다양한 분석을 통해 현장 의사결정에 도움을 주고 의료자원의 적정 배분 등 정부의 정책 결정을 지원하는 것은 바람직하며 특히, 코로나 19 감염병 전파 시 의료기관, 지자체, 의료인, 소방관 등 구조 대응요원 간에 빅데이터 분석 기술을 적용하여 조기 대응 체계를 갖추는 데 매우 유용한 서비스가 될 것이다.
- 최근 코로나 19 전파상황에서 약국이 판매한 공적 마스크 데이터와 같이 실시간 동적 데이터(dynamic data)의 활용성을 높일 때 공공안전과 대국민 서비스로 유용한 것처럼 각종 코호트 데이터 등을 수집·분석하여 재난 대응요원인 의료인, 응급 구조 요원, 소방관, 역학 조사관, 지자체 담당 공무원 간에 적절한 상황 전파와 관리를 해나갈 수 있도록 응용서비스를 제공할 때 큰 효과가 볼 수 있다.

### (4) 재난 구조 요원의 실시간 상황전파

- IoT, 빅데이터 기술을 활용하여 실시간 감염병 전파경로, 지진 발생 등의 피해 상황과 복구정보 등의 데이터를 수집·분석을 한 후, PS-LTE 기반의 재난안전통신망에서 스마트 기기를 통한 재난 대응요원 간에 정보공유 및 전달 시스템 구축하고 유관기관 간 공유를 통한 지능형 대응 체계 및 실시간 정보의 수집 및 공유를 통한 2차 피해 방지와 대국민 재난안전 서비스를 제공해나가야 한다.

### (5) 재난망 보안 인증체계 강화

- PS-LTE 기반 재난안전통신망 대응요원들이 활용한 네트워크 인프라를 별도로 구축하여도 재난안전요원이 전용 단말기를 활용하여 공통 앱에 접근할 시 보안 인증 체계확보는 필수 불가결한 사항이다. 재난안전통신망의 제한된 자원은 재난 대응기관의 특정 현장 요원 및 허가된 개인에 의해 상태 지정이 가능할 수 있도록 하고 재난안전 공통 앱의 활용에서도 허가 인증된 대원만 활용할 수 있도록 신뢰성 있는 인프라를 마련해야 할 것이다.

### (6) 민·관 재난안전 얼라이언스 구축

- PS-LTE 기반의 재난안전통신망 구축과 함께 단말기와 솔루션 기업들이 재난안전통신망을 위해 모바일 앱, 소프트웨어와 서비스를 통해 기존의 공공안전 통신을 혁신적으로 향상해 일반 시민과 현장 구조 요원의 안전에 더욱 중점을 둔 개선된 솔루션과 서비스를 제공할 수 있어야 한다.
- 이를 위해서는 중앙과 지방정부간의 공공안전 기술 이용기관, 관련 학계/연구소, 클라우드 사업자/이동통신사, 보안 솔루션 업체, 사용자 단말 및 기기 제조기업, 업계 표준화 단체, 공공안전 분야 비영리 단체와 재난안전 서비스 개발자 간에 지속적 협력을 통해 재난안전 서비스를 고도화해나가야 한다.

## (7) 결론 및 향후 방향

- 재난망 사업 전문기관에서 민관협력 실증 시범사업 추진하여 민간의 창의와 혁신을 지원하기 위한 4차 산업혁명 신기술을 활용한 재난안전 분야 실증 시범사업을 확산하고 고가의 개발환경을 갖추지 못해 어려움을 겪는 중소기업을 위해 장비 기능, 성능, 품질 등 시험·검증 기반의 테스트베드 서비스 제공이 필요하다. 이는 정부에서 구축·운영 중인 개발환경 테스트베드와 연구시험망인 KOREN과 연계를 통해 국내외 시험·검증 환경을 구성하고 서비스 실증을 해나가야 할 것이다.

### ※ 시사점

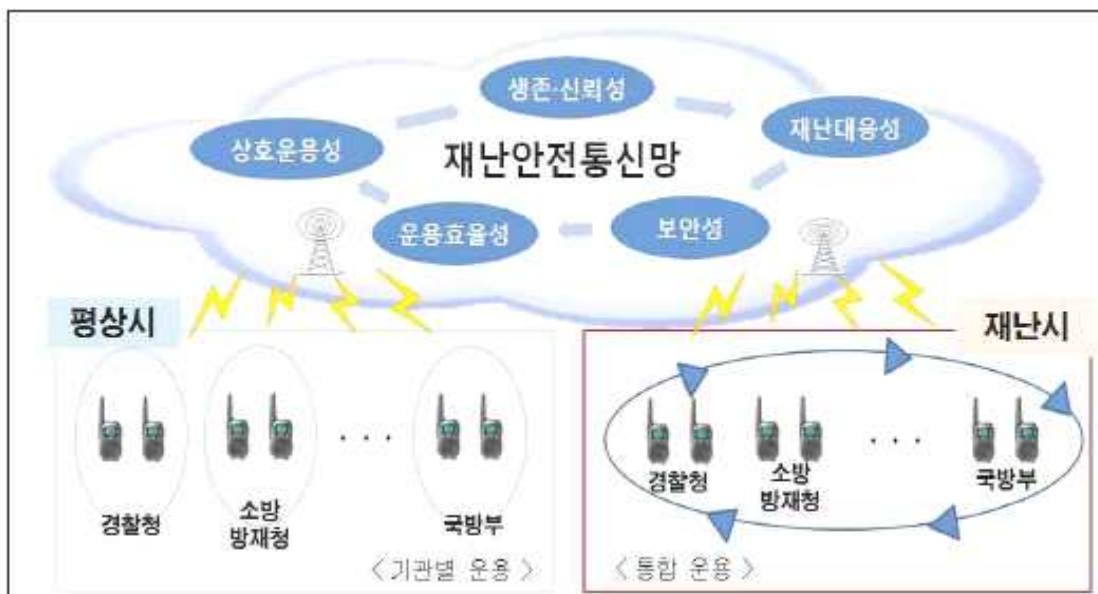
- PS-LTE 기반 재난안전통신망의 활용을 높이고, 지능형 신기술을 도입 확산을 위해서는 개별기관이나 특정 서비스 또는 시스템 구축하는 것을 넘어서 국민의 생명안전 네트워크가 되기 위해서는 민·관이 협력하여 대규모 실증 서비스를 제공하는 서비스 생태계 조성이 필요하다.
- 또한, IoT, 빅데이터, 인공지능, 드론 등 구현 가능한 지능형 서비스 제공체계와 함께 실제 재난현장에서 대응하는 구조 요원 간의 상황 인지·전파를 위한 지능형 서비스 제공과 함께 데이터 융합 서비스 앱을 대폭 개발·보급해야 한다.
- 아울러 민·관 협력 얼라이언스와 지속적인 전문 지원체계를 마련하여 전국기반 재난안전 서비스 운영, 보안 인증체계를 강화와 기술 전문 기능을 강화하여 제반 분야에 확산해 가야 할 것이다.

