

IoT 기반 재난예방 및 안전 모니터링 기술

IoT Based Disaster Mitigation and Safety Monitoring Technologies

| | |
|-------------------------------------|-------------------|
| 명승일 (S.I. Myeong, msi@etri.re.kr) | IoT 연구본부 책임연구원 |
| 이혜선 (H. Lee, hyesun.lee@etri.re.kr) | IoT 연구본부 선임연구원 |
| 이학준 (H.J. Lee, hakzoon@etri.re.kr) | IoT 연구본부 연구원 |
| 이강복 (K.B. Lee, kblee@etri.re.kr) | IoT 연구본부 책임연구원/PL |

Based on the main technologies of the 4th Industrial Revolution, industries including the smart home, transportation, agriculture, factory, energy, and medical care industries are rapidly developing. Disaster management technologies and services based on state-of-the-art convergence technologies are being widely applied for the purposes of public safety. State-of-the-art scientific technologies including the Internet of Things (IoT) are expected to offer alternative solutions to pending issues of disaster and safety. Particularly in disaster management, a “prevention activity” to avoid and control disasters in advance is essential, and thus disaster prevention and safety monitoring technologies based on hyper-connected intelligence are fundamental for society during the 4th Industrial Revolution. IoT technologies are being actively applied and utilized in various fields to prevent social and natural disasters. In this article, we introduce the development trends of disaster prevention and safety monitoring technologies based on IoT technologies.

* DOI: 10.22648/ETRI.2018.J.330110

* 본 연구는 소방청 현장중심형 소방활동지원 기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었음[소방관용 스마트 헬멧 개발, MPSS-소방안전-2015-83].



본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

4차 산업혁명 사회의 초연결
지능과 신뢰 인터넷 기술 특집

- I. 머리말
- II. 제4차 산업혁명 사회의
재난예방
- III. IoT기반 사회재난 예방 및
모니터링
- IV. IoT기반 자연재난 예방 및
모니터링
- V. 맺음말

I. 머리말

사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 머신러닝 등 제4차 산업혁명의 주요 요소기술을 기반으로 스마트홈, 교통, 농업, 공장, 에너지, 의료 등 전 산업이 비약적으로 발전하고 있다[1], [2]. 제4차 산업혁명의 주요 동인은 초연결 지능으로 볼 수 있는데, 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 기술을 통해 인터넷을 기반으로 다양한 사물, 사람, 데이터, 및 프로세스가 유기적으로 연결되어 언제 어디서나 상황에 맞는 지능화된 융합 서비스를 자율적으로 제공하는 인프라가 구축되고 있다.

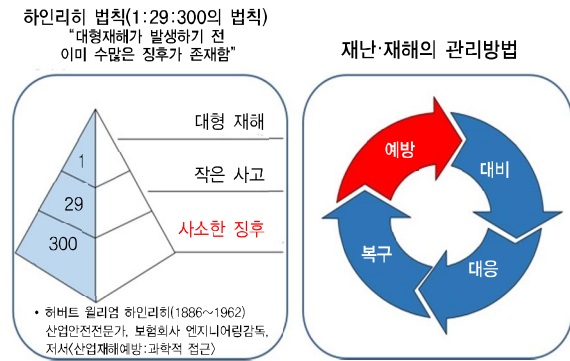
이러한 첨단 융합기술은 최근 재난안전 분야에서도 적극적으로 활용되어 국민안전을 도모하기 위한 재난관리 기술 및 서비스 적용이 확대되고 있다. 특히 재난재해 관리에서는 재난 발생 요인을 사전에 제거하고 억제하는 ‘예방’ 활동이 핵심적이기 때문에 초연결 지능을 기반으로 한 재난예방 및 안전 모니터링 기술이 필수적이라고 할 수 있다.

본고에서는 IoT 기술을 기반으로 한 재난예방 및 안전 모니터링 기술의 개발 동향을 살펴보고자 한다. 우선 제4차 산업혁명 사회의 재난예방 활동에 대해 살펴본 뒤, 구체적으로 사회재난과 자연재난을 예방 및 모니터링 하기 위한 IoT 기술 동향에 대해 살펴보고자 한다.

II. 제4차 산업혁명 사회의 재난예방

제4차 산업혁명 사회에서는 IoT를 포함한 첨단 과학기술이 재난안전 분야의 현안을 해결하기 위한 대안을 제시할 수 있을 것으로 각광받고 있으며, 국민안전을 도모하기 위해 재난 관리에 첨단 융합기술이 적극적으로 활용되고 있다. 첨단 융합기술을 활용한 재난 관리는 이제 선택이 아니라 필수가 되었으며, 데이터에 기반한 재난 관리 체계 수립이 요구되고 있다.

