

# 고정된 카메라 환경에서의 경량화된 이상 물체 탐지

Lightweight anomalous object detection in a fixed-camera environment

박소연(석박사 통합과정)<sup>1</sup>, 임성훈(교수)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>울산과학기술원 산업공학과, <sup>2</sup>울산과학기술원 인공지능대학원

{syparksy98, sunghoonlim}@unist.ac.kr

# 목차

01 Introduction

02 Related works

03 Method

04 Future works

# Introduction

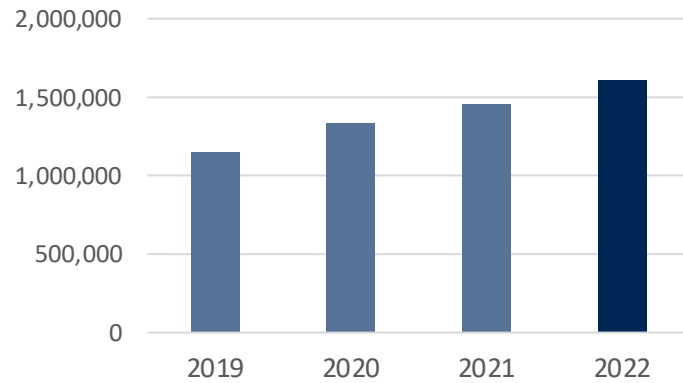
- 교통 관리, 범죄 예방 및 대응을 위한 공공기관 CCTV 수 증가 → CCTV 모니터링 인력 업무 과중
- 인공지능(AI)을 활용한 지능형 CCTV를 통해 이상 상황을 감지하여 알려주는 시스템이 도입되고 있음



2022.11.09 연합뉴스

“서울 CCTV 관제센터 1인당 평균 958대 담당...적정 수준 19배”

공공기관 CCTV 설치대수



e-나라지표, 공공기관 CCTV 설치 현황



울주군 CCTV통합관제센터

# Introduction

- 교통 분야에서 AI, 빅데이터를 CCTV에 적용하여 도로 상태 분석, 교통 체증 해소 등에 활용
- 특히, 실시간 교통 사고 탐지를 통한 인명 피해 감소 효과를 기대
- 본 연구에서는, 큰 사고로 이어질 수 있는 터널 내부 사고 방지를 위한 이상 물체 탐지를 진행함



2020.08.30 연합뉴스

“터널 내 사고 사망률, 전체 교통사고의 2배...”

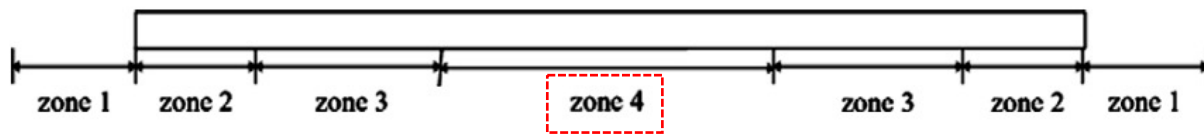


2022.03.24 도로교통공단

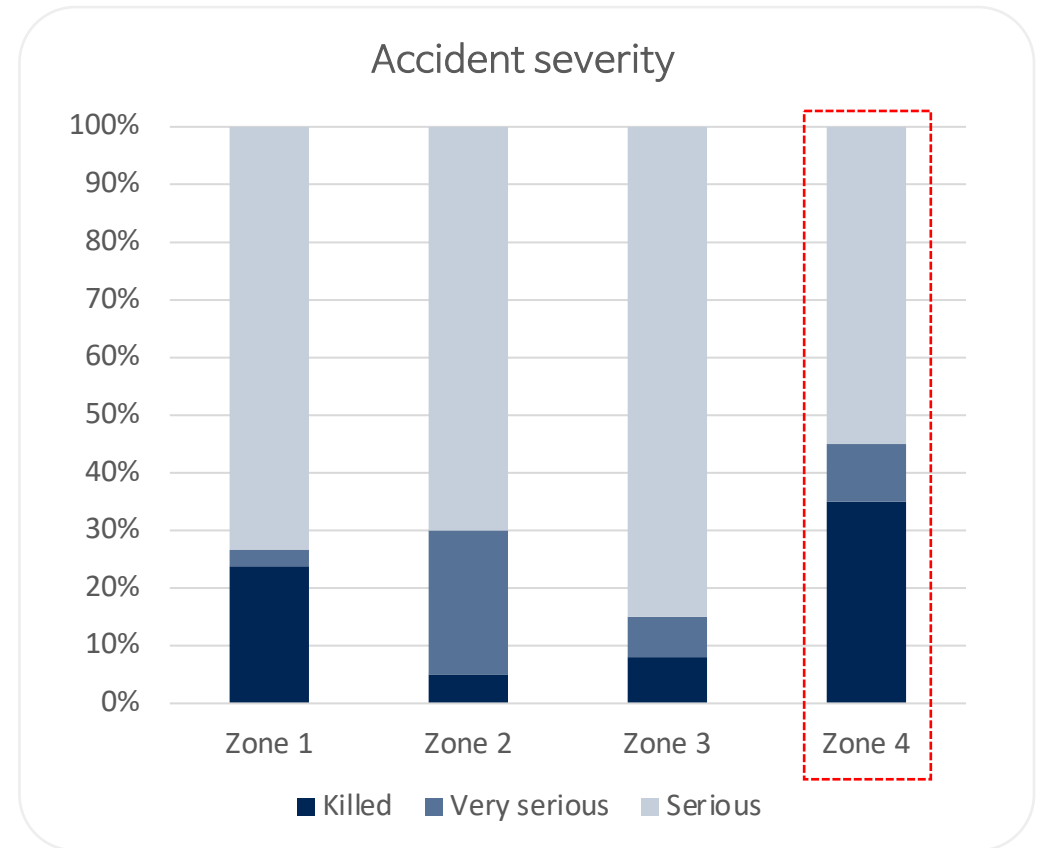
“터널 내 교통사고 5년간 40% 이상 증가”