# 주요내용

## (1) 재난안전 지능형 서비스 실증

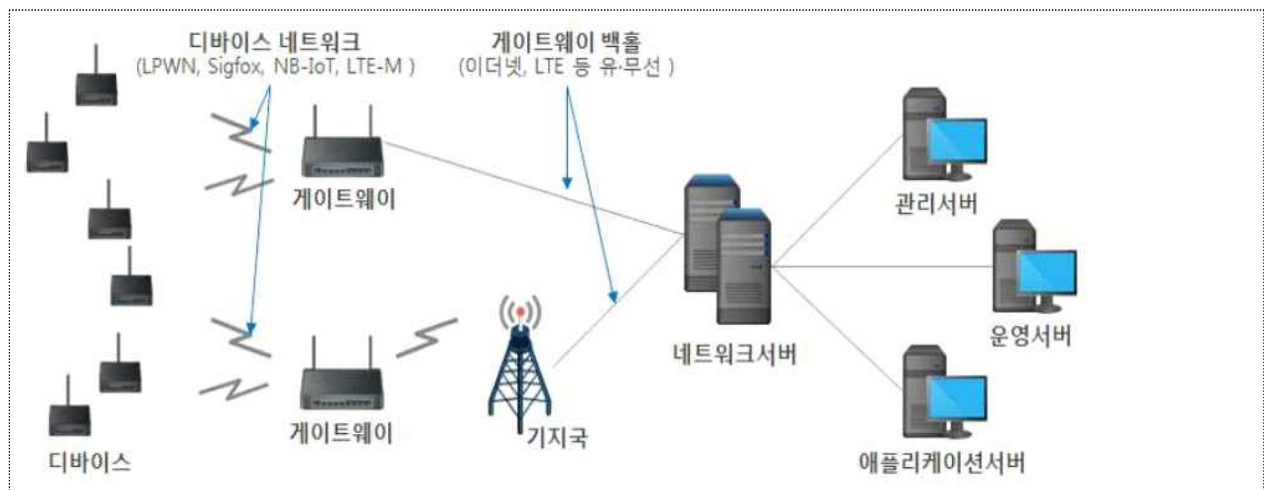
- 공공안전 업무와 관련된 미션 크리티컬 애플리케이션(응용 프로그램)은 재난안전 구조요원이 재난현장 업무를 수행하는 방식을 혁신적으로 변화시킬 수 있다. 미국, 호주, 독일 등 선진국에서도 재난안전 분야에 사물인터넷(IoT), AI/빅데이터, 드론, 증강현실 웨어러블 등 4차 산업혁명의 지능형 신기술 융복합하여 실증과 관련 서비스를 광범위하게 확산하고 있다.
- 재난안전통신망의 구축과 연계하여 민간의 AI, 빅데이터, 사물인터넷 등 지능형 서비스를 활용한 재난안전 실증과 전국 확산을 통하여 재난망의 구축 취지인 재난 대응 활용을 우선으로 하되, 통신망의 여유 자원을 활용한 평시 재난안전 분야에 서비스 확대 가능성을 모색하고 있다.
- 재난발생시 뿐만 아니라 평시에는 재난 예방 및 대비와 관련된 재난행정, 재난재해, 방법·방재, 치안 등 현장행정, 도시시설물 관리 및 환경감시 등의 사회 제반 분야에서 공공안전을 위한 통합적 상황관리 서비스 지능화를 해나가야 할 것이다.

[그림 1. 국가재난안전통신망 추진 개념도]



- 재난안전통신망의 서비스고도화를 위해 사물인터넷 서비스를 제공하는 NB-IoT와 연동하여 IoT 기능을 활용한 다양한 재난안전 응용 기술의 적용해볼 필요가 있다. 협대역(Narrow Band) 주파수를 활용하여 저용량·장거리·저전력으로 IoT 데이터 수집하여 재난안전 예방 고도화하여 주요 인프라, 시설물 등에 센서를 설치하여 모니터링/트래킹 중심의 재난안전 예방 기능 도입이 가능할 것이다. 미국, 독일 등 해외 신기술 응용서비스 사례에서 본 바와 같이 드론, 웨어러블, 지능형 센서, 빅데이터/인공지능과 관련한 서비스를 재난안전 분야에서도 적극적으로 확대해 나가고 있다.
- 정부에서도 사물인터넷을 도입할 때 기준이 되는 가이드라인으로 디바이스 네트워크, 백홀·백엔드 네트워크, 디바이스, 게이트웨이 및 서비스 플랫폼을 기술로써 백홀 네트워크는 PS-LTE, 단말 네트워크는 PS-LTE 또는 LoRa, Sigfox, BLE, Zig Bee /Z-Wave, WiFi로 정하고 재난안전 분야에 다양한 서비스 도입을 모색하고 있다.

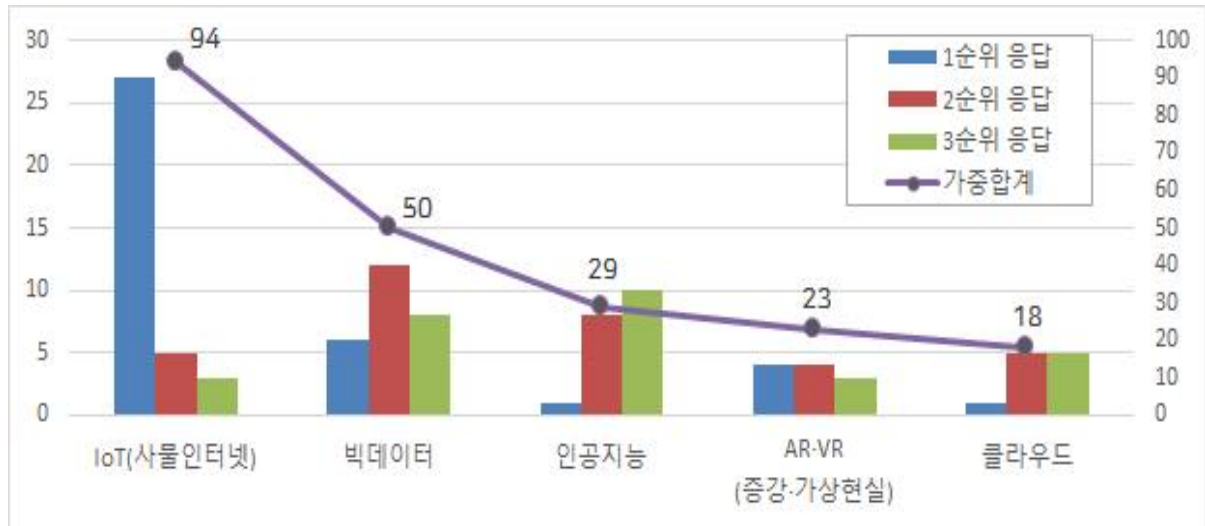
[그림 2. 사물인터넷(IoT) 네트워크 구조]



- 재난안전 이용기관들에게 재난안전통신망 응용서비스와 접목되길 희망하는 신기술 수요와 관련하여 2019년 9월 조사를 해본바 IoT(사물인터넷), 빅데이터(50점)·인공지능(AI), 증강·가상현실(AR/VR), 클라우드 순으로 접목·활용을 희망하고 있었다. 공공기관에서는 장소·상황에 걸쳐 다양한 통신서비스 이용에 핵심이 되는 IoT 기술에 대한 수요가 가장 높았으며, 대량의 데이터를 수집하여 정보 및 통계를 제공하는 빅데이터 기술, 나아가 의사결정 및 예측에 도움을 주는 AI 기술 접목을 희망하는 등 단계적으로 지능화 서비스를 요구되고 있다.

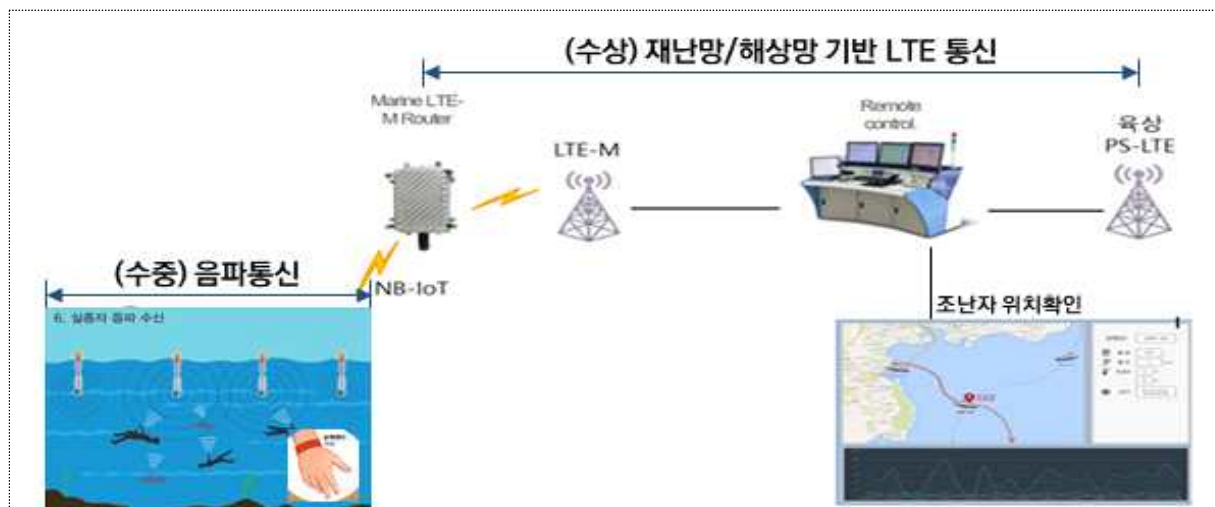
- 국민의 생활 방법·치안, 소방, 교통안전, 시설물 관리, 국방, 취약계층 지원 등 국민의 안전 등 8대 재난망 이용기관의 수요에 기반한 실행 가능성이 큰 과제 발굴 추진해 나가야 한다.

