



**동의대학교**  
DONG-EUI UNIVERSITY

# 디지털 트윈 기반 지능형 방범 4족 보행 로봇

Digital Twin-Based Intelligent Security Quadruped Walking Robot

**Team. 가디언즈**



# Contents

- 연구의 필요성
- 연구목표 및 내용
  - 연구의 목표
  - 연구의 내용
  - 연구의 주요 결과물
- 수행방법 및 추진체계
  - 연구의 수행 계획
  - 팀원 간의 역할과 목표
- 추진 일정
- 기대효과
  - 연구성과의 활용방안
  - 연구성과의 기대효과



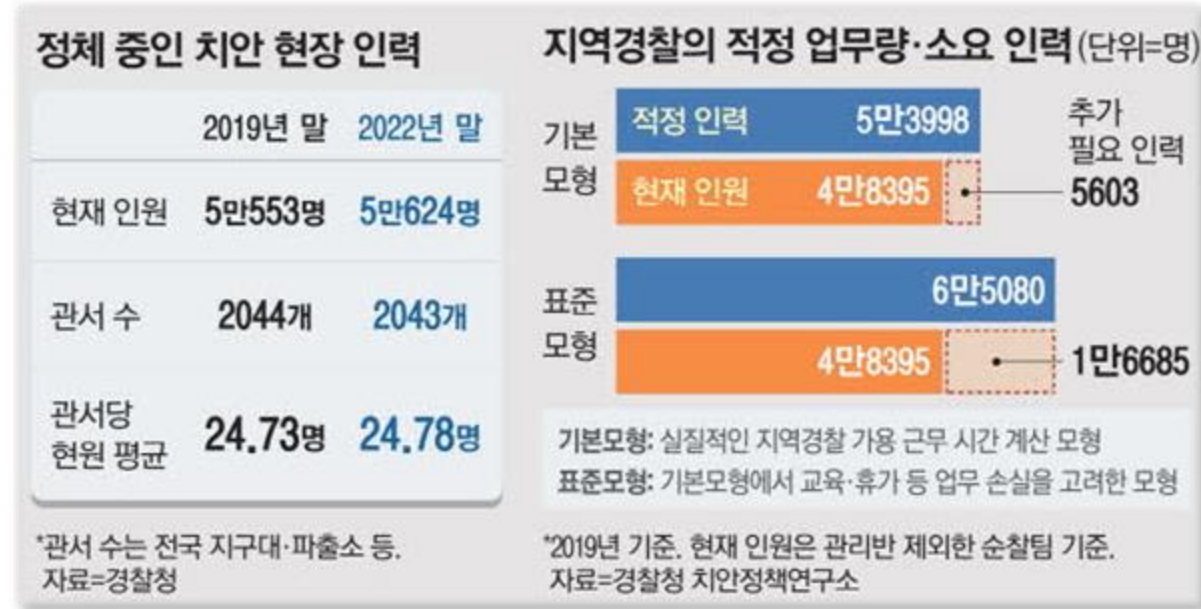
## 연구의 필요성

# 강력 범죄 증가와 경찰 대응력의 한계

- 불특정 다수를 대상으로 하는 **강력 범죄 증가**
  - 신림동 및 서현역 등에서 발생한 무차별 흉기 난동 사건
  - 그 외의 흉기 난동 사건 및 폭력 사건 등 **강력 범죄 증가**
- **경찰 인력 부족 문제 발생**
  - 기존의 인력 기반 순찰 방식 → 광범위한 지역 관리가 어려움
  - 경찰 인력 부족 → 신속한 대응 및 예방 제한



무차별 흉기 난동 사건



경찰 현장 인력 부족 문제

# 지능형 4족 보행 순찰 로봇 시스템

- 기존의 **인력 중심 순찰 방식의 한계를 보완**
  - 장시간 지속적인 순찰과 신속한 현장 대응 능력을 확보할 수 있음
- But, **군중 밀집** 지역에서는 **인력 이동과 효율적인 감시 및 대응 제한**
  - 해결 방안
    - 군중 밀집도를 실시간으로 분석하여 이동 경로를 동적으로 조정할 수 있는 군중 감응형 회피 알고리즘 개발이 요구