재난 관리 활동은 크게 예방(Mitigation), 대비



(그림 1) 재난예방의 중요성

(Preparedness), 대응(Response), 복구(Recovery)로 나눌 수 있는데, 이 중 재난 발생 요인을 사전에 제거하고 억제하는 ‘예방’ 활동이 재난 피해를 막기 위해 가장 핵심적이다. (그림 1)과 같이 하인리히 법칙(또는 1:29:300의 법칙)[3]에 따르면 대형재난이 발생하기 전 이미 그와 관련된 수많은 경미한 징후가 반드시 존재한다. 사소한 문제가 발생하였을 때 이를 인지하고 시정하면 재난을 방지할 수 있지만, 징후가 있음에도 이를 무시하면 돌이킬 수 없는 대형재난으로 변질 수 있다.

제4차 산업혁명 사회에서는 사물인터넷을 기반으로 한 초연결 지능 인프라를 활용하여 재난의 징후를 나타내는 다양한 결함 및 위험요인을 조기에 감지할 수 있기 때문에 보다 발전된 재난예방을 제공할 것으로 기대되고 있다. 또한, 예방 단계에서 수집된 각종 데이터는 향후 재난대비, 대응 및 복구 활동에도 활용되어 재난안전 분야의 전 활동을 비약적으로 발전시킬 것으로 기대된다.

다음 장에서부터는 초연결 지능을 적용한 재난예방 및 모니터링 기술 동향에 대해 살펴보고자 하며, 재난 발생 유형에 따라 기술을 구분하여 살펴보고자 한다.

III. IoT기반 사회재난 예방 및 모니터링

사회재난은 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방사고, 환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 국가/지방자치단

체 차원의 대처가 필요한 인명 또는 재산의 피해 등과 국가기반체계의 마비, 감염병 또는 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해로 자연재해가 아닌 것을 말한다. 본 장에서는 대표적인 사회재난 유형별로 예방 및 모니터링하기 위한 IoT 기술을 살펴보고자 한다.

1. 화재

사회재난 유형 중 IoT 기반 기술이 가장 많이 적용된 분야 중 하나가 화재 예방 및 모니터링이다. 화재를 감지하기 위한 각종 화재 감지 장치(종류에 따라 불꽃, 연기, 온도 등을 감지)를 설치하고 IoT 기술을 기반으로 장치 간 또는 관제실/센터에 연결하여 화재를 감지한 경우 필요한 곳에 화재 정보 알림을 보내는 화재 모니터링 시스템의 도입이 지속적으로 확산되는 추세이다.

2015년 북촌 한옥마을에 IoT 기반 119 신고 서비스가 도입되었다[4]. 비콘을 통해 온도, 습도, 산소 등 환경 정보를 측정하여 모니터링 하고, 환경기준치를 초과하면 경고문자를, 온도가 70℃ 이상이 되어 화재가 감지되면 119에 자동 긴급문자를 발송하도록 하였다.

최근 서울시는 전통시장에 지능형 화재감지 시스템을 도입하였다[5]. 강동구 암사종합시장과 둔촌시장에 지능형 화재감지시스템 243대를 설치하고 5초 이상 지속되는 열이나 연기가 감지되면 서울종합방재센터 및 점포주에게 자동으로 정보를 전달한다. 특히 열기가 5초 이상 지속 감지되는 경우에만 알림을 보내기 때문에 오인 출동을 최소화할 수 있도록 하였다.

대전시도 최근 전통시장 화재 예방을 종전 사고 대응 체계에서 IoT 기반 사고 예방체제로 전환하는 특별 대책을 추진했다[6]. 중앙시장에 화재 조기 발견을 위한 불꽃감지기 설치 등을 비롯해 CCTV 종합통신망을 구축하고, 화재 발생 시 자동으로 소방서에 신고해주는 자동 화재속보설비를 설치할 계획이다.

이외에도 KT는 복합화재센서(불꽃, 연기, 온도)와

IoT 기술을 접목한 화재관제 솔루션[7]을 송도 트리플스트리트에 적용하여 화재, 방범, 전력, 안전 등 시설관리에 필요한 전반 사항들을 관제실에서 실시간 관리할 수 있도록 하였다. 로제타텍은 스마트재난속보시스템[8]을 CGV 영화상영관 100여 곳에 설치하고 청주 육거리시장, 진주 자유시장 등에 시범설치 운영 중이다. SK텔레콤은 한국전기안전공사와 IoT 기반 감전 및 화재 예방 시스템을 도입하기 위한 MoU를 체결하였는데[9], 주택의 경우 분전반에 IoT 모듈을 설치해 과전압이나 과전류 등의 발생을 관제센터에서 실시간으로 확인이 가능하여 사고 예방에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

비슷한 개념의 화재 모니터링 시스템이 해외에서도 활발히 도입되었는데, 아프리카 판자촌에서는 불이 쉽게 번지는 판자촌의 특성을 고려하여 화재 예방을 위한 스마트기기가 설치되었다. 룸카니(LUMKANI)[10]는 온도변화를 모니터링하여 화재를 감지한 경우 경보를 울리고 RF를 통한 무선 신호를 보내서 20초 안에 반경 60m 내에 있는 룸카니들도 경보를 울리고 주민에게 화재정보를 문자로 전송하여 주민들이 신속하게 대피할 수 있도록 하였다.

