

# 해외출장복명서

기 간: 2024.12.14 ~ 2024.12.19

출장지: 태국 방콕

출장자: 허용

## I. 출장개요

1. 출 장 지: 태국 방콕

2. 출장기간: 2024. 12. 14 ~ 2023. 12. 19

3. 출 장 자

소속	직급	성명	비고
국토연구원	부연구위원	허용	연구진

4. 출장목적

- “초연결 디지털 국토 실현을 위한 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용 검증 체계 구축 (2단계 3차년도)” 연구성과 발표
- 오픈소스 기반의 공간정보 및 최근 부상하고 있는 디지털트윈 기반의 국토·도시 관련 공간정보 기술 및 정책 동향 파악
- 개방형 공간정보 플랫폼에서 제공하는 공간정보를 이용한 디지털트윈 구축 워크숍 참석

## II. 출장일정

일정 (요일)	출발지	도착지	업무수행내용	접촉예정인물 (직책포함)
12월14일(토)	인천	방콕	(09:15) 인천 출발 (13:15) 방콕 도착	
12월15일(일)			(10:00-13:00) Room: 34-1103 (Floor 11) Building a urban digital twin using open data, open source, and open standard 참석 (14:00-17:00) 34-1103 (Floor 11) LLM (Large Language Model) geospatial python for geospatial analysis in GDAL native environment 참석	
12월16일(월)			(10:00-12:00) Main Plenary Hall Vida GIS의 Aktivmap 프로젝트 등 발표 참관 (13:00-14:00) 포스터 발표 발표자 허용 Geographic object-based image analysis with Orfeo toolbox for detecting illegal cultivation on public land (14:00-17:00) 주제별 발표 참석 ① 오픈소스 GIS ② 디지털트윈 ③ 웹플랫폼 등	
12월17일(화)			(10:00-12:00) 주제별 발표 참석 ① 실시간 데이터 ② 인공지능 공간정보 ③ 일본의 디지털 트윈 활용 사례 등 (15:00-15:30) Main Plenary Hall SAR영상을 이용한 지구 모니터링	
12월18일(수)	방콕		(09:00-12:00) 오픈소스 코드 스프린트 행사 참관 (22:20) 방콕 출발	
12월19일(목)		인천	(04:45) 인천 도착	

### III. 수행사항

1. “초연결 디지털 국토 실현을 위한 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용 검증 체계 구축(디지털 국토정보 R&D사업)”의 연구성과 발표

□ 발표세션: 포스터세션

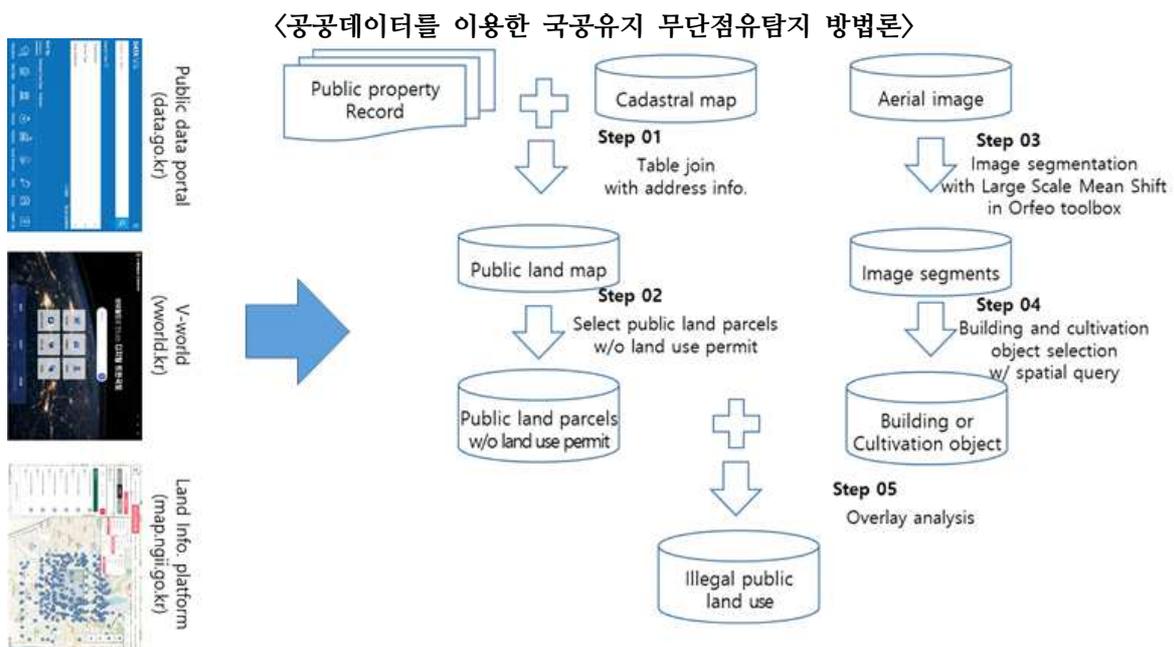
□ 일사·장소: 2024.12.16(월) 13:00-14:00 · 1<sup>st</sup> floor, Innovation Building, Srinakharinwirot Uni.

① 제목: Geographic object-based image analysis with Orfeo toolbox for detecting illegal cultivation on public land

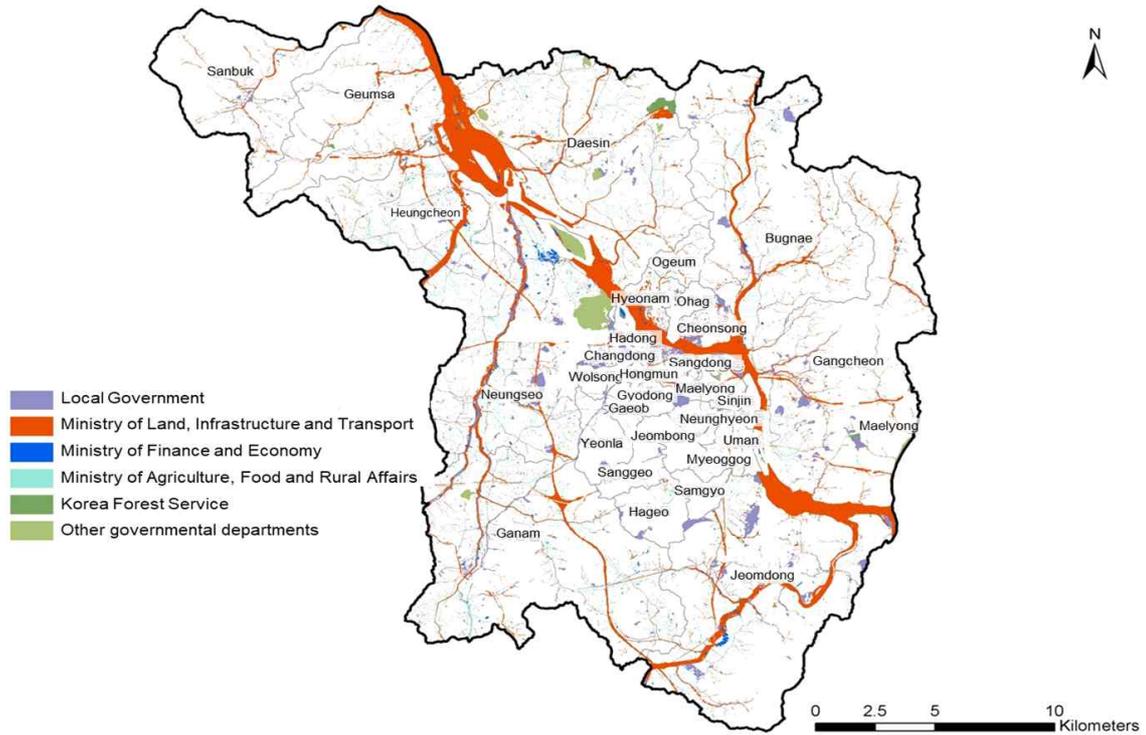
② 연구내용:

