

레이다 시험데이터 분석에서의 AI의 활용 방안

조원민 · 국방과학연구소



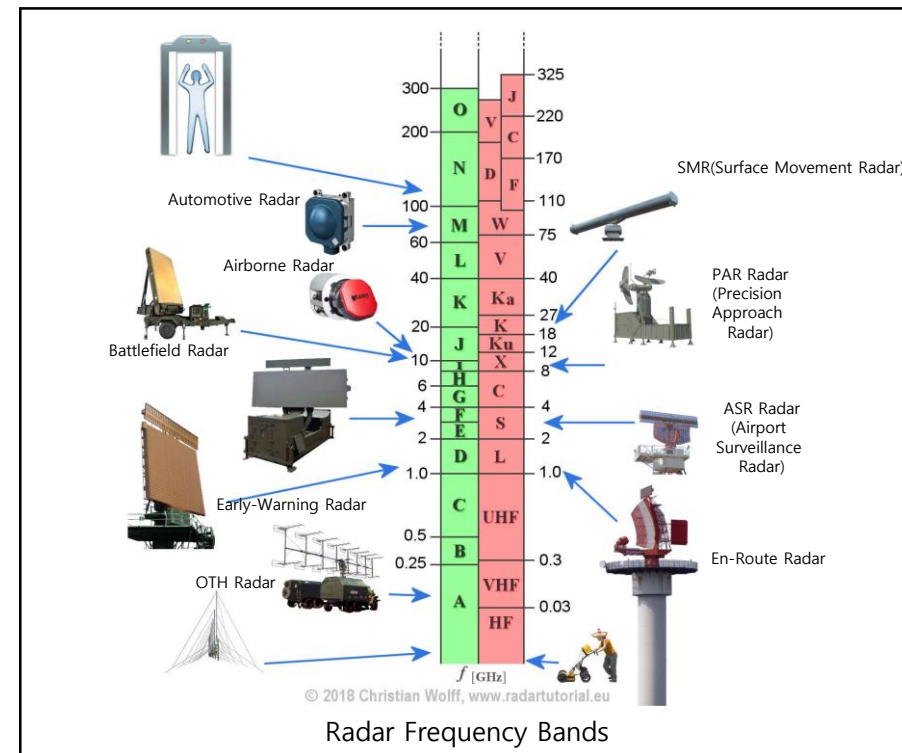
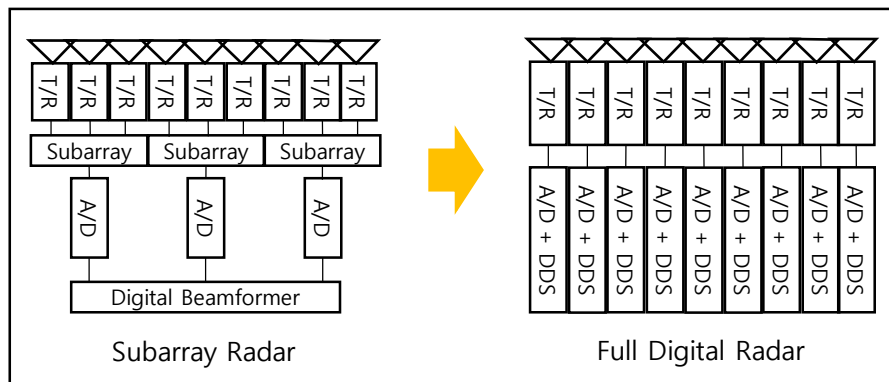
복잡해지는 레이다 시스템

➤ 레이다 시스템의 발전 추세

- ✓ Sub array Antenna System -> Full Digital Array System
- ✓ Higher Frequency
- ✓ Wider Volume Search

➤ 대상 표적의 탐지 난이도 증가

- ✓ Small RCS Target
- ✓ Low Velocity/Very High Velocity Target
- ✓ Long Range Target



레이다 데이터의 증가

➤ 처리 데이터의 증가

✓ I/Q Data

- Full Digital Antenna의 경우 각 소자마다 데이터 전송

✓ R-D Map

- 탐지 거리의 증가는 Range Cell을 증가시킴
- 속도 해상도 증가는 Doppler Cell의 개수를 증가시킴

✓ Plot

- CFAR Threshold에 따라 false alarm 대량 증가
- 복잡한 지형에 의한 false alarm 증가

✓ Track

- 탐지 볼륨의 증가에 따라 동시 탐지되는 표적의 개수 증가

새로운 데이터 분석 방법의 필요성

- 데이터 증가에 따른 새로운 데이터 분석 방법 필요
 - ✓ 시험 대상 데이터를 제외한 대다수의 획득 데이터는 분석하지 못함
 - ✓ 레이다 개발 과정에서 데이터 분석이 병목 현상을 일으킴
 - 시험 일정이 분석 소요 시간에 따라 결정됨
 - 다수의 데이터 분석 요원이 필요함
 - 분석이 데이터 분석 요원의 능력에 좌우됨

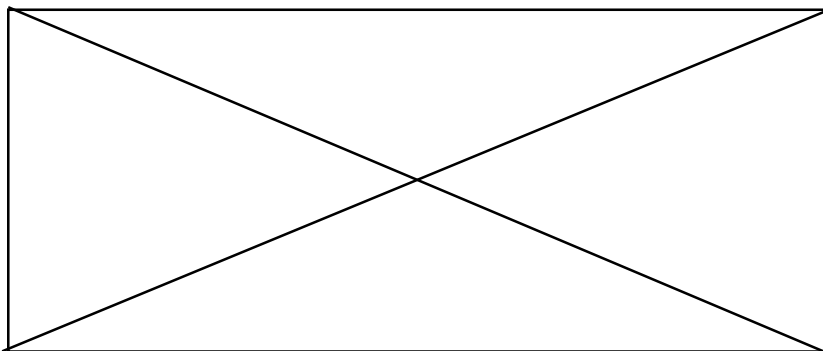
레이다 시험 데이터의 분석

레이다 시험 데이터

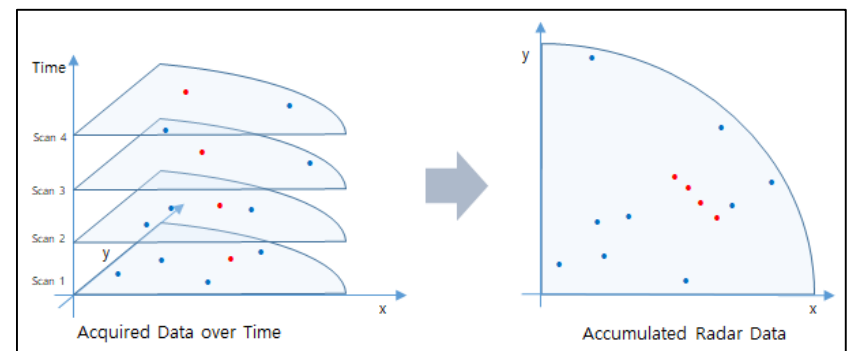
➤ 레이다 시험 데이터

✓ 실제 레이다를 운용하여 레이다 각각의 처리 단계에서 획득한 데이터

- 각 처리 단계에서 동시에 레이다 시험 결과를 저장함
- 표적 탐지를 위한 주 결과(hit, plot, track 등) 외에 보조 결과(cluttermap, jammer information 등)도 로깅됨
- 시간에 따른 장치별 출력이 저장됨



