

4차 산업혁명 시대의

사회기반시설 안전과 유지관리의 미래

2017. 11. 17(금)
인하대학교 건축공학과
김정렬

발표 순서

- 4차 산업혁명의 개요
- 주요국의 4차 산업혁명 대응 정책
- 국내 4차 산업혁명 대응 현황
- 시설물 안전 유지관리에 미치는 영향
- 4차 산업혁명 대응 기본 방향

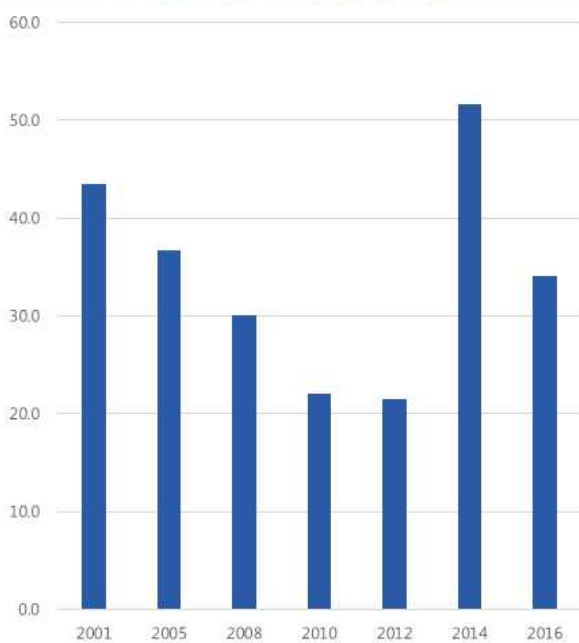


시설물 안전 및 유지관리 현황



국민의 건축물 및 시설물 안전에 대한 인식

←연도별 건축물 및 시설물 불만족율(%)→



←통계청 사회조사 - 안전 - 건축물 및 시설물 응답분포→

연도	매우 안전	비교적 안전	보통	비교적 불안	매우 불안
2001	0.3	8.8	47.5	36.6	6.9
2005	0.8	14.9	47.5	31.5	5.2
2008	0.7	17.1	52.0	27.0	3.1
2010	1.4	22.0	54.6	19.8	2.2
2012	1.6	24.4	52.6	19.2	2.3
2014	0.7	11.1	36.5	38.5	13.2
2016	1.6	18.8	45.5	28.2	5.9

시설물의 노후화

전망

SOC 노후화 진행이 가속화되고 있는 반면, SOC 재정투입은 점차 감소할 전망으로 안전하고 오래 사용할 수 있는 시설물과 효율적 예산 활용 체계 구축 필요

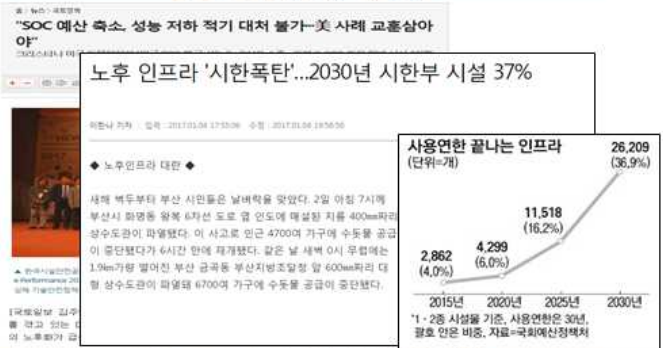
SOC 시설물 총 33개소(16.1억 기준) 중에서 준공연도가 30년 이상 시설물이 차지하는 비중의 증가 (현재 10.3%⇒2025년 16.2%⇒2030년 36.9% 예상)

최근 발표한 국가 재정운용계획(16~20)상 SOC 분야 재정투입은 향후 5년간 평균 6%대 감소 전망 (16년 23.7조원⇒20년 18.5조원)

대응방향

성능 중심의 선제적 유지관리체계 정착과 SOC 노후화를 먼저 경험한 외국의 사례를 통해 적정 수준의 예산 미확보 시 발생 가능한 문제도 짚어볼 필요

SOC 노후화 현황 및 전망



2016~2020년 분야별 자원배분 계획

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'16~20' 연평균
총지출	3864 (29)	4007 (37)	4143 (34)	4284(34)	4430 (34)	35
1.보안복지지원	1234	1300	1358	1416	1477	46
2.교육	532	564	588	610	634	45
3.문화체육관광	66	71	81	84	86	68
4.환경	69	69	68	64	67	△06
5.R&D	191	194	197	199	202	15
6.산업중소기업-에너지	163	159	157	154	152	△17
7.SOC	23.7	21.8	20.3	19.3	18.5	△6.0