이 외에도 가정에서 개인이 스마트폰을 사용하여 원격으로 화재 위험 징후를 모니터링하고 제어할 수 있는 제품 및 서비스가 출시되었다. 가스밸브를 원격으로 제어하고 가스밸브 주변 온도를 모니터링하여 화재 위험을 조기에 예방할 수 있는 제품[11], 원격으로 전기 콘센트를 제어하고 전기 누전을 예방할 수 있는 제품 등이 현재 서비스되고 있다[12].

2. 붕괴

붕괴를 예방 및 모니터링을 위하여 붕괴가 일어날 수 있는 지형(터널, 도로변, 지하 등)에 IoT 장치를 부착하여 정보를 수집하고 IoT 통신기술을 적용하여 이를 실시간으로 모니터링하여 붕괴 징후를 예측할 수 있는 기

술이 연구개발 되어 도입되고 있다.

국립산림과학원은 한국전자통신연구원(ETRI: Electronics and Telecommunications Research Institute)과 IoT 기반의 산사태 무인원격 감시 시스템 기술을 개발하였다[13]. 이 기술은 국도, 고속도로 등 도로변의 사면상태 및 위험상황을 실시간으로 감지하고 감지된 데이터를 기반으로 도로사면의 붕괴 및 위험상황을 감지하여 도로주행 중인 운전자 또는 주변에 경보를 발령하여 피해를 최소화할 수 있도록 하였다. 또한, 한국건설기술연구원(KICT: Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)은 ETRI, 홍인아씨와 함께 터널 등 지반 시설물의 상태를 실시간으로 정확히 분석할 수 있는 지반 변위 시스템 기술[14]을 개발하였는데, 지반 시설물의 변위를 측정하고 형상 정보로 변경해 시설물의 상태를 실시간으로 분석하고 이를 기반으로 터널의 실시간 위험 상태를 파악하여 붕괴에 대비할 수 있도록 하였다.

UnderGround Safety(UGS) 융합연구단은 지하공간 사고에 따른 국민적 불안감을 해소하기 위해 ETRI, KICT, 한국철도기술연구원, 한국지질자원연구원 등 4개의 출연(연)이 핵심 연구역량을 집결시켜 2015년부터 IoT로 지하 공간의 이상 징후를 감지해 싱크홀이나 지하 시설물 붕괴 사고 등을 예방할 수 있는 기술을 개발해왔다[15]. 그 결과 지하매설관(상·하수관로) 위험 감시장치, 도시철도 지하구조물 및 주변 지반 감시장치, 도시 지하수 및 지질 환경 실시간 감시장치 등이 연구되었다. 특히 지하매설물의 상시 감시에 IoT 통신기술을 적용한 감시 장치는 맨홀 속 계수밸브에 센서를 붙이고 맨홀 뚜껑에 안테나를 설치한 후 기지국(UGS-AP: UGS-Access Point)을 통해 감지정보를 무선으로 전송하면 서비스플랫폼에서 지하공간에 대한 3차원 입체영상 및 지반함몰 위험도 상태를 보여준다. 연구 기술에 대한 테스트 실증을 거쳤으며 10월부터는 기술을 왕십리역에 적용하고 싱크홀을 위험을 실시간으로 예측하는

시범사업을 추진할 예정이다.

이 외에도 건설현장 붕괴 사고를 예방하기 위하여, 대우건설은 2016년 SK텔레콤과 함께 ‘대우 스마트건설’ 기술을 개발하여 IoT 센서를 기반으로 현장 근로자와 장비, 공정을 통합 관리하여 안전사고를 사전에 방지하도록 하였다[16]. 가설물과 기둥에 기울기 및 진동 측정 센서를 설치하여 공사 중 하중에 따른 붕괴사고를 사전 방지하고 지진 등 재난에 대한 대처를 신속하게 할 수 있다. 또한, 가천대학교에서는 폭설로 인한 비닐하우스 붕괴를 예방하기 위해 IoT 기반의 IoT-Snow Melting System(I-SMS) 기술[17]을 개발하여, 스마트 디바이스에서 온도, 일기 등의 정보를 수집하고 원격에서 I-SMS 시스템을 동작시킬 수 있도록 하였다.

3. 폭발

IoT 기반의 폭발 예방 및 모니터링 기술은 대부분 가스 누출로 인한 폭발을 예측하기 위한 것이었다. 특정 공간에 IoT 장치를 부착하여 가스 누출 전 징후(시설물 부식 등) 또는 가스 누출 징후(가스농도 초과 등)를 모니터링 및 분석하여 폭발을 사전에 예측하여 알리고 자율제어 등의 방법을 제공하여 재난을 방지할 수 있도록 하였다.

ETRI에서는 2016년 밀폐공간 안전관리 시스템 기술을 발표하였는데[18], 밀폐공간 내부의 잔존가스 측정 장치를 통해 환경정보를 수집하고 이를 무선통신과 작업장 유무선 통합네트워크를 통해 관제센터로 전달하면, 관제센터에서는 위험지역 정보 DB(DataBase) 및 작업장 수집 정보를 바탕으로 위험을 판단하고 작업 현장에 위험을 알리도록 하였다. 또한, 2017년에는 에너지 융합형 안전관리 플랫폼 기술[19]을 제안하여 가스사고 전조예측을 기반으로 안전사고가 발생하기 전에 조치할 수 있는 예방적 에너지 안전 서비스를 소개하였다(전통 시장, 지하 복합상가 폭발 등의 안전사고 예방 가능).