- 국가차원의 공공데이터 개방으로 중앙정부 및 지자체 공공데이터가 개방됨에 따라, 브이월드 및 국토정보플랫폼과 같은 공간정보 개방 플랫폼의 데이터와 융복합 활용 가능
- 공간정보 개방 플랫폼에서 제공하는 고해상도 항공영상 및 지적도·지형도와 국공유지 관리 데이터를 융복합하여 무단 점유 및 개발 행위를 신속하고 효율적으로 탐색 가능
- 오픈소스GIS SW인 QGIS의 확장 플러그인으로 고해상도 영상분석 도구인 Orfeo toolbox를 활용하여 개방된 공공 데이터를 활용한 지능화된 국토 관리 활용 가능성 확인

③ 발표자료:



〈경기도 여주시 국공유지 소유현황의 공간정보 구축 결과〉



- 국토지리정보원의 국토정보플랫폼에서 제공하는 25cm 공간해상도의 항공영상에 Orfeo toolbox의 image segmentation 기능을 적용하면 아래 그림의 우측과 같이 유사한 색상을 가지는 객체 단위로 면 객체를 자동 추출
- 추출된 객체의 형상이 직사각형과 유사하면서, 밝기값의 분산이 일정 수준 이내일 경우 인공 지물로 판단하고, 이를 바탕으로 비닐하우스 및 고랑 또는 건축물 탐지 가능 확인

〈국공유지 사용 인허가 기록이 부재한 필지 내 토지 이용을 탐지하기 위한 영상처리 결과〉



④ 현장사진

〈Foss4G-Asia 2024 포스터 발표 사진〉



2. 오픈소스 기반 공간정보 워크숍 참석

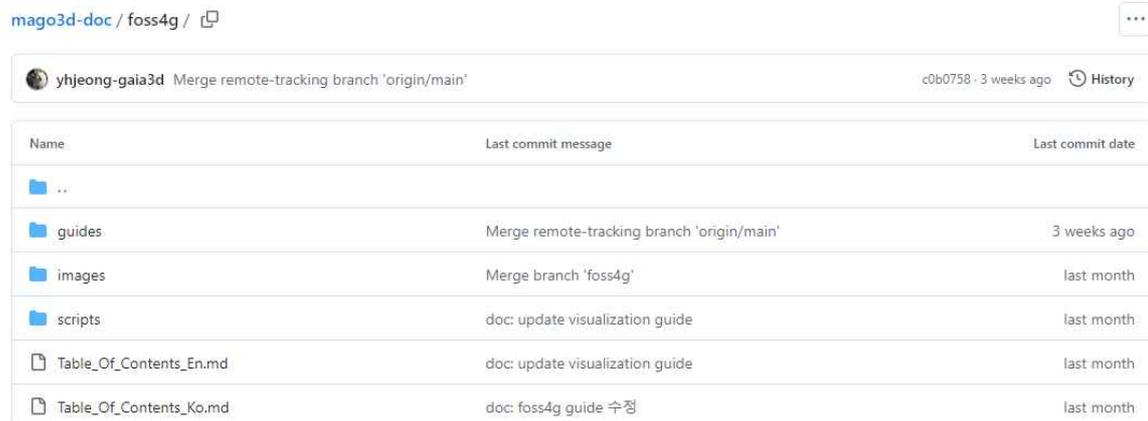
□ 주제: Building a urban digital twin using open data, open source, and open standard, a mago3D way!

□ 일시: 2024.12.15. 09:30-13:30

□ 장소: Room34-1104

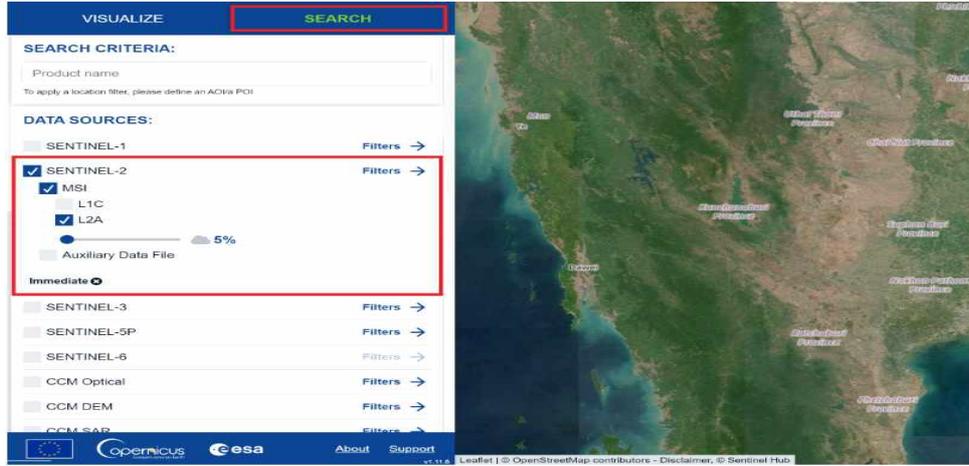
□ 내용:

- 공간정보 개방 플랫폼의 데이터를 활용하여 방콕 시내의 3차원 공간정보 구축 및 시각화 실습  
 〈실습자료 저장소(<https://github.com/Gaia3D/mago3d-doc/tree/main/foss4g>)〉

