


#3

Q :

보안에 보안을 더하다, AI X-Ray 자동판독시스템



글. 박동기 한국공항공사 항공산업연구원 원장

그림 1. 현행 보안검색의 3대 문제점



업무 피로↑



대기 시간↑



안전 위협↑

보안에 보안을 더하다

기술이 진화함에 따라 항공기 반입금지 물품에 대한 은닉 기술 또한 고도화되고 있기에, 공항에서의 안전강화 필요성이 증가하고 있어, 기업들은 정보보호를 위한 노력을 강화하고 있다. 또한 공항 내 여객수 및 수하물 증가에 따라 고도의 집중력을 요구하는 보안검색요원의 업무 피로도가 가중되기에 Human Error를 줄이고, 판독 정확성은 향상시키며, 판독 시간은 단축시킬 필요성이 높아지고 있다.

이에 4차 산업혁명에 따른 인공지능(AI) 딥러닝 기술을 적용한 보안검색 자동판독 시스템을 개발하여 보안성을 한층 더 강화할 수 있게 되었다.

그림 2. 보안검색 업무의 패러다임 전환



힘난한 과정과 해결

가장 어려웠던 것은 데이터 확보의 어려움, 즉 영상 자동판독 구현을 위한 딥러닝 학습데이터의 확보였다. 이를 해결하고

자 한국항공공사는 ㈜딥노이드와 공동으로 연구개발에 착수하고 X-Ray 영상 취득, 알고리즘 개발 및 딥러닝 작업을 통해 이미지 40만 장 이상을 학습하고, 공항 특성을 고려한 최적 모델을 개발하였다. 개발 초기에 AI 학습을 위한 방대한 데이터가 요구되었으나, 학습데이터 확보에 큰 어려움을 겪었다. 하지만 보안관리부서와의 긴밀한 협조 끝에 김포공항 보안교육센터와 국내선 보안검색장 내 테스트베드를 구축하여 대량의 학습용 데이터를 확보할 수 있었다. 그 결과, 충분한 학습 및 공항 특성을 고려한 최적 모델 개발이 가능하였다.

또 다른 어려움은 보안검색요원의 부정적 인식이었다. 보안검색요원은 AI X-Ray 영상 자동판독시스템 도입에 대한 불필요성 및 부정적 견해를 표출하고 혹시나 일자리를 잃을까 걱정하기도 하였다. First-Mover로서 새롭게 개발한 시스템이지만 사용자에게는 낯설고 생소할 수밖에 없기에 경험 없는 시스템에 대한 편의성과 친숙도 부족으로 이용 촉진 및 시스템 인지도 제고에 한계가 있었다.

문제점을 분석하기 위해 보안검색요원들을 대상으로 AI X-Ray 자동판독시스템 설문조사를 실시하였으며, 그 결과, 부정적 인식의 가장 큰 원인은 신기술 도입으로 인한 일자리 대체 가능성임을 확인하였다. 부정적 인식 개선을 위해 AI X-Ray 자동판독시스템의 목적은 Human Error 감소를 통한

업무 효율성 향상, 업무 피로도 감소 및 이용 편의성 향상임을 강조하였고, 보안검색요원의 요구사항을 적극 반영하여 이미지를 개선하기 위한 노력을 하였다.

마지막 어려움은 시장 진출의 장벽이었다. 먼저, 판매대상 확대를 위해 공항 기내 반입금지 물품을 탐지하는 항공 보안용 외에 기업 정보유출 차단을 위한 저장장치(USB, SD카드 등) 탐지용 모델 추가 개발을 진행 및 완료하였다. 또한, 제도적인 제약으로 인한 공공시장 진출의 어려움을 극복하기 위해 해당 제품의 수의계약 요건 확보차 혁신제품 지정신청을 준비했고, 기술력을 인정받아 SOC 통합기술마켓 인증기술 등록(’22.1) 및 조달청 혁신제품(FT3)으로 최종 선정(’22.6)되어 공공기관 대상 수의계약이 가능하게 되었다.