Radar data processing sequence



Accumulated Plot Data

레이다 시험 데이터의 분석

레이다 시험 데이터

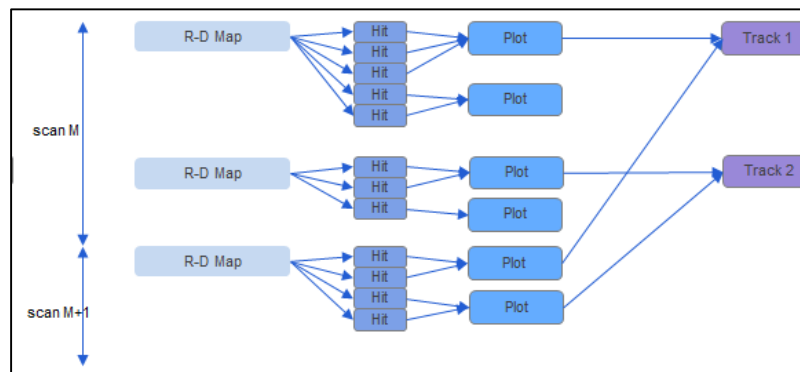
➤ 레이다 시험 데이터의 특징

✓ 시험 시간동안 누적되어 저장된 데이터

- 한 스캔에서의 판단이 아닌, **오랜 시간에 걸친 표적 판단이 가능함**
 - 실시간의 레이다 처리 결과와 비교 가능함
- 전자파 특성 + 공간 정보
 - 획득 데이터는 1차적으로 공간에 대한 정보를 가지고 있음(Point Cloud)

✓ 다양한 처리 영역(processing domain)에서의 데이터가 연관되어 있음

- I/Q data, R-D map, hit, plot, Track
- 데이터 획득을 위한 빔 명령(beam scheduling)



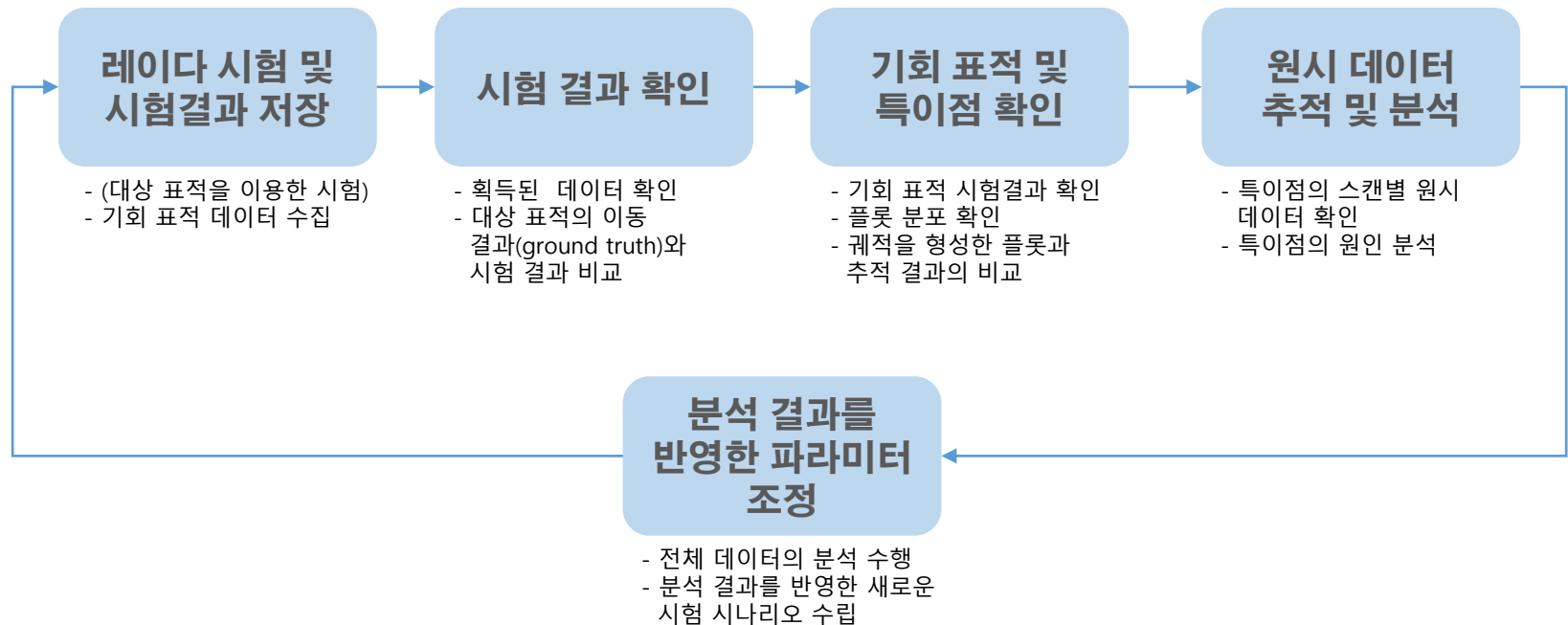
➤ 레이다 데이터 분석

- ✓ 시험 및 운용 등을 통해 획득한 레이다 데이터를 가공하여 결과 및 성능을 확인하는 과정
 - 실시간 레이다 신호 : 해당 시간 또는 이전 state와의 비교로 판단
 - 저장 데이터 분석 : 전체 시간에 걸친 판단 결과 확인 가능
- ✓ 각 처리 단계의 저장 데이터를 통해 원하는 결과가 획득되었는지 비교
- ✓ 이상 현상 발생 시 원인을 추정
 - 원시 데이터 추적
 - 설계값과의 비교

