

5G+ 지능형 CCTV기반 스마트시티 사회안전플랫폼

김 건 우

신인증·물리보안연구실
정보보호연구본부
한국전자통신연구원



Contents

2021 세종 SEJONG
스마트시티 국제포럼
The 1st SEJONG SMARTCITY FORU



5G 지능형 CCTV 개념



5G 지능형 CCTV 기술 및 적용



스마트시티의 지능형 CCTV 미래상

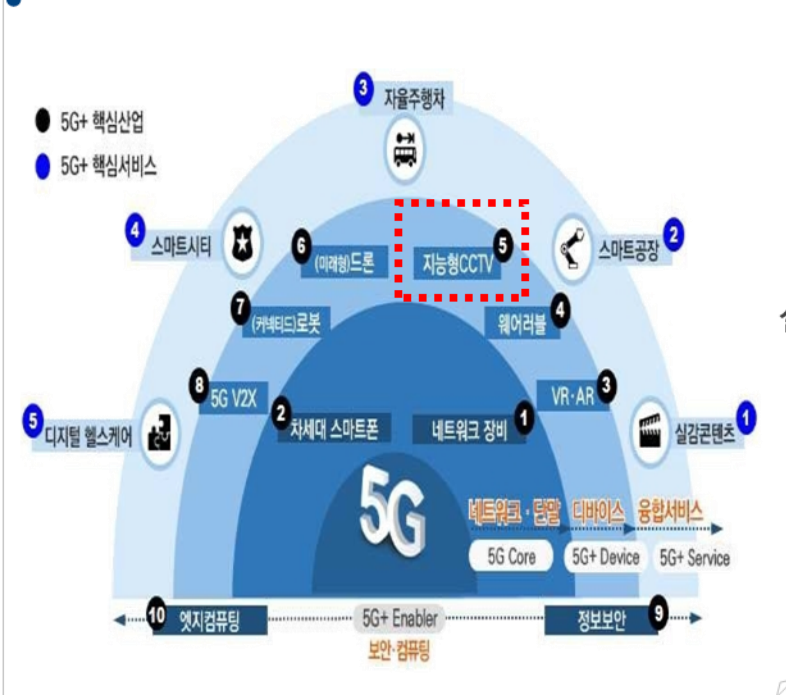


맺음말

01 5G 지능형 CCTV의 배경 및 범위

“ [5G+ 전략] 10대 핵심산업으로 지능형 CCTV 선정 ” [과기정통부 등 10개 관계부처, 2019]

5G+ 전략 10대 핵심산업과 5대 핵심서비스('19.04)



5G+ 전략 실행 계획('19.06)

제1차 5G+ 전략위원회 (공개)

「5G+ 전략」 실행계획(안)

2019. 6. 19

관계부처 합동

5 지능형 CCTV

정책목표

- 26년 5G 기반 지능형 CCTV 시장 점유율 10% 달성
- 재난안전 분야 등 5G 기반 지능형CCTV 적용 신시장 창출
- 공공부문 5G CCTV의 효율적인 활용으로 국민 안전기반 강화

1 추진 과제

① (공공부문 도입) 5G CCTV를 통합관제센터에 선도 적용

- 현재 유선으로 운용 중인 CCTV 통합관제센터를 5G를 포함한 유-무선 통합 관제로 전환하여 총괄한 사회 안전망 구축(21-)
- 농어촌, 도서산간 지역 등 무선으로 CCTV 추가 중심에 필요한 부분에 무선 적용
- 지능형 관제"를 확산하여 관제 정확도 및 관제 효율성 제고(17-)
- 행동패턴, 객체인식, 음향감지, 3D인식 등을 통한 수색자 실종자 등 신병

② (사회현안 해결형 R&D) 5G 기반 대용량·고화질 영상데이터를 활용하여 치안 등 사회안전 분야에 활용 가능한 기술개발 추진(19-)

- 대용량 영상 데이터의 관리 및 처리능이 가능한 클라우드 기반 지능형 영상보안 플랫폼(음의자·음의자량 추적 등에 활용) 개발 추진(19-)
- 실시간 상황 인지 및 정보 공유(자율주행차-레이더를 단말 등)가 가능한 5G 기반 지능형 CCTV 보안관제 시스템" 핵심기술 개발(20-)
- 예) 디중 이용 장소(화재현장 등)에서 위험 상황 실시간 인지 및 현장으로 고화질 영상 고속 전송 등 문제해결을 위한 시나리오 발굴·실증
- 5G 대용량 영상을 빠르게 분석하고, 초저지연으로 대응하기 위해 통합관제 센터가 아닌 엣지에서 대용량·이동형 CCTV 영상분석 및 대응 시스템

③ (산업기반 조성) CCTV 장비 및 지능형 솔루션에 대한 시험·인증, 테스트베드 제공, 영상정보 허브 구축 등 산업화 기반 조성(19-)

5G+ 지능형 CCTV R&D 기술 로드맵('19.07)

⑤ 지능형 CCTV

- 고정형 CCTV 외에도 드론, 자동차 등 다양한 이동기기로부터 수집된 영상정보를 분석해 위협을 탐지하고 능동적으로 대응하는 5G 기반 지능형 CCTV 기술 개발(26)

구분	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26
전략 품목	CCTV간 협업이 가능한 5G-connected 지능형 CCTV				모빌리티간 영상 공유하는 5G-patrol 지능형 CCTV			
R&D 투자 방향	5G 연동형 예측적 영상보안 기술				5G-connected 엣지 CCTV 자율 위험대응 기술			
	5G-connected 지능형 CCTV 엣지분석 기술				5G 지능형 패턴 CCTV 및 실시간 협업 기술			
	5G-connected CCTV 영상 콘텐츠 전주기 보호 기술				패스워드-프리 지능형 CCTV 보안 플랫폼			
	5G-connected 온라인 재난·안전 실증 테스트베드 기술				위협중심(Threat-centric) 모빌리티 VA 및 통합안전서비스			

