

범죄발생을 과학적 방식으로 사전에 예측하고 징후를 감지하는 AI 기술 개발(요약)

성과Track	기초·미래선도		산업육성		국가·사회문제해결				
					(16)성범죄	탄소중립여부	부		
협약(세부)과제명	5G기반 선제적 위험대응을 위한 예측적 영상보안 핵심기술 개발 AI기반 분산카메라 환경 우범여행자 식별·추적 시스템 개발								
과제번호	협약(세부) 과제번호			NTIS 과제번호					
	23HR2900/23JS2100			1711193649/1711159799					
성과목표	[5-5] 지능형 사이버보안 핵심기술								
총 연구기간	2019년 04월 01일~ 2024년 12월 31일								
총 연구비	총 20,993백만원			정부: 19,244백만원 민간: 1,749백만원					
연구책임자	연구자 성명	직할부서		연구본부/연구실		직위/직급			
	김건우	인공지능컴퓨팅연구소		사이버보안연구본부/ 인공지능융합보안연구실		PL/책임연구원			
기선정 등 (해당 시)	기선정자		기선정 과제		다과제				
	()		()		(O)				
성과 정보									
성과 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 지자체 CCTV통합관제센터/경찰 등 연구결과물 적용 및 서비스화 성공 · (세종시) '도시(공원 등) 범죄 예방 및 긴급대처 서비스' 운영 중('22.03~) · (서초구) 국내 최초 범죄예측기반 CCTV 선별관제시스템 통합 시험('22.04) · (경찰) 용의차량번호판 복원 AI CCTV 서비스를 전국 단위로 확대 운영 · 그 외 인천공항, 경호처, 스카우트 잼버리, 법무부, 국정원 등 적용 완료 및 추진 중 - 국내 최초/최고 수준의 AI CCTV 감지/예측 성능 창출 · (세계 최고) 지능형 CCTV와 융합된 다차원 범죄예측기술 : 80.9% · (국내 최고) 휴먼 재인식, 차량 식별, 화재 감지, 휴먼 속성 분석 기술 등 · (국내 유일) 프라이버시 마스크, 능동형 AI 전자감독 기술 - 2023년 국가기술개발 우수성과 100선 선정 : 범죄예측 및 징후감지 기술 								
정량성과	기본지표	논문		특허				기술이전	
		SCI(건)	비SCI(건)	해외(건)		국내(건)		건수	금액 (백만원)
				출원	등록	출원	등록		
	8	27	5	0	27	5	18	780	
심화지표	표준화된 IF 상위 20% SCI 논문(건)		특허활용률 (기술이전건수/ 특허등록보유건수)		국제표준승인표준 기고서(건)		3급 특허(건)		연구비 대비 기술료 수입(%)
	0		3.6		1		0		3.71%
대표성과 1	(기술이전) 조기 화재/산불 감지 AI 기술 (㈜YM-나을텍 기술이전 완료, 55백만원, 2023년 2월) 외 17건 기술이전 완료, 759백만원								
대표성과 2	(서비스) 세종시/서초구 실증 및 경호처, 스카우트 잼버리 대회 등 실서비스 적용								

2023년도 ETRI 대표성과 요약서(상세)

1. 성과명

범죄발생을 과학적 방식으로 사전에 예측하고 징후를 감지하는 AI 기술 개발

2. 성과내용

기술개발 목표달성도

□ 기술적 선점이 필요한 분야

- 과거(범죄통계정보)와 현재(실시간 CCTV)를 연계·분석하는 다차원 범죄예측 기술
- 위험징후 및 발생을 초기에 감지하는 상용수준의 AI CCTV 고도화 기술
- 사람의 육안으로 판별할 수 없는 범죄정보의 고성능(복원율, 시간) 복원 AI 기술
- CCTV 보안 역기능을 원천적으로 방지하는 영상 전주기 보호 기술