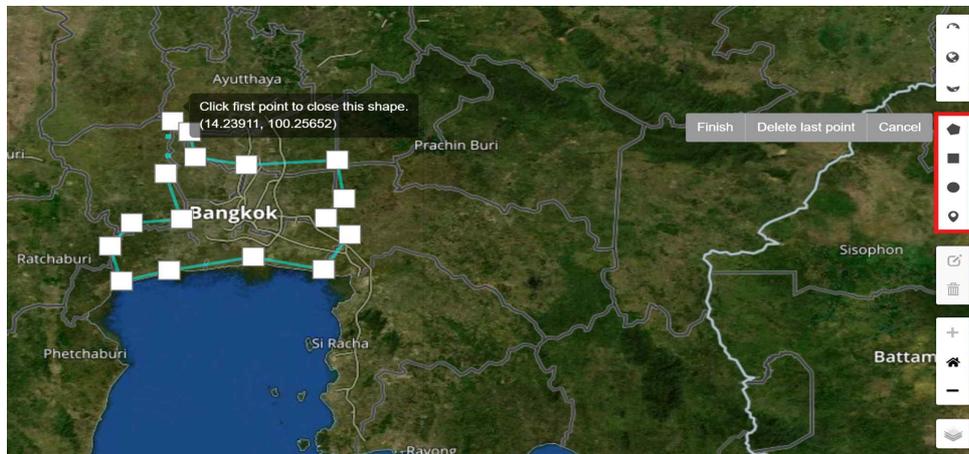


- 공간정보 개방 플랫폼의 데이터를 활용하여 방콕 시내의 3차원 공간정보 구축 기초 자료 획득

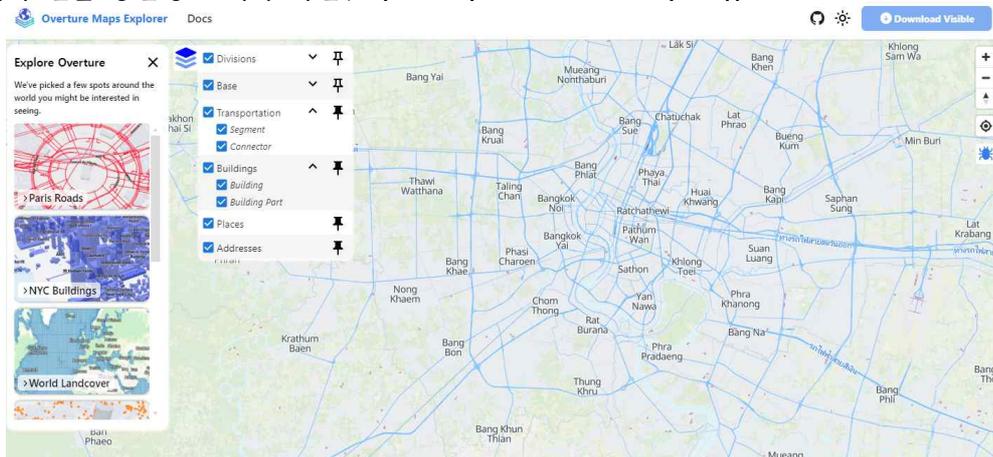
<방콕 지역 고해상도 위성영상 획득 화면(<https://dataspace.copernicus.eu/>)>



<방콕 지역 수치표고모형 획득 화면([search.earthdata.nasa.gov/](http://search.earthdata.nasa.gov/))>



<방콕 지역 건물 공간정보 획득 화면(<https://explore.overturemaps.org/#10.35/13.651/100.4304>)>



○ 3차원 공간정보 구축을 위한 기초 자료 변환 및 융복합 코드 실습

〈3차원 공간정보 구축을 위한 기초 자료 변환 목적〉

Original Filename	Before Conversion	After Conversion	Reason for Conversion
khlongtoei_building.geojson	GeoJSON	3DTiles	To smoothly render in mago3D according to OGC standards
khlongtoei_transportation.geojson	GeoJSON	Geopackage	To convert geojson to a suitable format for GeoServer
T47PPR_20240430T033541_TCI_10m.jp2	JP2	GeoTiff	To convert satellite imagery to a suitable format for GeoServer

〈기초 자료 변환을 위한 주요 코드(일부)〉

```
docker run --rm ^
-v C:\mago3d\workspace:/data ghcr.io/osgeo/gdal:ubuntu-full-3.9.0 ogr2ogr ^
-f "GeoJSON" /data/khlongtoei_num_floors.geojson /data/khlongtoei_building.geojson ^
-sql "SELECT num_floors * 3.3 AS height FROM khlongtoei_building WHERE height IS NULL"
```

```
docker run --rm ^
-v C:\mago3d\workspace:/data ghcr.io/osgeo/gdal:ubuntu-full-3.9.0 ogr2ogr ^
-f "GeoJSON" /data/khlongtoei_building.geojson /data/khlongtoei_height.geojson
```

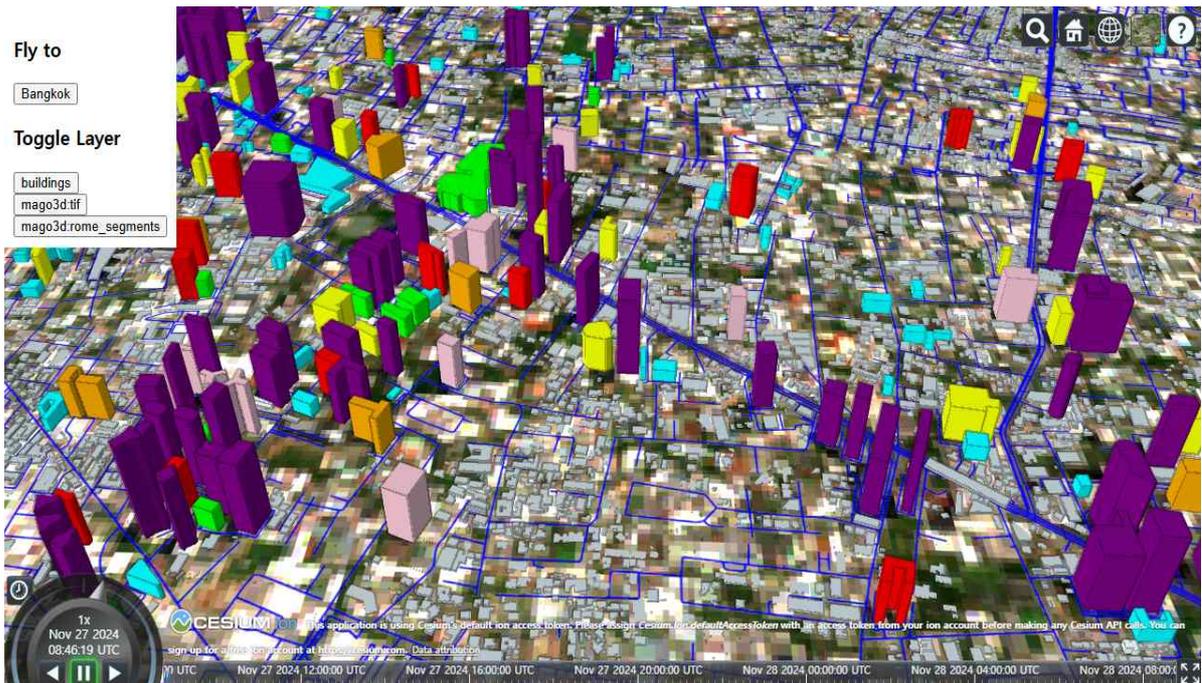
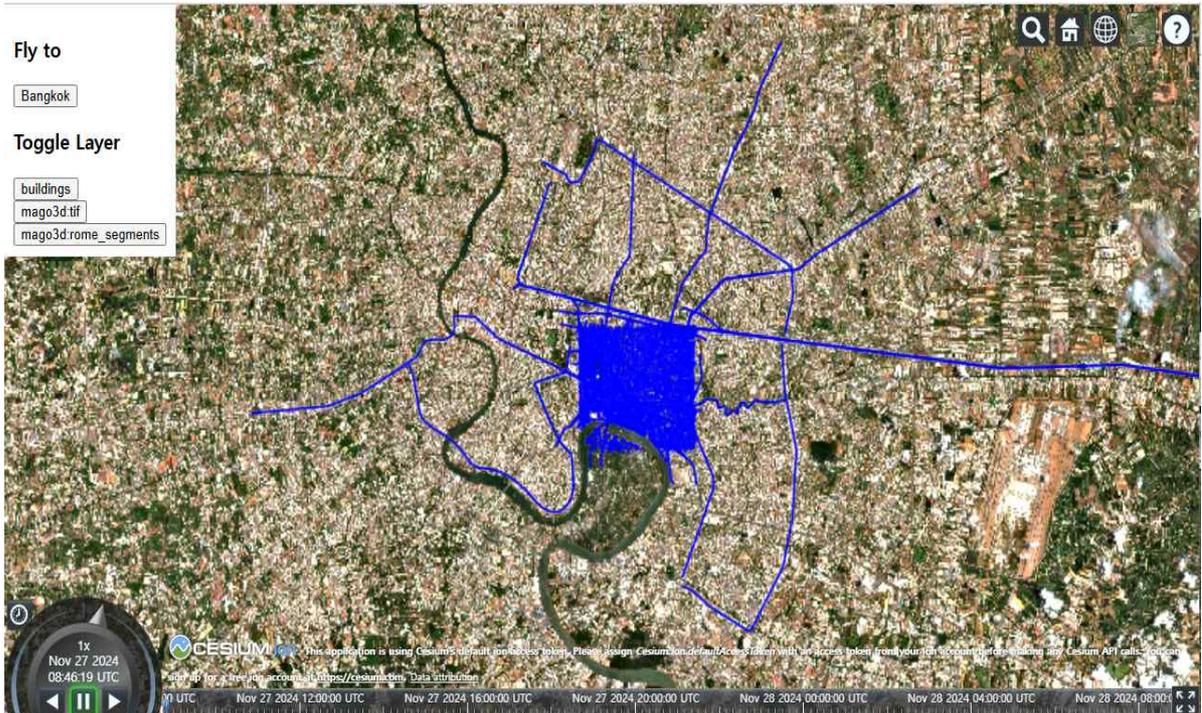
```
docker run --rm ^
-v C:\mago3d\workspace:/data ghcr.io/osgeo/gdal:ubuntu-full-3.9.0 ogr2ogr ^
-f "GeoJSON" -append /data/khlongtoei_building.geojson /data/khlongtoei_num_floors.geojson
```