한국가스안전공사 가스안전연구원에서 가스시설물에

대해 폭발 예방을 위해 IoT 센서를 이용한 가스사고 전조예측 기술을 개발하였다[20]. 가스사고 전조예측 기술 개발 방안은 크게 1) 가스 누출 전과 2) 가스 누출 후로 나눌 수 있는데, 1) 가스사고 누출 전에는 가스 시설물(배관, 연결부 등) 부식, 피로, 고장 등의 열화모형을 이용하여 전조예측을 하고, 2) 가스 누출 후에는 가스농도 데이터를 수집하고 누출 초기시점에 미량 누출을 예측하여 위험한 가스농도에 도달하기 전에 경고 또는 가스차단을 할 수 있게 하였다.

4. 환경오염사고

환경오염사고를 예방하기 위하여 IoT 장치를 사용하여 하천 수질, 공장 굴뚝 배출 가스, 미세먼지, 악취 등을 모니터링하는 기술이 도입되고 운영되고 있다.

수자원 환경오염사고를 예방하기 위해, 유럽 집행위원회(EC)에서는 ‘Project Warmer’[21]을 통해 실시간 수질관리시스템을 유럽 전역에 구축하기 위해 노력했다. 유럽 전역에서 다수의 센서 및 탐사체로 수집된 정보를 통합된 모니터링 플랫폼을 통해 관리하기 위한 프로젝트로, 이탈리아 베니스 지역에서 2009년부터 실제 데이터 수집에 대한 필드 테스트를 전개하고 시스템의 성능을 점검하였다.

국내에서도 하천 수질원격감시체계(TMS: Tele-Monitoring System)[22]를 구축하여 전국에 있는 사업장에 수질자동 측정기기를 설치하여 오염물질 배출 상황을 관제센터에서 실시간 감시함으로써 수질 오염물질의 배출을 저감하고자 하였다. 2017년 6월 기준 전국 939개소의 수질 TMS가 부착되어 있으며, pH(potential of Hydrogen), BOD(Biochemical Oxygen Demand 또는 COD: Chemical Oxygen Demand), SS(Suspended Solid), TN(Total Nitrogen), TP(Total Phosphorus) 등을 자동측정하고 있다.

환경공단에서는 굴뚝원격감시시스템(CleanSYS)[23]를 운영하여 공장 굴뚝에서 내뿜는 대기오염물질을 자동으로 측정 및 감시하고 있으며, 2017년 7월 기준 전

국적으로 총 1,531개의 굴뚝에 설치된 상태이다. 이산화황을 비롯하여 암모니아 및 질소산화물 등 총 7가지 오염물질을 측정하며, 측정된 데이터는 관제센터 내의 중앙 컴퓨터와 온라인으로 연결되어 실시간으로 오염물질 배출상황 관리 근거로 사용되고, 데이터 모니터링 및 성분 분석 등을 통해 이상징후가 발생되면 신속한 대응체계를 구축하여 오염사고를 예방하는 도구로 사용한다. 또한, 배출되는 오염물질이 허용 기준을 초과할 것으로 우려될 경우 자동으로 통보하는 예경보 시스템을 갖추고 있으며, 원격제어 시스템을 통해 원격에서 측정기의 정상작동 여부를 확인할 수 있다.

과학기술정보통신부와 국토교통부는 부산 강서구에서 IoT 환경 센서를 활용한 ‘스마트 환경 모니터링 실증사업’을 2017년 7월 시작하였으며, 다양한 악취의 오염원, 발생 지점 등을 감지하는 IoT 환경 센서를 설치하고, 센서를 통해 수집되는 데이터를 실시간으로 스마트 시티센터로 전송해 오염상황 파악 및 신속한 환경오염 대응에 활용하려고 한다[24].

5. 기타 사회재난

사회재난에는 이 외에도 국가기반체계의 마비, 감염병 또는 가축전염병의 확산 등이 속할 수 있다. 이와 관련하여 KT는 지난해 질병관리본부 등과 함께 감염병 발생 지역을 방문한 여행자의 로밍 데이터를 분석해 검역에 활용하는 시스템을 개발하였고 최근 빅데이터 등을 활용해 감염병 확산을 막는 글로벌 프로젝트를 추진 중이며, 지난달 미국 뉴욕에서 열린 브로드밴드 위원회 정기 총회에서 정보통신기술 기반의 감염병 확산방지를 위한 워킹그룹이 출범했다(인텔, 시스코, 노키아, 에릭슨 등 해외 주요 IT 기업이 대거 포함됨)[25].