[그림 3. 재난안전 이용기관의 신기술 서비스 수요현황]



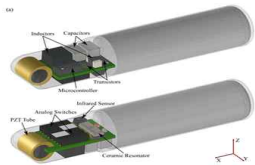
- 재난예방/대응 서비스에 활용 가능한 IoT 기반의 지능형 센서, 웨어러블 등을 활용하여 우선 서비스 모델로서 해상구조 손목밴드를 이용하여 선박 승/하선 관리, 조난자 구조와 현장 대응, 후속 조치 등 해상안전을 관리할 수 있다. IoT 기반 손목밴드를 통해 탑승자의 위치정보 등을 재난망(PS-LTE)/해상망(LTE-M)을 이용하여 관제센터와 데이터 송·수신함으로써 평시(승·하선 관리), 재난시(선박사고 조난자 구조 등) 활용과 데이터 수집 및 분석을 통한 대응해 볼 수 있다.

[그림 4. 해상 재난 구조 손목밴드 서비스 구성]



- 이에 대한 통신서비스 실증을 위해 지난해 10월 LTE 상용망의 IoT(LTE Cat.M1, NB-IoT) 통신모듈을 이용하여 해상통신, 수중음파 송신기의 데이터 도달거리 측정해본 결과 손목밴드는 해상에서 IoT 통신으로 최대 13~16km 송·수신이 가능하고, 수중에서 음파송신기가 주파수 40kHz 대역 이상, 5~10W 증폭하는 경우 최대 1km 정도 송신이 가능한 것으로 확인되었다.

[그림 5. 통신 모듈의 해상 도달거리 측정 결과]

| 구분   | IoT 통신                                                                            |                                                                                                     | 음파통신                                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | LTE Cat.M1                                                                        | NB-IoT                                                                                              | 음파송신기                                                                                            |
| 실험환경 | 해상                                                                                |                                                                                                     | 수중                                                                                               |
| 통신모듈 |  |                   |               |
| 도달거리 | 약 16km                                                                            | 약 13km                                                                                              | 약 1km                                                                                            |
| 주요특징 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 음성, 저용량 영상, 센서 측정정보 등 전송가능</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 센서 측정정보 등 소량 데이터 전송가능</li> <li>※ 핸드오버 미지원(이동제한)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40~80kHz 대역의 음파 신호 송출 시 2cm 정도로 제작가능(배터리 결합)</li> </ul> |

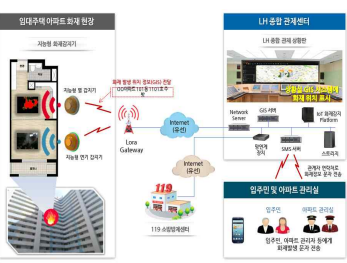
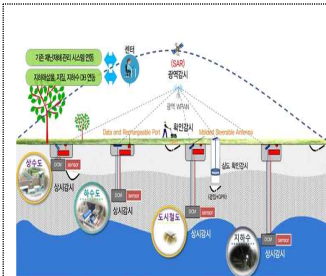
- 민간 분야의 경우에도 4차 산업혁명과 관련하여 스마트시티, 드론 등 신기술 기반 서비스를 전개하고 있으며, 공공분야에서도 공공안전 수요를 반영한 통신망 활용 서비스의 확대가 필요하다. 스마트시티, 자율주행차, 스마트팩토리 등 다양한 비즈니스 전개에 따라 공공안전 분야에서의 신기술 활용 가능성도 주목받고 있다.
- 4차 산업혁명의 주요기술과 접목하여 다양한 재난안전 서비스를 제공하는 등 재난안전통신망은 국민 생명안전 네트워크로서 역할이 매우 중요하다. PS-LTE 방식의 재난안전통신망 구축으로 재난현장의 통신 지원뿐만 아니라 재난안전 데이터를 활용한 다양한 서비스 제공과 관련 데이터의 적극적 활용이 요구된다. 전국 단일 전용망 구축으로 통합적 재난대응체계를 지원함과 동시에 기존 노후 통신망 교체, 재난통신 서비스, 데이터/사진/동영상 등 비정형 빅데이터 활용 등을 통해 재난안전 서비스를 향상해나가야 한다.

[그림 6. 지능형 신기술별 재난안전 서비스 모델

| 구분        | 서비스 시나리오                                                                                                                     |                                                                                                           |                                                                                                             |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 드론        | <ul style="list-style-type: none"> <li>드론을 활용한 환경오염 감시, 대형구조물 관리, 방사능 유해가스 사고대응, 화재현장 대응 서비스 등</li> </ul>                    |                                                                                                           |                                                                                                             |
|           |  <p>환경오염 감시</p>                             |  <p>방사능 유해가스 사고 대응</p>  |  <p>범죄추적, 차량단속 등</p>     |
| 웨어러블      | <ul style="list-style-type: none"> <li>밴드, 카메라, 셔츠, 구멍조끼 등 다양한 형태의 웨어러블 기기를 활용한 현장 재난안전 대응 서비스 등</li> </ul>                  |                                                                                                           |                                                                                                             |
|           |  <p>소방관용 웨어러블</p>                          |  <p>응급환자 수송</p>        |  <p>건설현장 안전 관리</p>      |
| 지능형 센서    | <ul style="list-style-type: none"> <li>화재감지, 위험물감지, 환경오염 감지, 건물위험 감지, 수량 등의 센서 및 네비게이션, 지능형 로봇 등 다양한 지능형 센서 활용서비스</li> </ul> |                                                                                                           |                                                                                                             |
|           |  <p>IoT 화재 감지기 (열, 연기)</p>                |  <p>건물위험 관리</p>       |  <p>구조용 로봇</p>         |
| 빅데이터 인공지능 | <ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 IoT 기기로부터 수집된 빅데이터를 수집-저장-가공-분석하고, AI 학습을 통한 재난, 안전 예방을 위한 지능형 서비스 제공</li> </ul>  |                                                                                                           |                                                                                                             |
|           |  <p>재난/안전 동향분석</p>                        |  <p>재난/사고 현장 모니터링</p> |  <p>재난/안전사고 예측, 예방</p> |

- 재난안전 분야에서는 국민의 생활과 관련한 방법·치안, 소방, 교통안전, 시설물 관리, 국방, 취약계층 지원 등 국민의 안전 등 8대 재난망 이용기관의 수요에 기반한 실행 가능성이 큰 과제를 발굴하여 지속적인 지능화 단계로 발전해야 한다.

