

# 기계학습기반 X-ray 금지 품목 검사 시스템에서 생성형 AI와 프롬프트를 활용한 이미지 생성 및 성능 분석

안효찬\*, 이영규\*, 김동식†, 강진호\*

\*경상국립대학교 전자공학과, 4단계 BK21 S2X 인공지능기반 유무인 복합체계 교육연구단  
†플랫폼비엔티

\*ahc1352@gnu.ac.kr, \*lyg8984@gnu.ac.kr, †dskim@pbnt.kr, \*jinhokang@gnu.ac.kr

## Image Generation and Performance Analysis using Generative AI and Prompts in Machine Learning-based X-Ray Prohibited Item Inspection System

An Hyo Chan\*, Lee Young Gyu\*, Kim Dong Sik†, Kang Jin Ho\*

\*Department of Electronic Engineering and Brain Korea 21 Four Project S2X Technologies of AI-MUMT Research&Education Group, Gyeongsang National University

†Platform B&T

### 요 약

본 논문은 기계학습 기반 X-ray 보안 검사 시스템에서 데이터 부족 문제를 해결하기 위해, 프롬프트를 활용하여 생성형 AI 모델을 통해 생성한 합성 이미지를 실제 X-ray 이미지와 통합함으로써 데이터셋 다양성을 확보하고 모델의 일반화 성능을 향상시키기 위한 머신러닝 프레임워크의 탐지 성능을 분석한다. 시뮬레이션 결과, 본 방식이 객체 탐지 성능 및 모델의 일반화 성능이 향상됨을 확인하였다.

### I. 서론

X-ray 보안 검사는 공항, 항만 등에서 승객 안전 확보에 필수적이지만, 수동 탐지 방식은 피로도와 정확도 저하 문제를 야기한다 [1]. 이에 따라 머신러닝 기반 자동 탐지 기술이 활발히 연구되고 있지만, 데이터 부족 문제로 인해 탐지 성능 향상에 한계가 있다 [2]. 한편, 최근 생성형 AI의 발전으로 간단한 프롬프트로 고품질 이미지를 손쉽게 생성할 수 있게 되었다 [3]. 이에 따라, 생성형 AI를 활용한 머신러닝 기반 X-ray 보안 검사 시스템의 새로운 프레임워크가 제안되었다 [4]. 본 논문은 생성형 AI 합성 이미지를 통한 금지 품목 탐지 성능을 분석하고자 한다.

### II. 본론

본 논문에서는 컴퓨터 비전에서 효율적인 객체 탐지를 위해 폭넓게 사용되고 있는 YOLOv8 모델을 도입한다. YOLOv8은 높은 탐지정확도와 빠른 처리 속도를 제공하여 최근 많은 연구에 활용되고 있다 [5]. 또한, 프롬프트를 활용하여 DALL·E 3 모델을 통해 X-ray 이미지를 생성한다. 본 프레임워크에서는 기존 이미지와 생성 이미지의 성능을 모두 보장하기 위해 생성 이미지 데이터셋을 실제 X-ray 데이터셋과 결합하여 YOLOv8 모델을 학습시킨다 [4]. 이때, 생성 이미지 데이터셋을 다양한 비율로 결합하여 학습을 진행하며, 훈련된 모델을 실제 데이터와 생성 데이터로 분리하여 테스트함으로써, 객체 탐지 성능 및 모델의 일반화 성능을 분석한다. YOLOv8 모델 훈련을 위한 실제 X-ray 이미지/생성 X-ray 이미지는 학습데이터로 35850/x ∈ [0,300]장, 검증 및 테스트 데이터로 7680/60장을 사용하였다. 시뮬레이션 결과, 그림 1과 같이 6개 클래스 모두 0.9이상의 confidence score를 달성하여 실제 X-ray 이미지만으로 학습한 모델보다 실제 X-ray 이미지와 생성형 AI를 통해 생성한 이미지를 결합하여 학습

하였을 때 실제 X-ray 이미지에 대한 탐지 성능 저하 없이 생성한 이미지와 같은 새로운 유형의 금지물에 대한 모델의 일반화 성능은 향상되었다.

### III. 결론

본 논문에서는 생성형 AI를 통해 생성한 X-ray 이미지를 실제 데이터셋과 결합함으로써 X-ray 보안 검사 시스템의 탐지 성능을 분석하였다. 그 결과, 생성형 AI를 통해 생성한 이미지를 통해 데이터셋 다양성을 확보하고, 객체 탐지 성능 및 모델의 일반화 성능이 향상됨을 확인하였다.

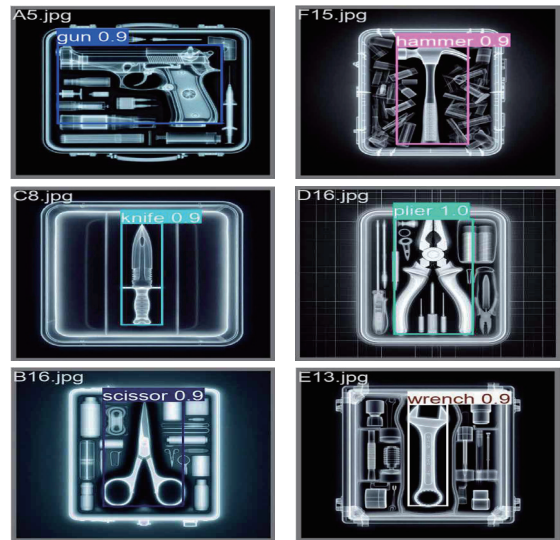


그림 1. 제안된 프레임워크의 X-ray 금지 물품 탐지 결과

### ACKNOWLEDGMENT

This work was supported in part by the NRF (National Research Foundation of Korea) grant funded by the Korea government (Ministry of Science and ICT) (RS-2023-00214142), and in part by the IITP(Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation)-ICAN(ICT Challenge and Advanced Network of HRD) grant funded by the Korea government (Ministry of Science and ICT) (IITP-2025-RS-2022-00156409).

### 참 고 문 헌

- [1] J. Liu and T.H. Lin, "A framework for the synthesis of X-ray security inspection images based on generative adversarial networks," IEEE Access, vol.11, pp. 63751 - 63760, 2023.
- [2] Y. Wei, et al., "Occluded prohibited items detection: An X-ray security inspection benchmark and de-occlusion attention module," In Proceedings of the 28th ACM International Conference on Multimedia, pp. 138 - 146, October 2020.
- [3] Y. Zhu, et al., "Data augmentation of X-ray images in baggage inspection based on generative adversarial networks," IEEE Access, vol.8, pp 86536 - 86544, 2020.
- [4] D. Kim and J. Kang, "Novel learning framework with generative AI X-ray images for deep neural network-based X-ray security inspection of prohibited items detection with you only look once," Electronics, vol. 14, no. 7, p. 1351, Mar. 2025.
- [5] Y. Lee. and J. Kang, "YOLOv8-SCS: Improved Object Detection for Autonomous Driving Under Adverse Weather Conditions," in IEEE Access, vol. 13, pp. 149933-149946, 2025.