레이다 시험 데이터의 분석

레이다 시험 및 데이터 분석 과정

➤ 레이다 시험 및 분석 과정

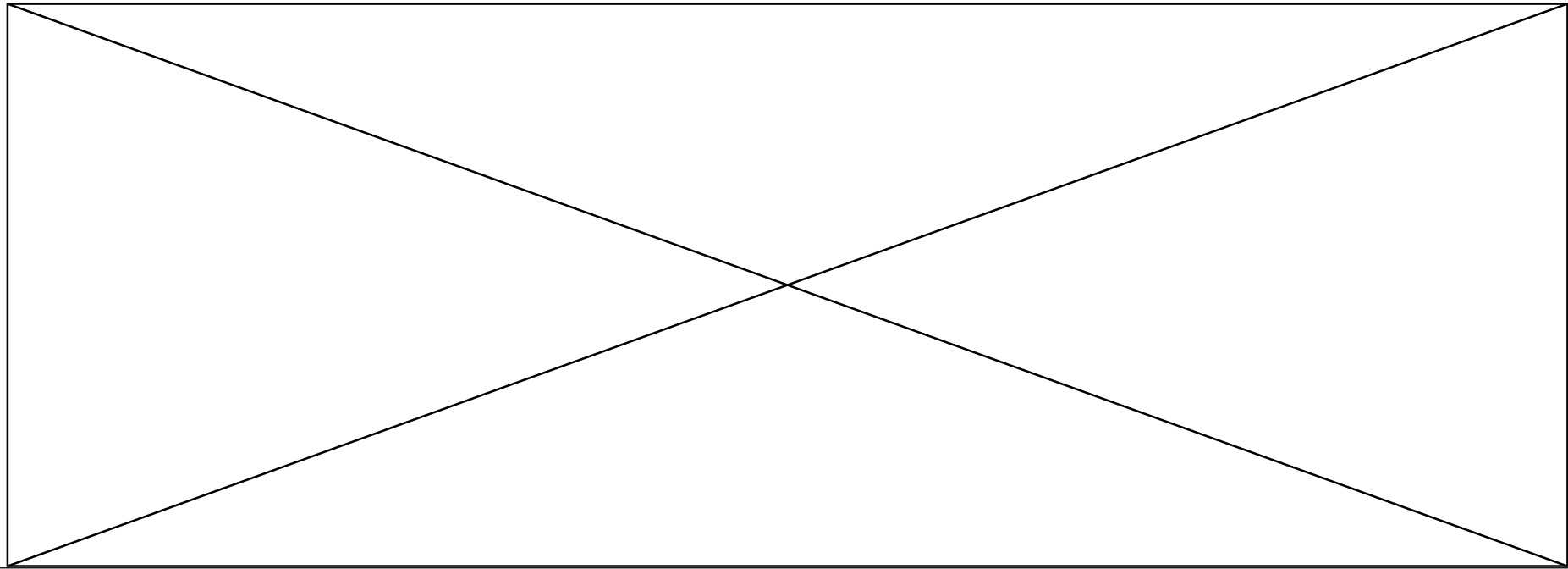


레이다 시험 데이터의 분석

레이다 시험 및 데이터 분석 과정

➤ 시험 결과 확인

- ✓ 누적된 데이터에서 대상 표적의 궤적 식별
- ✓ 대상 표적의 트랙 결과와 원시 데이터 비교
 - GPS, 표적 추적 레이다 등
- ✓ 업데이트 여부, 트랙 소실 및 단절, 추적 정확도 등의 확인