01 5G 지능형 CCTV의 배경 및 범위



유선·고정형 CCTV



무선·이동형 CCTV

1 단일 지능형 CCTV 기능을 제공해도 무방

CCTV의 설치·운용 목적에 부합하는 지능형 CCTV 적용
다중 CCTV채널, 다중 위협을 동시에 감지하기 위해서 많은 비용 소요

효율



여러 위협을 동시에 감지해야 할 경우가 많음

CCTV의 이동성에 따른 단일 지능의 목적으로 단정할 수 없음
→ 다중 위협을 동시에 인식할 수 있는 범용지능형 CCTV(General Intelligent CCTV) 기술 개발 필요

2 고정된 공간에서 비교적 균일한 환경 적용

지능형 CCTV마다 환경에 맞게 적용(학습) 가능
특히, 대상객체의 크기(거리), 방향, 조도 등이 일정한 패턴을 가짐
일정 적용시간이 지나면 안정화 단계에 접어들 수 있음

성능



5G 이동 환경 변화에 따른 성능 저하 극복

CCTV가 지속적으로 이동하고, 서로 다른 뷰(시각정보)를 센싱
현재의 시각적 분석환경에 맞게 자동으로 최적화될 수 있어야 함
→ 현장의 영상을 자율적으로 학습할 수 있는 기술 개발 필요

3 예측가능한 개인 사생활 정보 수집

사람, 차량 등에 국한되어 CCTV 영상에서 수집, 분석
지능형 CCTV가 공공장소에 설치되는 만큼 공개된 공간만 촬영하도록 설치

보안



사생활 침해 요소 증가 대응 기술 필요

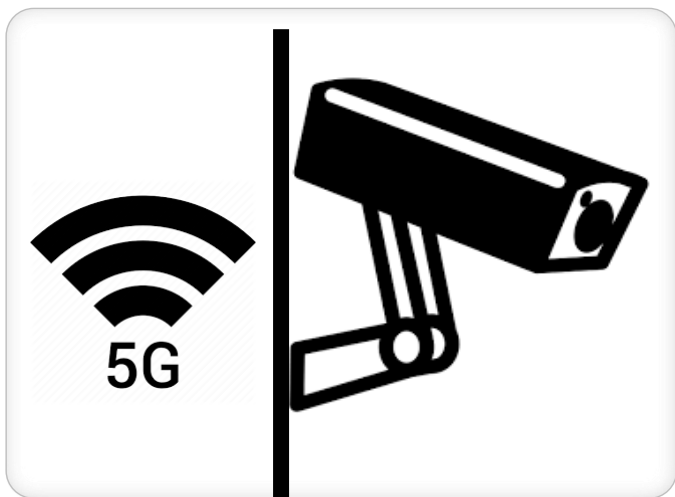
CCTV가 지속적으로 이동함에 따라 사생활 침해 우려 증가
→ 공공장소 뿐만 아니라 사생활 공간(집안 내부 등)의 보호 필요
→ 5G 무선환경에 따르는 대규모 영상 보호 기술 필요

01 5G 지능형 CCTV의 배경 및 범위 - 진화

Stationary

5G 무선망을 사용하는
고정형 CCTV

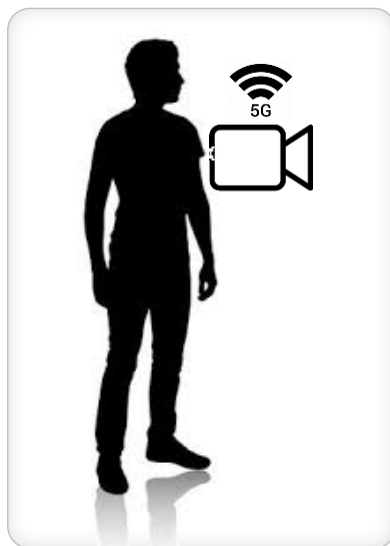
설치장소 변경 용이
다양한 목적으로 활용 가능
CCTV 구축/관리 비용 절감



Moving

지속적으로 이동하며 위험상황을 감지하는 지능형 CCTV

Human



Vehicle



Flying



02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV – 기술(1)

■ 시민(개인)의 위험상황 인식(사람 인지 수준 근접)

<쓰러짐 감지>



검출된 사람 영역(가로/세로) **비율**



사람과 지면과의 관계 분석
쓰러지는 행동 인식

<폭행 감지>



폭행과 관련된 시·공간적 인과관계
분석 필요(Understanding)



<홍기소지, 탈의, 주취>



우산, 휴대폰 오감지 발생 우려
⇒ 실증 빅데이터 & 행위 인식



비교적 용의, 이상 색상 연관

<주취자 인식>



단순 쓰러짐 정도 감지가 아닌
주취 걸음 등 행위 분석

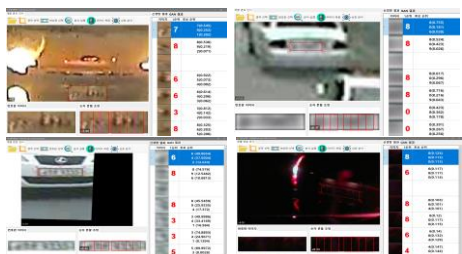


02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV - 기술[2]

■ 범죄, 사고, 재난 등 위험상황 인식, 추적(사람 인지 수준 근접 or 이상)

