국토정책Brief는 주요 국토정책 현안을 적시하고
정책방안을 제안하는 주간지입니다.

2017/11.27

국토정책 Brief
KRIHS ISSUE PAPER

KRIHS POLICY BRIEF • No. 640

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 김동주 • www.krihs.re.kr

현실과 가상이 연결된 스마트국토 구현 방향과 실천 과제

임시영 국토연구원 책임연구원

요약

❶ (현실과 가상 국토를 동기화하는 스마트공간 구현 동향) 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능 기술이 발달하면서 시간–장소–대상에 제약을 받지 않는 스마트서비스를 국토공간에 적용하려는 기술 중 현실공간과 가상공간을 동기화하는 CPS(사이버물리시스템) 기술이 중요하게 대두되고 있음

❷ (사이버물리시스템의 특징) 4차 산업혁명은 '초연결(hyper–connected)' 개념을 토대로 국토 및 도시의 물리적 기반과 사이버물리시스템(CPS)을 융합시킴으로써 국토인프라의 효율성·편의성·안전성을 확대시킬 것으로 예상

❸ (사이버물리시스템 기반 스마트국토 구현 방향) 사람과 사물이 초연결되는 스마트국토 구현을 위해서는 초연결, 시뮬레이션 등 CPS 기술을 적용할 수 있는 대상 문제의 발굴로 시작하여, 단계적·점진적으로 대상 공간과 문제를 확장한 후, 이를 상호 연계하는 것이 필요

정책제안

① 초연결 현실공간–가상공간 구현을 위한 문제해결형 시범사업 발굴 및 추진
- 국민생활과 밀착된 도시시설물의 수리 및 수명 관리, 기능최적화 등을 위한 CPS 시범 구축
- 국민안전을 위한 지진·폭우 등의 재난 예측, 재난정보 전파, 최적 대피경로 제공 등에 적용
- 교통 혼잡, 교통량 제어, 교통사고 처리문제 해결을 위한 민관협력사업 발굴
- 개별 문제해결형 CPS 구축에서부터 테스트베드 구축, 제도 정비 등을 종합적으로 추진

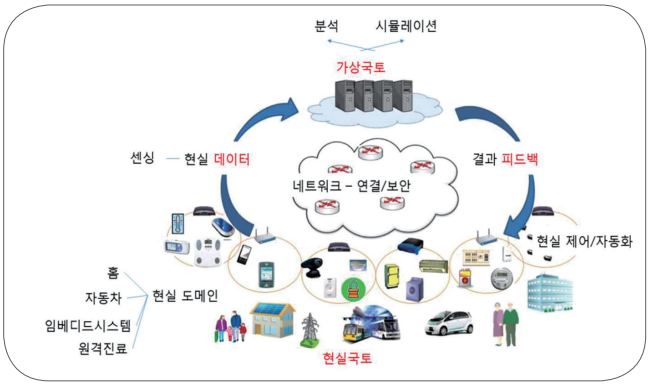
② CPS 기반의 스마트마을–도시–국토 구현을 위한 장단기 로드맵 마련
- CPS 기반의 스마트국토 구현은 ICT 기술의 발전속도를 감안할 때, 체계적인 기획, 집중적인 투자를 위한 민관협력, 장단기 추진 로드맵 마련이 중요
- 스마트시티, 스마트재생 사업에서의 근시적인 효과를 기대하기보다는 장기적 관점에서 기초기술부터 응용에 이르기까지 성과에 대한 재평가를 통해 지속적 발전을 도모

1. 현실과 가상세계를 연결하는 플랫폼, CPS의 개념

CPS(사이버물리시스템)[1]는 현실과 가상세계를 연계하는 4차 산업혁명의 핵심 플랫폼으로 중요하게 부각

- 독일 지멘스의 암베르크 공장은 하루 5천만 건씩 축적되는 데이터를 기반으로 CPS를 구축하여 생산성 800% 증가, 100만 개당 불량 11개, 설계/주문 변경 시 99.7%를 24시간 내에 출시하는 시스템을 구축
- GE는 소프트웨어에 10억 달러가 넘는 투자와 1만 4천여 명의 SW엔지니어를 고용하여 산업용 기계 50만 대의 '디지털트윈(가상세계 복제품)'을 제작