# Related works | 터널 사고 분석

- 다른 교통 사고에 비해 터널 사고는 발생했을 때 더 심각한 피해 유발
- 터널 중앙에서 사고 빈도와 치사율이 가장 높음

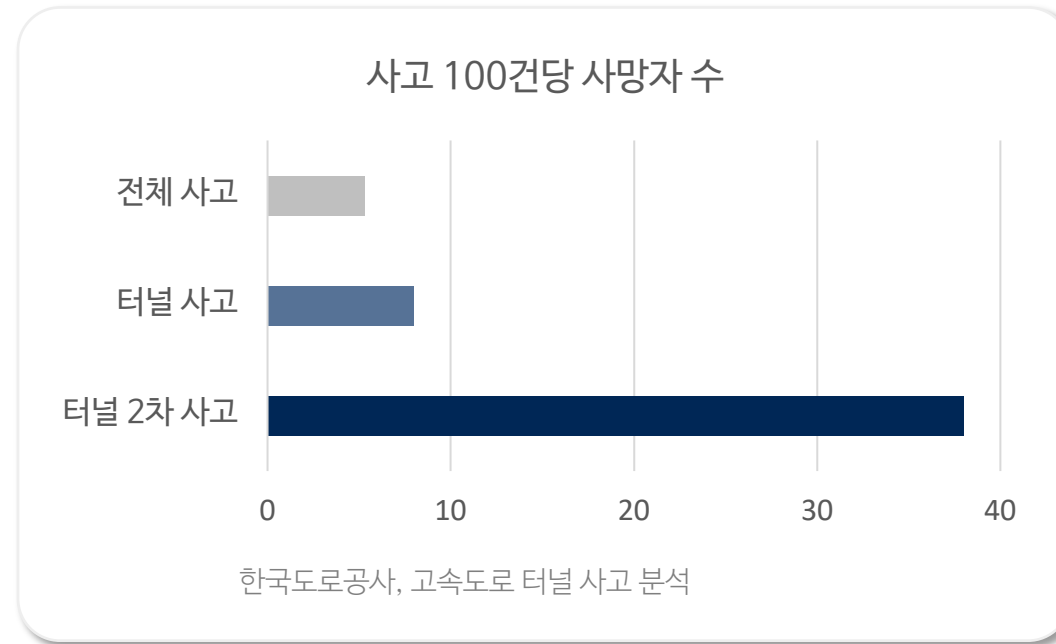


위치	터널 외부		터널 내부	
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
사고 비율	26%	19%	19%	36%

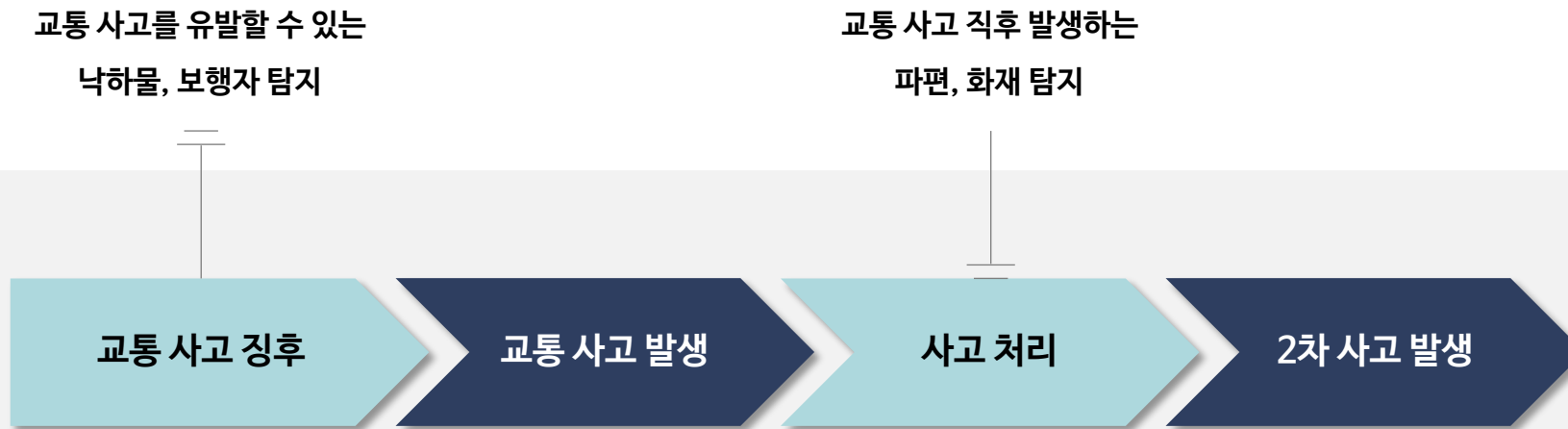


# Related works | 터널 사고 분석

- 1차 사고로 인한 2차 사고의 사망 비율이 매우 높음
  - 후속 조치를 위해 운전자가 도로에 나온 경우
  - 1차 사고로 인해 이미 차량의 안전장치가 파손된 경우



