

디지털 물산업 분야 혁신인재 사업  
해외 네트워크 프로젝트 보고서  
- CES 2024 -

## 팀 ‘워터버스에 온 걸 환영해!’ 결과보고서 부록



**서울시립대학교**

---

소속

서울시립대학교

---

팀명

워터버스에 온 걸 환영해!

---

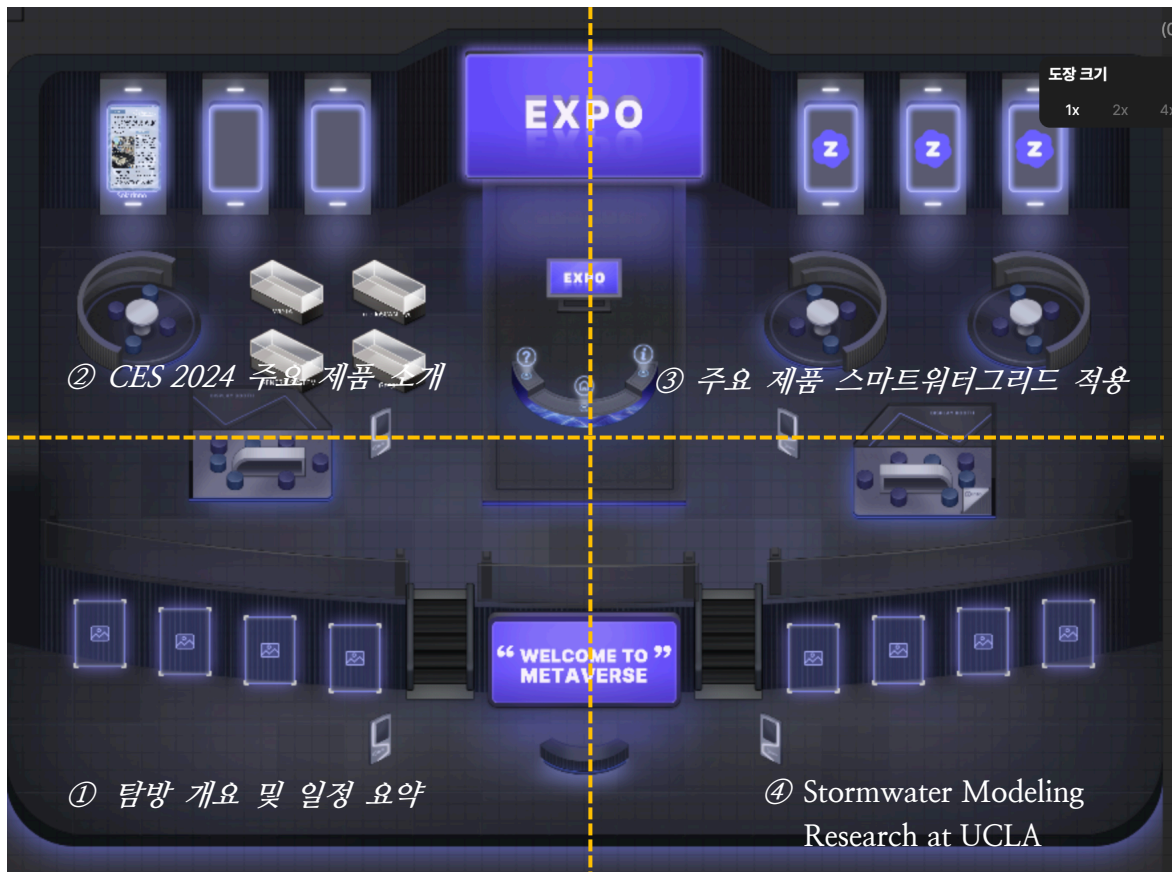
## I. 서론

### 1. 워터버스 소개

팀 ‘워터버스에 온 걸 환영해!’는 최종 결과물로 메타버스 플랫폼을 설정하였다. 메타버스란, 가상 공간에서 모든 활동을 할 수 있게 만드는 시스템을 일컫는 말로, 이를 통해 기존의 저장, 기록 방식을 전환 할 수 있으며, 실제 박람회를 가상의 공간으로 재현하는데 가장 최적화된 모델로 판단했다. 또한 단순 재현 뿐만 아니라 개인이 가상 인물로서 가상 공간에서 활동을 그대로 할 수 있으며, 효과적인 박람회 결과물 공유 및 기록이 가능하다. 이 ‘메타버스’에 ‘워터’를 더해 ‘워터버스’라 지칭하였으며, 박람회 내용을 보다 효과적으로 홍보하는 것을 목표로 제작했다.