[그림 7. 재난안전 분야별 신기술 서비스 모델]

| 구분     | 서비스 시나리오                                                                                                                                                                         |                                                                                                          |                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 치안     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 112 긴급 출동 지원, 방법 모니터링, 대테러출동, 사건·사고 현장 관리 등 경찰의 주요 업무를 지원하기 위한 IoT 기반 서비스 분야</li> <li>○ 해상안전, 불법 조업 및 밀입국 단속 등 해양경찰 관련 업무 분야</li> </ul> |                                                                                                          |                                                                                                          |
|        |  <p>CCTV 및 비상벨 주변으로 접근하면 스마트폰에 자동으로 비상벨 위치안내</p> <p>IoT 비상벨(서초, 용산 등)</p>                       |  <p>경찰견 IoT(블루포스)</p>  |  <p>해상 구조</p>         |
| 소방     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 119 긴급 출동, 소방현장 지원, 위험시설 모니터링, 산불감시 등 소방관의 주요 업무를 지원하기 위한 IoT 서비스 분야</li> </ul>                                                         |                                                                                                          |                                                                                                          |
|        |  <p>소방관용 웨어러블)</p>                                                                            |  <p>IoT 화재감지</p>     |  <p>산불감시</p>        |
| 시설물 관리 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 위험물 취급시설, 가스관, 노후건물, 교량, 도로, 산사태 위험지역 등의 안전 상태 모니터링을 위한 IoT 서비스</li> </ul>                                                              |                                                                                                          |                                                                                                          |
|        |  <p>지하매설물 관리</p>                                                                              |  <p>교량 안전(서울시 등)</p> |  <p>위험물 취급시설 관리</p> |
| 기타 서비스 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 의료응급요원 지원, 시위현장 및 건설현장 안전관리(노동자) 등</li> <li>○ 지능형 교통서비스 지원 (도로, 시설, 차량 등)</li> <li>○ 국방 관련 IoT 시설 지원(통제시설 모니터링, 작전 지원 등)</li> </ul>     |                                                                                                          |                                                                                                          |

## (2) 재난안전 공통 앱 개발 보급

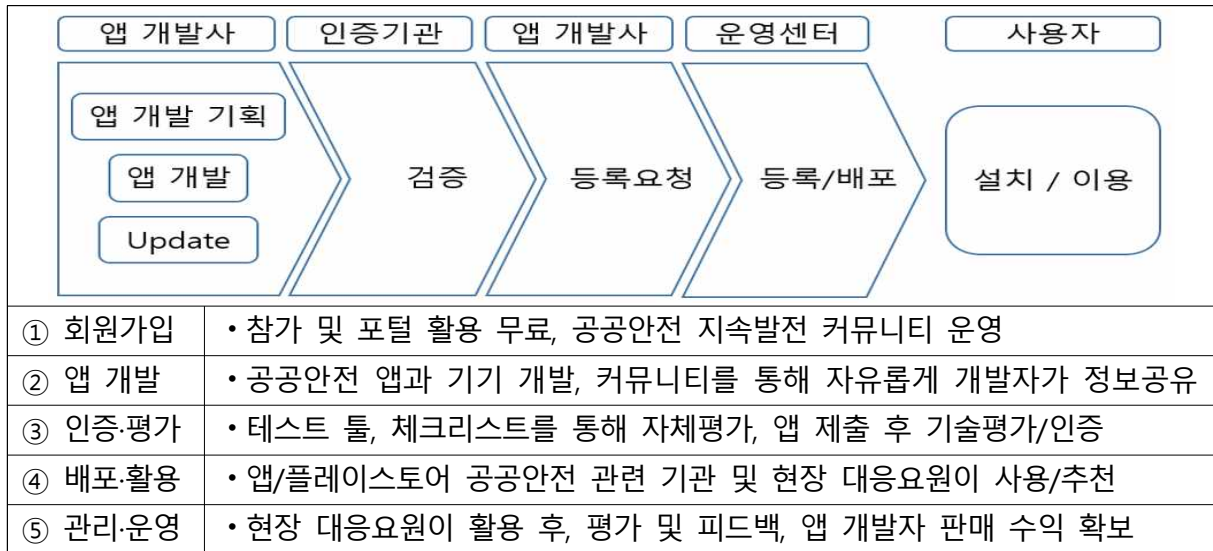
- 현재 재난안전통신망 기반구축과 함께 선진국의 공공안전 시스템 및 앱을 벤치마킹하여, 공공안전 앱 활용 생태계를 조성하고 있다. 미국 FirstNet은 재난안전 앱 카탈로그, 공공안전 포털, 앱 개발자 프로그램 총 3가지로 구성된 생태계 운영 중이며, 2019년 11월 현재 FirstNet 앱 카탈로그에 따르면 공공안전 대응요원을 위한 기본 서비스 앱을 포함, 상황인지, 의사소통 앱들을 포함하여 모두 62개의 공통 앱을 보급하고 있다. 재난안전 앱 개발 및 확산, 지속적인 운영을 위해 미국 재난안전통신망 FirstNet의 사례와 같이 클라우드 기반 개발 도구 등 소스 제어, 코드 검토, 문제 추적 등을 할 수 있는 앱 통합관리 프레임워크를 제공하고 있다.

[그림 8. 미국 FirstNet의 재난안전앱 및 단말기능]



- 이러한 앱 생태계에는 민간 개발자와 IT 업계가 참여하도록 하며 개발자 등록-앱 개발-인증평가-배포 활용 등 관리·지원 절차로 하고 있다. 재난안전 앱 개발자 가이드라인, 앱스토어 등록관리, 개발자 테스트 도구 지원, 인가된 재난 요원 등록 활용 등 각종 지원을 하고다. 민간 개발자의 등록, 인증·평가, 배포, 관리를 지속하기 위해 전문 기능을 가진 조직이 자율성을 갖고 운영하고 있다.
- PS-LTE 기반 재난안전통신망에서 재난 앱 개발자들이 네트워크에서 상호 운용성을 검증하고 개발 앱을 테스트하는 데 사용할 수 있는 도구를 만들어 지원해줄 필요가 있다. 개방적이고 투명하며 목표 기반의 자체 테스트 도구는 재난안전 애플리케이션 생태계를 만들고 빠르게 혁신하는 데 매우 중요하다고 볼 수 있다.

[그림 9. 재난안전 서비스 공통 앱 등록관리 절차]



- 소방, 경찰 등 재난안전 기관에서 개별적으로 구축한 다자간 통신, 멀티미디어 전송, 위치추적, 실시간 위치 파악 및 출동 요원 상태 공유 서비스 중 공통으로 적용 가능한 필수 기능을 단말기기 업체, 통신사업자, 소프트웨어 기업과 함께 공통 앱을 개발하고 운영해 나가는 체계가 되어야 한다. 이는 공공안전 앱의 사용자 기반이 훨씬 작고, 사용자 수요를 확보하는 데 어려움이 있으며, 상업적 수익모델이 없고 강력한 사용자 요구사항에 대한 도메인 지식을 얻는 데 한계가 있기 때문이다. 따라서, 민간 개발자에게 생산성을 크게 향상시키는 도구를 제공하여 해당 분야 지식을 습득하고 궁극적으로 상업적으로 성공할 수 있도록 지속적으로 지원해야 한다.
- 정부에서는 오픈 소스를 활용한 앱 개발 커뮤니티와 협력·지원을 통해, 지속해서 발전할 수 있는 재난안전 앱 개발 생태계를 조성해 나가고 있다. 재난안전 앱은 잠재 이용자 수가 적고 사용자 기반으로 마케팅하기 어려워 상업적 수익성이 낮고, 사용자 요구사항 충족을 위한 심도 있는 도메인 지식을 얻기 어려우므로, 정부에서는 상당 수준의 투자 활성화를 견인해 나가야 할 것이다.

