

Global Report

물에 대한 제4차 산업혁명 활용

1. 제 4차 산업혁명과 변화 아젠다
2. 물 “사업 관행”의 전환
3. 관리해야할 위험과 과제
4. 혁신과 영향의 가속화: 기회와 추천
5. 결론

1. 제 4차 산업혁명과 변화 아젠다

물 공급과 수요에 대한 완전하고 현재의 접근 가능한 실상 확보

수자원 관리의 핵심은 수요가 증가하는 여러 경쟁 사용자에게 유한 자원을 할당하는 최선의 방법에 대한 결정이다. 2030 년까지 전 세계 물 공급과 수요가 40 %의 차이가 예상됨에 따라, 공공 부문, 기업, 시민 사회 및 생태계에 영향을 미치는 어렵고 고통스러운 할당 선택이 발생한다. 이러한 절충점을 균형 있게 유지하려면 수질, 지속 가능한 물의 양, 인간뿐만 아니라 경제적 용도 (농업, 에너지 생산 및 산업에 사용되는 물)의 현재 및 예상 물 수요에 대한 정확한 실상을 이해해야 한다.

기술의 잠재적 영향

4 차 산업 혁명 기술은 물 공급과 수요에 관한 보다 완전하고, 현재의 접근 가능한 정보를 수집 할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 위성 이미지 및 기타 지구 관측 도구는 세계 일부 지역의 물 공급에 대한 심층적인 새로운 통찰력을 제공한다. 예를 들어, 2021 년 NASA와 프랑스의 공동 위성 미션 인 SWOT (Surface Water Ocean Topography) 미션은 레이더 기술을 사용하여 지구의 물에 대한 최초의 글로벌 조사를 제공하고 시간에 따른 수역 변화를 측정한다. 또 다른 노력으로 Digital Earth Africa는 위성 데이터 처리 및 분석을 위해 클라우드 컴퓨팅, 고급 위성 이미지 및 고급 기계 학습과 같은 새로운 기술을 사용하기 위해 작업하고 있다. InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar)과 같은 고급 위성 모니터링 기술은 지하수 관리와 관련된 데이터 격차를 메우는 데 도움이 된다.

수질, 하수 및 위생 (WASH) 서비스 이용 및 보장

현재 WASH 서비스 이용에 관한 통계에 의하면, 물 부족 지역에 약 40 억 명의 사람들과, 안전한 식수 및 기본 위생 서비스에 대한 접근 없이 20 억 명 이상이 여전히 살고 있다. 이러한 접근 부족으로 인한 수인성 질병으로 매년 50 만 명 이상이 사망하고 있으며, 대부분 5 세 미만이다. WASH 서비스 제공을 개선하고 확장하는 최선의 방법을 결정하는 것은 특히 인구 증가, 이주 증가, 도시화, 경제 활동 증가 및 기후 변화와 같은 요인이 기존 WASH 시스템 및 인프라의 용량을 위협하는 오늘날의 상황에서 인간 및 환경 안보의 기본적인 사항이다.

기술의 잠재적 영향

첨단 기술은 WASH 서비스 제공 및 유지 보수에 필요한 비즈니스 모델을 혁신 할 수 있으며, 이를 통해 다양한 새로운 경제 기회를 열 수 있다. 원격 센서 및 IoT 지원 모니터링 시스템은 중앙 집중식 유틸리티 시스템이 누수를 감지 및 수리하고 수질을 보장 할 수 있는 정확도와 속도를 향상시킬 수 있다. 마찬가지로 인공 지능과 머신 러닝은 과거 데이터에 대한 배경 지식을 제공하여 인프라 위험을 보다 쉽게 예측하고 교체 계획을 실시간으로 알릴 수 있어 자본, 수익, 운영비용 및 서비스를 최적화한다. 블록 체인 기술은 지방 자치 단체가 외부의 변조시도로 부터 보호되는 투명하고 공개적으로 접근 가능한 방식으로 수질 정보를 기록 할 수 있는 기회를 제공한다.