### 2. 워터버스 4개 구역

워터버스는 다음 그림과 같이 4개의 구역으로 구성하였으며, 워터버스의 리스폰 지역인 좌측 하단을 기준으로 시계방향으로 번호를 지정하였다. 번호 별 세부 사항은 ① 탐방 개요 및 일정 요약, ② CES 2024 주요 제품 소개, ③ 주요 제품 스마트워터그리드 적용, ④ 스마트 워터그리드 한계점 및 개선 방향이다.



## II. 본론

### 1. 워터버스 이미지 팝업

워터버스 내에서 정보 전달은 '이미지 팝업' 기능을 통해 전달한다. 이미지 팝업을 설정한 지점에서 'F'키를 입력하면, 준비한 포스터가 나타나게 된다. 이러한 지점들은 근접시 노란 빛으로 표시되며, 'F키를 눌러 실행'이라는 문구가 나타나 쉽게 도달할 수 있다.



## 2. 워터버스 구역 ①-탐방 개요 및 일정 요약

워터버스 구역 ①의 탐방 개요 및 일정 요약은 5개 일자로 다음과 같은 포스터로 설명하고자 한다. 포스터는 방문 장소와 간단한 설명 및 소감으로 구성되어있다.

### DAY 1

#### Orange County Water District




▶ GWRS는 세계에서 가장 큰 식수 재사용 정수 시스템이다. OCSan은 폐수를 처리하고 태평양으로 배출하는 대신 정화를 거칠 수 있을 정도로 충분히 깨끗한 물을 만들어 낸다.




▶ GWRS는 3단계의 고도 처리를 통해 물을 정화한다. 미세 여과, 역삼투압, uv 처리 과정을 통해 주 및 연방 식수 기준을 충족하거나 넘어서는 고품질의 물을 생산한다.

▶ 이러한 과정을 통해 정화된 물은 해수 장벽에 주입되고유역을 재충전하기 위해 펌핑되어 오렌지 카운티 지하수로 침투하고 식수 공급을 보충한다.

### DAY 2

#### CES 2024 - Tech West




▶ CES 2024 는 Tech West, Tech East 로 나뉘어, 각각 Venetian Expo, Las Vegas Convention Center(LVCC) 으로 나뉘어서 열렸다. 둘째날은 그중 Venetian Expo를 견학하였고, 스타트업 부스, 국가 별 부스, 대학 등 학술 부스 등을 집중적으로 탐방하였다.




▶ Tech West 에서는 스마트 워터그리드에 접목할 수 있는 물환경 관련 기술들을 집중적으로 찾아보았다.

▶ 이 중 GEOGRID, WOTA, CAST, Gonggong 등의 제품이 기억에 남으며, 물 분야 외에도 수소 저장 기술, 탄소 포집 기술, 생성형 AI 등의 신기술에 대해 학습할 수 있었다.

DAY 3

## DAY 3

### CES 2024 - Tech East




▶ 셋째날은 Tech East, Las Vegas Convention Center를 견학하였고, 그 중에서도 오전에는 West Hall 위주로 보았다. West Hall은 전기차, 미래 자동차를 생산하는 기업이 위치해 있었다.

▶ 오후에는 Tech East의 North Hall, Central Hall, South Hall 을 탐방하였고, SAMSUNG, 3M, GENESIS SYSTEM, GARMIN 등을 탐방하였다.

#### SPHERE




▶ 저녁에는 라스베이거스의 랜드마크인 'Sphere' 를 방문했다. Sphere 외부를 구경하고, 내부의 상영관에서 'Postcard From Earth'라는 환경 다큐멘터리를 관람했다.

DAY 4

## DAY 4

### CES 2024 - Tech East




▶ 넷째날은 Tech East, Las Vegas Convention Center를 견학하였고, 그 중에서도 오전에는 Central Plaza 위주로 보았다. West Hall은 Google, KIA, Kubota 등의 기업들이 건물 채로 위치해 있었다.

#### UNLV Hoover Dam




▶ 오후에는 네바다 주립 대학에 방문했다. 미국 대학과 한국 대학의 차이를 느낄 수 있었다.