〈Geo-Sever 데이터 업로드 주요 코드(일부)〉

```
const layers = {};
const addLayer = (layerName) => {
  const layer = new Cesium.ImageryLayer(
    new Cesium.WebMapServiceImageryProvider({
      url: geoserverUrl,
      layers: layerName,
      minimumLevel: 0,
      parameters: {
        service: "WMS",
        version: "1.1.1",
        request: "GetMap",
        transparent: "true",
        format: "image/png",
        tiled: true
      }
    })
  );
  viewer.scene.imageryLayers.add(layer);
  layers[layerName] = layer;
};
addLayer(resource_2d);
addLayer(resource_transportation);
```

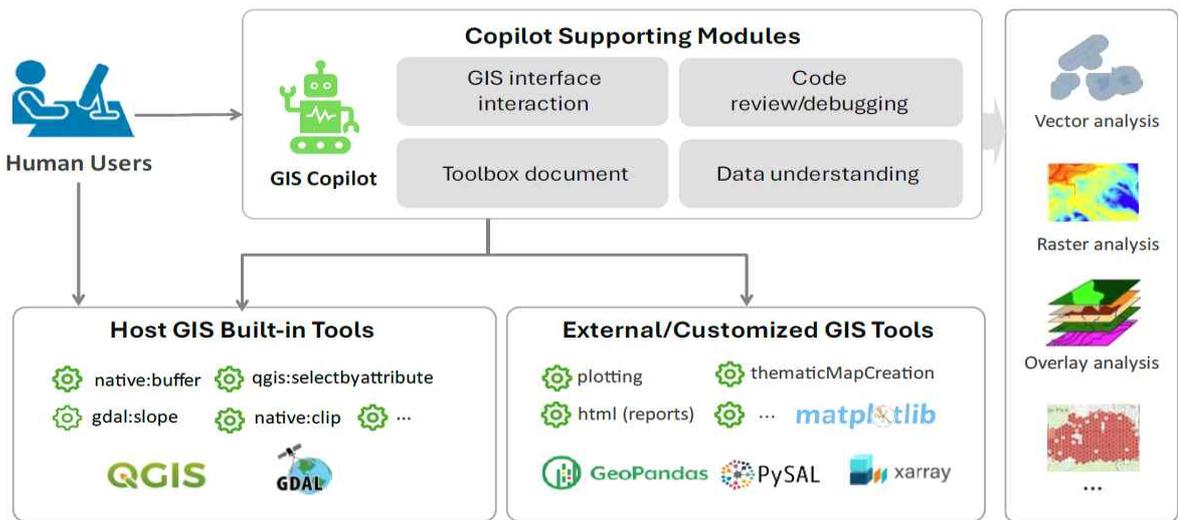
- Cesium 기반 3차원 공간정보 시각화 및 데이터 확인: 방콕 시내 3차원 도시 시각화를 미국, 유럽 등 공간정보 제공 플랫폼으로부터 획득한 공간정보를 이용하여 수행

〈방콕 지역의 3차원 공간정보 기반 디지털트윈 시각화 결과〉



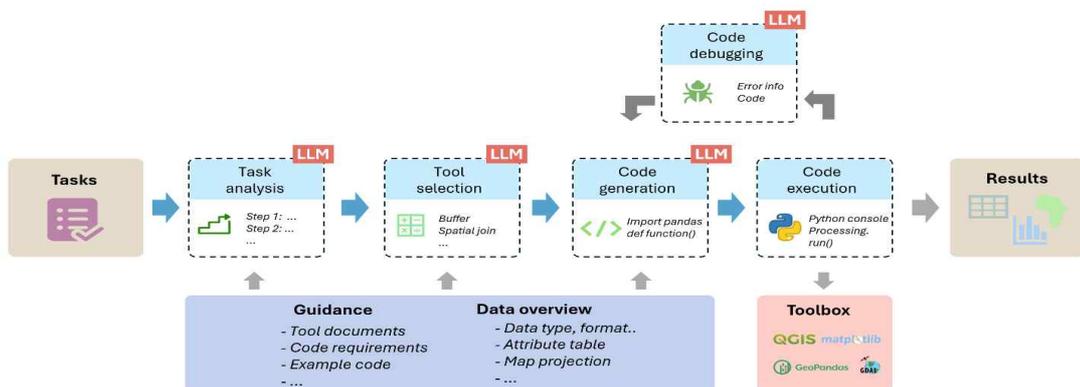
- 주제: LLM (Large Language Model) geospatial python for geospatial analysis in GDAL native environment
- 일시: 2024.12.15. 14:00-18:00
- 장소: Room34-1104
- 내용:
  - 오픈소스 기반의 GDAL(Geospatial Data Abstraction Library) 환경에서 co-pilot과 LLM 기능을 활용하기 위한 실습

〈GIS와 co-pilot 연계 체계 예시〉



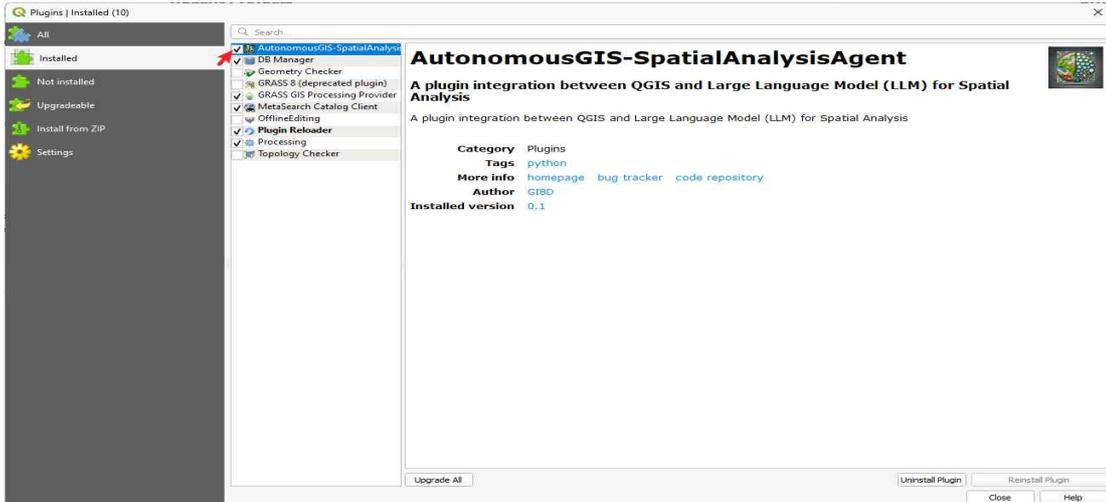
- co-pilot을 이용하여 GIS 공간분석을 위한 분석 함수를 대화형으로 생성하여, 업무 생산성 향상 가능