(단위:조원 %) 5

시설물 유지관리 전문 기업의 영세성

전망

국가경제 활성화 차원에서 SOC 편익 증진과 함께 미래 대비 시설물 안전유지관리 산업 발전 기반 조성 요구 대두

시설물 성능 개선에 소요되는 막대한 비용 충당을 위해서는 관련 산업을 고도화하고 SOC의 사회적 편익을 증진하여 국가 경제 활성화에 보탬 필요

안전점검 및 진단, 보수·보강 시장규모는 정체 또는 성장세 둔화를 보이고 있으나, 업체 수는 비약적으로 증가

대응방향

新비즈니스 모델 개발, 전문인력 육성 인프라 구축 등 기술 또는 융복합을 통한 산업발전 기반 구축 필요

설계/점검/진단/보수/보강/운영관리를 망라하는 비즈니스 모델, 우수 기업과 기술자가 우대받고 성장하는 토대 마련

시설물유지관리업 1개 업체당, 1건당 평균 계약액



시설물유지관리업 기성실적 변화추이





국가 관리 대상 시설물의 확대

전망

재난 및 안전관리 기본법의 특정관리대상시설 일부가 시특법

제3종 시설물로 편입 예정

제3종 시설물 관리상태가 제1.2종 시설물에 비해 부실하고,

관리주체의 안전의식과 역량도 미흡한 편

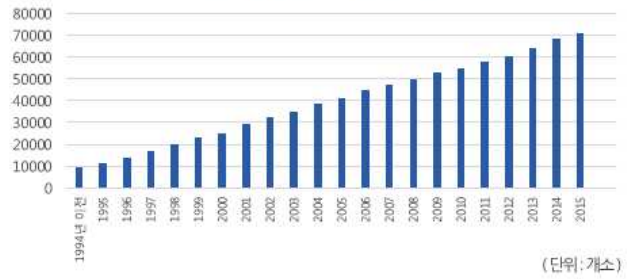
15년 기준 특정관리대상시설 중 D, E 등급의 재난위험시설은 1,171개소

대응방향

관리주체 대상 교육홍보, 안전취약시설 중점관리체계 마련을 통한 제3종 시설물 관리체계 정착 및 효율화 모색 필요

안전취약시설의 한국시설안전공단 확인점검 실시 및 첨단기술을 활용한 위험의 사전 예측 및 즉시 대응 체계 구축도 검토

연도별 1, 2종 시설물 현황



3종 시설물 대상 및 편입 예상 시설물(2014 기준)

항목	특정관리대상시설			3종 제외시설	3종 대상시설	3만 여개 특정관리대상 기준이나 지정이 안되어 있는시설
	합계	지자체	중앙부서			
총계	183,703	120,397	63,306	14,250	169,453	+
토목시설	20,519	13,254	7,265	2,310	18,209	
건축물	163,184	107,143	56,041	11,940	151,244	

시설물 안전 및 유지관리의 패러다임 전환 필요



4차 산업혁명의 개요

4차 산업혁명의 개요

- '4차 산업혁명'이라는 용어는 **2012년 독일** 정부의 제조업 경쟁력 강화를 위한 프로젝트인 '**Industry 4.0**'에서 최초로 사용되었음
- **2016년 다보스포럼**(WEF, World Economic Forum)에서 '제4차 산업혁명의 이해 (Mastering the 4th Industrial Revolution)'라는 **의제로 논의**되면서 전 세계적인 주요 화두로 등장
- 4차 산업혁명: 이미 진행되어 오던 것
 - **정보통신기술(ICT)을 기반으로 물리적 공간, 디지털 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희미해 지는 기술융합의 시대 -> 산업간의 경계도 희미해 짐**
- 또한 가상물리시스템(CPS, Cyber Physical System)에 기반한 4차 산업혁명은 전 세계의 **산업구조 및 시장경제 모델에 커다란 영향**을 미칠 것

구분	시기	특징	정의
1차 산업혁명	1784년	증기기관 혁명과 기계화 생산 설비	증기기관, 철도, 면사방적기와 같은 기계적 혁명을 의미
2차 산업혁명	1870년	전기를 활용한 대량생산	조립라인과 전기를 통한 대량생산체계 구축을 의미
3차 산업혁명	1969년	컴퓨터를 활용한 정보화, 자동화 생산 시스템	메인프레임 컴퓨터, 개인용 PC, 인터넷 등을 통한 정보기술 시대의 개막을 의미
4차 산업혁명	2010년 이후	실제와 가상의 통합으로 사물들을 자동·지능적으로 제어하는 가상물리시스템 구축	디지털 혁명에 기반하여 물리적 공간, 디지털 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희석되는 기술융합의 시대를 의미