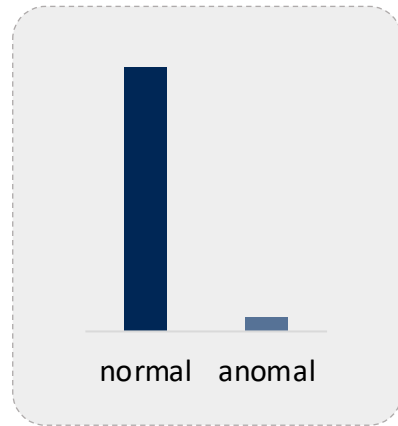
# Related works | 터널 사고 분석



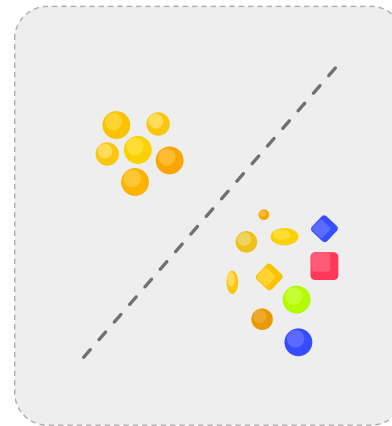
➔ 터널 내부 이상 상황 알림 시스템 구축을 통해 교통 사고를 예방하고, 2차 사고의 피해를 줄일 수 있을 것으로 예상됨

# Related works | 이상 탐지

- 정상 데이터와 다른 패턴을 보이는 이상치를 탐지하는 것
- 데이터 불균형, 이상 데이터 다양성 문제로 인해 이상 데이터의 레이블링을 통한 학습이 어려움  
→ 생성 모델 등 비지도 학습 사용



*Data imbalance*

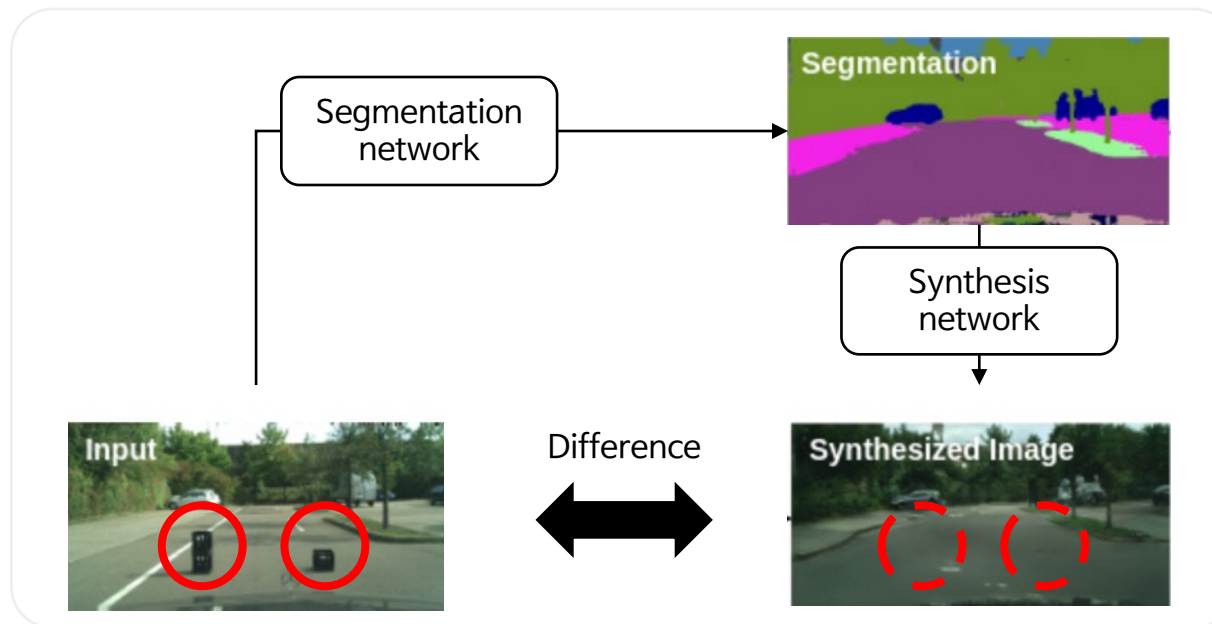


*Anomaly variation*



# Related works | 생성 모델 이상 탐지

- AutoEncoder, generative adversarial network (GAN) 등 생성모델을 통해 정상 데이터를 복원하는 네트워크 학습
- 입력된 데이터와 생성된 데이터의 차이가 크게 나타난다면 이상 데이터로 판별
- 이미지나 세그멘테이션 맵을 생성 모델의 입력으로 사용

