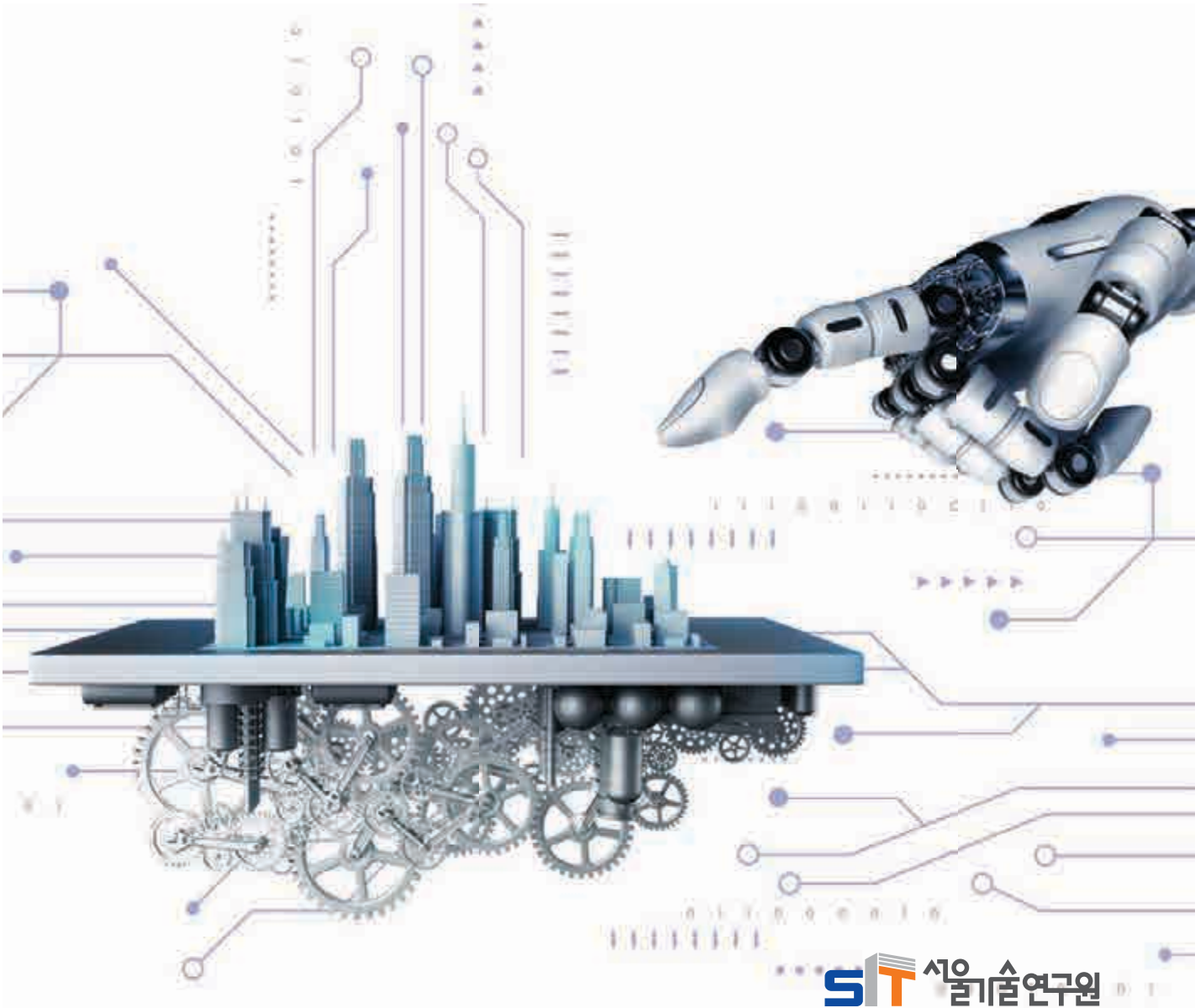


서울기술 연구

AUTUMN 2019 VOL.03

- 기획특집 도시인프라의 스마트 관리
- 일상과 기술
- 기술 풍향계





CONTENTS

기획특집 도시인프라의 스마트 관리	3
기술 풍향계	18
新기술시대	34
Road&人	41
일상과 기술	50
SIT News	51

T

Technology demonstration
현장기술실용 R&D

F

Future Response
미래 대응 R&D

special edition

기획특집 **도시인프라의 스마트 관리**

4차산업혁명기술과 시설물 유지관리

- 김승준 고려대학교 건축사회환경공학부 교수

스마트 시티, 서울

- 김도년 성균관대학교 건축학과 교수

ICT로 진화하는 세상, '스마트 재난관리'가 대안

- 김태환 용인대학교 경호학과 교수

S

Science Techno
과학기술

U

Urban troubleshooting
도시문제해결 R&D

B

Build a network
네트워크 구축 R&D



4차산업혁명기술과 시설물 유지관리

수많은 시설물의 신속하고 합리적이며 정확성을 갖춘 유지관리를 위해서는 외관검사 및 물리응답계측, 광범위한 구조해석 및 이를 기반으로 한 의사결정 등에 소요되는 인력과 시간 그리고 비용을 혁신적으로 줄여야 한다. 이러한 측면에서 최근 타 분야에서 활발히 응용되고 있는 드론기술, 빅데이터기술, IoT기술, 인공지능기술, 디지털트윈기술 등이 시설물 유지관리기술에도 매우 효과적으로 응용될 수 있다.

김승준 · 고려대학교 건축사회환경공학부 교수

1. 개요

시민의 공공안전과 편의를 위해 다양한 사회기반 시설물이 필요하다. 도로, 철도, 지하철, 공항 등의 교통시설물에서부터 댐과 같은 수자원 시설물, 발전소 등의 에너지시설물, 전기통신설비나 초고속정보통신망 등의 정보통신시설물, 학교 등 교육시설물 등의 다양한 시설물로 한 사회의 기능이 유지된다. 따라서 사회의 발달기까지는 시설물의 확보가 중요하므로 신규 시설물의 계획과 건설에 많은 노력을 기울이고, 시설물의 확보가 어느 수준 이상이 된 사회에서는 추가적인 신규 시설물의 확보보다는 기존 시설물의 유지관리를 더 중요하게 여긴다. 우리나라는 60년대부터 지금까지 꾸준히 시설물을 확충해왔다. 즉, 서울을 포함한 대도시에서는 신규 시설물의 건설보다는 기존 시설물의 유지관리에 더 큰 노력을 기울여야 한다고 볼 수 있다.

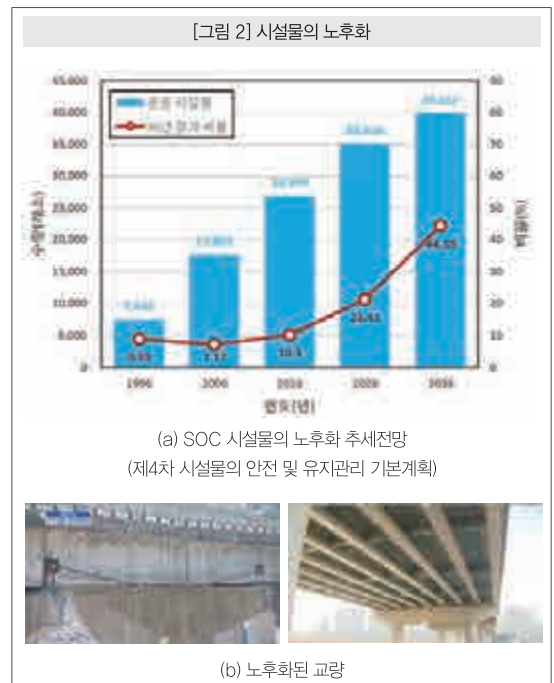


2. 노후시설물의 급증

일반적으로 구조물을 설계할 때 안전성과 사용성 뿐만 아니라 경제성도 함께 고려하기 때문에 설계수명이라는 것을 설정한다. 구조물의 종류, 중요도, 사용재료 및 적용 설계기준 등에 따라 다르지만, 일반적으로 사회기반시설물의 설계수명은 약 40~50년 수준으로 고려하여 설계한다. 물론

이것이 시설물의 사용연수가 40~50년이 되면 시설물이 붕괴되거나 기능을 완전히 상실한다는 것을 의미하지는 않는다. 그러나 장기간 사용함에 따른 재료적 열화, 국부적 손상, 중요 구조부재의 파손 등이 발생할 확률이 증가하면서 구조성능 및 기능이 저하되는 것은 확실하다. 사용연수가 증가하면서 시설물의 설계단계에서 고려하지 못한 다양한 변수조건에 노출되고, 특히 최근 급격한 기후변화에 의한 자연재해 발생빈도가 증가하는데, 이러한 불확실성은 시설물의 기대 수명의 감소를 야기할 수도 있다.

시설물을 특별한 구조적인 문제 없이 사용한다고 할 때, 일반적으로 준공 후 30년이 지나면 노후 시설물로 분류한다. 이 기준대로라면 2016년 12월 기준 국내 사회기반시설물 26,930개소 중에서 30년 이상 경과한 시설물은 2,774개소로 전체의 약 10.3%를 차지하고 있고, 10년 후에는 약 21.4%, 20년 후에는 44.4%를 차지하게 된다. 즉, 시간이 지남에 따라 노후 시설물의 급증은 쉽게 예상 가능한 일이다.



3. 노후시설물의 관리와 관련한 정책의 변화

노후시설물의 가파른 증가현상은 사회기반시설과 관련한 정책의 변화를 가져온다. 미국의 경우 과거 사회기반시설의 적절한 유지보수 시기를 놓쳐 1980년대부터 시설물의 노후화와 관련한 문제가 발생하여 이에 대한 유지보수 가이드라인의 정립과 사회기반시설의 성능을 주기적으로 점검 및 통계관리를 수행하고 있으며 MAP-21 혁신 법안을 통하여 시설의 유지관리기술에 대한 연구개발투자를 지속하고 있다. 일본의 경우 우리보다 시설물의 노후화를 먼저 경험하고 있고, 이에 따라 2013년에 인프라 장수명화 기본계획을 수립하여 유지관리비용의 절감을 위한 기술개발 투자를 진행하고 있다.

국내에서는 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 따라 2017년 12월에 ‘제 4차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(2018~2022)’을 수립하여

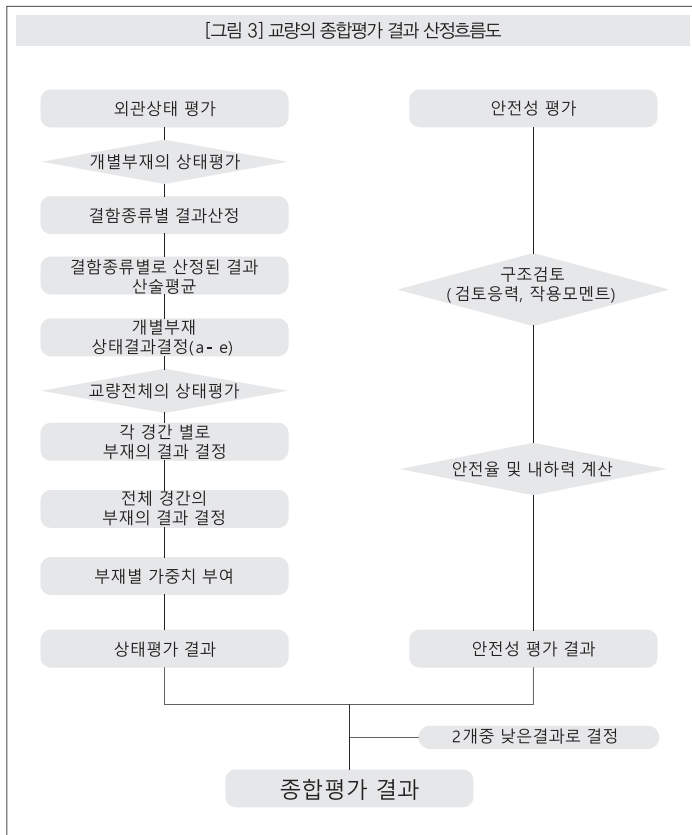
고시하였다. 이 기본계획의 기본적인 추진방향은 미래요구 대응을 위한 지속가능한 시설물 안전관리 기반 구축을 비전으로 하고 있고, 세부적으로는 시설물 노후화 대비 선제적 관리체계의 정착, 4차 산업혁명 기술 활용 시설물 안전·유지관리 고도화, 융·복합을 통한 미래 대비 산업발전 기반 조성, 국민 소통형 시설물 안전·유지관리 서비스 지향을 4대 전략으로 설정하였다.

4. 현행 시설물의 안전점검 및 성능평가방식

시설물의 안전점검의 목적은 현장조사 및 각종 시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 보수·보강 방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전을 확보하고자 함에 있다. 안전점검에는 시설물의 안전등급에

따라 정기적으로 실시하는 정기점검 및 정밀점검과 관리주체가 필요하다고 판단한 때 또는 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에게 요청한 때에 실시하는 긴급점검이 있다. 또한 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행령 제9조에 따른 1종 시설물에 대하여 준공일 또는 사용승인일을 기준으로 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시하는 정밀안전진단이 있으며 이는 완료일을 기준으로 해당 시설물의 등급에 따른 실시주기에 의해 정기적으로 실시하여야 한다. 점검방법으로는 경험과 기술을 갖춘 사람에 의한 균열, 누수, 도장 및 부식상태 등에 대한 외관조사와 각종 측정·시험장비를 통한 콘크리트 경도시험, 강재 비파괴시험 등이 있다.

상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 통해



부재별 상태 평가가 이루어지고, 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 전체 구조물의 상태평가 결과가 결정된다. 안전성평가는 주요 구조부재의 정밀외관조사, 비파괴 현장시험 및 재료시험의 결과를 토대로 구조검토를 통한 내하력평가, 재하시험 등에 실시되며, 최근 신뢰성이론에 의한 평가방법 또한 도입되고 있다. 상태평가와 안전성평가를 기반으로 한 종합평가의 결과는 [그림 3]과 같이 산정된다.



[그림 4] 교량의 안전점검

5. 4차산업혁명기술을 활용한 시설물 유지관리 기술개발

4장에서 간략히 요약한 바와 같이 시설물의 안전점검 및 상태평가는 이미 수립된 절차에 따라 체계적으로 수행된다. 이를 위해서는 기본적으로 전문성을 갖춘 인력이 신뢰도를 확보한 장비를 활용하여 외관검사 및 다양한 구조적 물리응답들을 계측하는 데에서부터 시작된다. 다시 말해 전국에 수많은 시설물의 진단 및 성능평가를 위해서는 엄청난 인력이 투입되고 많은 시간이 소요될 수 밖에 없다. 따라서 모든 시설물에 대한 실시간 구조상태 및 성능평가가 현실적으로 불가능하다. 물론 사장교, 현수교와 같은 이른바 특수교에는 구조물의 주요 위치에 가속도계, 장력계, GNSS, 변위계, 온도계, 신축이음계, 지진계 등 다양한 계측기가 미리 설치되어 실시간으로 다양한 물리응답이 계측되기 때문에 실시간 형상관리 및 관리기준치의 초과여부를 즉각적으로 평가할 수 있는 시스템이 작동한다. 하지만, 구조상태 및 안전성의 면밀한 분석이 실시간으로 이루어지지 않는 한계는 여전히 존재한다.

이러한 한계를 극복하기 위해 시설물의 유지관리 기술개발은 4차산업혁명기술의 적극적인 응용 및

융합을 시도하고 있다. 앞서 언급한 대로 수많은 시설물의 신속하고 합리적이며 정확성을 갖춘 유지관리를 위해서는 외관검사 및 물리응답계측, 광범위한 구조해석 및 이를 기반으로 한 의사결정 등에 소요되는 인력과 시간 그리고 비용을 혁신적으로 줄여야 한다. 이러한 측면에서 최근 타 분야에서 활발히 응용되고 있는 드론기술, 빅데이터기술, IoT기술, 인공지능기술, 디지털트윈기술 등이 시설물 유지관리기술에도 매우 효과적으로 응용될 수 있다.

5.1 드론을 활용한 외관검사 및 계측기술

대다수 시설물의 안전진단과 성능평가는 구조물의 외관검사에서부터 시작된다. 지금까지는 많은 경험과 전문지식을 갖춘 전문인력이 현장에 투입되어 장비를 통해 외관검사 및 관련 물리량을 계측하게 된다. 우리 사회를 구성하는 대다수의 시설물은 대형 구조물에 해당하기 때문에 시설물의 외관검사를 위해 경우에 따라서는 높은 곳이나 외진 곳에 인력이 직접 투입되는 상황이 빈번하고, 특히 산지와 같은 오지에 있는 시설물의 유지관리의 업무의 경우 인력의 투입 자체가 다소 위험할 수도 있다. 따라서 만약 드론을 통해 시설물의 외관검사가 가능하다면 인력의 현장투입에 의한 안전사고도 미연에 방지할 수 있을 뿐만 아니라 검사시간도 혁신적으로 단축시킬 것으로 기대할 수 있다. 이미 드론에 고성능 카메라 및 통신장비가 장착되어 활용되고 있기 때문에 시설물 유지관리에도 충분히 응용될 수 있을 것으로 쉽게 예상할 수 있다. 드론을 활용한 시설물 외관검사 및 계측기술개발을 위해 한국시설안전공단을 비롯하여 대학 및 연구소에서 활발히 연구를 수행하고 있다. 이 기술이 상용화되기 위해서는 아래와 같은 몇 가지 세부 기술이 확보되어야 할 것이다.

- 외관검사에 활용할 수 있을 정도의 고해상도 촬영기술
- 시설물 내부 자동행법기술
- 외관상태 판단을 위한 영상분석기술

저전력 고효율 등

고해상도 촬영기술이나 저전력 고효율기술은 관련 하드웨어의 발달과 함께 개선이 가능한 기술로 예상이 가능하고, 시설물 내부 자동항법기술이나 영상분석기술 등은 딥러닝 등의 인공지능기술과 결합하여 개발이 가능할 것으로 기대된다.

[그림 5] 시설물 유지관리를 위한 드론 계측 (출처 : YTN 뉴스)



상용화됨에 따라 물체와 사람, 물체와 물체 간 데이터 전송 및 상호소통이 가능해졌다. 이 기술이 시설물 유지관리기술에 응용되면 가속도와 변위, 변형률, 장력 등 시설물의 주요 물리응답을 계측하는 센서에서 취득한 데이터가 무선통신에 의해 시설물 유지관리 서버로 실시간 전송될 수 있다. 이 기술에 의해 센싱을 통해 취득한 데이터의 전송을 위한 통신케이블을 제거할 수 있는 1차원적인 장점을 넘어서 취득한 데이터의 분석결과를 반영한 즉각적인 대응이 가능하다. IoT 기술기반 센싱기술을 통해 구조물의 진동억제를 위한 능동형 댐퍼의 감쇄특성이나 긴장재의 장력 조절장치의 실시간 자동제어기술이 그 예이다.

실시간 계측 데이터 분석 기반 구조상태 및 성능평가와 이를 통한 구조제어는 광범위한 데이터의 분석을 통해 수행이 가능하다. 다시 말해, 데이터 기반 시설물 유지관리는 기본적으로 IoT 기술을 통한 양방향 실시간 통신과 빅데이터 기술 및 기계학습이나 인공지능경망 등의 인공지능 기술이 필요하다.

5.2 IoT 기술기반 센싱기술

사물인터넷(IoT, Internet of Things) 기술이

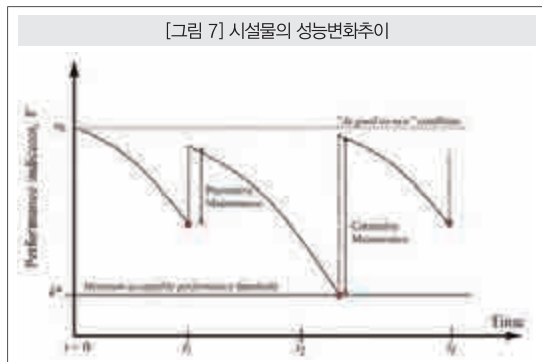
[그림 6] IoT기반 교량·건축물 안전관리 시범사업(대구광역시, 출처 : 한국방송뉴스, 대구시)



5.3 빅데이터 및 인공지능 기술 기반 구조상태 및 성능평가기술

시설물의 복잡한 구조거동 및 상태평가를 위해서는 수많은 데이터의 수집과 분석이 필요하다. 일례로 현수교와 같은 특수교의 경우 60~70개 이상의 다양한 센서가 부착되어 각 센서 당 1초에 100개 이상의 데이터가 수집된다. 즉, 하나의 시설물의 모니터링을 위해 엄청난 양의 데이터가 실시간으로 수집되고 있다. 특정한 외적 자극에 의해 유발되는 구조응답은 우연에 의해 발생하는 것이 아니라 구조물의 특성에 의해 결정된다. 즉, 시설물의 계측을 통해 얻은 데이터 자체의 이력특성(패턴)이나 데이터 간 상관관계는 구조물의 복잡한 구조특성을 내포하고 있으므로 이를 분석할 수 있다면 결과적으로 시설물의 현재 구조적 상태와 성능을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 향후 변화 추이를 예측할 수 있을 것이다. IoT 기반 센싱기술과 빅데이터 기술을 결합하여 방대하게 수집되고 축적되는 데이터의 효과적인 분석을 통해 A. 구조물 주요 위치에서의 개별 물리응답에 대한 단기 및 장기적 변화특성의 분석과 B. 복수의 물리응답 및 외적인자 간의 상관관계분석 등을 통해 현시점의 구조상태 및 성능의 분석과 예측이 가능하게 된다.