출처: 주요 선진국의 제4차 산업혁명 정책동향, 해외 ICT R&D 정책동향, 2016-04호, 정보통신기술진흥센터, 2016

9

4차 산업혁명의 특징

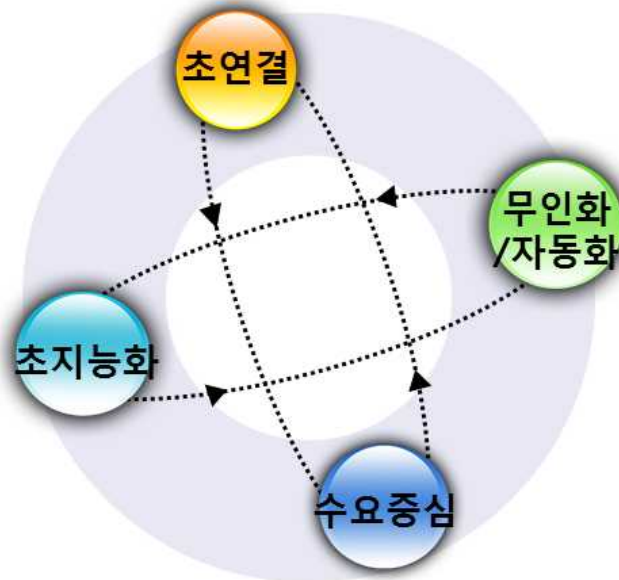
- 다보스 포럼은 4차 산업혁명이 3차 산업혁명의 더욱 확장된 개념으로서 **속도(Velocity)**, **범위(Scope)** 그리고 **시스템이 미치는 영향(System Impact)**이 매우 크다고 발표함.



제 4차 산업혁명, 클라우스 슈밥, 새로운현재, 2016
 주요 선진국의 제4차 산업혁명 정책동향, 해외 ICT R&D 정책동향, 2016-04호, 정보통신기술진흥센터, 2016

10

4차 산업혁명의 특징



- **초연결(Hyper-Connected):** IoT, 클라우드 등 정보통신기술(ICT)을 통해 사람-사물, 사물-사물 등 모든 것의 연결과 상호 작용이 기하급수적으로 증대
- **초지능화(Hyper-Intelligent):** 4차 산업혁명의 주요 동인인 인공지능과 빅데이터의 활용을 통해 기술 및 산업 구조가 '초지능화'되며, 인공지능이 적절한 판단과 자율 제어를 수행하게 되고, 딥러닝 등을 통해 자율 진화 가능
- **무인화·자동화(Automation):** 초연결, 초지능을 바탕으로 무인이동수단과 로봇 활용이 증대되어 산업 및 서비스가 자동화
- **수요중심(On-demand):** 플랫폼을 기반으로 한 수요주도형 경제·공유경제 확대로 거래비용, 정보 비대칭 등 비효율적 요소가 감소

제 4차 산업혁명, 클라우스 슈밥, 새로운현재, 2016
 주요 선진국의 제4차 산업혁명 정책동향, 해외 ICT R&D 정책동향, 2016-04호, 정보통신기술진흥센터, 2016

4차 산업혁명의 주요기술

- 다보스포럼을 비롯한 대다수 전문가들과 문헌에서는 4차 산업혁명의 주요기술로 아래 4가지 기술을 언급함

주요기술	내용
사물인터넷 (IoT, Internet of Things)	<ul style="list-style-type: none"> • 사물에 센서가 부착되어 실시간으로 데이터를 인터넷 등으로 주고받는 기술이나 환경을 의미 • IoT가 도입된 기기는 사람의 개입 없이 상호간 정보를 직접 주고받으면서, 필요상황에 따라 정보를 해석하고 스스로 작동하는 자동화/지능화(AI)된 형태
빅데이터 (Big Data)	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 환경에서 생성되는 다양한 형태의 데이터를 의미하며 그 규모가 방대하고 생성 주기도 짧은 대규모의 데이터를 의미 • 증가한 데이터의 양을 바탕으로 사람들의 행동 패턴 등을 분석 및 예측할 수 있고, 이를 산업 현장에 활용할 경우 시스템의 최적화 및 효율화 등이 가능
인공지능 (AI)	<ul style="list-style-type: none"> • 컴퓨터가 사고, 학습, 자기계발 등 인간 특유의 지능적인 행동을 모방할 수 있도록 하는 컴퓨터공학 및 정보기술의 한 분야 • 단독적으로 활용되는 것 외에도 다양한 분야와 연결하여 인간이 할 수 있는 업무를 대체하고, 그 보다 더욱 높은 효율성을 가져올 것으로 기대가 가능
가상물리시스템 (CPS, Cyber Physical System /Digital Twin)	<ul style="list-style-type: none"> • 물리적인 실제 현실과 그에 대응하는 사이버(가상) 공간의 소프트웨어 및 데이터의 융합 • 예를 들면, 교통, 시설물 상태, 로봇의 움직임, 의료기기의 동작 상태 등 물리적인 실제의 시스템과 이들에 대응하는 사이버 공간의 소프트웨어 및 주변 환경을 실시간으로 통합하는 시스템 • 기존 임베디드 시스템의 미래지향적이고 발전적인 형태로서 제조시스템, 관리시스템, 운송시스템 등의 복잡한 인프라 등에 널리 적용이 가능

