

2024년 1학기 전자공학세미나 II (EEE2012)

DIGITAL TWIN

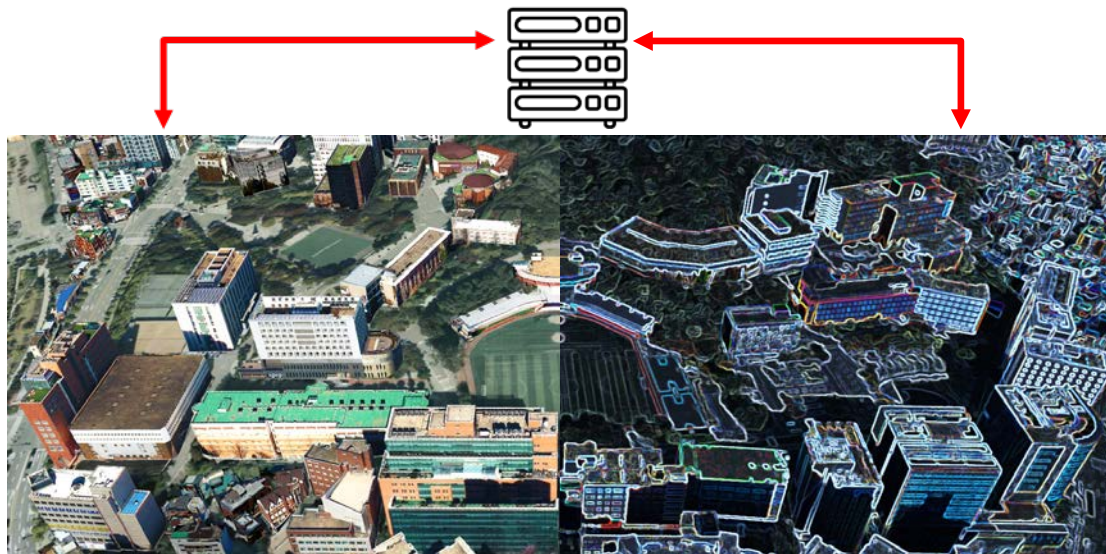
May 27, 2024

Prof. Wonjin Sung
Department of Electronic Engineering
Sogang University

DIGITAL TWIN

- **디지털트윈 (digital twin; DT)**은 가상의 공간에 실물과 똑같은 가상의 실험체를 만들고, 이를 이용한 모의 실험을 통해 실제 물리적 자산에서 발생하는 문제를 파악하고 해결하는 데 쓰이는 기술로써,
- 데이터 링크를 통해 물리적 자산을 가상화 공간에 구현함으로써 **실시간 예측, 관리, 최적화, 실행 결정**에 활용하고
- 인공지능 (AI/ML)과 사물인터넷 (IoT)과의 결합을 통해 실생활에서의 문제를 해결하는데 적용한다.
- 통신을 비롯하여 **항공, 건설·제조, 재난안전, 도시계획, 교통, 에너지·환경, 국방** 등 산업 전분야에 활용 가능하며
- DT 시장은 연평균성장률 약 25%로 2032년 기준 900억불 이상의 시장규모가 예상된다. (Global Market Forecast)

양방향 데이터 링크



물리적 자산
"Physical Twin"

가상화 공간
"Virtual Twin"

활용 분야 및 관련 이슈

- **디지털트윈 (digital twin; DT)**

- » 실시간 데이터를 기반으로 제품의 모니터링 및 성능 개선을 수행하기 위한 가상의 모델
- » 통합 시스템은 (1) 물리적 객체, (2) 가상의 트윈, (3) 이들 사이의 양방향 연결로 구성

- **DT 활용 분야**

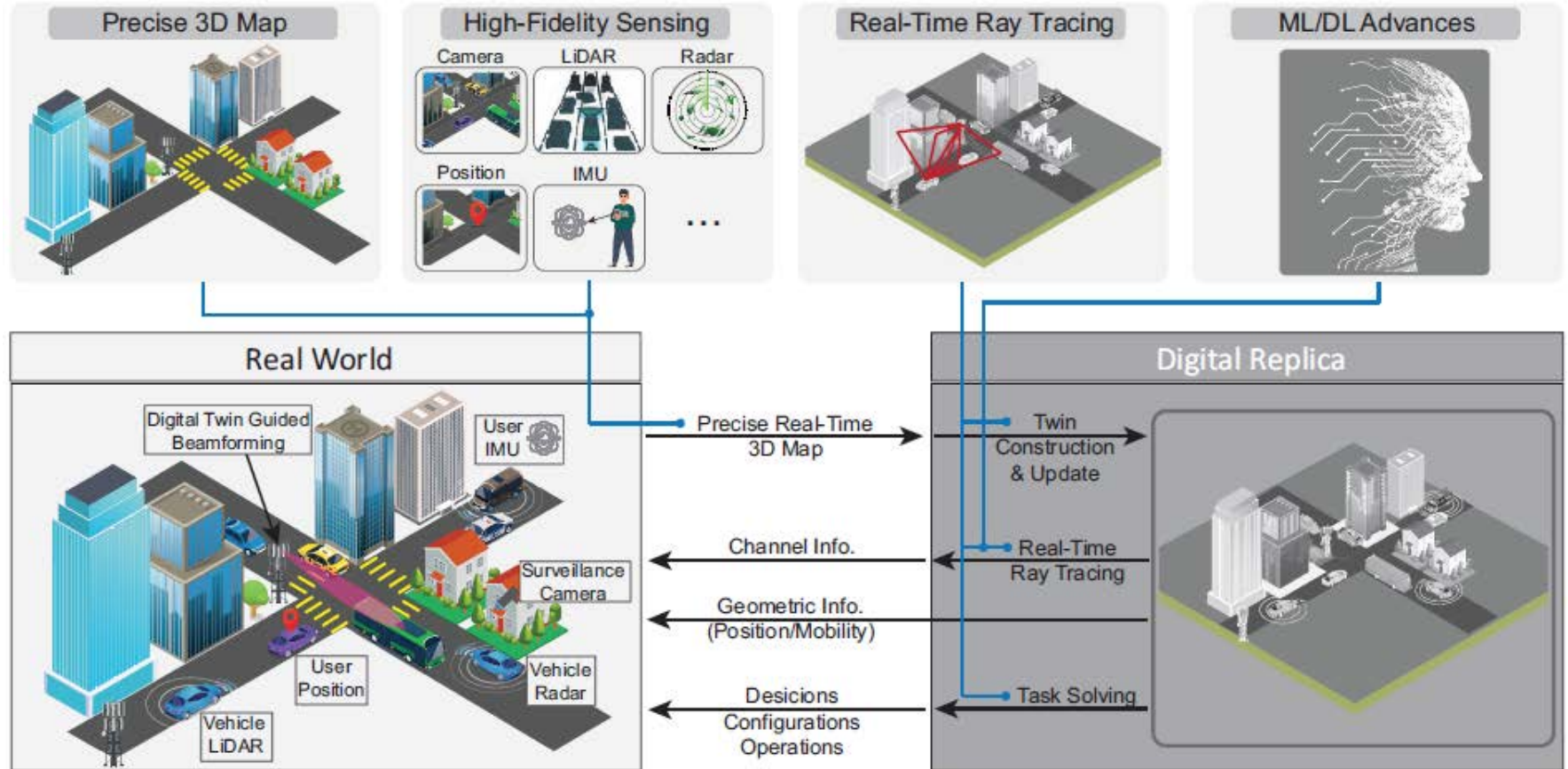
- » **제조 및 공정**: 생산 라인 사전 시뮬레이션을 통해 공정 최적화 및 모니터링 수행
- » **통신**: 물리적 네트워크의 설계, 성능 분석, 트래픽 패턴 모델링, 통신 수요 예측으로 자원 예약
- » **교통**: 경로 등 서비스 계획, 사고 예측 및 방지, 자율 주행 모델링, 비상 제어 및 관리
- » **HVAC** (Heat / Ventilation / Air Conditioning): 실내 환경 제어를 위한 시스템 실시간 업데이트
- » 의료 및 헬스케어, 스마트 시티, 에너지 등 다양한 분야에 걸친 활용 가능