특히 시설물의 구조상태 및 성능의 변화 예측은 노후 시설물의 효과적인 관리 측면에서 매우 중요하다. 사람과 마찬가지로 시설물도 준공 후 사용년수가 증가할수록 노후화되어 성능이 저하되는데, 시설물의 기능을 일정수준 이상 유지하며 장기간 원활히 사용하기 위해서는 보수·보강의 최적시기와 방법을



결정할 수 있어야 한다. 이러한 측면에서 시설물의 상태 및 성능변화의 정확한 예측은 필수일 수 밖에 없고, 이에 대해 IoT 기반 센싱 및 빅데이터 기술을 통한 구조성능변화예측기술은 매우 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

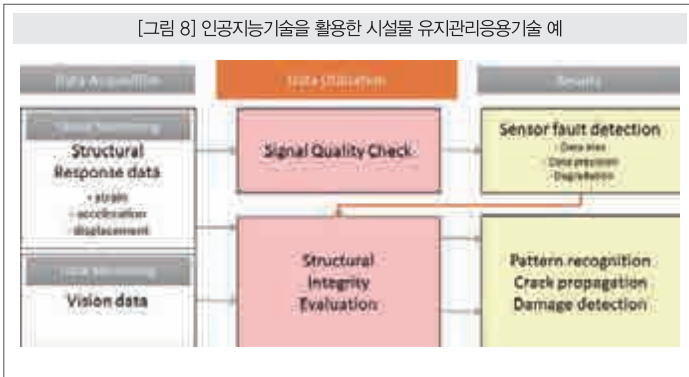
최근 인공지능기술이 공학 및 자연과학 분야 뿐만 아니라 의학과 경제학 등 다양한 분야에 응용되고 있다. 사실 인공지능기술은 생각보다는 오래전부터 연구되고 일부 영역에서 활용되고 있었으나, 2010년 이후 하드웨어의 비약적인 발전과 함께 인공지능망 이론이 급진전되어 지금에 이르렀다. 시설물의 유지관리 분야에서 인공지능 기술은 기본적으로 다음의 영역에 활용이 가능하다.

- Signal quality check (신호 품질 검토)
- Structural Integrity evaluation (구조건전도 평가)

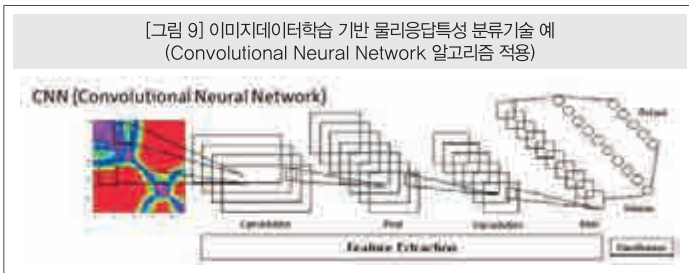
먼저 충분히 학습된 인공지능망 알고리즘을 통해 실시간 계측된 데이터의 유효성을 자동으로 평가할 수 있다. 사실 다양한 계측기에 의해 실시간으로 수집되는 데이터는 다양한 요인에 의해 유효하지 않은 데이터가 섞일 수 있다. 방대한 데이터의 홍수 속에서 인력으로 데이터의 유효성을 일일이 검토하는 것은 사실상 불가능에 가깝다. 그렇기 때문에, 유효데이터에 대해 충분히 학습된 인공지능 알고리즘이 이 작업을 사람 대신 자동으로 수행할 수 있을 것이다.

또 다른 영역은 구조건전도 평가이다. 이미 많은 연구자들에 의해 인공지능망 알고리즘 기반의 구조건전도 평가 기술을 개발하고 있다. 이는 다음과 같은 몇 가지 영역으로 분류가 가능하다.

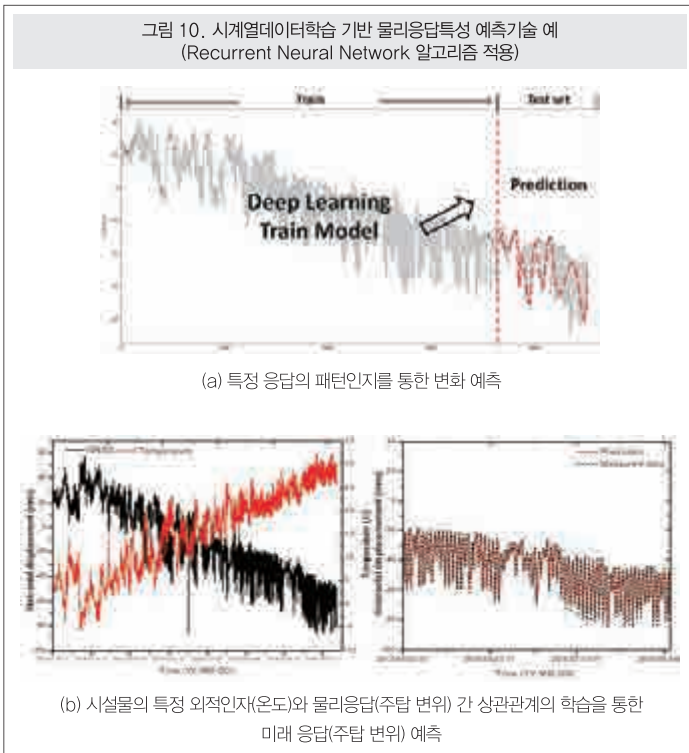
- 인공지능 기반 외관 검사기술 (외부 균열 자동 탐지 기술)
- 특정 구조부재 및 위치에서의 손상탐지
- 구조상태 및 성능평가



[그림 8] 인공지능기술을 활용한 시설물 유지관리응용기술 예



[그림 9] 이미지데이터학습 기반 물리응답특성 분류기술 예 (Convolutional Neural Network 알고리즘 적용)



(a) 특정 응답의 패턴인지를 통한 변화 예측

(b) 시설물의 특정 외적인재(온도)와 물리응답(주탑 변위) 간 상관관계의 학습을 통한 미래 응답(주탑 변위) 예측

기본적으로 인공지능 기반의 인공지능 기술은 알고리즘의 학습을 위한 유효한 데이터가 축적될수록 성능이 개선될 수 있다. 인공지능의 학습을 위한

데이터의 형태는 이미지나 영상을 비롯하여 시계열 데이터 등 매우 다양하고, 인공지능 알고리즘의 특성에 따라 지도학습 및 비지도학습 모두 가능하다. 즉 충분한 학습데이터를 확보할 수 있다면, 시설물 유지관리에 인공지능기술을 효과적으로 활용할 수 있다. 앞서 언급한 대로 시설물의 IoT 기반 센싱 및 빅데이터 기술 그리고 최근 이슈가 되는 디지털트윈 기반 초고속·초정밀 시뮬레이션 기술 등을 통해 충분한 학습데이터를 확보할 수 있다. 결과적으로 미래 시설물 유지관리는 드론 등을 활용한 무인 자동 계측-IoT 기반 센싱-빅데이터 기반 데이터 처리와 분석-인공지능기술 등이 융합되어 혁신적인 변화와 진보를 맞이할 것이다.

6. 결론

사회의 기능을 유지하고 발전시키기 위해 시설물의 유지관리는 필수적이다. 특히 우리 사회는 노후시설물이 급격히 증가하는 시점이 도래함에 따라 많은 인적·물적 자원의 투입이 불가피한 기존의 시설물 유지관리 체계의 혁신적인 개선이 시급하다. 이는 많은 산업분야에서 이슈가 되고 있고 상당부분 응용되는 대표적인 4차산업혁명기술들의 적극적인 도입과 응용을 통해 가능할 것으로 기대된다. 다소 추상적인 개념 도출에 그치지 않고 실질적으로 현장 적용이 가능할 뿐만 아니라 유지관리의 패러다임을 근본적으로 혁신할 수 있는 유효한 기술개발을 위해서 유관한 정부부처와 공공기관, 정부출연연구소와

대학 그리고 민간기관이 적극적으로 협력하여 원천기술 및 응용기술 개발에 박차를 가해야 할 것이다. [ST](#)

스마트 시티, 서울

4차산업 혁명시대, 산업혁명을 처음 주도하는 서울시의 미래도시 만들기

‘디지털 기술과 물리적 환경의 결합’. 새로운 라이프스타일과 더 나은 삶을 위한 해법을 제시하며, 미래 지향적 첨단 기업의 이미지 구축에 기여하는 스마트도시는 국가 주도로 신도시 개발에 첨단기발시설과 서비스를 구축하는 ‘공급자 중심’에서 각 도시의 시스템 문제를 해결하는 ‘수요자 중심’의 방향으로 진화하고 있다.

김도년 · 성균관대학교 건축학과 교수



4차 산업혁명과 스마트도시를 주도하는 국가들 중 우리나라는 유일하게 과거 산업혁명에 참여하지 못한 국가이다. 그럼에도 잘 구축된 첨단 통신 인프라, 높은 스마트디바이스 보급률, 첨단 정보 서비스의 적극적인 활용 그리고 유래 없는 압축 성장을 겪으면서 도시개발부터 도시재생까지 다양한 도시건설 산업 역량을 갖추고 있어 우리나라와 우리 기업은 스마트도시를 가장 잘 만들 수 있는 국가로 꼽힌다. 특히 서울은 도시 경쟁력 측면에서 세계 최상위권의 글로벌 도시로서 이미 스마트도시 환경이 잘 갖추어진 도시로 평가 받는다.

하지만 4차 산업혁명 시대의 핵심이라 할 수 있는 ICT(첨단정보통신기술) 역량과 도시건설 산업을 선점하고 있는 우리나라 기업들 중 스마트도시를 미래 사업모델로 보는 기업들은 거의 없다. 왜냐하면 정부와

기업들이 생각하는 스마트도시는 일단 세종시나 분당 신도시처럼 규모가 커야 하고 그곳에 적용되는 기술도 포괄적이고 어려우며 놀라워야 한다고 생각하기 때문이다. 기업들이 스마트도시 사업에 선뜻 나서지 못하는 이유도 크게 다를 것 같지 않다.

스마트도시에 대한 정의는 200 여개가 넘지만 단순화하면 “디지털 기술과 물리적 환경의 결합”이다. 서울을 예로 들면, 최첨단 ICT와 기존 교통시스템을 결합하여 고도화를 이루었다. 이를 통해 효율성, 안전성, 에너지 절약 측면에서 세계 많은 도시들이 목표로 하는 스마트 교통의 상당 부분을 일상화 시켰다. 아직 자율주행차가 다니지는 않지만, 스마트페이, 공유자전거, 첨단 방법·방재시스템, 클라우드 은행, 5G 통신 상용화 등 서울은 이미 많은 나라들 꿈꾸는 미래 도시이자, 스마트도시를

이루어가고 있다.

산업혁명 이후 오랜 기간 시장을 주도해본 국가와 도시, 기업들은 도시와 건축이 전통적으로 첨단 기술의 '살아있는 실험실(Living Lab)'이며, '체험 가능한 테스트베드'이자 '쇼케이스'이고, 그 자체가 '상호 소통하는 시장'임을 잘 알고 있다. 더불어 새로운 라이프스타일과 더 나은 삶을 위한 해법을 제시하는 일 자체가 미래 지향적 첨단 기업으로서의 이미지 구축에 기여한다는 것을 인지하고 있다. 런던 테크시티(Tech City), 뉴욕 로워맨하튼(Lower Manhattan), 보스턴 이노베이션 디스트릭트(Innovation District) 그리고 구글플렉스와 애플 본사가 대표적인 사례다. 우리나라에서는 필자가 계획에 참여한 상암 디지털미디어시티(DMC), 용산 혁신창업플랫폼이 첨단 기술을 체험할 수 있는 리빙랩과 쇼케이스로 활용되고 있다고 평가받고 있다.


첨단기술과 도시가 융합하는 스마트도시의 실현을 위해서는 새로운 전략이 필요하다. 첨단 기술과 산업 간의 상호 이해 없이는 실용화와 상품화에 한계가 있다. 낫설고 새로운 첨단기술이 도시의 일상에 녹아들기 위해서는 기존 시장과 소비자인 시민의 공감을 얻어야 한다. 지난 산업혁명에서는 도시건축가 르코르부지에의 '빛나는 도시'(Radiant City), 프랭크 로이드 라이트의 '브로드에이커시티'(Broadacre City) 계획이 이 문제를 해결하는데 중요한 역할을 했다. 이 계획안들은 단순히 상상 속 미래도시가 아닌 바람직한 미래의 도시환경과 시민들의 삶을 위해 과학과 기술, 산업을 통합하여 활용하는 도시의 역할을 시장과 시민사회에 제시했다.

우리나라의 스마트도시 사업도 국가 주도로 신도시 개발에 첨단기발 시설과 서비스를 구축하는 '공급자 중심'에서 각 도시가 가지고 있는 문제를 해결하는 '수요자 중심'의 방향으로 진화하고 있다. 하지만 '기술과 서비스'를 '스마트'로 '건설과 정책 및 제도'를 '도시'로 보는 시각은 여전히 여전하다. 이로 인해 일상이 일어나는 공간과 장소에 스마트도시 계획이 접목되지 못하고 있고, 스마트도시 측면에서 성공한 장소와 공간

사례들은 주목 받지 못한다.

영국 런던의 베드제드(BedZED)는 82세대로 이루어진 작은 규모지만 첨단 에너지 기술과 산업을 집약한 친환경 주거 단지이자 스마트도시의 사례로 평가 받는다. 싱가포르의 유연한 규제를 스마트도시의 핵심 인프라로 꼽는다. 우리나라의 사례들과는 많은 차이가 있지만 미래 가치를 실현한 스마트도시 사례로 적극 홍보하고 있고 또 전세계가 이를 인정한다는 점에 주목해야 한다.

도시는 각 시대의 문제를 해결하고 새로운 수요에 대응하기 위해 축적된 지식과 새로운 첨단 기술을 활용해 왔다. 그리고 이 과정을 통해 다음 세대의 도시로 진화할 수 있었다. 첨단 기술을 선점하고 이를 지혜롭게 활용하여 미래의 도시를 실현해온 도시들이 각 시대별로 세계의 문명과 문화를 선도한 스마트도시다. 특히, 20세기 초 산업혁명을 통해 기술의 급격한 발전을 이룬 도시들이 지금도 경제와 산업 그리고 문화를 주도하는 글로벌도시(Global City)이다.

이들과 경쟁하기 위해서는 기술의 발전도 중요하지만, 과거의 산업혁명을 주도하지 못한 우리가 세계적인 경쟁에서 우위를 확보하고 시장의 신뢰를 얻기 위해서는 '실증'을 통한 근거를 마련해야 한다. 서울을 활용해야 한다. 스마트도시의 요소들은 서울 곳곳에서 이미 활용되고 있고, 서울시는 이를 발굴하여 체계적인 지원사업 및 기업의 참여도 유도해야 한다. 서울에 있는 ICT 기업들의 본사를 스마트도시를 체험하는 장소로 적극 활용해야 한다. 각 기업의 기술력이 집약되어 있는 본사가 시민들이 공감하고 시장의 관심이 집중되는 매력적인 성공사례를 만들어 가야 한다. 세계적인 기업들의 본사는 이미 이런 역할을 하고 있다. 우리나라의 스마트도시를 더 이상 모델하우스와 같은 전시홍보관이 아닌 서울 곳곳에서 자연스럽게 체험할 수 있도록 해야 하며, 이를 위해서는 국가와 기업의 역할도 필요하지만 서울시의 창의적 역할과 기여가 무엇보다 중요하다고 생각한다. 

ICT로 진화하는 세상, ‘스마트 재난관리’가 대안



김태환

- 용인대학교 경호학과 교수
- 특수재난연구소 소장
- (사)한국재난정보학회 수석부회장

우리의 재난관리 현주소는 어떠한가? 자연재난이라 불가항력적이라는 이유로 해마다 반복되는 피해는 고스란히 이재민의 몫으로 돌리는 현실이다. 마치 진화를 거듭하는 첨단 세상에서 아직까지 재난관리는 과거와 현재가 공존하는 세상인 듯하다. 스마트한 세상으로 변화하는 이 시점에서 스마트한 재난관리는 과연 어떻게 실현할 수 있는지 그리고 과연, 우리는 어디 즈음에 와 있는가?



1. 들어가기

얼마 전 교육부 산하 한국직업능력개발원에서 소개하는 미래직업에 ‘스마트 재난관리 전문가’라는 직종이 등장했다. 설명에 따르면 ‘스마트 기기를 활용해 효과적인 재난관리를 대응하는 직군’으로 소개하고 있다. 눈에 띄는 것은 스마트 기기 등 ICT (Information & Communication Technology; 정보통신기술)를 활용하는 직업으로 기존의 토목공학, 건축공학, 수공학, 도시계획 등의 공학개념을 넘어 정보통신학, 소프트웨어학, 컴퓨터학 등의 학문분야를 아우르는 학습이 필요하다고 말하고 있다. 그만큼 지금의 재난발생 양상과 피해의 파급력이 광범위하게 변화하고 있는 것에 필요한 요구사항으로 해석할 수 있다.

한편, 요즘 제4차 산업혁명이라는 쓰나미가 가져다 줄 여파에 대하여 여기저기에서 화두다. IoT (Internet of Things; 사물인터넷)와 CPS(Cyber Physical System; 사이버물리시스템)가 가져올 제조업 생산시스템의 혁신을 이야기하는 반면, 다른 곳에서는 로봇이 내 일자리를 뺏는다고 아우성이다. 이미 우리는 스마트폰 혁명을 통해 남녀노소 누구나 다 내 손 안의 컴퓨터를 갖고 다니는 세상에 살고 있다. 이제 곧 그 컴퓨터도 진화해 슈퍼컴퓨터가 우리 손 안에 들어오는 세상도 머지않았다.

이처럼 세상은 우리가 원하던 원치 않든 지속적인 진화와 변화를 거듭하고 있다. 3G, LTE(Long Term Evolution; 4세대 이동통신기술)란 용어가 이제 겨우 귀에 익을 즈음해서 이제 초고속, 초연결, 초저지연(끊김없는)이라는 5G(Fifth Generation Mobile Communications; 5세대 이동통신)가 눈앞에 실현되고 있다.

하지만 우리의 재난관리 현주소는 어떠한가? 자연재난이라 불가항력적이라는 이유로 해마다 반복되는 피해는 고스란히 이재민의 몫으로 돌리는 현실이다. 마치 진화를 거듭하는 첨단 세상에서 아직까지 재난관리는 과거와 현재가 공존하는 세상인 듯하다. 본고에서는 스마트한 세상으로 변화하는 이

시점에서 스마트한 재난관리는 과연 어떻게 실현할 수 있는지 그리고 과연, 우리는 어디 즈음에 와 있는지를 살펴보고자 한다.

2. 긴급 재난상황에도 ‘자동 웨이크업’으로 스마트하게

열대야가 지속되는 새벽녘, 평음과 함께 지축이 흔들린다. 우리는 순간 지진이라고 직감한다. 그 순간 꺼져있던 TV가 스스로 전원을 켜서 비상 상황임을 알려준다. 진원지가 밝혀지고 여진 우려로 챙겨야 할 비상물품을 알려준다. 게다가 대피 시 가스불과 전기는 반드시 끄고 나가라고 신신당부 하는 것도 잊지 않는다. 카랑카랑한 앵커의 목소리가 반복해서 귓전을 때리지만 누군가 내 안전을 위해 쉽 없이 말을 걸어온다는 것에 알게 모르게 안도감마저 든다. ‘재난정보알림 서비스’에 대한 이야기다. 지진, 태풍, 대규모 붕괴사고 등과 같이 재난이나 위급한 상황이 발생했을 때 TV가 자동으로 켜지면서 긴급 상황을 알려주는 기능이다. `16년 UHD(Ultra-HD; 초고해상도)방송의 등장과 함께 양방향 송수신이 가능하면서 탄생한 재난통신기술이다.

일본은 이미, 1985년부터 각 가정에 수신기를 배부하여 아날로그방식과 디지털방식에 대응해 음성과 영상으로 긴급 상황시 방송국에서 강제송신이 가능하도록 시행해오고 있다(재해대책기본법57조, 방송법 시행규칙82조). 지금은 양방향 송수신이 표준화된 UHD방송을 통해 다양한 영상서비스를 함께 제공하고 있다.



[그림1] 2016.11. 동북관동 지진시 긴급방송



우리나라는 어떠할까? '15년도 미래창조과학부가 발표한 '지상파UHD 방송 도입을 위한 정책방안'에도 담겨있을 정도로 그 시도는 뜨거웠다. 하지만 방송사의 돈벌이라는 부가가치에 압도적으로 밀려 재난방송은 여전히 뒷전에 머물고 있다. 기술도 있고 환경도 되는데 방송사의 이익과 국민안전의 공익에서 미묘한 줄다리기 안타깝지만 하다. 그동안 우리가 경험했던 재난으로 초래된 피해액과 인명손실을 감안한다면 눈앞의 손익에 망설이는 현실이 안타깝지만 하다.