이외에도, 로봇, 가상현실, 드론, 클라우드 컴퓨팅, 3D 프린팅 등이 있음

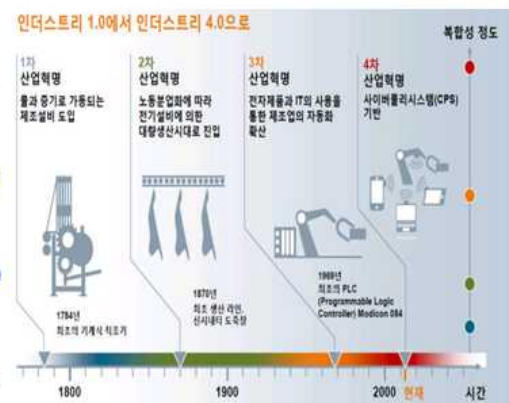
주요 선진국의 제4차 산업혁명 정책동향, 해외 ICT R&D 정책동향, 2016-04호, 정보통신기술진흥센터, 2016

주요국의 4차 산업혁명 대응 정책

13

주요국의 대응 정책 - 독일

- **민관 협력 네트워크**를 통하여 인더스트리 4.0 추진: 5대 핵심 목표
 - **산업 정책적 지원**: 인더스트리 4.0 솔루션 시장 주도
 - **고용 정책적 차원**: 노동자에게 양질의 일자리를 의미하며, 리쇼어링의 발판
 - **정보보호 차원**: 사이버 공격 가능성 및 정보유출의 위험에 대응 위해, R&D 단계부터 보안을 고려하여 추진
 - **중소기업 정책적 지원**: 독일 중소기업이 인더스트리 4.0을 최대한 활용할 수 있도록 적극 지원함.
 - **규제적 차원**: 존재하지 않았던 새로운 산업형태인 만큼, 향후 이를 지배할 **규격/표준 및 책임 등 법률적 제도 마련**에 있어서 연구개발 단계에서부터 선도할 것임.
- **시설물 관련 사례**
 - 독일은 유럽의 중심에 위치하므로, 독일을 통과하는 물류/차량 등으로 인한 수익이 지속적으로 증대할 것으로 판단
 - **고속도로의 네트워크/지능화** 추진, **Auto-Construction** 연구에 투자 등



독일 인공지능연구센터 DFKI, 한국BEMS협회

주요국의 대응 정책 - 미국

- **민간 중심의 협력을 강조:** 기업이 혁신의 중심, 정부가 적극 지원 - IIC 사례
 - IIC(Industry Internet Consortium)는 미국의 5개 기업(GE, AT&T, 시스코, IBM, 인텔)이 중심이 되어 설립. 현재 160개 이상의 조직이 참여 중
 - IIC 설립의 중심에 있는 GE는 IoT 시대의 도래에 대비하여 제품 개발, 제조 프로세스 등 **산업분야 전반에 IoT가 활용되는 「산업인터넷(Industrial Internet)」 전략**을 발표



- ICT 연구개발 기본계획 NITRD: 대통령 과학기술자문회의 지원(2015)
 - **네트워킹 및 정보기술 연구개발(NITRD, The Networking and Information Technology Research and Development)**은 다부처·다기관이 참여하는 IT 연구개발 프로그램으로, 기술·산업적 측면에서 **4차 산업혁명의 주도권 선점을 위한 전략**
 - 8대 분야: '사이버 보안', 'IT와 헬스', '빅데이터 및 데이터 집약형 컴퓨팅', 'IT와 물리시스템', '사이버 휴먼 시스템' 및 '고성능컴퓨팅'
 - **CPS와 IoT의 접목**에 대한 중요성은 NITRD에서 강조될 뿐만 아니라, 미국 대통령실이 추진하는 IoT 연구 프로젝트인 「**Smart America Challenge**」에서도 언급

* Cyber-Physical Systems: 로봇, 의료기기 등 물리적인 실제의 시스템과 사이버 공간의 소프트웨어 및 주변 환경을 실시간으로 통합하는 시스템

주요 선진국의 제4차 산업혁명 정책동향, 해외 ICT R&D 정책동향, 2016-04호, 정보통신기술진흥센터, 2016
<http://www.infiniteinformationtechnology.com/sap-se-company-and-the-industrial-internet-consortium>

주요국의 대응 정책 - 미국

- Smart America Challenge 주요 내용 - 건설, 안전 및 유지관리 관련
 - Smart Emergency Response System (SERS)



- SERS는 CPS 기술을 활용하여 인명 구조와 재난 발생시 신속하게 중요한 요구 사항을 충족시키기 위한 **스마트 응급 대응 시스템**임.
- 휴머노이드 로봇 및 응급처치요원과 의사소통하는 무인 항공기 등을 사용함.
- 햅틱 장치를 이용해 로봇을 원격조종 가능함.