그림 1 CPS의 개념

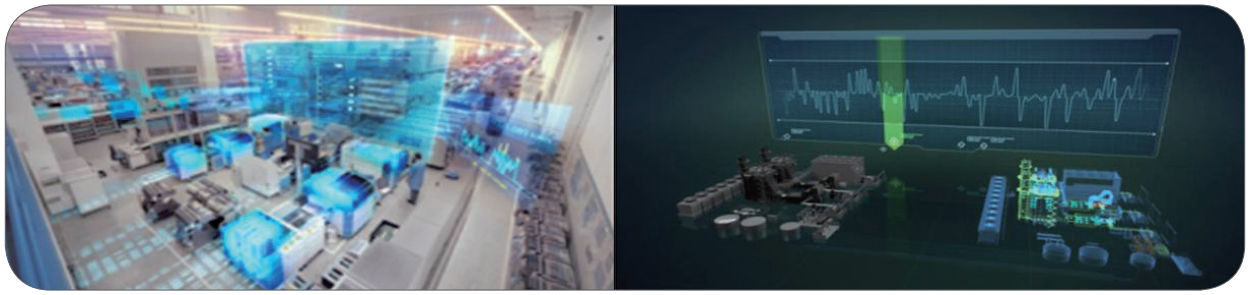


2

공간정보 분야 역시 전환기를 맞이하여, 도시의 플랫폼화, 공유경제 확산, 시민의 정치참여 확대, 고용구조 변화, ICT 기기의 확산 등 급격하게 변화하는 환경에 대응이 필요

- 그간 공간정보 분야에서도 ICT 기술을 활용하여(KOPSS, UPIS, V-World 등)[2] 현실세계의 문제를 가상세계에서 분석 및 시뮬레이션하려는 다양한 시도가 있었음
- 그러나 지금까지의 시도는 한정적인 데이터 수집, 가상세계에서 수행하는 분석 및 시뮬레이션 기술의 한계, 주관적 정책판단 성향 등으로 인해 최근 논의되고 있는 CPS와는 거리가 있음

그림 2 디지털트윈 구축 사례



(좌) 출처: 이코노미조선. 2016. 박순욱의 기업인 탐방(14) 김종갑 한국지멘스 대표이사 회장. http://premium.chosun.com/site/data/html_dir/2016/10/26/2016102602076.html (2017년 5월 26일 검색).
(우) 출처: GE리포트코리아. 2017. 4차 산업혁명의 핵심 – IoT 기술의 선두주자 GE. http://www.gereports.kr/the-next-internet-giant-also-starts-with-g-and-ends-with-e/ (2017년 5월 26일 검색).

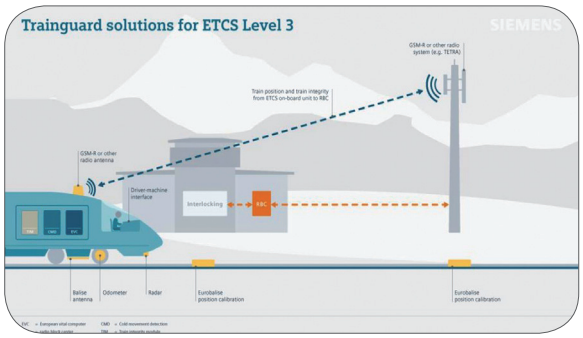
1) CPS(Cyber Physical System, 사이버물리시스템): 물리적 공간이 디지털화되고 네트워크로 연결되어 물리적 세계와 사이버세계가 결합되고 이를 분석·활용·제어할 수 있는 시스템.
2) 국토교통부가 추진한 공간의사결정지원체계[KOPSS(Korea Planning Support Systems)]는 첨단기술정보와 각종 공간분석기법을 활용하여 국토정책 및 공간계획을 지원하는 의사결정체계, UPIS(Urban Planning Information System)는 도시계획과 관련된 모든 자료와 정보를 전산화하여 행정기관의 도시계획 관련 의사결정을 지원하는 체계, V-World는 3차원 공간정보체계.

2. CPS를 적용한 스마트공간 구현 사례

CPS 관련 기술을 활용하여 지능형교통시스템을 구축함으로써 교통공간에 대한 스마트화 추진

- 철도 인프라 시설, 시스템 관리를 통합하여 지능형 교통관리를 도모
- 철도교통 서비스의 물류, 열차, 철로 등에 대한 관리 효율을 높이기 위해 CPS 기술을 적용함으로써 자동제어체계를 구축함