긴 배터리 수명과 간편한 충전 방식



군중 밀집 지역에서의 로봇 주행



# 실시간 위기대응 시스템

- **증가하는 실종자 및 치매 환자 배회 사고**

- 인력 중심 수색 방식 → 즉각적 대응이 어려움
- 해결방안

→ 안면 인식 기술 활용: **신속한 탐색** / 위치 정보 전달 시스템 구축: **즉각 대응**

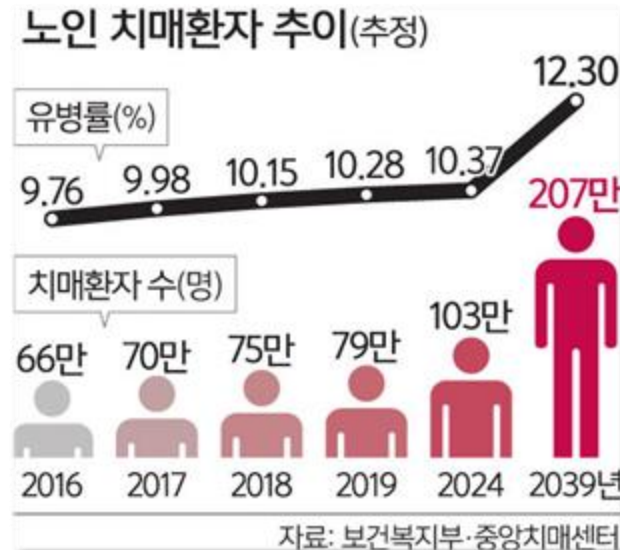
- **CCTV 및 인력 중심 수색 방식** → **흥기 소지자의 실시간 탐지와 대응이 어려움**

- AI 기반 실시간 흥기 탐지 시스템 개발을 통해 해결

최근 5년간 실종된 아동·발달 및 정신장애인·치매환자 현황  
단위: 명/건

구분	항목	2019	2020	2021	2022	2023	평균	비율
18세 미만 아동	인구수	7,938,907	7,710,946	7,483,944	7,271,460	7,077,206	7,494,493	-
	잠수	21,551	19,146	21,379	25,416	25,628	22,824	0.3%
	미발견	3	5	3	12	72	19	0.08%
	발견(사망)	30	21	15	6	15	17.4명 (87명)	0.07%
장애인 (지적·자폐성·정신)	인구수	344,594	351,435	359,421	367,539	376,721	359,942	-
	잠수	8,360	7,078	7,166	8,344	8,440	7,878	2.18%
	미발견	7	6	4	6	42	13	0.15%
	발견(사망)	47	47	27	29	46	39.2명 (196명)	0.5%
치매환자	인구수	969,001	911,529	972,436	1,000,077	-	960,761	-
	잠수	12,479	12,272	12,577	14,527	14,677	13,306	1.38%
	미발견	1	2	9	10	23	9	0.07%
	발견(사망)	97	120	85	99	83	96.8명 (484명)	0.72%

※ 아동과 장애인 인구수의 경우 '23년 12월 기준, 치매환자 수의 경우 '23년 6월 기준 통계



AI CCTV 똑똑하다지만...칼부림 분석에는 한계



증가하는 실종자 및 치매 환자

CCTV의 한계

# 통합형 가상환경 기반 실시간 보안 관제 시스템

- 기존 보안 시스템의 **한계**

- 현장 상황을 직관적이고 신속하게 파악하는데 한계
- [방안] 디지털 트윈 기술 활용 → 실시간 가상 환경 시각화 및 원격 관리 체계 구축 ⇒ **몰입감 높은 상황 전달 및 해석**