- Smart Roads



- IoT와 같은 스마트 디바이스, 컴퓨팅, 네트워크, 신뢰성 높은 시뮬레이션 기술을 이용한 **지능형 교통 통제 시스템**
- 개발 기술을 검증하기 위한 **Testbed 포함**
- 컴퓨터, 네트워크 사용에 따른 **사이버 공격**에 의한 피해를 방지하기 위한 내용도 포함

주요국의 대응 정책 - 일본

- **2016년을 4차 산업혁명 입국의 원년**으로 삼아, 첨단기술 개발 지원뿐만 아니라 교육, 노동, 금융 등 경제·사회 전반에 걸쳐 4차 산업혁명을 총체적으로 준비하는 전략을 추진 중임.
- 이를 위해 범 부처 차원의 **'일본재흥전략 2016'**을 수립하여 대응하고 있으며, '산업경쟁력회의(의장: 아베 수상)'를 중심으로 IoT, 빅데이터, 인공지능, 로봇 등의 기술의 활용과 관련된 규제완화, 데이터공유/이용 촉진, 일본 내 혁신 창조, 인적자원 개발 등을 추진하고 있음
 - 경제산업성의 '신산업구조비전', 국토교통성의 **'인프라 장수명화 기본계획'**과 같이 각 부처가 이와 연계된 정책을 추진 중임

“4차 산업혁명으로 인해 새로운 비즈니스가 창출되고 모든 산업이 급변할 것이다. 일본 역시 혁신에 박차를 가해야 한다.”

- 아베 신조(安倍 晋三) 일본 총리

17

주요국의 대응 정책 - 일본

- 국토교통성의 인프라 장수명화 기본 계획의 세 가지 목표
 - **안전하고도 강인한 인프라 시스템의 구축**
 - 일본 국내 **중요 인프라·노후 인프라의 20%**에 대하여 **센서, 로봇, 비파괴 검사 기술 등을 활용한 점검·보수**를 고도화(2020 년경)
 - 국내 **중요 인프라·노후 인프라 전체에 대하여** 센서, 로봇, 비파괴 검사 기술 등을 활용한 효율적이고도 고도의 점검·보수를 실시(2030년)
 - 노후화에 기인하는 **중요 인프라의 중대사고 제로(2030년)**
 - **종합적이고 통합된 인프라 매니지먼트의 구현**
 - 대상으로 하는 모든 시설에 대하여 **개별 시설별 장수명화 계획**을 책정(2020년경)
 - 대상으로 하는 **모든 시설의 건전성을 확보**(2020년경)
 - **유지보수산업에 의한 인프라 비즈니스 경쟁력 강화**
 - 점검·보수 등에 사용되는 센서·로봇 등에 있어서 **전세계 시장의 30%를 획득**(2030년)

18



주요국의 대응 정책 - 일본

- 국토교통성의 인프라 장수명화 기본 계획의 추진 방향
 - **인프라 기능의 확실하고도 효율적인 확보**
 - 안전·안심의 확보: 유지보수 사이클의 구축, 다중 대책
 - 중장기적 시점에서 先 비용 관리: **예방 보전형 유지관리**의 도입, 유지관리가 용이한 구조의 선택 등 사회구조의 변화나 새로운 니즈에 대한 대응
 - **유지보수산업의 육성**
 - **신기술의 개발·도입**이 매우 중요하므로 **산관학의 연계하에 연구개발**을 추진하고 창출되는 **신기술을 적극적으로 활용**함으로써 **유지보수산업과 관련된 시장의 창출·확대를 도모**함
 - 이를 통해 **민간 개발을 활성화**하고 일본의 **유지보수기술을 세계 최첨단**으로 이끌어 **세계를 리드하는 수출 산업**으로 발전하고자 함
 - **다양한 시책 및 주체와의 연계**
 - 인프라는 사회경제활동의 기반이며, 인프라 상호는 물론이거니와 소프트한 시책과도 더불어 여러 가지 기능을 발휘함
 - 이에 따라 **방재 및 감재(減災) 대책** 등과의 연계를 비롯한 **다양한 시책이나 주체와의 연계를 통해 유지관리·갱신 등의 효율화**를 꾀하면서 그 기능을 최대한 발휘하도록 함

19



주요국의 대응 정책 - 중국

- 제조2025('15): 하드웨어 분야의 혁신
 - 세계 제조업 강국 진입(2014~2025)
 - 세계 제조업 강국 중위권 진입(2025~2035)
 - 세계 제조업 선두국가 진입을 목표로 설정(2035~2045)
 - 모든 제조산업 분야의 ①혁신역량 제고, ②품질 제고, ③IT·제조업 융합, ④ 녹색성장 등 총 4개의 공통된 과제
- 인터넷 플러스('15): 소프트 인프라 구축
 - 인터넷, ICT 기술과 경제·사회 각 분야의 융합, 이를 통한 신성장동력 창출, 인터넷경제와 실물경제의 융합 발전 체제 등을 제시
 - 모바일 인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, IoT 등의 기술과 제조업의 결합, 전자상거래, 핀테크, 산업인터넷 등을 통해 세계 시장을 개척
- 유/무선 시설물 모니터링에 기술력 보유