그림 3 유럽 철도교통시스템의 열차제어 시스템



출처: http://www.mobility.siemens.com/

건물의 에너지망 등에 대한 CPS 적용으로 기존의 빌딩을 스마트화

- 온도, 소음, 빛 등의 환경 요소에 대한 센싱으로 가정의 에너지를 제어하는 기술을 적용하여 스마트 거주공간 구축에 활용
- 재생에너지와 제어시스템을 활용하여 스마트빌딩 마이크로그리드 시스템에서 에너지 생산량과 에너지 수요, 에너지 부하에 대한 실시간 제어 및 운영을 가능하게 하는 시스템 구축

싱가포르는 Smart Nation 기조하에 전 국토의 스마트화를 위해 '버추얼싱가포르(Virtual Singapore)'라는 가상공간을 운영

- 3차원 공간정보 도시모델을 구축하고 이를 협업적 플랫폼으로 활용
- 물류, 스마트홈, 환경, 생산성 향상, 스마트헬스, 공공서비스 분야에서 프로젝트를 수행

그림 4 버추얼싱가포르 예시

출처: https://www.youtube.com/watch?v=Dix-8SNxlAo (2017년 5월 26일 검색).

미국은 CPS의 중요성을 인지하고, 2013년 'Smart America Challenge'를 통해 대규모 CPS 융합프로그램 추진

- Smart Manufacturing, Smart Transportation, Smart Energy 등의 세부분야 프로젝트를 수행하고, 각 도메인의 CPS 연구개발 결과는 CPS 테스트베드를 통해 통합방안을 모색
- NIST(미국표준기술연구소), NSF(미국국립과학재단)뿐 아니라 정부부처들을 포함한 100여 개의 단체가 참여하고 있음

그러나 아직 CPS는 공간적 접근, 국토의 스마트화에 대한 종합적 고려가 부족한 상황

3. CPS 기반 스마트국토 구현 방향

스마트국토 구현을 위한 CPS 적용 개념

스마트국토 구현의 첫걸음으로 CPS 개념을 국토분야에 적용하는 시도가 필요

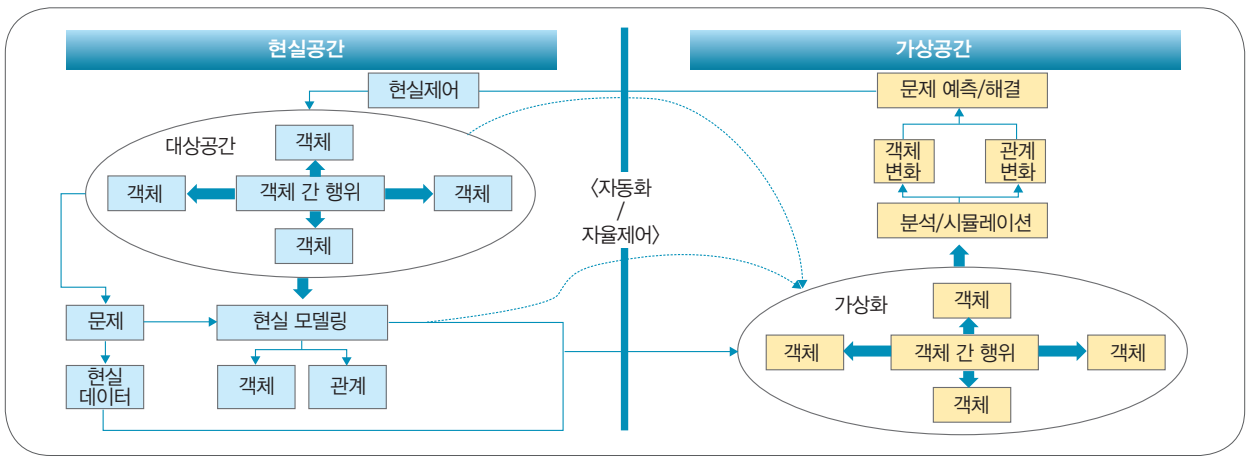
현실공간과 가상공간(현실공간과 가상공간[3]은 현실국토와 가상국토를 구성하는 작은 단위의 공간들을 의미)을 구분

- 현실공간의 대상은 공간을 구성하는 객체와 객체 간의 상호 관계로 표현이 되어야 함
- 가상공간은 현실공간과 유사 또는 동일하게 객체와 객체 간 상호 관계를 표현할 수 있어야 함
- 현실공간과 가상공간은, 현실공간에서 취득되는 데이터와 (향후 실시간에 준하는) 가상공간에서 분석되는 결과의 피드백으로 연결되어야 하며 피드백은 현실객체에 대한 제어로 연결되어야 함