- **관련 이슈**

- » 보안 및 프라이버시: 물리적 객체에서 디지털 트윈으로 보내는 실시간 데이터에 포함된 개인 정보
- » 비용: 센서 배치와 데이터 수집/분석에 필요한 하드웨어 자원, 통신 자원, 컴퓨팅 자원, 데이터 저장 자원

Real-Time Digital Twins: Vision and Research Directions for 6G and Beyond

Ahmed Alkhateeb, Shuaifeng Jiang, and Gouranga Charan

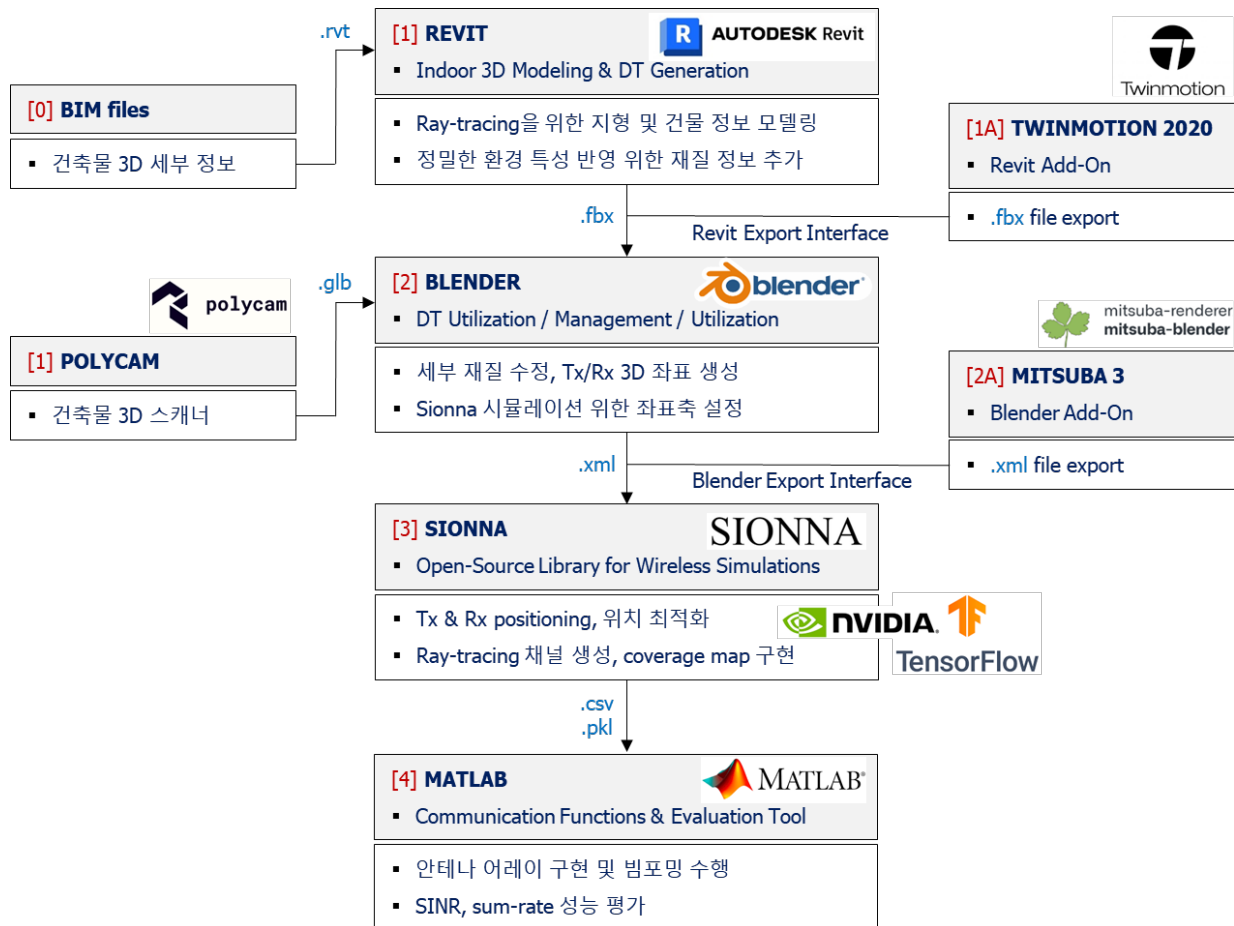




Building 3D-based monitoring environment

By securing visibility of traffic situations and convenience of monitoring with a digital twin, CCTV blind spots and shadow zone of monitoring, which is undetectable in the traditional 2D-based monitoring system

INDOOR DT GENERATION



BIM (빌딩 정보 모델링): 건물 평면도, 3D 뷰, 입면도, 단면, 상세도 렌더링 등 지원하며 건물의 배관, 전기 설비 등의 설계 또한 가능

REVIT 기반 BIM 활용

Revit Export File 형식

1A. FBX 형식 (Revit 기본 export): 개체의 기하학적 및 물리적 정보 포함하며 개체 별 저장

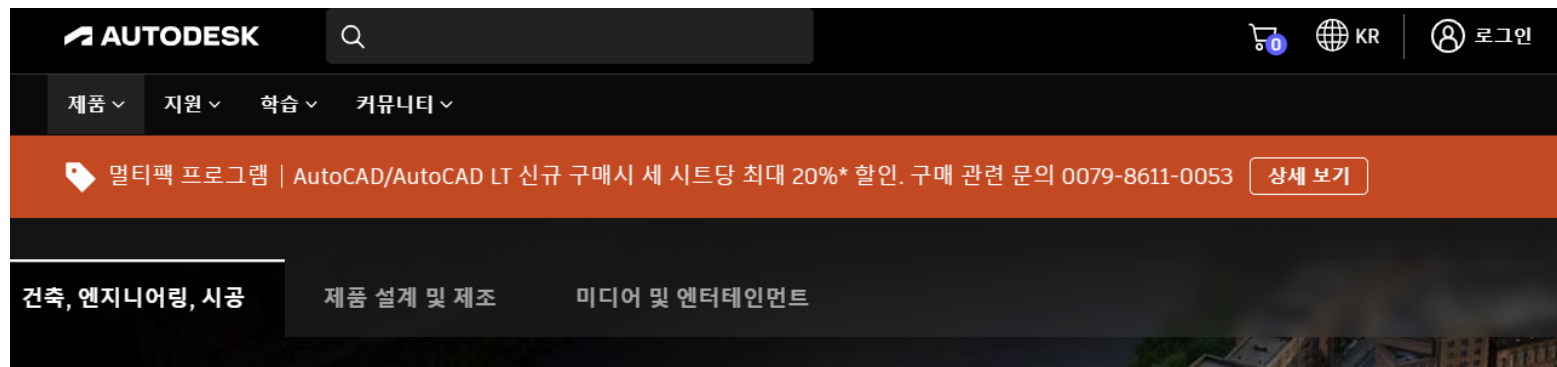
1B. FBX 형식 (Revit v.2021 with Twinmotion v.2020): 개체의 재질 정보를 추가적으로 포함, 동일 재질의 물체끼리 묶어 저장 기능 있음