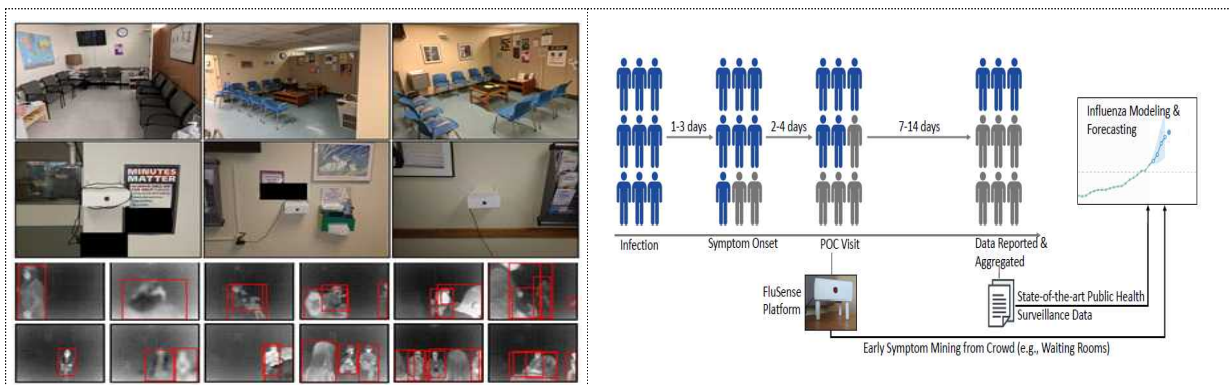
### (3) 재난안전 데이터의 실시간 활용

- 코호트 데이터의 활용 체계로 최근 국내 건강보험심사평가원에서 코로나 19의 전 세계적 확산에 효과적으로 대응하기 위해 익명화된 국내 코로나 19 환자 데이터를 공개하여 적극적 검사·확진자 관리를 통해 수집된 양질의 실제 임상데이터를 코호트 데이터로 구축 후 원시데이터는 기관 내 보유해 개인정보 유출 없이 분석 코드

시행을 통한 결과값(근거) 공유 방식으로 운영한다고 발표한 바 있는데 이는 매우 바람직한 방향이라고 본다. 건강보험심사평가원과 같은 보건의료기관이 보유한 전국민 진료비 청구데이터를 근간으로 각자 보유한 민간의료기관의 데이터와 외국의 임상데이터를 활용하여 감염병 관련 국내외 임상 전문가와 각 분야에서 데이터 전문가와 앱 개발자들이 활용하여 재난안전 대응기관과 국민에게 다양한 공공안전 서비스 제공이 가능할 것이다.

- 일례로 미국 메사추세츠 암허스트 연구진이 개발한 공공장소 모니터링 시스템을 구축하고 있다. 감기 등 질병 트렌드 데이터는 백신 제조, 의료 인력 확보 등을 위해 중요하여, 공공장소에 인공지능 기반의 인플루엔자 예측 플랫폼인 FluSense는 관련 데이터 확보 문제 해결을 위해 마이크, 열화상 카메라, 엣지 AI 노드(라즈베리 파이+인텔 Neural Compute Stick) 등으로 구성된 건강 감시 도구를 활용하여 사람 숫자, 기침 횟수, 재채기 등을 분석하여 '질병 지수(sickness index)'로 1분당 1인당 기침 횟수를 계산하며, 감기뿐 아니라 코로나, SARS 등의 바이러스성 호흡기 질환에도 적용해 볼 수도 있다.

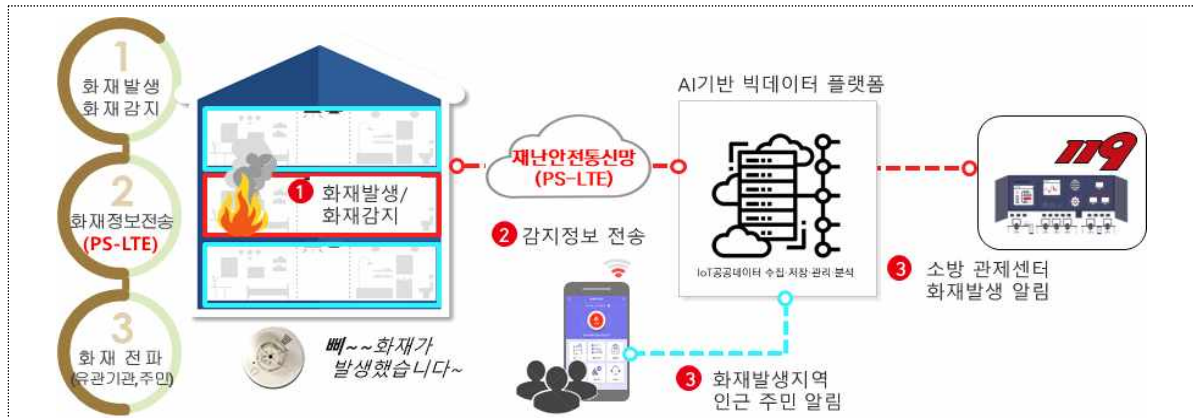
[그림 10 공공장소에서 감기 모니터링 'FluSense' 사례]



- 한편, 앞에서 재난안전 이용기관을 대상으로 신기술 수요와 같이 PS-LTE 기반 재난안전통신망을 기반으로 희망하는 가장 높은 서비스 수요가 센서 측정 등 사물인터넷(IoT)으로써 화재감지, 가로등 온오프, 상하수도 검침 데이터, 하천수위 관리 등 스트리밍 데이터의 활용한 앱 서비스를 활용함으로써 재난안전 대응요원의 의사결정을 지원할 수 있다.
- 화재안전 서비스의 경우 다중이용시설 등 화재발생 감지 및 소방시설 정상작동 여부를 실시간 모니터링하여 화재 즉각 대응 및 피해 최소화하기 위해 IoT 기반 지

능형 센서의 화재발생 감지 및 분석 정보를 재난망(PS-LTE) 통해 소방으로 화재 신고와 상황 전파도 가능할 것이다. 이를 통해 소방설비를 IoT와 PS-LTE의 무선 통신 게이트웨이를 이용한 자동화재 탐지설비 개량으로 설치 및 유지비용 최소화 할 수 있다.

[그림 11. IOT 기반 실시간 화재감지 대응 시나리오]



- 재난 상황에서 주민들에게 문자·음성·이미지·동영상 등 다양한 형태의 재난 정보를 신속하게 전파하는 대국민 서비스 및 중앙·지자체의 재난 예·경보 현황과 재난 상황 정보를 실시간 상호 공유할 수 있는 재난안전 플랫폼을 마련하고 지속적으로 응용서비스의 최신성을 유지할 수 있어야 한다.

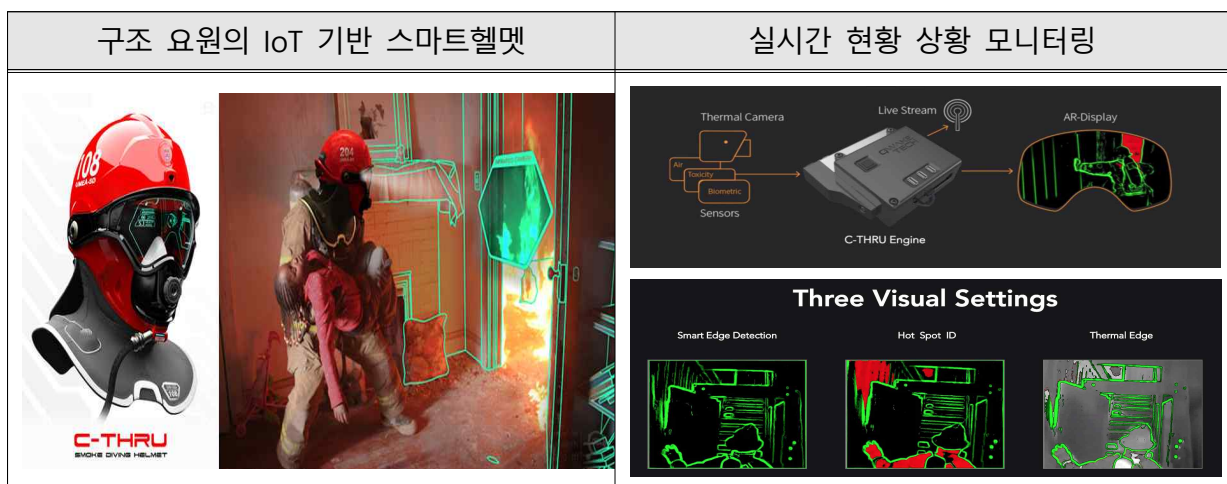
[그림 11. 재난안전 데이터 플랫폼의 개선 방향]

