현실을 데이터로 전환하는 기술
ArcGIS: Reality Mapping

한국에스리 김치성

목차

01 Beyond the map

02 촬영 기술 요소

03 ArcGIS Reality 기술 소개

04 Reality Demo

SECTION 01

Beyond the Map

현실을 데이터로, 공간을 디지털로

SECTION 01 **Beyond the Map**

현실을 데이터로, 공간을 디지털로

우리는 현실을 얼마나 정확하게 표현하고 있을까?







건물의 위치는 알고 있다.

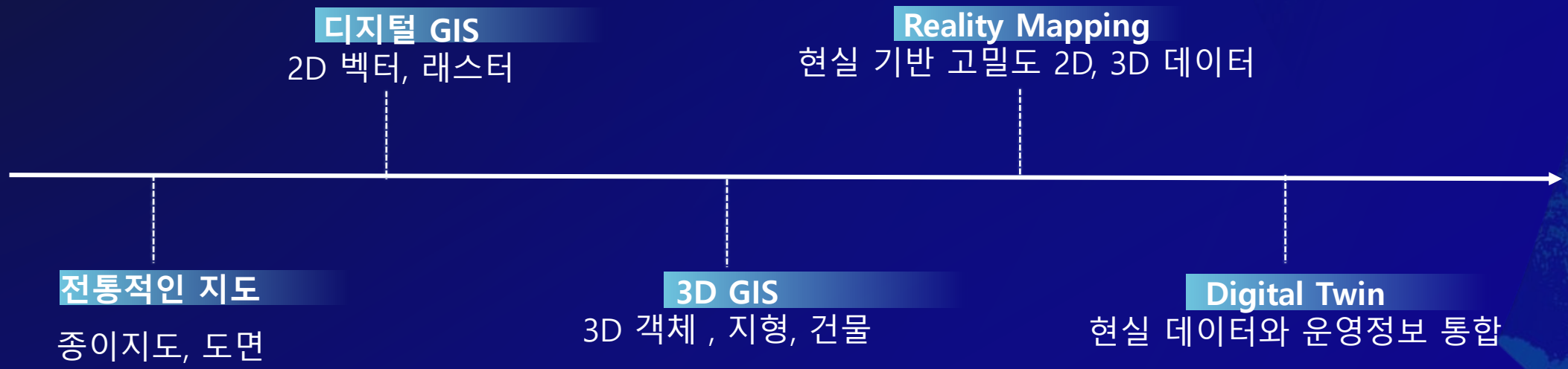
건물의 외형은 얼마나 정확하게 알고 있을까?

지형의 높낮이와 구조물의 입체적인 관계는?

우리가 가진 지도는 현실을 얼마나 담고 있을까?

SECTION 01 **Beyond the Map**
현실을 데이터로, 공간을 디지털로

GIS 기술적 확장: 공간정보 표현력과 활용 범위



SECTION 01 **Beyond the Map**
현실을 데이터로, 공간을 디지털로



기존 공간정보 구축에서 마주하는 과제

- 현실 세계의 복잡한 형태를 단순화해서 표현
- 건물 및 시설물의 입체적 구조 파악에 추가 데이터 필요
- 넓은 지역을 대상으로 한 최신 데이터 확보의 어려움
- 현실 변화에 따른 공간정보의 지속적인 갱신 필요

SECTION 01 **Beyond the Map**
현실을 데이터로, 공간을 디지털로

기존 공간정보 구축에서 마주하는 과제



"현실을 더 정확하게 기록하고, 더 빠르게 갱신할 수 있는 방법의 필요성."

SECTION 01 **Beyond the Map**

현실을 데이터로, 공간을 디지털로

Reality Mapping:

이미지와 LiDAR(라이다) 데이터 또는 이들을 함께 활용하여 현실 세계를 정밀한 디지털 모델로 구축하는 과정



SECTION 02

촬영 기술 요소

촬영 계획 Best Practice

촬영 계획 시 필요한 3가지 질문

촬영 계획을 위한 정확한 요구사항 정의

Q1

최종 산출물은 무엇인가?

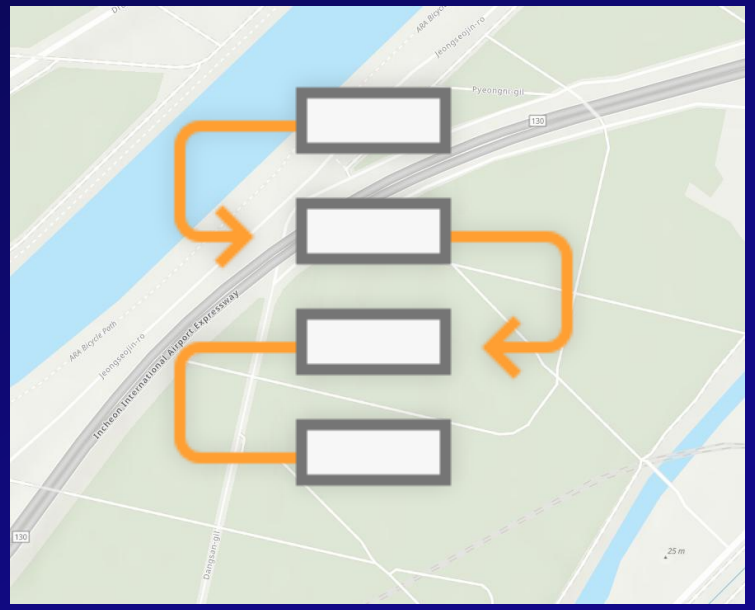
Q2

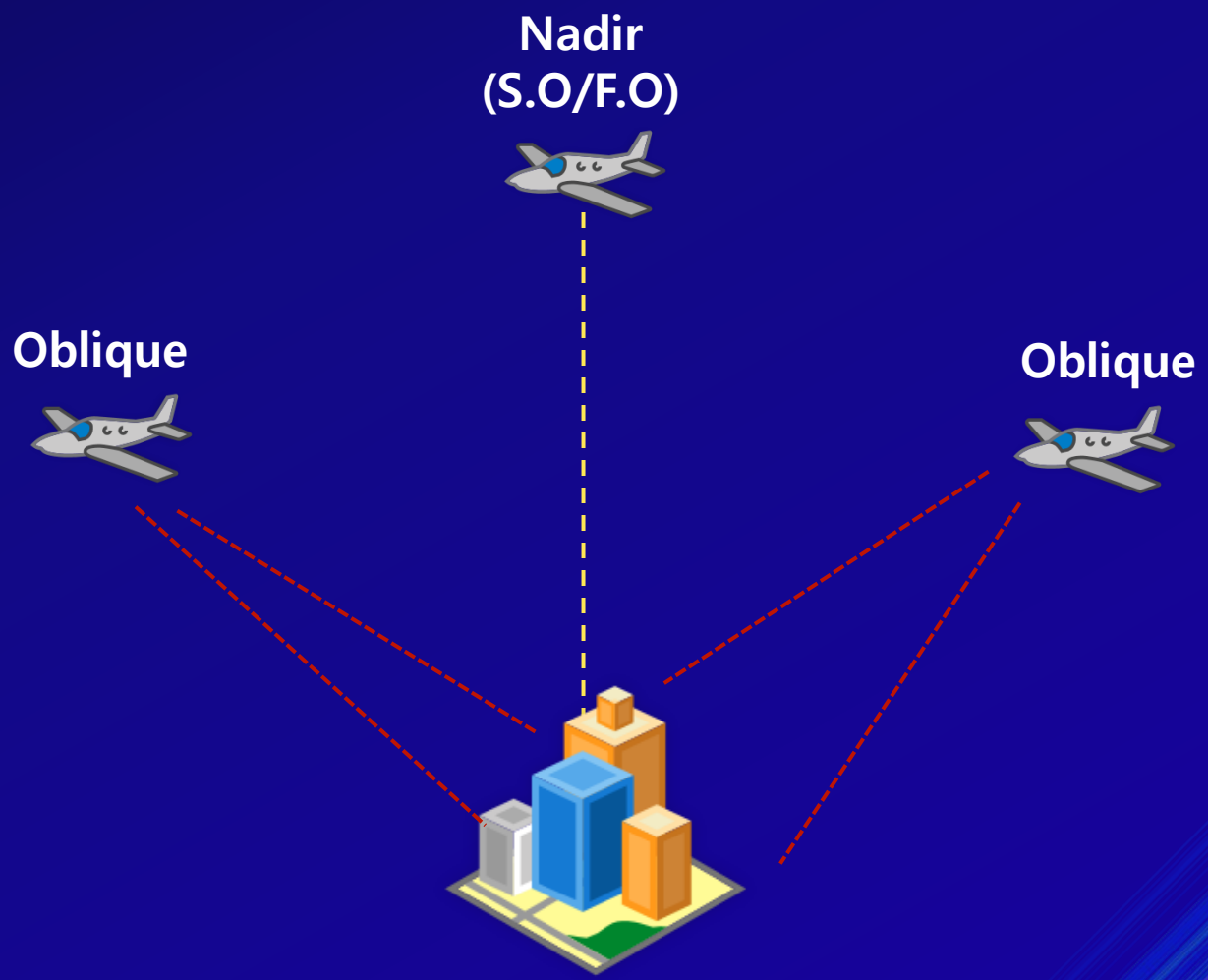
요구 해상도(GSD)는?

Q3

촬영 대상 특성은?

Image Capture Route





Q1. 최종 산출물은 무엇인가?