2. OBJ 형식 (Revit v.2024): CAD 형식으로써, 개체 기하학/물리적/재질 정보 포함하며 모든 개체를 하나로 저장 (하나의 개체에서 구간별로 재질을 나누는 방식, 색깔 정보로 구분 가능)

3. DWF 형식: 개체의 기하학/물리적/ 재질 정보 포함 (양면 재질은 미지원)

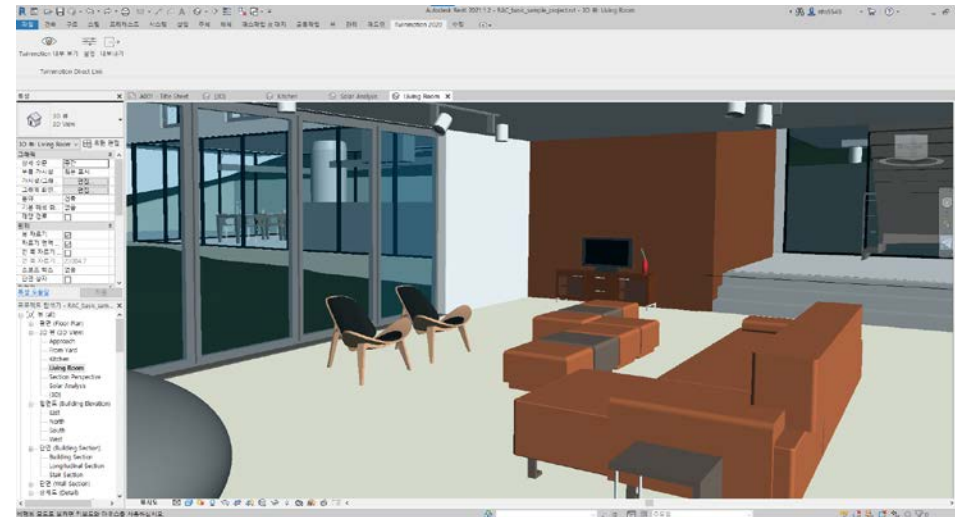
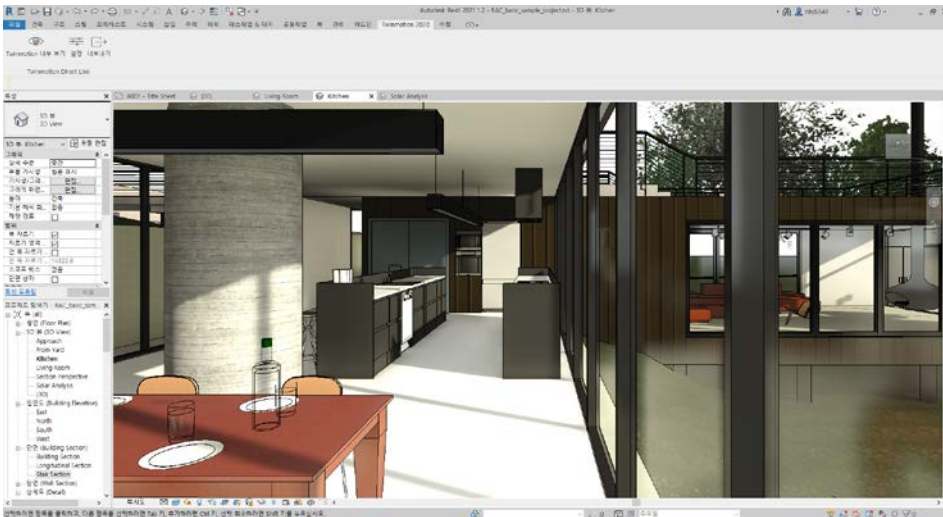
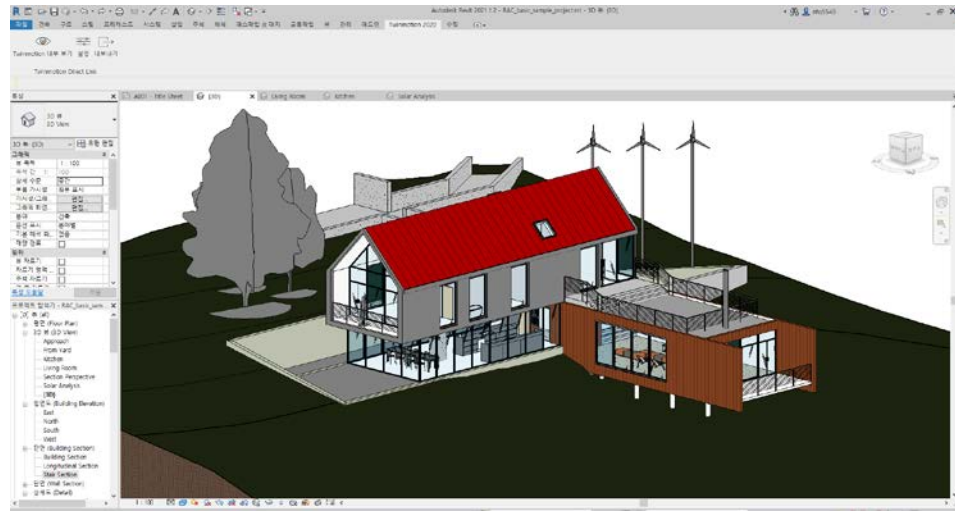
4. GBXML 형식: 개체의 기하학/물리적/ 재질 정보 포함 (Mitsuba XML 와 형식자는 동일하나 호환되지 않음)

5. IFC 형식: 개체의 기하학/물리적/ 재질 정보 포함



Revit으로 생성된 3D 모델 샘플

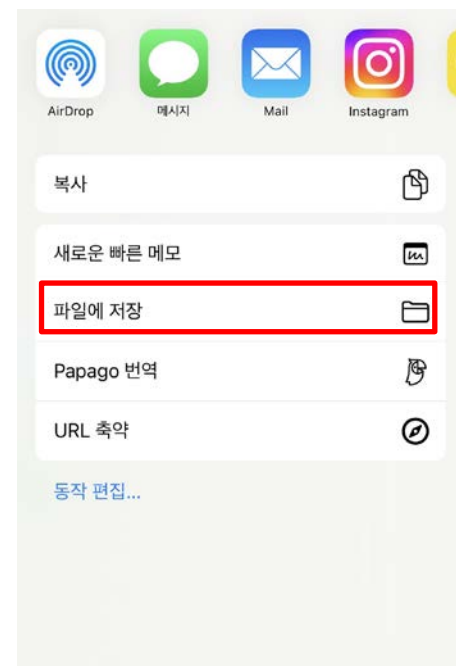
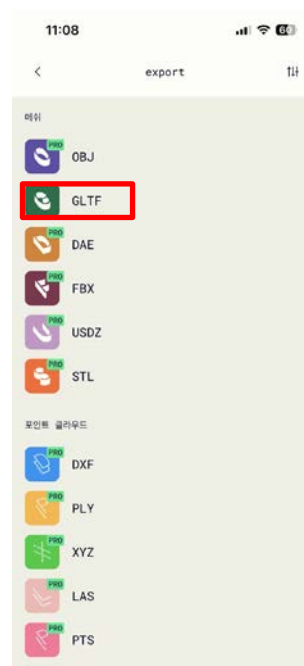
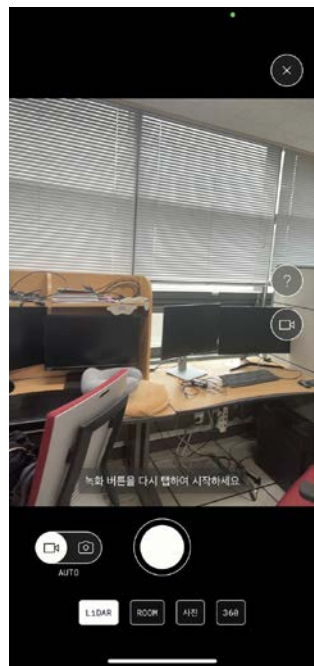
- RAC_basic_sample_project.rvt
- (1) External view
- (2) Kitchen view
- (3) Livingroom view