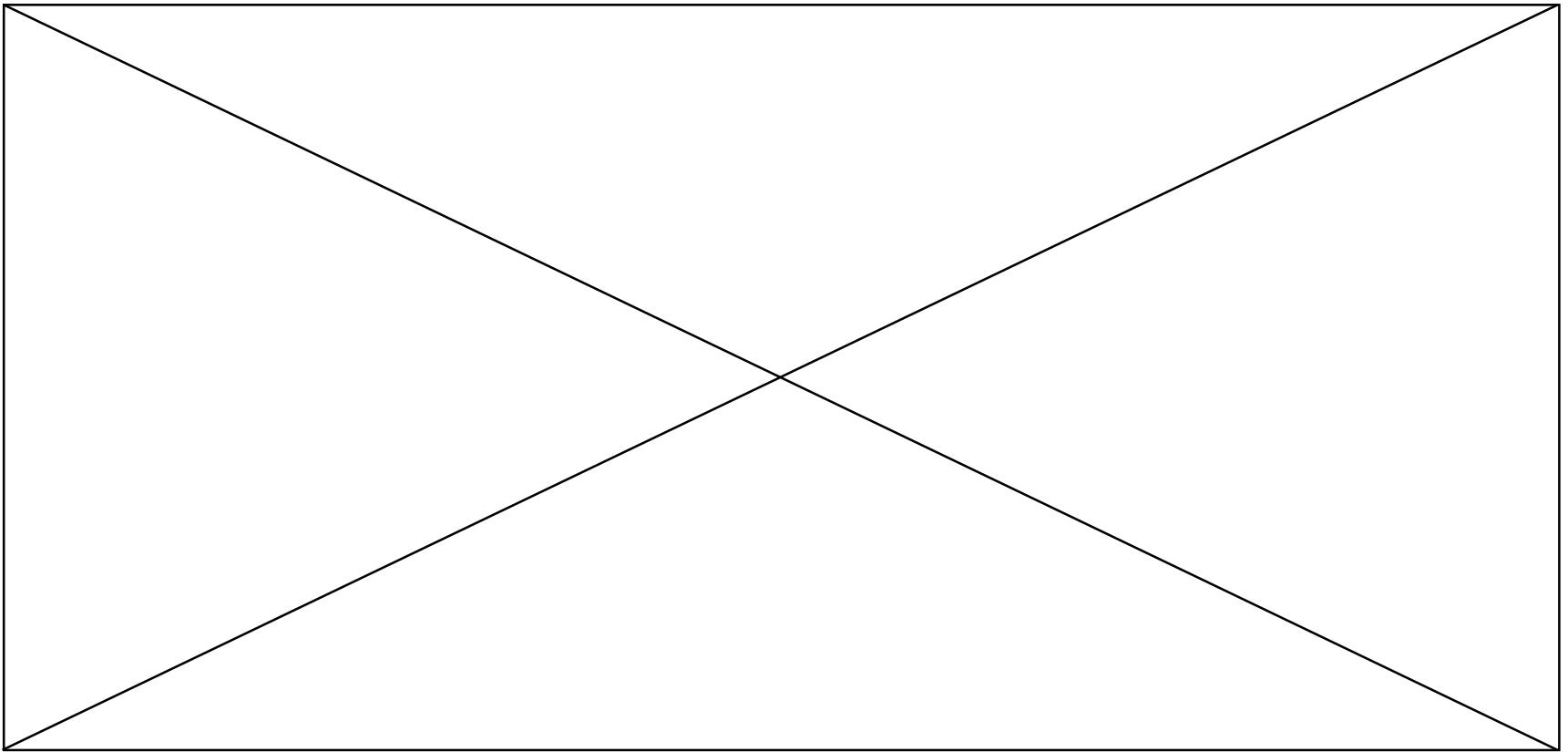
레이다 시험 데이터의 분석

레이다 시험 및 데이터 분석 과정

➤ 기회 표적 확인 및 특이점 확인

✓ 기회 표적 : 시험 시나리오에서 기획되지 않은 미상의 표적

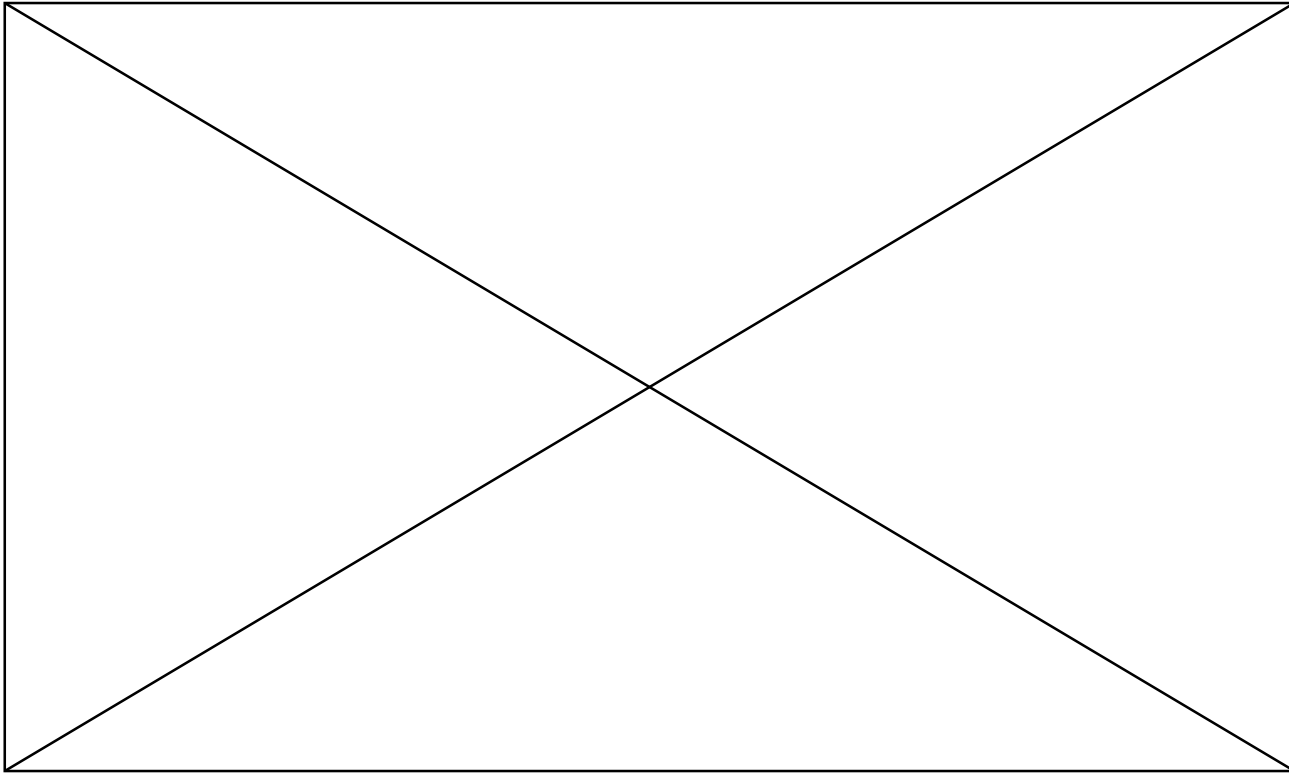
✓ 기회 표적의 분포 및 플롯 분포를 통해 특이점 확인



레이다 시험 데이터의 분석

레이다 시험 및 데이터 분석 과정

➤ 원시 데이터의 추적 및 분석



➤ 분석된 결과를 반영한 파라미터 조정

- ✓ 연관되지 않은 플롯의 밀도 조정

- ✓ 대상 표적의 탐지율 및 정확도에 따른 파라미터 조정



AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

레이다 시험 및 데이터 분석 과정

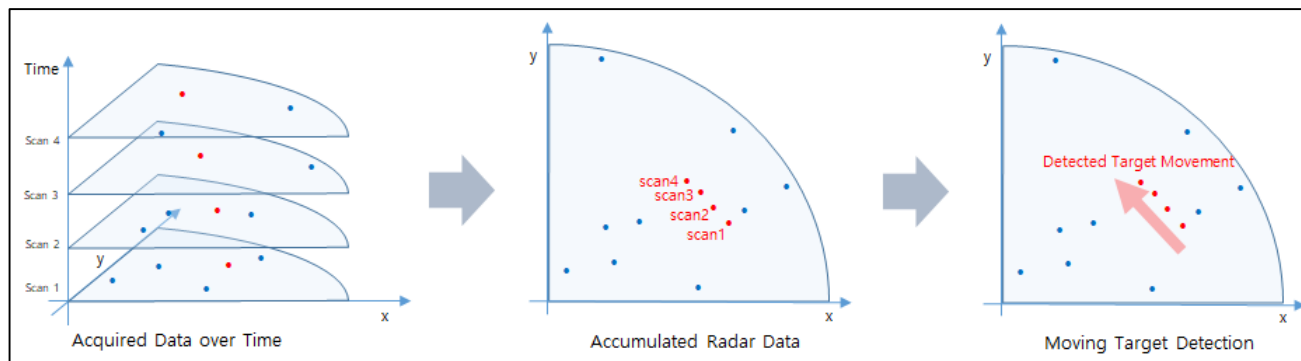
➤ AI를 통한 레이다 데이터 분석

✓ 데이터 분석 과정에 AI 기법 적용

- 판별, 탐지 과정 대체

✓ 레이다 데이터의 누적을 통해 표적의 전체 경향 및 특징을 파악할 수 있음

- 훈련된 레이다 운용자/분석자는 누적된 신호를 통해서 레이다 데이터의 내용을 분석함

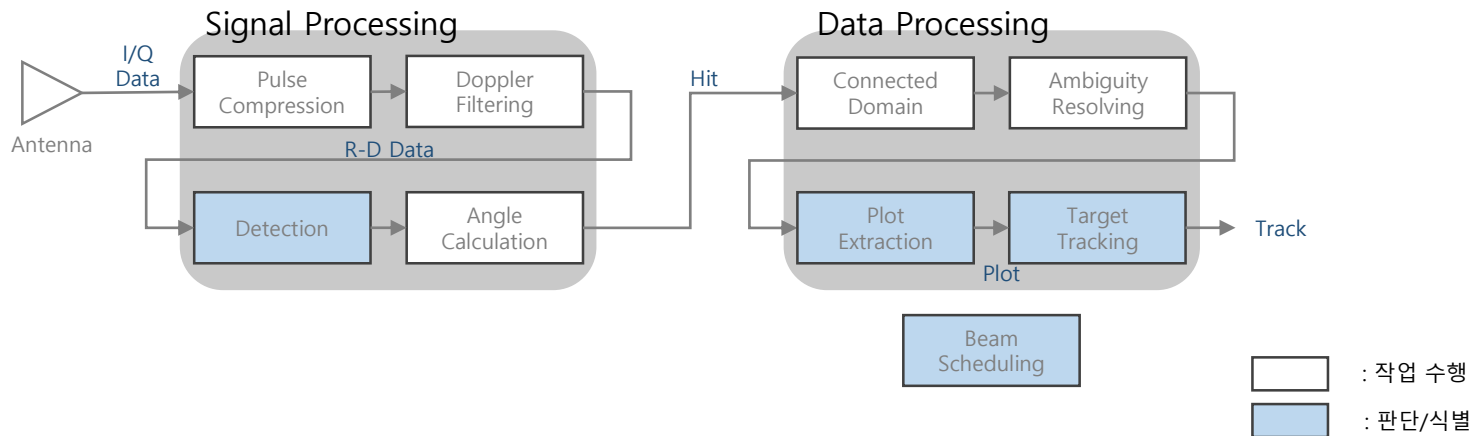