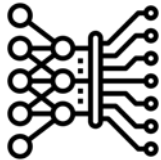


cGAN을 사용한 이상탐지

## Related works | 생성 모델 이상 탐지



1. 생성 데이터 학습을 위한 대규모 데이터셋 필요



2. 모델의 무거움으로 인한 속도 개선 필요

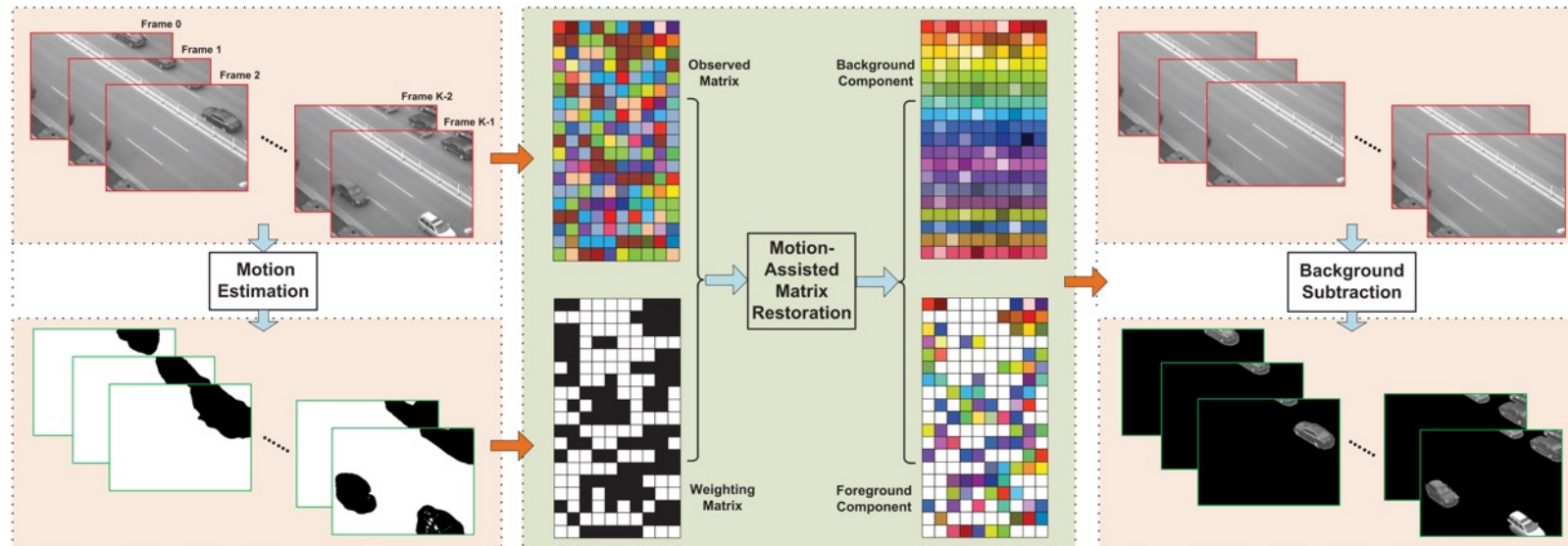


3. 고정된 카메라 환경에서 변하지 않는 부분인 배경이 복원 과정에 포함됨

➔ 본 연구에서는 생성 모델 사용 없이, 물체가 없는 배경 이미지를 활용하여 경량화된 이상 탐지 시도

# Related works | Foreground-background separation

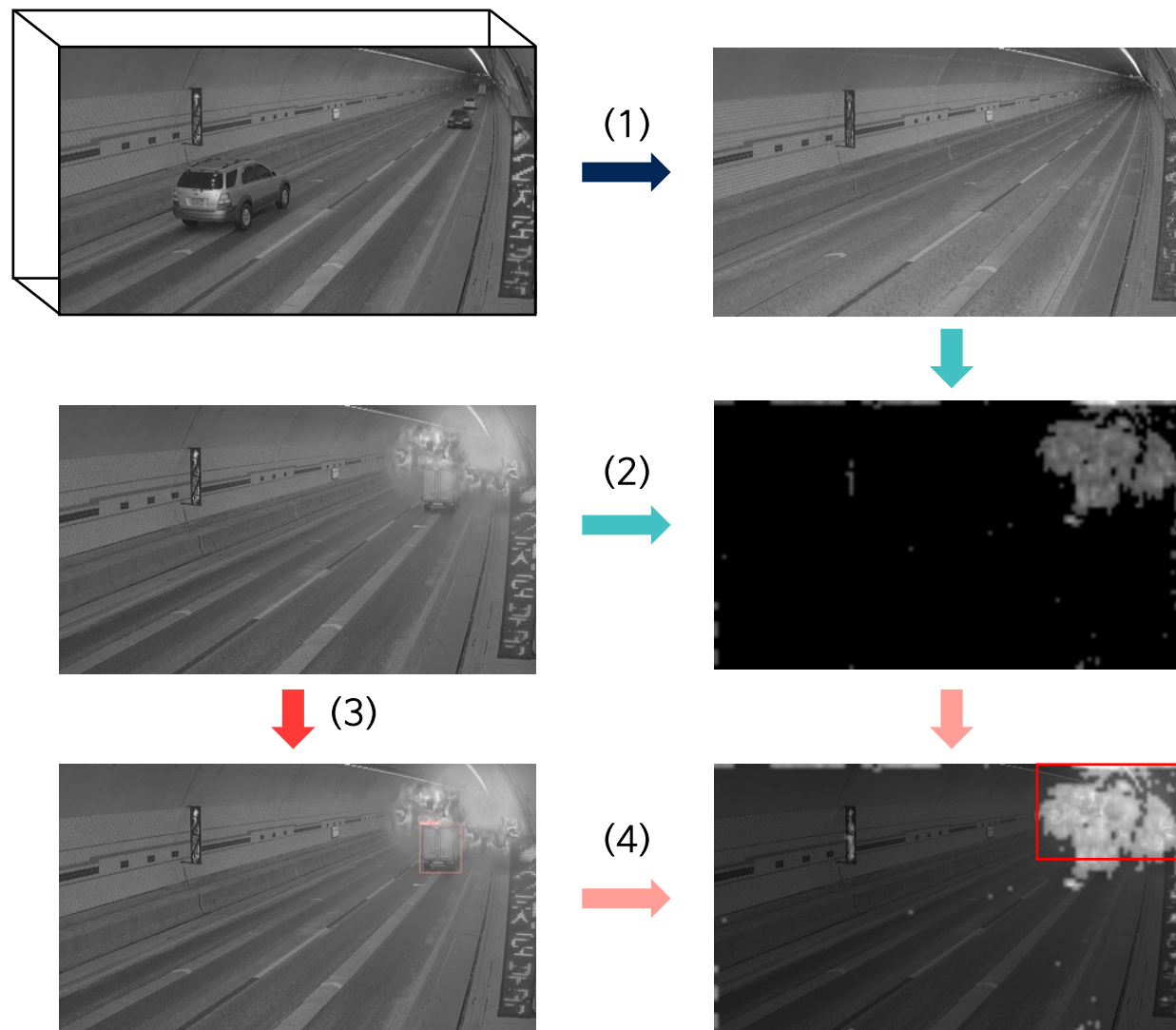
- 이미지에서 주요 물체를 제외한 배경을 추출하는 방법론
- 특히 고정된 카메라에서는 물체의 움직임을 활용할 수 있음