POLYCAM + BLENDER

Polycam

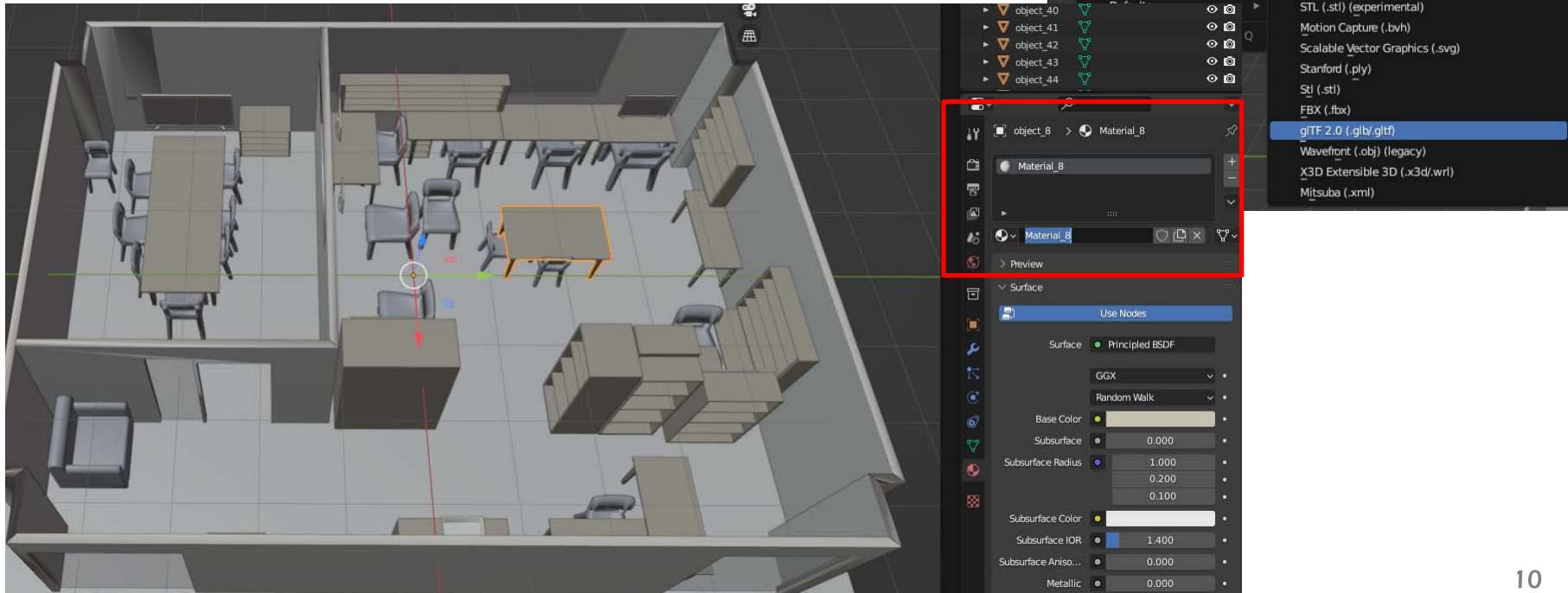
- LiDAR 센서가 내장되어 있는 아이폰 (iPhone 12/13/14 Pro & Pro-Max, iPad Pro)에 Polycam 앱 설치
- Polycam의 Room mode를 활용하여 실내공간을 3D 스캔한 후 .gltf 파일 형식으로 저장 및 공유
- 유사기능 앱으로 Canvas 3D, 3D-Scanner-Tool, AR-Plan-3D, Matterport, Metascan 등 존재



Blender Import

- Import File 확장명: .glb
- Blender에서 물체의 세부 위치 및, 재질, 형상 수정 가능

< 서강대학교 R관 809호 모델링 >



BLENDER ONLY

평면도 활용/생성을 통한 모델링

- Blender에서 구현하고자 하는 실내공간의 평면도를 이미지로 불러온 후 그에 맞게 벽, 가구 등을 수작업으로 생성 가능
- Polycam을 활용하여 3D 스캔하는 방법과 달리 직접 벽과 가구를 배치 필요
- 오늘의 집 3D 인테리어 <https://ohou.se/interior3ds> 에서 평면도 저장: 새로운 프로젝트 → 우리집 검색하기 → 평면도 캡처
- 평면도 이미지 불러오기: Object mode에서 키보드 shift+A → Empty → image → Open 클릭 → 평면도 이미지 선택 → z 클릭해서 top view → 크기에 맞게 scale 조정
- 지도에 구현하고자 하는 평면도가 없는 경우 새로운 프로젝트 → 도면 직접 그리기 → 평면도 캡처
- 벽 생성: Add → Mesh → Cube → 벽 두께 및 길이에 맞게 Cube 크기 조정
- Blender에서 Cube 길이의 정의는 물체의 가운데로부터 떨어진 거리(m)이므로, 벽 두께 및 길이의 절반 값을 입력
- [BlenderKit 애드온](#) 다운로드를 통해 가구 배치 (BlenderKit 에 있는 것만 배치 가능하며, 이는 실제 가구 모델과 차이 있음)

관련 웹사이트

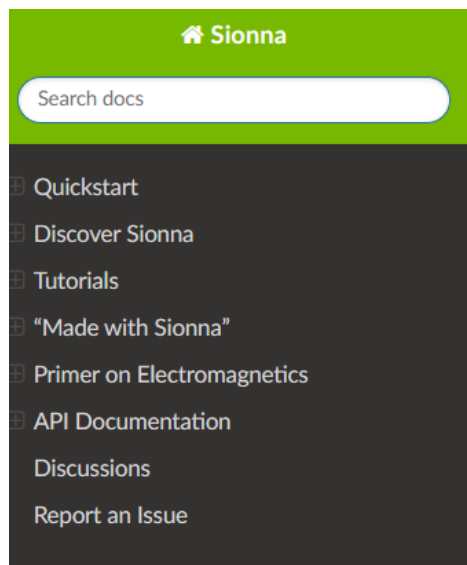
- [오늘의집 3D 인테리어](#)
- [어반베이스](#) 3D-Studio
- 웹사이트에서 전국에 있는 아파트의 도면을 불러온 후 시중 가구 및 가전을 배치하고 크기를 수정하는 등 3D 실내공간을 생성할 수 있으나 웹사이트 내 열람만 가능하며 3D 데이터를 파일로 저장할 수 없으며, 따라서 다른 프로그램으로 불러와서 수정하는 등 활용 불가