20

국내 4차 산업혁명 대응 현황

21

국내 타 산업분야 4차 산업혁명 관련 동향

- **기획재정부**: 범부처간 통일된 비전과 전략을 수립/추진하기 위하여 '4차 산업혁명 전략위원회*' 신설('17.2)
 - '4차 산업혁명 전략위원회': 경제부총리(위원장), 관계부처 장관, 민간위원 등 29명으로 구성
 - 경제·사회 전반을 포괄하는 **4차 산업혁명 종합대책** 을 마련하기 위해 민관 합동 TF를 운영 중
- **산업자원부**의 4차 산업혁명 국가 비전/전략 이니셔티브 확보를 위한 공동 포럼, 4차 산업혁명 관련 산업기술 R&D 계획, '2017년 소재·부품기술기반혁신사업' 등
- **고용노동부**의 4차 산업혁명 대비 직업능력개발훈련 제도개편 방안 등
- **환경부**의 '지능형 환경관리 대책반(T/F)' 및 인공지능(AI) 등 첨단 IT기술을 적용한 환경관리 정책과제 발굴 현황 등
- 4차 산업혁명 관련 **법제화** 추진
 - 현재 국무총리실 소속의 '4차 산업혁명 전략위원회' 설치 등을 골자로 하는 '제4차 산업혁명 촉진 기본법(제정 추진 중)'과 같은 4차 산업혁명 관련 법률 제정 추진 중

22



국내 건설분야 4차 산업혁명 관련 동향

- **'국토교통 분야 4차 산업혁명 대응 전략' 마련 중**
 - 국토교통 분야 대응전략 마련 및 범부처 '종합대책' 수립 대응을 위해 기초실을 중심으로 TF를 구성·운영('17.1~)
 - '제4차 산업혁명 국토교통 발전포럼'을 통해 전문가 의견 수렴/보완하여 **'국토교통 4차 산업혁명 대응 전략' 도출**
- **국토교통 7대 신산업 집중 추진 중**
 - 드론, 자율주행차, 공간정보, 해수담수화, 스마트시티, 제로에너지빌딩, 리츠
- **건설분야 4차 산업혁명 관련 R&D 기획 현황**
 - **자동차 전용도로 자율주행 핵심기술 개발 사업** 예타 통과, 마스터 플랜 준비 중, 내년 부터 연구과제 시행 계획(국토교통부·미래창조과학부·산업통상자원부 범부처 사업)
 - 진흥원의 **신산업추진단** 기획(스마트 시티, 자율자동차, 무인비행체, 공간정보연구 등)
 - **지하 라이프라인, IoT 기반 건설인프라, 스마트 SOC건설자동화 기획** 등
- **국토교통 R&D 8개 핵심 과제**
 - 자율주행자동차, 스마트건설, IoT 기반 시설물유지관리, 무인항공기, 스마트 시티, 지능형교통체계(ITS), 스마트 홈, 공간정보 등 8개 핵심과제
- **공간정보 R&D 혁신 로드맵(안) - 버추얼 코리아(Virtual Korea) 추진 중**

23



시설물 안전 유지관리에 미치는 영향

24



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 진단 및 유지관리 **기술·산업구조의 변화**
 - (초연결) 시설물이 사물인터넷(IoT), 사이버물리시스템(CPS)과의 결합으로 **스마트화** 함에 따라, 이들의 진단 및 유지관리 기술도 타산업(IT, 기계, 전자 등)과 **융합을 통해 산업구조가 변화**되고 새로운 **스마트 진단 및 유지관리 비즈니스 모델**이 창출될 것임
 - (초연결, 초지능) 시설물과 정부, 국민 등 **모든 관련 주체가 지능적 네트워크에 연결**되므로 **실시간, 지능적인 분석 및 선제적 대응/유지보수**의 가능성/필요성이 대두될 것임
 - 특히, **미래의 공공부문은 기민성(agility)이 중요한 요소**가 될 것으로 예상됨
 - (무인화/자동화) 진단 및 유지관리 업무에 **자동화, 반자동화**의 적용이 일반화 될 것임
 - 예시) 드론, 자동/반자동 장비(로봇)을 이용한 시설물 점검 및 유지보수 수행
 - 인공지능, 빅데이터 분석 등의 활용에 필수적인 **체계적인 데이터 수집/관리/공유의 필요성**이 대두될 것임



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 진단 및 유지관리 **기술·산업구조의 변화(계속)**
 - 진단 및 유지관리 산업에서도 소수의 주도 기업(군)에 의한 **플랫폼화**의 진행을 통한 산업구조의 재편 가능성이 있음
 - 일부 전문가들은 미래에는 **정부/공공부문의 서비스도 플랫폼/알고리즘을 통하여 제공**될 것으로 예상함
 - 진단 및 유지관리 관련 통신, 데이터 분석, 진단 알고리즘 등에서 **주도 기업(군)에 의한 플랫폼화** 및 플랫폼 경쟁의 가능성이 있음
 - 소수의 플랫폼 제공 능력을 갖춘 기업은 플랫폼화되는 모든 산업에서 그 역할이 **증대**하고 그 과정에서 **산업/기술간 경계도 약화**
 - 심지어 건설산업 이외의 **제 3자**가 데이터, 소프트웨어 어플리케이션, 인프라를 제공함으로써 **새로운 협력관계를 구성**하고 **플랫폼이 형성**될 가능성도 있음
 - 초연결에 따른 **사이버 보안**의 중요성이 더욱 증대될 것임