〈QGIS 환경에서 co-pilot 연계 방법 예시〉

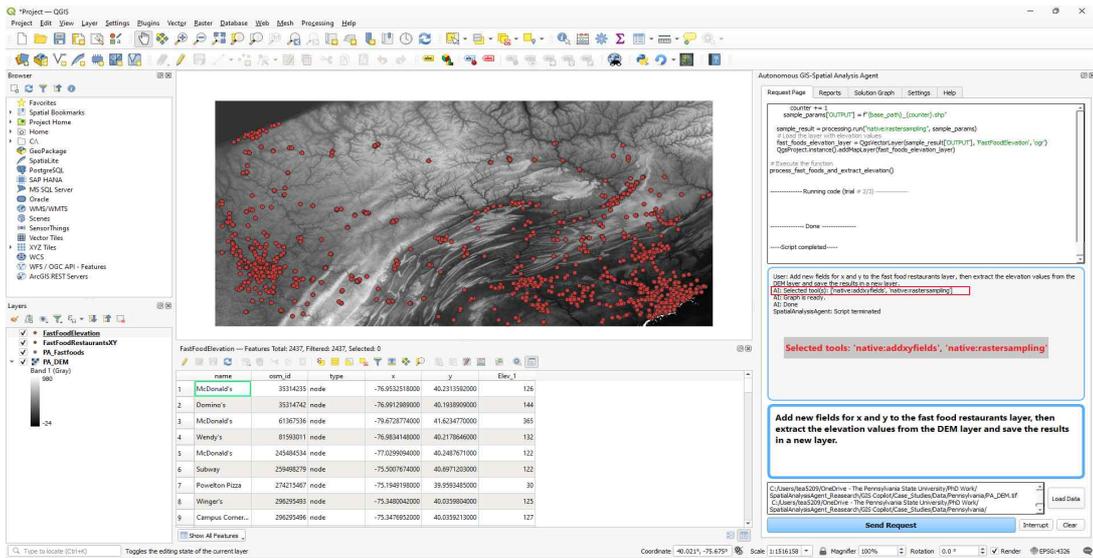


- QGIS 환경에서 LLM을 적용하여 대화형(영어)으로 사용자가 요구하는 분석을 요청하면, QGIS 분석 함수를 자동으로 적용하여 분석 결과 출력

### <QGIS 플러그인 함수인 AutonomousGIS-SpatialAnalysisAgent 설치 화면>



### <QGIS 플러그인 함수인 AutonomousGIS-SpatialAnalysisAgent 적용 화면>



- QGIS 환경에서 LLM을 적용하여 대화형(영어)으로 사용자가 요구하는 분석을 요청하면, QGIS의 데이터 처리 또는 분석 기능을 수행하기 위한 명령문을 자동으로 생성함

### 3. 공간정보 정책 및 기술 조사

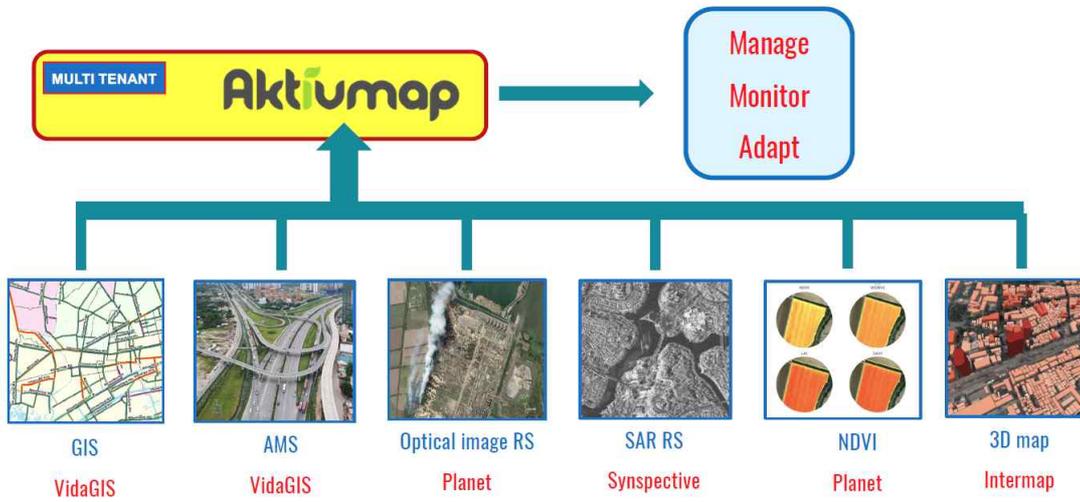
#### 3.1 Vida GIS의 Aktivmap 프로젝트

□ 일시: 2024.12.16. 10:00-11:00

□ 장소: 메인 행사장

- Vida GIS는 2003년 베트남과 덴마크의 공간정보 전문가들이 설립한 업체로, Aktivmap 솔루션은 GIS 중심의 기업용 기업 자산 관리 시스템(EAMS)으로 개발됨
- Aktivmap은 계획, 구매, 설치, 운영, 유지 관리부터 교체 또는 폐기까지 자산의 전체 수명주기에 걸쳐 공간정보 기술을 활용하여 인프라 자산, 기계 및 장비를 관리, 추적 및 분석

#### 〈Aktivmap 주요 데이터 구성 요소〉



#### 〈Aktivmap을 이용한 기반시설 관리 사례〉

- Subjects of management: Transport infrastructure, transport, investment projects, violations, traffic accident black spots, houses, planning.
- Transport infrastructure management by line/ management unit/ block/ station with a detailed table of asset volume quantity.

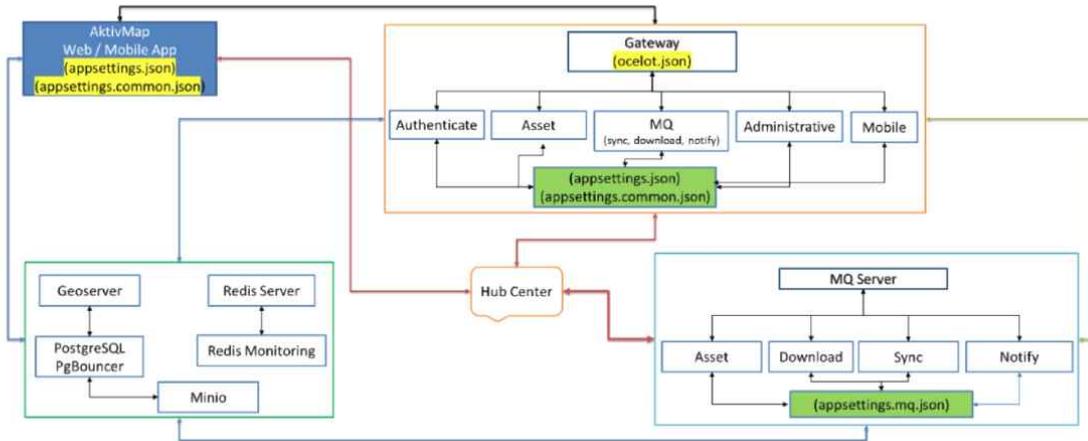
Tuyến đường/số	Chiều dài	Đơn vị	Đường chính (trên địa bàn)
Hà Nội - TP. Hồ Chí Minh	1.859,75	Công ty CP Đường sắt Hà Nội	124,93
Yên Bái - Lào Cai	294,09	Công ty CP Đường sắt Hà Nội	152,03
Gia Lâm - Hà Nội	16,32	Công ty CP Đường sắt Hà Nội	163,56
Hà Nội - Bình Định	162,84	Công ty CP Đường sắt Hà Nội	209,86
Hải Phòng - Lào Cai	21,45	Công ty CP Đường sắt Việt Nam	117,61

- Transport infrastructure management on map:
  - Unlimited management objects.
  - Visualize data on a map.
  - Exact location of assets on map.
  - Detailed info, technical records, historical info of each asset.