Ray-Tracing

[SIONNA](#)

[Sionna Open Source Code @Github](#)

- NVIDIA에서 제공하는 무선 통신 시스템 물리 계층 link-level 시뮬레이션을 위한 TensorFlow & Python 기반 open-source library
- UE 및 MIMO 안테나 어레이 생성, 주파수 등 다양한 전송 파라미터 선정, Ray-tracing 기반 채널 생성 기능 포함
- Jupyter Lab/Notebook에서 원활한 실행 가능, Colab과 Spyder 등에서는 제한되는 기능이 존재
- MU-MIMO link-level simulation, 5G channel codes (LDPC, Polar en-/decoders), 다양한 채널 모델, OFDM, 채널 추정 등 지원
- **생성한 DT 모델과 UE 3D 좌표 import하여 ray-tracing을 수행 기능**

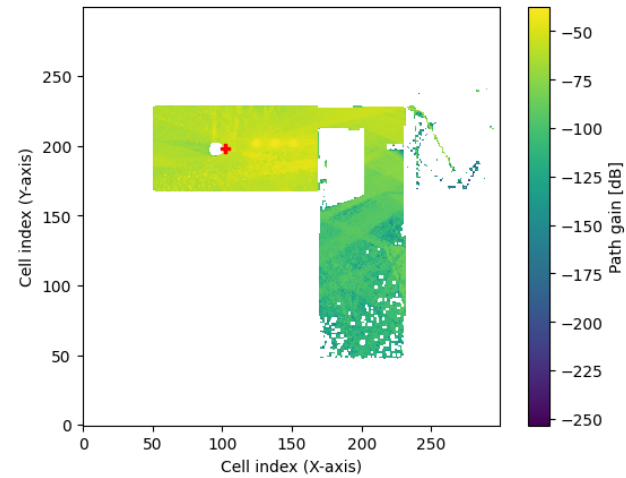


» Sionna

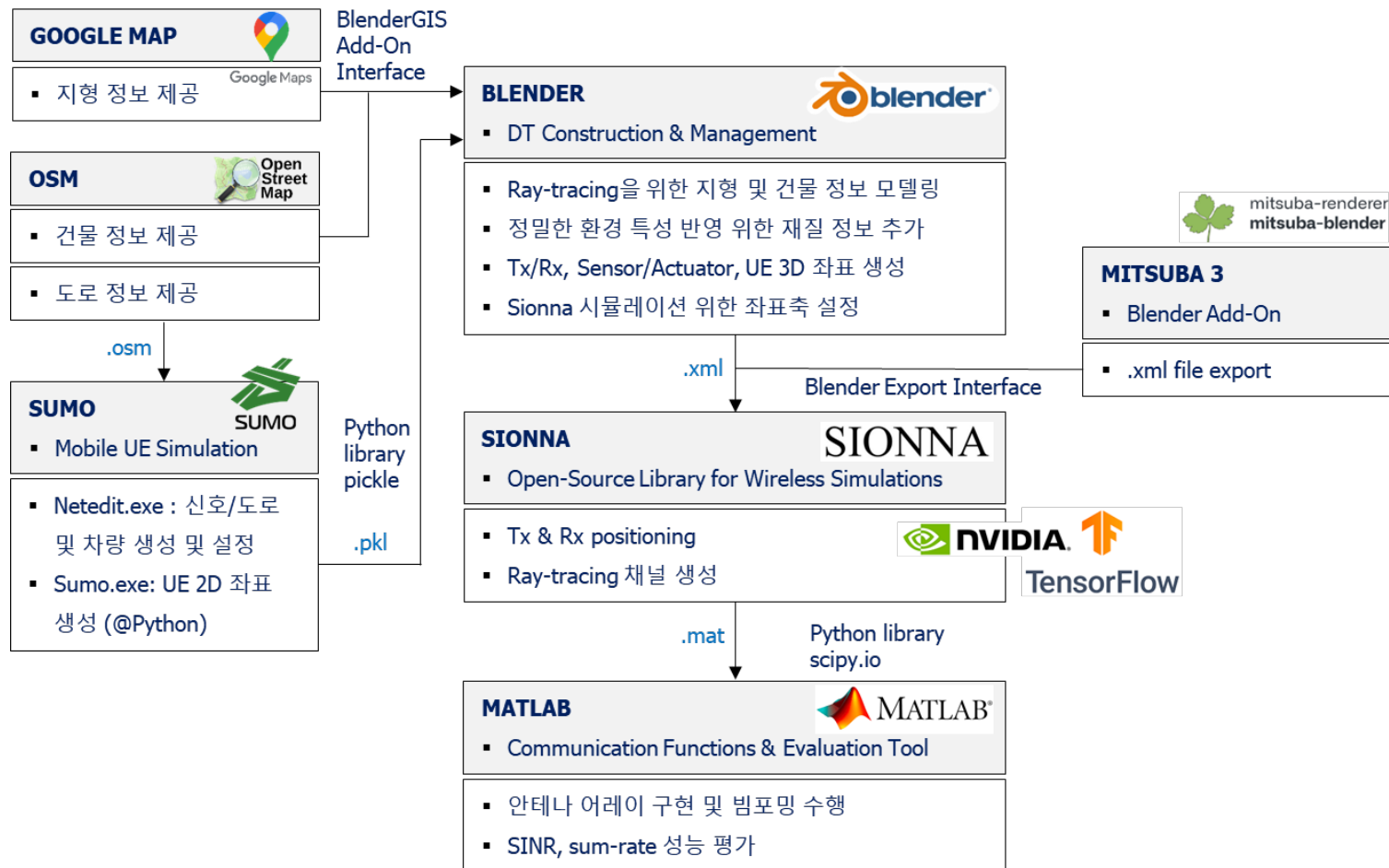
Sionna

Sionna™ is a **TensorFlow**-based open-source library for simulating the physical layer of wireless and optical communication systems. The rapid prototyping of complex communication system architectures is as simple as connecting the desired building blocks, which are provided as **Keras** layers. Using differentiable layers, gradients can be backpropagated through an entire system, which is the key enabler for system optimization and machine learning, especially the integration of neural networks. NVIDIA GPU acceleration provides orders-of-magnitude faster simulation, enabling the interactive exploration of such systems, for example, in **Jupyter notebooks** that can be run on cloud services such as **Google Colab**. If no GPU is available, Sionna will run on the CPU.