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 진단 및 유지관리 **기술·산업구조의 변화(계속)**
 - 시설물 안전 및 유지관리 산업에서도 4차 산업혁명의 특징인 **수확체증**의 경제가 작동할 수 있으며, **선진국과의 격차 축소를 위해 보다 강력한 산업정책이 요구됨**
 - 수확체감의 경제에서는 선진국과의 **격차 축소를 생산요소 투입을 통하여 기대할 수 있으나, 수확체증의 시대에는 단순히 생산요소 투입을 증가시켜서는 선진국과의 격차 축소가 어려울 것이기 때문임(선진국도 수확체증 작동)**
 - * 수확체감: 생산요소를 추가로 투입하여도 일정 시점 이후에는 생산물의 증가율이 지속적으로 감소하는 현상. 시장의 성장 정체 설명 가능(토지, 노동, 자본 등이 해당)
 - * 수확체증: 생산요소를 추가로 투입하면 생산물의 증가율이 기하급수적으로 증가하는 현상(지식산업, 정보산업, 소프트웨어산업, 문화산업, 서비스산업 등)
 - 이는 4차 산업혁명 시대의 수확체증 경제는 선진국과 후발국간 격차가 더욱 커질 가능성이 높음을 의미
 - 따라서 4차 산업혁명의 주요 기술혁신 추세에서 뒤처지지 않기 위하여 **공공 R&D 투자 확대/효율화/동기부여, 인재 양성 등 산업정책을 지속 추진**하여야 함



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 진단 및 유지관리 **기술·산업구조의 변화(계속)**
 - (국토공간) 국토공간이 사이버물리시스템(CPS)으로 진화
 - 주거, 상업, 업무 등 모든 생활공간의 **스마트化**가 진행되고, 각종 정보가 도시 **플랫폼을 기반**으로 연계, 활용되는 스마트시티化
 - **수요자 중심의 산업구조 재편**으로 산업시설의 입지가 네트워크·인재·시장 중심으로 변화되면서 도심내 복합공간 수요 증가 예상
 - (공공서비스) SOC·교통 등 국토교통 서비스 안전성·편의성 증대
 - IoT·AI를 활용, SOC **실시간 모니터링·판단·제어**가 가능해지며, 자연재해, 싱크홀, 테러·안보 위협 등으로부터 **안전성 제고** 가능
 - 데이터 트랙백 급증, 원격조정 확대로 국가 주요시설 관련 **데이터 관리·사이버 보안의 중요성** 더욱 증대

신사업, 선제적 관리, 자동화, 데이터 공유, 플랫폼, 보안, 산업정책



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 안전 및 유지관리 **최종 수요자인 국민과의 관계 변화**
 - 2015년 국민의 SOC 관련 인식 조사 결과 시설물의 용량, 상태에 대한 인식은 좋은 편이나, 공공안전, 재해 시 회복력, 혁신성 등은 상대적으로 낮은 것으로 분석됨(한국건설기술연구원 2015)
 - 실질적 안전도 향상에 기반한 체감 안전도 향상 방안 필요
 - 안전 사회를 구축하기 위한 SOC 유지관리 관련 **국민 참여 방안** 등
 - (수요중심) 초연결, 플랫폼화 등을 통해 수요자인 국민과의 양방향 커뮤니케이션이 보다 원활해져, 진단 및 유지관리 산업에서도 **수요자(국민) 중심의 서비스(On Demand Service)** 제공의 필요성이 대두될 것임

초연결, 플랫폼, 수요자(국민) 중심 서비스

4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점_정보통신정책연구원, 2016
미래사회 변화에 대한 전략적 대응방안 모색, KISTEP, 2016

29



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 안전 및 유지관리 산업 **인력의 직무역량 변화 - 결국은 사람**
 - 4차 산업혁명 시대가 요구하는 기술을 보유한 인력의 원활한 공급이 중요함
 - 4차 산업혁명은 고용 인력의 '복합문제 해결능력(Complex Problem Solving Skills)' 및 '인지능력' 등에 대한 요구가 높아질 것으로 전망됨(WEF, 2016).
 - 새로운 역할과 환경에 적응할 수 있는 유연성과 더불어 지속적인 **학제 간 학습(Interdisciplinary Learning)**이 필요하고, **다양한 하드 스킬**을 활용할 수 있어야 함.
 - 로봇이나 기계를 다루는 **전문적인 직업 노하우를 정보통신기술(ICT)과 접목할 수 있는 역량**과 더불어 다양한 지식의 활용을 기반으로 **소프트 스킬**이 중요한 역량임(Boston Consulting Group, 2015).
 - **정부/기업** 차원에서 필요한 직무역량에 대한 **교육/재교육 주도** 필요
 - 변화의 속도가 빠르고 미래에 대한 예측이 어려운 시대에는 기업이 누구를 고용하고 누구의 경험이 가치 있는지 알기 어려움
 - 피고용인은 특정 기술/skill의 미래 전망이 불확실하기 때문에 시간과 노력을 투자할 인센티브가 부족함
 - 따라서, **기업/피고용인간 합리적인 인센티브를 설계하여 신속한 교육/재교육 기회 제공 및 비용 부담방안**이 마련될 필요가 있음