□ 기술개발 목표

- CCTV 및 5G기반 모빌리티 영상을 분석하여 다양한 위험 발생을 범용적으로 인식, 대응하고 전조를 사전에 인지하여 미연에 방지하기 위한 5G기반 예측적 영상보안 (Predictive Visual Security) 핵심기술 개발
- (목표 ①) 과거·현재를 복합 분석하는 다차원 범죄예측 AI 기술 개발
- (목표 ②) 위험 상황 및 징후를 즉각 감지·대응하는 고성능 AI CCTV 기술 개발
- (목표 ③) CCTV 보안 역기능 방지를 위한 영상 전주기 보호 기술 개발

<기술개발 개념도>



□ 기술개발 목표의 달성 성과 및 핵심기술 확보

[개발목표 ①]

- ➔ (달성성과) 범죄 예측율 80.9% 달성 및 CCTV통합관제센터 실증 테스트 진행
- ➔ (핵심기술 확보)
 - 과거, 현재 정보의 복합 연계·분석을 통한 다차원 범죄예측 AI 모델
 - 과거 범죄통계정보(법원판결문, 서초구 범죄발생정보) 분석 기반 범죄예측 AI 모델
 - 현재 CCTV 영상 내 범죄별 연관 위험인자 실시간 검출 및 분석 다중 AI 모델

[개발목표 ②]

- ➔ (달성성과) 국내 최고수준 AI CCTV 실증 기술력 확보 및 사업화 성공
- ➔ (핵심기술 확보)
 - 다중 CCTV 휴먼 연속 식별/추적 AI 모델 : (Rank-1)88.4%@이노텍 실증DB
 - 비제약 영상 휴먼 위험예측 인자 분석 AI 모델 : (mAP)91.2%@지자체 실증DB
 - 극초기 화재(화염/연기) 감지 AI 모델 : (TP)95.1%/ (FP)1.7%@S1 BMT
 - 비제약 차량 모델/번호판 식별 AI 모델 : (Rank-1, 147종)96.1%/94.99%@S1 BMT
 - 야외 사운드 기반 위험전조 감지 AI 모델 : (mAP)91.8%@자체 실증DB
 - 전자감독대상자 비정상 이동패턴 감지 AI 모델 : (F1-score)85%@법무부 DB
 - 범죄현장 비식별 차량번호판 복원 AI 모델 : (Rank-1)82%@경찰 실범죄DB

[개발목표 ③]

- ➔ (달성성과) 국내 유일 복원가능한 영상 프라이버시 마스킹 IPR 확보
- ➔ (핵심기술 확보)
 - 비식별화된 영상만으로 원영상 복원이 가능한 프라이버시 마스킹/언마스킹 기술
 - CCTV 디바이스에 탑재가능한 영상 전주기 경량(기존 대비 70%) 압·복호화 기술
 - 동시 128ch(FHD) CCTV 영상 실시간 비식별이 가능한 고속 암호화 처리 기술

3. 우수성 및 차별성

기술수준 향상 성과

- 범죄예측 성능 : 80.9% 달성(세계 최고 수준)
 - 미국 뉴욕 PredPol의 80% 대비 1% 향상 달성(평가 DB, 선정 기준에 따라 성능 상이)
- 극초기 화재(화염/연기) 감지 성능 : (정탐)95.1%, (오탐)1.7% 달성(국내 최고 수준)
 - S1 BMT 결과 국내 업체의 오탐지율은 대략 25%~30% 수준으로 성능 대폭 향상
- 다중 CCTV 휴먼 추적 성능 : (rank-1)88.4%@이노텍 실증DB(국내 최고 수준)
 - 중국 알리바바 (rank-1)90.7%@MSMT17 DB, 공개 DB와 실증 DB는 성능 비교 불가