- Aktivmap의 시스템은 오픈소스 GIS 기술을 최대한 활용하기 위하여 Geosever, Redis Server, PostgreSQL 등의 기술과 연계되어 작동

〈Aktivmap 시스템 구조〉



- Aktivmap uses a series of the most modern and advanced technologies today.
- The combination of multiple technologies allows the system to be opened and customized quickly, increasing the speed of system development, data upload speed, and system performance.



### 3.2 오픈소스 기반의 OGC 3D 서비스 기술

□ 일시: 2024.12.16. 15:00-16:00

□ 장소: 메인 행사장

- 국제공간정보표준 기구인 OGC(Open Geospatial Consortium)은 3차원 공간정보 표준 형식으로 3D Tiles를 발표하고, 시각화 서비스와 함께 다양한 데이터 상호 연계가 가능하도록 기술 개발

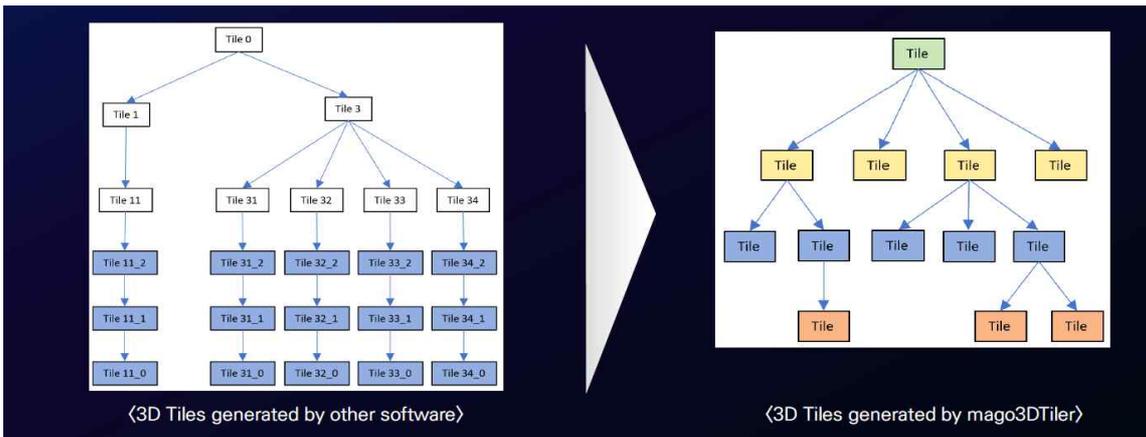
## 〈OGC 3D Tiles 소개〉

**3D Tiles - A standard specification announced by the OGC(Open Geospatial Consortium)**

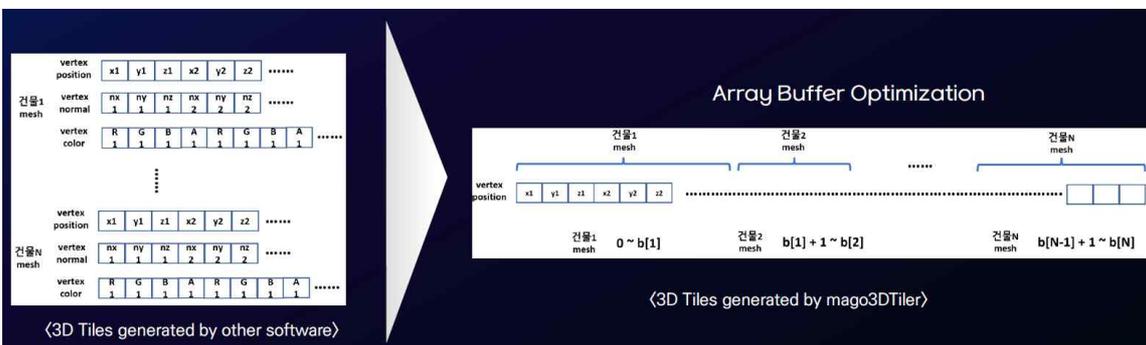
- Designed for streaming and rendering massive 3D geospatial content. (3D model, Points Cloud, etc.)
- It defines a hierarchical data structure and a set of tile formats which deliver renderable content.
- It does not define explicit rules for visualization of the content. A client may visualize 3D Tiles data however it sees fit.

- 최근 디지털트윈 기술의 발전과 함께 대용량 3차원 공간정보 구축 및 활용이 증가함에 따라 3D Tiles의 자료 구조를 효율화하여 대용량 공간정보의 시각화를 효율적으로 수행하기 위한 최적화 기술 적용 중

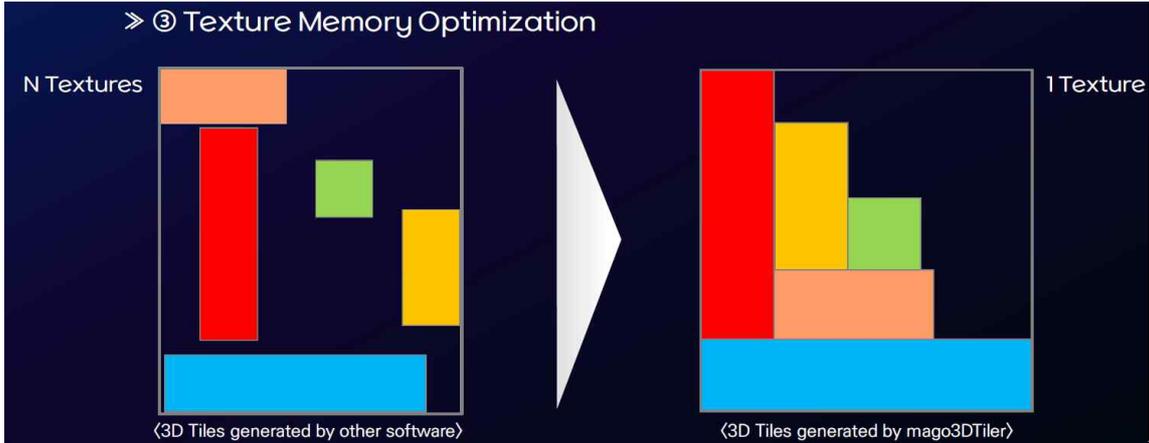
### 〈Optimization method 1: 3D tiles with a more parent-child structure〉



### 〈Optimization method 2: Batching optimization〉



〈Optimization method 3: Texture memory optimization〉



- 입면체와 같은 3차원 공간정보의 경량화 기술에 비하여 메쉬 데이터 및 점군(point cloud) 데이터와 같은 비정형 데이터의 활용이 증가함에 따라 이들 데이터의 최적화 기술 개발 중

〈비정형 3차원 공간정보의 최적화 방안〉

- Distribute points according to the area and depth of each tile.
- Reduce data size using quantized coordinate method.
- Use fewer points by adjusting pixel size during visualization.