CPS 개념의 적용을 위하여 '① 현실 문제, ② 현실 데이터, ③ 현실 모델링, ④ 데이터의 전달, ⑤ 가상모델(가상화), ⑥ 의사결정 및 자율제어'의 구성 요소[4]에 대한 정의 및 개발이 필요

- 현실문제는 해결이 필요한 문제를 정의하는 것, 현실데이터는 문제를 해결하기 위해 필요한(실제 수집 가능한) 데이터를 정리하는 것, 현실모델링은 현실을 반영할 수 있는 모델을 구현하는 것임
- 가상모델은 위 문제를 해결하기 위하여 현실공간의 요소들을 가상공간에서 동일하게 표현하는 것을 의미
- 또한 현실–가상 연계를 위해 데이터의 전달, 의사결정 및 제어에 대한 부분도 고려되어야 함

그림 5 국토분야 CPS 적용의 개념



3) 공간의 크기, 공간의 범위는 문제에 따라 다르게 적용할 수 있어야 하므로, 기존과는 다르게 전 국토를 대상으로 확대 적용되기보다는 작은 공간부터 시도하여 점진적으로 스마트국토화를 추진해야만 함.

4) 이 중 현실 데이터 부분에서는 IoT 기술의 적용이 가능할 것으로 보임. 가상모델 부분에는 빅데이터, AI 등의 분석기술, 클라우드 등 저장의 기술이 필요할 수 있으며, 데이터의 전달부분에서는 5G 기술의 적용이 필요할 것으로 예상됨.

스마트국토 구현을 위한 CPS 적용 방향

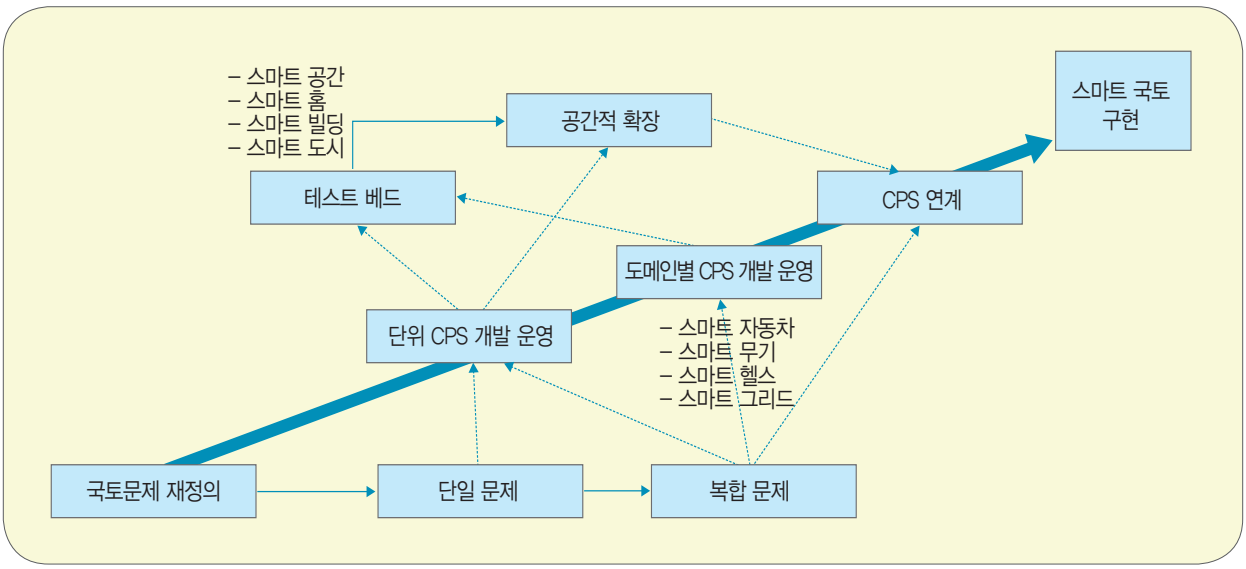
스마트국토 구현을 위한 CPS 적용은 적용 가능 문제의 발굴로부터 시작

- CPS는 현실–가상 연계를 통한 문제의 해결이 중요하므로 공간정보의 구축만이 아니라 공간정보의 구축을 통한 문제해결 방안까지를 하나의 프로세스로 인식하여야 함
- 이러한 관점은 범용적이고 보편적인 접근이 아닌 문제 중심적으로 접근하여 관련된 모든 구성요소를 구현하고 해당 문제를 해결할 수 있음을 보여주어야 의미가 있음
- 즉, 국토의 스마트화를 위한 첫걸음으로 국토에서 발생하는 문제 중 CPS를 적용하여 해결할 수 있는 문제를 발굴하고, 이를 CPS로 구현하는 것이 스마트국토 구현의 첫걸음임