Ray Generation & Coverage Map



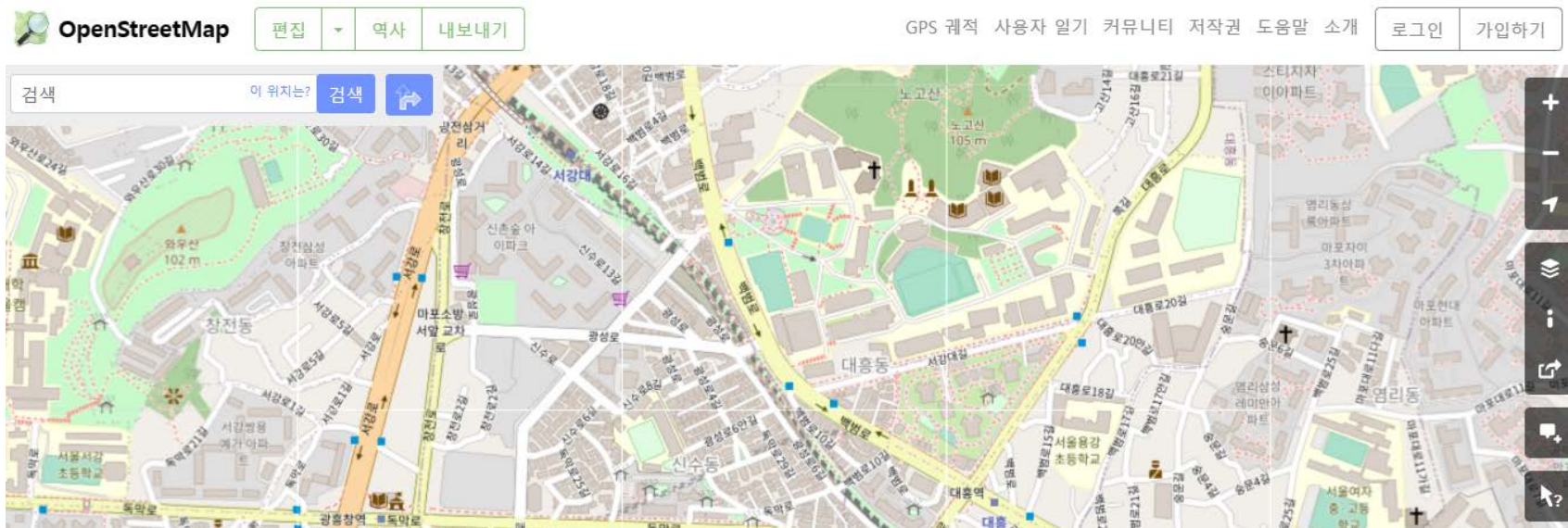
OUTDOOR DT GENERATION



Open Street Map

OSM

- OSM Credit을 밝히는 조건으로 데이터를 자유롭게 복사, 배포, 전송 및 바꿀 수 있는 오픈소스 지도
- 전세계를 범위로 지원하고 있으며, 지역에 따라 정보 편차 존재
- 지형의 높낮이 및 건물, 도로, 철도 정보를 포함하고 있으며, 지형 및 도로 정보는 정확도가 좋지 않아 활용 시 유의가 필요
- 건물 정보 역시 구체적인 모양을 갖추지 있지 않아 활용 시 유의해야 함
- 범위 지정 후 .osm 파일 형식으로 다운받을 수 있음

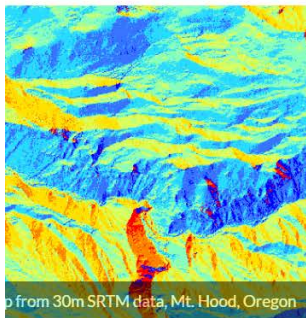


지형 모델링

- 데이터 불러오기: GIS → Web geodata → Basemap → 키보드 G 키 → 원하는 장소 입력 후 OK → 키보드 E 키
- 3D 지형 굴곡 정보 import: <https://opentopography.org/> 계정 생성 후 API 키 발급/복사 → GIS → Web geodata → Get elevation (SRTM) → Open Topology SRTM 90m 선택 → API 키 붙여넣기 → 지형의 굴곡 및 고도를 실제와 맞게 수정
- 지형 굴곡 수정 방법: Blender에서 properties의 'Modifier properties' 클릭 → Strength 0.55로 설정 (구글 어스와 비교 후 설정한 값)