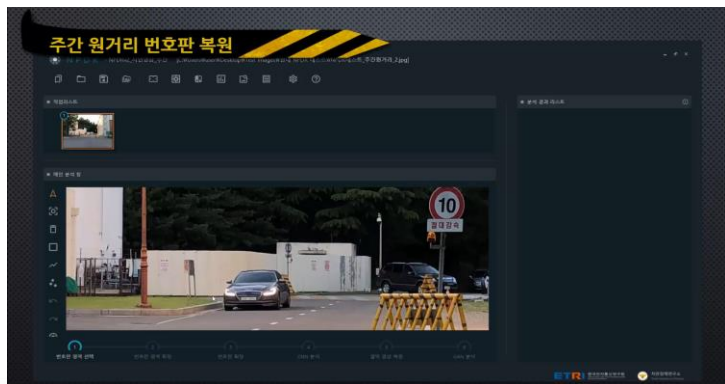
<차량번호판 복원>

방법용 CCTV 영상에서 범죄 차량번호판 복원 사람의 눈으로도 식별할 수 없는 경우 多



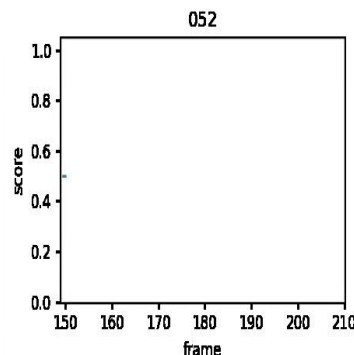
복원율 : 82%
소요 시간 : 5~10분
범죄 수사에 10여건 활용 (2건 검거)

모델 : Autoencoder + GAN



<교통사고 인식>

CCTV통합관제센터에서 실시간 교통사고 감지 및 즉각 대응



최소 16ch 이상 처리 속도 향상 필요 (RNN 계열 처리에 의한 지연 발생)

인식 성능 향상 필요

- 차량 탐지 기반 충돌 감지
- Optical Flow기반 Anomaly Detection

<방화(도심화재) 인식>

불꽃 생성, 실환경 합성을 통한 도시 화재 가상 학습 데이터 5,000여건 구축



동영상 기반 불꽃/연기 특징 분석 → 대응으로 확장 → Dual CCTV를 통한 더블 분석 (오감지 감소)

방화 인식

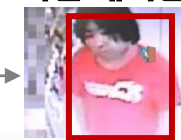


얼굴인식



이름: 홍길동
나이: 45세
거주지: 대전
연락처: 010..

사람 재식별



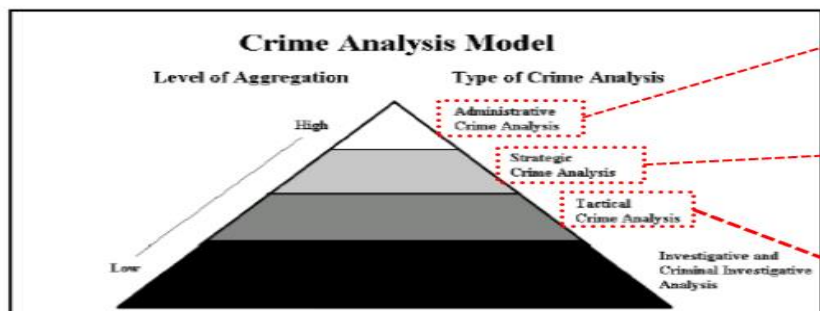
다중 CCTV를 연동한 실시간 이동 경로 추적

02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV - 기술(3)

■ 선진국형 범죄 예측(예측치안, Predictive Policing)

예측 치안(Predictive Policing)

잠재적인 범죄 활동을 식별하기 위해 수학적, 예측적 분석 기법을 법 집행에 활용



Administrative

- 경찰, 행정 관점에서 운영하기 위한 목적
- Long-term (분기/반기/년) Prediction
- 예 인구변화/상가 변경/교통 흐름 → 가로등/CCTV 설치

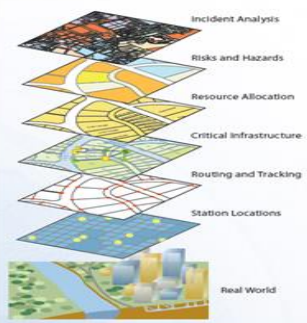
Strategic

- 경찰 활동방향을 결정하기 위한 목적(순찰 등)
- On-going (주, 달, 분기, 년) Prediction
- 예 시설 낙후/빈집 시간대 순찰 등

Tactical

- 진행중인 범죄에 대응하는 것이 목적
- Immediate (현재, 시, 일, 주) Prediction
- 잠재적 범죄 현장 예측
- 고위험군 지속적/적극적 모니터링, 패턴 식별

- * 최근 범죄 예측 연구는 장소, 시간에 범위를 넓힌 Administrative/Strategic 접근이 주류
- * CCTV 기반 Tactical 실시간 예측은 도전 과제임 (Criminal Profiling, Behavior Profiling)



Prediction

범죄의 발생을 예측
(Rational Choice Theory, Routine Activity Theory, Crime Pattern Theory, Awareness Theory)

Prevention

범죄가 발생하지 않도록 개입하는 행위
(Increase Effort/Risks, Reduce Rewards/Provocations, Remove Excuse)

딥러닝 기법을 이용한 범죄 발생 예측

- Dataset 범죄 유발 장소 Google Street 사진을 Feature로 포함
- DNN으로 학습하여 정확도 84.25%



사후해결

실시간자동감지

위험예측예방

Now

행안부/국토부 스마트시티 안전플랫폼

살인 등 강력범죄 30% 감소

LIVING LAB

국외 범죄 예측 시스템 도시안전시스템 통합

Ref. 치지체 경찰청 법무부

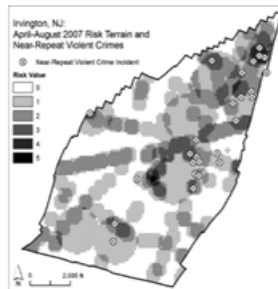
India: Corba AI, China: 텐왕, 미국: HunchLab, DAS