Points belonging to different tiles (distinguished by bounding box and coloring)

Display the same number of points with different pixel sizes.

- 비정형 데이터 자체의 압축 방안을 추가 연구가 필요하며, 시각화에 한정하여 최적화를 수행하기 위하여 3차원 입체 큐브와 같이 축척별 시각화 데이터를 사전에 구축하고, 축척에 따라 사전에 구축된 데이터를 이용하여 시각화 서비스를 제공하는 방안 추진 중

3.3 일본 Mspace의 디지털 트윈 활용 사례

□ 일시: 2024.12.17. 11:00-12:00

□ 장소: Room34-1102

- 일본의 Mspace는 도시 및 토목 분야 디지털트윈 활용을 위하여 3차원 공간정보 기반의 가상

도시를 설계도면을 활용하여 구축하고, 이 과정에서 필요한 데이터파이프라인 기술 개발

〈지진 발생 시 건축물 영향 분석 활용 사례〉



- AutoCad 사의 Rabbit, Civil3D 등의 SW의 파일을 입력받아 3차원 공간정보를 구축하는 기술을 IFC와 CityGML 간의 데이터 변환 표준 기반으로 개발
- 일본 국토교통성에서 추진 중인 중인 플루토 프로젝트와 연계하여 측량 분야, 설계 분야, 도시 분야 등 다양한 분야의 데이터를 상호 융복합할 수 있는 플랫폼을 목표로 기술 개발 추진

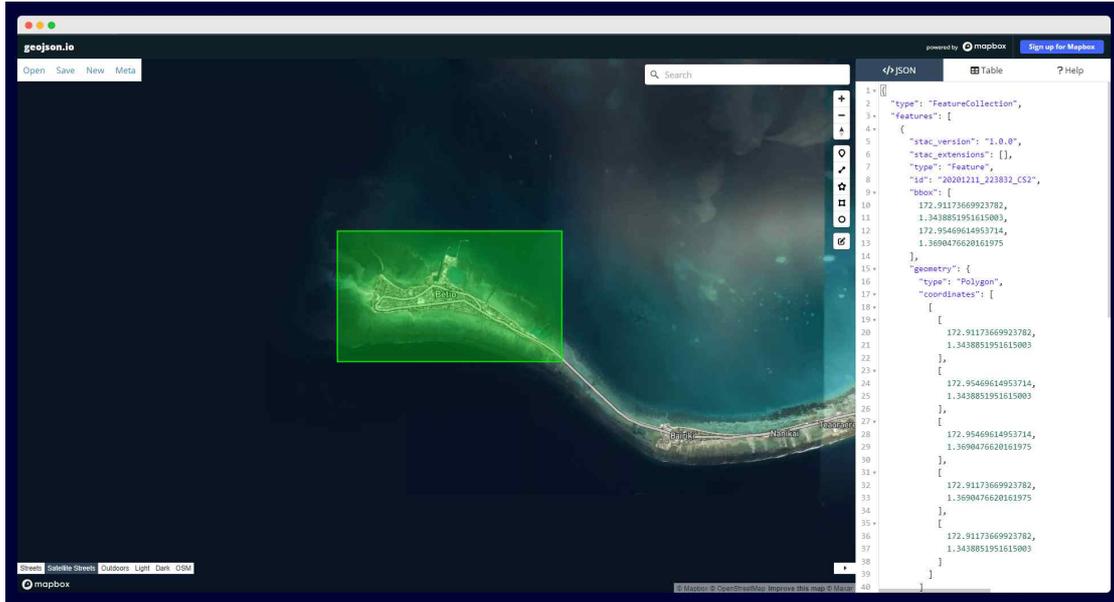
### 3.4 공간정보 데이터의 시공간 카탈로그 서비스

□ 일시: 2024.12.17. 09:30-09:45

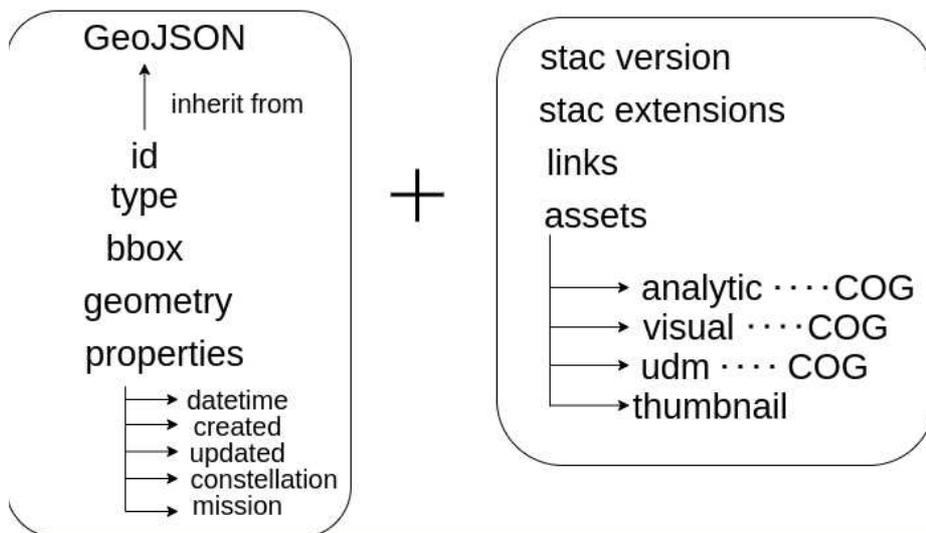
□ 장소: Room34-1102

- 영상 및 지도와 같은 다양한 공간정보의 시계열 데이터가 수집 관리됨에 따라 이들 데이터를 효과적으로 관리하기 위한 SpatioTemporal Asset Catalog (STAC) 서비스 필요
- STAC은 공간정보 개방 및 유통을 위한 FAIR 원칙(Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable)을 실현하기 위하여 모든 데이터 사용자가 필요한 정보를 효과적으로 검색하고 접근할 수 있는 지원 체계로서 개발되고 있음

## <위성영상의 STAC 서비스 화면 및 데이터 관리 구조>



### STAC Item



- 현재 태국에서는 STAC가 GISTDA 재난 관리 플랫폼 의사결정 지원 시스템에 적용되고 있는데, 홍수 지역, 열 활동 및 가뭄 지수와 관련된 지도 데이터를 카탈로그화하여 서비스 중

### 3.5 SAR영상을 이용한 지구 모니터링

□ 일시: 2024.12.17. 15:00-15:30

□ 장소: 메인 행사장

- 가시광선 파장을 이용한 일반적인 위성영상과 달리 주야 및 기상조건의 영향을 받지 않는

SAR(Synthetic-aperture radar) 위성영상의 활용이 증가하고 있음

- EU를 중심으로 환경관련 지구관측(Earth Observation)용 SAR 위성영상의 활용이 증가함에 따라 SAR 영상을 제공받을 수 있는 플랫폼(<https://dataspace.copernicus.eu>) 및 활용 기술이 공개됨에 따라 활용 저변 확대

〈Copernicus 데이터 플랫폼에서 제공하는 Sentinel 위성영상 현황〉



**Sentinel-1**

The Sentinel-1 mission comprises a constellation of two polar-orbiting satellites, operating day and night. These satellites use C-band synthetic aperture radar imaging, which allows them to capture images in all weather conditions.

VISIT SENTINEL-1 FOR MORE INFORMATION.

**Sentinel-2**

The Copernicus Sentinel-2 mission consists of two polar-orbiting satellites that are positioned in the same sun-synchronous orbit, with a phase difference of 180°.