3. 이제는 인명재천(人命在天)보다는 인명통신(人命通信)

지난 7월 서울시 목동 빗물저류배수시설에서 일하던

인부 3명이 자동개폐 수문에서 쏟아진 물에 휩쓸려 사망했다는 안타까운 소식이 전해졌다. 문제점이 여기저기서 드러났지만 안전모 외에는 안전장치가 전혀 확보되어 있지 않았던 고질적인 인재(人災)라는 지적이다. 게다가 상황실에서는 호우주의보가 발령되는 등 많은 비가 쏟아지는 걸 사전에 인지했고 수문이 자동으로 열릴 것이라 충분히 예상되었던 상황에도 이미 터널로 들어간 인부에게 연락할 방법이 없었다는 설명과 기술적으로 방법이 없다는 해명에는 어이가 없기까지 하다.

“전달(傳達)할 방법이 없었다”라고 답해야할 현실은 과연 어떻게 이해해야할까? 인명재천(人命在天)이라면 불가항력적인 그 무엇이 있어야 할 것인데 하늘의 뜻이라고 넘어가기엔 답답하기만 하다. 특히, 5G에 대한 이야기로 뜨거운 지금에서는 더욱 그러하다. 왜일까? 생각보다 답은 쉽다. '보다 많고, 보다 빠르고, 보다 정확하게'를 단숨에 실현시키기 때문이다. 클라우드와 빅데이터, 가상현실과 증강현실, 자율주행차와 무인항공기 등 제4차 산업혁명의 견인차인 각종 지식 고부가가치 산물의 생태계를 유지시키는데 반드시 필요한 혈관인 셈이다. 분명 이러한 초고속 혈관은 어쩌면 목동 빗물저류시설의 터널에서 발생한 음영지역을 해소해 줄 것이다.

기존의 방송과 통신은 모두 IP기반으로 연동되고,

공중파 방송망과 와이파이, LTE, IPTV와 같은 인터넷 기반의 광대역 통신망과 융합한 하이브리드 통신기술은 앞으로 지하터널, 산악지역 등 방송이나 신호수신이 어려웠던 음영지역에서 발생하는 안타까운 비보를 사전에 막아 줄 것이다. 실제로 지구반대편 환자의 뇌수술을 원격로봇을 통해 집도하고, 집을 나간 치매환자를 수색하거나 재난피해 현장의 영상을 전송하는 무인항공기 활약과 시간당 280km를 주행하는 고속열차에서도 흔들림 없는 음성과 영상을 청취할 수 있는 MHN(Mobile Hotspot Network; 모바일 핫스팟 네트워크)기술이 현실화 되었다는 뉴스를 쉽게 접할 수 있다.

다만, 문제는 안전성이다. 어떠한 상황에도 '끊김 없는 통신서비스'는 재난통신기술의 핵심이라 해도 과언이 아니다. 재난현장에서 인명구조는 매순간 0.1초와의 사투다. 잠시 잠깐이라도 통신이 지연된다면 피해자가 위험에 빠질 수 있다. 그래서 더욱 앞으로의 시대는 인명(人命)은 통신(通信)에서 시작되고 끝날지도 모를 일이다.

4. 생명을 살리는 스마트 나침반, 재난에는 공간정보 기술 응용!

재난관리가 어려운 이유는 재해발생의 종류와 시기, 그리고 피해범위가 항상 예측하기 어렵다는 것이다. 그래서 체계적인 사전대응을 어렵게 하고 재난이 갖는 불확실성이 재난관리를 힘들게 한다.

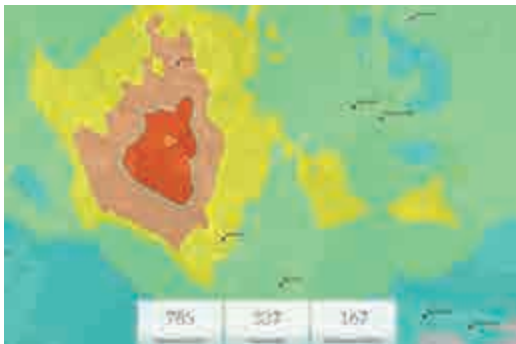
공간정보의 응용은 이러한 불확실성을 그나마 체계적으로 하는데 효과적이다. 모든 실세상의 정보가 디지털화 되고 거기에 각종 빅데이터까지 결합되어 재난상황에서 필요한 신속하고 확실한 정보를 유기적으로 분석하고 가시적으로 나타낼 수 있기 때문이다.

이제는 내 손안의 세상과도 같은 구글맵, 네이버지도, 다음지도, 티맵 등 일상생활 속에서는 깊숙이 자리 잡았다. 언제(When), 어디(Where)에서 발생하는 재난상황도 이런 공간정보 속에서 체계화시켜 해석해 낼 수 있다.

실제로 2011년 3월, 동일본 지진이 발생했을 때, 일본정부와 민·학·산이 모여 EMT(Emergency Mapping Team; 긴급지도작성팀)를 결성하고 무인항공기 사진, 위성사진 등을 융합해 지진피해 지도를 작성하고 재난대응과 복구과정에서 신속한 의사결정을 수행한 사례로 유명하다.

미국에서도 2014년 8월, 규모 6.0의 강력한 지진이 캘리포니아 나파를 강타했을 때도 사우스캐롤라이나 대학이나 지방정부가 제공한 지진위험지도는 재난대책본부의 피해규모 파악과 이재민 대피구호에 효과적으로 활용되었다. 또한 시민들이 스마트폰으로 보내오는 각종 정보가 인터넷상의 지도를 통해 붕괴건물, 대피가능 장소, 의료센터, 건강센터, 주유소, 식수제공 장소 등이 실시간으로 공유됨으로써 이재민들에게도 큰 호응을

[그림3] 2014.8 미국 나파 지진피해위험지도



[그림4] 싱가포르 가상 싱가포르 프로젝트



얻었다.

싱가포르는 2017년부터 ‘가상 싱가포르 프로젝트(Virtual Singapore Project)’를 통해 실세상을 복제한 디지털 가상세계를 만드는 디지털 트윈(Digital Twin)을 구축하고 있다. 이를 통해 도시공간의 모든 정보가 디지털 공간에서 수치정보로 관리된다. 또한 실시간으로 수위를 모니터링하고 강수량에 따른 수위변화를 시뮬레이션하여 국민에게 제공하는 등 국민안전 서비스에도 활용하고 있다. 물론, 우리나라에서도 행정안전부의 GIS기반 통합 상황관리시스템과 생활안전지도 서비스나 인천광역시의 3차원디지털 가상도시 구축 등 이곳저곳에서 많은 시도들이 추진되고 있다. 하지만 여전히 재난관리에 활용하는 데에는 많은 숙제들이 남아있다. 대표적으로 법이 기술을 따라가지 못하는 점이다. 재난관리아 말로 정보의 융·복합이 중요한데 비해 아직도 정부부처간의 이기와 규제로 원활한 정보제공에 어려움이 많다. 앞서 언급했듯이 재난관리는 ‘불확실성’과 ‘신속정확’이라는 배치되는 요소를 가진 채 매순간 이를 극복해 나가는 과정의 연속이다. 무엇보다 이런 모순을 극복하기 위해서는 법과 제도의 개선이 시급하다.


5. 결론

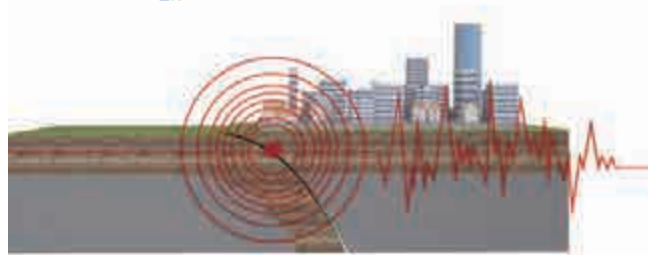
‘21세기를 위한 21가지 제언’이라는 책에서는 ‘더 나은 오늘은 어떻게 가능한가?’를 끊임없이 자문한다. 분명한 것은 우리 인간이 통제할 범위를 넘는 엄청난 정보와 그 속에서 옳은 판단을 내려야만 비로소 우리가 원하는 것을 얻으며 살아갈 수 있다는 것이다. 앞에서, 정보와 소통 그리고 기술이라는 ICT를 이야기했다. 다종다양한 데이터가 모인 빅데이터 정보가 모여 첨단기술들과 소통(연결)되는 세상이다. 구글맵으로

안방에서 우주를 보고, 지구 반대편을 넘나들 수 있다. 해외여행을 떠나기 전 이미 내가 갈 맛집과 핫플레이스를 파악하고 간다. 이제는 ‘공유경제’라는 용어가 낯설지도 않다. 이미 그랩, 우버, 에어비앤비 등의 어플과 연동된 택시를 부르고 다닌다. 게다가 작은 스마트폰의 가상현실(VR; Virtual Reality)과 증강현실(AR; Augmented Reality)을 통해 미지의 세계를 실감나게 체험하는 가치 ‘손바닥 안의 세상’에서 살고 있다.

이러한 시점에서 우리의 ‘재난관리는 어디 즈음 와 있는지?’ 자문해 볼 때다. 그리고 ‘더 나은 재난대응을 통해 인명과 재산피해를 줄일 수 있는 스마트 재난관리를 실현하는데 어떻게 할 것인지?’ 고민할 때다. 안전은 공짜가 없듯이 재난은 투자다. 그것도 쉽게 원금을 환수 없는 투자다. 가시적이지도 않고 화려하지도 않다. 하지만 무엇보다 ‘목숨’을 가지고 그런 잣대를 드리우는 것은 공평하지도 그리고 논리적이지도 않다. 복지이기 때문이다. ‘재난산업’과 ‘안전산업’이란 말이 낯선 이유이기도 하다.

지금의 재난관리를 넘어 ‘스마트 재난관리’를 실현하고 ‘스마트 재난관리 전문가’마저 양성해 보려는 원대한 의욕은 어찌면 그 출발점을 진지하게 고민하는 시점에서 비로소 재난피해가 줄어들지 않을까 생각해보게 한다.

“재난이 없는 나라는 없다. 다만, 피해가 크지 않게 준비를 할 뿐” 



참고문헌

- 디지털이 꿈꾸는 미래, ETRI, (주)코텐츠하다, 2018
- 4차산업혁명시대 투자의 미래, 김장섭, 트라스트북스, 2017
- [그림1] 일본 긴급경보방송, <https://technopolis1549.web.fc2.com/kinkei.htm>
- [그림2] ETRI, 한국전자통신연구원 <https://blog.naver.com/etripjor/221483086629>
- [그림3] <https://www.govtech.com/em/disaster/How-GIS-Can-Aid-Emergency-Management.html>
- [그림4] The National Research Foundation (NRF), <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

[기술사업화 지원 모델의 이해]

기술과 시장을 연계하기 위한 사업화연계기술사업, 개발기술사업화지원 등, 기술기반 창업관점의 틱스사업, 투자연계형 기업성장지원 등, 거점 중심의 지원으로 연구개발특구지원사업, 창업보육센터 지원 등 지원대상과 방식에 따라 관련 부처들의 사업이 시행 중에 있다.

손수정 · 과학기술정책연구원 연구위원

기술사업화에 대한 기본적인 개념은 기술을 활용하여 경제·사회적 부가가치를 창출하겠다는 것에서 시작한다. 이를 위해 기술은 적정 활용 가능한 수준의 기술이어야 하며, 기술이 부가가치를 창출할 수 있는 제품 또는 서비스화 되기 위해서는 기술 뿐 아니라 디자인, 마케팅 등의 기술외적 요인도 함께 성숙되어야 한다. 즉, 기술사업화의 중심축은 기술 자체보다는 기술과 어우러지는 다양한 관련 요인들과의 조합이어야 한다. 또한 이러한 요인들의 어울림을 유도할 수 있는 사람, 그리고 사람과 기술이 사업화를 위한 도전적 활동을 수행할 수 있는 모험자본이 뒷받침 되어야 할 것이다.

이처럼 종합적인 요인들이 함께 어우러져야 성공적인 기술사업화를 기대할 수 있기 때문에 기술사업화의 과정은 험난한 길일 수밖에 없다.

본고는 이처럼 쉽지 않은 길이라 할 수 있는 기술사업화를 위해 추진되는 국내 정부 지원사업과 해외 특징적 모델을 소개해 보고자 한다.

1. 국내 기술사업화 지원 사업

「기술이전 및 사업화촉진에 관한 법률」, 「기술이전사업화촉진계획」 등에 기반하여 각 부처는 R&D 사업 내 기술사업화를 직간접으로 지원하는 사업들을 갖고 있다. 기술과 시장을 연계하기 위한 사업화연계기술사업, 개발기술사업화지원 등, 기술기반 창업관점의 틱스사업, 투자연계형 기업성장지원 등, 거점 중심의 지원으로 연구개발특구지원사업, 창업보육센터 지원 등 지원대상과 방식에 따라 관련 부처들의 사업이 시행 중에 있다.

[그림 1]에 제시된 바와 같이, 기술사업화 전개를 기술확보, 기술 및 시장 가능성 검증, 제품/서비스 개발, 창업 및 성장지원 등으로 구분해본다면, 특히 정부에 의한 마중물 기능의 지원 필요성이 큰 분야는 기술 및 시장 가능성 검증의 단계라 할 수 있다. 이 구간은 관련 정보의 비대칭성, 기술 및 시장의 불확실성 등으로 인해 도전적 모험자본의 유입이 충분히 이루어지지 않은 구간이다. 따라서 이 구간으로 위험공유 파트너로서 공공의 지원이 이루어질 때 적정 모험자본 및 자원 유입이 가능하다고 볼 수 있다.

벤처창업 및 성장 관점의 기술사업화 지원 정책으로 이스라엘의 TI(Technology Incubator Program) 사업을 벤치마킹한 민간투자주도형 프로그램, 팁스(TIPS)는 민관이 협력하는 매칭프로그램으로 좋은 평가를 받고 있다¹⁾. 민간 액셀러레이터가 주도하고 공공은 금융과 창업보육공간을 지원하는 파트너십 프로그램으로 팁스 운영사와 창업팀, 팁스 관리기관 등의 주체들이 사업을 이끌어간다. 운영사는 성공벤처인이 포함된 엔젤투자사, 초기전문 벤처캐피탈(VC), 기술대기업 등으로 구성되어 창업팀에게 실질적인 멘토링을 제공할 뿐 아니라 투자 대상으로서 유망 창업팀을 발굴할 수 있는 기회를 획득한다. 이들 운영사가 투자대상을 정하고 공공에서 운영사의 투자 결정을 심사함으로써 투자를 결정하는 방식으로 운영된다. 1개의 창업팀이 지원받을 수 있는 최대 지원금은 약 10억원이며, 더불어 창업자금, 엔젤매칭펀드, 해외마케팅의 명목의 추가 지원이 가능하다. 프로그램 종료 후 창업팀에 대한 '성공' 판정이 되면 창업팀은 기술개발 자금을 대한 정액 또는 경상기술료를 선택하여 납부하는 모델이다.



이들의 인큐베이션이 갖는 가장 큰 장점은 대기업과 창업기업들의 동반자 의식이다. 즉, 대기업은 보유 기술 및 필요기술에 대한 정보를 공개하고, 필요 기술 확보를 위해 보육센터 내에서 협력하고, 개발의 경우 대기업 구매로 연결되면서 시장의 확보까지 연결된다.



2. 해외 기술사업화 추진 모델²⁾

(1) 독일의 민간 기술인큐베이션 센터: Telekom의 hub:raum

대기업(Telekom)이 필요로 하는 기술발굴을 위해 연구질문을 제시하는 수요기반 기술사업화 프로그램이다.

2012년 5월 독일내 민간 인큐베이팅센터 초기모델로 설립되었으며, 기본적인 재원은 Telekom으로부터 지원받는다. hub:raum의 지원은 거의 시드단계의 기업지원으로서, 시제품 제작, 네트워크, 교육, 생산 및 비즈니스 모델 설계를 지원한다. 특히 시제품 제작 담당자(prototyping manager)를 두고 시장이 필요로 하는 제품으로의 전개를 위해 시제품을 제작하고 평가하고, 수정하는 과정을 담당한다. 제품의 수요자(대기업)와 창업기업의 기술/아이디어를 시제품으로 만들어가면서 최종 제품에 부합할 수 있게 조정해 가는 과정 전체를 시제품 제작 과정으로 보고 있다. 시제품 제작 기간은 필요 기술이나 제품에 따라 다소 차이는 있지만, 모든 과정을 포함했을 때 일반적으로 12개월 정도라고 볼 수 있다.

이들의 인큐베이션이 갖는 가장 큰 장점은 대기업과 창업기업들의 동반자 의식이다. 즉, 대기업은 보유 기술 및 필요기술에 대한 정보를 공개하고, 필요기술 확보를 위해 보육센터 내에서 협력하고, 개발의 경우 대기업 구매로 연결되면서 시장의 확보까지 연결된다. 또한 문제해결에 있어서 hub:raums 내에 있는 기초기술 연구팀(대학이나 공공연에 연구원들) T-labs과 함께 하는데, T-labs은 창의적 아이디어의 실현가능성을 검토하고, 가능성이 있는 기술의 경우 hub:raum 내 창업보육센터로 지원하기도 한다.

1) 손수정 외(2018), 「기술금융의 역할과 효율화 방안」, 과학기술정책연구원

2) 손수정 외(2017) 활용하여 작성

(2) 독일의 공공 기술인큐베이션 센터: Life-Science Inkubator

LSI는 대학의 생명공학 기술을 이용하여 시장으로 전달하는 중간단계에서 기술인큐베이팅을 전담한다.

기본적으로 LSI는 대학으로부터 창출된 기술이나 연구팀을 기반으로 공간, 시설, 펀드 등을 제공하고, 시장의 기술수요자 및 기술투자자 등 시장 중심의 주체들의 지속적인 자문을 받고 이를 통해 인큐베이팅의 경로를 수정하기도 한다.

실험실에서 창출된 기술의 기술성과 시장성에 대한 가능성을 갖고, 연구팀은 기술인큐베이팅 프로젝트에 지원하며, 제안된 계획서에 대해 LSI 투자위원회가 검토하고 선정한다. 투자위원회는 기본적으로 연구자들로 구성되고, 은행 등 펀딩제공자 등이 참여한다. 즉, 자본을 투자 할 수 있는 모든 사람들이 위원이 될 수 있다. 선정된 기업은 평균 3년동안 1.5백만 유로의 지원을 받고, 기술성 확대를 통해 벤처캐피탈 등의 민간 펀딩소스를 확보할 수 있는 단계로 성장하기 위해 노력 한다. 이러한 기술인큐베이팅 과정에 유입되는 자본은 공공과 민간(은행, VC 등)이 각각 50%씩을 부담한다.

LSI가 지원하는 인큐베이팅 단계를 사전인큐베이션, 핵심인큐베이션, 사후인큐베이션으로 구분한다면, LSI의 경우 대학 실험실에서 1단계 사전인큐베이션을 마친 기술에 대해 증명, 시제품제작 등의 핵심인큐베이션 지원에 집중한다. 이 단계를 통과한 기술의 경우 사후적 인큐베이션은 민간투자를 기반으로 진행한다.

(3) 독일의 공공(민간) 기술인큐베이션 센터: Fraunhofer

프라운호퍼의 기술사업화 과정은 M1(Milestone1)-M2-M3단계로 구분할 수 있다. M1과 M2는 프라운호퍼 중심의 기술인큐베이팅이며, M3는 창업한 기업이 시장에서 성장하는 단계라고 볼 수 있다. 우선 연구자가 일정 수준 기술성 및 시장성에 대한 가능성을 확인하면, 사업화를 위해 본부 산하 Venture group과 논의단계에 진입한다. 이를 위해 연구팀은 스핀오프 그룹을 형성하고, 위원회 심사를 통해 선정된 프로젝트는 스핀오프 될 때까지 M1로 두고 관리한다. M1 기간동안 모든 비용은 프라운호퍼로부터 지원받고, 스핀오프 시 지분은 Venture group이 25% 갖고 스핀오프가 75%를 갖는다. 외국회사가 조인트벤처로 참여하는 경우는 해당 외국회사는 지분을 25%까지 보유할 수 있도록 권고하지만, 이 역시 제약을 두지는 않고 융통성은 있다. M1을 통과하면, 스핀오프해서 이후 5년간은 M2로 두고 관리한다. M2 단계는 Venture group과의 협의에 따른 투자금의 규모가 결정되는데 기본적으로는 시장 자본과의 매칭을 권고하지만, 경우에 따라서는 M1과 마찬가지로 Venture group이 100% 자본 투입도 가능하다. 이러한 인큐베이션 과정을 거친 후 5년 시점이 도래하면, 해당 스핀오프 팀이 독립할 것인지, 프라운호퍼 연구소의 연구원 신분으로 복귀할 것인지 결정한다.