02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV – 기술(3)

■ 선진국형 범죄 예측(예측치안, Predictive Policing)

Near-Repeat Model (인근 반복 모형)

- 한 지점에서 범죄가 발생하면 **일정 기간 내에 인근지역에서 동일한 유형의 범죄가 반복적으로 발생할 가능성이 큼**
 - ※ 주거침입절도: 2주안에 범죄가 발생한 지점 100m 이내 발생 확률이 현저히 높음
 - ※ 한번 침입을 당한 주거지가 재차 피해를 당할 가능성이 4~12배 높음
 - ※ 주거침입절도범 중 76%가 한번 범행한 집을 2~5번까지 재차 침입
- 범죄가 시공간적으로 집중 (**Hot-spot, Hot-time**)
 - ※ 미네아폴리스: 전체 경찰신고의 50% 이상이 33% 지역 발생
 - ※ 시애틀: 14년간 범죄의 50%가 전체 도로의 45%에 집중
- 범죄예방에 있어서 **누가** 범죄를 저지르는지를 아는 것보다 **어디에서** 범죄가 발생하는지를 아는 것이 중요하다는 인식 도출



Risk Terrain Model (위험 영역 모형)

- 그 공간이 내포한 **범죄위험요인**을 통해서 범죄 위험도를 설명
- 범죄 유형에 따라 위험요인이 다름
 - ※ 주거침입절도: 피해여부, 전과자의 주거지, 주요 도로 인접 여부, 16세~24세 사이 남성의 공간적 집중도, 아파트와 숙박업소의 위치
 - ※ 총기발생(뉴저지): 조직폭력배, 버스정류소, 학교, 술집, 클럽 등이 위험성 높이는 요인
 - 총기사건의 42%가 최상위 10% 위험도 공간에서 발생
 - 위험요인 추가시 총기사건 위험도가 143% 증가
- 국내에서는 **GIS 분석기법**을 활용
 - ※ 강도와 절도의 공간적 군집화가 높음
 - ※ 성폭행: 유동인구가 많은 유흥업소 밀집지역
 - ※ 강도: 사업지역
 - ※ 방화와 절도: 주거지역
 - ※ 기타: 가로등과의 거리 등도 주요 인자



범죄자들의 활동공간, 이동경로, 교점 중심으로 분포

예측치안 (Predictive Policing)

범죄발생 요건
(일상활동이론)



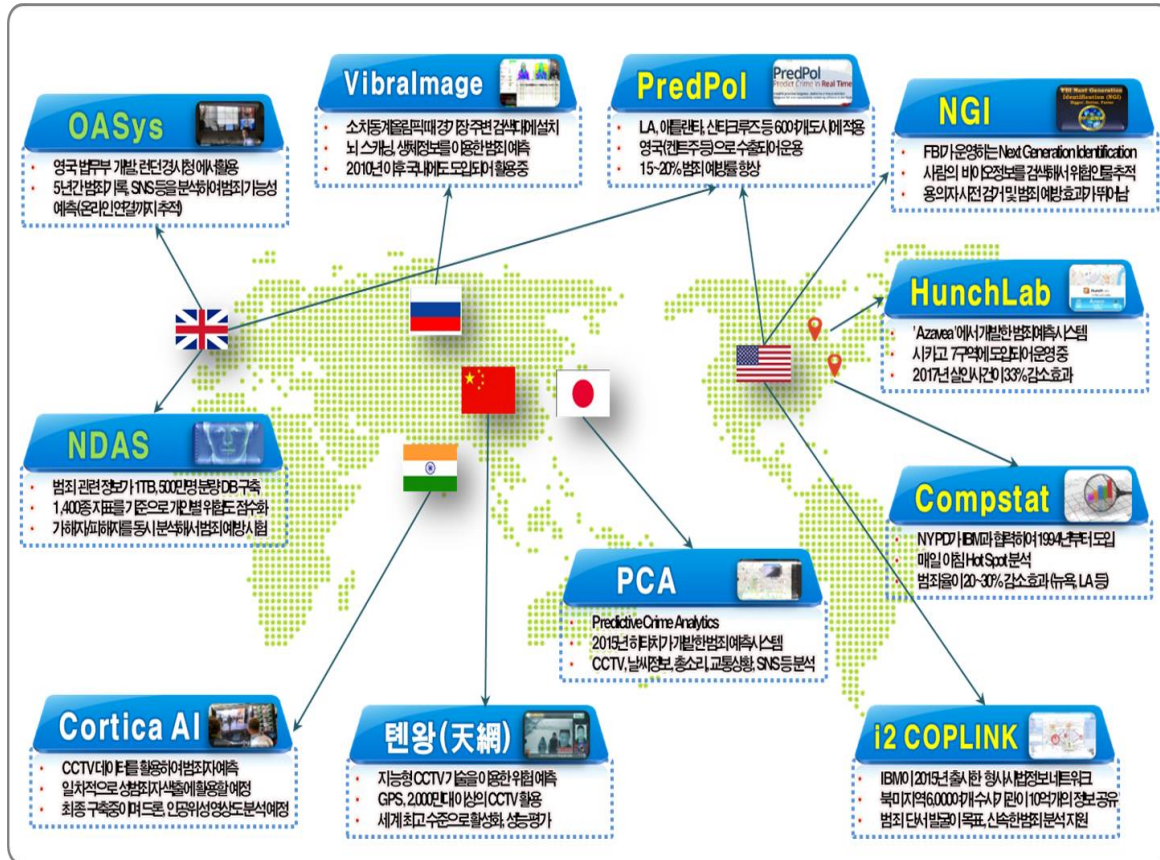
잠재적 범죄자

적절한 범행대상

능력있는 보호자
부재

02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV – 기술(3)