- 개별적 운영으로 인한 통합 관리 한계를 극복하기 위한 통합 보안 솔루션 구축 필요



기존 보안 시스템의 한계



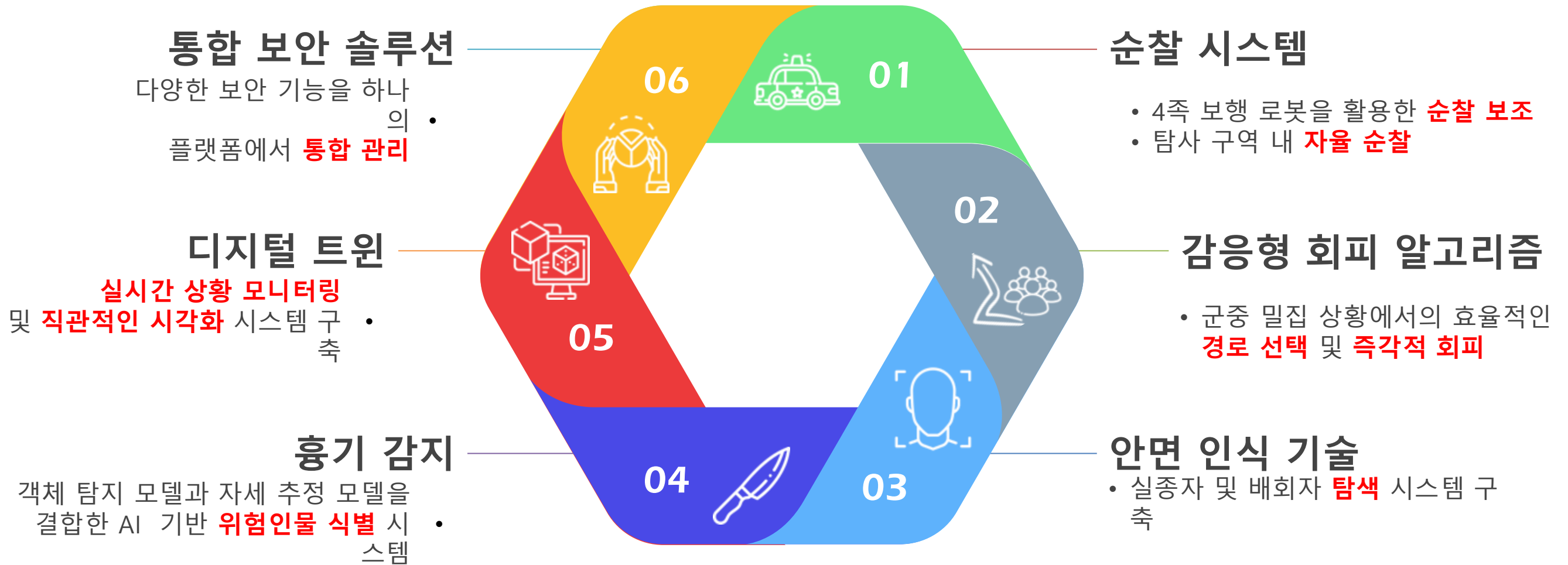
디지털 트윈을 적용한 범죄 예방 시스템



## 연구목표 및 내용



# 연구의 목표

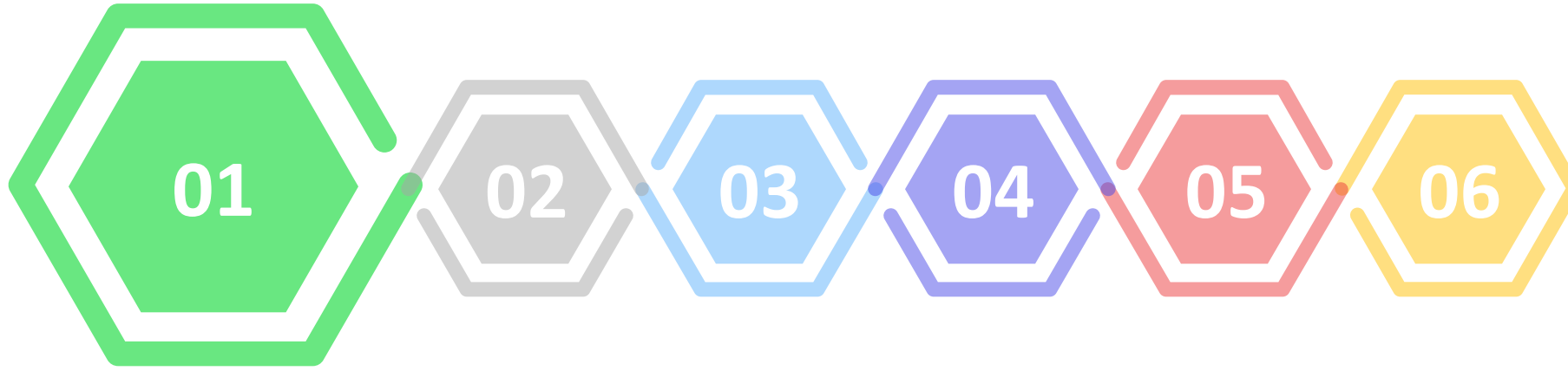


# 연구의 목표 - 시스템 구성도





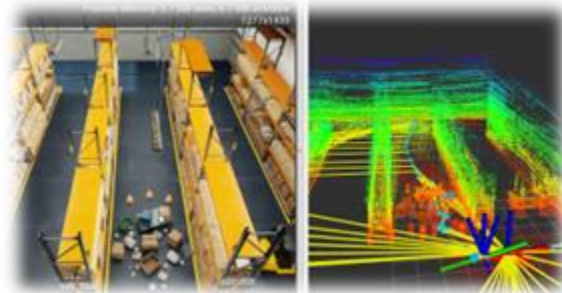
## 지능형 방법 4족 보행 로봇 개발



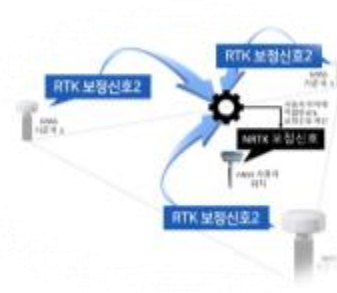