산출물 타입 정의

Nadir Imagery

일반적으로 2D & 2.5D 산출물에 사용

- 수직으로만 촬영
- 건물 측면 데이터 부재
- 3D Mesh 품질 저하 > DSM Mesh 생성
- 2D 정사영상에는 적합

DSM



True Ortho



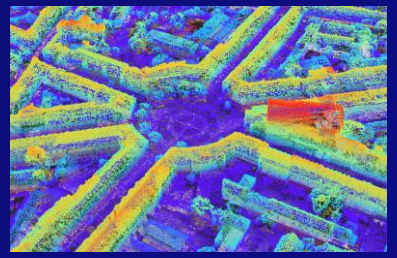


Nadir + Oblique Imagery

3D 산출물에 사용

- 수직 + 측면 4방향 촬영
- 건물 측면까지 완전한 데이터 확보
- 고품질 3D Mesh 생성 가능

Point Clouds



3D Mesh

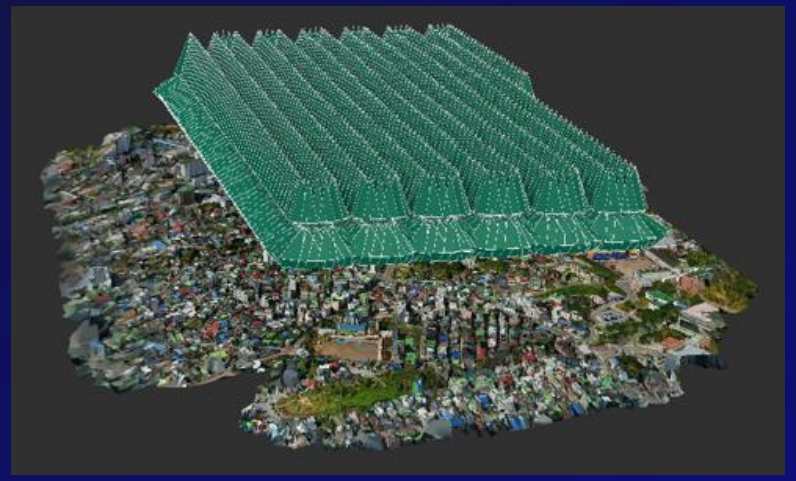


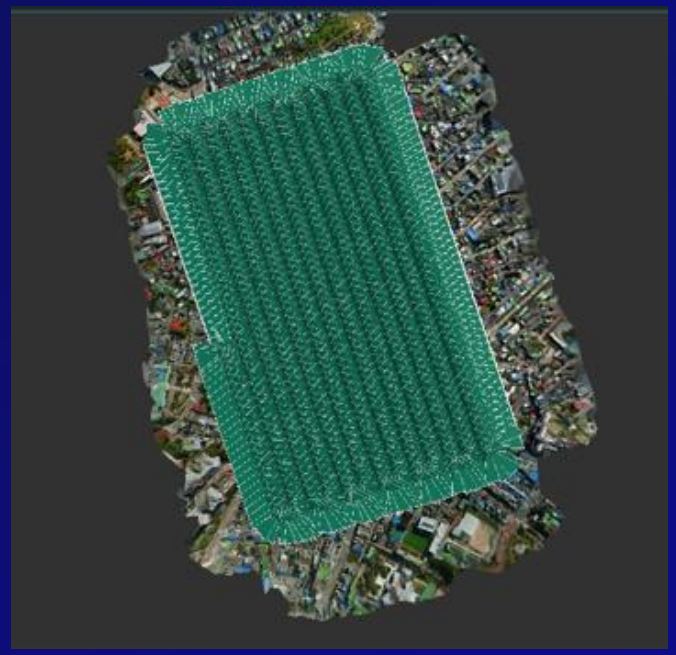
Gaussian Splats

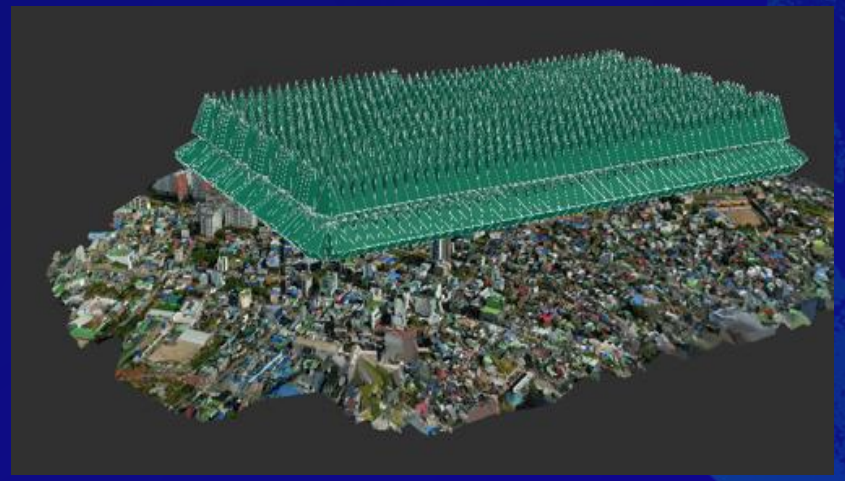




Q1. 최종 산출물은 무엇인가?







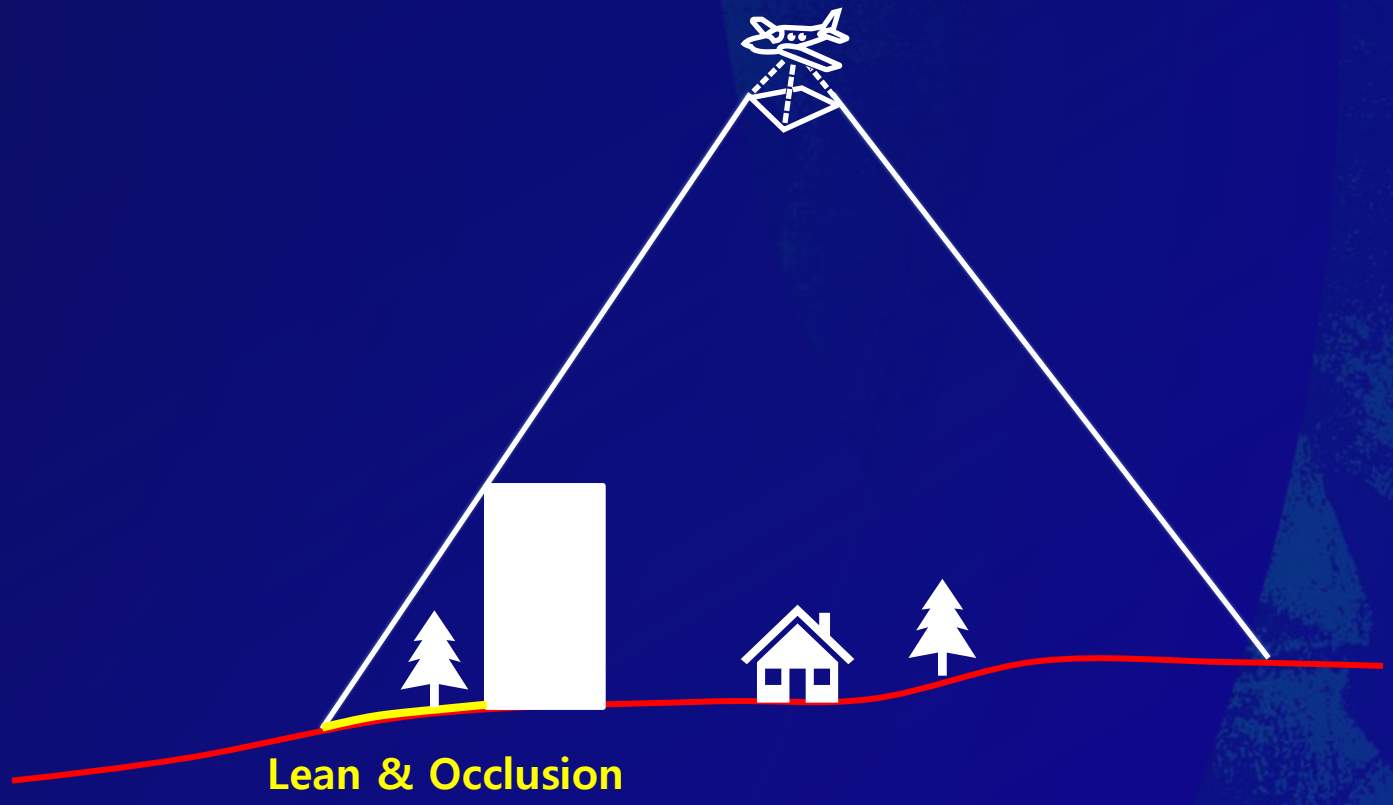
수직으로 촬영한 (Nadir) 포함하여 측면 (Oblique)에서 촬영한 총 5 방향의 영상 데이터 수집으로
더 좋은 품질의 결과를 얻을 수 있음