▶ 대학 탐방 후, 물 부족이 극심한 미국 서부의 지역 특성을 반영한 거대한 Hoover Dam에 방문했다.

▶ Hoover Dam과 네바다 주립대 모두, 물이 부족한 환경의 영향이 크다는 것을 느낄 수 있었다.

DAY 5

## DAY 5

### Beverly Hills



▶ 첫번째 방문 장소는 LA의 부촌인 'Beverly Hills'였다. 미국과 한국의 문화 차이를 체감할 수 있었다.

▶ Stenstorm 교수님께서 'Stromwater Modeling Research at UCLA' 라는 제목으로 강의해주셨다. 강의를 들으면서 가장 놀라웠던 부분은 이러한 공식들이 지역에 특이적으로 작용하는 공식이 아닌 매우 보편적으로 활용되는 공식이고, 방법이라는 점이다.

▶ 실생활에 필요한 것들을 만들어야 한다. 는 공학자의 목표를 다시 한 번 강조하셨으며, 한국의 최근 이슈인 거대 하수관 설치에 대해서도 시카고를 하나의 좋은 예시로서 설명해주심으로 깊은 고민을 진행할 수 있었다.

### UCLA



▶ 두번째로 UCLA에 방문하여, 환경 공학과 석좌교수님이신 Michael K. Stenstrom, Ph.D. 님의 특강을 들었다.

### Santa Monica




3. 워터버스 구역 ②- CES 2024 주요 제품 소개

워터버스 구역 ②의 CES 2024 주요 제품 소개는 7개 제품으로 다음과 같은 포스터로 설명하고자 한다. 포스터는 CES 내 위치(Tech West/Tech East), 회사의 소개 및 세부사항, 적용 방안 장점 등의 내용으로 구성되어있다.

HTTPS://WWW.EGEGRID.COM/

**TECH WEST**



지오그리드

### ABOUT GEOGRID

GEOREADER란, 수도계량기에 설치되어 배관 세척, 수질 측정, 원격 점검, 모니터링 시스템, 빅데이터 분석 및 정보 제공을 해주는 기기와 서비스이다. 이는 수도 배관 관제 시스템, 통합 관제 모니터링 시스템, 탄소 절감 및 수치화 시스템, 공공데이터 분석 시스템으로 나뉘어 진다.

#### DETAILS

이온활성화 스케일러


이온활성화 방법을 통해 배관의 부식 억제 및 이물질 제거한다.

스마트 센서

스마트 센서를 통해 수도물의 상태를 파악한다. 수도배관의 상태, 적수 유입 가능성, 박테리아 발생 가능성, 중금속 유입 가능성 등을 표시한다.

통합 모니터링 솔루션

통합 모니터링 솔루션, GIS 기반 실시간 모니터링, 물 사용량, 배관상태, 누수, 수질, 사회취약계층 관리, 물 소비 습관 등



### APPLICATION

- ▶ 이온활성화 스케일러를 활용하여 배관의 직접 공사를 생략하고 관내부를 효과적으로 청소 가능.
- ▶ 수질 측정 센서는 수질 측정 뿐만 아니라, 대기 환경 센서, 지중 환경 센서, 태양 환경 센서, 건물 환경 센서 등을 선택적으로 추가 가능
- ▶ 연료 절약, 열효율 증가, 배관의 수명 연장 등의 효과, 자세한 환경 데이터 수집 및 분석 가능

HTTPS://MOLLUSCAN-EYE.COM/EN/HOME/

**TECH WEST**



### ABOUT molluSCAN

MOLLUSCAN 은 수중 생물인 굴, 조개 등의 어패류를 활용하여 수질 모니터링을 실시간으로 가능하게 하는 기술을 개발 했다. 복잡하고, 24시간 실시간 측정이 어려운 기존 모니터링보다 더욱 친환경적이며 최근 산업계에 요구 되는 지속가능성을 갖춘 모니터링 기술이다.

#### DETAILS

가장 자연친화적인 기술

해양 동물의 판막에 미세 전자석을 붙여서 독자적인 측정 기술을 통해 수행.

가장 정확하고 안전한 기술

기술은 탁도, 염도, 오염의 변화에 강해 3.5년 이상 유지 보수가 필요하지 않다.