Motion-assisted matrix를 사용한 배경 추출

# Method | Overview

1. 이미지 시퀀스로부터 아무 차량도 없는 배경 추출
2. 배경과 입력 이미지의 차이를 통한 바이너리 맵 생성
3. 입력 이미지로부터 차량 탐지
4. 차량 외의 물체를 이상 물체로 간주



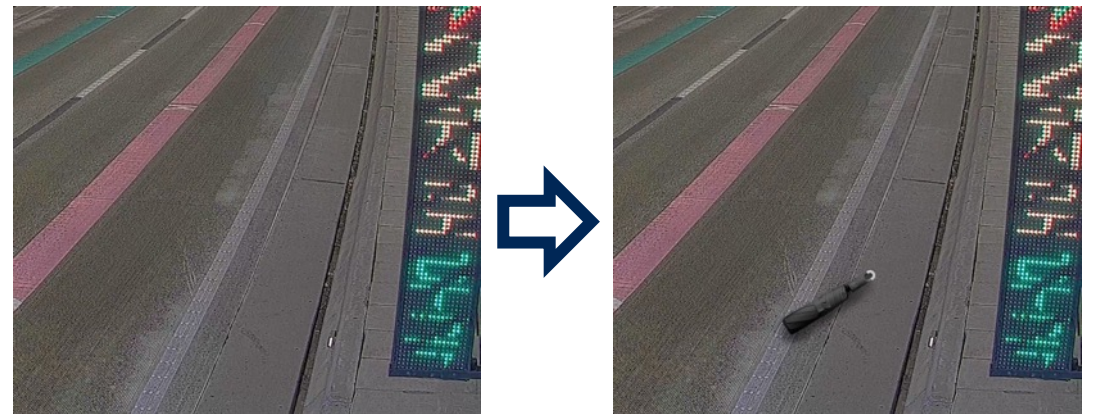
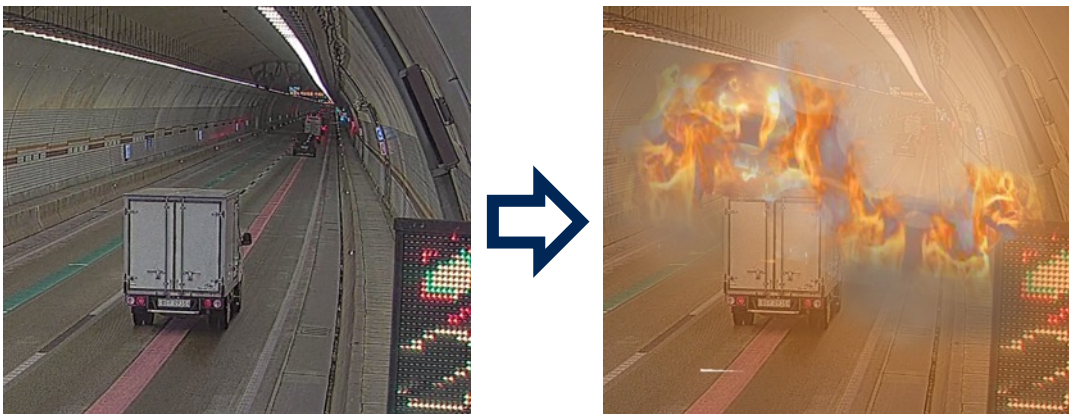
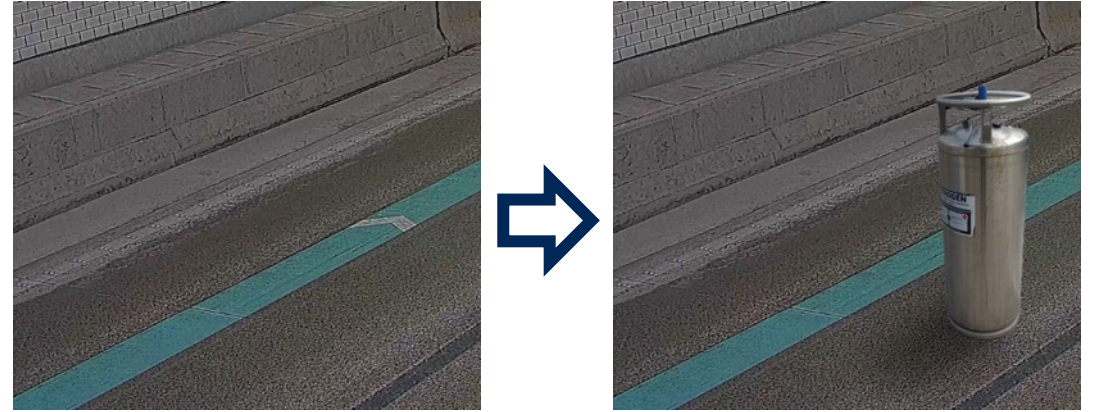
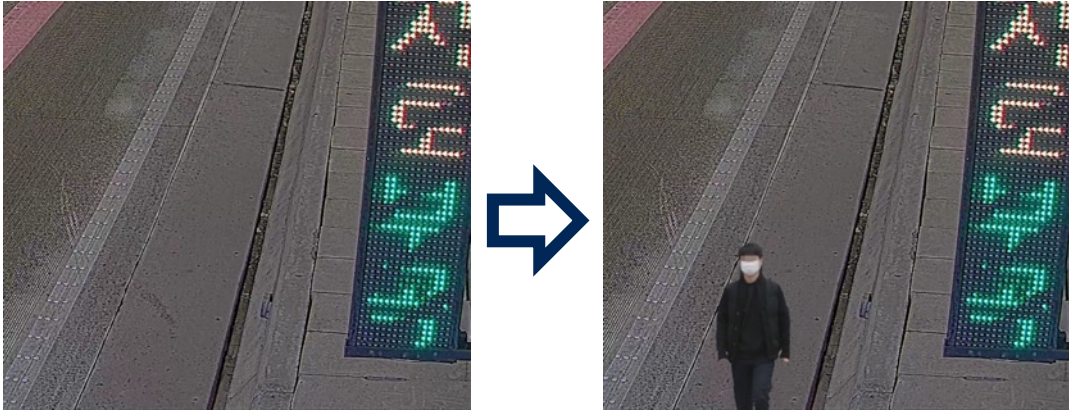
# Method | 데이터 수집