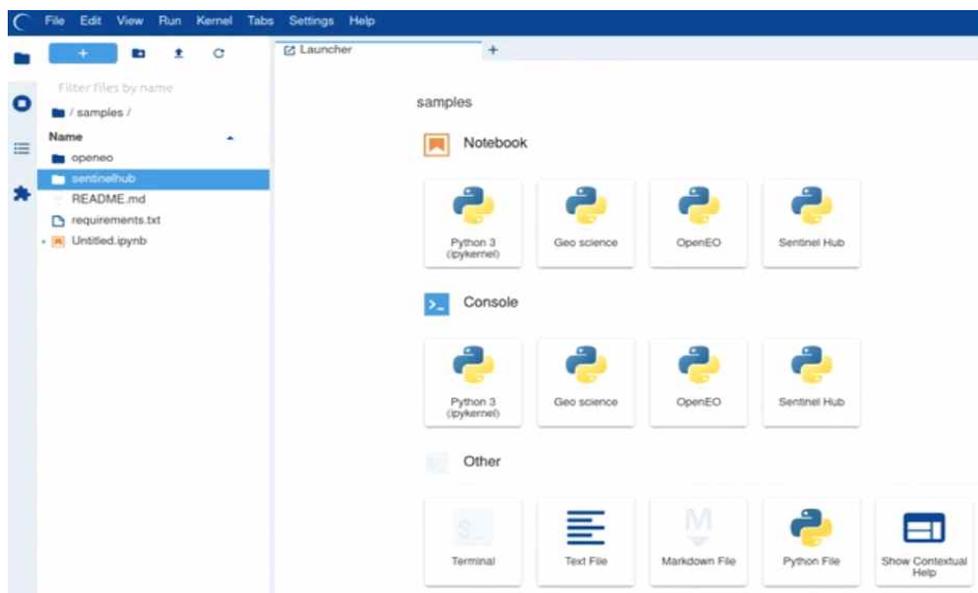
It aims to monitor changes in land surface conditions. The satellites have a wide swath width (290 km) and a high revisit time. This capability will support monitoring of changes on the Earth's surface.

VISIT SENTINEL-2 FOR MORE INFORMATION.



- Python 기반의 클라우드 데이터 서비스를 제공함으로써 대용량 데이터의 처리 및 분석을 위한 고성능 가상머신을 온라인 상에 제공하고 있으며, 관련 소스코드 등도 제공

〈Copernicus Jupyter Notebook 서비스 화면〉



### 3.6 오픈소스 코드 스프린트 행사

□ 일시: 2024.12.18. 10:00-12:00

□ 장소: 메인 행사장

○ 행사와 관련되어 프로그램 코딩과 관련된 논의

- SAR 영상의 활용 및 방콕 지역 3차원 공간정보구축에 필요한 위성영상을 제공한 Copernicus Data Space Ecosystem Data을 API 기능을 활용하여 접속하여 데이터 확보 방안을 추가 질의하여 관련 소스코드를 확인할 수 있는 링크([https://github.com/Gaia3D/mago3d-doc/blob/main/foss4g/guides/english/2\\_Processing\\_Guide\\_En.md](https://github.com/Gaia3D/mago3d-doc/blob/main/foss4g/guides/english/2_Processing_Guide_En.md))을 제공받고, 관련 기술 논의

- 공간정보 분야의 대용량 언어 모델 활용과 관련된 소스코드 및 기술 자료를 확인할 수 있는 링크(<https://github.com/gladcolor/LLM-Geo>)를 제공받고, 관련 기술 동향 논의

#### 〈GitHub의 LLM-Geo 링크 화면〉

The screenshot displays the GitHub interface for the repository 'gladcolor / LLM-Geo'. At the top, there are navigation links for Product, Solutions, Resources, Open Source, Enterprise, and Pricing, along with a search bar and 'Sign in' / 'Sign up' buttons. Below this, the repository name 'gladcolor / LLM-Geo' is shown with 'Public' status, and statistics for Notifications, Forks (53), and Stars (307). The main content area features a 'Code' dropdown menu and a 'Go to file' search bar. A list of recent commits is visible, including 'Update README.md' by gladcolor 273b15b - 2 weeks ago (151 Commits), and several other commits related to file additions and corrections. The right sidebar contains an 'About' section with a note 'No description, website, or topics provided.', a 'Readme' link, 'GPL-3.0 license', 'Activity', '307 stars', '12 watching', and '53 forks'. Below this are sections for 'Releases' (No releases published) and 'Packages'.

## IV. 증빙서류

### 출장 항공권

<b>현대아산주식회사</b> EOMJEONGYUN TEL. 02-3669-3033   FAX. 02-3669-3034 ejy3033@hdasan.com		Provided by <b>TOPAS</b> <b>전자항공권 발행확인서</b> e-Ticket Itinerary & Receipt 항공권 발행일 : 2024년 12월 05일		
<b>승객성명</b> Passenger Name HUH/YONG MR (KE11481782****)	<b>항공권번호</b> Ticket Number 1806200333265	<b>예약번호</b> Booking Reference 6S7DE2		
<b>1</b>	<b>서울 ICN</b> Incheon international Terminal No: 2 <b>14DEC24(토)09:15</b> (Local Time)		<b>방콕 BKK</b> Suvarnabhumi intl Terminal No: - <b>14DEC24(토)13:15</b> (Local Time)	<b>KE0657</b> 예약번호: 6S7DE2 Operated by KE KOREAN AIR
대한항공은 인천공항 제2여객터미널 에서 운영합니다.				
<b>예약등급</b> Class Y(일반석)	<b>예약상태</b> Status OK (확약)	<b>비행시간</b> Flight Time 6시간		
<b>운임</b> Fare Basis YRT	<b>항공권 유효기간</b> Validity ~ 14DEC25	<b>SKYPASS 마일리지</b> SKYPASS Miles 2286		
<b>보류수하물</b> Baggage 1PC	<b>기종</b> Aircraft Type AIRBUS A380-800	<b>좌석번호</b> Seat Number 32E		
<b>2</b>	<b>방콕 BKK</b> Suvarnabhumi intl Terminal No: - <b>18DEC24(수)21:30</b> (Local Time)		<b>서울 ICN</b> Incheon International Terminal No: 2 <b>19DEC24(목)04:45</b> (Local Time)	<b>KE0658</b> 예약번호: 6S7DE2 Operated by KE KOREAN AIR
<b>예약등급</b> Class M(일반석)	<b>예약상태</b> Status OK (확약)	<b>비행시간</b> Flight Time 5시간 15분		
<b>운임</b> Fare Basis MKE0ZRKS	<b>항공권 유효기간</b> Validity ~ 14DEC25	<b>SKYPASS 마일리지</b> SKYPASS Miles 2286		
<b>보류수하물</b> Baggage 1PC	<b>기종</b> Aircraft Type AIRBUS A380-800	<b>좌석번호</b> Seat Number 30K		

### 학회 등록증

Receipt from foss4gasia Receipt #1377-7429		
<b>Amount paid</b> B8,700.00	<b>Date paid</b> Dec 16, 2024, 11:46:59 AM	<b>Payment method</b> <b>MasterCard</b> - 8439
<b>SUMMARY</b>		
FOSS4G Asia 8700 × 1		B8,700.00
<b>Amount charged</b>		<b>B8,700.00</b>

If you have any questions, contact us at [sarawut.art@gmail.com](mailto:sarawut.art@gmail.com).

Something wrong with the email? [View it in your browser.](#)