

CPS 및 DT 연계를 위한 토양-지하수 관측기술 소개

Introduction to Soil-groundwater monitoring technology for CPS (Cyber Physical System) and DT (Digital Twin) connection

김병우*, 최두형**

Byung-Woo Kim, Doo-Houng Choi

요 지

산업발전에 따른 인구증가, 기후위기에 따른 가뭄 및 물 부족심화, 그리고 수질오염 등은 2015년 제79차 UN총회의 물 안보측면에서 국제사회의 물 분야 위기관리를 위해 2030년을 지속가능한 발전 목표(Sustainable Development Goals)로 하였다. 또한, 현재 물 산업은 빠르게 성장하고 있으며, 2016년 세계경제포럼(World Economic Forum) 의장 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)부터 주창된 제4차 산업혁명로 인해 현재 물 산업의 패러다임 또한 급속히 변화하고 있다. 이는 컴퓨터를 기반으로 하는 CPS(Cyber Physical System) 및 DT(Digital Twin) 연계 분석방식의 혁신을 일컫는다.

2002년경에 DT의 기본개념이 제시되었고, 2006년경에는 Embedded System에서의 DT와 같은 개념으로 CPS의 용어가 등장했다. DT는 현실세계에 존재하는 사물, 시스템, 환경 등을 S/W시스템의 가상공간에 동일하게 모사(Virtualization) 및 모의(Simulation)할 수 있도록 하고, 모의결과를 가상 시스템으로 현실세계를 최적화 체계 구현 기술을 말한다. DT의 6가지 기능은 ① 실제 데이터(Live Data), ② 모사, ③ 분석정보(Analytics), ④ 모의, ⑤ 예측(Predictions), ⑥ 자동화(Automation)이다. 또한, CPS는 대규모 센서 및 액추에이터(Actuator)를 가지는 물리적 요소와 이를 실시간으로 제어하는 컴퓨팅 요소가 결합된 복합시스템을 말한다. CPS는 물리세계에서 발생하는 변화를 감지할 수 있는 다양한 센서를 통해 환경인지 기능을 수행한다. 센서로부터 수집된 정보와 물리세계를 재현 및 투영하는 고도화된 시스템 모델들을 기반으로 사이버 물리공간을 인지·분석·예측할 수 있다. CPS의 6가지 구성요소는 ① 상호 운용성(Interoperability), ② 가상화(Virtualization), ③ 분산화(Decentralization), ④ 실시간(Real-time Capability), ⑤ 서비스 오리엔테이션(Service Orientation), ⑥ 모듈화(Modularity)이다. DT와 CPS는 본질적으로 같은 목적, 내용, 그리고 결과를 만들어내고자 하는 같은 종류의 기술이라고 할 수 있다. CPS 및 DT는 물리세계에서 발생하는 변화를 감지할 수 있으며, 토양-지하수 센서를 포함한 관측기술을 통해 환경인지 기능을 수행한다. 지하수 관측기술로부터 수집된 정보와 물리세계를 재현 및 투영하는 고도화된 시스템 모델들을 기반으로 사이버 물리공간 및 디지털 트윈 공간을 인지·분석·예측할 수 있다. CPS 및 DT의 기본 요소들을 실현시키는 것은 양질의 데이터를 모니터링할 수 있는 정확하고 정밀한 1차원 연직 프로파일링 관측기술이며, 이를 토대로 한 수자원 관련 빅데이터의 증가, 빅데이터의 저장과 분석을 가능하게 하는 플랫폼의 개발이다.

본 연구는 CPS 및 DT 기반 토양수분-지하수 관측기술을 이용한 지표수-지하수 연계, 지하수 순환 및 관리, 정수 운영 및 진단프로그램 개발을 위한 토양수분-지하수 관측장치를 지하수 플랫폼 동시성과 디지털 트윈 시뮬레이터 시스템 개발 방향으로 제시하고자 한다.

핵심용어 : 지하수, CPS(Cyber Physical System), DT(Digital Twin), 연직 프로파일링 관측기술

* 정회원 · K-water연구원 책임연구원 · E-mail : bwkim@kwater.or.kr

** 정회원 · K-water 낙동강유역관리처 차장 · E-mail : giaboss@kwater.or.kr