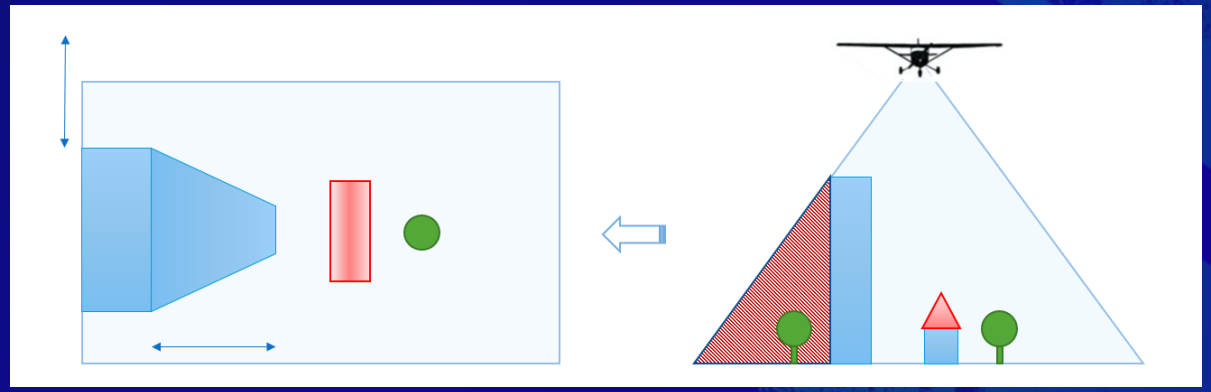
SECTION 02 촬영 기술 요소

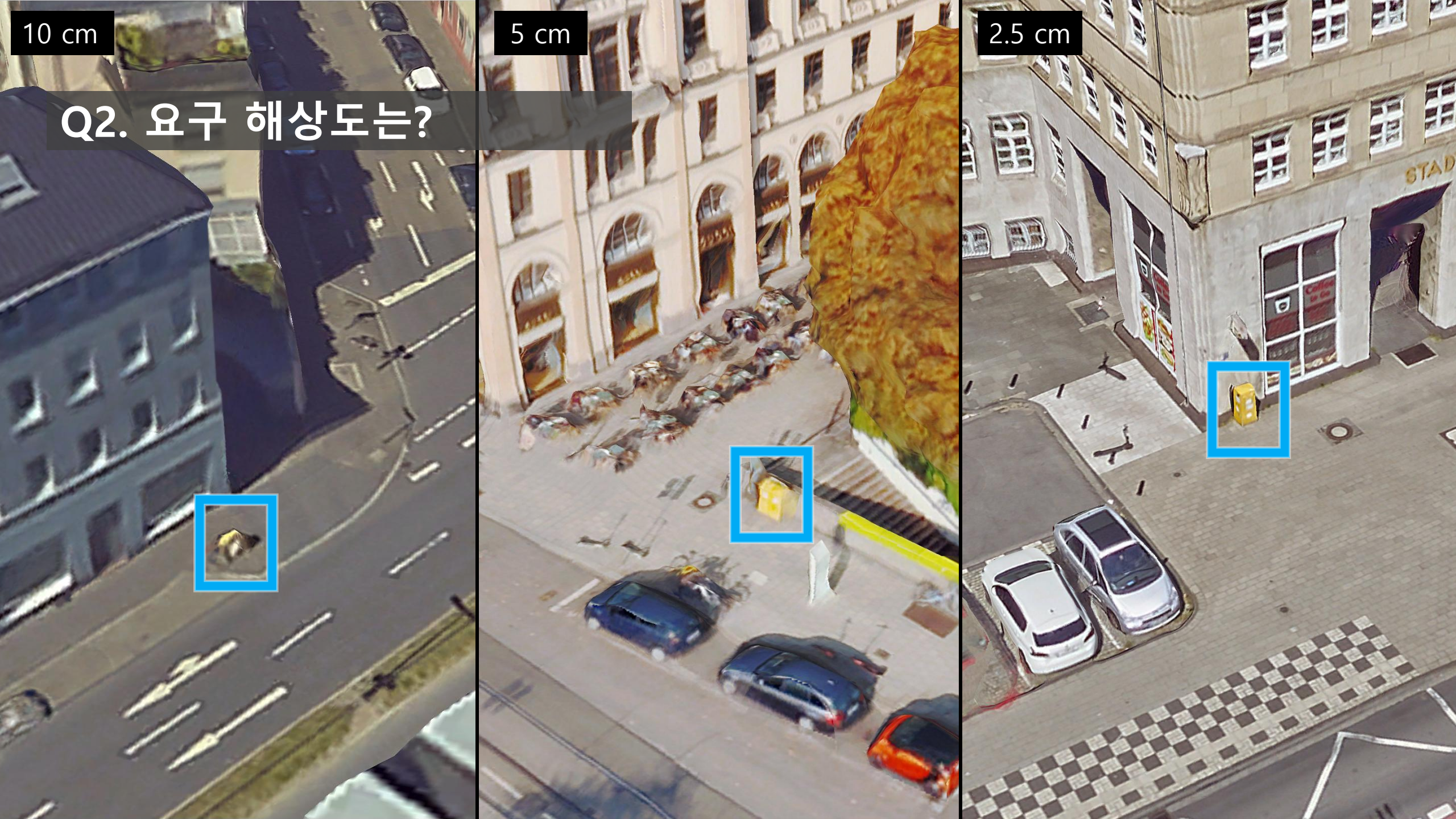
Q2. 요구 해상도는?

해상도(GSD)는 촬영 고도, 폐색, 중첩도에 의해 결정

- 촬영 대상까지의 최장 거리가 GSD를 결정
- 높은 해상도가 필요하다면
  - 더 긴 초점거리 사용
    - 비행 라인과 촬영 매수 증가
  - 더 낮게 비행
    - 건물 기울어짐이 심해지고 폐색이 발생






10 cm
5 cm
2.5 cm
Q2. 요구 해상도는?

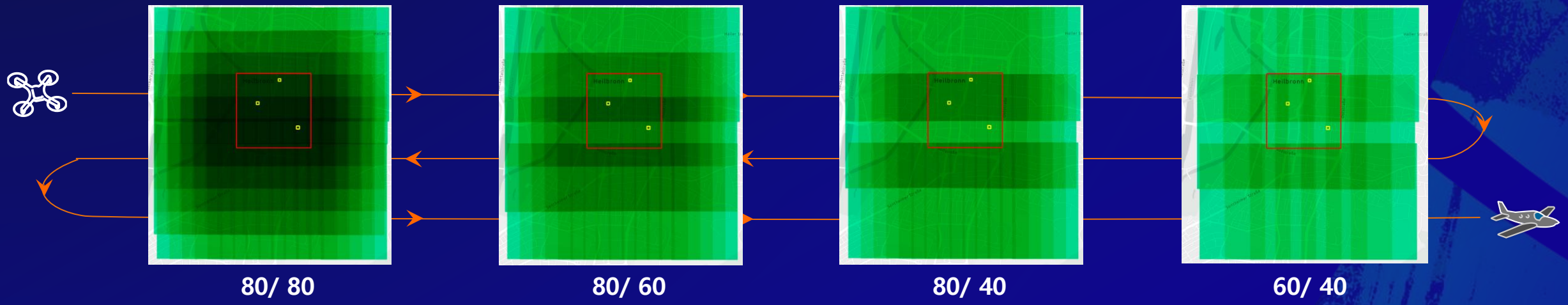
Q3. 촬영 대상의 특성은?

촬영 대상에 특성에 따른 이미지 중첩률 결정

Tip: 촬영 대상 내 가장 높은 구조물을 기준으로 GSD와 중첩률 설계

고밀도 도심의
3D 메쉬
(Small GSD)

저밀도 농촌 지역의
정사영상
(Large GSD)



SECTION 03

ArcGIS Reality 기술 소개

제품 분류 · 산출물 · 처리 파이프라인



Reality Mapping: 3D Mesh layer

esri IGI FUGRO INFRATEC SOMAG RESOLUTION FLIGHT Bad Elf

Capture and Create

드론/항공.위성 이미지를 사용하여 현실 세계를 디지털로 재현하고 ArcGIS 플랫폼을 활용하여 통합



Capture

드론/항공/위성 이미지 수집
(Nadir, Oblique)