가장 저렴한 기술

생물과 직접 제작한 초소형 컴퓨터를 통해 수질 환경 변화 데이터를 얻을 수 있으며, 이러한 데이터는 지상의 연구소로 전송 되어 AI 기술을 통해 처리 및 분석




### APPLICATION

- ▶ 실시간으로 측정 가능, 적은 비용, 높은 지속 가능성, 자연으로 영향을 최소화할 수 있는 기술
- ▶ 자연을 훼손하지 않고, 본래 그 환경에서 서식하는 동물을 활용하는 기술로, 지속 가능성이라는 관점에서 바라보았을 때 가장 이상적인 기술
- ▶ 지금의 기술은 염수에 서식하는 어패류를 활용하는 기술이기 때문에, 대부분 수원이인 민물의 생물을 활용하는 방법의 개발이 필요

HTTPS://WOTA.CO.JP/EN/

**TECH WEST**



### ABOUT WOTA

WOTA는 세계적인 인구 증가로 인해 40% 이상의 인구가 물 부족으로 고통받고 있는 현실을 해결하기 위해 노력하는 기업이다. 특히 대규모 정수 시설과 멀리 떨어진 주거지도 깨끗한 물을 공급해줄 수 있는 기술을 개발한다.


#### DETAILS

기존 정수처리의 소규모화

WOTA는 기존의 정수처리공법을 그저 소규모로 재현한다. 생물학적 처리를 통해 오염 물질을 분해하고, MEMBRANE TREATMENT와 UV, CL 등으로 소독하여 물을 재활용하는 것

기존 정수처리와 차별점

기존의 정수처리공법과 다른 점은 그 재활용 수의 용도 별로 AI 기술을 통해 처리 방법을 자동적으로 조절한다는 점이다. 따라서, 정수 처리 효율을 극대화 시킬 수 있는 발전된 공법이다.

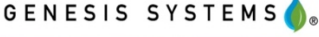


### APPLICATION

- ▶ 대규모 플랜트 건설이 아닌 개별 주택에서 깨끗한 물을 스스로 공급 받을 수 있는 기술을 해결책으로 제시하였다.
- ▶ 멀리 떨어진 주거지 뿐만 아니라, 지진이 많이 일어나는 일본에서 아주 효과적으로 활용될 수 있는 기술로 평가 받는다.
- ▶ '중수도'라는 개념의 본질에 따라, 우리나라의 고밀이 쉬운 지방 지역이나 외지에 설치함으로써 물부족 문제를 해결할 수 있다.

HTTPS://GENESSYSTEMS.COM

**TECH EAST**



### ABOUT GENESIS SYSTEMS

이번 CES2024에서 혁신상을 받은 워터큐브 100이라는 제품에 대한 설명을 들었다. 'GET YOUR WATER FROM AIR.' 라는 말처럼 공기에서 깨끗한 물을 추출하는 방식으로, 자연의 액화과정을 흉내낸 이른바 'RWA(RENEWABLE WATER FROM AIR)' 기술이 적용됐다.


#### DETAILS

태양에너지 동력

태양광 에너지를 포함한 기존 전기 에너지도 사용할 수 있다. 따라서 24시간 연속적인 생산이 가능하고 수요에 따른 전력 사용량을 자동 조절할 수 있다.

클라우드 서비스

클라우드 서비스를 지원하여 원격 모니터링, 자동 오류 감지, 내장형 자동 안전장치, EMP 보호, 자동 성능 최적화 등 암호화 및 LOT 지원.



### APPLICATION

- ▶ 태양광 에너지를 활용하여 전력 효율을 높이는 동시에, EPA 기준을 달성할 정도의 효과적인 정화가 가능
- ▶ 클라우드 기술을 접목하여 수질 모니터링이 가능하고, 오류 감지, 안전 장치, EMP 보호, 성능 최적화 등이 자동으로 가능
- ▶ 태양광 에너지를 활용할 수 있어, 전력 공급이 대체적으로 불안정한 지역(개발도상국, 도산 지역 등)에 효과적인 대안이 될 수 있다.

HTTPS://WWW.SOLARINNO.COM

## TECH WEST Solarinno

### ABOUT SOLARINNO

소살리노 기술은 개인용 해수에서 태양열을 이용해 염기를 제거해 담수화 하는 기술이다. 소규모 담수화 기술에 특화되어 있으며, 사용자가 직접 담수화기를 생산할 수 있도록 하고, 에너지 사용량이 적은 회수탈염기이다.