(4) 프랑스의 공공 기술인큐베이션 센터: Ecole Polytechnique 'Drahi X-Novation Center'

Ecole Polytechnique의 인큐베이션 센터인 Drahi-X Novation Center는



LSI가 지원하는 인큐베이팅 단계를 사전인큐베이션, 핵심인큐베이션, 사후인큐베이션으로 구분한다면, LSI의 경우 대학 실험실에서 1단계 사전인큐베이션을 마친 기술에 대해 증명, 시제품제작 등의 핵심인큐베이션 지원에 집중한다. 이 단계를 통과한 기술의 경우 사후적 인큐베이션은 민간투자를 기반으로 진행한다.





멘토링을 제외한 모든 지원 자원이 내부에서 이루어진다.

6개월 마다 15개 기업의 창업지원 프로그램을 운영하며, 프로그램은 시제품 제작, 비즈니스 모델 설계, 기술의 수요자 및 파트너 등과의 연계, 자본조달 경로 등에 대한 지원을 포함한다. 이러한 프로그램의 지원대상 선정은 센터가 갖는 위원회에서 이루어지는데, 이들 위원회는 투자자, 기업가, 엑셀러레이터, 교내 연구자, 졸업생들로 구성된다.

Drahi-X Novation 센터의 인큐베이션에 있어서 중요한 과정은 코칭과 연계라고 볼 수 있다. 이들의 공통점은 모두 강한 ‘네트워크’에 기반한다. 즉, 인큐베이션을 위한 코칭과 인큐베이션이 필요로 하는 자원(기술, 자본, 시설 등) 연계를 위해 형성되어 있는 네트워크는 가장 큰 동력이라 할 수 있다. 코칭 모델의 경우 적정 멘토를 해당분야에 매칭하며, 멘토링은 창업기업 당 3명의 멘토를 연결하는 모델로 설계되어 있다. 특히 3명의 멘토는 각각 비즈니스 지원, 기술지원, 린스타트업(Lean Startup) 지원 등의 영역으로 구성되어 창업기업 맞춤형 지원을 수행한다. 다음 연계모델은 기술인큐베이션에 필요로 하는 기술/지식, 시험장비, 공간, 시장분석 등과 관련하여 해당 전문가들과 논의한다. 이러한 논의과정을 통해 기존 설계되어있던 시제품 제작설계도의 변경, 시장 비즈니스 모델의 수정 등이 이루어진다.[.sfr](#)

“

인큐베이팅을 위한 코칭과 인큐베이팅이 필요로 하는 자원(기술, 자본, 시설 등) 연계를 위해 형성되어 있는 네트워크는 가장 큰 동력이라 할 수 있다.

”

국내 건축물 소방시설의 내진설계 현황

최근 정부는 2016년 경주 인근에서 발생한 지진과 포항 지진(2017)으로 지진재해에 대한 심각성을 인지하고 도로, 교량, 터널, 건축물 등 주요 사회인프라 시설물 외에도 라이프라인 설비 및 기기에 대한 내진설계도 강화하고 있다. 특히, 건축물은 기존의 콘크리트와 강재 구조요소 뿐만 아니라 천장, 벽체, 바닥, 창호, 소방, 수도, 공조 등 다양한 비구조 요소의 안전성도 확보할 수 있도록 내진설계를 강화하였다¹⁾.

최형석 · 국토교통연구인프라운영원 수석연구원



국내에서도 지진에 의한 화재 피해가 발생하였으며, 이에 소방시설의 내진설계 기준이 제시되었다. 화재 안전성 향상을 위해서는 지속적인 기술개발과 기존 건축물 내 소방시설의 지진 안전성을 확보하기 위한 방안 마련이 요구된다.

1. 서론

1906년 샌프란시스코에서 발생한 규모 7.9의 지진으로 25,000여 건물이 소실되는 대화재가 발생하였으며, 당시 피해 중 약 90%가 목조주택의 화재에 의해 발생하였다²⁾. 이후 전 세계적으로 지진과 이로부터 유발된 화재로 인한 피해가 증가함에 따라 대응을 위한 지침과 매뉴얼, 내진설계, 보험 체계 및 대비기술 등 개발이 활발히 진행되었다. 그러나 1995년 고베지진에서도 15만 여 가옥이 287건의 화재로 소실되었으며, 30만 명의 이재민이 발생하는 등 지속적인 피해가 발생하고 있다³⁾.

1) KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준, 국토교통부

2) https://en.wikipedia.org/wiki/1906_San_Francisco_earthquake



[그림 1] 포항지진에 의한 포항시립미술관(상단좌우), 한동대학교 연구실(하단좌측), 청하면 컨테이너 화재(2017 포항 지진백서, 행정안전부, 2018)

지진은 1차적으로 건축물의 구조요소에 피해를 발생시키며, 건축물 내 다양한 설비에도 직, 간접으로 손상을 유발한다. 이러한 설비의 손상은 건축물의 주요한 기능, 예컨대 수도와 전기, 통신, 가스 등 주민의 거주 연속성 확보에 필수적인 요소의 공급을 저해하여 2차적 피해를 발생시킬 수 있다.

국내에서도 2017년 포항지진 시 포항시립미술관 전기실의 고압배전반의 합선으로 인한 화재로 7.6억원(복구비용 11억원)의 재산피해가 발생하였다. 또한, 한동대학교 연구실 내 난로의 전도, 컨테이너 시설과 주택 내 전기기기의 합선 등으로 총 5건의 화재 피해가 보고되기도 하였다⁴⁾.

지진은 1차적으로 건축물의 구조요소에 피해를 발생시키며, 건축물 내 다양한 설비에도 직, 간접적으로 손상을 유발한다. 이러한 설비의 손상은 건축물의 주요한 기능, 예컨대 수도와 전기, 통신, 가스 등 주민의 거주 연속성 확보에 필수적인 요소의 공급을 저해하여 2차적 피해를 발생시킬 수 있다. 특히, 건물 내에서 지진에 의한 화재 발생 시 스프링클러, 배관 등 소방시설에 피해가 발생하였다면 초기에 화재를 진압하지 못하고 화재가 확산되어 더 많은 피해가 발생할 수도 있다.

본 기사에서는 국내 건축물 내 소방시설에 대한 내진설계기준의 운영 현황 및 그 설계 개념에 대해 살펴보고, 현행 내진설계기준의 문제점 및 개선사항, 향후 발전방향을 제시하고자 한다.

2. 소방시설의 내진설계기준

최근 정부는 2016년 경주 인근에서 발생한 지진과 포항지진(2017)으로 지진재해에 대한 심각성을 인지하고 도로, 교량, 터널, 건축물 등 주요 사회인프라 시설물 외에도 라이프라인 설비 및 기기에 대한 내진설계도 강화하고 있다. 특히,

3) NIST, Earthquake Kobe Japan 1995

4) 행정안전부, 2017 포항지진백서, 2018.08

건축물은 기존의 콘크리트와 강재 구조요소뿐만 아니라 천장, 벽체, 바닥, 창호, 소방, 수도, 공조 등 다양한 비구조 요소의 안전성도 확보할 수 있도록 내진설계를 강화하였다⁵⁾.

소방 설비에 대해서는 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조의 2항에 의거 「소방시설의 내진설계 기준(고시 제2015-138호)」을 2015년에 제정, 운영(시행 2016.1.25.)하고 있다. 이 기준은 2007년 소방방재청에서 발주한 연구결과⁶⁾에 기초하고 있으며, 미국 NFPA(National Fire Protection Association)의 스프링클러 설치기준⁷⁾을 참조하여 작성되었다. NFPA 13에서는 1947년부터 지진으로부터 스프링클러 배관을 보호하기 위한 요건들을 제시하고 있다.

현행 「소방시설의 내진설계 기준(이하 기준)」에서 소방용 설비의 내진성능 목표 및 내진성능수준은 명확히 제시되어 있지 않으나, 개념적으로는 해당 설비가 설치되는 건축물의 내진성능에 따르는 것을 목표로 하고 있으며 기능수행수준⁸⁾을 요구한다. 이는 소방의 중요성을 고려하여 건축물 내 타 비구조요소가 가져야 하는 내진성능 수준에 비하여 보다 높은 수준의 성능을 확보하도록 요구하는 것이다. 예컨대, 건축물이 붕괴방지 수준으로 설계되는 경우에도 소방설비는 스프링클러가 정상 작동하도록 설계하는데 이는 타 비구조요소들이 내진성능을 확보할 필요가 없는 것과 대조적이다. 그러나 「건축법 시행령」 제32조 2항에서 구조(내진성능) 확인 대상 외 그리고 기준 시행 이전에 준공된 건축물에 대해서는 소방 설비의 내진성능을 요구하지 않는다.

적용대상설비는 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 물분무등소화설비로 보다 구체적으로는 소방용수를 공급하기 위한 수원(수조)과 가압송수장치(펌프), 비상전원, 제어반, 배관 및 스프링클러헤드를 포함한다. 소방설비는 화재 시 스프링클러헤드에 소방용수를 공급하기 위해 유기적으로 연계된 하나의 시스템으로 동작한다. 그러므로 지진에 의해 구성요소 중 하나라도 문제가 발생하면, 전체적인 기능 연속성 확보가 불가능하다. 이에 내진설계기준에서는 다양한 소방 설비의 안전성을 요구하는 것이다.

기준은 각 설비별로 등가정적 해석에 의한 탄성설계를 기본으로 하고 있으며, 각 요소의 응력 및 변형 발생을 최소화함으로써 해석 및 설계에 요구되는 절차를 간소화하는 방안을 제시하고 있다. 이러한 방법론은 다양한 구조와 형식을 갖고 있는 불특정 다수 건축물에 적용되는 소방설비 내진설계에 대한 편의성을 제공함과 동시에 높은 안전성을 확보할 수 있도록 한다.

배관설비의 경우, 수원, 가압장치 등과의 연결부는 신축이음을 설치하도록 하고 있으며,

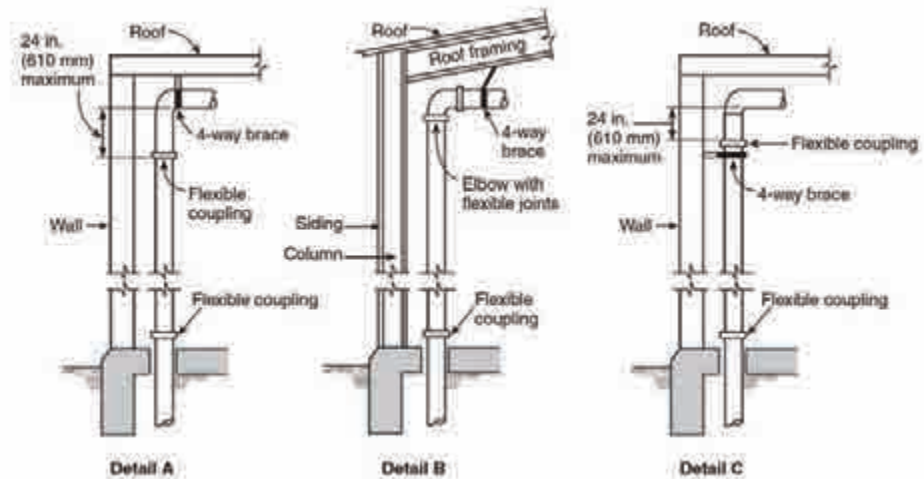
5) KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준, 국토교통부

6) 소방시설 내진설계 기준 마련에 관한 연구, 소방방재청, 2007

7) NFPA13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, National Fire Protection Association

8) 설계지진하중 적용 시 구조물이나 시설물에 발생한 손상이 경미하여 그 구조물이나 시설물의 기능이 유지될 수 있는 성능수준 (KDS 17 10 00 내진설계 일반, 국토교통부)

저층부에서 고층부로 소방용수를 공급하는 배관(입상관)에 대해서는 지진시 건축물의 층간변위⁹⁾ 발생에 대응할 수 있도록 지진분리이음(Flexible coupling)¹⁰⁾을 설치하도록 하고 있다(그림 2 참조). 또한, 각 층에서 천장과 수평하게 설치되는 배관은 일정 구획별로 수평방향 지진에 저항할 수 있는 버팀대(Brace)를 이용하여 천장과 일체화 거동하도록 한다. 그러므로 각 배관은 변형에 의한 응력이 발생하지 않으며, 지지하고 있는 버팀대(Brace)에 대해서만 탄성설계 하면 되므로 간단히 내진성능을 확인할 수 있다. 만약, 고층의 복잡한 평면을 갖고 있는 건축물 내에 설치되는 배관을 기준에서와 같이 지진분리이음 없이 설치하는 경우에는 건물 구조와 배관계통을 연계한 복잡한 구조해석 수행이 요구된다는 점에서 이러한 방법론은 매우 효과적이다. 다만, 지진분리이음과 수평방향버팀대의 설치에 따른 비용이 증가되기도 한다.



[그림 2] 입상관의 설치예(NFPA 13) - 기준에 따른 지진분리이음 설치 위치

최근 건축에서는 소방용 수조와 일반용수용 수조를 통합하여 사용하는 것이 일반적이다. 이에 따라 수조들은 대형화 되고 있으며, 지진 시 수조 내 유체의 동적거동에 의한 손상이 발생할 가능성이 높아지고 있다. 실제로 포항지진(2017)에서도 건축물 옥상층에 설치된 다수 수조의 전도 및 활동(미끄러짐)에 의한 지진피해 사례가 보고되기도 하였다. 기준에서는 이러한 소방용수용 수조의 안전성을 확보하기 위하여 수조 기초를 구조물에 고정토록하고 연결된 배관은 신축이 용이하게 하며, 수조 내부에는 유체가 과도하게 흔들려 벽체가 손상되지 않도록 방파판을 설치하도록 규정하고 있다. 다만, 기준에서는 유체의 동특성을 고려한 해석 및 상세 설계방법을 제시하고 있지 않아 설계에 어려움이 있다.

가압송수장치(펌프), 비상전원, 제어반은 화재발생 시 소방용수를 공급하는 동력원과 그 제어장치이다. 이들 장치는 스프링클러 배관과 직접적으로 연결(강체연결)되지는 않기 때문에

9) 인접층 사이의 상대수평변위 (KDS 41 17 00, 건축물 내진설계기준)

10) 지진발생시 지진으로 인한 진동이 전달되지 않도록 진동을 흡수할 수 있는 이음, 2016년도 소방시설의 내진설계기준 해설, 국민안전처



[그림 3] 포항지진에 의한 수조 파해사진

기준에서는 각 장치의 기초부에 앵커를 설치하여 전도와 활동을 방지하도록 하고 있다. 다만, 상기 장치들은 기계적, 전기적 기능을 갖고 있으나 이에 대한 내진성능 검증방안은 제시되어 있지 않다. 해석기술의 발달로 일반적으로 구조적 성능은 해석적 기법에 의해 검증될 수 있을 것이나 기능적 연속성 확인을 해석적으로 확인하기는 어려운 것이 현실이다. 원자력 등 발전설비와 방송 및 통신용 기기와 같이 사회적으로 중요도가 높은 장치에 대해서는 진동대¹¹⁾를 이용한 내진시험이 실시되고는 있으나 다수 민간 시설물에 설치되는 소방 설비에 대해서 이와 같은 시험을 통해 안전성을 검증하는 것은 시간과 노력, 비용 소요 등 측면에서 어려움이 따른다.

3. 맺음말

소방설비는 수원(수조)과 가압송수장치(펌프), 비상전원, 제어반, 배관 등이 일체화되어 운영되어야 하므로 시스템적 안전성 확보가 무엇보다 중요하다. 국내 소방시설의 내진설계기준은 NFPA 13을 참조함으로써 단기간에 제정될 수 있었으며, 지진발생 후 건축물에서 발생할 수도 있는 화재에 대비하기 위한 최소한의 방안을 제시함으로써 국가적 화재 안전성 향상에 기여하였다고 판단된다.

다만, 제한된 연구결과를 바탕으로 도입됨에 따라 국내 건축물 실정을 반영한 효율적인 설계방안 제시, 수조 등 상세 내진설계 방법의 고려, 기계 및 전기적 기능 안전성을 확인하는 절차 등 제시가 부족한 측면이 있으므로 향후 관련분야의 지속적인 연구개발이 요구된다.

현행 기준에서는 기존 건축물 내 소방시설에 대해서는 내진설계를 강제하고 있지는 않다. 그러나 지진에 의한 화재는 모든 건축물에서 발생할 수 있으므로 이러한 건축물 내 설비의 내진성능 확보방안 마련이 요구된다. 특히, 화재에 취약한 노후 건축물 내 소방 설비의 내진성능평가방법 및 내진성능 보강기술의 개발이 필요하다. [SFT](#)



[국내 미세먼지 관리대책]

서울시는 '미세먼지 8대 대책'을 통해 시민참여를 유도하고 미세먼지 저감활동 등에 다양한 인센티브 제공, 교통·배출저감 강화, 실내공기질 관리방안 마련 등을 시행하고 있다. 인천시는 미세먼지 발생원별 측정·저감, 종합상황실 운영 및 비상대책 추진을 통한 종합적인 관리와 같은 6개 세부추진전략을 수행하고 있다. 충청남도는 미세먼지 8대 전략과 대상전략 관련 33개 사업 수행을 진행 중이다.

윤성진 · 서울기술연구원 미세먼지연구실 수석연구원

서울시 PM_{2.5}는 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 뉴욕과 동경이 각각 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 나타내는 것에 비해 미세먼지로 농도가 높다.¹⁾ 2017년 서울시는 미세먼지를 자연재난으로 선포했으며 금년 3월 국회에서도 미세먼지를 국가재난에 포함시키는 법안이 통과되었다. 또한, 중앙정부는 물론 지방정부·지자체에서는 미세먼지 문제해결을 위한 관리대책을 만들어 시행하고 있다.

1. 미세먼지 관리목표

중앙정부는 2026년 이내로 초미세먼지를 유럽 주요 도시의 현재 수준으로 미세먼지를 개선하기 위해 미세먼지 농도를 2014년 대비 30%를 감축하여 PM_{2.5}를 2021년까지 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 그리고 2026년까지 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 저감을 목표로 하고 있다¹⁾. 더 나아가 서울시 PM_{2.5}를 2022년까지 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 낮추고자 한다¹⁾. 경기도와 인천은 2024년까지 PM_{2.5}를 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로²⁾, 충청남도는 2025년까지 PM₁₀ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 그리고 PM_{2.5}를 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 낮추는 계획을 수립하였다³⁾.

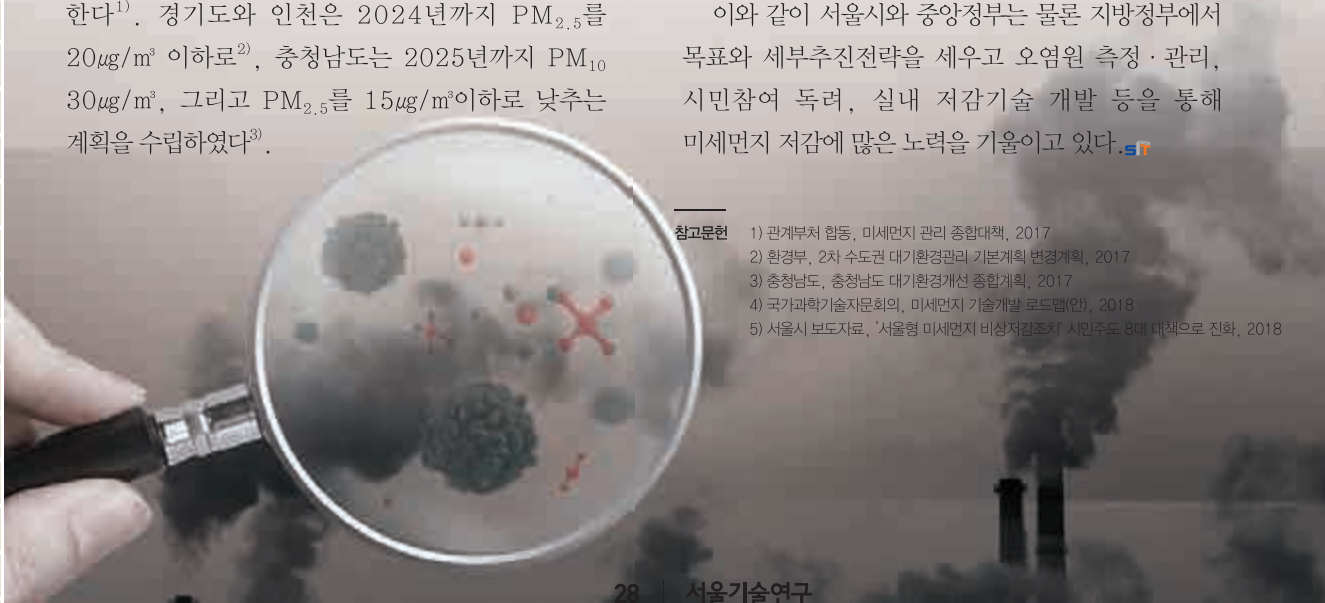
2. 미세먼지 저감대책

중앙정부에서는 미세먼지는 물론 2차 생성을 막기 위해 SO_x, NO_x, VOCs과 같은 대기오염물질도 통합적으로 관리하는 방안을 강조하고 있다. 이를 위해 미세먼지 현상규모 및 예측, 배출저감, 그리고 국민생활보호의 3가지 분류에 의해 저감기술 개발을 진행 혹은 계획 중이다⁴⁾. 서울시는 '미세먼지 8대 대책'을 통해 시민참여를 유도하고 미세먼지 저감활동 등에 다양한 인센티브 제공, 교통·배출저감 강화, 실내공기질 관리방안 마련 등을 시행하고 있다⁵⁾. 인천시는 미세먼지 발생원별 측정·저감, 종합상황실 운영 및 비상대책 추진을 통한 종합적인 관리와 같은 6개 세부추진전략을 수행하고 있다. 충청남도는 미세먼지 8대 전략과 대상전략 관련 33개 사업 수행을 진행 중이다.