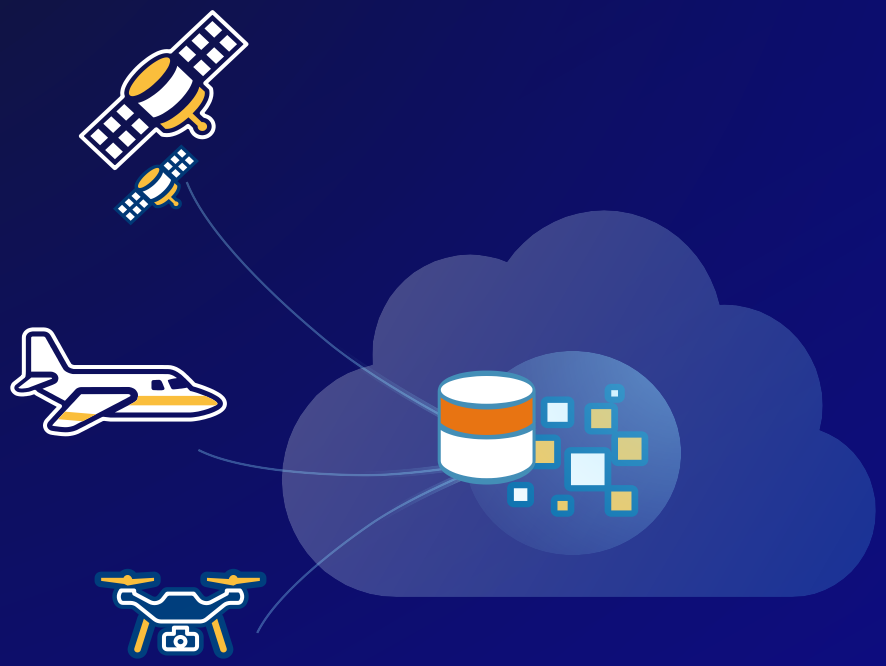
Create

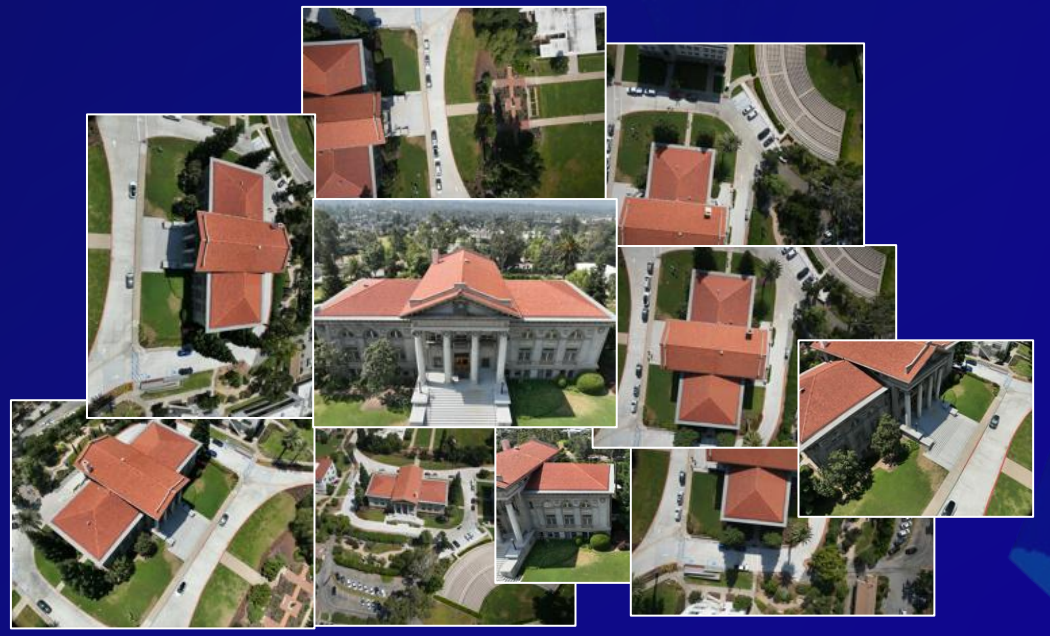
3D Mesh, Point Cloud, DSM,
True-Ortho, Gaussian Splat 생성



GIS 통합

ArcGIS Pro / Online / Enterprise에서
분석 · 시각화 · 공유





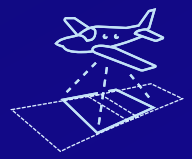
원격탐사 데이터를 활용하여 현실 세계를
정확하게 디지털 공간으로 재현

ArcGIS Reality 프로세스 단계

입력(Input}

- 촬영 시 사용한 카메라 정보(초점거리, 픽셀 등) 및 기본 사진 위치 정보 (X,Y,Z, ω,φ,κ.)

옵션) 제 3자가 제작한 사진 기준점 측량, 항공 삼각 측량 데이터





XYZ ωφκ

데이터 정제(Alignment)

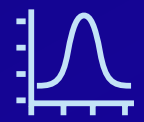
- 주어진 사진 정보와 카메라 정보를 활용해 이미지 데이터 전 처리 결과 생성
- 기준점 조정 및 이미지 간격 조정

AS IS
GCP 설정 및 기준점과 이미지 간격 매뉴얼 조정

To-BE
솔루션에서 위치 및 간격 조정 자동화







결과물 생성(Reconstruction)

- 조정된 이미지로 2차 결과물 생성 (DSM, True Ortho, Point Clouds and 3D Meshes)