늘어나는 수요 관리

예상되는 40 %의 공급 수요 차이의 주요 요인 중 하나는 경제 성장 및 물, 에너지 및 식품 수요와 결합된 상호 연관된 추세이다. 전 세계 인구는 현재 매년 약 8 천 8 백만 명이 증가하고 있다. 2050 년까지 도시의 인구의 3 분의 2 이상이 98 억 인구에 이를 것으로 예상된다. 도시화의 결과는 특히 에너지 부문과 농업, 식품 및 음료 가공, 제조 및 광업과 같은 산업 분야에서 더 높은 수준의 산업화 및 용수 사용이 초래될 것이다.

기술의 잠재적 영향

4 차 산업 혁명 기능은 물 집약 산업 전반의 수요를 완화시키는 데 강력한 역할을 할 수 있다. 다양한

4차 산업 기술 간의 기계 학습을 통해 관리자는 수자원을 가장 효율적이고 효과적으로 사용할 위치와 방법을 결정할 수 있어 자원, 시간 및 비용을 절약 할 수 있다. 원격 감지 (위성 이미지 및 드론)와 같은 4 차 산업 혁명 기술, IoT 및 AI는 여러 지역의 수계 시스템 상태를 종합적으로 모니터링 할 수 있다. 가용한 물의 품질과 수량에 대한 더 나은 통찰력은 물에 대한 보다 정확하고 반응적인 가격 메커니즘을 유도 할 수 있다.

수질 보장

오늘날 전 세계 폐수의 20% 만이 수계로 배출되기 전에 적절히 처리되고 있고, 처리되지 않은 폐수의 수체(water bodies)들은 자연 생태계를 파괴하고 수인성 질병을 일으키거나 대수층에 침투하여 담수 공급의 질과 가용성을 더욱 위협한다. 폐수 처리는 상업, 산업 및 농업 산업의 인, 대변물질, 납, 오일 및 세제와 같은 유해한 오염 물질을 걸러 내도록 설계되지 않았다. 마이크로 플라스틱도 주요 관심사이다. 농업 생산은 또한 담수 자원을 고갈시키고 부영양화를 유발함으로써 육상 및 수생 생태계 악화에 기여한다. 인구 증가, 도시화 및 산업화와 관련된 요구를 충족시키기 위해 식량 생산이 증가함에 따라 점점 더 많은 오염 물질이 종종 수원으로 유입된다.

기술의 잠재적 영향

4 차 산업 혁명 기술은 열악한 수질과 사회와 환경에 미치는 영향을 해결하기 위한 다양한 솔루션을 제공할 수 있다. 전 세계적으로 센서가 수체에 배치되어 유수, 수질 및 수량과 관련된 데이터를 수집한다. 이러한 정보는 모바일 장치나 태블릿과 같은 플랫폼에서 데이터를 전송할 수 있는 IoT 장치를 통해 전달된다. 의사 결정권자는 IoT 지원 센서를 통해 폐수 처리장에서 수로가 오염되는 방법과 장소 또는 부영양화와 같은 문제를 감지하고 그에 따라 치료 전략의 우선순위를 지정할 수 있다. 이러한 혁신적인 기술의 적용은 확장 될 수 있으며 수자원 품질의 거래를 가능하게 한다. 예를 들어, 블록체인은 시장을 통해 이루어진 거래를 지원할 수 있는 새로운 기회를 제공하고 공급 업체와 잠재적 사용자에게 새로운 유형의 인센티브를 제공한다.