| 구분          | 현재                                                                                                                                                  | 개선 방향                                                                                                                                                            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 정보전달 체계     | <b>&lt;재난관리 담당자&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>예·경보 시스템의 독립적 운영</li> <li>현장 중심의 대응을 위한 상황실 및 현장간 양방향 소통 시스템 부재</li> </ul>           | <b>&lt;재난관리 담당자&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>재난정보 유관기관의 정보 공유체계 마련과 앱 기반 상황인지 및 전파</li> <li>관내 양방향 의사소통 체계 구축</li> </ul>                       |
| 정보전달 매체     | <b>&lt;일반 국민/재난관리 담당자&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(국민)문자, 음성 위주의 재난상황 전파</li> <li>(담당자(현장요원)) 일반전화, FAX, 데스크탑 중심 상황전파</li> </ul> | <b>&lt;일반 국민/재난관리 담당자&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>(국민) 재난경보 수신 매체 다양화(재난문자 전광판, UHD 등)</li> <li>담당자(현장요원) 스마트폰, 웨어러블, 히어러블 기기 정보전달</li> </ul> |
| 재난정보전달 유형   | <b>&lt;일반 국민&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>경보 위한 정보 부족</li> </ul>                                                                  | <b>&lt;일반 국민&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>스마트폰 멀티미디어 기반의 풍부한 정보 제공(재난대응정보 등)</li> </ul>                                                        |
| 재난정보 콘텐츠 생성 | <b>&lt;재난관리 담당자&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>수작업을 통한 재난정보 보고 및 콘텐츠 생성</li> </ul>                                                  | <b>&lt;재난관리 담당자&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>재난정보 콘텐츠의 실시간 자동 생성을 통한 신속 상황 전파</li> </ul>                                                       |

#### (4) 재난 구조요원의 실시간 상황전파

- 재난안전 대응요원들이 PS-LTE 기반의 재난안전통신망을 통해서 각종 신기술 응용서비스를 지원받음으로써 재난현장의 상황인지와 안전에 대한 대응능력을 향상시킬 수 있다. 미국 등 해외에서는 화재현장에서 열화상 카메라, 증강현실(AR), 능동형 잡음 제거 등을 이용하여 화재현장의 소방관에게 향상된 상황 인지기능을 제공하는 C-Thru 헬멧과 같이 연기 등으로 시야가 제약된 화재현장에서 건물 내부의 벽, 문, 사람 등을 명확히 구분할 수 있는 신기술 실증을 하고 있다.
- 헬멧에 장착된 열화상 카메라로 획득한 데이터는 실시간으로 건물 외부에 있는 지휘 관제센터 등으로 전송되어 처리 후 3차원 AR 이미지를 헬멧으로 재전송하며, 소방관 호흡 소리는 제거하고 음성 통화 및 구조 대상자의 목소리 등을 선택적으로 강화 시키기는 기술적용과 함께 헬멧에 장착된 열화상 카메라로 데이터는 실시간으로 열 온도, 탐지 정보 등에 대해 인명구조 등 현장 상황도 판단하게 된다.

[그림 12. 재난안전 신기술 서비스 해외 사례]

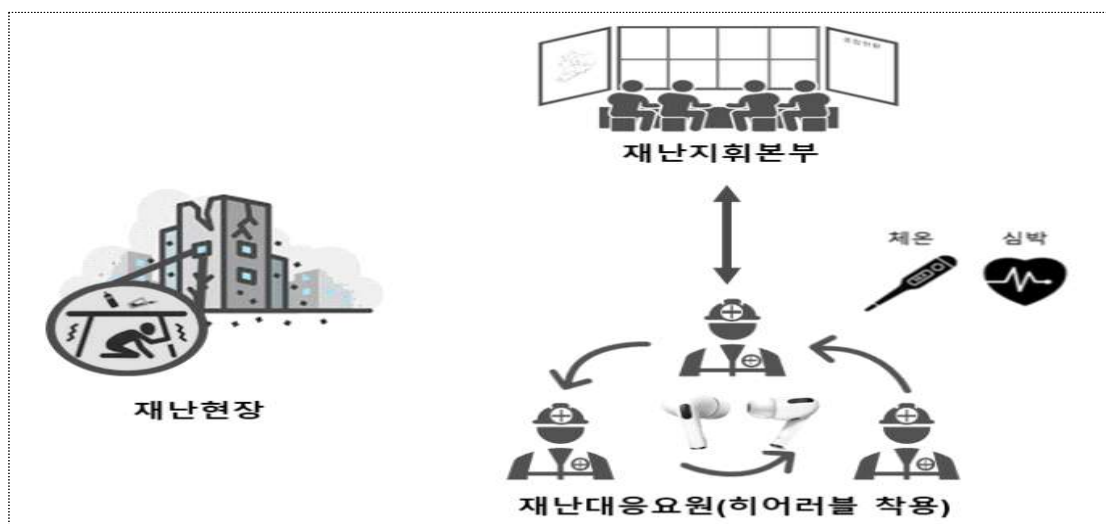


- 소방관들은 화재진압 과정에서 연기와 독성 물질에 노출이 되지만 단기, 장기의 건강에의 영향을 정확히 파악하지 못하고 있으므로 인공지능(AI) 기반 실시간 소방관 건강 모니터링을 통해 소방관의 팔에 착용하는 기기를 통해 체온, 습도, 연기 농도 등 측정 데이터를 민간 클라우드로 구성된 소프트웨어/하드웨어 통합 솔루션을 구현하고 있다.
- 재난현장 대응기관의 소방 서비스 및 응급의료 서비스 등을 통해 스마트워치 및

히어러블 활용으로 현장 대응요원 안전관리 및 대응능력 향상될 수 있도록 착용 가능한 고급 센서를 사용하여 이동성이 높은 인력을 위한 고유한 기능을 적용해 볼 수 있다. 재난현장에서 대응요원 간에 커뮤니케이션과 상황인지 능력, 또한 강력한 모바일 광대역 비용장치는 기존 LMR (Land Mobile Radio) 장치보다 훨씬 적으므로 쉽게 사용할 수 있다.

- 재난안전 서비스는 모바일 기기의 다양한 센서와 풍부한 데이터, 재난안전 서비스 클라우드 플랫폼을 활용하여 공공안전 대응기관 등과 연계한 PS-LTE 기반의 스마트폰과 연동하여 매일 사용하여 인명구조 임무 수행이 가능하다. 전국기반 재난 안전 서비스 인프라에 접근하기 위해 모든 공공안전 대응요원이 이용할 수 있는 재난안전 클라우드 플랫폼 서비스를 확산해 가야 할 것이다.
- 재난현장에서 재난 대응요원이 히어러블 착용하여 요원들간의 간의 실시간 다자간 통화로 재난현장 요원들 간의 소규모의 ‘애드혹 음성 네트워크(ad-hoc audio network)’를 구성할 수 있다. 재난대응요원들과 재난지휘본부와의 실시간 통신하며 현장 상황 보고하거나 지시사항 전달이 가능하다. 또한, 재난대응요원들의 건강 상태 모니터링하고 필요한 조치를 위해 히어러블에 장착된 생체(biometric) 센서 이용하고, 데이터 분석을 통해 건강 이상 징후가 있는 요원에 대해 상황파악을 할 수가 있을 것이다. 손목형 스마트워치는 공공안전을 위한 미션 크리티컬한 업무를 보조해 가고 있으며 경찰관, 소방관 등 대응요원(first responder)들이 공공안전에 점점 더 많은 스마트워치를 도입하는 것도 고려해 볼 필요가 있다.