2021, 2022, 2023 세계보안엑스포(SECON) 전시회 및 아태지역 항공청장 회의(DGCA) 홍보부스 운영 등을 통해 글로벌 시장 진출을 위한 적극적인 홍보·마케팅 수행, 솔루션 공개 시연(행정안전부, 청와대 경호처, S전자 등), 행정안전부 국가정보자원관리원 대구센터 3식 납품, S전자 수원사업장 벤치마크테스트(BMT) 참여, 등 다수의 홍보·마케팅을 진행하였다.

AI X-Ray 기술

사물 혹은 사람의 이미지를 데이터로 받아들여 분석하는 알고리즘으로는 이미지 처리에 특화된 인공 신경망인 합성곱 신경망(CNN, Convolutional Neural Network)이 있다. AI X-Ray 자동판독시스템은 이미지 인식 분야에서 딥러닝(Deep Learning)을 활용한 기법인 합성곱 신경망을 기초로 한다.

멀티 뷰 신경망은 단일 뷰 신경망에 비하여 Top/Side에

표 1. AI X-Ray 자동판독시스템 추진경과

【연구개발 착수】	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구개발 착수(’19.5) - 연구기관 : 한국항공공사, ㈜딥노이드
【연구개발 수행】	<ul style="list-style-type: none"> ■ X-Ray 영상 취득, 알고리즘 개발 및 딥러닝(~’20.12) - 이미지 40만 장 이상 학습, 공항 특성을 고려한 최적 모델 개발
【시범운영 실시】	<ul style="list-style-type: none"> ■ 김포공항 국내선 시범운영(’20.10~) - 국내선 대인검색장 9, 10호기
【제품개발 완료】	<ul style="list-style-type: none"> ■ 항공보안용 AI X-ray 자동판독솔루션 개발 완료(~’20.12) - 기내 반입금지 물품 20종 탐지 가능
【제품 고도화】	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제품 고도화 및 기업보안용 솔루션 개발 완료(’21.1~’11) - 제품 성능 향상 및 기업보안용(USB, 외장하드 등 5종)
【공인기관 평가】	<ul style="list-style-type: none"> ■ 성능평가 기관 : 한국산업기술시험원(KTL, ’22.4) - 20종 전체/품목별 95% 판독률
【판로 확대】	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공항 : 김포, 김해, 제주, 대구, 청주공항 등 15식 ■ 국가기관 등 : 국회, 행안부, 원자력발전소, S전자 등 20식