4차 산업혁명 기술 보유 인력 공급, 교육/재교육

• 하드스킬(Hard Skills)은 기술적 능력 및 실력 또는 전문지식의 의미
• 소프트스킬(Soft Skills)은 변화에 대한 유연성 및 다양한 기술의 활용능력 또는 조직 내 커뮤니케이션, 협상, 팀워크, 리더십 등을 활성화할 수 있는 능력의 의미
• 4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점_정보통신정책연구원, 2016

30



4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상

- 시설물 안전 및 유지관리 산업의 고용 관련 변화
 - 4차 산업혁명의 기술적 변화 동인이 미래사회의 일자리 지형을 변화시킬 것
 - 비관론: **일자리 수 감소**
 - 인공지능, 빅데이터 등의 기술로 인해 인력의 필요성이 낮아져 사무행정직군(470만개), 제조업생산(160만개), 건설·채광업(50만개)의 일자리 감소 타격이 가장 클 것으로 예측됨.
 - 클라우드 슈밥 다보스포럼 회장은 “고용시장의 급격한 변화에 대응하지 않는 한 정부는 항구적인 실업증가와 불평등, 소비감소에 따른 불황을 경험하게 될 것”이라고 우려함.
 - 낙관론: **일자리 수 증가 가능 - 교육 및 양질의 일자리가 전제됨**
 - 4차 산업혁명의 주요 변화 동인과 관련성이 높은 기술 분야에서 200만 개의 새로운 일자리가 창출되고, 그 중 65%는 신생직업이 될 전망이다(GE, 2016).
 - 진단 및 유지관리 분야에서도 제4차 산업혁명과 관련된 기술 직군 및 분야에서 새로운 일자리가 등장하고, 고숙련(High-skilled) 노동자/기술자에 대한 수요가 증가할 것이라는 예측
 - '80~'13년 기간 중 컴퓨터 활용이 평균 이상인 산업의 고용은 증가한 반면, 여타 산업의 고용은 상대적으로 부진하였음을 보여줌. 따라서 문제는 노동의 대체가 아니라 'skill gap(시장이 원하는 기술과 구직자의 직무 역량 간의 격차)'에 있음을 주장(James Bessen, 2016)
 - 최근의 연구는 자동화의 대표적 기술인 로봇의 도입이 생산성은 향상시키나 직업을 감소시키지는 않는다는 점을 보여줌(Mark Muro & Scott Andes, 2016)

일자리 증/감 가능, 사전 대응 필요

4차 산업혁명 시대의 변화상과 경제 시사점, 국립중앙도서관, 2016; 미래사회 변화에 대한 전략적 대응방안 모색, KISTEP, 2016
"Robots Seem to Be Improving Productivity, not Costing Jobs", Mark Muro & Scott Andes, Harvard Business Review, '15, 6
James Bessen, "The Automation Paradox", The Atlantic, JAN 19, 2016, 1, 19



4차 산업혁명 개념/기술의 도입 이유 및 목적

- 시설물 노후화 시대의 안전 및 효율성 제고(방법의 변화)
 - 시설물의 노후화 증대 및 그에 따른 유지관리 효율성 필요
 - 2030년까지 1,2종 시설물의 약 37%가 30년 이상 수명 예상
 - 제한된 예산으로 효율적인 안전 및 유지관리 업무를 수행해야 하는 필요성
 - 안전한 사회에 대한 국민적 요구 증대(선진국)
 - 시설물 안전 및 유지관리 방법 변화 요구
- 시설물이 미래 사회의 변화를 담는 그릇으로 진화(시설물의 변화)
 - 기존 시설물이 제공하는 서비스, 유지관리 방법으로는 4차 산업혁명 시대의 요구에 대응하기에는 한계가 있음
 - 도래하는 4차 산업혁명 시대의 국가 성장 기반으로서 발전을 견인하는 담고 발전시키는 그릇으로 진화 할 필요성 대두
 - 예) 자율주행 자동차-> 기존 도로가 아닌 자율주행 자동차의 안전 운행을 돕는 기능 필요
 - 경기도에 자율주행 자동차 위한 시범 도로 구축 중
 - 신규 시설은 시대의 수요에 맞추어 새롭게 구축 가능하나, 기존 시설물은 어떻게 할 것인가에 대한 논의 필요
- 4차 산업혁명 관련 중장기 계획이 필요한 이유
 - 4차 산업혁명은 산업 합리화의 극단적 사례이나, 한국은 산업 합리화 수준이 낮음
 - 갑작스러운 합리화는 부작용을 발생시키므로 장기 계획 필요함(교육 포함)

국회예산정책처, 시설물 안전관리 평가 2016, 한국교통연구원