[그림 13. 히어러블 기반 재난현장 대응]

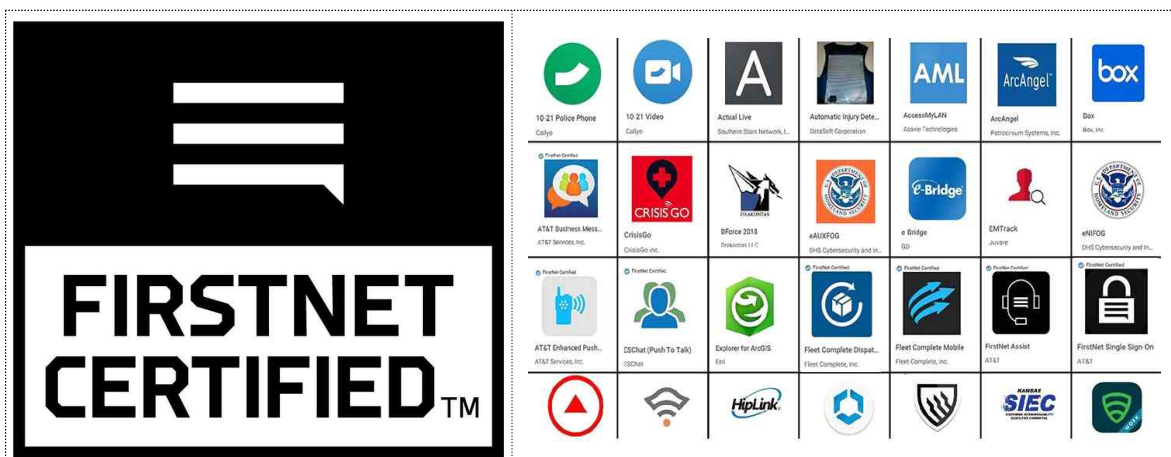


- 공공안전이 작동하는 조건 측면에서 배터리 수명은 지속해서 향상되고 있어서 공공안전 서비스 운영에 24시간 교대 및 통화 기능을 지원을 위해 신뢰할 수 있는 공공안전 광대역 통신망을 사용하여 현장에서 실시간 중요한 데이터 및 통신에 연결을 통해 재난현장에 대한 상황인지와 전파, 의사결정을 해나갈 수 있을 것으로 본다.

## (5) 재난망 보안 인증체계 강화

- PS-LTE 기반 재난안전통신망 대응요원들이 활용한 네트워크 인프라를 별도로 구축하여도 재난안전요원이 전용 단말기를 활용하여 공통 앱에 접근할 시 보안 인증체계를 확보해나가는 것은 필수 불가결하다. 재난안전통신망의 제한된 자원은 재난 대응기관의 특정 현장요원과 허가된 개인에 의해 상태 지정이 가능할 수 있도록 하고, 미국의 FirstNet의 재난 대응요원이 이용하는 스마트폰 공통 앱에 대한 인증체계와 같이 재난안전 공통 앱의 활용에서도 허가 인증된 대원만 활용할 수 있도록 하고 있다.

[그림 14. 미국 FirstNet 앱 인증 및 재난안전 앱 현황]



- 재난안전과 관련한 사물인터넷 제품은 대부분 중소기업에서 제조하고 있고 하드웨어를 제어하기 위한 앱과 서버 역시 중소기업에서 제공하고 있으나, 제조업체에서 소프트웨어 전문 인력을 보유하기 어려우므로 대부분 단발성 외주로 제작을 하고 있어서 통신보안에 대한 각별한 주의 필요하다. 아울러, 소프트웨어 보안을 위해서는 전문성과 함께 주기적 업데이트라는 노력이 필요하며 많은 투자가 필요하지만 중소기업에게 외주운영 방식으로 하는 경우 이런 조건을 만족하기가 어렵다.

- 사물인터넷 제품은 안정성이 검증된 상용 운영체제(OS)를 기반으로 공개 소프트웨어를 사용해 개발하는 경우가 많아 더욱 위험에 노출되기 쉬우며, 문제는 사물인터넷 제품은 단순 홈페이지와 다르게 개인정보, 안전 등 민감한 정보와 밀접하게 연결되어 있다는 점이다. 재난안전응용서비스 구축 시 사물인터넷을 기반으로 한 서비스는 개인의 사생활이 크게 위협이 될 수 있다는 인식과 함께 PS-LTE 기반의 재난안전통신망과 재난안전 서비스 시스템, 단말기뿐만 아니라 재난이용기관 요원의 공통 앱 접속을 할 때 보다 강화된 형태로 보안 인증을 강화해나가야 한다.

## (6) 민·관 재난안전 얼라이언스 구축

- 공공안전이 과거 정부의 업무영역이었지만 이미 민간에서 활용 가능한 데이터가 많이 있다. 예를 들면 통신사의 경우 IPTV 채널 전환, 가스 사용 기록, 전기 사용 기록, 현관 열기/닫기 기록에 대한 정보를 가지고 있으므로 독거노인의 경우 이상 상황을 바로 파악할 수 있는 시스템과 데이터를 이미 가지고 있다. 구글이 과거 검색어로 독감을 추적했던 것처럼 네이버를 통해 ‘독감’ 등 핵심 키워드를 통해 유행병 등의 발생과 경로 등을 추적할 수 있기에 협력할 수 있어 보임. 민간에 존재하는 다양한 빅데이터를 통해 공공안전 서비스의 완성도를 높일 수 있을 것이다.
- 재난안전 통신사와 단말기/솔루션 기업간의 협력도 필요하다. 미국은 모토로라 솔루션과 AT&T는 미국 전역에 걸쳐 상호 호환이 가능한 공공안전 및 재난안전 통신망인 FirstNet을 통해 모든 공공안전기관 초동대응 대원 전용으로 동급 최고 LTE 솔루션 제공하고 있다. 국내에서도 PS-LTE 기반 재난안전통신망의 인증을 받은 재난망 전용으로 설계된 디바이스와 미국의 재난안전통신망에서 차세대 공공안전 통신솔루션을 지원하는 모바일 앱, 소프트웨어가 제공되고 있다.
- 국내 전 지역의 공공안전 및 재난안전 통신용으로 특별히 설계된 단말기기로, 재난망 구축사업자의 인증을 받은 PS-LTE 네트워크 인증을 획득하고 공공안전에 특화된 기능을 충족하는 특별기 개발된 기기로 맵핑과 메시징과 같은 모바일 애플리케이션 제품군을 제공할 수 있어야 한다. 단말기 회사와 재난안전 통신사업자인 KT, SKT와 함께 지속적으로 공공안전 초동대응기관들과 협력하여, 미국의 공공안전과 재난안전 통신을 위한 차세대 음성, 데이터, 메시징 통신솔루션을 제공하고 업그레이드해나가야 한다.

- 재난안전 분야의 응용서비스 사업화 여건 조성 및 이해관계자인 통신사업자, 단말 장비 기업과 클라우드/빅데이터/인공지능(AI) 등 관련 기업간 파트너십 결성 등 재난안전 산업 생태계를 지속적으로 구축해 나가야 한다. 미국의 공공안전 기술 얼라이언스(PSTA) 사례와 같이 국내에서도 중앙과 지방정부간의 공공안전 기술 이용기관, 관련 학계/연구소, 클라우드 사업자, 이동통신사, 보안 솔루션 업체, 사용자 단말 및 기기 제조기업, 업계 표준화 단체, 공공안전 분야 비영리 단체와 재난안전 서비스 개발자 등의 지속적인 멤버십을 통한 협력을 하고 있다.