그림 3. CNN(Convolutional Neural Network) 알고리즘 개념도

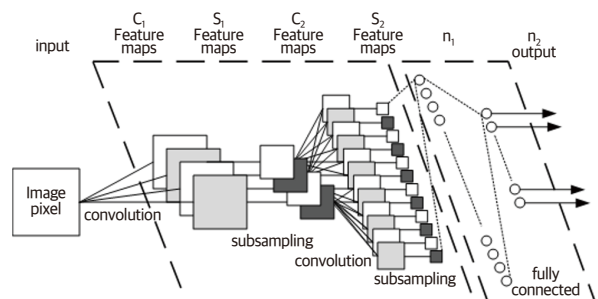


그림 4. Multi-view 신경망 적용

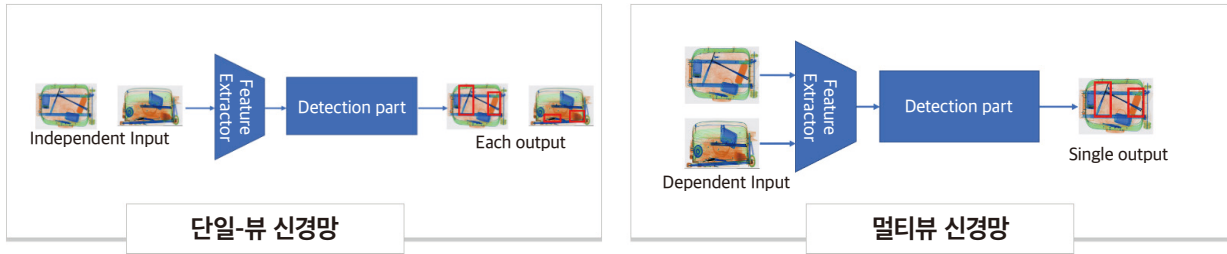
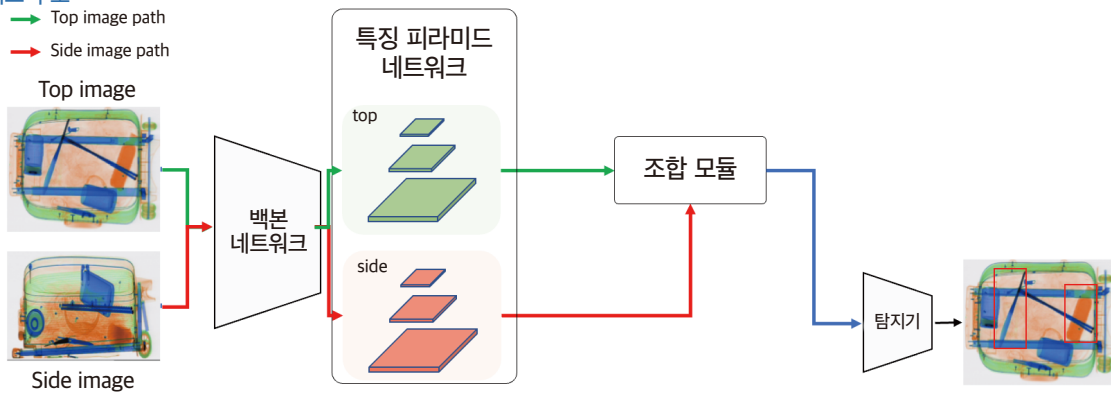


그림 5. AI 추론단계

① 네트워크 구조



서 추출된 특징을 결합하고 Top/Side가 짝으로 이루어진 데이터를 하나로 인식하여 학습하며, 실제 보안 요원이 판독하는 방법과 유사하게 하는 것이기에 새로운 네트워크 설계가 필요하다.

AI 추론단계는 ① 백본 네트워크(Backbone Network)에서 특징(Feature)을 추출, 즉 원본 이미지(Top/Side)로부터 특징을 추출하고 ② 특징 피라미드 네트워크(FPN)에서는 추출된 특징으로부터 보간법을 통해 각기 다른 해상도에서의 특징으로 변형하며 ③ 조합 모듈(Mixing Module)에서는 Top 이미지에서 추출된 특징과 Side에서 추출된 특징을 조합하고 ④ 탐지기(Detector)는 추출된 특징을 바탕으로 위해물품의 위치 및 종류를 특정한다.

AI X-Ray 자동판독시스템은 ① 화면캡처 어플리케이션을 사용하는데 캡처보드를 이용해서 이미지를 캡처하고, ② 캡처된 이미지에서 탐지대상 물품이 있는 영역만을 검출하는 목표영역검출 알고리즘을 이용하여 영역을 설정하고, ③ 검