Moving Target Detection by Time Accumulation

AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

레이다 시험 및 데이터 분석 과정

➤ 레이다 데이터 처리 과정



✓ 작업 수행

- 정해진 방법 또는 알고리즘에 따라 일괄적으로 수행되는 과정

✓ 판단/식별

- 주어진 데이터에서 결과를 찾아내는 과정

✓ 데이터 처리 과정 중 판단/식별 영역은 상대적으로 AI 도입이 수월함

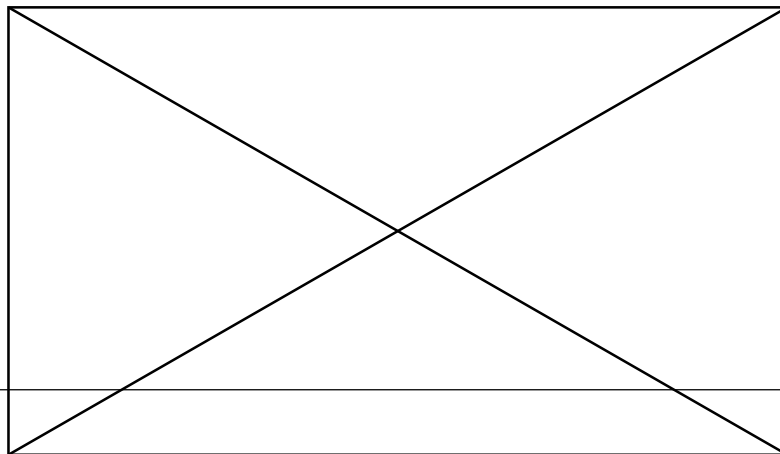
- 레이다 운용자/분석자의 행동을 대체 : 시각화

AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ 플롯 데이터 분석

- ✓ 플롯 데이터의 분포를 통해서 분석이 필요한 영역 식별
- ✓ 시간에 따른 플롯 누적을 통해서 point cloud와 유사한 표적 분포를 생성함
 - 일반적인 레이다 시스템은 대상 표적이 아닌 데이터를 제거함
 - clutter + false alarm
 - 플롯을 누적함으로써 다음 요소들을 판별할 수 있음
 - 대상 표적의 움직임
 - 물리적 요인에 의해 생성된 클러스터의 분포
 - false alarm
 - 제거되지 않은 클러스터를 통해 주변 환경 및 레이다 상태를 확인할 수 있음



AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ 플롯 데이터의 누적

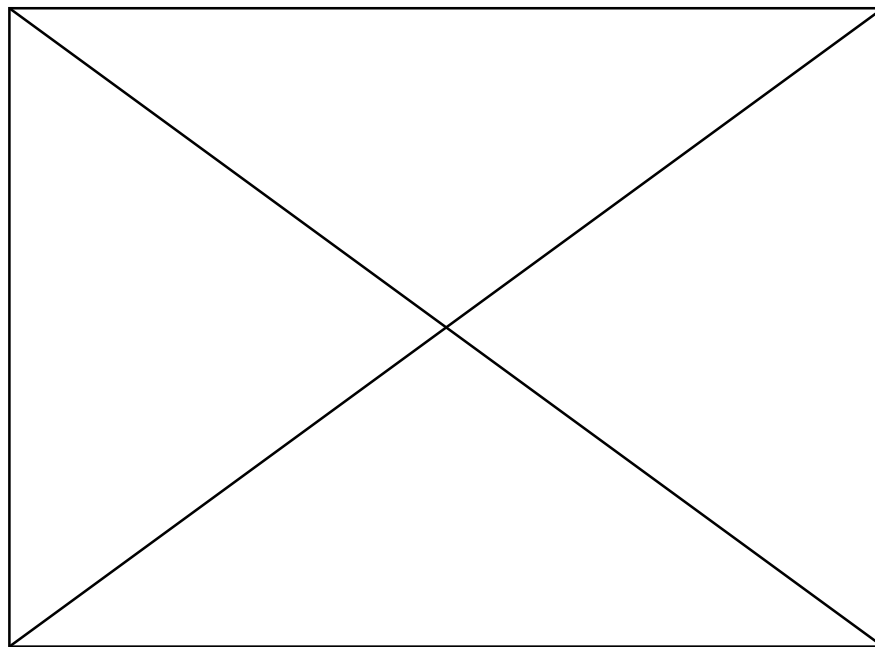
✓ 데이터의 누적을 통해 볼륨 영역의 윤곽을 형성함

- 플랫폼의 이동과 플롯의 밀도를 고려한 누적 스캔 수 판별 필요

- 플랫폼의 이동 : scan to scan coherency

- 플롯의 밀도 : 볼륨 영역의 형상 판단에 영향

✓ Plot segmentation 수행



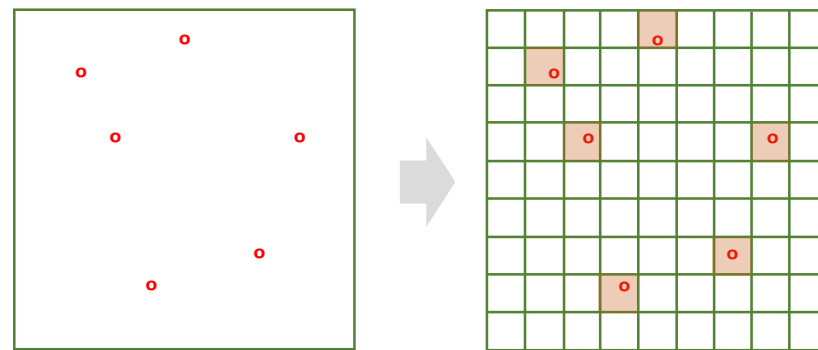
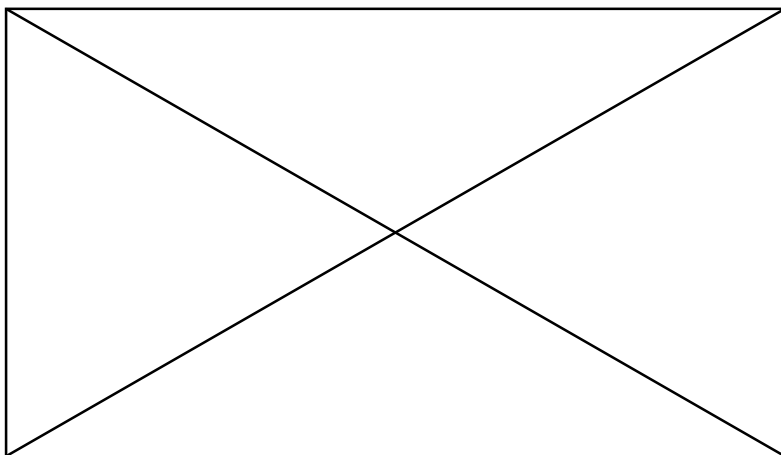
AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ 획득 데이터를 통한 plot segmentation

✓ 기본 획득 데이터

- 2000 scan 이상의 2차원 획득 플롯 데이터
 - moving target, stop target, volume clutter, false alarm
- 충분한 시간의 누적을 통해 point cloud와 유사한 정보를 획득함
- 위치 정보는 cell화 되어 있지 않음
 - segmentation을 위해 cell로 변환

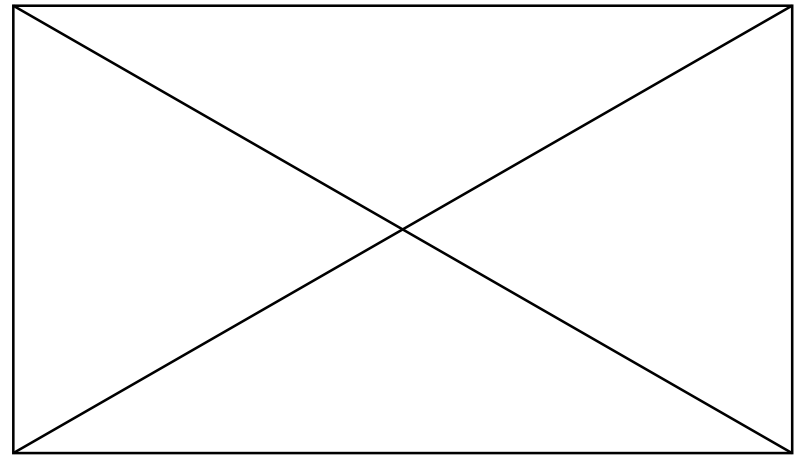
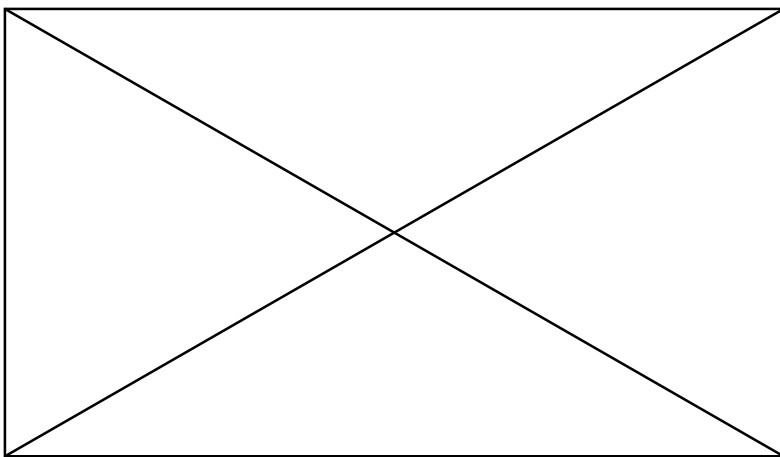
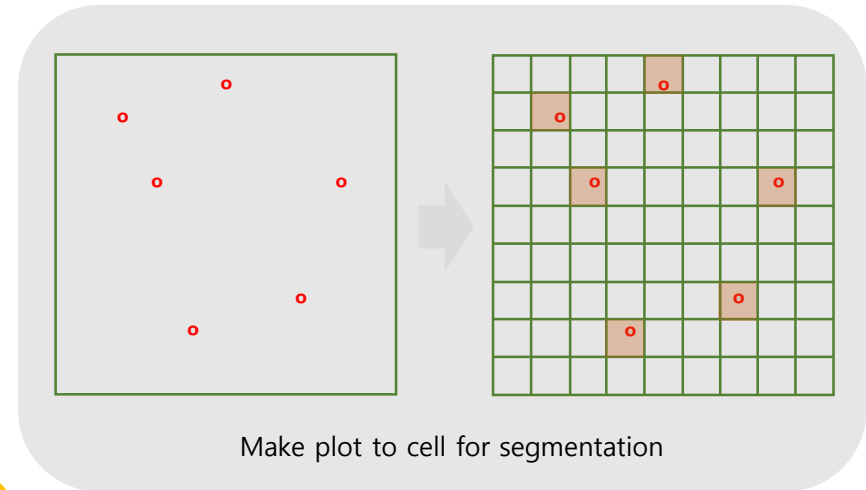
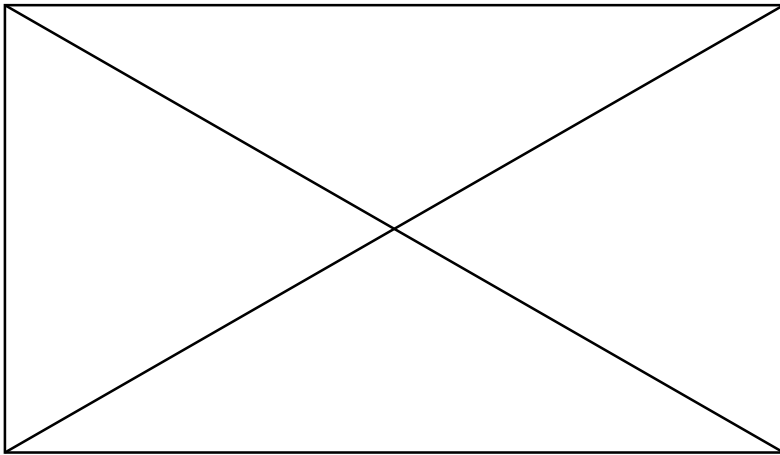