선진국형 범죄 예측(예측치안, Predictive Policing)



PredPol (Predictive Policing)

- 지진, 여진 예측 알고리즘인 ETAS(Epidemic-type aftershock sequence) 모델을 활용하여 범죄 예측 기술 개발(UCLA, 산타클라라대학)
- 범죄의 발생 패턴이 큰 지진 뒤의 여진과 유사하다는 것을 발견
- 예측 범위: 150m * 150m 규모의 사각형
- 과거 범죄를 7개월 단위로 재학습하여 새로운 범죄 패턴 분석
- 특정 지역에서 언제 어떤 유형의 범죄가 발생할지를 예측하는 시스템
- 범죄자/피해자의 위치, 활동 반경, SNS 프로필 등을 분석하여 사전 범죄 예방
- LA, 애틀랜타, 산타크루즈 등 60여개 도시에 적용(영국에 수출되어 운용 중)
- 범죄 예방률: 기존 대비 15~20% 향상

HunchLab

- 'Azavea'에서 개발한 범죄 예측시스템(필라델피아)
- 범죄 데이터(갱단 구성원, 마약 거래 내역 등), 사업자 위치, 날씨 정보, 경제 정보, 총격음 감지 시스템 등을 종합 분석하여 순찰차를 적절히 배치
- 시카고 7구역에 도입되어 2017년 총격사건: 39% 감소, 살인사건: 33% 감소 (동일 기간 내 전체 시카고 시의 살인사건은 402건으로 오히려 3% 증가)
- 동일 시스템을 도입한 다른 지역에서도 총격사건: 15~29% 감소, 살인사건: 9~18% 감소

Compstat (Compare Statistics)

- NYPD가 IBM과 협력하여 1994년부터 도입하기 시작한 프로그램
- 과거 범죄 데이터를 분석해서 매일 아침 범죄가 발생 가능성이 높은 지역을 확률적으로 계산하여 핫스팟으로 알려주는 시스템
- 예측 정확도: 71%, 도입 첫 달에는 전년도 같은 달 대비 강도사건 27% 감소
- 뉴욕: 살인사건이 2015년 352건으로 대폭 감소(1973년 1,946건)
- LA 풋힐, 캘리포니아 알렐브라: 범죄율이 20~30% 감소(2013년 이후)

02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV - 기술(3)

■ 선진국형 범죄 예측(예측치안, Predictive Policing)



02 (Stationary) 5G 고정형 CCTV – 기술(3)

■ 선진국형 범죄 예측(예측치안, Predictive Policing)



BornTo Attribute

성별: 남성 나이: 30대 신장: 170cm~175cm	①	성별: 여성 나이: 20대 신장: 158cm~163cm	②
--------------------------------------	---	--------------------------------------	---

BelongTo Attribute

인상착의: 회/검 모자: 야구모자 마스크: 착용(검) 홍가: 없음 가방: 백팩 우산: 없음	①	인상착의: 검/검 모자: 후드모자 마스크: 착용(흰) 홍가: 없음 가방: 핸드백 우산: 없음	②
---	---	--	---