- 비제약 영상 차량 모델/번호판 식별 성능 : (Rank-1, 147종)96.1% / 94.99%@S1 BMT(국내 최고 수준)
 - 차량 모델 식별 : 일본 나고야 대학의 97.1%@Sandford Car DB, 공개 DB에서의 성능 수치로 S1 BMT와 같은 실증 DB 성능 결과와의 직접 비교 불가
 - 차량 번호판 식별 : 베트남 UIT의 96.7%@ufpr-alpr DB로, 국가별 번호판 규격이 달라 직접 성능 비교 불가, 본 기술의 공개 DB 성능은 99.1%@AI hub임
- 비제약 영상 휴먼 위험예측 인자 분석 AI 모델 : (mAP)91.2%@지자체 실증DB(국내 유사 수준)
 - 중국 센스타임은 (mAP)90.8%@PA-100K DB, 본 기술 공개 DB 성능은 81.6%@PA-100K DB로 중국 기술보다 약 9% 가량 낮으나 국내 실증 환경 중심으로 개발을 진행하여 실환경 성능은 유사할 것으로 판단됨
- 전자감독대상자 비정상 이동패턴 감지 AI 모델 : (F1-score)85%@법무부 DB(세계 유일)
 - 기존 법무부 전자감독시스템은 단순 위치정보만을 통해서 규정 준수 여부를 판단하는데 반해, 본 기술은 위치정보의 의미와 이동 수단을 동시 추론하여, 전자감독 대상자의 평소 생활패턴 대비 비정상 상황 감지 및 대응 지원
- 범죄현장 비식별 차량번호판 복원 AI 모델 : (Rank-1)82%@경찰 실범죄DB
 - 기존 경찰청 법과학분석계에서는 수동으로 차량번호판 복원 수행, 보통 수일이 소요되며, 복원 성능도 70% 수준에 불과, 본 기술을 통해서 보다 신속, 정확하게 범죄 용의자를 식별, 추적하는 범죄 수사에 실제 적용되고 있음

세계 최고 수준 대비 연구개발 수준

- 범죄 예측 성능 : 세계 최고 수준 대비 100%
- 극초기 화재(화염/연기) 감지 성능 : 세계 최고 수준 대비 100%
- 다중 CCTV 휴먼 추적 성능 : 세계 최고기관과 대등한 수준(대비 95%)
- 비제약 영상 차량 모델/번호판 식별 성능 : 세계 최고 수준 대비 100%
- 비제약 영상 휴먼 위험예측 인자 분석 AI 모델 : 세계 최고기관과 대등한 수준(대비 95%)

기술수준 공인 성과

- (지자체/공공기관 상용화 서비스 성공) 범죄 징후감지 및 예측 AI CCTV 기술
 - (세종시) 방법용 CCTV, 차량용 블랙박스, 드론 영상을 분석하여 야외 환경에서 사람/차량을 식별, 추적하는 AI CCTV 서비스 운영
 - 세종시, 국토부, LH 주관 ‘도시(공원 등) 범죄 예방 및 긴급대처 서비스’ 사업을 통해 최종 시스템 구축 완료 및 서비스 제공(‘22.03~)
 - * 얼굴 인식, 사람 재인식, 차량 모델/번호판 식별 등 4개 AI CCTV 기술 운영



세종시 실증 - TJB 뉴스 화면 ('22.03)



세종시 실증 - KBS 뉴스 화면 ('22.03)

<세종시 지능형 영상관제시스템 실증 화면 및 언론홍보>

- 금강보행교 이용자 분석서비스, 실시간 공원혼잡도 제공 서비스 등 적용
* 세종 시민을 위한 “세종엔” 앱을 통해 서비스 운영 중



<놀이터 현황분석>



<금강보행교 이용자 분석>



<시립도서관 이용자 분석>

- (서초구) 국내 최초 범죄예측기반 CCTV 선별관제시스템 통합 시험적용



<서초구 범죄예측시스템 통합 시험적용 화면>

- (경찰) 육안으로 식별 불가능한 용의차량번호판 복원 AI CCTV 서비스를 전국 경찰 단위로 운용 진행 중
 - 치안정책연구소를 중심으로 클라우드 서비스를 제공하고 있으며, 적용 규모를 점차 확대하고 있는 추세
 - ('22.05 ~) 실제 범죄사건 해결 : 5건, 의료 요청 건수 : 30건 이상, 전국 경찰 가입자 수 : 1,374명, 프로그램 이용자 수 : 222명
- (법무부) 위치추적중앙관제센터에 개발중인 능동형 AI 전자감독기술을 '24년 실 적용을 목표로 비정상 이동 패턴 감지를 위한 실증 테스트 중
 - 올해 기존 U-Guard 시스템과의 통합 테스트를 통해 실환경 성능 검증 계획
- (경호처) 뱅 차량에서의 원격 VIP 경호를 위한 이동형 위험관제시스템에 원거리 얼굴인식 기술, 흥기/둔기 감지 기술을 적용하여 실 서비스 개발 마무리 단계