### DETAILS



**DESALINNO**

수백 리터에서 수 세제곱미터의 물을 담수화 가능하며, 막이 없는 정전기력으로 물속의 이온성 오염물질을 제거한다. 역삼투압 대비 낮은 에너지 사용량 및 유지보수 비용이 적은 것이 특징이다.

염수를 증발, 응축시켜 담수를 얻을 때 나오는 잠열을 다시 염수 증발에 반복적으로 재활용하여 효율을 높인다. 개인이 특수 장비 없이, 운반, 설치 운동이 가능하고, 전기/전자/기계적 운동 부품이 없어, 고장 여지가 적다. 하루 약 3~5L 내외의 담수를 얻을 수 있다.

### APPLICATION

- ▶ 정수 처리 공법 중 하나인 역삼투법의 단점인 큰 에너지 사용, 큰 유지 보수비를 효과적으로 개선한 제품이다.
- ▶ 전기나 연료없이 오로지 태양 에너지를 활용하여 많은 양의 식수를 만들 수 있다. 개발도상국 국가의 물부족 문제를 해결하는데 도움이 된다.

HTTPS://WWW.ANDROID.COM

## TECH EAST Android

### ABOUT Android in GOOGLE



이번 CES 2024에서는 여러 안드로이드 기술 중 스마트폰과 자동차의 연결 기능인, 안드로이드 오토 기능에 대한 자세한 설명을 들을 수 있었다.

안드로이드 오토를 통해 전기차 운전자는 실시간 배터리 정보를 구글 지도와 함께 공유할 수 있다. 이에 따라, 배터리 잔량과 부재중 전화 및 알림, 도착 시간 공유, 음악 및 팟캐스트 빠른 재생 등의 기능을 제공할 수 있다.

### ABOUT GARMIN

## GARMIN



스마트 워치 등 전자기기 회사인 GARMIN은 이번 CES 2024에서 노인들의 삶의 질을 향상시키기 위해 고안된 기술을 일컫는 '에이징테크' 기술을 선보였다.


GARMIN은 의료, 웰니스, 일상 생활 지원, 안전, 그리고 사회적 연결성을 향상시키는 다양한 기술들로 최고혁신상을 포함해 6개의 혁신상을 수상하였다.

HTTPS://WWW.GARMIN.COM/EN-US

HTTPS://WWW.KUBOTA.COM

## TECH EAST For Earth, For Life

### ABOUT Kubota

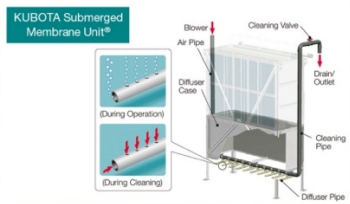


Kubota 기업은 제조 및 건설 회사로, Ductile iron pipes, 펌프 등의 제조 뿐만 아니라, 폐수 처리, 정수 처리와 같은 수처리 분야에 오랜 역사를 지니고 있는 기업이다.

Kubota의 특별한 하수처리 플랜트인 'Johkasou'는 하수처리장을 하나의 컨테이너 수준으로 축소한 것으로, 전 세계적으로 하수 인프라가 아직 개선되지 않은 지역에서 폐수 처리를 위한 최고의 솔루션으로 손꼽히는 제품이다.

### DETAILS

독자적인 멤브레인 생물 반응기 시스템인 고효율 활성 슬러지 시스템을 수중 미세 기공 막과 결합하여 고급 수처리를 수행하며, 처리된 물은 후처리 없이 변기 및 스프레이 용수로 재사용할 수 있다.



**KUBOTA Submerged Membrane Unit®**

Blower Air Pipe, Clearing Valve, Diffuser Case, Diffuser Pipe, Clearing Pipe, Diffuser Pipe, Dirty Outlet

(During Operation), (During Clearing)

4. 워터버스 구역③ - 주요 제품 스마트워터그리드 적용

## CONCEPT SMART WATER GRID

### SWG?

▶ 수자원의 효율성을 향상시키고, 다양한 수자원 재이용률을 촉진하기 위해 기존의 물 관리 시스템에 IoTs(사물 인터넷) 기술을 도입하여 스마트 수자원 관리, 물 공급 및 물 사용의 정보화/ 지능화를 지향하는 상수도망