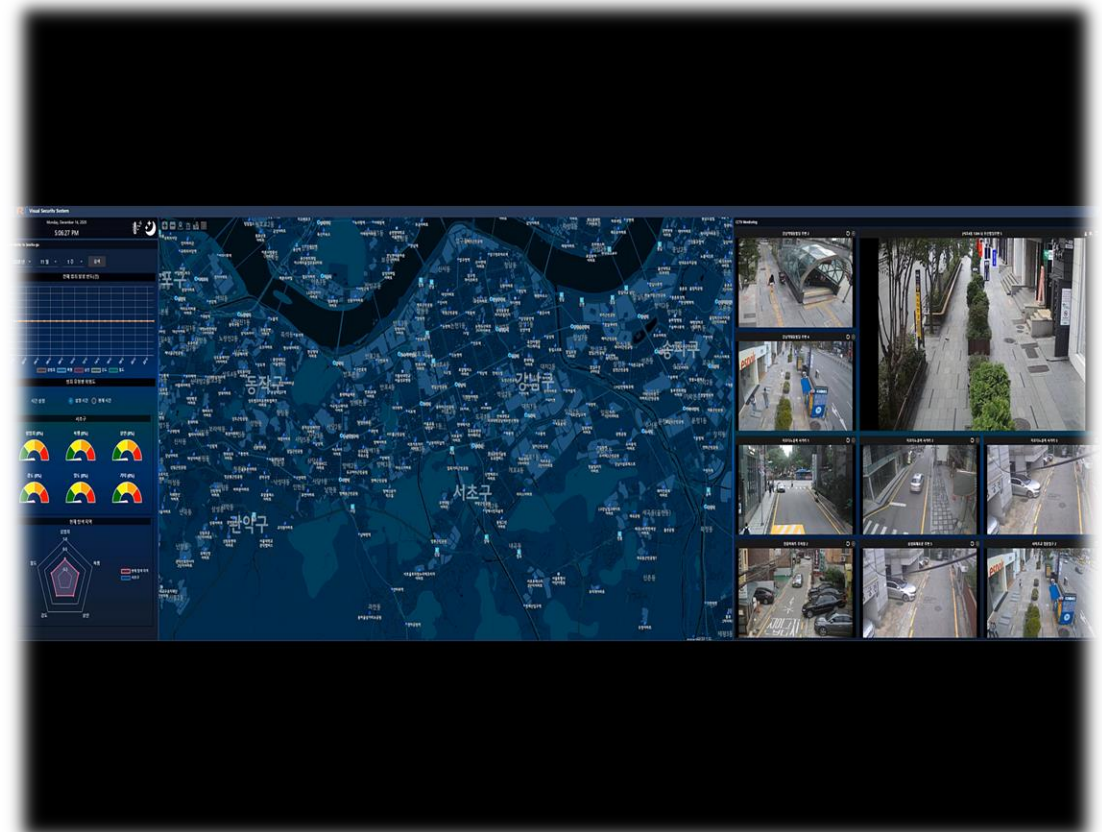
분석

Behavior Attribute

술취한 걸음 걸이
여러 CCTV상으로 지속적인 미행
급하게 뛰는 발자국 소리
부자연스러운(강제적) 동행

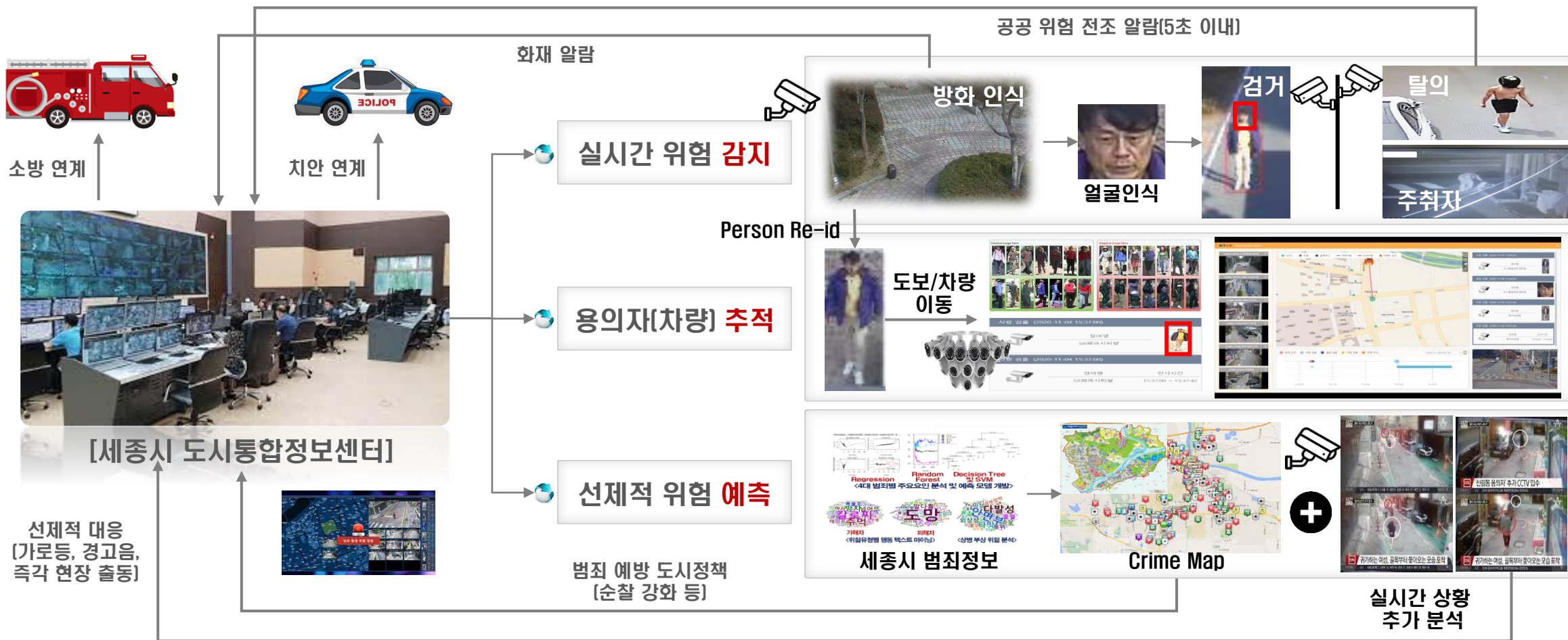
Environment Attribute

현재 시각, 장소, 기상 정보
장소적 특성(주력가, 유흥가, 어린이 보호구역 등)
이벤트 정보
기타 범죄에 영향을 미치는 요인들(가로등,
버스정류장 거리 등)