AS IS
결과물을 사용한 솔루션에 따른 각기 다른 확장 파일(file)로 생성
결과물 확인 및 수정 (Edit) 을 위한 데이터 변환

To-BE
별도의 데이터 변환 없이 여러 확장자로 2차 결과물 생성





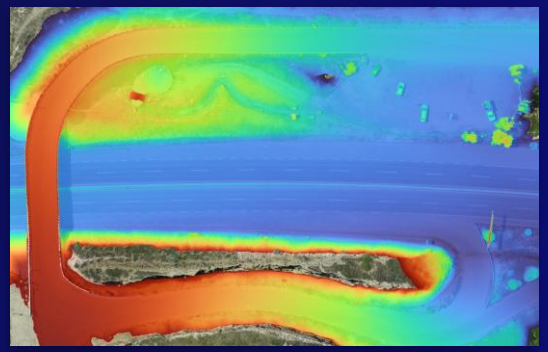


제품군 산출물

Reality Mapping 워크플로우가 생성하는 다양한 데이터



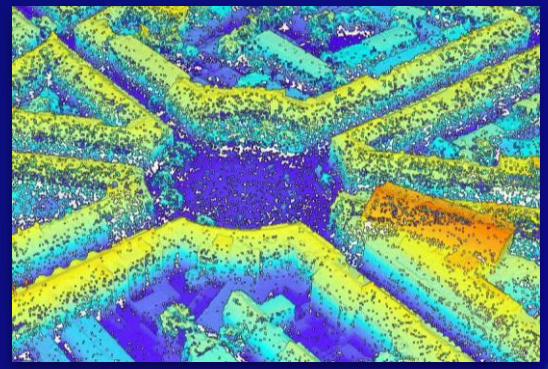
True Ortho



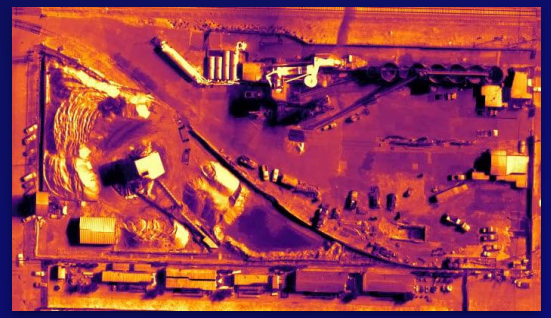
Surface Model / DSM



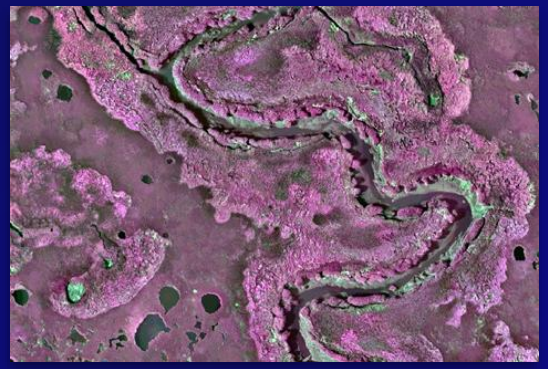
3D Mesh



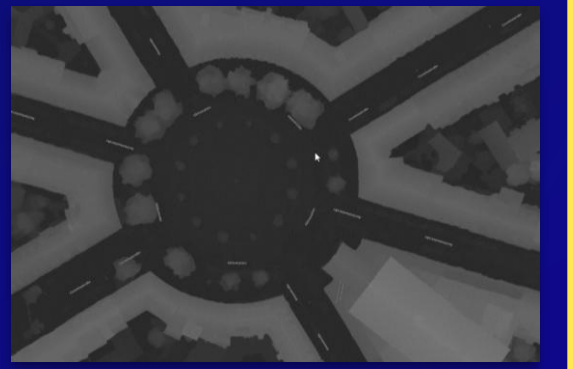
Point Cloud



Thermal True Ortho



Multispectral True Ortho

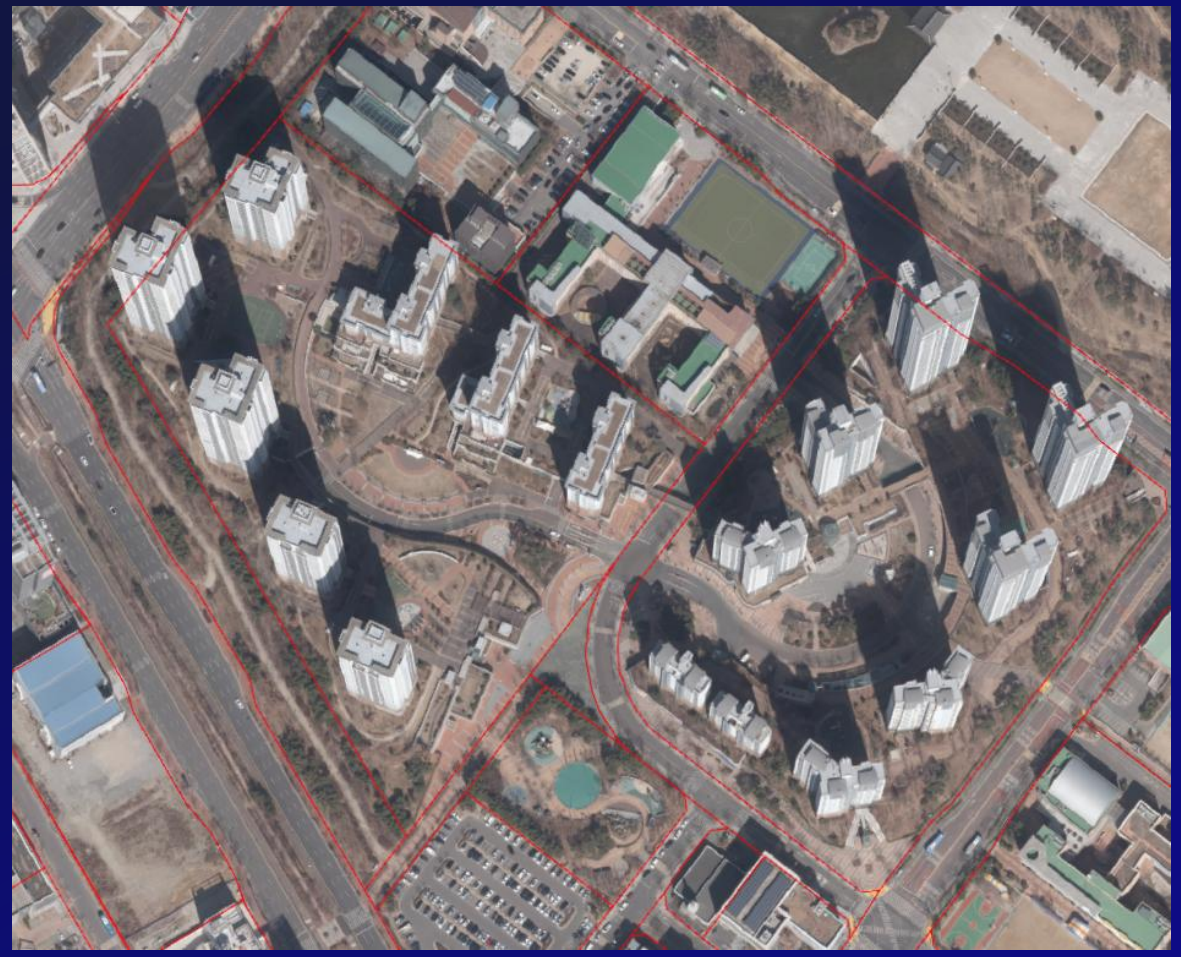


Elevation Model

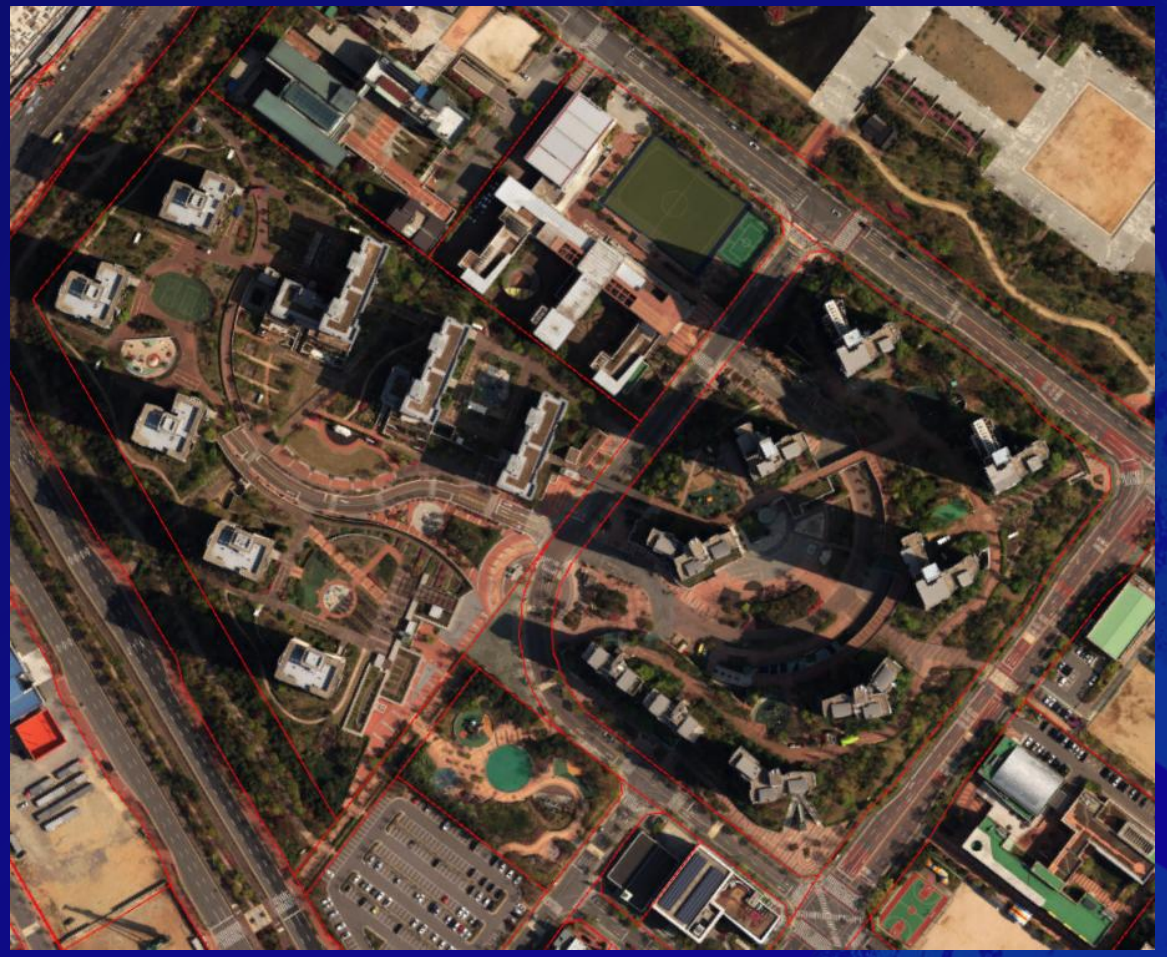


Gaussian Splat

현재 서비스 중인 일반 위성사진



처리된 정사영상 (True-Ortho)