이와 같이 서울시와 중앙정부는 물론 지방정부에서 목표와 세부추진전략을 세우고 오염원 측정·관리, 시민참여 독려, 실내 저감기술 개발 등을 통해 미세먼지 저감에 많은 노력을 기울이고 있다.⁵⁾

참고문헌

- 1) 관계부처 합동, 미세먼지 관리 종합대책, 2017
- 2) 환경부, 2차 수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획, 2017
- 3) 충청남도, 충청남도 대기환경개선 종합계획, 2017
- 4) 국가과학기술지문회의, 미세먼지 기술개발 로드맵(안), 2018
- 5) 서울시 보도자료, '서울형 미세먼지 비상저감조치 시민주도 8대 대책으로 진화', 2018





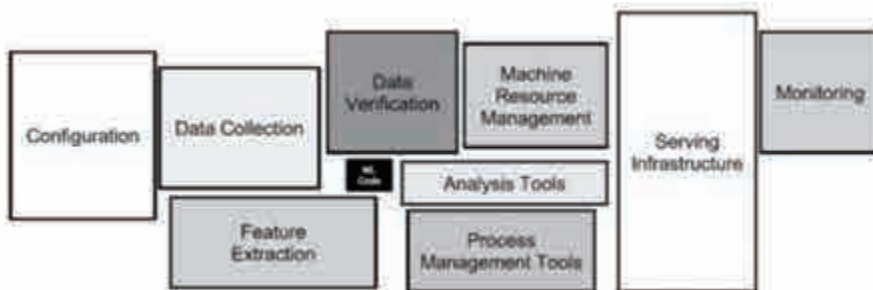
도시민 생활환경을 개선할 AI 프로젝트의 성공 노하우

GPU 클라우드를 이용하는 방식으로 해결하는 것이 가장 좋다. 클라우드에서 필요로 할 때에만 GPU를 할당 받아서 사용하고 다 사용하면 반환하는 형태로 사용하면 연구원이 기다리는 시간을 최소화 할 수 있고 빠르게 결과를 낼 수 있다. AWS등의 퍼블릭 클라우드를 이용할 수도 있고 SCALE등의 프라이빗 클라우드를 이용할 수도 있다.

홍석환 · (주)두다지 대표

1. 서론

3년전 구글의 딥마인드가 만든 인공지능 바둑 프로그램인 알파고는 일부 사람들에게는 새로운 세상에 대한 기대감을 주었고 많은 사람들에게는 AI가 사람을 대체할 것이라는



[그림1] "Hidden Technical Debt in ML Systems", Google NIPS 2015

두려움을 주었다. 그 당시 분위기로 본다면 당장 몇 개월 안에 온 세상을 바꿀 AI 서비스가 쏟아져 나올 것만 같았다.

3년이 지난 지금 사정은 어떨까? AI 연구는 활발히 되고 있고 이미지 인식 등의 분야는 상당히 성숙하였으나 상대적으로 좋은 서비스는 더디게 나오고 있다. 왜 그럴까?

[그림1]은 NIPS에 2015년 실린 논문에서 발췌한 그림이다. 이 논문은 AI 서비스 완성을 위해, ML Code(AI 모델) 작성 이외에 무수히 많은 일을 해야한다는 것을 보여준다. 이 논문에서는 이 것을 기술적 부채(Technical Debt)이라고 표현하고 있는데 이 빚을 갚아야 AI 프로젝트가 성공할 수 있다는 의미로 해석할 수 있다.

실제로 AI 모델 개발은 몇주내에 완성하였으나 서비스는 반년이 지나도 안나오거나 심지어 서비스가 끝내 안나오는 사례도 왕왕 생기고 있다. AI 모델 개발에만 신경쓰고 나머지는 어떻게든 되겠지라고 생각하는 경우라면 특히 AI 프로젝트가 실패할 가능성이 높다.

이 글에서는 각 단계별로 실패 가능성이 높은 접근과 이를 해결하기 위한 최신 기술 및 동향에 대해서 살펴보겠다.



양질의 데이터 준비와 병렬적으로의 수행이 중요하고 최근에는 이를 해결하기 위한 서비스가 많이 나오고 있다. 가장 대표적인 예로 AWS의 Ground Truth를 꼽을 수 있다. AWS의 Ground Truth는 데이터셋 생성(라벨링)을 단기간에 많은 사람들에게 외주로 주는 플랫폼이다.



2. 단계별 실패 가능성이 높은 접근과 해결법

AI는 통상 데이터셋준비, 학습, 배포, 서비스 개발의 네 단계로 진행된다. 각 단계별 실패 가능성 높은 접근과 해결법에 대해서 살펴보고자 한다.

(1) 데이터셋 준비

유명한 격언 중에 ‘Garbage in garbage out’이 있다. 쓰레기를 넣으면 쓰레기가 나온다는 뜻인데 학습시킬 데이터가 좋아야 AI 학습 결과도 좋다는 것을 의미한다. 하지만 아직도 많은 AI 프로젝트에서 데이터셋 준비에 예산을 적게 쓰거나 심지어 아예 배정하지 않는 경우가 있다. 이런 경우 아무리 열심히 모델 개발을 해도 학습 자체가 안되어 프로젝트가 위험해질 수 있다. 데이터셋 생성과 검증 단계가 AI 프로젝트에 중요하다는 것을 인지하고 예산과 인력을 잘 배정하는 것이 중요하다.

또 한가지 데이터셋 준비에서 하는 실수가 데이터셋 준비 작업을 소수의 작업자에게 지시하는 것이다. 데이터셋 준비가 되어야 나머지 작업이 진행된다. 나머지 작업이 데이터셋 준비에 의존성이 크기 때문에 이 작업에서 시간이 너무 오래 걸리면 나머지 작업자가 기다리게 되고 이는 크게 비효율적이다.

따라서 양질의 데이터 준비와 병렬적으로의 수행이 중요하고 최근에는 이를 해결하기 위한 서비스가 많이 나오고 있다. 가장 대표적인 예로 AWS의 Ground Truth를 꼽을 수 있다. AWS의 Ground Truth는 데이터셋 생성(라벨링)을 단기간에 많은 사람들에게 외주로 주는 플랫폼이다. 많은 사람들에게 교차로 라벨링을 수행하기 때문에 양질의 데이터가 비교적 빠른 시간 내에 준비될 수 있다. 데이터셋이 빠르게 준비되기 때문에 후속 작업인 학습 등의 작업의 일정에 차질이 없어진다. Auto labeling/Active learning 등의 기술을 활용하여 효율적으로 데이터셋을 준비할 수 있다.

(2) 학습

데이터셋이 준비되고 나면 학습을 진행하는데 아직도 많은 조직이 연구원에게 GPU를 수동으로 할당해주는 방식을 택하고 있다. 연구원끼리 공유하는 단체채팅방을 생성하고, 채팅방에서 “연구원 A에게 B서버의 2번 GPU를 할당”하는 식이다. 이것은 가장 쉬운 관리법이지만 가장 비효율적인 관리법이다. 이런 방식을 사용하면 GPU가 충분히 있는 경우에도 연구원은 배정받은 GPU만 사용할 수 있다. 동료 연구원이 휴가를 갔거나 논문 리서치를 하기 때문에 GPU를 사용하지 않더라도 동료 연구원에게 배정된 GPU는 사용하면 안된다.

딥러닝의 경우 1회 학습에 수시간에서 며칠씩 시간이 필요한 경우가 많다. 그리고 최적의 학습을 위해서는 이 과정을 상당히 많이 반복하게 된다. 연구원은 많은 시간을 단순히 기다리는데 보내게 되고 이는 상당히 비효율적이다.

이 문제는 GPU 클라우드를 이용하는 방식으로 해결하는 것이 가장 좋다. 클라우드에서 필요할 때에만 GPU를 할당 받아서 사용하고 다 사용하면 반환하는 형태로 사용하면 연구원이 기다리는 시간을 최소화 할 수 있고 빠르게 결과를 낼 수 있다. AWS등의 퍼블릭 클라우드를 이용할 수도 있고 SCALE등의 프라이빗 클라우드를 이용할 수도 있다. SCALE은 SKT에서 만든 딥러닝용 프라이빗 GPU 클라우드인데, 의료, 공공 등 데이터 보안이 중요한 경우 좋은 해법이 될 수 있다. 오픈소스를 이용해서 직접 GPU 클라우드를 구축하는 것도 좋은 대안이다. Kubernetes기반의 Kubeflow 오픈소스를 이용하면 구축이 가능하다. 필자의 회사의 경우 딥러닝 프로젝트를 대부분 Kubeflow를 활용하여 수행하고 있고 만족도가 높다. 특히 Katib등의 하이퍼파라미터 튜닝 툴킷을 이용하면 수동으로 하던 많은 작업을 자동화 할 수 있다. [그림2]는 필자의 회사가 이화여자대학교 황성주 교수팀과 함께 수행한 딥러닝 프로젝트에서 Katib를 이용해서 하이퍼파라미터 튜닝을 한 결과이다. Katib를 이용하면 다양한



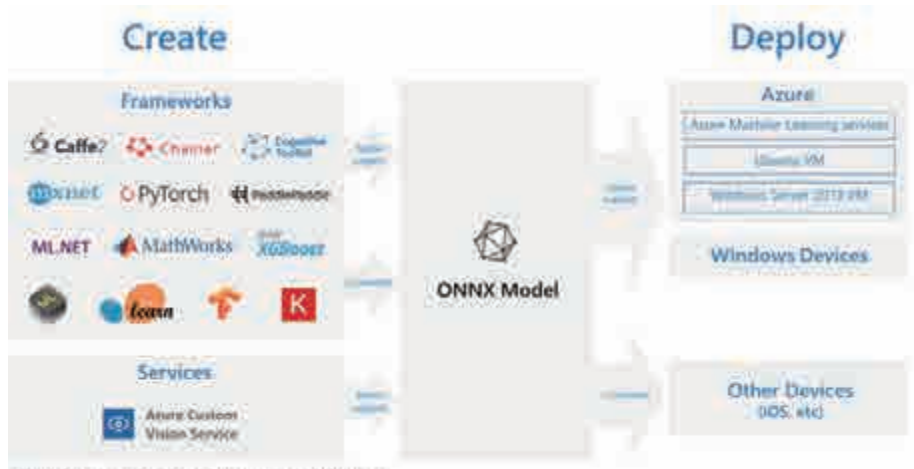
[그림2] Katib를 이용한 하이퍼파라미터 튜닝 결과

하이퍼파라미터 값에 대한 정확도를 자동으로 계산한 뒤, 최적의 하이퍼파라미터를 쉽게 찾아낼 수 있다.

(3) 배포

학습한 모델을 배포하는 일은 개념적으로는 쉬운 일이지만 실제로 잘해내는 것이 어렵다. 데이터과학자들은 Tensorflow, Caffe, Caffe2, Keras, Pytorch, MXNet 등 다양한 딥러닝 프레임워크를 이용해서 학습을 수행하기 때문에 학습한 모델의 포맷이 제각각이어서 배포가 어려운 문제가 있다. 몇 년전에는 Tensorflow로 통일해서 학습을 수행하는 방식을 선택한 팀이 많았는데 최근에는 ONNX(Open Neural Network eXchange)라는 공통의 포맷으로 변환한 뒤 배포하는 방식이 나왔고 이 방식을 선택하는 팀이 많아지고 있다. 이 방식을 이용하면 데이터과학자는 원하는 프레임워크를 이용해서 학습을 시킨 뒤, 최종 결과는 ONNX포맷으로 바뀌어서 배포되기 때문에 딥러닝 프레임워크에 의한 의존성을 제거할 수 있다.

배포 플로우 자동화도 중요한 이슈이다. 기존에는 배포를 수동으로 하는 조식이 많았는데 이렇게 할 경우 실수가 많았다. 최근에는 배포 자동화 툴을 사용하여 배포하는 사례가 늘고 있다. 가장 대표적으로 Kubeflow의 Pipeline이 있다.



[그림3] ONNX flow diagram, <https://docs.microsoft.com>

(4) 서비스 개발

딥러닝의 목표가 모델 개발인 프로젝트는 성공할 가능성이 낮다. 딥러닝이라는 좋은 기술은 서비스 개발 프로젝트에 녹아 들어가야 한다. 예를 들어 지도내 불법 가건물을 찾는 서비스를 만든다고 가정해보자. 이 프로젝트의 핵심은 지도내 불법 가건물을 수동으로 찾아내는 불편함을 해소해주는 데에 있다. 이 불편함을 해소하는 데에 중요한 기법으로 딥러닝을 이용하는 것이다. 만약 프로젝트의 핵심이 지도내 불법 가건물을 95%이상 정확도로 찾아내는 것으로 잘못 알고 있었다고 가정해 보자. 연구원들은 대부분의 시간을 정확도를 올리는 데에 쓸 위험이 있다.

지도 데이터 업데이트 자동화, 사용성 등이 무시된 채 사진을 주면 불법 가건물인지 여부만 알려주는 모델로 프로젝트가 종료될 수 있다. 이렇게 종료가 되면 실제 사용자가 사용할 수 없다. 프로젝트를 점검할 때 모델의 정확도를 모니터링하면서 정확도에 알맞게 서비스를 구성해야 한다. Fast move/Fast fail이 중요하다고 강조하는 조직이 많은데 일맥 상통하는 이야기이다.

3. 맺음말

서울시에도 아래와 같은 다양한 분야에 AI프로젝트를 적용할 수 있을 것으로 전망한다.

- 지도내 불법 가건물 감지 서비스
- 불법 주차 감지 서비스
- 어린이집 학대 감지 리포트 서비스
- 편의점 도난 감지 리포트 서비스
- 도시 안전을 위한 이상상황 감지 서비스



[그림4] 관제센터 CCTV 모니터링 화면

[그림4]는 관제센터 CCTV 모니터링 화면이고 이런 화면을 아직까지 사람이 모니터링하고 있다. AI를 활용하여 모니터링 환경을 개선하는 프로젝트를 진행한다면 서울시 도시 치안이 더 올라갈 것이 기대된다. 이 때 목표와 성과지표를 딥러닝 '서비스'로 잡아서 문제를 종합적으로 고려하며 프로젝트를 진행한다면 성공적인 프로젝트 수행을 할 수 있을 것이다. [SIT](#)



압축 용수철을 이용한 구조물 진동 저감 기술

최대응답가속도스펙트럼에서 알 수 있듯이 주기를 길게 하면 구조물에서 발생하는 최대가속도가 작아지고, 구조물이 받는 힘도 적어져 구조물의 파괴를 피할 수 있다. 즉, 정(正)강성보다 강성이 낮은 부(負)강성을 적용하면 구조물의 응답을 줄일 수 있다.

강재도 · 서울기술연구원 안재방재연구실 수석연구원

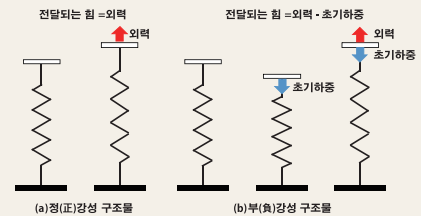


[사진 1] 부강성 장치
(출처: <https://www.youtube.com/watch?v=hiE7TSb3nyA>)

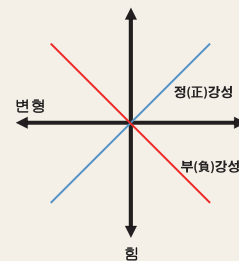
오늘도 초록색 버스는 만원 승객을 싣고 한강대교를 건넌다. 언제나처럼 속도방지턱을 넘을 때 승객도 출렁, 운전자도 출렁거린다. 하지만, 운전자와 승객이 받는 충격은 다르다. 왜냐하면, 운전석에는 진동을 줄이는 부강성 원리를 이용한 특수한 장치가 설치되어 있기 때문이다.

일반적인 구조물은 [그림 1]과 같이 용수철로 묘사하여 설명할 수 있다. 힘을 가하면 스프링이 늘어나게 되고, 이 늘어난 길이와 용수철 계수 (강성)를 곱한 값이 외력이며 전달되는 힘이다. 이러한 구조물을 정(正)강성 구조물이라고 하며, 이와 반대로 용수철은 늘어나지만, 전달되는 힘이 줄어드는 원리를 부(負)강성이라고 한다. 부강성 원리는 [그림 1](b)과 같이 어떠한 힘(초기하중, 예로 운전자 체중)으로 압축된 용수철이 외력을 받을 때 발생한다. 이 특성을 힘과 변위 관계로 도식화 하면 [그림 2]와 같다.

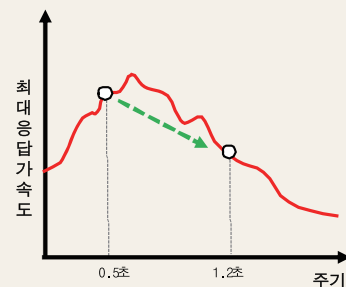
구조물에는 지진, 바람, 및 이동하중과 같은 동적 외력에 의해 발생하는 응답(예로 가속도 및 변위)을 결정하는 고유특성이 있다. 이 특성 중 하나는 고유주기이며 고유주기는 질량에 비례하고 강성에 반비례한다. 즉 강성이 작아지면 고유주기는 길어진다. [그림 3]은 지진에 의해 발생하는 구조물에 가해지는 힘과 관계가 있는 최대응답가속도를 주기별로 그린 그림으로 최대응답가속도스펙트럼이라고 한다. 이 스펙트럼에서 알 수 있듯이 주기를 길게 하면 구조물에서 발생하는 최대가속도가 작아지고, 구조물이 받는 힘도 적어져 구조물의 파괴를 피할 수 있다. 즉, 정(正)강성보다 강성이 낮은 부(負)강성을 적용하면 구조물의 응답을 줄일 수 있다. 건축·토목 구조물에 이 원리를 적용하기 위해 2000년 초반부터 일본 및 미국에서 연구가 이루어졌으나 개발된 장치는 몇 개 없다. 최근 뉴욕주립대 버펄로(SUNY Buffalo)에서 사진1와 같은 장치를 개발하여 건축·토목 구조물에 적용하는 것을 연구하고 있다. [sit](http://www.sit.ac.kr)



[그림 1] 구조물 모델



[그림 2] 힘-변위 관계



[그림 3] 최대응답가속도스펙트럼

기술혁신의 창 '신기술접수소'

신기술접수소의 기술제안 대상은 혁신이라는 이름에 빠질 수 없는 4차산업혁명 관련 기술이 적용된 제품 혹은 서비스이다. 서울기술혁신센터는 신기술접수소를 통해 개방적 혁신을 실천하고 서울 시정 및 도시 문제 해결에 있어 열린 '창' 역할을 잘해낼 수 있도록 최선을 다할 것이다.

김성현 · 서울기술연구원 서울기술혁신센터 전임연구원

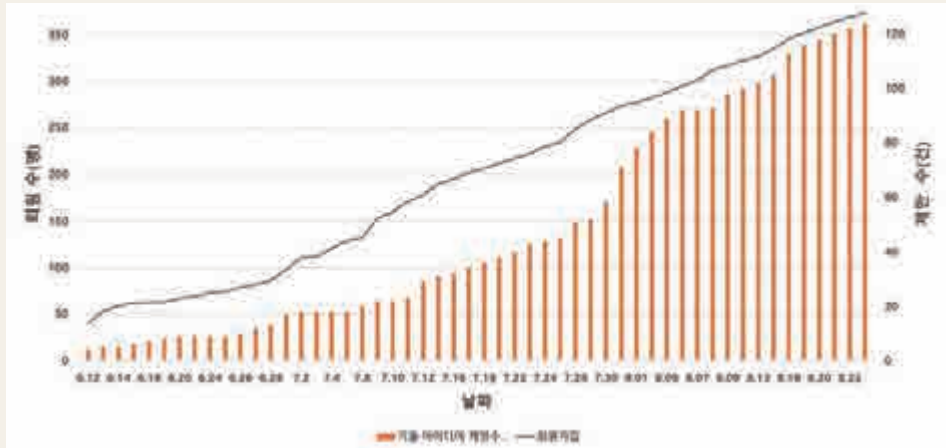
서울기술연구원 내 서울기술혁신센터는 올해 6월부터 민간의 혁신적인 기술과 우수한 아이디어를 서울 시정에 적극적으로 적용하기 위하여 상시 접수·평가가 가능한 온라인 기술접수창구 '신기술접수소'를 구축하여 운영하고 있다. 신기술접수소는 '기술제안', '아이디어 제안', '클라우드소싱 기술공모'로 접수체계가 나뉘어져 있으며, 도시문제 해결을 위한 기술공모는 9월부터 정식으로 운영될 예정이다.