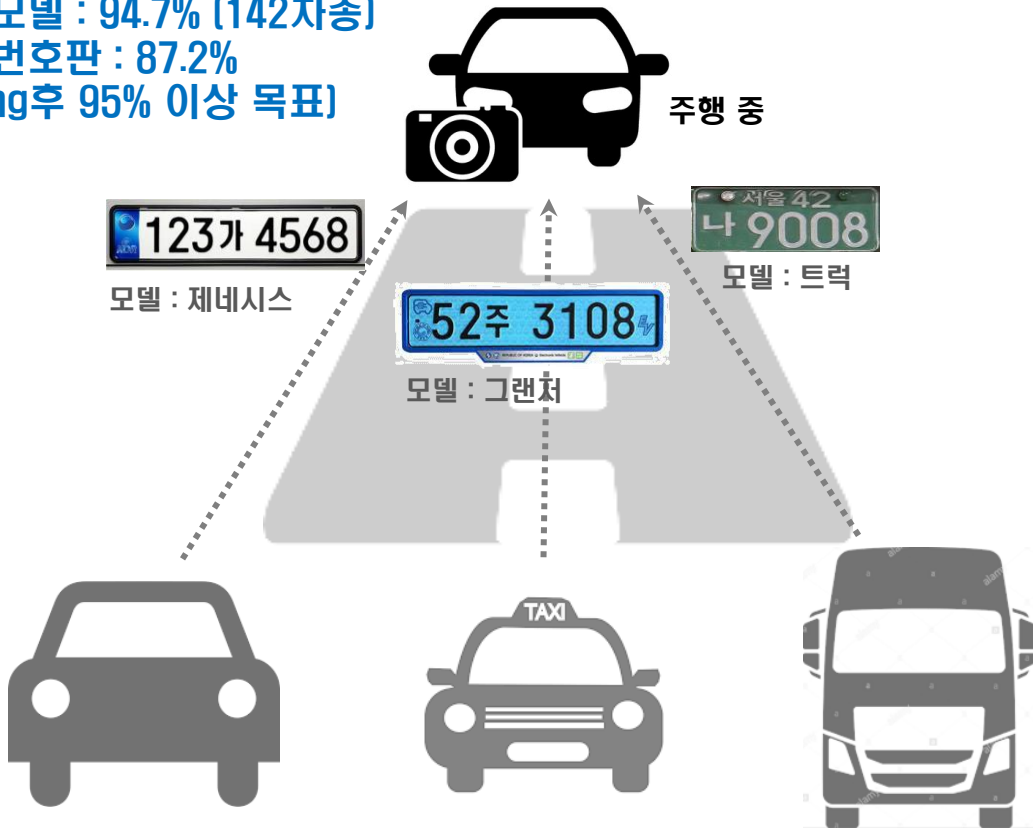
02

(Stationary) 5G 고정형 CCTV – 세종 스마트시티 적용



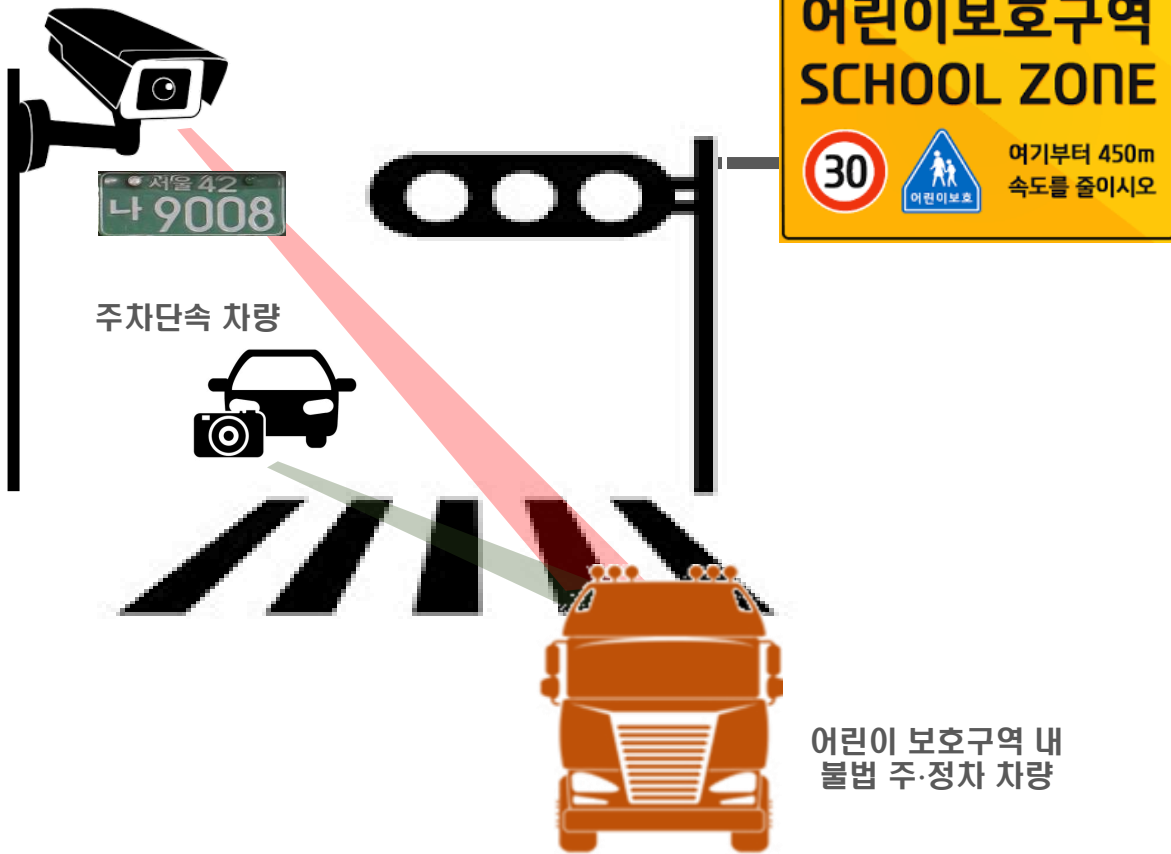
03 (Moving) 5G 차량용 CCTV - 기술

차량 모델 : 94.7% (142차종)
차량 번호판 : 87.2%
(Polling후 95% 이상 목표)