기후 변화에 대한 복원력 구축

홍수 및 가뭄과 같이 더욱 강렬하고 빈번한 기상 현상을 통해 나타나는 기후 변화 영향은 물 공급을 더 불규칙하고 예측할 수 없게 만들며, 전 세계 경제 가치 사슬의 연속성을 방해하고 사회적 안정을 방해한다. 지난 30 년 동안 250 만 명이 넘는 사람들이 자연 재해로 사망했으며 거의 4 조 달러가 소요되었다. 2017 년 한 해에만 홍수, 허리케인 및 가뭄과 같은 극심한 자연 현상으로 인해 전 세계 경제 비용이 약 3,300 억 달러에 이르렀으며, 이러한 통계는 경제 전반에 걸쳐 탄력성을 구축하고 향상시켜야 하는 중요한 필요성을 보여준다.

기술의 잠재적 영향

블록체인은 보다 탄력적인 물 기반 시설에 대한 금융 투자의 위험을 줄이는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 예를 들어, Newater Technology는 자산 지원 토큰을 판매함으로써 폐수 처리장의 자원에 자금을 지원하고 설비들을 작동하고 운영한다. 또한 블록체인의 스마트 통화 및 스마트 계약을 통해 관련 국가의 통화 변동 및 환율 위험을 극복 할 수 있다. 위성 이미지, IoT, 빅 데이터 및 AI와 같은 기술을 활용하여 모든 수준의 사회 (지역, 국가 및 지방)에서 복원력을 향상시킬 수 있다.

2. 물 '사업관행' 의 전환

21 세기 수자원 인프라 시스템 및 관리

제 4 차 산업 혁명 기술, 특히 디지털영역에서의 유틸리티 기반시설은 중앙 집중식 시스템을 보다 효율적이고 효과적으로 운영 할 수 있고, 또한 기술 솔루션은 개별 기업의 요구를 충족시키고 도시 인구

를 빠르게 확장 할 수 있는 오프 그리드, 분산형 시스템을 위한 기회를 제공한다. 이 두 가지 설정 모두에서 기술 발전은 소비자가 물 데이터를 보고 상호 작용하는 방식을 재 정의하여 물과 폐수 서비스의 통합과 품질을 보장한다.

운영 우수성 향상

중앙 집중식 시스템에서는 유틸리티를 보다 비용 효율적인 방식으로 관리 할 수 있는 강력한 도구로 새로운 디지털 솔루션이 등장하였다. 예를 들어, 제한된 자금으로 인프라를 수리 및 교체해야 하는 필요성으로 인해 원격 감지 및 로봇 기술을 통해 누출을 사전에 식별 할 수 있는 기술이 채택되고 있다. 지능형 워터플랫폼은 이러한 솔루션을 통합하여 실시간 성능을 모니터링하고 비용 효율성을 향상시킬 수 있다.

분산형 또는 독립형 시스템으로의 전환

4 차 산업 혁명 수자원 솔루션은 분산형 중앙 집중식 시스템과 같은 하이브리드 시스템 구축 전략과 함께 수 처리 및 폐수 처리를 위한 그리드 외부 및 현지화 된 솔루션의 채택을 촉진 할 것이다. 디지털 솔루션은 또한 물 공급 업체와 소비자의 관계를 변화시킬 것이다. 서비스 제공에 대한 분산된 접근 방식의 이점은 비용이 많이 들고 유지 관리가 많은 그리드의 필요성 감소, 이질적인 커뮤니티에 다다를 수 있는 능력 그리고 빠른 설치 속도 등이 포함된다.

실시간 상호 운용 가능한 수자원

기계 학습, 인공 지능, 고급 센서, 위성 이미지, 로봇 공학 등의 4 차 산업 혁명 기술은 데이터 수집 및 분석을 혁신함으로써 데이터 격차를 해소하고, 평가를 수행하며, 시스템 복원력을 모니터링하는 동시에 고장을 예측하고, 더 나은 원천수 보호를 가능하게 한다. 지속적인 혁신을 통해 보다 정확한 이해, 분석 및 통찰력을 얻을 수 있게 되면서 적은 비용과 적은 노력으로 현지의 실시간 의사 결정에 보다 효과적으로 정보를 제공 할 수 있게 되었다. 새로운 형태의 공공-민간 협업과 결합된 이 기술은 산업, 정부 및 시민 사회의 의사 결정자들을 지원하여 트레이드오프(trade-offs)의 균형을 잡고 공통 우선순위를 식별하며 보다 현명한 투자 선택을 하도록 한다.