IV. IoT기반 자연재난 예방 및 모니터링

자연재난은 태풍, 홍수, 호우, 폭풍, 해일, 폭설, 가뭄,

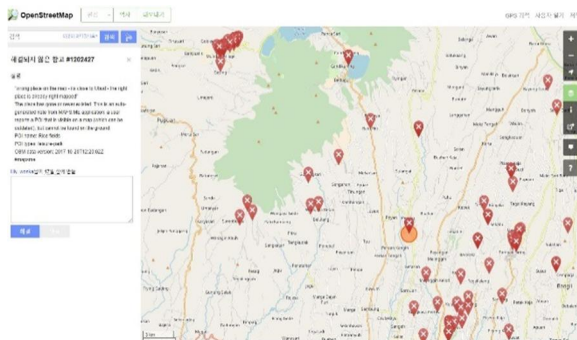
지진, 황사, 적조, 및 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생한 피해를 말한다. 본 장에서는 대표적인 자연재난 유형별로 예방 및 모니터링 하기 위한 IoT 기술을 살펴보고자 한다.

1. 홍수

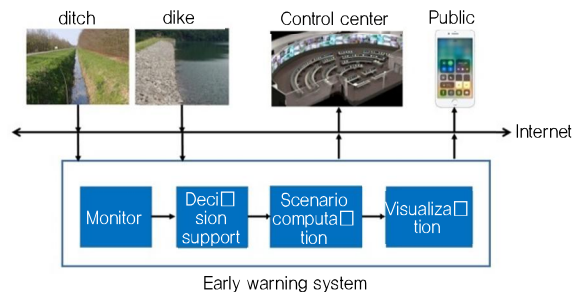
홍수 피해를 예방하기 위하여 다양한 방식의 IoT 기술이 적용되고 있다. 집중호우로 인해 막혀있는 수로를 파악하고, 피해 위치정보를 공유하고, 경보를 알리는 방식으로 도입되고 있다.

SAP사의 ‘Urban Matter’는 배수로, 일기예보, SAP HANA 플랫폼을 기반으로 한 시스템이다[26]. SAP의 인메모리 데이터베이스 플랫폼인 HANA에서 실시간으로 배수관의 유속-유량 센서 데이터, 기상청의 강수예보 데이터를 종합 분석하여 홍수를 예측, 예방할 수 있으며 이를 통해 피해를 최소화할 수 있다. 부에노스아이레스는 매년 집중 호우로 인해 홍수로 큰 피해를 보았지만, 2015년 Urban Matter를 적용하여 SAP HANA에서 분석한 데이터를 통하여 배수관을 뚫어야 하는 위치와 시간을 판단할 수 있어 홍수 피해를 줄일 수 있었다.

온라인 지도 프로젝트인 ‘The Humanitarian Open-StreetMap TEAM(HOT)’은 여러 도시와 협력하여 홍수 상황 정보를 시민들에게 전달해 주는 역할을 한다[27]. 홍수가 발생하면 해당 도시의 HOT의 회원들이 온라인으로 지도에 강우량 정보를 업데이트하고 위험지역을



(그림 2) The humanitarian OpenStreetMap team 실행화면



(그림 3) UrbanFlood 구성도

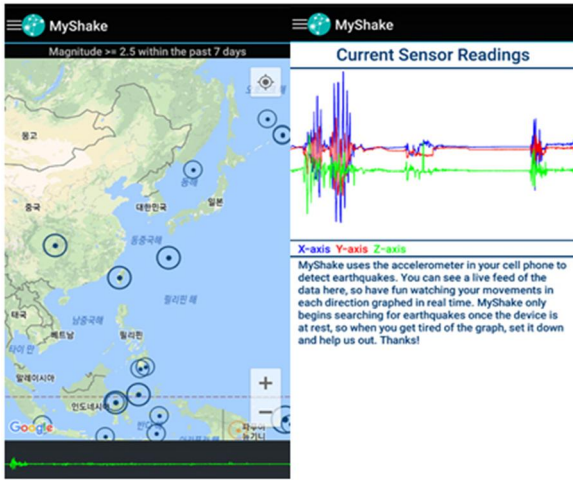
표시할 수 있다. (그림 2)는 HOT의 실행 화면을 나타낸다. 재난에 의한 피해가 발생한 곳을 선택하여 피해 내용을 작성할 수 있다. 이러한 데이터들은 전화통화, 문자 메시지, 팩스 등 다양한 형태로 시민들에게 전달될 수 있으며, SNS에 강우 정보를 표시하기도 할 수도 있다. HOT는 홍수뿐만 아니라 화산활동, 허리케인, 태풍, 사이클론 등 다양한 재난에 대해서 적용되고 있다.

EU에서는 ‘UrbanFlood’ 프로젝트를 진행하여 홍수피해를 줄이기 위해 노력하고 있다[28]. UrbanFlood는 제방에 배치된 압력 센서와 수로의 유량 센서의 데이터를 분석하여 홍수 조기경보 시스템과 실시간 일상 및 위험 상황 관리 시스템을 제공한다. (그림 3)은 UrbanFlood의 구성도이다. 먼저, 조기경보시스템은 제방과 배수로의 압력 및 유량 센서에서 수집된 데이터를 인터넷을 통하여 조기경보시스템으로 전달한다. 조기경보시스템에서는 모니터링부에서 정보를 받아들이고 재난상황 판단을 위한 모델링부, 시나리오 계산부, 시각화부를 거친 정보를 컨트롤센터와 대중들에게 전달한다.