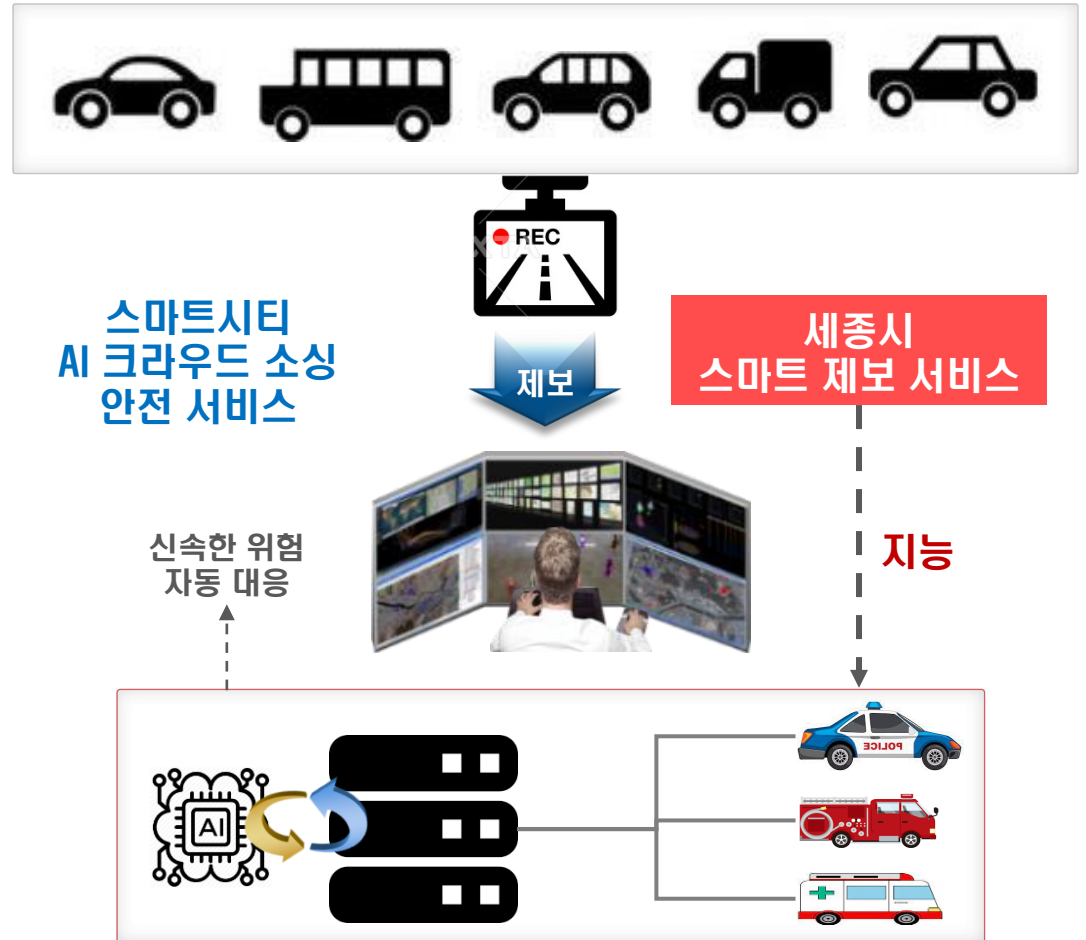


03 (Moving) 5G 차량용 CCTV – 세종 스마트시티 적용

방범용 CCTV



영상 클라우드 소싱 차량



04 (Moving) 5G 비행용 CCTV – 세종 스마트시티 적용



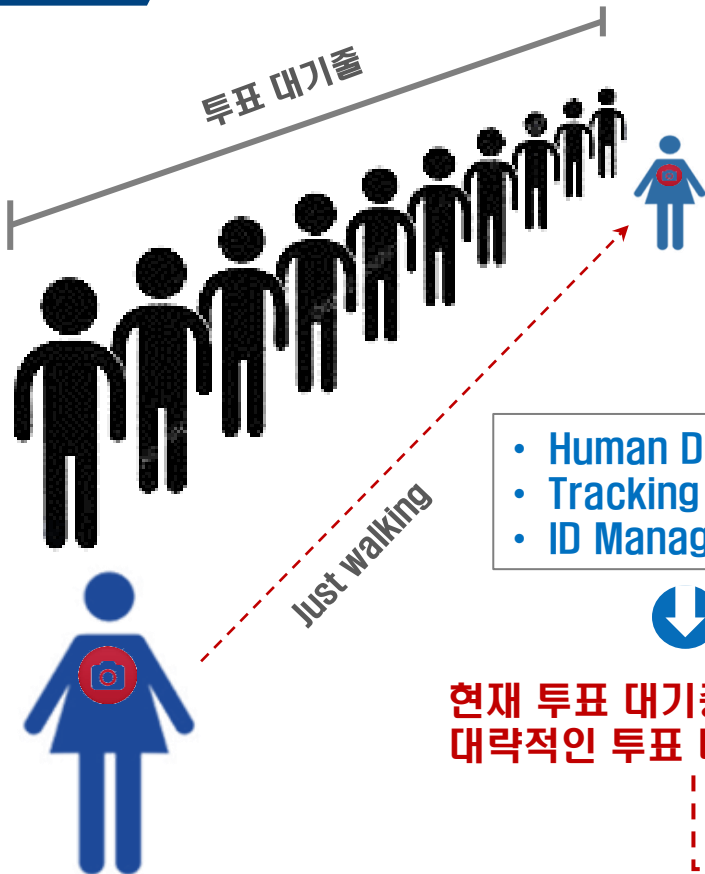
05

(Moving) 5G 사람착용형 CCTV – 세종 스마트시티 적용

세종시 투표소



[기표소]



- Human Detection
- Tracking
- ID Management

현재 투표 대기중인 사람 수
대략적인 투표 대기시간 산출

5G, WIFI 등

실시간 전송



<input type="checkbox"/> 주변정보 전체 끄기	
교통돌발	버스
CCTV	주차장
전기차	주유충전
개인이동수단	가로등
대피시설	비상급수
공공기관	치안시설
병원약국	노인·치매
은행	마트
편의점	학교
음식점	음악방송
문화시설	관광명소
숙박	공공WIFI
신규업소	상생플러스
스마트 투표	

[유권자]



현재 투표 대기인 수 : 15명
예상되는 투표 대기시간 : 12분

06 스마트시티 사회안전 미래상(CCTV)