### Expectations of SWG

수원-수용가 양방향 모니터링

다양한 수원의 활용 및 분산화

상수도 시설 자산관리

#### ▶수원-수용가 양방향 모니터링

- 수원사고 발생 시 즉각 대응
- 관로사고 사전예방 및 즉각 대응
- 양방향 정보교환을 통한 수요관리
- 피크타임 수요 분산

#### ▶다양한 수원의 활용 및 분산화

- 이송 비용 감소
- 비상상황 대처가능
- 공급-수요 고런된 양방향 운영
- 지능적 수원관리

#### ▶상수도 시설 자산관리

- 예방적 유지관리로 단수 방지
- 유지관리 비용 최적화

## CONCEPT SMART WATER GRID

### SWM

Smart Water management

“물 순환 전영역 통합관리모DEM”  
물의 안정성, 안전성, 효율성 확보

### IWRM

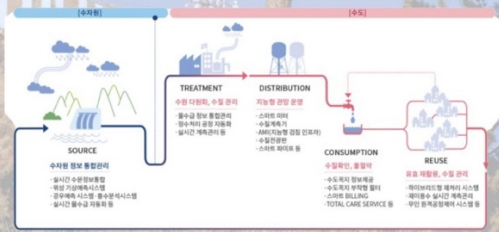
Integrated Water Resources Management

통합물관리 관점을 수자원 중심에서 물 흐름 전 영역으로 넓혀

### SWG

Smart WaterGrid

공급망 중심에서 물의 흐름 전 과정으로 확장하고



## CONS SMART WATER GRID

### Cons of SWG

#### ▶ 인프라에 따른 적용의 어려움

국내 SWG 시스템은 도수로나 저수시설 등의 건설에 의한 수자원 네트워크의 구축이나, 산간지역의 중소규모 저수시설 설치와 같은 인프라가 없으면 적용하기 어려운 문제점이 있다.

#### ▶ 하폐수 정보 수집의 어려움

전국의 수자원을 가능한 범위까지 전국 수자원 네트워크 구축이 선행되어야 한다. 생활하수/산업폐수/축산폐수 등은 수질과 수량에 절대적인 영향을 미치기 때문에 이들에 대한 정보는 시간으로 관리되어야 한다.

#### ▶ IoTs · ICT 기술의 부족

일부 지역에서는 효과적인 스마트워터그리드를 구축하기 위한 충분한 통신 인프라가 부족할 수 있으며, 관리하고 유지 보수할 수 있는 기술 역량이 부족할 수 있다. 또한 다양한 제조사 및 플랫폼에서 제공되는 다양한 기술들은 표준화와 상호운용성 문제를 야기할 수 있다.

## DEVELOP SMART WATER GRID

### 1st. SOURCE

수자원 정보 통합관리

- 실시간 수문 정보 분석
- 수원지 수질오염 자동 측정
- 홍수 및 가뭄 발생 예측

#### 수원지 수질오염 자동 측정

molluSCAN molluSCAN

수중 생물인 굴, 조개 등의 어패류를 활용하여 수질 모니터링을 실시간으로 가능하게 하는 기술

- ▶ ICT 기술 + 자연친화적 기술로 지속 가능성 면에서 가장 이상적
- ▶ 추가적인 건설, 장비 설치 등의 자연 훼손 없이 모니터링 가능
- ▶ 환경 변화에 민감하게 반응하는 생물의 활동성을 분석하여 모니터링하는 방식의 발전 필요성 있음

#### 홍수 피해 감소

Smart Geotech Smart Geotech

스마트 변위 센서와 IoT 센서노드, 게이트웨이 등의 시스템을 통해 산사태나 댐의 붕괴를 예측할 수 있음.

- ▶ 알고리즘에 의한 저비용 고효율 붕괴 예측 시스템
- ▶ 친환경적 저전력 재생 에너지를 활용한 ECO-DESIGN 설계
- ▶ 본 센서를 확장하여 대형 수도관 붕괴 및 파손 예측에 활용될 수 있음

#### 점수처리장 관리 기술 연구

Orange County Water District

Orange County의 경우, 건조 지역으로 물이 부족하기에 지하수를 보충하는 시설이 필수적이다.

우리나라의 경우 수원지의 대부분이 지하수가 아니기 때문에 이와 같은 시설이 필수적이지 않지만, 환경에 따라 자국의 물 관리 기술을 발전시키는 것의 필요성을 느꼈다.