2. 지진

지진의 경우 IoT기술을 이용하여 빠르게 지진 정보 데이터를 측정, 분석한 결과를 위험지역 시민들과 인프라에 전달하여 피해를 예방하는 방향으로 기술이 발전하고 있다.

최근 UC Berkeley Seismology Laboratory에서 개발한 ‘MyShake’는 지진이 발생하면 지진 규모와 진앙지



(그림 4) MyShake 실행화면

등의 실시간 정보를 시민들에게 전달 할 수 있는 무료 어플리케이션이다[29]. (그림 4)는 MyShake를 실행하였을 때의 화면을 나타낸다. 왼쪽 그림은 최근 5일 내에 규모 2.5이상의 지진이 측정 된 지역을 표시하였으며 오른쪽은 해당 스마트폰에서 감지된 진동을 나타낸다. MyShake는 설치된 스마트폰에서 인지된 진동이 생활 중에 발생한 진동인지 지진에 의한 진동인지를 AI (Artificial Intelligence) 기술을 통해 분석하여 판단할 수 있다. 규모 5 이상의 지진이 발생할 경우에 데이터가 개발팀에 전송되고, 알고리즘을 통해 지진여부를 판단 후, 지진으로 판단되면 다른 지역 사용자들에게 경고 메시지가 발송된다.

미국 지질 조사국(USGS)에서 미국 서해안의 지진 조기 경보시스템 ‘ShakeAlert’을 개발하여 테스트하고 있다[30]. ShakeAlert 시스템은 센서, 지진경보센터로 이루어진다. 캘리포니아에 6~12마일 간격으로 배치된 400개의 지면모션센서에서는 지진이 발생하면 그 즉시 데이터를 지진경보센터로 전송한다. 지진경보센터에서는 지진 특성 분석한 뒤 지진으로 발생할 수 있는 흔들림의 강도를 계산하여 위험지역에 있는 사람들과 인프라에 경고 메시지를 전달한다. 속도가 빠른 P파는 종파이기 때문에 피해를 거의 주지 않는다. 이를 빠르게 관

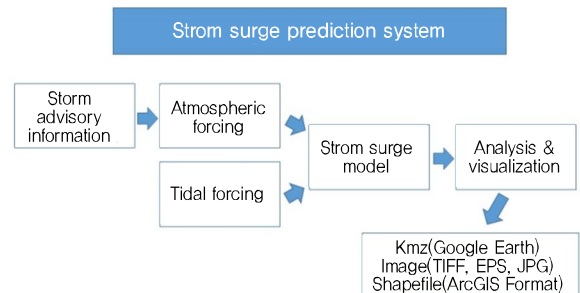
측하여 영향을 받을 지역을 계산하여 피해를 줄 수 있는 S파가 도착하기 전에 그 지역에 있는 주민들에게 경고 메시지가 도착한다면 크게 피해를 줄일 수 있다. 캘리포니아 지역에서 지진이 발생할 경우 열차를 멈추거나 비행기 이착륙 스케줄을 조정하거나 자동차가 다리와 터널에 들어가지 못하게 한다.

3. 쓰나미 및 폭풍해일

해안지역에 큰 위험이 되는 쓰나미 또는 폭풍에 의한 수해를 줄이기 위한 IoT 기술이 개발되었다.

2005년 개발된 미국 해양대기청의 Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis II(DART II) 시스템은 해저 바닥 압력 기록계를 이용한 해일 예측 IoT 시스템이다[31]. 해저 바닥 압력계에서 15초 간격으로 온도와 압력을 수집하여 양방향 음향 텔레메트리를 통해 해수 표면에 설치된 부표로 전달한다. 부표에는 GPS(Global Positioning System) 통신 모듈이 존재하여 위성과 양방향 통신할 수 있고 위성은 쓰나미경고센터와 양방향 통신하여, 얻은 데이터를 쓰나미경고센터로 보내거나 제어 신호를 부표로 보낼 수 있다. 제어 신호의 경우 평소에는 표준 모드로 작동하지만 쓰나미경고센터에서 해일 발생을 예상하거나 지진이 발생한 경우 데이터를 촘촘히 측정하는 이벤트 모드 동작으로 변경할 수 있다.