1. 신기술접수소 운영 현황(19년 8월 23일 기준)

신기술접수소에 접수된 기술 및 아이디어 제안은 6월 접수 시작부터 총 124건이 접수되었으며 이 중 110건(89%)이 기술제안에 해당한다. 기술제안은 '테스트베드 서울 실증사업'과 연계되어 있으며 R&D지원형과 기회제공형으로 구분된다. 실증 공간과 더불어 5억원 이내의 실증 비용 지원 혜택이 있는 R&D 지원형은 97건(78%)으로 실증 공간만 제공하는 기회제공형에 비해 약 7배 더 많이 접수되었다. 8월 말부터 기술성 평가의 마지막 단계인 발표심사가 순차적으로 진행되고 있으며, 이에 따라 실증의 기회를 얻을 기업들이 조만간 대거 등장할 것으로 보인다. 동시에 운영되고 있는 아이디어제안은 연구지원과 창업지원으로 나뉘며 기술제안보다는 기술성숙도가 낮은 기술들에 한하여 접수를 받고 있다. 총 14건(11%) 중 10건(8%)이 연구지원에 해당하며 최근 연구지원 1건이 최종 발표심사를 통과하여 연구원에서는 제안자가 필요로 하는 사항들을 전폭적으로 지원할 예정이다. 한편 신기술접수소에 가입한 개인·기업·공무원 회원은 총



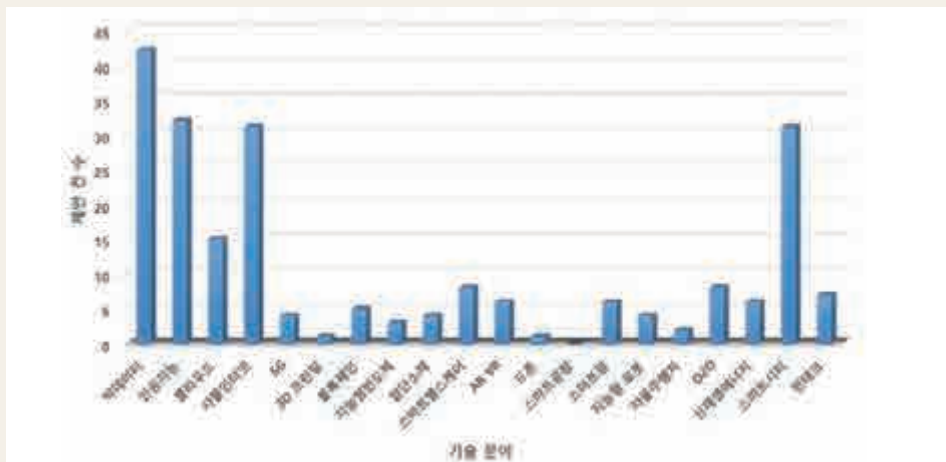
373명이며 6월부터 꾸준히 증가하는 추세를 보인다. 이 중 299명(80%)이 기업회원이며 이는 접수건의 대부분을 차지하는 기술제안의 주관기관 요건이 서울 소재 기업이기 때문으로 보인다.



[그림 1] 신기술접수소 회원 및 기술·아이디어 제안 누적 통계

2. 신기술접수소 기술제안 분야 분포

신기술접수소의 기술제안 대상은 혁신이라는 이름에 빠질 수 없는 4차산업혁명 관련 기술이 적용된 제품 혹은 서비스이다. '중소기업 로드맵 4차 산업혁명 분야'에 의거하여 20개의 항목으로 접수를 받고 있으며 현재까지 110건의 기술제안들에 대한 분야 분포도는 아래의 그림과 같다. 56건(58%)이 2개 이상의 분야를 아우르는 융·복합 기술이었으며, 빅데이터(42건), 인공지능(32건), 사물인터넷(31건)과 스마트시티(31건) 관련 제안이 주를 이루었다.



[그림 2] 신기술접수소 기술제안 분야 분포

서울기술혁신센터는 신기술접수소를 통해 개방적 혁신을 실천하고 서울 시정 및 도시 문제 해결에 있어 열린 '창' 역할을 잘해낼 수 있도록 최선을 다할 것이다. [st](http://st.or.kr)



쾌적한 실내공기질을 위한 환기시스템

다양한 실내오염 물질들이 인체와 건강에 악영향을 미친다는 것은 여러 연구결과로 드러나 환기의 중요성이 커졌다. 재실자가 원하는 실내의 온습도와 외기의 온습도 상태가 차이가 많이 나는 경우, 냉·난방부하의 증가로 이어지기 때문에, 환기로 인해 증가하는 에너지를 절약하고자 하는 노력이 다양해졌다.

이기용 · 서울기술연구원 생활환경연구실 전임연구원

1. 환기(換氣) : 공기를 바꾼다.

미세먼지, 황사, 새집증후군 등으로 인하여 대기환경 및 실내공기질에 대한 대중들의 관심은 높아지고 있으며, 사람이 거주하는 공간에서 환기의 중요성 또한 높아지고 있다. 환기는 말 그대로 실내에 오염된 공기를 맑은 공기로 바꾸는 것을 의미한다. 환기의 방법은 크게 실의 환기구나 창문의 개폐를 이용한 자연환기와 송풍기 및 배풍기 등의 기계설비를 이용한 기계환기로 나누어진다. 이에 대하여 국가에서는『건축물의 설비기준 등에 관한 규칙』¹⁾에 따라 다중이용시설의 환기량 및 신축공동주택의 환기횟수의 기준을 정하고 있다.

2. 실내 오염물질의 종류

실내 오염물질의 종류는 다양하며, 오염물질의 발생원과 인체에 미치는 영향도 다양하다. <표 1>는 국제 보건기구인 WHO와 EU에서 정한 주요 오염물질과 발생원을 나타낸 것이다.

3. 하이브리드 환기 시스템

이처럼 다양한 실내오염 물질들이 인체와 건강에 악영향을 미친다는 것은 여러 연구결과로 드러나 환기의 중요성이 커졌다. 그러나 한편으로는 환기 행위로 인하여 에너지 소비량이 증가하는 문제점들이 존재한다.

1) 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙(시행2017.12.4.][국토교통부령 제 467호, 2017.12.4. 일부개정]

〈표 1〉 WHO와 EU에서 정한 실내공기오염의 주요 오염물질과 발생원²⁾

구분	주요 오염물질	발생원
실내·실외	NOx, CO	연료의 연소
	CO ₂	연료의 연소, 대사작용
	SPM & RSP	담배연기
	수증기	생물적 활동, 연소, 증발
	VOCs (휘발성 유기화합물)	휘발작용, 연료의 연소, 도로, 대사작용, 살충제, 방향제
실내	포자	균류 (곰팡이 등)
	라돈	나무, 건축재료, 물
	포름알데히드	절연재료, 가구, 담배연기
	석면	난연성 물질, 절연재료
	NH ₃	대사작용
	PAH, As	담배연기
	VOCs (휘발성 유기화합물)	접착제, 용제, 요리, 화장품
	먼지	방향제, 도로, 수은 함유제품에서 방출, 외부 유입 등
	알레르기	애완용 동물의 털, 진드기
미생물	전염병	

재실자가 원하는 실내의 온습도와 외기의 온습도 상태가 차이가 많이 나는 경우, 냉·난방부하의 증가로 이어지기 때문에, 환기로 인해 증가하는 에너지를 절약하고자 하는 노력이 다양해졌다. 그중 대표적인 예로 하이브리드 환기가 있다.

하이브리드 환기는『건강친화형 주택 건설기준』⁴⁾에 따라 혼합형(하이브리드)환기설비로 언급되어 있다. 이는 자연환기와 기계환기를 병용하는 방법이며, 외기조건에 따라서 재실자가 수동으로 제어하거나 실내·외의 온습도 및 오염물질 농도 조건에 따라 자동제어시스템 등을 활용하여 에너지를 절약할 수 있는 환기 방법이다. 초기

설치비용의 문제 등 경제적인 이유로 국내 적용사례가 많지 않은 상황이지만, 하이브리드 환기에 대한 연구가 곳곳에서 진행되고 있으며, 국내 시장에 적용하려는 움직임이 나타나고 있다.

4. 쾌적한 실내환경을 위한 환기의 습관화

실외 미세먼지 농도가 높은 경우에도 기계환기설비의 경우 필터가 설치되어 있기 때문에 실외 오염물질을 일정 수준으로 차단 할 수 있다. 간혹 고효율의 필터를 세대 거주자가 직접 구매하여 교체하는 경우도 있다. 이는 외부 공기유입량을 감소시키고 기존에 설계된 환기설비의 Fan성능을 떨어뜨리게 되므로 좋은 방법은 아니지만, TAB 기술 기준⁵⁾에 따른 시험 조정 평가를 통해 각 실로 유입되는 공기의 유입량을 조절하여 성능을 개선할 수 있는 방법이 있다.

환기는 실내의 오염물질의 농도를 낮출 뿐만 아니라 실내의 온습도를 조절하여 결로현상을 예방할 수 있다. 또한, 아직까지 공기청정기로 해결하기 어려운 이산화탄소 농도를 감소시킬 수 있는 단순하지만 확실한 방법이므로, 환기를 생활화 함으로써 쾌적한 실내 환경을 만드는 데에 많은 도움이 될 것이다.^{5)it}



하이브리드 환기시스템 예시³⁾

2) 환경부, 2002, 실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구

3) 그림출처 : <https://www.kharn.kr/news/article.html?no=5084>

4) 건강친화형 주택 건설기준[시행 2018.11.20.][국토교통부 고시 제 2018-695호, 2018.11.20. 일부개정]

5) 대한설비공학회, 2011, 시험·조정·평가(TAB) 기술기준

노후 경유차량 통행제한 설정에 따른 미세먼지 저감 해외 사례

독일 작센주 환경농림부와 라이프치히 대류권 연구소의 공동연구에서 분석된 LEZ 시행에 따른 블랙카본(Black Carbon)은 시행 이전과 비교하여 약 60% 정도 감소한 것으로 조사되었다. 또한 극초 미세먼지(Ultrafine particle)는 LEZ 시행 이전과 비교하여 약 70% 감소한 것으로 조사되었다.

신성균 · 서울기술연구원 미세먼지연구실 연구위원

지난 7월 1일부터 서울시 4대문 안 '녹색교통지역'에서 배출가스 5등급 차량의 통행이 제한되고 있다. 배출가스 5등급 차량이 제한되는 녹색교통지역은 종로구, 중구 등 한양도성 내 16.7km 구간에 해당하며, 서울시는 5개월간 시범운영과 함께 행정예고 등 행정절차를 거쳐 12월부터는 본격적으로 시행할 예정이다.

이러한 도심 내 공해 차량 운행 제한은 영국, 독일, 네덜란드, 프랑스 등 선진국 여러 도시에서 유럽 대기질 지침 (표 1 참조) 상의 대기 오염물질 배출기준을 준수하기 위한 노력의 일환으로 이미 시행되고 있다.

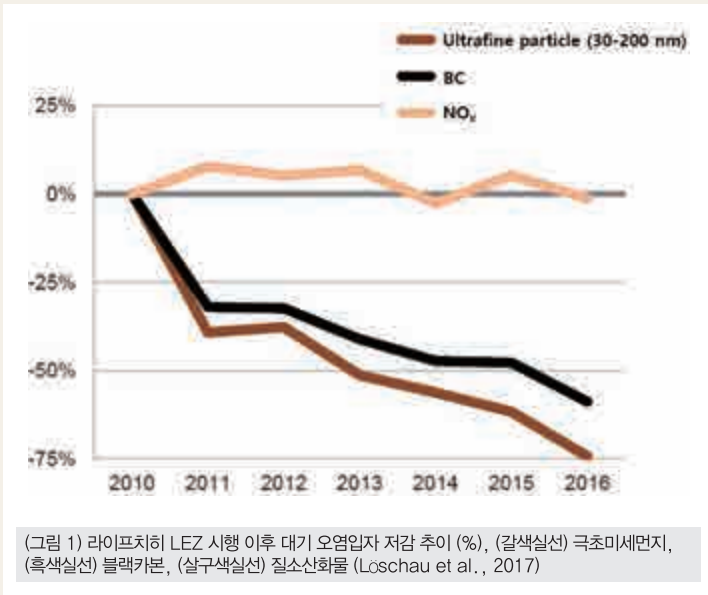
독일 작센주 라이프치히 시는 2011년 3월 1일부터 독일 최초로 저배출지역 (Low Emission Zone, LEZ)를 설정하고, LEZ 설정에 따른 실제 미세먼지 저감 효과 분석 (PM₁₀, PM_{2.5}) 연구를 작센주 환경농림부 (Saxon State Office of the Environment, Agriculture and Geology, LfULFG)와 라이프치히 대류권 연구소 (Leipzig Institute for Tropospheric Research, Tropos)의 연구협업을 통해 수행하였다.

LEZ를 라이프치히 도심 지역에 설정하고 노후 차량 통행의 제한 정책을 시행한 후, 6년간 LEZ

〈표 1〉 유럽 대기질 관리 지침

Pollutant	Averaging Period	Objective & legal nature & concentration	Comments
PM _{2.5}	Annual	Limit value, 25 μ g/m ³	
PM ₁₀	Hourly	Limit value, 50 μ g/m ³	not to be exceeded on more than 35 days/year
PM ₁₀	Annual	Limit value, 40 μ g/m ³	
O ₃	Maximum daily 8-hourly mean	Target value, 120 μ g/m ³	not to be exceeded on more than 25 days/year, averaged over three years
NO ₂	Hourly	Limit values, 200 μ g/m ³	not to be exceeded on more than 18 times a calendar year
NO ₂	Annual	Limit values, 40 μ g/m ³	

1) 극초미세먼지 : 미세먼지는 직경에 따라 미세먼지 (PM₁₀, 10 μ m 이하)와 초미세먼지 (PM_{2.5}, 2.5 μ m 이하)로 구분한다. 나노미터 (nm) 크기를 갖는 미세먼지 입자에 대한 정의 및 명칭은 현재 국내는 물론 국제적으로 불분명하다. 극초미세먼지, 나노미세먼지 등 기관과 학자에 따라 명칭을 달리하며, 입자 지름 또한 100nm, 50nm 등으로 다양하게 정의하고 있다. 초미세먼지보다 훨씬 작은 극초미세먼지는 인체에 투입 시, 체외로 쉽게 빠져나가지 않고 혈액순환, 림프순환을 통해 호흡기 이외의 기관으로 이동할 수 있어, 인체에 치명적인 영향을 미칠 수 있다고 보고된 바 있다.



(그림 1) 라이프치히 LEZ 시행 이후 대기 오염입자 저감 추이 (%), (갈색실선) 극초미세먼지, (흑색실선) 블랙카본, (살구색실선) 질소산화물 (Loschau et al., 2017)

지역에서 미세먼지 관련 오염물질 농도는 (PM concentration) LEZ 시행 이전 대비 약 5% 정도 줄어든 것으로 분석되었다. 반면 NO_x 농도는 LEZ 시행 이전 대비 오히려 증가하거나 비슷한 수준으로 분석되었다 (Loschau et al., 2017).

블랙카본 (Black Carbon)은 석유, 석탄과 같은 화석연료 등의 물질이 불완전 연소 시 발생하는 것으로 알려있으며, 특히 경유로부터 발생하는 미세먼지가 다량으로 포함하는 블랙카본은 암 발생률과 높은 상관관계가 있는 것으로 연구된 바 있다 (Ramanakumar et al., 2008). 작센주 환경농림부와 라이프치히 대류권 연구소의 공동연구에서 분석된 LEZ

시행에 따른 블랙카본은 시행 이전과 비교하여 약 60% 정도 감소한 것으로 조사되었다. 또한 극초미세먼지¹⁾(Ultrafine particle)는 LEZ 시행 이전과 비교하여 약 70% 감소한 것으로 조사되었다 (그림 1).

라이프치히 시에서 수행된 미세먼지 저감을 위한 LEZ 설정의 효용성 평가 분석결과, LEZ 시행에 따른 대기질 개선 효과는 PM₁₀ 증감 추이 분석만으로는 확실하게 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 하지만, LEZ 시행은 블랙카본이나 극초미세먼지와 같은 노후차량에서 주로 발생하는 대기오염물질 저감에는 분명한 효과가 있는 것으로 분석되었다. [.sif](#)

참고문헌

1. UNION, P. (2008). Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Official Journal of the European Union.
2. Loschau, G., et al. (2017). Messtechnische Begleitung der Einführung der Umweltzone Leipzig Teil 6 / Abschlussbericht: Immissionssituation von 2010 bis 2016 und Wirkung der Umweltzone auf die straßennahe Luftqualität. Final Report on Low Emission Zone Leipzig.
3. Ramanakumar, Agnihotram V., et al. (2008). Risk of lung cancer following exposure to carbon black, titanium dioxide and talc: results from two case-control studies in Montreal. International journal of cancer, 2008, 122.1: 183-189.



도시국가 싱가포르에서 안전도시 서울의 미래 비전을 찾다

도시민 생활환경 개선 시 프로젝트를 성공하는 노하우

국제학회에서의 발표 및 연구 교류를 통하여 우리 연구원의 국제적 위상 제고를 위한 노력을 장려할 필요성이 있으며, 관련기관 및 연구자들과의 활발한 협력연구 추진 등의 노력이 필요하다. 이번 싱가포르 학회참석 및 기관방문 일정을 통하여 취득한 자료와 연구네트워크를 바탕으로 싱가포르대학 및 연구소와의 긴밀한 연구협력 관계 유지를 기대해 본다.

윤선권, 최우석, 최현석 · 서울기술연구원 안전방재연구실



2019 AOGS 학술발표 참석자 단체 사진

1. 학술발표회 개요

싱가포르는 동남아시아의 말레이반도 끝에 위치한 섬나라이자 아시아의 대표적인 항구도시로 이루어진 도시국가이다. 싱가포르의 면적은 692.7km²로 서울보다 조금 더 넓고, 인구는 서울의 절반 수준인 약 567만명이다(2015년 기준). 또한, 1인당 국민소득은 6만 달러에 달하며, 아시아 국가들 중 가장 높은 수준에 해당한다. 이번 제16차 AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 학회는 싱가포르의 선택시티 컨벤션센터에서 개최되었다. 아시아-오세아니아 지역을 포함한 전 세계 약 6,800 여 명의 연구자가 참가하였으며, 대기과학(Atmospheric Sciences, AS) 및 수문과학(Hydrological Sciences, HS) 등 총 8개의 분과, 약 200개의 세부 세션으로 나뉘어 열띤 발표와 토론이 이루어졌다.

AOGS 학회는 지구과학 및 기후변화 이슈, 도시문제 해결 등 전 지구적 문제 해결과 그 응용분야 학문 발전에 기여하고 있으며 2003년 설립되어 올해로 16회 차를 맞이한다. 현재 응용과학 분야 아시아와 오세아니아 지역 최대 규모 학회로 발전하였으며, 지구과학이라는

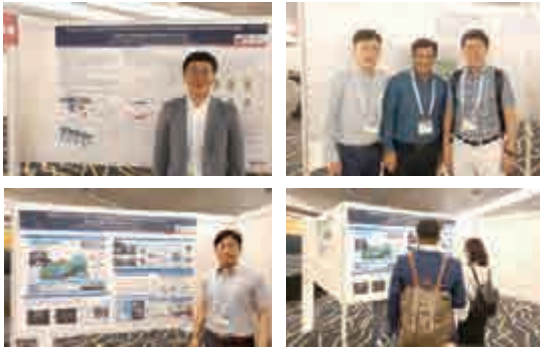
광범위한 학문분야의 연구와 학술정보교류를 매년 추진해 오고 있어 점차 그 규모가 확대되고 있다. 2020년에는 AOGS 학회가 우리나라 강원도 홍천 비발디파크에서 개최될 예정이며, 우리 연구원에서도 많은 관심과 참여가 이루어졌으면 한다.



AOGS 학회 메인 홈페이지(<http://www.asiaoceania.org/aogs2019>)

2. 학술발표 내용 및 결과

이번 AOGS 학술발표회에는 우리 연구원 안전방재연구실에서 3인(윤선권 연구위원, 최우석 수석연구원, 최현석 전임연구원)이 참가하였으며, 추진 중인 연구과제의 성과발표 및 최신 연구 동향을



AOGS 참석자 포스터발표 사진

파악, 과제 개선점 도출, 그리고 관련 기관방문을 통한 연구협력 방안을 논의하는 등 네트워크를 구축하였다.