- 용산 대통령실에서 실시한 실환경 테스트를 완료, 최대 8대까지 스마트폰, CCTV 영상을 실시간 수신, 분석하여 원거리 경호에 활용 계획
- (스카우트 잼버리) '23년 8월 1일부터 새만금에서 개최된 스카우트 잼버리 대회에 총 32대의 CCTV를 분석하여 위험상황을 감지하는 AI CCTV 기술 적용
- 주·야간 원거리 접근감지(100m 이내), 원거리 화재 감지 기술



<새만금 스카우트 잼버리 대회 AI CCTV 기술 지원>

- (기술 출자) 영상 프라이버시 보호 기술 출자 완료 및 사업화 진행 중
 - ((주)가이온) 드론 배송서비스를 위한 실시간 영상 프라이버시 비식별/복원 기술 출자 완료 및 사업화 진행 중('22.01~)
 - 기술 가치 : 1.85억원
 - 특허 : 마스크 영역 처리 시스템 및 방법 등 3건
 - 프로그램 : 외곽선 기반 영상 프라이버시 마스크 등 2건
 - 기술문서 : 프라이버시 마스크 기술 시험 절차 및 결과서 등 2건
- (기술이전 및 상용화) 총 21건 780.762백만원
 - 기술이전 건수 및 금액 : 18건/759백만원
 - * 딥러닝 기반 와일드 CCTV 및 블랙박스 영상에서의 차량 번호판 탐지 및 인식 기술, 와일드 환경 얼굴 검출 및 인식 기술 등
 - 기술 상용화 건수 및 금액 : 3건/21.762백만원
 - * 상용화 금액은 사업화 실적 2건에 대해 기여율 15%를 반영하여 산출된 것임

4. 성과의 활용도 및 파급효과

경제 활성화 효과

기업 경쟁력 향상

- (글로벌 범죄예측 기업 육성) 지자체 CCTV통합관제센터에서 범죄 발생위험도가 높은 지역을 시간대별로 집중 관제함으로써, 범죄를 사전에 예측·예방할 수 있는 진정한 예측 치안(Predictive Policing) 기술력을 보유한 글로벌 기업 육성

- 전국 230개 지자체 CCTV통합관제센터에서는 평균 3~4천대의 CCTV를 동시 관제하고 있어, 범죄/사고 등 위험발생 상황을 제대로 인지하지 못하는 경우 다수 발생
- 선별관제 기술을 운영하는 지자체도 일부 있지만 단순히 사람, 차량의 출현만을 감지하는 공개된 AI CCTV 기술 수준에 불과하여 그 효과가 미미하며 활용도가 낮음
- (국내 AI CCTV 기업 경쟁력 제고) 미국, 중국 등 글로벌 기업과 동등한 수준의 AI CCTV 원천기술력 확보 및 시장경쟁력을 제고함으로써, 국내 시장에서의 점유율은 물론 더 나아가 글로벌 시장으로의 진출에 기여
- 외국에 비해 영세한 국내 CCTV 기업의 자체 기술력으로 글로벌 기업과 경쟁