- 학습 이미지 수집: 터널 CCTV에서 800개의 데이터 수집 후 차량 bounding box 생성
- 테스트 이미지 생성: 그 중 30개 데이터에 이상 상황을 합성
- 총 600개의 학습, 170개의 검증, 30개의 테스트 데이터 사용

이상 상황 종류	보행자	화재	낙하물	파편 (소형 낙하물)
테스트 데이터 수	10	5	10	5



# Method | 데이터 수집



# Method | Background separation

- 프레임 시퀀스 앞뒤의 차이를 통해 이미지 내에서 변하지 않은 부분을 추출
- 20개의 적은 프레임 수로 배경 이미지를 얻을 수 있음

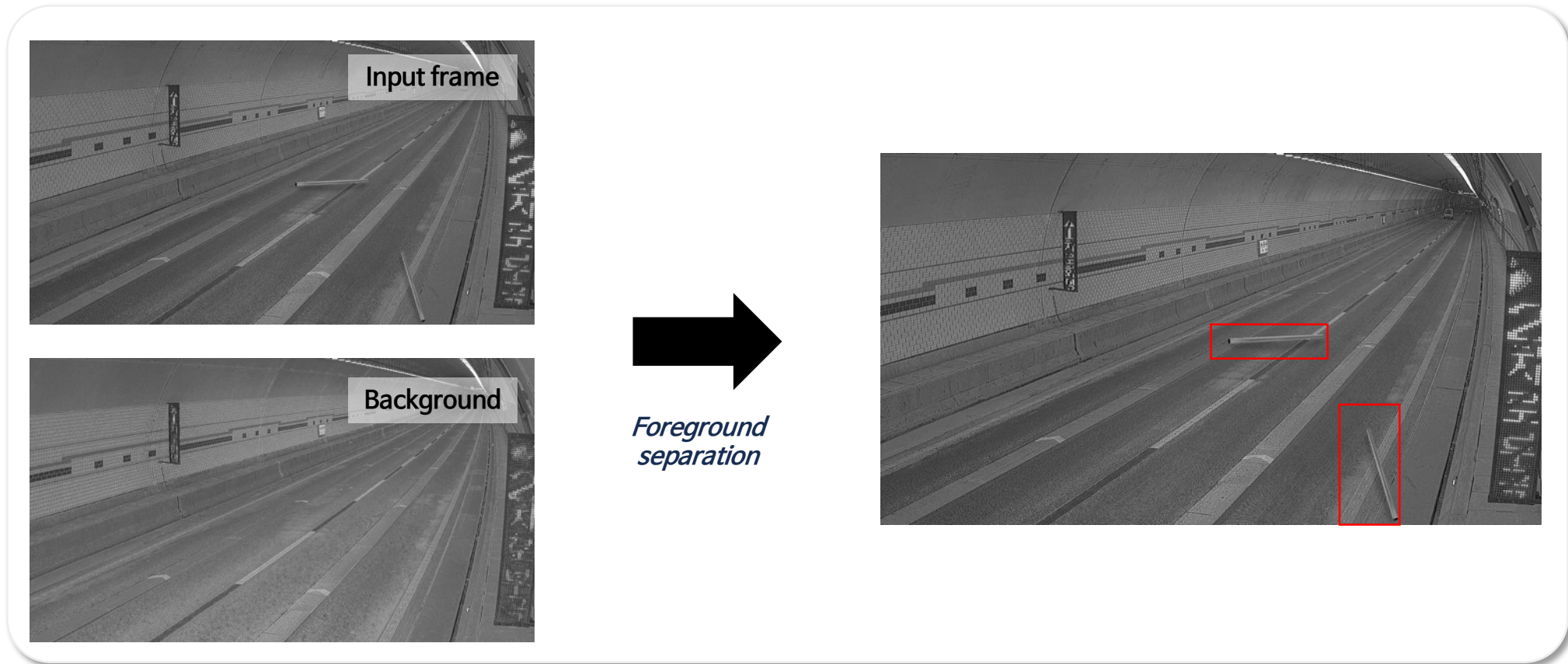
## Algorithm 1 Background Separation

```
1: function GETBACKGROUND(framelist)
2:   n = framelist.length
3:   bg = zeros_like(framelist[0])
4:   for i = 1 to n - 1 do
5:     d_array = GETPIXELDISTANCE(framelist[i], framelist[i + 1])
6:     bg_mask = d_array ≤ Threshold
7:     frame_bg = ELEMENTMULTIPLICATION(bg_mask, framelist[i])
8:     bg = ELEMENTMAXIMUM(frame_bg, bg)
9:   return bg
```