- ▶ 우리나라 기후 등을 분석하고 최적화된 처리 물관리 방안을 찾아야 함



Ground Water Replenishment System은 부족한 지하수를 보충하기 위해 마실 수 있을 정도의 정수된 물을 공급한다.

## DEVELOP SMART WATER GRID

### 2nd. TREATMENT & DISTRIBUTION

**수질 관리 & 지능형 관망**

- 정수처리 공정 자동화
- 스마트 파이프
- 정수처리 공정 자동화 및 효율 증대

#### IoT 기술 & 파이프라인 지도

**Kubota** For Earth, For Life

쿠보타 스마트 인프라 시스템 (KIS)는 물 및 환경 설비에 대한 원격 모니터링, 진단 및 제어 서비스를 제공한다.

디지털화된 파이프라인 지도인 WATERS-CLOUD를 통해 데이터베이스화 및 체계적인 관리가 가능하다.

- 파이프라인 지도 제작을 위한 기술 개발

#### 이온활성화 스케일러

**GEOGRID**

노후관을 통해 재오염되는 상수의 문제점을 해결하기 위해 다세대 주택에 이온활성화 스케일러 설치 비율적 세척이 가능하고, 스마트 센서를 통해 수질 오염 측정까지 가능하다.

- 이온활성화법을 통해 상수관을 비율적 세척 가능
- 이온활성화법을 통해 노후관을 비율적 세척 가능

#### 전수 처리 공법 내 파일럿 테스트

**Orange County Water District**

GWRS의 경우, 처리장으로 유입되는 오염물질의 모니터링을 철저하게 실시한다.

처리장 내에 위치한 파일럿 테스트 공간을 통해 연구자들은 약품 사용량이나 공법에 대한 철저한 검토를 할 수 있다.

- 유입수의 철저한 파일럿 테스트
- 연구자와 설계자의 적극적인 소통이 필요
- 처리 공정 중 유지 보수 자동화 기술 개발

#### 누수 탐지 기술

**Smart Pipe**

실제 환경을 가상의 공간으로 구현해, 시뮬레이션을 통한 상수도관망을 관리할 수 있다.

스마트 파이프 통합 관리 시스템은 자기진단 및 상태 감시 가능 센서 기능이 있는 수로 파이프를 지하에 매설하여 데이터 수신

- 대시보드 개념모델 설계
- 멀티센서 플랫폼을 활용한 관망 내 누수 실시간 감시

## DEVELOP SMART WATER GRID

### 3rd. CONSUMPTION & REUSE

**수질 약민 & 물 재활용**

- 스마트 수도꼭지
- 재이용수 기술
- 무인 원격 공정제어 시스템

#### 물 재활용 기술의 상용화

**WOTA** **Solarinas**

**GENESIS SYSTEMS**

현재 물 재활용 기술은 태양 에너지를 활용해, 재난, 장거리 급수 등의 문제점을 해결하는데에 중점을 두고 있다.

우리 나라는 아파트와 같은 다세대 주택과 고층 건물이 많기 때문에, 이에 적합한 기술 개발이 필요하다.

- 다세대, 고층 건물에 적합한 기술 개발
- 도시 산간 지역에 재활용 기술 적용
- 가정에도 적용될 수 있는 재활용 기술 상용화 연구

#### UV-LED 소독

현재 염소 소독 후 고도정수처리 과정에 사용되는 방법은 오존 소독, 활성탄 처리, 막분리 공정이 존재 그 중 UV 소독은 소독 부산물이 없고, 경제적이란 큰 장점

- 소규모 가정용 기술로 발전 가능
- 미생물 방장 선택 가능
- Lamp에 비해 10년 이상의 수명 차이

#### 스마트 수도꼭지

시중의 수도꼭지의 문제점은 온도 조절 불편, 누둑물 오염에 대한 불안이 존재한다.

왼쪽에는 온도 센서, 오른쪽에는 수질 탁도 센서와 전도도메타 센서

- 온도 센서 옆 조절 버튼을 통해 온도 조절 및 실시간 온도 표시
- 오른쪽 디스플레이에 실시간으로 측정 한 탁도와 수질 정보들을 간략히 표시

### 5. 워터버스 구역④ – Stormwater Modeling Research at UCLA

## UCLA STORMWATER RESEARCH



**Michael K. Stenstrom**

- CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING DEPARTMENT**
- 환경 공학 분야에서 생물학적 처리 방법과 환경 공학 연구에 컴퓨팅 기술을 적용 연구
- 1월 12일 UCLA에서 'Stormwater Modeling Research at UCLA'란 주제로 강의를 들을 수 있었다.