Make plot to cell for segmentation

AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ 획득 데이터를 통한 plot segmentation



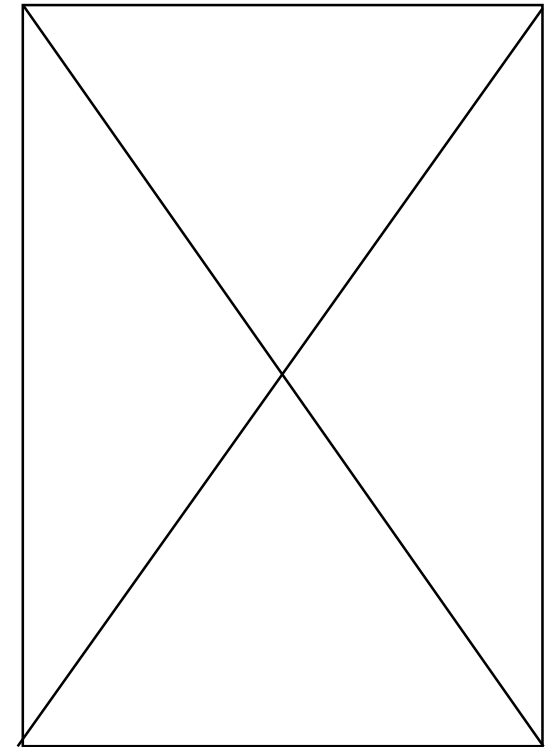
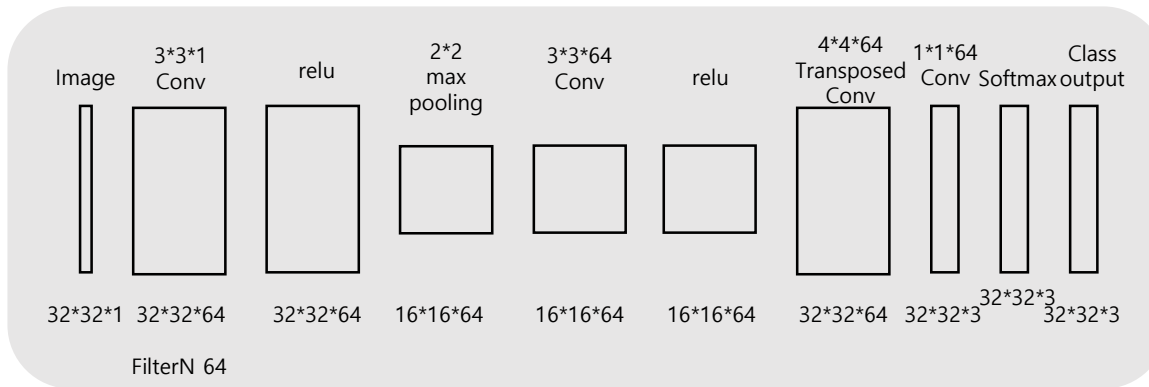
AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ 획득 데이터를 통한 plot segmentation

✓ Simple semantic segmentation

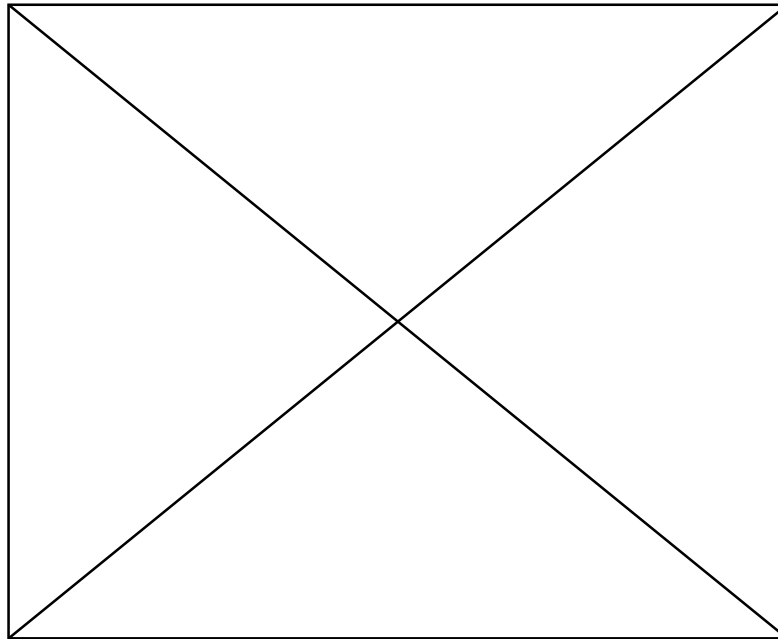
- downsampling + upsampling
- Filter N 64, class 3
 - None
 - Track
 - Volume



AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

- Segmentation 결과
 - ✓ Volume 영역과 Track을 구분함
 - ✓ 작은 clutter 제거
 - ✓ 입력 시나리오에 의해서 굵은 Track은 Volume으로 인식함
 - 너무 지나친 스캔 누적으로 인해 Track이 굵어짐