# Method | Foreground separation

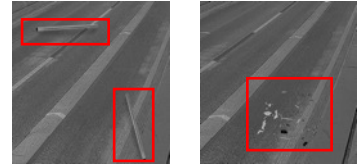
- 추출된 배경과 입력 프레임의 차이를 통해 화면 내 객체 탐지








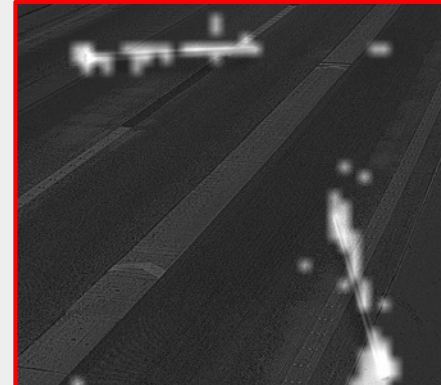
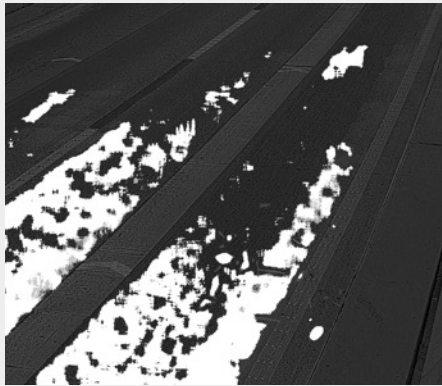
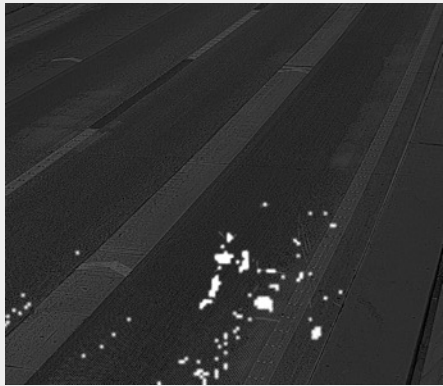


# Method | Foreground separation

Input:



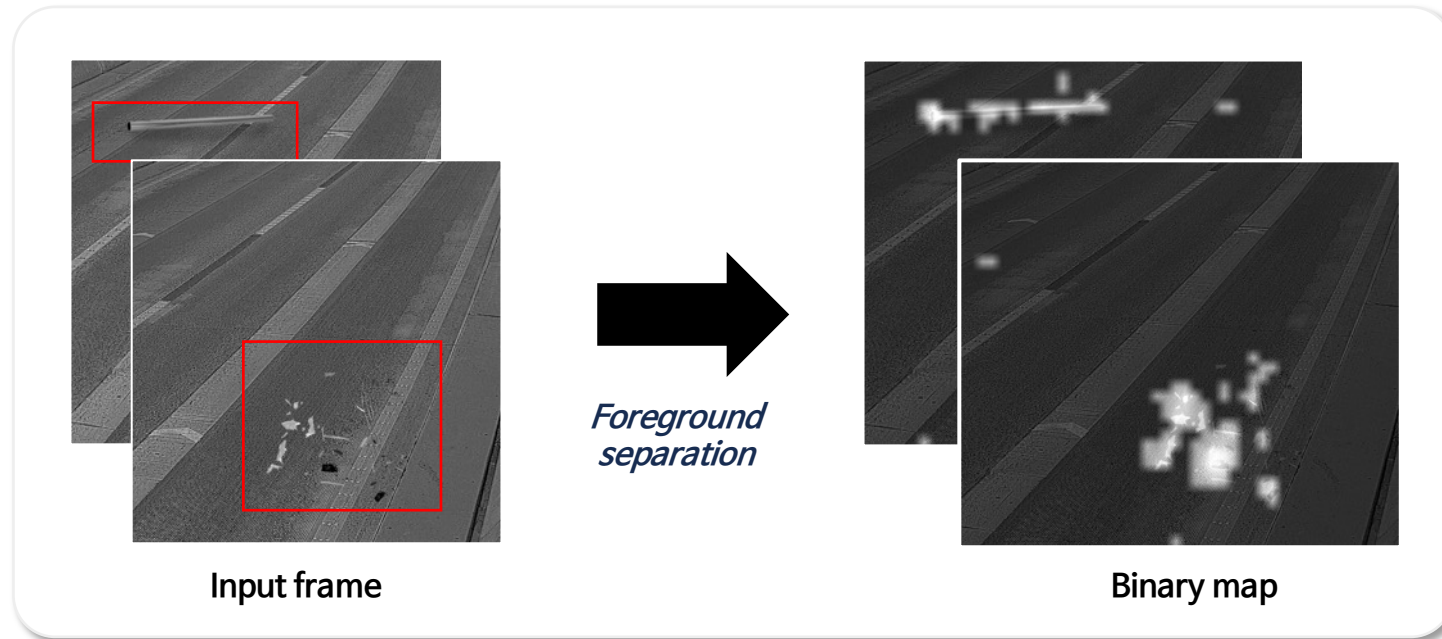
Pixel difference

Perceptual difference

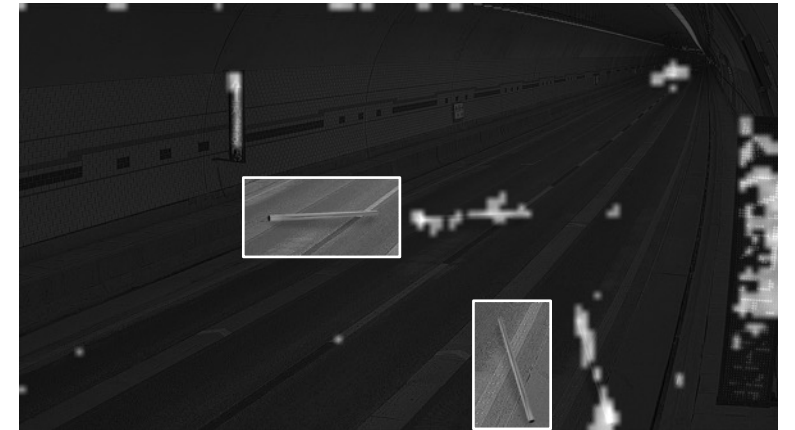
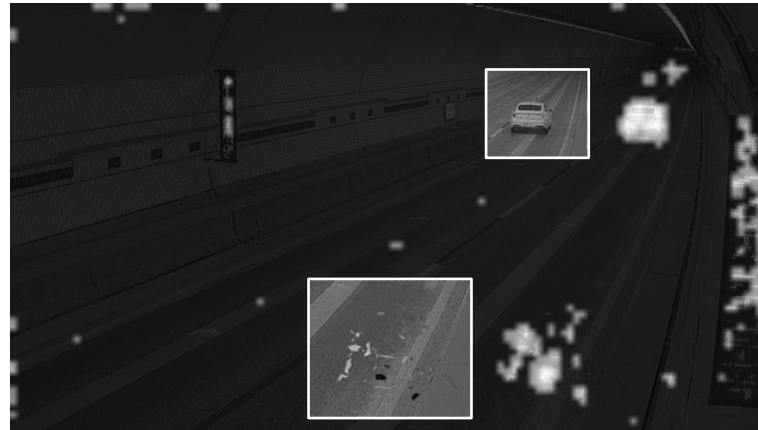
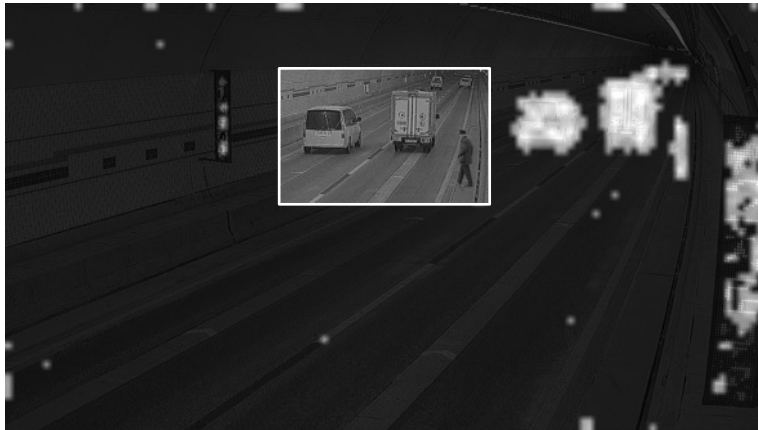
Case	Pixel difference		Perceptual difference	
	Pixel distance + Denoising	AVG pooling + Pixel distance	VGG16	ResNet18
sec/frame	1.5	0.04	0.16	0.08
Result				
				

# Method | 결과

- Pretrained ResNet18을 사용한 perceptual difference 선정
- 프레임당 0.1초 이내로 물체 존재 여부를 나타내는 바이너리 맵 생성

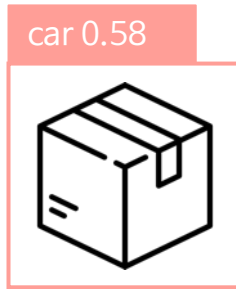


## Method | 결과



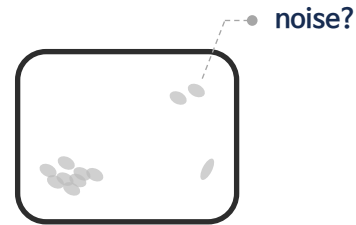
→ 30개의 테스트 데이터에서 다양한 크기, 형태의 객체를 포함한 바이너리 맵을 성공적으로 생성

# Future works



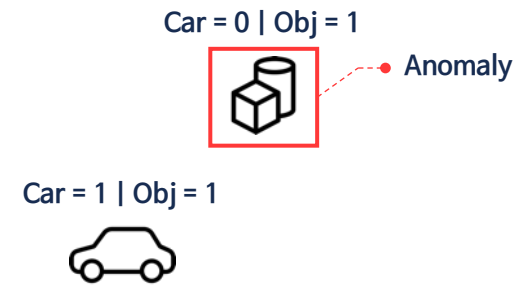
*False-positive detection*

차량 탐지에서 나타날 수 있는  
False-positive 문제 해결



*Noise discrimination*

Density-based Algorithm을 통한  
foreground noise 제거



*Model combining*

차량 탐지 모델과의 결합을 통한  
이상 물체 탐지 시스템 구축

# Acknowledgement

This work was supported by the Advanced Technology Center Plus (ATC+) Program (20017932, 50% Accident Prevention Focus to reduce accident rate Development of Risk Detection System for Road Facilities Based on Artificial Intelligence) funded by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE), the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2021R1F1A1046416), and Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2020-0-01336, Artificial Intelligence Graduate School Program (UNIST)). This work was also supported by the Science and Technology Commercialization Promotion Agency grant funded by the Korea government in 2023 (Ministry of Science and ICT) (No. RS-2023-00254286).



THANK YOU