강화 된 커뮤니티 및 소비자

더 많은, 더 나은 수자원을 공공 영역으로 가져오기 위한 기술 기반 솔루션은 주어진 지역에서 정치적, 경제적, 사회적 역동성을 근본적으로 변화시킬 수 있다. 예를 들어 “시민 과학자들은” 저가 센서, 오픈 소스 데이터 플랫폼 또는 관계 및 수자원 관리 시스템을 통해 최신 수질 및 수량 정보에 액세스 할 수 있어서 실시간 수자원 데이터를 점점 더 많이 수집 할 수 있다. 마찬가지로 블록체인 응용 프로그램을 사용하면 가정, 산업 소비자, 수자원 관리자 및 정책 입안자의 모든 사람이 수질 및 수량에 대한 동일한 데이터에 액세스하고 보다 현명한 결정을 내릴 수 있다.

공급망 재 설계

첨단 기술을 통해 기업은 전통적으로 물 집약적인 공급망을 혁신하고 붕괴시킬 수 있다. 운영 효율성에서부터 완전히 새로운 비즈니스 모델에 이르기까지 회사와 투자자는 물 관련 위험을 더 잘 이해하고 정량화하며 이러한 문제를 해결하기 위한 새로운 전략을 고안하고 있다. 농업 부문은 기업들이 물 사용을 최적화하고 생산성을 높이기 위해 어떻게 4차 산업혁명에서 파생된 통찰력을 사용하고 있는지를 보여주는 대표적인 예이다. 블록체인과 같은 기술로 구현되는 제품의 추적성 및 투명성 향상은 공급망에 더 많은 압력을 가해 수자원을 보다 효율적으로 관리 할 것이다.

다양한 공급원

지구의 물 중 0.3 % 만 사람이 소비 할 수 있는 이 세계에서 새로운 공급원의 창조는 근본적으로 세계

발전의 궤도를 바꿀 수 있다. 나노 기술은 새로운 수원을 대규모로 개발할 수 있는 잠재력을 보유하고 있으며, 이를 통해 수질 오염 제거, 인프라 개발 및 모니터링 시스템을 비롯한 여러 산업에 혜택을 줄 수 있다. 다른 재료의 발전으로 과학자들은 건조하고 물이 적은 지역에서 공기로 부터 물을 더 쉽게 수확할 수 있게 되었다. IoT와 같은 고급 기술은 다양한 급수 원을 확장할 수 있는 유망한 기회를 제공 할 수 있다. 예를 들어 IoT 지원 센서를 나노 기술 발전과 연결하면 물 공급 업체에 운영 효율성 통찰력을 제공하거나 제습 공정에서 생성된 물의 가용성을 모바일 사용자에게 알려 줄 수 있어 기존의 물 소비량을 상쇄할 수 있다.