윤선권 연구위원은 기후변화에 따른 확률 강우량 빈도해석 및 수공구조물 설계관련 내용으로 서울시 미래 확률강우량 산정을 위하여 전 지구 29개 기후모형 (General Circulation Model, GCMs)의 일 단위(Daily) 강우량 자료 활용하여 미래 확률강수량 전망 및 수공구조물 설계결과를 발표하고 결과에 대해 논의 하였다. 또한 도시지역에 적용 가능한 기후변화에 따른 강우빈도 해석 방안과 다운스케일링 기법에 대하여 세계 석학들과 의견을 나누었으며, 서울시 적용사례를 바탕으로 연구네트워크 확장 및 협력방안을 모색하였다. 최우석 수석연구원은 서울시 관내 29개 기상청 자동기상관측 지점에서 관측한 강수량 자료를 분석하여 서울시 지역별 강수 분포와 그 변화 경향에 대해 발표하였으며, 세계 많은 학자들과 대도시에서의 폭우 특성에 대해 논의하였다.

이와함께 지형적 효과와 도시화에 의한 영향으로 도시 강수가 특이한 형태로 나타날 수 있음을 공유 하였다. 또한 대만의 타이페이시, 일본 도쿄시, 중국 상하이시 등과 같은 국제적인 도시들과의 비교·분석을 통해 도시에서 발생하는 특이기상에 대한 연구 추진과 정밀 관측시스템 설치 필요성을 파악하였다. 최현석 전임연구원은 하천 유량을 실시간으로 계측할 수 있는 다중 CCTV 기반 자동유량계측기술을 활용하여 서울시 중랑천(월계1교) 지점에 테스트베드를 구축하고 및 운영 계획을 발표였고, 서울시 홍수관리 시스템 개선 방안과

각국에서 수행 중인 유량계측 시스템을 논의하였다. 영상 기반의 자동유량계측 기술은 미국, 중국, 일본 등에서도 활발히 연구되고 있으며, 특히 CCTV를 활용한 하천 유량 측정에는 중국과 일본에서 큰 관심을 보였다.

3. 기관방문 성과

이번 싱가포르 출장에서는 학회 참석과 더불어 싱가포르 국립대학교(National University of Singapore, NUS) 및 난양기술 대학교(Nanyang Technological University, NTU) 등 기관 방문을 하였다.

싱가포르 국립대학교는 싱가포르 내 최고 대학으로 알려져 있으며, 세계 랭킹에서도 15위권을 유지하는 명문대학이다. 이번에는 싱가포르 국립대학의 TMSI (Tropical Marine Science Institute) 연구소에 방문하였으며, TMSI의 Liong Shie-Yui 교수와 현지에서 근무하고 있는 김동은 박사를 만나 연구소 소개와 함께 관련 세미나를 진행하였다. TMSI는 해양환경관련 연구 뿐만 아니라 도시침수 해석 등 다양한 도시문제 해결을 위한 연구프로젝트를 수행중에 있으며, 서울기술연구원에서 수행 중인 기상안전 및 수방안전분야 연구협력이 가능할 것으로 사료된다. 특히 머신러닝 기법을 이용한 고해상도 도시침수 모델링에 관련 기술협력이 가능할 것이다.



NUS 캠퍼스 전경 및 TMSI 세미나



출처: <http://ecocampus.ntu.edu.sg/Pages/AboutEcoCampus.aspx>
(난양기술대학교 에코 캠퍼스 맵)

난양기술대학교(Nanyang Technological University, NTU)는 1991년 설립되었으며, 학부생 수는 약 33,500명, 대학원생 수는 10,000명, 교직원 수는 3,300명으로 최고의 명문 공과대학 중 하나이다(QS 2018년 세계대학평가 종합 11위, 공학부문 5위). 싱가포르에서 NTU는 NUS와 경쟁적으로 성장하고 있으며, 학교 내에는 수많은 연구소와 연구개발(R&D)센터가 포진해 있어 21세기 첨단 기술분야를 선도하는 대학으로 잘 알려져 있다. 우리 연구원과는 도시문제 해결을 위한 각 실별 연구 분야와 밀접한 관련성이 있는 것으로 파악되었으며, 장기적으로 기술개발 협력이 가능할 것이다.


난양기술대학교에서는 싱가포르 지구연구소(Earth Observatory of Singapore, EOS) 방문 및 NTU 에코 캠퍼스(EcoCampus)를 시찰 하였다. 싱가포르 지구연구소(Earth Observatory of Singapore, EOS)는 난양기술대학의 대표적인 연구소 중 하나이며, 전 세계적으로 자연재해가 가장 많이 발생하는 동남아시아의 중심에 위치하여, 자연재해(지진, 쓰나미, 홍수, 화산활동, 기후변화 등)로부터 보다 안전하고 지속가능한 사회를 만들기 위한 기초 연구를 수행하고 있다.

우리연구원 안전방재연구실의 경우, 자연재해 관련 연구주제가 EOS의 연구분야와 밀접한 관련성이 있다고 판단되며, 특히 도시에서 발생할 수 있는 재난 관련 부분은 밀접한 연구협력이 가능할 것으로 사료된다. 다음으로 NTU EcoCampus는 지속가능

프레임워크의 일환으로 추진되는 사업으로, 아시아 최초의 R&D, 지속가능솔루션 데모를 제공하고 세계에서 가장 친환경적인 캠퍼스를 조성하는 계획이 담겨 있다. 대표적인 사례로 더하이브 빌딩과 클린테크윈 빌딩을 들 수 있다. 서울시 공공건축물 시공 및 관련 단지 조성시 싱가포르의 적용사례를 접목할 수 있을 것이다. 마지막으로, NTU Smart Campus는 지속가능 기술 적용을 위한 살아있는 테스트 베드로서, ICT기반의 IoT센서 개발, 친환경 건축물조성, 스마트 교통(자율주행 자동차, 24인승 이상 전기버스 개발), 태양열 에너지, 신재생 에너지 기술 등을 통한, 30% 이상의 에너지 효율과 30% 이상의 에너지를 절약을 실현하는 캠퍼스로서 요소기술에 대한 벤치마킹이 가능할 것이다.

4. 맺음말

싱가포르는 아시아 도시국가의 성공사례로 꼽히며, 서울시와 비슷한 부분이 있어 도시문제 해결과 관련한 해법 모색을 위하여 긴밀하고 지속적인 연구협력 관계를 유지할 필요성이 있다. 이번 AOGS 학술발표회를 통하여 기상안전 분야에서는 대도시에서 인간활동에 의한 도시화 영향에 대해 심도있는 고찰을 하였으며, 서울시 미기후 및 도시기상 연구에 적용이 가능할 것으로 사료된다. 또한, 서울시 수방안전을 위한 유역별 계측자료 구축 및 첨단하천 모니터링, 도시유출 모델링 및 매개변수 최적화, 기후변화에 따른 강우빈도 해석 방안과 다운스케일링기법 연구 등 도시지역에 적용 가능한 방안들에 대하여 세계 여러 연구자들과 의견을 나누었으며, 서울시 적용사례를 바탕으로 연구네트워크 확장 및 협력을 위한 기반을 다졌다.

이러한 국제학회에서의 발표 및 연구 교류를 통하여 우리 연구원의 국제적 위상 제고를 위한 노력을 장려할 필요성이 있으며, 관련기관 및 연구자들과의 활발한 협력연구 추진 등의 노력이 필요하다. 이번 싱가포르 학회참석 및 기관방문 일정을 통하여 취득한 자료와 연구네트워크를 바탕으로 싱가포르대학 및 연구소와의 긴밀한 연구협력 관계 유지를 기대해 본다. 

한국의 기술력을 세계로, 코트라 LA 무역관 탐방

지난 8월 12일 서울기술연구원에서 개소·운영 중인 서울기술 혁신센터의 신기술접수소와 관련하여 미국의 혁신기술이 집결된 로스앤젤레스의 기술적 조류 및 창업 현황을 살펴보기 위해 코트라 로스앤젤레스 무역관을 방문하였다. 코트라 로스앤젤레스 무역관장인 정외영 관장님과 이용진 부장님을 만나 현장에 이야기를 들었다.

지서해 · 서울기술연구원 경영관리실 행정위원



1. 코트라 로스앤젤레스 무역관

로스앤젤레스 무역관은 1962년 개설된 이후 미국 서부지역을 중심으로 우리 중소기업 상품의 수출확대와 투자유치를 위해 노력하고 있으며, 한미 FTA 발효 이후 전략적 분야에 집중하고자 섬유, IT/전자, A/S 자동차부품, 문화콘텐츠, 바이오, 신재생에너지 등 6개 산업 분야에 대한 마케팅 전략 개발에 초점을 두고 있다.

또한 자체 관옥을 활용한 마이 오피스, 수출 인큐베이터 등 인프라를 보유하여 수출지원과 관련한 활동을 활발히 펼치고 있다.

2. 어느 때보다 중요한 K-기술 역량 확대

로스앤젤레스 무역관 정외영 관장은 한국과 일본간의 무역 대립으로 인해 어느 때보다 한국의 기술경쟁력 확보를 위한 노력의 집결이 중요하다고

강조하였다. 그 일환으로 “서울기술연구원이 추진 중인 서울기술혁신센터 신기술접수소가 잠재되어 있는 한국의 기술력을 세계에 펼칠 수 있는 중요한 플랫폼이 되길 바란다.”고 말하였다. 또한 정외영 관장은 성공적인 목표 달성을 위해 여러 기관들이 실행하고 있는 수많은 지원사업들에 대한 사전조사가 선행되어야 하며, 기관간 장벽을 없애고 협업·협력을 통해 혁신적인 기술사업화 프로세스를 설계해야 한다고 강조하였다.

로스앤젤레스 현지의 많은 기술인력들이 신기술 접수소를 인지하고 그 플랫폼을 활용할 수 있도록 많은 홍보를 아끼지 않겠다고 하였으며, 앞으로 서울에서 일어나는 기술적 혁신의 분위기를 관심있게 지켜보고 세계로 뻗어나갈 수 있도록 함께 협의하고 노력할 것을 약속하였다. [.st](#)



혁신을 실천하는 산타페 연구소를 가다

김태현 · 서울기술연구원 스마트도시연구실 선임연구위원



서울시를 대표하는 교육, 연구기관인 서울기술연구원, 서울연구원, 서울시립대학교는 산타페 연구소(Santa Fe Institute, SFI)¹⁾를 방문하여 서울대도시권 빅데이터 연구 등 도시문제 해결을 위한 협업 방안을 함께 논의하였다. 산타페 연구소는 기존의 과학적 방법론으로는 잘 설명되지 않지만 근본적인 문제들에 대해서 소수의 상주 인원과 함께 세계적인 협력을 통해 혁신적인 연구성과를 만들어내는 연구기관이다.

SFI는 수도원 건물을 임대해 사용하고 있었다. 실제로 건물 자체는 언덕 위에 위치하여 주변 경관이

수려하고, 전체 상주 인원이 30명 내외가 생활할 정도로 규모는 작다. 연구원들의 연구실도 실당 2인이 사용하는 등 소박하다. 연구원 간의 소통과 일상적인 대화를 위한 공용의 회의공간은 거실을 리모델링 해서 곳곳에 만들어 놓아 인상적 이었다. 유리창이나 화이트보드에 다양한 아이디어와 수학 공식들이 적혀있다.

방문을 통해 산타페 연구소의 운영현황과 다양한 협력프로그램에 대해서 윌리엄 트레시(Dr. Will Tracy) 부연구소장으로부터 직접 들을 수 있었을 뿐 아니라, 학제간 융합연구를 장려하기 위해서 매일 1회 점심시간에 상주하는 연구자들이 함께 점심 식사를 하면서 진지하게 논의하는 “Slice of Science” 시간도 함께 할 수 있었다.

서울시립대학교, 서울기술연구원, 서울연구원 등 3개 기관은 서울대도시권 도시문제 해결을 위해서 공동협력 하는 한편 산타페 연구소의 도시사이언스연구 노하우를 활용한 공동 연구와 인력교류 등을 포함한 다양한 협력 방안을 논의하였다.[SFI](#)



1) 산타페 연구소는 '복잡계(Complex System)과학'을 연구하는 비영리 독립 기관으로 다양한 분야의 학자들이 모여 공동으로 연구 및 교육을 수행하는 대표적인 연구기관이다. 기관의 자금은 자선 단체와 재단, 기업, 정부기관으로부터 지원을 받는다. 이 연구소는 1984년 미국 뉴멕시코주 산타페에 설립되었으며 초대 연구소 소장인 조지 카우언로스 앨러모스 국립연구소), 메레이 켈만(컬텍 교수, 노벨 물리학상 수상자) 등에 의해 추진되어 왔고 현재는 복잡계 과학 연구와 양질의 복잡계 관련 무료 온라인 강의를 제공하고 오프라인 유료 단기 교육 프로그램 진행하고 있다.

아이오와 대학교(University of Iowa) 탐방기

이기세 · 서울기술연구원 도시인프라연구실 연구위원

지난 8월 16일, 서울기술연구원은 업무 협약을 위하여 미국 아이오와 대학(University of Iowa)을 방문하였다. 아이오와 대학은 의학, 생물, 문학 분야로 미국내에서 상위권에 속해 있으나, 다양한 기반 시설과 탄탄한 커리큘럼으로 공학 분야 또한 굳건한 입지를 다지고 있다. 본 탐방에서는 아이오와 대학의 건설, 재료, 기계, 컴퓨터 등 공학 분야와 관련된 시험 및 교육시설에 대한 생생한 체험을 공유 하고자 한다.



※사진출처: 아이오와대학교 홈페이지(uiowa.edu)

1. Center for Computer Aided Design(CCAD)

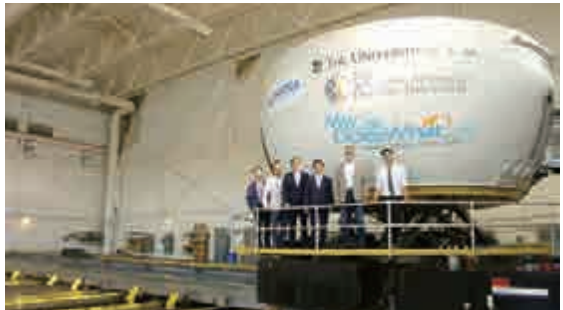
CCAD에는 공학, 의학, 프로그램 등 여러 가지 분야에 종사하는 연구자들이 근무하고 있으며 특히 컴퓨터 프로그램을 통한 시뮬레이션에 조예가 깊은 연구자들이 많다. 이곳에서는 가상 현실을 이용한 교육 프로그램을 개발하기도 하고, 6자유도 진동대를 이용하여 엠블런스의 진동이 환자에게 미치는 영향을 모사하기도 하는 한편, 바늘 없는 스티커형 주사를 개발하는 등 공학과 의학, IT의 융합 연구가 활발히 이루어지고 있었다.



2. National Advanced Driving Simulator(NADS)

NADS는 세계 최고수준의 주행 시뮬레이터를 갖추고 있어, 차량과 운전자의 관계, 차량 자체의 안전 및 주행성능, 자율주행 등 차량 운행에 대한 전반적이고 심도있는 연구를 수행한다. 농구장 크기의 가상 운행

공간이나, 운전자 특성을 분석할수 있는 정밀한 시스템은 차세대 자동차 산업을 이끌기 위한 기술을 이끌어나가기에 부족함이 없어 보였다. 특히 mm단위의 오차를 갖는 정밀한 지도를 탑재한 자동차와 마약 복용을 모사할 수 있는 시험 장비가 인상적이었다.



3. 마치며...

4차산업 혁명으로 대변되는 현대 사회의 과학기술은 ‘융합’을 근간으로 하여 발전의 원동력을 얻는다. 지난 8월 우리가 방문한 아이오와 대학은 연구자 각자의 전공을 자유롭게 넘나들며 융합을 실현하고 있는 현장이었고 그 덕분에 그들은 상상할 수 있는 기술을 마음껏 연구하고 현실화 하고 있었다. CCAD, NADS등 아이오와 대학의 멋진 실험 시설은 분명 눈과 마음을 사로잡는 훌륭한 본보기일테지만, 대한민국을 이끄는 연구자 중 한명 한명인 우리는 그 시설보다 열린 연구 자세에 더 깊은 감명을 받고 돌아왔다. [SIT](#)

과학기술분야 최대 심포지엄 '2019 한미과학기술학술대회(UKC 2019)'를 가다

김민석 · 서울기술연구원, 연구기획실 수석연구원



라스 피터 헨스 교수 기조연설

지난 8월 14일부터 17일까지 시카고 오헤어 하얏트 리젠시 호텔에서 재미한인 과학기술자협회(KSEA · 회장 오준석)와 한국과학기술 단체총연합회(KOFST · 회장 김명자)가 공동 주최한 한미과학기술학술대회(UKC2019)가 개최되었다.

한미과학기술학술대회는 1974년의 '과학기술학술대회'를 시작으로, 한·미 최대 규모의 과학기술학술대회로 발전하였으며 많은 한인 과학기술자들로부터 주목받고 있는 학회이다. 올해 학술대회의 주제는 '살기 좋은 사회를 위한 스마트 과학, 공학, 보건(Smart Science, Engineering and Health for Livable Communities)'으로 1,000명 이상의 과학기술자, 기업가, 정책결정자, 과학기술전공 학생이 참가하였다. 또한, 2013년 노벨경제학상을 받은 라스 피터 헨스 교수, 세계적 로봇 공학자인 데니스 흥 교수,



데니스 흥 교수 기조연설

나노바이오융합기술 분야의 세계 최고 석학인 루크 리 교수 등이 기조연설자로 참가하였으며, 13개 분과별 전문가 심포지엄과 창업 경진대회 등을 통해 연구성과를 공유하였다.

서울기술연구원은 UKC2019 학회 기간 동안 홍보부스 운영을 통해 365일 상시 국내외 아이디어와 기술제안을 접수받는 신기술접수소와 연구원을 홍보하고 글로벌 인재 영입을 위한 채용 관련 안내를 하였다. 또한, 17일에는 재미한인과학기술자협회와의 연구 업무협약(MOU) 체결을 통해 한·미 연구자간 국제공동연구 및 우수인력이 교류할 수 있는 협력의 장이 마련되었다. 앞으로 서울기술연구원은 기술과학 분야의 도시문제를 재미과학기술자와 함께 해결해 나갈 것으로 기대된다. [sit](#)



오프닝 기념사진
(두번째줄 왼쪽) 라스피터헨스 교수, 오준석 회장, 이인선 청장, 고인석 원장

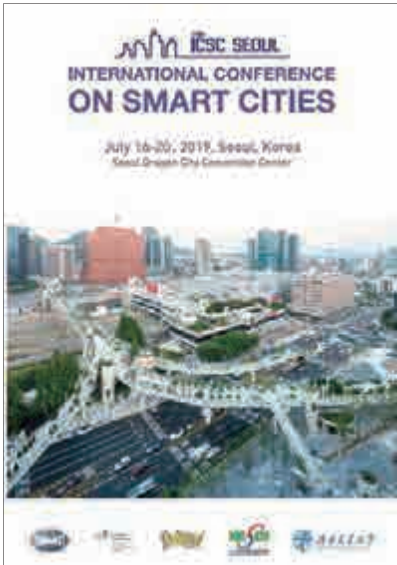


서울기술연구원 홍보부스 운영 모습

‘2019 국제스마트시티학회(ICSC 2019)’참관

국제스마트시티학회(ICSC2019)에서 연구원의 스마트시티 연구사업 알리다

정호영 · 서울기술연구원 연구기획실 전임연구원



국제스마트시티학회 2019



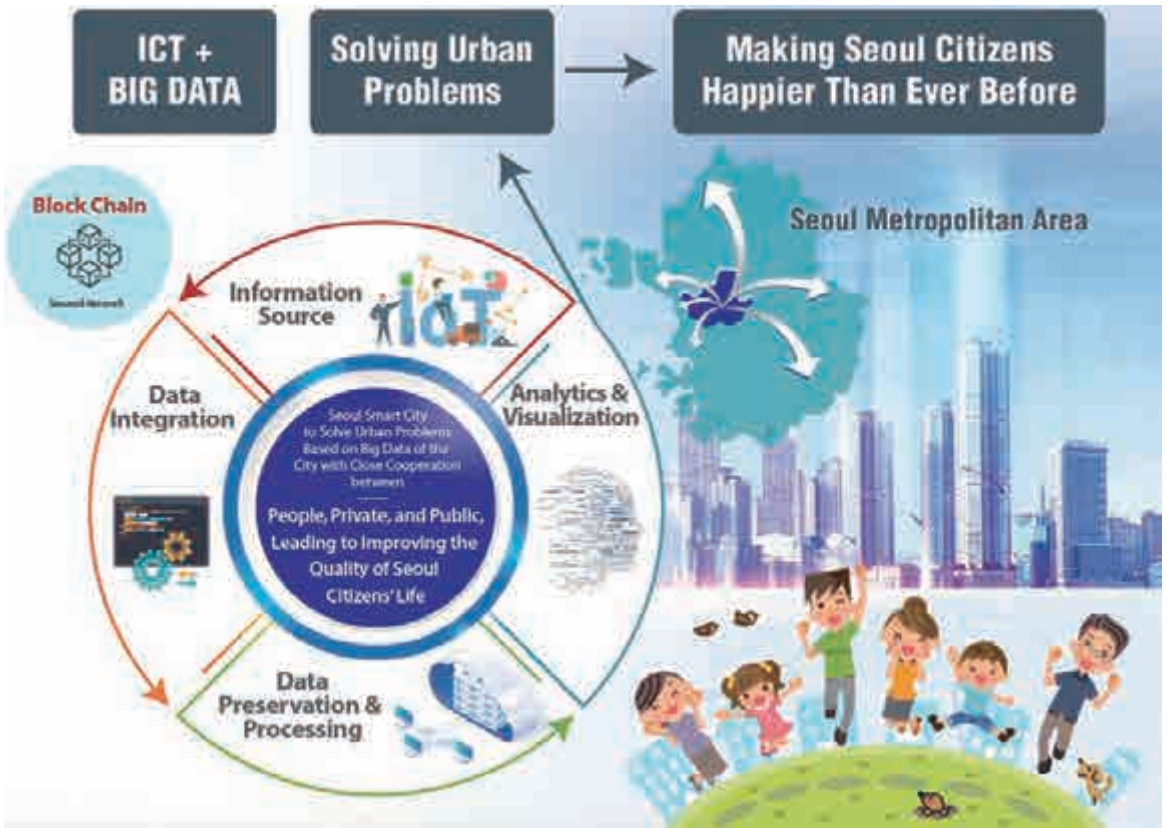
서울기술연구원 홍보 부스

지난 7월 17일~19일, 3일간 용산에 위치한 서울드래곤시티에서 개최된 국제스마트시티 컨퍼런스(ICSC2019)에 참여하여 서울기술 연구원의 스마트시티 미래비전을 선포하고, 이를 스마트시티 전문가 및 시민들에게 적극 홍보하였다.