HOME DATA ▾ RESOURCES ▾ LEARN ▾ ABOUT ▾

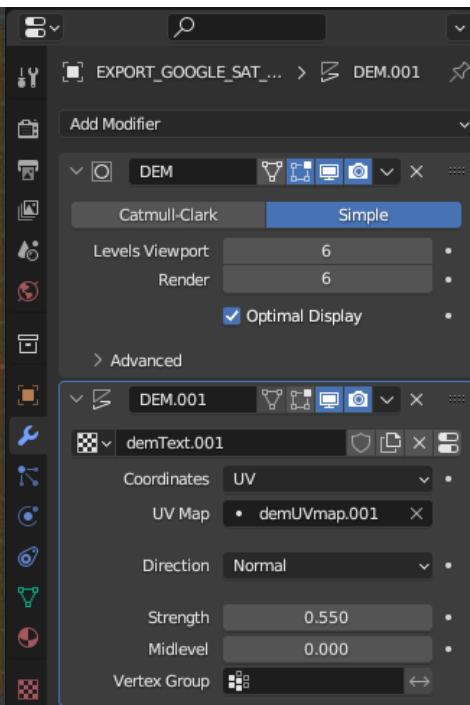


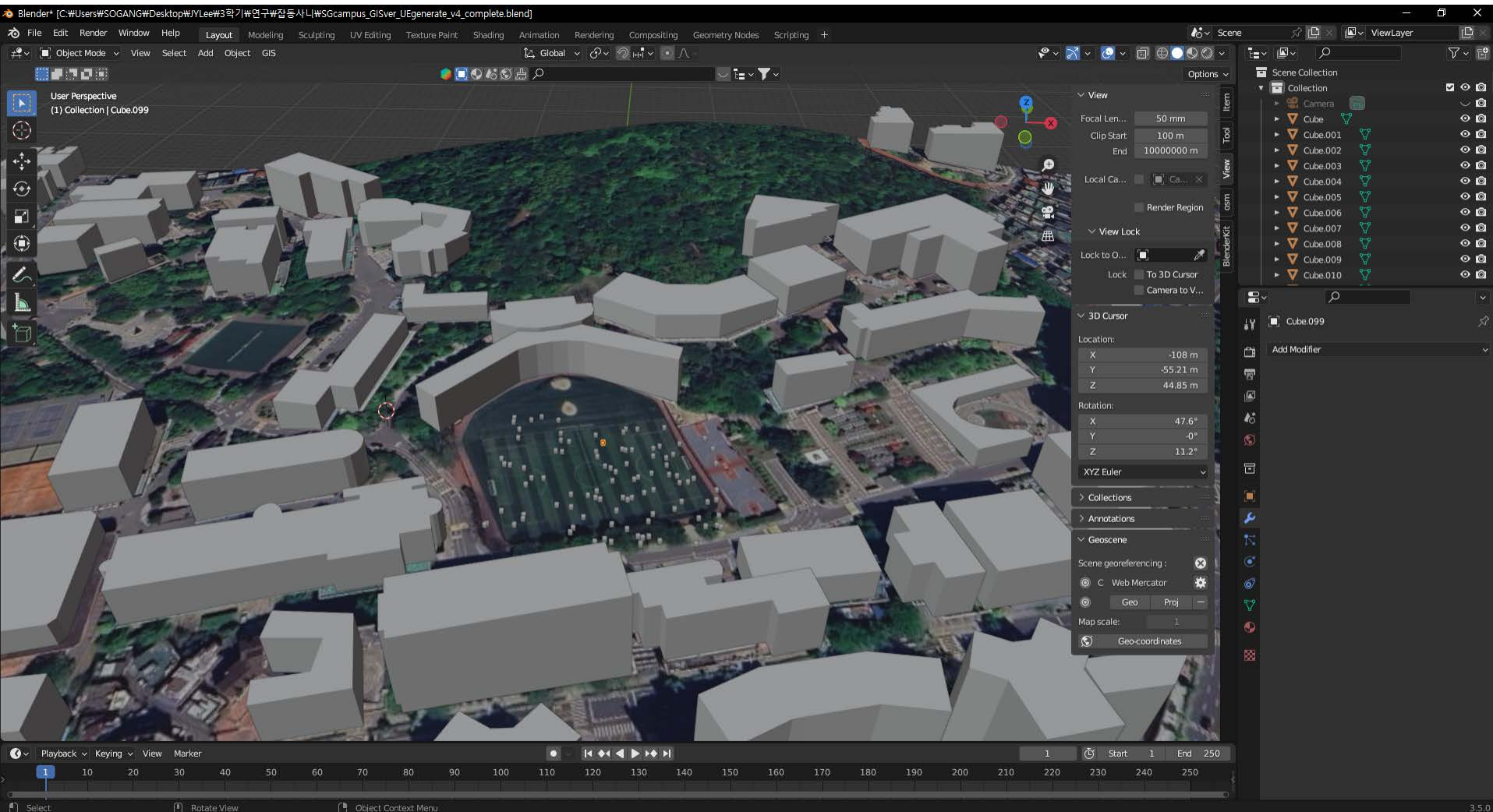
Latest News

New Bay of Plenty, Tasman Bay, and

Mar 7, 2023

OpenTopography has recently added three datasets cover the Southeast coast and the






Simulation of Urban MObility

SUMO

- Simulation of Urban MObility: 차량/대중교통/보행자/오토바이 등을 지원하는 교통 시뮬레이션 소프트웨어
- .osm 파일로부터 .net.xml 파일과 같은 network 파일을 생성 후, 이를 불러와서 도로 생성 및 경로 계산, 교통 시각화 등을 수행
- 이와 같은 정보를 가지고 있는 파일은 .sumocfg 확장자를 가진다.
- SUMO 소프트웨어를 통한 직접적인 접근이 아니더라도 python 코드 등을 이용하여 외부 소프트웨어에서 sumo 실행 가능
- 다운받은 zip 파일 압축풀기 후 bin 폴더에 sumo-gui.exe & netedit.exe 확인

 **SUMO**

About ▾ Downloads Documentation Conference References ▾ Support ▾ Contact

Simulation of Urban MObility

Welcome to Eclipse **SUMO** (Simulation of Urban MObility), an open source, highly portable, microscopic and continuous multi-modal traffic simulation package designed to handle large networks.

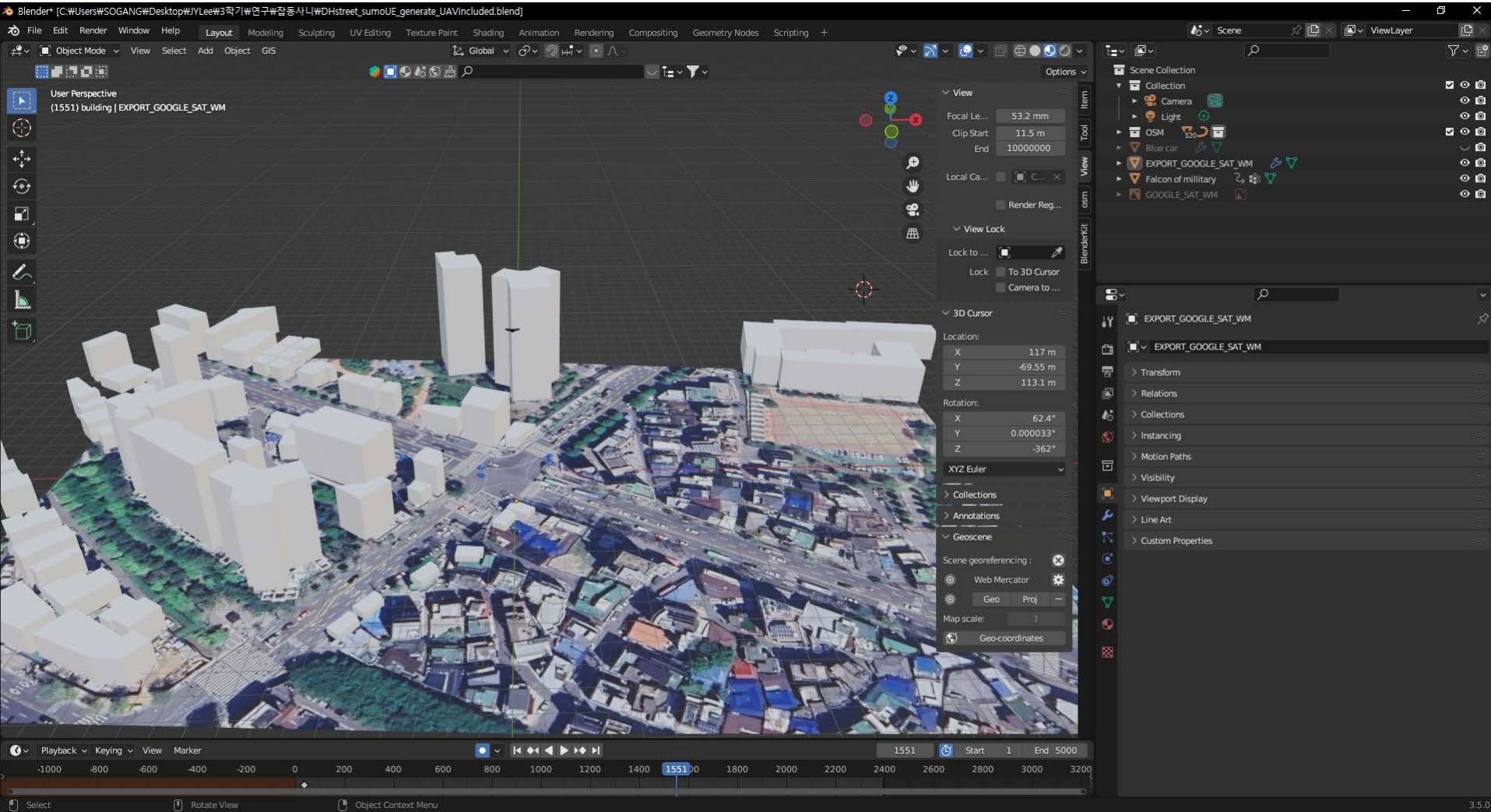
SUMO 1.18.0 for Windows 64-bit ▾

[Latest Development Version \(Nightly Snapshots\) >](#)

[Older releases >](#)

[View on GitHub](#) [☆ Star](#) 2,042 [Fork](#) 1,198





MAPS

Open Street Map

- Worldwide coverage, 3D 건물, 도로, 철도 등을 .osm 파일로 다운
- 목표 지역 범위를 사각형으로 지정, 실제 건물 높이 및 모양과 차이

Google Earth

- Worldwide coverage, 3D 지형 지원 (3D 건물 미지원)