CPS를 통해 문제가 해결되면 그 다음으로 공간적 확장, 문제의 확장, 이들 간의 연계를 통해 스마트국토를 구현

- CPS를 통해 해결해야 하는 문제는, 단위 CPS 형태로 개발 및 운영되어야 하고 다양한 유형의 테스트를 통해 충분한 검증을 거쳐야 함
- 단위 CPS의 개발 및 운영이 어느 정도의 수준에 이르면 이후 복합유형의 문제로 확장, 또는 공간적 확장을 시도해야 함
- 기존의 스마트홈, 스마트빌딩, 스마트도시 등에 적용하기 위해서는 검증된 CPS를 토대로 도메인별 CPS를 개발 운영하는 단계를 거쳐야 함
- 이후 해당 도메인별 CPS의 상호 연계를 통해 스마트국토를 구현해야 하며 이때 CPS 간 상호 연결성에 대한 충분한 검증을 거쳐야 함

그림 6 스마트국토 구현을 위한 단계적 접근 방향



4. CPS 기반 스마트국토 구현을 위한 실천과제

스마트국토 구현을 위한 단기 실천과제 – 다양한 시범사업의 추진

CPS는 타 분야에서 지속적으로 연구개발이 수행되어 온 반면 국토분야에서는 그 사례가 적어서 시범사업이 필요

- 도시시설물 관리 CPS 시범 구축: 도시 시설물의 수리·수명 관리, 도시시설물의 기능 최적화 등을 해결할 수 있는 CPS 구축
- 교통문제 해결형 CPS 시범 구축: 교통 혼잡, 교통량 제어, 교통사고 처리 등의 문제에 대처할 수 있는 CPS 구축
- 안전문제 해결형 CPS 시범 구축: 지진·폭우 등의 재난 예측, 재난정보 전파, 재난 시 최적 대피 경로제공 문제 등을 해결할 수 있는 CPS 구축
- 시범사업은 단순 테스트의 개념으로 접근하기보다는, 문제 해결을 위한 CPS 구현, 관련 세부기술 고도화, 적절한 테스트베드의 제공, 관련 제도 및 정책의 개발 등을 종합적으로 수반해야 함

표 1 시범사업과 동반되어야 할 사항

구분	실천 과제
세부기술의 고도화	• 현실 모델링 기법의 고도화/ 데이터 획득 방법의 개발 / 데이터 전달 방법의 개발 / 가상화 기술의 개발/ 분석 및 시뮬레이션 기법의 개발
테스트베드 구축	• 다양한 목적을 수행할 수 있는 테스트베드의 선정 • 다양한 센서의 설치, 통신환경의 정비, 기타 규제/제도의 개선 등 여건 조성
제도 및 정책 기반 조성	• 기존 문제해결 절차나 담당자들의 변화를 가져올 것이므로 이에 대한 제도 마련 • 기술발전 속도에 대응하기 위한 특정 지역이나 문제에 대한 규제 완화

스마트국토 구현을 위한 장기 과제 – 장단기 로드맵 마련

CPS 기반 스마트마을–도시–국토를 구현하기 위한 장단기 로드맵 마련

- CPS 기반의 스마트국토 구현은 ICT 기술 발전속도를 감안할 때, 체계적인 기획, 집중적인 투자를 위한 민관협력, 장단기 추진 로드맵의 마련이 중요
- 국토라는 공간이 가지고 있는 문제의 다양성, 복잡성을 고려한다면 스마트국토의 구현은 장기적으로 추진해야 하는 과제이며, 그 과정에서 시행착오를 반복할 수밖에 없음
- 스마트시티, 스마트재생 사업에서의 단기적인 효과를 기대하기보다 장기적 관점에서 기초기술부터 응용에 이르기까지 성과에 대한 재평가를 통해 지속적인 발전을 도모해야 함

※ 본 자료는 "임시영 외. 2017. 4차 산업혁명에 대응하는 현실국토와 가상국토의 연계·활용 전략 연구. 국토연구원"의 내용을 발췌·정리한 것임.

임시영 국토연구원 국토정보연구본부 책임연구원(limsy@krihs.re.kr, 044-960-0565)

KRIHS 국토연구원
세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114
홈페이지 www.krihs.re.kr
팩스 044-211-4760

OPEN 출처표시 상업용금지 변경금지
공공누리 공공저작물 자유이용허락