[그림 15. 미국의 공공안전 기술 얼라이언스(PSTA) 현황]



- 국내도 PS-LTE기 반의 재난안전통신망 구축과 함께 단말기와 솔루션 기업들이 재난안전통신망을 위해 모바일 앱, 소프트웨어와 서비스를 통해 기존의 공공안전 통신을 혁신적으로 향상해 일반 시민과 초동대응 대원의 안전에 더욱 중점을 둔 개선된 솔루션 제공할 수 있도록 해나가야 할 것으로 본다.
- 공공안전 및 통신 산업 내의 주요 자원에 대한 민간 기업들에게 액세스를 제공하고, 공공안전 LTE 네트워크 및 신흥 광대역 공공안전 서비스 관계기관, IT 기업들이 대규모 글로벌 광대역 프로젝트와 관련한 자문과 사업 기획·발굴에 참여할 수 있어야 한다. 공공안전 분야의 벤처기업 육성을 통해 공공안전 기술 영역에서의 새로운 기회와 혁신 성장할 수 있는 서비스 생태계를 만들어가면서 재난안전 서비스 사업 중심의 협력 얼라이언스를 만들어가는 것이 바람직하다.

- 재난현장 대응요원 커뮤니티에서 사용될 애플리케이션, 핸드셋, 커넥티드 디바이스, 클라우드 애플리케이션 및 스토리지에 관한 기술 사양의 구현 및 테스트하고, 특히 공공안전이 최상의 톨을 선택하여 지원해 나가야 할 것이다. 통신사업자, 단말 장비 기업과 클라우드/빅데이터/인공지능(AI) 등 관련 기업간 공공안전에 서비스 발굴을 위한 채널을 확대해 나가야 한다.

## (6) 결론 및 향후 방향

- 코로나 19와 같은 전염병 팬데믹과 기후변화, 대형화재 등 지구적 위협 요소들의 발생 가능성(likelihood)과 영향도(impact)가 증가고 장기간 계속되고 있다. 환경 관련해서는 기상이변, 기후변화 대응 실패, 자연재해, 생물 다양성 손실도 발생하고 있다. 사이버 관련해서는 데이터 사기 및 절도, 사이버 공격, 정보인프라 붕괴, 기타 위협으로 수자원 위기, 지구적 거버넌스 실패, 자산 거품, 대량파괴 무기, 감염병 확산이 우려되고 있다.
- 재난안전 분야에 사물인터넷(IoT), AI/빅데이터, 드론, 증강현실 웨어러블 등 4차 산업혁명의 지능형 신기술 융복합하여 대처하는 매우 중요하며 기술 성숙도 측면에서 구현이 가능한 서비스가 많아지고 있다. 이러한 지능형 신기술은 공공안전 업무와 관련된 미션 크리티컬 애플리케이션(응용 프로그램)은 재난안전 구조요원이 재난현장 업무를 수행하는 방식을 혁신적으로 변화시킬 수 있다. 재난안전통신망의 구축과 연계하여 민간의 AI, 빅데이터, 사물인터넷 등 지능형 서비스를 활용한 재난안전 실증과 전국 확산을 통하여 평시에 재난통신망의 여유 자원을 활용한 신기술 서비스를 확대해 나가야 할 것이다.
- 또한, 재난안전 분야의 임무 지향혁신(Mission-oriented Innovation, MOI) 정책으로 공공과 민간이 협력하여 공공안전 분야의 도전과제를 발굴하고 기술혁신(R&I) 프로젝트 기획·추진하는 것이 좋으며, 일례로 인공지능 기반의 감염병 감시(surveillance) 플랫폼을 구축하여 감염병 발생과 관련 자료와 매개체에 대한 자료를 체계적이고 지속해서 수집, 분석 및 해석하고 그 결과를 제 때에 필요한 사람에게 배포하여 감염병 예방과 관리를 해야 할 것이다.
- 재난통신망 기술지원 전문기관에서 민관협력 실증 시범사업 추진하여 민간의 창의와 혁신을 지원하기 위한 4차 산업혁명 신기술을 활용한 재난안전 분야 실증 시범

사업을 확산하고 고가의 개발환경을 갖추지 못해 어려움을 겪는 중소기업을 위해 장비 기능, 성능, 품질 등 시험·검증 기반의 테스트베드 서비스 제공이 필요하다. 이는 정부에서 구축·운영 중인 개발환경 테스트베드와 연구시험망이 KOREN과 연계 를 통해 국내외 시험·검증 환경 제공하는 것도 대안이 될 수 있다.

- 또한, 공공안전과 관련된 직무가 다른 사람들에게 더 쉽고, 더 좋고, 도움이 될만한 것이 무엇인지 발굴, 정보 전달, 공유 등을 통하여 재난안전통신망을 지속해서 발전해 나가는 것처럼 국내 재난안전통신망에서도 소방관, 응급구조원, 지자체 담당자 등 이용기관들이 지속적인 통신서비스와 관련된 아이디어를 발굴하고, 상호 전달, 공유하는 지속적 의사소통 채널 또는 협의체를 활성화해야 한다.
- 국내에서 PS-LTE 기반 재난안전통신망을 활용한 공공안전 서비스 요구, 모바일 광대역 및 모바일 기기를 기반으로 한 혁신적인 소프트웨어 개발 변화를 실증해 나갈 수 있는 새롭고 혁신적인 방법을 확대하면서 더 많은 개발자에게 데이터 개방과 개발환경을 지원하고, 완전히 통합된 개발 생태계가 만들어질 수 있도록 보다 집중된 앱과 더욱 시기적절한 데이터에 액세스할 수 있도록 기반을 조성해 나가야 할 것이다.
- 사실상 재난사고를 원천적으로 방지하는 것은 한계가 있으므로 재난관리 패러다임은 적응(adaptation) 및 복구(recovery)를 강조하는 복원력(resilience)으로 전환할 수 있도록 공공안전 생태계의 핵심 이해관계자인 지방정부의 참여 확대되어야 한다. 경제적, 환경적, 사회적 미래 충격을 흡수, 회복, 대비할 수 있는 역량을 가지며 지속 가능한 발전과 포용적 성장을 촉진하는 OECD의 복원력 가진 도시(Resilient Cities) 개념과 같이 지방정부는 ‘복원력 있는 도시(resilient cities)’ 차원에서 공공안전에 접근하고 있다. 스마트시티, 5G 인프라 등 타 부처 유관 프로젝트로 ‘안전한 스마트시티’, ‘5G for Public Safety’ 등의 사업에 관련 기관을 연계해 나가는 전략도 바람직한 방향이라고 본다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국립재난안전연구원, 국민안전확보기술개발사업 종합분석 보고서, 2017
- [2] 국립재난안전연구원, 제3차 재난 및 안전관리기술개발 종합계획 수립연구, 2017
- [3] 행정안전부, 한국과학기술정보연구원, 4차 산업혁명 기반 국민안전 서비스 확대, 2017
- [4] 정보통신정책연구원, 미 FirstNet, 2015년 국가 공공안전광대역망 연차보고서 주요 내용, 정보통신정책동향, 제28권 5호, 2016
- [5] 국립재난안전연구원, 재난안전 분야 과학기술 수준 조사 연구, 2016
- [6] 미래창조과학부, 한국전파진흥협회, 재난망 산업 생태계 조성방안 연구, 방송통신정책연구 제15호, 2015
- [7] 한국정보통신기술협회, PS-LTE 국제표준화 동향(SA2와 SA6를 중심으로, 표준·시험인증 기술동향, vol. 159, 2015
- [8] 한국정보화진흥원, 국가재난안전통신망 현황과 구축방안, 2014
- [9] 한국정보화진흥원, 재난안전 분야의 新ICT융합전략, 정보화정책연구 제3호, 2014
- [10] 정보통신사업진흥원, 광대역 재난안전무선통신망을 위한 PS-LTE 동향, 주간기술동향, 2013
- [11] IoT를 위한 LPWA네트워크기술 및 시험인증 동향, 2018.07, TTA Journal Vol.178
- [12] 사물인터넷 분야 정부투자 우선순위 설정에 관한 연구, 한국과학기술기획평가원
- [13] 정부사물인터넷 도입 가이드라인, 2019.7, 행정안전부\_NIA
- [14] The Future of the Internet of Life Saving Things: Turning Operational Concepts Into Reality, Jason Karp, Co-Founder The Public Safety Network, 19 June 2019.
- [15] Designing Mission Critical Communications Solutions for First Responders, TELIT WHITEPAPER 06.2018