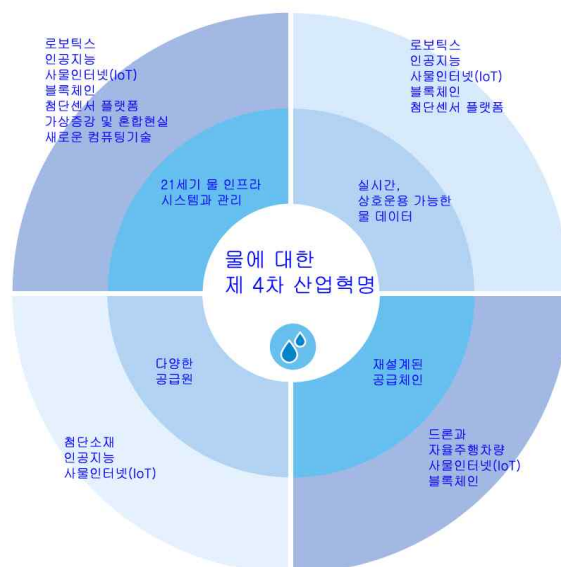


그림: 물 과 위생에 대한 제 4차 산업 혁명 게임 체인저

3. 관리해야 할 위험과 과제

자금 조달

가장 시급한 과제 중 하나는 디지털 솔루션을 포함한 혁신적인 기술을 위한 자금을 찾는 것이다. 디지털 기술 솔루션이 가장 필요한 부문은 농업 및 유틸리티 부문으로, 현재 자본 접근 측면에서 가장 어려운 분야이다. 공공시설과 관련하여, 많은 사람들은 지방세 납세자들의 희망사항과 공공 부문 투자 부족으로 인해 부적절한 자금조성에 직면하고 있다. 2017 년 미국 수도 협회 (American Water Works Association) 보고서에 따르면, 미국에서만 향후 25 년 동안 식수 수요를 충족시키기 위한 서비스를 유지하고 확장하기 위해서는 1 조 달러가 필요하다고 추정하고 있다.

유틸리티 부문 디지털 기술 혁신 채택

일반적으로 물 및 폐수 유틸리티 부문은 다양한 이유로 새로운 기술을 채택하는 것이 느리게 진행된다. 이는 인센티브 부족; 위험 (실제 또는 인지); 격리 된 데이터 소유자 / 부서 그룹과 디지털 솔루션에 대한 인력 교육 부족 등이 포함된다. 상수도 시설은 안전한 식수를 대중에게 제공해야 하므로 새로운 기술이나 입증되지 않은 기술보다 입증 된 기술이 선호된다. 그러나 이제는 유틸리티와 긴밀하게 협력하는 엑셀러레이터(accelerator)와 수 처리 기술 허브로 부터 나오는 새로운 기술의 위험을 줄이는 전략을 가지고 있다.

사이버 보안

사이버 보안은 디지털 방식으로 연결된 세상에서 매우 중요하다. 디지털 보안의 침해 사례는 부족하지 않으며 결과적으로 비즈니스 중단과 데이터 및 정보 도난이 발생한다. 공공 및 민간 부문 기업에 대한 사이버 공격이 계속 증가하고 있는 상황에서 이러한 보안대책은 수도 시설만 국한된 것이 아니다. IoT를 통해 수자원 인프라가 점점 더 연결되는 것과 관련된 많은 이점이 있지만, 이 연결은, 향상된 데이터 보안 조치를 통해 향후 관리해야하는, 사이버 관련 위험에 대한 노출 증가가 필연적으로 발생하게 된다.

오픈 액세스 데이터 및 정보

기술 발전으로 강력한 새로운 데이터 소스와 통찰력을 얻을 수 있지만, 정보에 대한 공정한 접근은 또 다른 문제이다. 수자원 가용성 및 품질에 대한 정보에 대한 접근의 비대칭은 이해 관계자 그룹 간의 불평등과 긴장을 쉽게 악화시킬 수 있다. “오픈 데이터” 플랫폼은 공공 부문 의사 결정의 투명성을 확보하려는 노력에 관심을 불러 일으켰다. 개방형 데이터 플랫폼과 함께 추적성과 투명성을 향상시키는 블록체인 플랫폼이 이러한 요구를 해결할 수 있는 기술로 부상하고 있다.