국제스마트시티학회는 지난 20년 동안 스마트시티 관련 학회를 지속적으로 개최해 온 iSMARTi(international Society for Maintenance And Rehabilitation of Transport infrastructures)에서 개최하는 학술대회이다. 올해 열린 학회는 ‘지속 가능하고 재해 대비력이 갖춰진 스마트시티 시설의 유지관리’를 주제로 진행되었다. 스마트시티 분야의 세계적 석학 18명이 기조강연을 진행하고, 세계각국 250명 이상의 스마트시티 연구자들의 학회 발표를 통해 연구성과를 공유하였다.

서울기술연구원의 설립 취지인 서울시 도시문제 해결, 기술과학 R&D 허브, 그리고 서울형 적정 스마트시티 구현에 관한 내용을 홍보하기 위해 학회장 내에 부스를 설치하였다. 특히, 스마트시티 미래비전으로, 시민들이 안전하고 편리한 삶을 누릴 수 있도록 정보화를 넘어 ‘서울의 지능화(Smartification of Seoul)’를 위한 서울형 적정 스마트시티 구현’을 홍보 포스터를 통해 구체화하여 전시하였다. 서울형 스마트시티 구축을 위하여 서울기술연구원에서는 중장기 로드맵을 마련하는 한편 지능형 시설물 유지관리, 홍수재해 예방을 위한 하천 유량계측, 서울시 사물인터넷 구축지원 등을 연구하고 있다.

서울기술연구원 고인석 원장은 축사에서 “국제스마트시티학회가 세계각국의 스마트시티 전문가들의 연구 성과를 나누는 장이 될 것으로



서울시 스마트시티 정책



서울기술연구원 스마트시티 비전

기대하며, 스마트시티 연구를 통해 서울 시민의 삶의 질 향상에 실질적인 도움이 되기를 희망한다"고 밝히며 "서울시가 세계적인 스마트시티 중심지가 될 수 있도록 앞으로도 서울기술연구원이 적극적으로 노력하겠다"고 강조했다.[.sIT](http://www.seoul.go.kr)



고인석 원장 축사

에너지 혁명 2030

정통적인 에너지 산업의 붕괴,
미래는 새로운 운송 수단과 지식 기반 에너지의 길을 열어야 한다.

저자인 토니 셀바는 저서인 《에너지 혁명 2030》에서 앞으로 일어날 에너지 혁명에 대해 소개하며 우리 사회가 직면할 엄청난 변화에 대해 전망한다. 그는 2030년도에 석유와 자동차 시대의 끝이 도래하면서 기존의 화석연료가 신재생에너지로 대체되는 등 우리의 전반적인 일상생활에 커다란 변화가 시작될 것이라 예측한다. 휘발유, 천연가스, 석탄 및 원자력이 더 이상 사용되지 않고, 가격 대비 효율이 큰 태양광 에너지의 사용량이 대폭적으로 증가한다는 주장을 펼친다.

태양광 에너지의 경우 현재 독일과 호주 등에서 상당량의 전력을 공급하며 차세대 에너지로 자리를 잡았지만, 우리나라에서는 계속 태양광 패널의 기술이 발달하여 지금보다 태양광 발전이 더 효율적으로 개선되면 전 세계적으로 엄청난 파급력을 가져올 것이라는 설명이다. 전기자동차가 시장 대부분을 장악하게 되는 한편, 자동차 소유의 개념이 사라지면서 공유 개념이 확산되고, 고속도로와 주차공간이 대폭 감소할 것이라고 전망한다. 이미 선진국에서 일어나고 있는 에너지의 변화에 대해 우리는 어떠한 전략을 추진하는 것이 좋을까. 우리나라도 이같은 미래의 변화에 발빠르게 대응하며 선제적으로 대비를 해야 할 필요가 있다. [SIT](#)



저자_토니 세바(Tony Seba) / 박영숙 역
출판_교보문고 2015.07.30



서울기술연구원, 연구협력 MOU를 통하여 해외네트워크 확장

문현석 · 서울기술연구원 연구기획실 연구위원

서울기술연구원은 해외네트워크 확장 및 국제공동 연구 협력을 위하여 미국 아이오와대학교(8월 16일) 및 재미한인과학기술자협회(8월 17일)와 각각 연구협력 MOU를 체결하였다.

미국 아이오와주에 위치한 아이오와대학교(총장 Bruce Harrel)는 1847년에 설립되었으며, 현재 총 재학생은 3만 3천명으로 아이오와주에서 가장 규모가 큰 대학으로 알려져 있다. 특히 최근에는 스마트시티 및 도시인프라 관련 연구를 활발히 진행하고 있다.

아이오와대학교와의 MOU에는 ▲ 양 기관 간 국제 공동연구 추진, ▲ 연구인력의 상호 교류, ▲ 학회 및 심포지엄 등 국제학술 행사의 공동 개최, ▲ 연구분야 정보 교류 등 양 기관의 연구역량 및 인적 교류에 대한 내용이 담겨 양 기관 간의 폭넓은 교류가 기대된다.

이어서 진행된 재미한인과학기술자협회와의 MOU에서는 ▲ 양 기관간 국제 공동연구 추진, ▲ 연구인력의 상호 교류, ▲ 연구분야 정보 교류 등에 대해서 상호 협력하기로 하였다.

재미한인과학기술자협회(회장 오준석)는 재미한인 과학자들로 구성된 과학기술분야의 비영리단체로, 1971년도에 설립되어 미국 전역 70개의 지부에 6천여명의 한인과학자들이 회원으로 활발히 활동하고 있다.

이번 아이오와대학교와 재미한인과학기술자협회와의 MOU는 서울기술연구원과 미국의 연구자 간 국제공동



기술연구원-아이오와대 MOU 체결서 교환식



MOU 체결 기념사진

연구를 수행하고 우수 연구인력의 교류를 위한 상호협력의 장을 마련했다는 점에서 의미가 있다. 이를 통하여 서울시의 기술과학분야 연구를 전담하는 서울기술연구원과 미국의 연구기관 간 연구협업과 연구성과를 긴밀히 공유하고 기술과학분야의 글로벌한 도시문제의 공동 해결에 많은 도움이 될 것으로 기대한다. [SIT](#)



기술연구원-재미과학기술자협회 MOU 체결서 교환식



MOU 체결 기념사진

한강의 미래비전 국제포럼

김수진 · 서울기술연구원 도시인프라연구실 연구위원

1. 포럼 개요

우리 연구원에서는 한강을 차세대 성장동력의 공유하천으로 미래비전을 모색하기 위하여 지난 7월 19일(금) 오후 1시부터 5시 45분까지 서울특별시청 8층 다목적홀에『한강의 미래비전 국제포럼』을 개최하였다. 본 행사는 서울특별시와 서울특별시의회에서 공동으로 주최했다. 우리 연구원 주관으로 진행된 포럼에는 내빈, 발표자 및 관계자 60명을 포함한 총 200여 명이 참석하였다.

우리 연구원 고인석 원장은 개회사를 통해 “한강은 이제 변화하는 환경에 맞는 새로운 역할에 대한 재조명이 필요한 시점이며, 남북한 경험 및 교류와 활성화를 대비하여 그동안 논의와 연구가 부족했던 공유하천 관리, 지구의 온난화로 인한 기후변화를 감안한 구체적인 효과적 대응을 해야 한다.”고 밝히면서 “특히 Big Data, 사물인터넷(IoT)과 인공지능(AI),



〈그림 1〉 포럼 기념촬영 및 고인석 서울기술연구원장 개회사

세션 별 요약 및 구체적인 발표내용과 발표자

순서	발표주제 및 내용	발표자
세션1	○발표:공유하천 협력-압록강 사례연구 • 압록강 개발에 따른 하천 생태 및 환경보존 등에 관한 사례 • 건전한 하천관리를 위한 공동노력 및 남북한 협력사업에 대한 정책 제언	이승호 교수 (고려대학교 국제학부)
	○발표:베트남 메콩강 국제협력체계 • 메콩강 국제협력 배경 및 진행사항과 한계에 관한 사례 • Water-Energy-Food-Nexus 프레임워크와 물관리 협력을 통한 전망	Aiko Endo 교수 (미국 미시간주립대학교)
	○세션1 요약 및 제언 • 한강하류의 습지 및 백길을 포함 여러 계획 검토 사례와 무한한 연구 및 개발가능성 제기 • 한강하류의 평화적 거버넌스를 통한 지속가능한 개발 필요 제기	세션좌장: 강부식 교수 (단국대학교 토목환경공학과)
세션2	○발표:우리나라에서의 기후변화와 대책 • 가능최대강수량에 대한 다양한 이론과 방법, 그리고 한계점 시사	권현한 교수 (세종대학교 건설환경공학과)
	○발표:전지구 스케일에서의 물순환 파악을 위한 지표수문모형 구축 • 기후변화시나리오에 의거한 물순환 지표수문모의모형 소개 및 결과 설명 • 한국이 포함된 동아시아 일대의 미래 강수량, 증발산량, 물수지 등을 예측	Tanaka Kenji 교수 (일본 교토대학교)
	○세션2 요약 및 제언 • 도시물순환과 하천환경을 정의하는 주제인 물의 양과 시공간적 분포의 중요성과 기후변화에 의한 수문변동성 이해가 한강 미래 조망에 필요함 제기	세션좌장: 백경록 교수 (고려대학교 건축사회환경공학부)
세션3	○발표:첨단기술 기반 하천운영 및 관리 선진화 연구 • 하천전에 대한 유지관리 필요성과 기후변화 및 도시화로 인한 환경변화 • 첨단기술을 이용한 하천과리시스템의 확장과 투입기술 설명	신재현 박사 (서울대학교 건설환경공학부)
	○발표:미시시피강 초대형수리모형실험 • 대도시를 흐르는 대하천의 초대형 수리모형실험의 필요성과 제작과정 설명 • 수리모형실험실의 활용, 연구 및 교육, 협업, 장기연구 구성안 등	Clinton Willson 교수 (미국 루이지애나주립대학교 하천연구센터)
	○세션3 요약 및 제언 • 차세대 하천관리를 위한 데이터와 데이터의 관리 및 유지의 중요성 • 데이터와 기술을 활용한 한강 연구의 촉진 제안	세션좌장: 김규호 선임연구원 (한국건설기술연구원)

드론 등을 활용한 하천관리 방안 등을 미래 물순환도시 및 하천인프라 관리방안에 담아 낼 수 있는 아이디어가 도출되길 바란다.”라고 말했다.

이어 포럼은 김기대 서울시의회 도시안전건설위원장, 이종세 대한토목학회장, 진희선 서울시 행정2부시장의 축사로 진행됐다.

포럼의 본 행사는 공유하천의 평화적 관리, 기후변화를 고려한 하천과 도시 물순환, 차세대 하천 인프라 효율적 관리를 담는 한강의 미래비전과 관리방안 마련을 주제로 하여 국내·외 하천관리 및 기후변화 전문가의 주제발표(제1부) 및 종합토론(제2부)의 순서로 진행되었으며, 종합토론 후에는 시민 참여의 질의응답이 이어졌다.

2. 포럼 결과

○ 제1부 : 주제발표

제1부에서는 서울과 한강이 세계적 물환경 도시와 국제하천으로 도약 가능한 전략 제시를 위해 ① 공유하천의 평화적 관리, ② 기후변화를 고려한 하천과 도시 물순환, ③ 차세대 하천 인프라 관리 등 세 가지 주제에 대한 국내·외 정책 및 사례발표 등 총 6개의 발표가 각각 20~30분의



시간으로 구성되었다. 세션 별 요약 및 구체적인 발표내용과 발표자는 다음 표와 같다.

○ 제2부 : 토론

제2부 토론은 한국수자원학회의 학회장인 전경수 성균관대학교 교수가 좌장을 맡아 1부의 주제발표 내용을 기반으로 한강이 차세대 성장동력의 공유하천으로서 나아가야 할 미래비전에 대해 활발하게 진행됐다. 이 자리에는 국내 관·산·학·연·민 전문가들과 서울시 및 민간이 참석해, 종합토론과 질의응답으로 진행됐다.

전경수 교수 외 전세진 감사위원(한국하천협회), 조영식 부장(K-water), 김익재 실장(한국환경정책평가연구원), 염형철 대표(사회적협동조합 한강), 문장길 의원(서울시의회 도시안전건설위원회), 심우배 대표이사(주식회사 에스) 등 6명의 전문가를 비롯하여 1부 행사의 좌장, 발표자와 함께 참여하였다. 전세진 감사위원은 압록강, 메콩강 개발에 관한 국제적 협력관계를 참고하여 남북한의 협정 등을 통해 한강의 미래를 위해 함께 노력해야 함을 강조하면서, 미래 하천종합 관리 시스템에 대해 종합적으로 논의하였다. 조영식 부장은 남북관계에 따른 협력체계 변동에 관심을 기울이며 Water-energy trade off 개념에서의 접근방법에 대해 설명하였다. 김익재 실장은 BTS(Beautiful, Transboundary, Sustainable)라는 한강의 세가지 가치를 강조하며 서울기술연구원이 그에 맞는 역할을 해주길 당부하였으며, 염형철 대표는 시민단체의 대표로서 한강연구와 사업에 있어 시민 참여의 중요성과 협동을 강조하였다. 문장길 의원은 서울시가 토목 건설사업자의 이익만 대변하지 않도록 인문, 생태를 종합적으로 고려토록 발전 방향을 체크하고, 남북 공유하천의 발전을 위한 협의체 구성을 적극적으로 도울 것을 당부하였다. 심우배 대표이사는 서울시에서 이미 잘하고 있는 빗물관리, 물순환 등을 연구원에서 더 체계적이고 계획적으로 추진한다면 실제 하천의 수량관리와 하천의 홍수위험관리를 도시에서 물순환 차원에서 해결 가능할 것이므로 하천 문제의 답을 도시에서 찾을 수 있음을 강조하였다. [.sit](http://www.sit.or.kr)

2019 테스트베드 서울박람회 '정책포럼' 개최 및 참가

서울기술연구원은 9월 6일 동대문디자인플라자에서 '테스트베드 정책포럼' 프로그램을 주관해 성황리에 마쳤다. 이번 정책포럼 프로그램은 9월 5일(목)~6일(금) 이틀 동안 동대문디자인플라자에서 열린 '2019 테스트베드 서울박람회'에서 진행된 것이다.

포럼은 테스트베드 정책 소개 및 우수제안·지원사례들에 대한 주제발표와 발전방안에 대한 패널토론으로 나뉘어 진행되었다. 이날 주제발표에 앞서 고인석 서울기술연구원장의 개회사 및 조인동 서울시 경제정책실장, 이병헌 기술경영경제학회장의 축사가 행사의 포문을 열었다. 주제발표는 사업 진행 상황 및 발전 방향을 중심으로 박대근 서울기술혁신센터장, 서울시 경제정책실 김태희 국장 등이 진행하였고, 작년



테스트베드 서울 우수사례에 해당하는 기업들이 기술에 대하여 설명이 이어졌다. 이어 연세대학교 경영학과 배성주 교수를 좌장으로 앞서 주제발표를 하였던 발표자들을 패널로 하는 토론이 진행되었다. 참석자들의

질의응답 시간을 포함하여 테스트베드 서울 정책 확산 및 보완사항에 대해 의견을 나누는 의미 있는 시간이 마련되었고, 본 사업을 통해 유니콘 기업의 탄생을 기대하며 정책 포럼의 막을 내렸다. [SIT](#)



서울기술연구원 2019년 2차 정규직 공개채용

서울기술연구원에서는 8월 16일 서류접수를 시작으로 9월의 서류 및 면접전형을 거쳐 총 10명(연구직 8명, 관리운영직 2명)의 정규직 인력을 채용했다. 앞으로 서울의 도시문제 해결에 함께 앞장서며 큰 뜻을 펼칠 신입 직원들에게 힘찬 응원을 보낸다. [SIT](#)

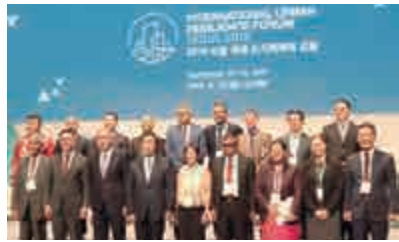
■ 안전을 최우선 가치로 '2019 서울 국제도시회복력 포럼' 개최

배운신, 윤광원, 이정환 · 서울기술연구원 안전방재연구실

세계 주요도시 재난 극복경험 및 실천사례를 공유하고 협력방안을 논의하는「2019 서울 국제도시회복력 포럼」이 서울시와 UNDRR(유엔재해경감사무국) 공동주최, 서울기술연구원 주관으로 지난 9월 23일 개최되었다. 도시회복력과 관련하여 서울에서 처음으로 개최된 이번 포럼은 15개 해외도시 시장단, 국제기구 관계자, 전문가, NGO, 시민 등 총 300여명이 참가하였으며, '스마트기술 및 거버넌스를 통한 도시회복력 강화'를 주제로 기술 동향 및 정책방향 등에 대해 논의되었다.

세션에 앞서 개회식에서는 박원순 서울시장의 개회사를 시작으로 서울시의회 의장, UNDRR 특별대표, ICLEI(세계지방정부기구) 회장, WeGO(세계스마트시티기구) 사무총장의 축사가 진행되었다. 마지막 환영사에서 고인석 서울기술연구원장은 "도시는 재난뿐만 아니라 고령화, 저출산, 실업, 경제침체 등 사회, 경제적 스트레스에도 견디고 이를 극복할 수 있는 회복능력이 절대적으로 필요하다."고 강조하며 "이번 포럼을 계기로 전 세계적으로 도시가 처한 위험도를 이해하고, 첨단기술과 정책의 교류를 통해 모두를 위한 도시회복력의 미래상이 제시되길 기대한다."고 말했다.

포럼진행은 2개 세션 주제별 발제 및 패널토론, 세계 주요도시 대표단 라운드테이블, 공동선언문 발표순으로 진행되었다. 첫 번째 세션에서는 월드뱅크 ICT 정책수석(Edward Anderson), 이스라엘



텔아비브 부시장(Asaf Harel), 서울기술연구원(윤선권) 등이 도시회복력 강화를 위한 기술혁신 프로젝트에 대해 발표하였고, 이어지는 패널토론에서는 스마트 안전도시를 위한 시민과의 상시적 정보공유, 빅데이터 정책방향, 스마트 재난대응기술 등이 중점적으로 논의되었다.

두 번째 세션은 도시회복력 강화를 위한 지역사회 역량강화 및 권한부여, 다양한 계층의 참여와 협력을 촉진할 수 있는 거버넌스 구축방안 등이 중점적으로 논의되었다. 이어지는 라운드테이블에서는 서울의 도시회복력 전략내용이 발표되었으며, 세계도시에 시민안전을 최우선 가치로 삼고 있는 서울의 노력을 홍보할 수 있는

계기가 되었다.

본행사의 마지막 일정한 공동선언문 발표 세션은 2015년 제3차 유엔 세계 재난위험경감회의에서 재난감소를 위한 행동지침으로 채택된 샌다이 프레임 워크의 구체적 이행과 협력의지를 선언하기 위하여 15개 도시대표 및 서울기술연구원장이 참여한 자리에서 박원순 서울시장의 낭독으로 진행되었다.

이번 포럼을 계기로 도시회복력을 강화하기 위한 기술과 정책 등에 대해 국제 도시간 공유와 협력이 활성화될 것으로 기대하며, 앞으로도 더 많은 도시와 기구, 연구기관이 참여하는 국제포럼으로 발전될 수 있도록 노력할 것이다. [sit](#)

서울기술
연구