국내에서도 국립재난안전연구원에서 발표한 ‘해양-하천 연계 통합범람모형 구축’ 연구에 따르면, 폭풍 및



(그림 5) 폭풍 해일 예측 시스템 구성도

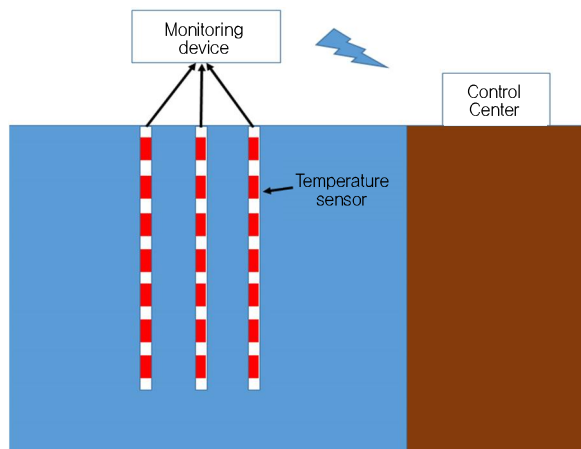
해일을 예측하여 해안저지대에서 해일 범람과 하천 범람에 의한 복합 재해를 예측할 수 있는 시스템이 개발되었다[32]. 폭풍 해일 예측 시스템의 구성도는 (그림 5)와 같다. 폭풍 내습 시 발표되는 기상청의 예보를 활용하여 대기압을 계산하고 조력 정보와 결합하여 폭풍 발생모델을 설정한다. 이후 분석과 가시화를 통하여 즉각적인 폭풍 해일 예측 결과의 자료 제공이 가능하다.

4. 녹조

녹조란 부영양화되고 유속이 느린 하천에서 부유성의 녹조류가 대량 증식하여 물의 색을 녹색으로 변화시키는 현상이다. 이를 예측하고 제거하기 위하여 IoT 기술들이 도입되고 있다.

국내 기업인 ‘소암’은 ‘Thermal Line Sensing(TLS)’ 기술을 선보였다[33]. 녹조류가 대량으로 증식하기 위해서는 특정 온도 이상이 되어야 하기 때문에, (그림 6)과 같이 물속으로 내린 라인에 센서를 이어 붙인 TLS 기술을 이용하여 물 내부의 온도를 파악한다면 녹조 발생을 예측할 수 있다. 라인에 센서를 촘촘히 배치하여 온도의 변화 감지를 극대화하였으며, 다점온도모니터링 센서에서 측정된 데이터는 컨트롤 센터로 전송되어 기록된다.

2016년 일본 나가사키대와 에비스 마린에서에서 개



(그림 6) Thermal line sensing 기술 구성도

발한 자율 녹조 제거 로봇은 선박모양으로 제작되었으며 IoT 기반 기술을 활용하여 스스로 경로를 판단할 수 있다[34]. 녹조 제거 로봇은 냉각 기체를 물속으로 공급하여 수온을 낮추어 녹조 발생을 예방할 수 있으며, 구비된 초음파 진동자를 이용하여 녹조를 제거할 수 있다. 본 기술은 2018년 상용화될 계획이라고 밝혔다.

V. 맺음말

지금까지 제4차 산업혁명의 핵심 기술인 초연결 지능을 적용한 재난예방 및 안전 모니터링 기술 동향에 대하여 살펴보았다. 화재, 붕괴, 폭발 등의 사회재난과 홍수, 지진, 태풍 등의 자연재난을 예방하기 위해 사물인터넷을 기반으로 한 초연결 지능 인프라가 다방면에 적용되어 재난의 징후를 조기에 감지할 수 있게 하고 있다.

현재 제공되는 대부분의 기술이 재난을 조기 감지하여 알람을 주는 데 그치지만, 향후에는 예방 및 모니터링 기술이 재난 관리 활동의 다른 영역, 즉 대비, 대응, 복구 기술과 연계되어 재난 피해 및 확산을 막는데 활용될 것으로 기대된다. 이를 위해 다방면의 방대한 양의 데이터(재난 징후 감지 데이터, GIS(Geographic Information System) 데이터, 유동인구 데이터 등)를 서로 연계·활용하여 초지능을 제공하는 인프라가 필요하며 궁극적으로 데이터에 기반한 재난관리 체계의 수립이 필요하다. 또한, 미래의 재난환경 변화에 대비하여 신종 재난에 대한 예방 및 모니터링 기술의 연구가 필요하다.

약어 정리

| | |
|------|---|
| AI | Artificial Intelligence |
| AP | Access Point |
| BOD | Biochemical Oxygen Demand |
| COD | Chemical Oxygen Demand |
| DB | DataBase |
| ETRI | Electronics and Telecommunications Research Institute |

| | |
|-------|--|
| GPS | Global Positioning System |
| GIS | Geographic Information System |
| IoT | Internet of Things |
| I-SMS | IoT-Snow Melting System |
| KICT | Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology |
| pH | potential of Hydrogen |
| SS | Suspended Solid |
| TMS | Tele-Monitoring System |
| TN | Total Nitrogen |
| TP | Total Phosphorus |
| UGS | UnderGround Safety |