3D-Map-Generator

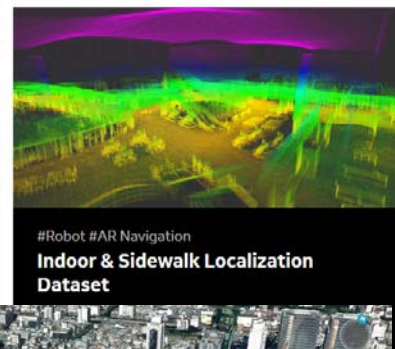
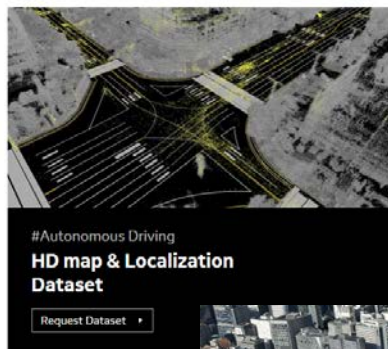
- 2D 데이터 입력 → 실제 지형 및 건물을 포함한 3D 지도를 생성
- 실제 지형과 건물의 높이 정보는 사용자가 직접 수집하여 반영

NAVER-HD 네이버HD지도

- 항공사진 기반 고정밀 3D 지도와 MMS데이터를 융합
- 국내 연구자, 단체는 오픈데이터 무료로 신청가능

VWorld 공간정보오픈플랫폼

- 서울 및 광역시 일부, 3D 지형과 건물 지원
- 몇몇 건물의 실내 모델 구축 (데스크톱 별도 프로그램 설치)
- WebGL 3D지도 플러그인 3D 지도 API 지원



* HD map & Localization Dataset의 산



TOPIS 서울교통정보센터

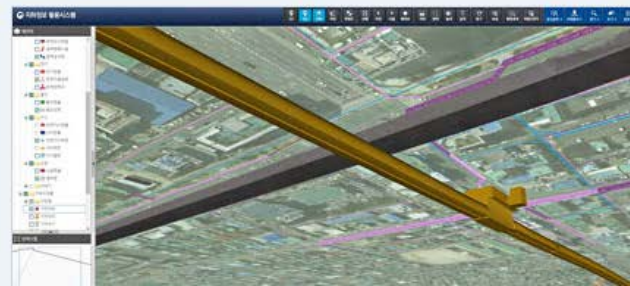
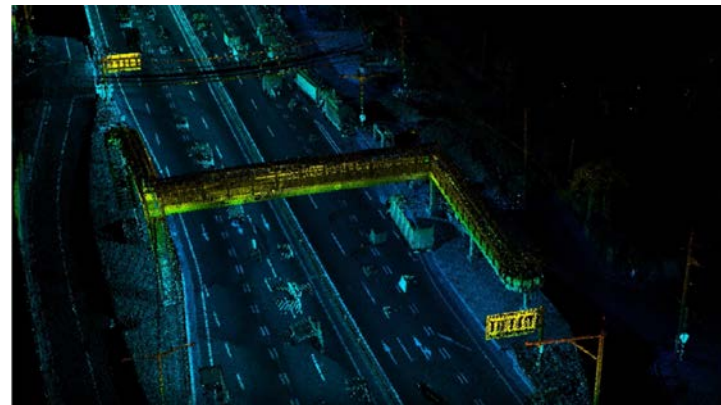
- 교통량/속도, 대중교통, 주차 정보 등 서울시 교통정보 제공
- 자율차 시뮬레이터 제공 (예약 이용 신청)

Map.NGII 국토정보플랫폼 정밀도로지도

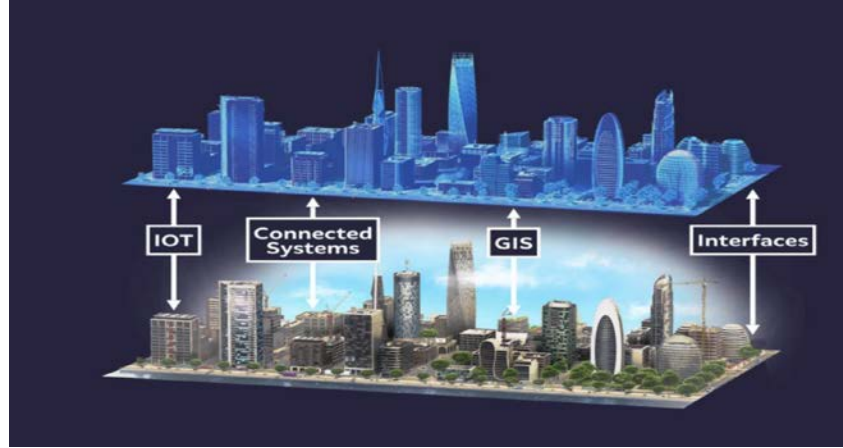
- 고속도로/일반국도 차선, 표지, 도로시설 고정밀 전자 지도
- 차선 단위까지 차량 위치 결정 가능
- 고정밀 내비게이션, 차량안전 시스템 등에 활용
- MMS 측량, 3D 데이터 수집/보정, 3D LAS 생성, 객체도화 작업, 정위 치 편집 및 구조화의 단계로 생성

NSDI 국가공간정보포털 지하공간통합지도

- LX 한국국토정보공사 제작으로 지하시설물(상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방), 지하구조물(지하철, 지하보도, 지하상가, 지하주차장, 공동구), 지반(시추, 관정, 지질) 등 15종의 지하정보를 3D 기반으로 통합 연계 지도 구축
- 공개 제한 정보, 지하안전영향평가 전문기관 공개 신청 가능

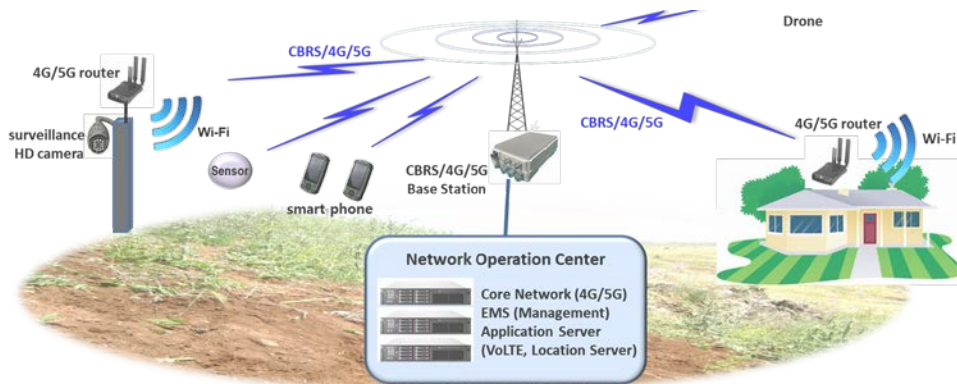
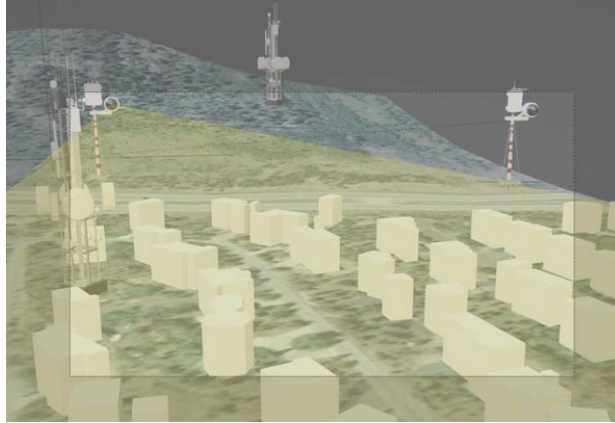


OUTDOOR APPLICATIONS



Wireless & Digital Twin Solutions

for Smart Transportation Systems



Wireless-DT