산업 경쟁력 향상

- (사회안전 산업 경쟁력 강화) 공공장소에서 수집되는 모든 영상이 범죄/사고 감지와 대응에 적극 활용될 수 있는 사각지대 없는 스마트시티 사회안전시스템 구현 및 관련 산업 활성화에 기여
 - 방범용 CCTV, 드론 등을 통해 용의자, 미아, 치매노인 및 용의차량을 자동으로 식별, 추적함으로써, 5G 인프라와 연계한 도시내 모든 지역의 안전을 유지
 - 또한, 차량용 블랙박스 영상을 자동 연계, 분석함으로써 보다 신뢰할 수 있고 민간이 참여할 수 있는 진정한 영상 클라우드 소싱 사회안전서비스에 활용
- (차별화된 영상산업 생태계 조성) 프라이버시 마스킹과 같은 영상 전주기 보호 기술은 오히려 글로벌 기업보다 우수한 IPR을 보유하고 있어, 이를 국내 영상산업 전반에 확대하여 차별화되고 신뢰할 수 있는 영상AI 생태계 조성에 기여
 - 최근 이슈가 되고 있는 병원 수술실, 어린이집, 가정집 등 보안 역기능 방지에 기반한 영상산업 신뢰를 구축함으로써, 외국과의 기술경쟁력 우위 선점
 - 국내 영상산업이 중국, 미국 등 외산제품의 의존도가 높아지고 있는 상황에서 영세한 국내 중소기업이 완성도 있는 자체 AI CCTV 기술력을 보유함으로써 기술 경쟁력 제고 및 시장 확대 주도

경제적 파급효과

- (파급효과 전망)
 - 범죄예측 사회안전서비스를 통해 살인, 폭행 등 도시 내 강력범죄를 최대 30%까지 감소를 통한 사회적 비용 저감 효과 기대
 - * 미국 시카고의 HunchLab 시스템은 총기사고, 살인 등 강력범죄 30% 감소
 - 최근 이슈가 되고 있는 개방형 영상보안플랫폼(OSSA 사실 표준) 시장을 선점하여, 2030년에는 전 세계 CCTV 시장의 10% 이상 점유 기대
 - * 개방형 영상보안플랫폼이 2030년까지 전 세계 CCTV 시장의 30% 성장 기대(Bosch, 2021)

국가사회적 파급효과

○ 해결해야 할 국가사회문제

- 범죄 사후 대응 중심에서 선제적 예방 중심으로 치안 패러다임이 발전함에 따라, 범죄를 사전에 예측하여 발생을 방지하는 예측치안 사회안전플랫폼 필요
- 나날이 증가하는 CCTV에 인공지능 기술까지 결합한 솔루션이 확대되는 상황에서 시민들의 사생활 침해 우려를 말끔히 해소하고 신뢰할 수 있는 영상보안플랫폼 구축
- 실시간 용의자 추적, 미아, 치매노인 등 시급한 대응이 필요한 위험/범죄 상황을 골든타임 내 해결할 수 있는 AI CCTV 운영 확대 필요

○ 성과에서 개발된 기술적 솔루션

- 과거와 현재를 연계, 동시에 분석하여 범죄를 예방하는 다차원 범죄예측 솔루션
- 시민 사생활 침해없이 공공장소의 비제약 영상(CCTV, 차량용 블랙박스, 드론 등)에서 범죄 징후 감지 및 연관된 특성을 분석하는 AI CCTV 솔루션
- 영상의 수집에서 폐기에 이르는 전주기 보호 가능한 영상 프라이버시 마스킹 및 경량·고속 영상 압·복호 솔루션
- 전자감독대상자의 범죄 징후를 감지, 선제적 대응하는 능동형 AI 전자감독 솔루션
- 인천공항 입국장에서 불법 물품 반입 관련된 우범여행자의 이상행동을 실시간 식별하고 자동 추적, 대응하기 위한 우범여행자 자동 식별·추적 AI 솔루션

○ 국가사회적 파급효과

- 범죄 사전 예측을 통해 모든 국민의 안전하고 편안한 삶을 보장하는 차세대 첨단 AI사회안전플랫폼 구축 및 선진 사회 구현에 기여
- 범죄 발생확률이 높은 시·공간의 CCTV를 자동 분석하여 범죄 유사 패턴이 발생하면, 경찰, 소방 등과 실시간 연계하여 사전 대응, 예방하는 차세대 사회안전시스템 구축
- AI CCTV 산업 활성화를 통한 국가 경쟁력 강화 및 글로벌 레퍼런스 확보