출된 영역을 AI 시스템으로 전송하여 판독하며, ④ 판독결과를 UI 상에 표출하는 방식으로 시스템이 구성되어 있다. 이리

그림 6. AI X-ray 영상 자동판독솔루션

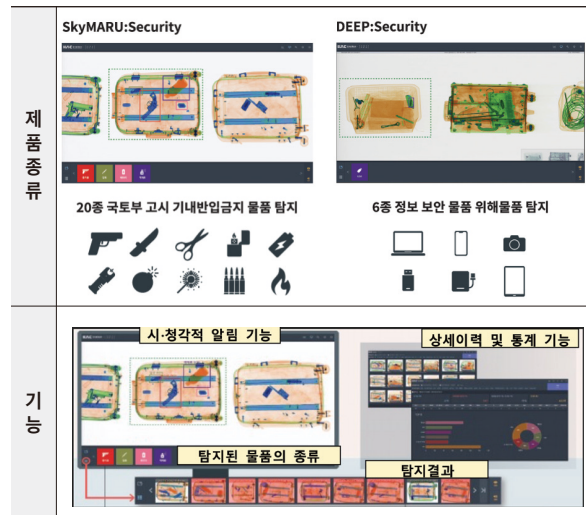


그림 7. 인공지능과 사람을 통한 보안검색의 강화



한 AI 시스템을 구현하기 위하여 학습 데이터 수집(위해물품 20종 약 40만 장), 데이터 레이블링, 실시간 물체 인식 알고리즘을 사용하였다.

솔루션 장점

민간 협력으로 공동 개발된 AI X-Ray 영상 자동판독시스템 공동개발을 통하여 기존 운영 중인 양/단방향 X-Ray 장비에 즉시 적용이 가능하고(확장성), 다양한 현장 여건을 고려한 커스터마이징이 가능하며(범용성), 시·청각적 알람 및 통계 기능을 통한 편의성 제공(편의성)이 가능하게 되었다. 이를 통하여 보안검색 업무지원을 통한 승객대기 시간 단축(국민 편의 증진), 민간·공공기관 시장 진입 및 해외 판로 개척(기업 성장 지원), 위해물품의 신속 정확한 검출로 보안검색 강화(항공안전 및 기업보안 강화)에 기여할 수 있게 되었다. 현재 해당 시스템은 김포, 김해, 제주공항 등에서 운영 중이며, 시스템 도입을 통해 항공보안 강화 및 스마트공항 이미지 제고가 가능하였다.

공항 보안검색요원 ○○○은 AI X-Ray 영상 자동판독시스템을 사용하면서 판독실수에 대한 부담이 크게 감소하였고, 눈이 하나 더 있는 것 같아서 업무효율이 향상되었다며 감사의 인사를 전하였다.

마치며

한국공항공사는 이 시스템을 통하여 보안검색의 정확성 및 효율성을 향상시키고 보안검색요원의 인적오류를 최소화하여 공항 내 혼잡 완화 및 대기시간 단축을 통한 여객 서비스 향상으로 편안하고 안전한 공항 구현을 앞당기고 있다. 그리고 AI 딥러닝 원천기술은 공항 외에도 항만, 관세, 정부기관, 기업 등 타 분야에도 적용이 가능할 것으로 전망된다. AI 기술은 일정하게 작동하므로 결과에 있어 안정성을 기대할 수 있고 사람의 의사결정을 지원하여 오류 발생 확률을 최소화시킬 수 있다. 향후, 항공보안 강화와 여객 서비스 향상을 위하여 AI 기술의 도입에 대해 보다 열린 자세가 요구되며, AI 시스템의 반자동화 단계에서부터 시작하여 각각의 자동화 요구에 맞추어 체계적인 기술을 개발하기 위한 노력이 필요할 것이다.

...	저자소개	↗
<p>박동기 한국공항공사 항공산업연구원 원장은 1994년부터 한국공항공사에 입사하여 현재 연구개발업무를 총괄하고 있다. 특히 R&D 업무에 10년 이상 근무하면서 항행분야, 공항분야, AI 분야에 많은 연구개발과 디지털 전환(DT)을 추진하였다. 특히 공항에서 사용되는 외산장비를 자체개발하여 국산화하고 해외에 진출하는 데 많은 역할을 하였다. 그리고 영국 크랜필드대학교에서 항공교통관리 석사, 한국항공대에서 항공경영 박사 학위를 취득하여 업무에 활용하고 있다.</p>		