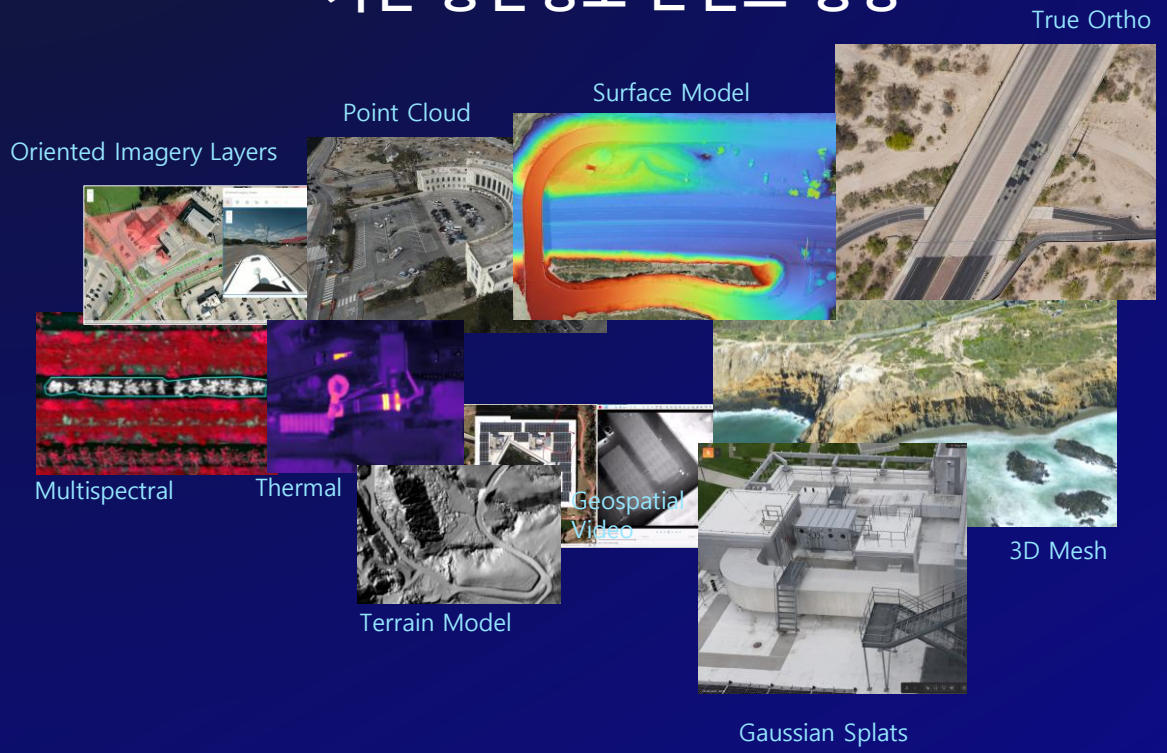


SECTION 03 ArcGIS Reality 기술 소개

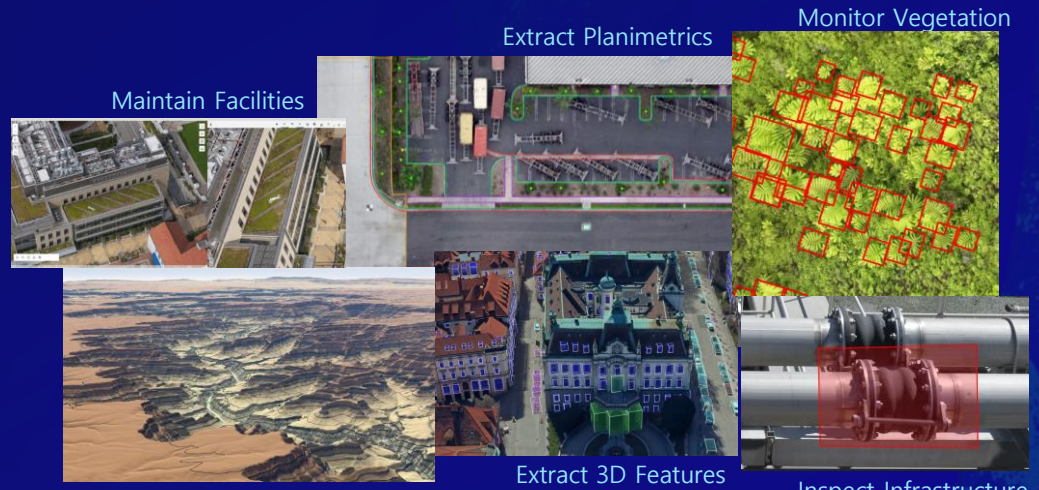
Reality Mapping in ArcGIS

GIS와 Digital Twin 구성의 기반 데이터

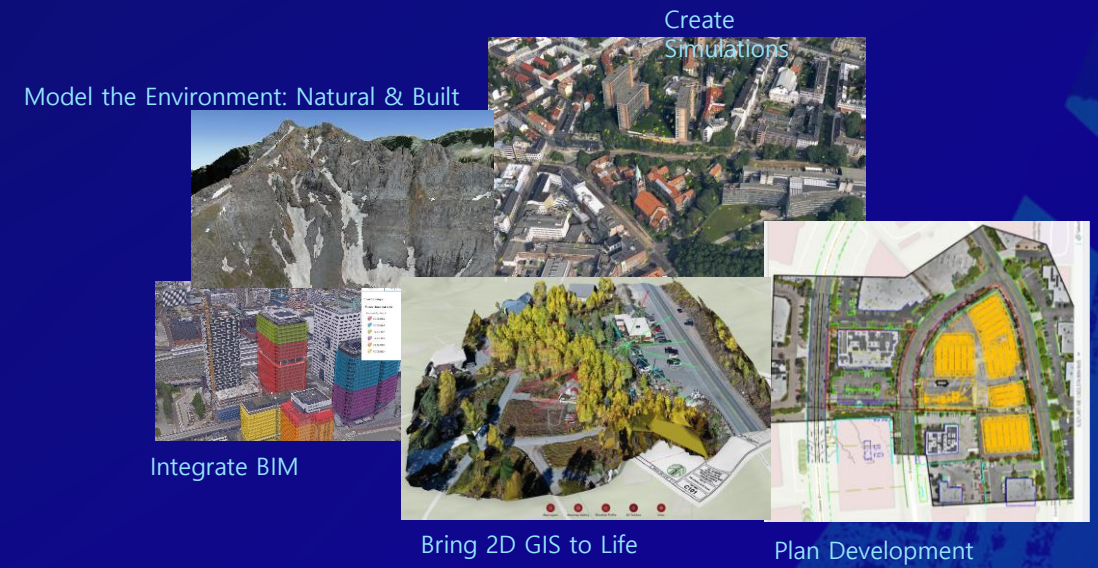
기반 공간정보 콘텐츠 생성



분석에 활용할 수 있는 최신의 정확한 데이터 구축



직관적인 GIS 구축



Reality Mapping in ArcGIS

GIS와 Digital Twin 구성의 기반 데이터



계획/데이터 수집



데이터 처리



데이터 관리 및 분석

촬영 계획 데이터 수집	데이터 전 처리 (좌표설정)	기준점 및 이미지 간격 조정	데이터 처리 및 가공 (사진정보, 카메라정보, 촬영정보 등)	2차 결과물 생성 (3D Mesh, True-Ortho ...)	결과 모니터링 및 분석



GIS 플랫폼

원격 탐사 플랫폼 맞춤 환경

다양한 플랫폼에 최적화된 Reality Mapping 워크플로우



Drone2Map | Site Scan | Reality Studio | Reality for ArcGIS Pro

Reality Engine



Gaussian Splat | 3D Mesh | Point Cloud | Elevation Model | True Ortho | Thermal True Ortho | Multispectral True Ortho

프로젝트 범위 맞춤 환경

규모와 배포 방식에 따른 제품 포지셔닝 : 필드 단위 드론 매핑부터 국가 단위 분산 처리까지의 제품군 지원



프로젝트 범위 맞춤 환경

규모와 배포 방식에 따른 제품 포지셔닝 : 필드 단위 드론 매핑부터 국가 단위 분산 처리까지의 제품군 지원



SECTION 04

Reality Demo

위성 영상을 활용한 DSM Mesh | 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats



Frankfurt,Germany 3D mesh
Multiheaded_Aerial/Oblique
(80/80)

SECTION 04 Reality Demo

Demo 1 : Airbus 위성 사진을 활용한 DSM Mesh

기준 (Best Practice)

- 구름량(Cloud Cover) 0%
- 촬영각(Angle) 35° 이하 — 여러 장 사용 시 일부는 Nadir(0°), 나머지는 Oblique(20°~25° 권장)로 혼합
- 이미지 간 촬영일자가 서로 유사할 것 (건축물 변경으로 인한 정합 오차 방지)
- AOI 포함비율(Inclusion Ratio) 80% 이상
- 태양각(Sun Angle) 60° 이상 (그림자 배제 목적)
- 사용 이미지 간 색상 유사성 확보

실제 적용 사례

Airbus 위성영상, 서울 AOI

- 검토 대상 4개 후보지(세종·대전·고양·서울) 중 세종/대전/고양은 기준 충족 이미지가 4~6장에 그쳐 처리가 어려워 서울을 최종 선정
- 국내 아카이브 특성상 모든 기준을 동시 충족하기 어려워, 구름량(5% 미만)·촬영각(35 ° 이하) 기준만 우선 적용하여 **12장** 다운로드

Demo 1 : 잠실 지역

SECTION 04 Reality Demo

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

Gaussian Splats 레이어 타입

Gaussian

중심이 강하고 점차 옅어지는 종형(bell-shaped) 분포 함수 → 공간상의 밀도/영향력을 표현하는 부드러운 함수

Splat

표면이나 볼륨의 한 조각을 표현하는 작은 원반 모양(혹은 점 기반)의 도형을 의미
폴리곤을 렌더링하는 대신, 작은 조각(스플랫)을 화면에 투영한 뒤 서로 블렌딩하여 하나의 이미지를 생성

Gaussian Splatting

수백만 개의 위치·회전·크기·색상·투명도를 가진 "흐릿한 타원체(Splat)"로 Scene으로 표현해 사실적인 3D 시각화를 만드는 렌더링 기법 → ArcGIS의 새로운 3D 레이어 타입

Create it with:

ArcGIS Reality for ArcGIS Pro
ArcGIS Reality Studio
ArcGIS Drone2Map
Site Scan for ArcGIS

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

Gaussian Splats이 주목받는 이유

1 식생 표현

나뭇잎 등 복잡한 식생을 정밀하게 표현

2 반사 / 투명 표면

유리, 창문, 차량 등 표면을 몰입감 있게 표현

3 얇고 복잡한 구조물

전선, 안테나, 기둥 등 선형 구조물 정밀하게 표현

4 정확한 지오레퍼런싱

투영좌표계(Projected Coordinate System)를 지원 — 기존 GIS 좌표 체계와 바로 정합

5 대규모 생성

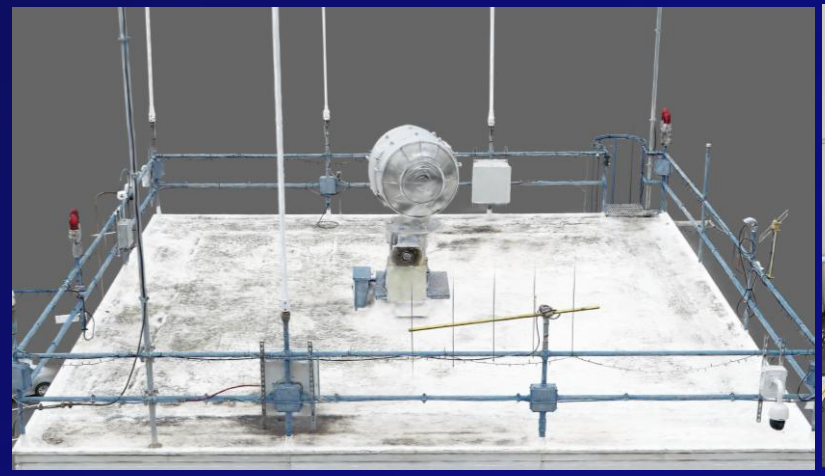
현장 단위를 넘어 도시·주(state) 단위까지 처리 가능

6 고품질 스트리밍

완성도 높은 결과물 제공

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

Gaussian Splats이 주목받는 이유




Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

Gaussian Splats 촬영 권고 사항

권장 GSD

≤ 5 cm

Ground Sampling Distance

Oblique(사선) 촬영 필수

사선 이미지가 없으면 빈 공간과 흐릿한 영역 생성

다양한 높이에서 중첩 촬영

고층 구조물은 여러 고도로 나누어 촬영

타워 · 단일 자산 촬영 시 — 원주 비행 패턴으로 촬영

원형 비행 패턴

가깝고 먼 다양한 거리에서 원을 그리며 비행

Nadir(수직) 촬영 포함

수직 촬영으로 모든 면을 빠짐없이 촬영

가려지는 부분까지 촬영

지붕 처마 등 숨겨지기 쉬운 영역도 포함

중첩률 80% 이상 유지

이미지 겹침률을 80% 이상으로 유지

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

대규모 지역 촬영을 위한 촬영 기준

80%+	60%+	≤5cm	Multi
전진 겹침률	**측면 겹침률**	**GSD**	**멀티헤드 드론 활용**
Forward overlap	*Side overlap*	*Ground sampling distance*	*Multi-head drone / aerial sensor*

도시 전체나 산업 플랜트처럼 넓은 지역은 다중 헤드 드론이나 항공 센서 시스템을 활용해 위 기준의 커버리지를 효율적으로 확보하는 것이 권장됨

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

대규모 지역 촬영을 위한 촬영 기준



멀리 볼수록 단순화

다중 해상도 레벨로 분할

대규모 Gaussian Splat 레이어를 표시할 때는 LOD 접근 방식이 적용되어, 데이터가 상세한 버전부터 점진적으로 단순화된 버전까지 여러 해상도 레벨로 분할되어 시각화 됨.

레이어를 확대했을때 최고 디테일로 렌더링되고, 축소할수록 덜 상세한 버전으로 표시되어 성능이 최적화 되어 제공됨.