참고문헌

- [1] 심진보, 최병철, 노유나, 하영욱, “대한민국 제4차 산업혁명-새로운 미래를 위한 전략과 통찰, IDX,” 콘텐츠하다, 2017.
- [2] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “The Internet of Things: A Survey,” *Comput. Netw.*, vol. 54, no. 15, Oct. 2010, pp. 2787-2805.
- [3] H.W. Heinrich, *Industrial Accident Prevention: a Scientific Approach*, New York, London: McGraw-Hill, 1931.
- [4] 신혜권, “서울시, 북촌 한옥마을 IoT 기반 119신고 서비스 시작,” 전자신문, 2015. 12. 28.
- [5] 내 손안에 서울, “서울전통시장 IoT화재감지로 골든타임 확보,” 내손안에서울, 2017. 08. 23.
- [6] 최영, “대전시, 전통시장 화재 ‘예방’에 무게 둔다,” 소방방재신문, 2017. 09. 07.
- [7] 안호철, “KT, 송도 트리플 스트리트에 IoT 기반 스마트빌딩 구축,” 전자신문, 2017. 05. 17.
- [8] 로제타텍 - 스마트쿨, 제품 페이지, 최종접속일 2017. 11. 30. <http://www.rozotatech.co.kr/business/product-1/>
- [9] SKT Insight, “SK텔레콤 & 한국전기안전공사, IoT로 전기감전·화재 막는다 - T뉴스” SKT Insight, 2017. 02. 07
- [10] LUMKANI, 제품 페이지, 최종접속일 2017. 11. 30. <https://lumkani.com/>
- [11] LGU+, 가스라 서비스 단말 안내, 최종접속일 2017. 11. 30. <http://www.uplus.co.kr/ent/iwifi/IWiFiHomeGas1.hpi?mid=6616/>
- [12] 와트드림, 제품 페이지, 최종접속일 2017. 11. 30. <https://wattdream.modoo.at>
- [13] 주원린, 전현선, 김재준, 박현, 배재수, “산사태 무인원격 감시 시스템 시범구축 및 현장 활용,” KFRI 산림정책 이슈 제 68호, 2016.
- [14] 오덕성, “지반 변위 센서 개발 - 실시간 ‘시설물 이상 징후’ 살핀다,” 건설기술신문, 2015. 12. 31.
- [15] 강호용, 김광수, 이인환 “사물인터넷(IoT) 기반 지하안전 모니터링 시스템,” 대한토목학회지, 제65권 제9호, 2017, pp. 14-21.
- [16] 김지영, 정일국, 변성오, “건설현장 혁신을 위한 스마트 건설기술의 적용사례,” 대한토목학회지, 제65권 제6호, 2017, pp. 20-23.
- [17] 가천대학교, “IoT기반의 I-SMS(IoT-Snow Melting System) 개발,” 최종보고서, 산학연협력기술개발 사업, 중소기업청, 2015.
- [18] 유대승, 장병태, “IoT 기반 밀폐공간 안전관리 시스템,” 2016년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, 제60권, 2016, pp. 1114-1115.
- [19] 문영백, 이은주, 도윤미, “에너지 융합 안전관리를 위한 마이크로 안전관리 개발,” 2016년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, 제60권, 2016, pp. 579-580.
- [20] 김정훈, 김영구, 조영도, “IoT기반 가스안전사고 전조예측 기술 개발,” 2017년도 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집, 2017, pp. 487-487.
- [21] S. Luca, “Multiparametric Approach to Water Quality Management: Project WARMER,” WARMER-InterRisk workshop, 2009.
- [22] 정동희, “수질원격감시체계(TMS) 정책의 추진현황 및 계획,” 대한환경공학회 2008년도 춘계학술발표논문집, 2008, p. 55.
- [23] 안종기, 전정수, 성주창, 박동현, 박성정, 강철, “CleanSYS(굴뚝원격감시체계) 자료를 활용한 오염물질 배출량 추이 분석,” 한국대기환경학회 2010년 추계학술대회, 2010, p. 235.
- [24] 이석주, “환경오염 예방도 똑똑해진다 -IoT 기반 공단감사스레기 수거, 감염병 확산방지 빅데이터 활용,” 국제신문, 2017. 10. 18.
- [25] 채재록, “KT 제안 '감염병 확산방지' 국제협력그룹 발족,” 연합뉴스, 2017. 09. 19.
- [26] SAP for Public Sector, Accessed Nov. 29, 2017. http://global.sap.com/campaigns/2012_08_public_services/state_local_overview.epx
- [27] Humanitarian OpenStreetMap Team, Accessed Nov. 29, 2017. <https://www.hotosm.org/>
- [28] UrbanFlood, Accessed Nov. 29, 2017. <http://www.urbanflood.eu/Pages/default.aspx>
- [29] MyShake, Accessed Nov. 29, 2017. <http://myshake.berkeley.edu/>

- [30] ShakeAlert, Accessed Nov. 29, 2017. <https://www.shakealert.org/>
- [31] National Data Buoy Center, DART II, Accessed Nov. 29, 2017. <http://ndbc.noaa.gov/dart/dart.shtml/>
- [32] 김종규, 김현성, 김경환, 문중윤, 서승철, 조완희, 강보식, “해양-하천연계 통합범람모형 구축(0),” 안전행정부 국립재난안전연구원 보고서, 11-1312184-000048-01, 2013, 12.
- [33] SOAM DTHi, Thermal Line Sensing, Accessed Nov. 29, 2017. http://www.soankim.com/html/tls/html/02_introduction/sub02_01.html/
- [34] 오인환 외, “다단형 구조를 갖는 수역정화장치,” 출원번호: 10-2016-0020644, 2016.02.2