Stenstrom 교수는 LA의 지역의 수문 분석 및 모델링을 제작하였다.

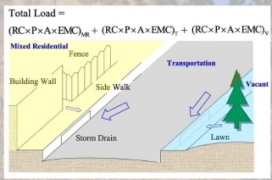
LA는 극심한 물 부족으로 인해 수자원 관리가 필수적이고, 이를 위해 유역별 사용자 조사 필요로 한다.

Total pollutant load =  $\sum_i EMC_i \times (\sum_j P_j \times RC_j \times A_j)$

where,  $i$  : Homogeneous sub area  
 $j$  : Landuse type  
 $P_j$  : Precipitation of  $j$   
 $RC_j$  : Runoff coefficient of  $j$   
 $A_j$  : Area of  $i$

총 오염물 부하량은 다음과 같은 공식으로 얻어지며, 구역의 구분에 따라 상이한 부하량의 합으로 구한다.

Total Load =  $(RC \times P \times A \times EMC)_{Res} + (RC \times P \times A \times EMC)_{M} + (RC \times P \times A \times EMC)_{T}$



## UCLA STORMWATER RESEARCH

### 모델링 변수

유역별 모델링을 진행하기 위해 정확하게 측정되어야 하는 변수는 다음과 같다.

고도 데이터 모델, 수문학적 토양 모델, 지역 도로, 고속 도로 등이 있다.

- Digital Elevation Model
- Hydrologic soil group
- Local Roads
- Highways
- Mass emission monitoring station location
- Southern California Association of Government (SCAG) Landuse
- Watershed area boundaries
- Rain gage locations
- Rainfall data
- EMC data for each landuse categories

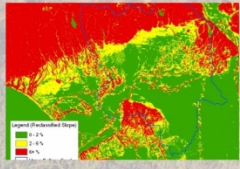
### Runoff Coefficient Calculation

Browne relation (1990):

$$RC = f(\text{Hydrologic Soil group, Slope, Landuse})$$

- Calculate slope from NED (National Elevation Dataset)
  - Slope = (Max height - Min height) / distance
  - 0-2%, 2-6%, and 6+%
- Land use types (10)
  - Cultivated land, Pasture, Meadow, Forest, Residential, Industrial, Commercial, Streets, Open space, Parking

유출 계수(RC)는 수문학적인 토양 분류, 경사도, 토양 사용 등에 의해 결정되며, 그 분류를 유역 지도에 나타내면 다음과 같다.



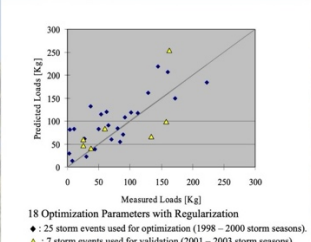


**UCLA** **STORMWATER RESEARCH**

**모델링 실시**

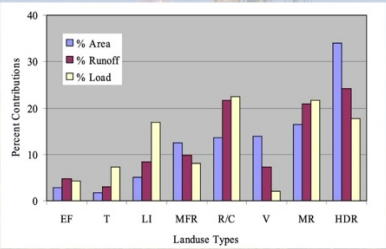
유출량, 총 Zn 농도, TKN 부하량, 총 Cu 농도, TSS 등에 대한 모델링을 실시하였다.

모델링의 결과는 다음과 같이 유효한 것으로 나타났다.



18 Optimization Parameters with Regularization  
 ● : 25 storm events used for optimization (1998 - 2000 storm seasons)  
 ▲ : 7 storm events used for validation (2001 - 2003 storm seasons)

**Percent Contributions of each Landuse Type for Total Zn(12/2/2001)**



이러한 모델링을 통해 지역 사용에 따른 유출량의 변화, 오염물 부하량의 변화 등을 파악할 수 있다.

또한 오염물에 대한 취약 지점을 GIS 등의 프로그램을 통해 지도로 시각화할 수 있으며, 이를 통해 철저한 수문 관리가 가능해진다.

6. 워터버스 주소 및 QR 코드

워터버스에 모바일으로도 접속할 수 있도록 링크를 공유할 예정이며, 워터버스에 보다 쉽게 접속할 수 있도록 QR 코드도 제작하였다. 이후 그림은 모바일로 접속한 모습이다.