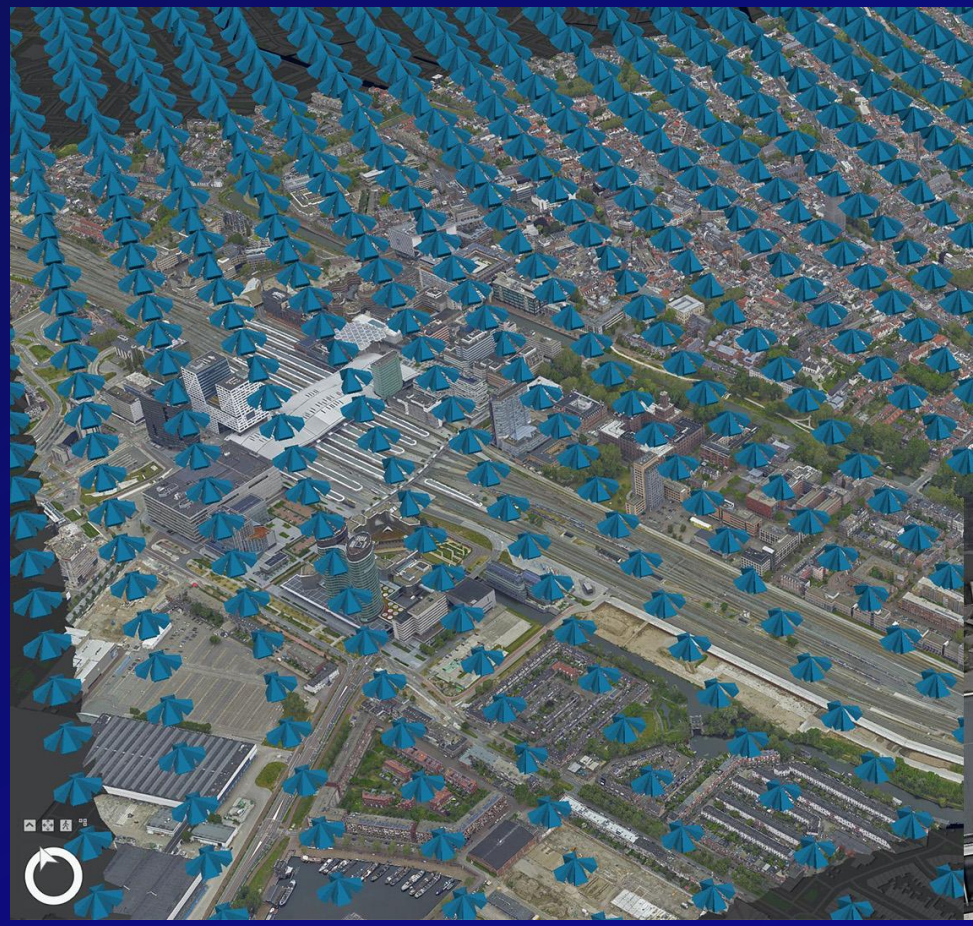
How to Create the Best Gaussian Splats in ArcGIS Reality

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

Gaussian Splats 촬영 권고 사항





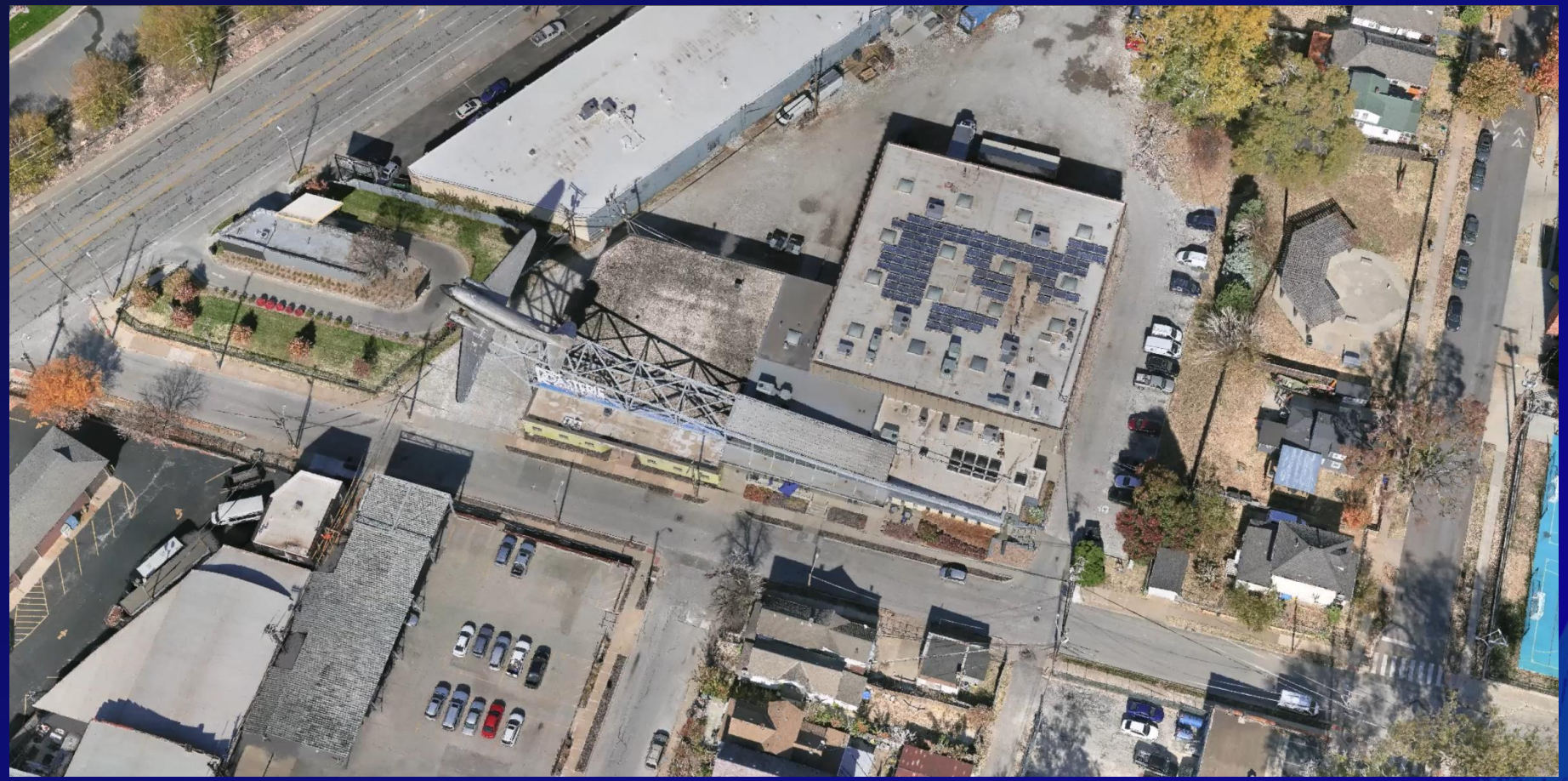




How to Create the Best Gaussian Splats in ArcGIS Reality

SECTION 04

Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats



Demo 2 : 드론 영상을 활용한 Gaussian Splats

프로젝트 규모에 맞는 처리 방식 선택

대규모 지역

ArcGIS Reality Studio

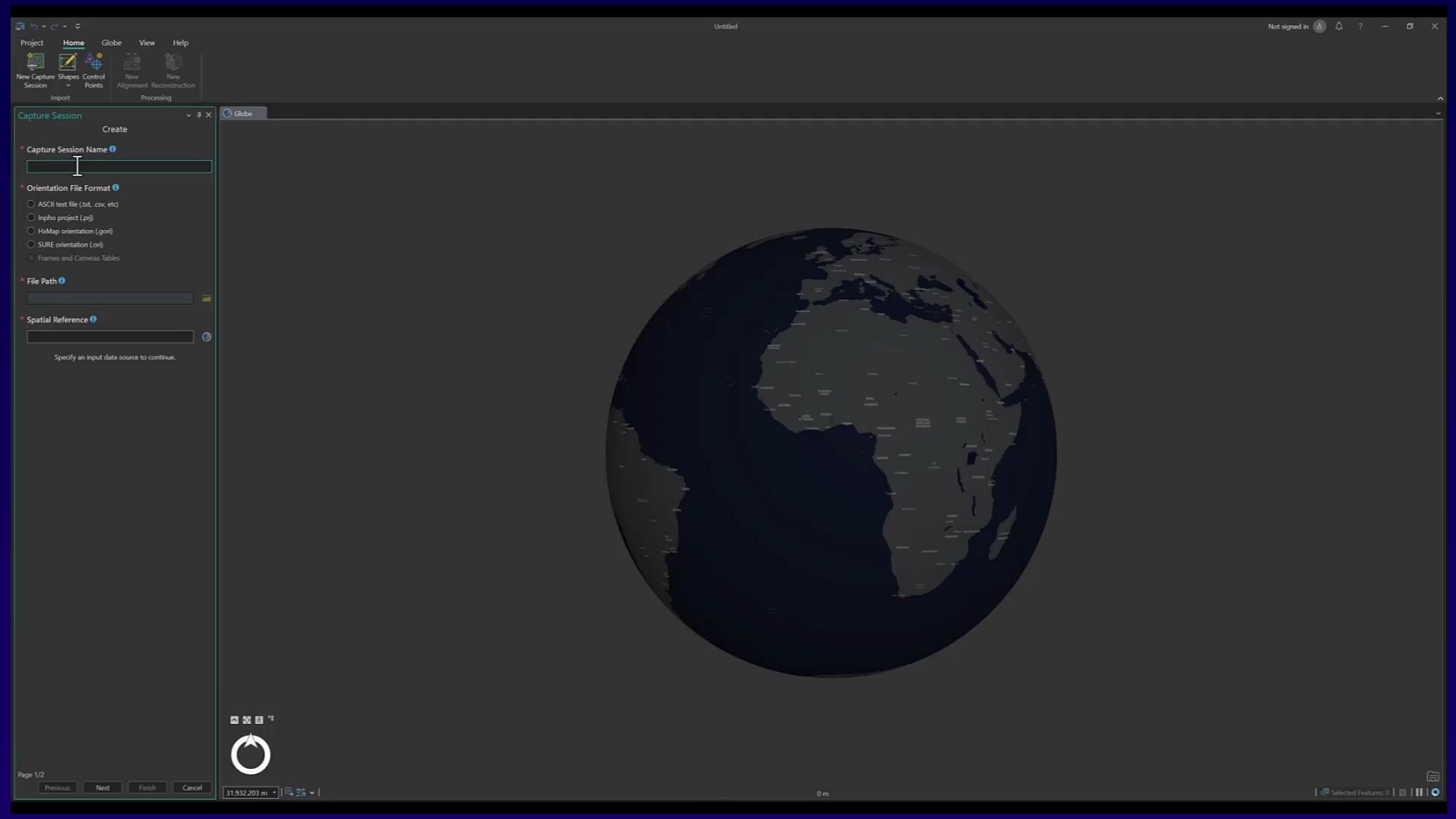
도시 전체와 같은 대규모 프로젝트는 여러 컴퓨터와 각각의 GPU를 활용한 분산 처리로 진행 후, 하나로 통합된 Gaussian Splat 결과물을 생성 지원