4. 혁신과 영향의 가속화: 기회와 추천

4 차 산업 혁명의 영향은 의심 할 여지없이 물의 의제를 변화시킬 것이다. 이러한 변화로 인한 혼란이 전 세계 수자원 커뮤니티를 구성하는 과학자, 학자, 실무자 및 정책 입안자들에게 미치는 영향은 전적으로 다가올 변화에 대비하고 적응하고 참여할 수 있는 능력에 달려 있다. 혁신이 공공의 이익을 위해 지속적으로 개발되고 기관과 정부가 이러한 진보를 적극적으로 구성 할 수 있도록 더 많은 조치를 취해야 한다. 다음 권장 사항은 이해 관계자가 함께 협력하여 기회를 활용하고 세계 수자원 관리 개선을 위해 제 4 차 산업 혁명이 야기하는 위험을 완화하기 위한 로드맵을 제공 할 수 있다.

우선순위 1 : 혁신 생태계의 향상 촉진

제 4 차 산업 혁명을 완전히 활용할 수 있는 물 커뮤니티의 능력을 위해서는 강력하고 다양한 혁신 문화를 구축하는 것이 중요하다. 최근 몇 년 동안 물 관련 혁신을 장려하기 위해 다양한 촉진제와 도전 프로그램이 등장했고, 광범위한 기업가 및 주제 전문가들도 혁신적인 물 솔루션을 찾고 있다. 물 부문은 새로운 사고를 사업에 투입하기 위해 그러한 “외부인”을 절실히 필요로 한다. 이러한 이니셔티브의 진행 상황을 바탕으로 게임 체인저는 더 광범위한 글로벌 액셀러레이터 플랫폼이 등장 할 수 있는 잠재적 핵심주제(thematic tracks) 역할을 할 수 있다.

우선순위 2 : 민첩한 다중 이해 관계자 거버넌스 모델로 전환

주류화 신기술과 접근 방식은 촉진제와 투자자에게만 남겨질 수 없다. 궁극적인 수자원 관리인인 정부는 혁신 의제의 중심에 있어야 한다. 정부가 궁극적으로 기술을 책임감 있게 개발하고 확장할 책임이 있으므로 새로운 기술을 테스트하고 개선하는 방법에 대한 새로운 정책 프레임 워크와 프로토콜을 개발해야 한다. 기존 기관은 싱크 탱크에서 NGO, 연구소, 기존 공공-민간 파트너십으로 정부가 이러한 변화를 탐색 할 수 있도록 구조와 접근 방식을 조정해야 한다.

5. 결론

제 4 차 산업 혁명은 산업, 에너지, 농업 및 생태계를 위한 물과 함께 안전한 식수에 대한 보편적 접근을 보장 할 것을 약속한다. 이러한 변화가 일어나는 속도와 규모는 전적으로 우리 기관이 보여주는 긴급성과 창의성에 달려 있다. 기술 혁신가들이 제 4 차 산업 혁명 가능 솔루션으로 물 부문의 혼란(disruption)에 대한 해결 기회를 찾기 시작했으며, 본 보고서에는 공공 및 민간 부문에서 성공적인 기술 지원 용수 솔루션의 많은 사례를 강조하였다.

이러한 혁신적인 기술을 금융, 파트너십 및 거버넌스 모델의 혁신과 결합함으로써 기존 기관은 물 문제를 해결하는 최전선에서 지속적으로 빈곤층에 혜택을 줄 수 있다. 경우에 따라 물 전문가, 정책 입안자, 실무자, 기술 제공 업체 및 투자자가 그러한 혁신적인 솔루션을 공동 개발하고 테스트하며 또한 궁극적으로는 확대하기 위해서는 완전히 새로운 플랫폼이 필요할 것이다. 다른 분야의 기업가 및 혁신가들과 함께 현직자들을 불러서 그들과의 새로운 대화와 만남을 이루는 것은 21 세기 전 세계 물에 관한 세계 행동 의제에 대한 진로를 제시하는 새로운 다중 이해 관계자 협업을 촉진하는 데 필수적이다.

<원문제목> Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Water

<원문출처> WORLD ECONOMIC FORUM (committed to improving the state of the world)