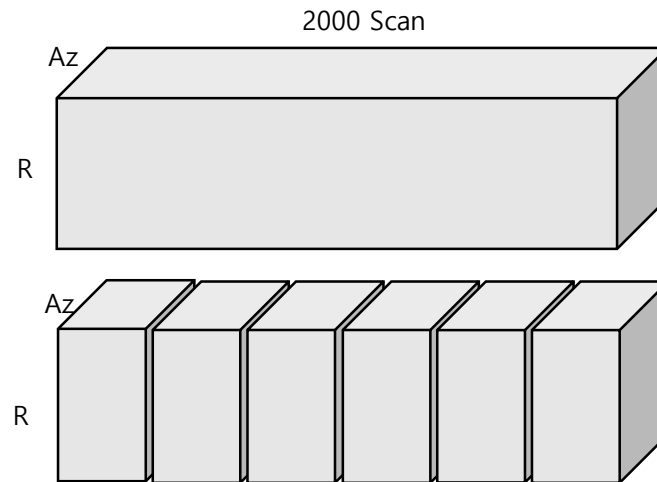
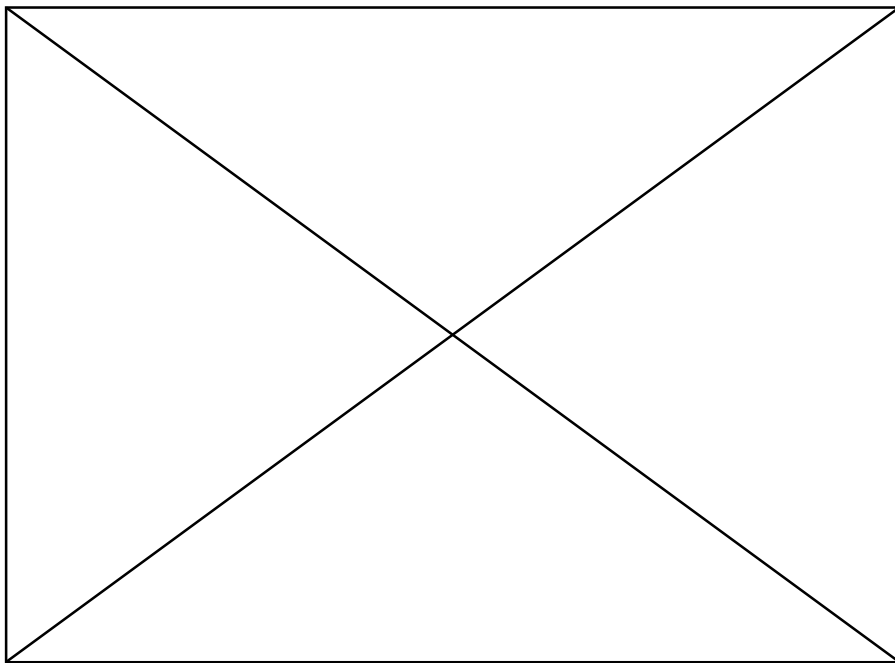


AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ 시간에 따른 플롯 분포 확인

- ✓ 시험 시나리오의 일정 시간대 별 누적을 통해 표적 움직임 및 특정 영역의 시간 별 플롯 밀도 확인 가능

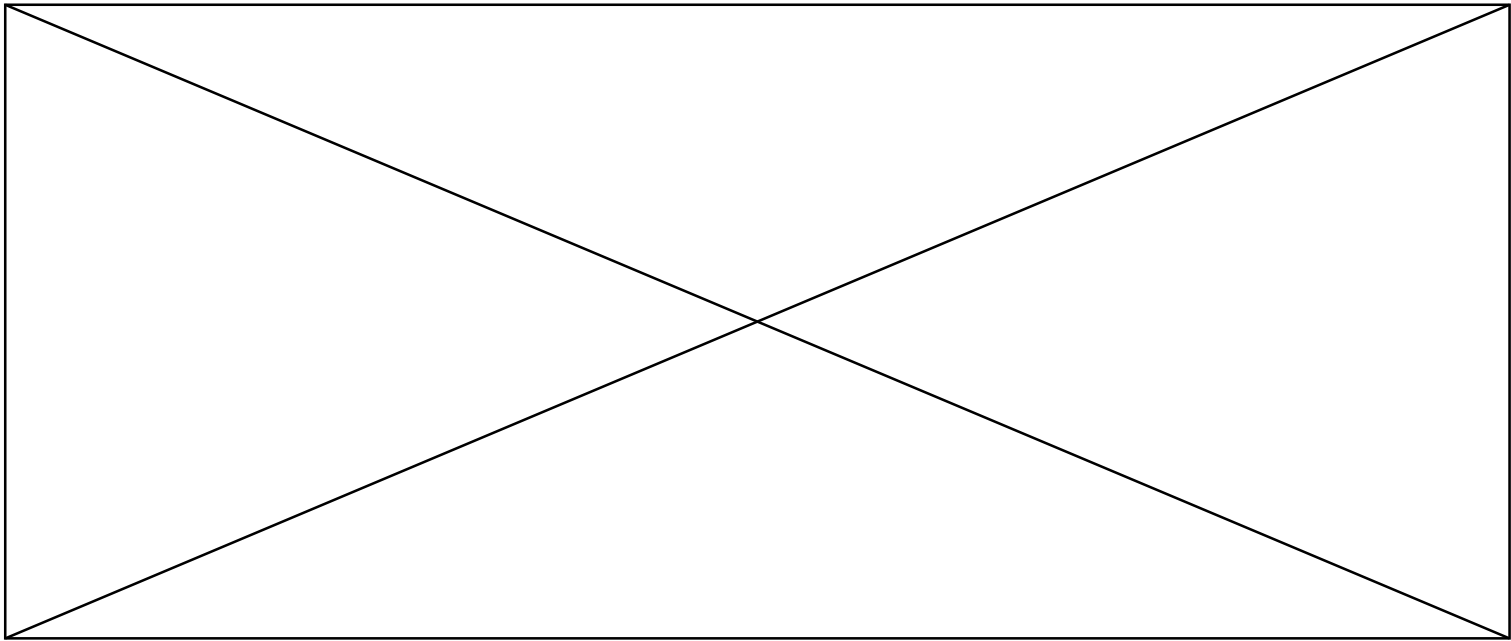


AI를 이용한 레이다 데이터의 분석

AI를 이용한 분석 예시

➤ Segmentation 결과

- ✓ 표적 움직임 확인
- ✓ 볼륨 확인
- ✓ 시간대 별 볼륨의 움직임 확인
- ✓ false alarm 제거



AI와 레이더 데이터 분석

- 레이더 데이터 분석
 - ✓ 레이더의 데이터가 증가하면서 분석 능력 개선의 필요성이 커짐
- AI를 이용한 레이더 데이터 분석
 - ✓ 레이더 데이터 분석을 돕기 위해 AI를 이용한 데이터 분석 방법이 필요함
 - ✓ 대용량의 정보에서의 표적 인지 및 상태 판별에 대한 1차적인 확인 가능
- AI를 이용한 레이더 데이터 분석 기법
 - ✓ 시간 누적을 통해 표적의 이동 정보 및 볼륨 표적 정보를 확인
 - ✓ 영상화를 통해 표적 탐지의 유효성을 확인

Thank You