소규모 드론 비행

Drone2Map / ArcGIS Reality for ArcGIS Pro

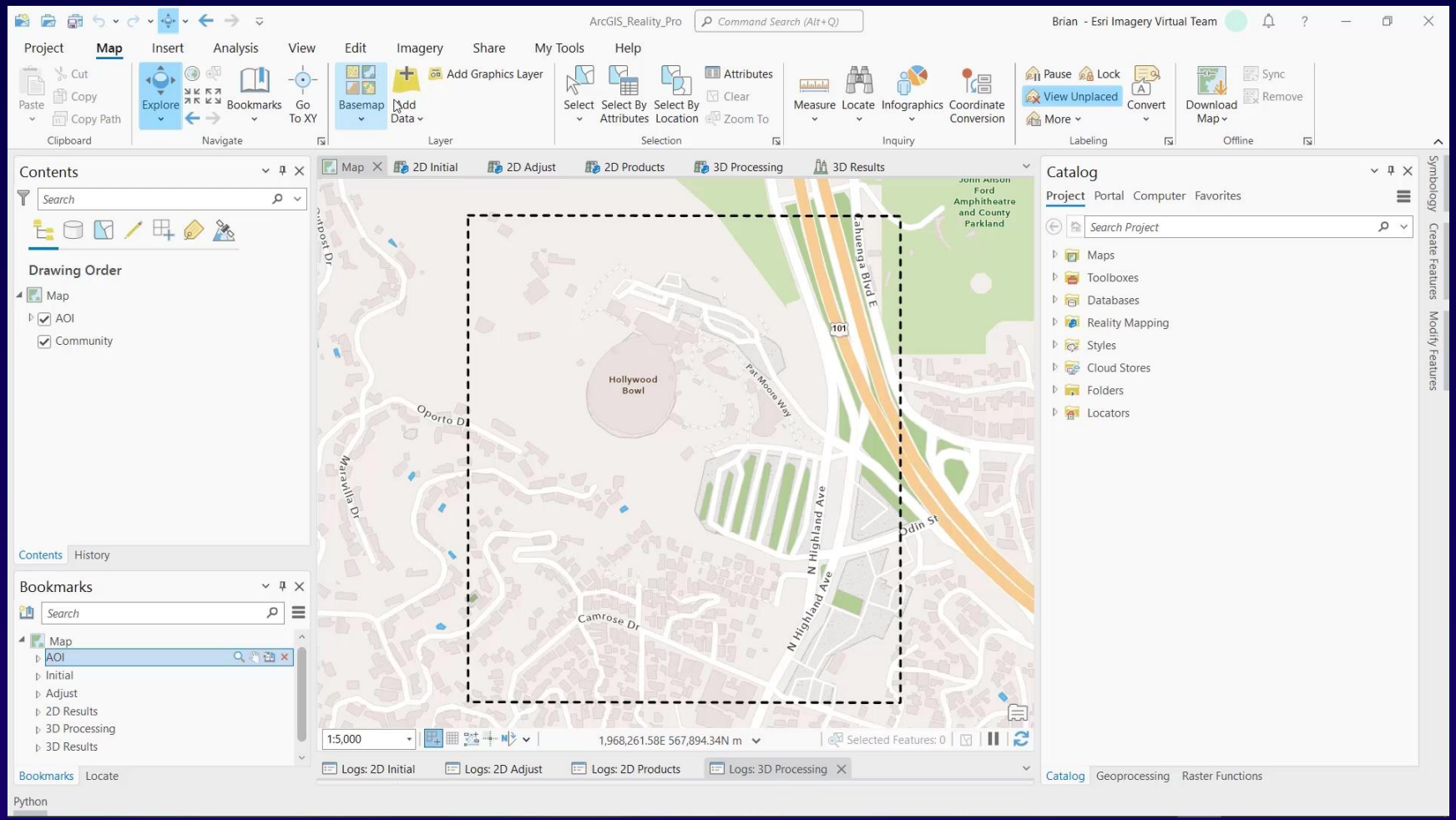
산업 지역이나 변전소 같은 특정 자산은 단일 머신에서 처리함. 매핑 기술이 모든 ArcGIS Reality 제품에서 동일하게 제공됨.

ArcGIS Reality Studio & Reality for ArcGIS Pro

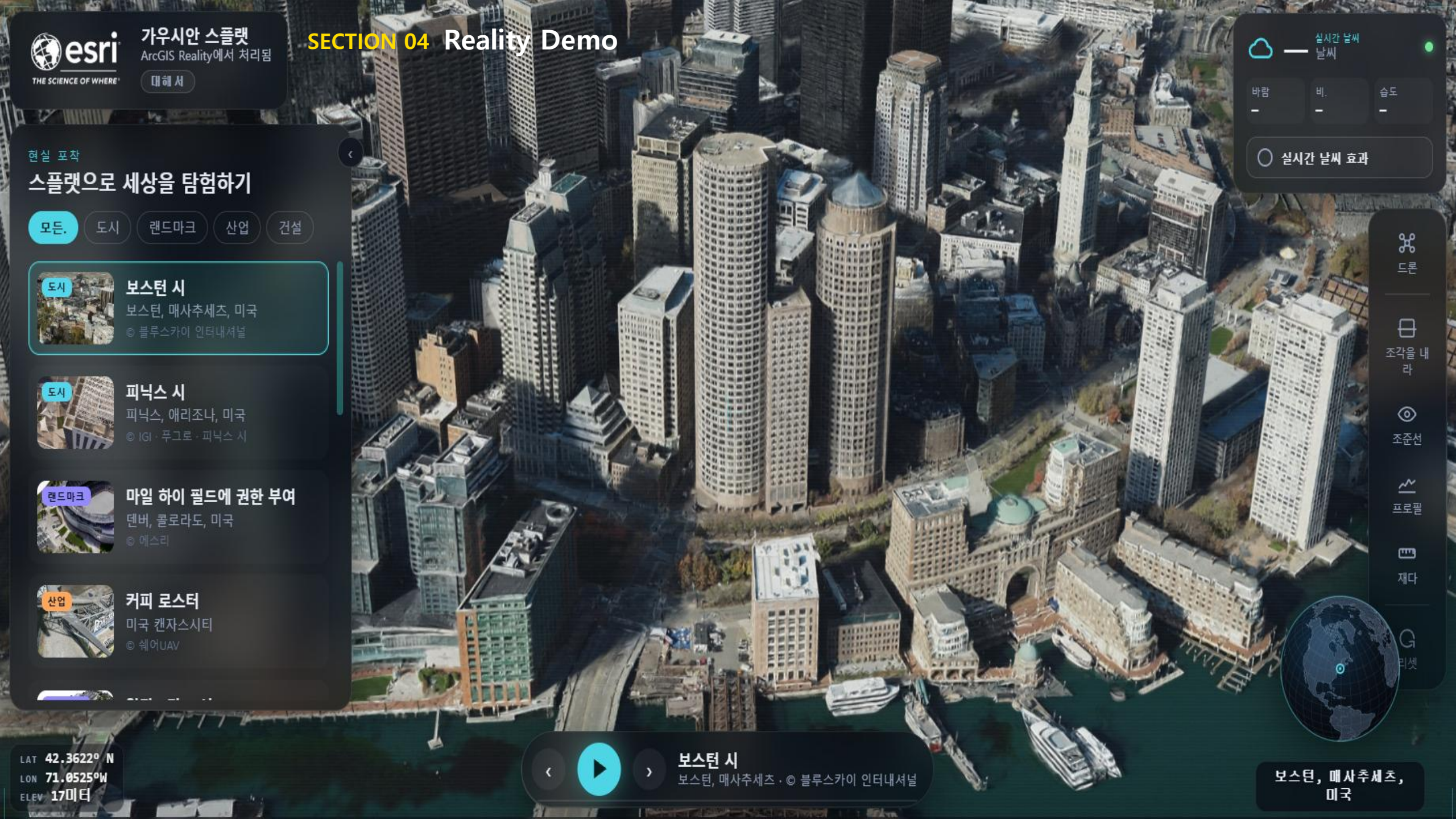


ArcGIS Reality Studio 데모

ArcGIS Reality Studio & Reality for ArcGIS Pro



Reality for ArcGIS Pro 데모


esri
THE SCIENCE OF WHERE
가우시안 스플랫
ArcGIS Reality에서 처리됨
대해 서
SECTION 04 Reality Demo
실시간 날씨
날씨
바람
비.
습도
실시간 날씨 효과
현실 포착
스플랫으로 세상을 탐험하기
모든.
도시
랜드마크
산업
건설
도시
보스턴 시
보스턴, 매사추세츠, 미국
© 블루스카이 인터내셔널
도시
피닉스 시
피닉스, 애리조나, 미국
© IGI · 푸그로 · 피닉스 시
랜드마크
마일 하이 필드에 권한 부여
덴버, 콜로라도, 미국
© 에스리
산업
커피 로스터
미국 캔자스시티
© 쉐어UAV
드론
조각을 내라
조준선
프로필
재다
LAT 42.3622° N
LON 71.0525°W
ELEV 17미터
보스턴 시
보스턴, 매사추세츠 · © 블루스카이 인터내셔널
보스턴, 매사추세츠, 미국


esri Korea
THE SCIENCE OF WHERE™
Q & A