- ▶ ROS 2 및 NVIDIA ISAAC SIM을 기반으로 한 자율주행 로봇 시스템 설계 및 구현
- ▶ SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기술을 활용한 정확한 위치 인식 및 지도 생성
- ▶ GPS, LiDAR 센서를 활용한 정밀한 자율주행 기능 구현



위치 인식 (SLAM & GPS)



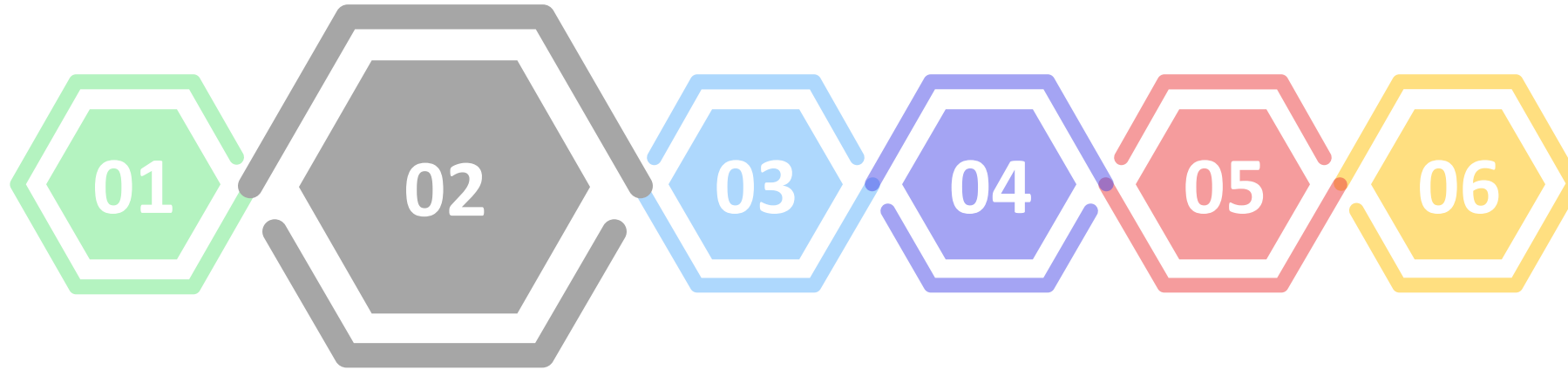
위치 인식 (SLAM & GPS)



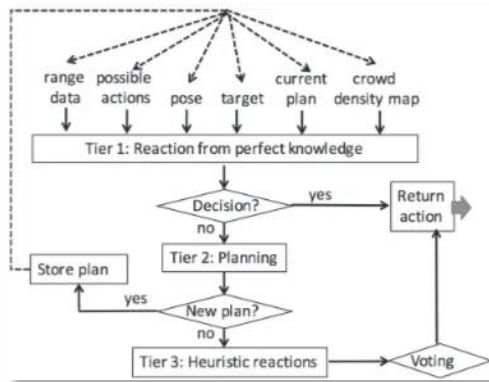
자율주행 기능



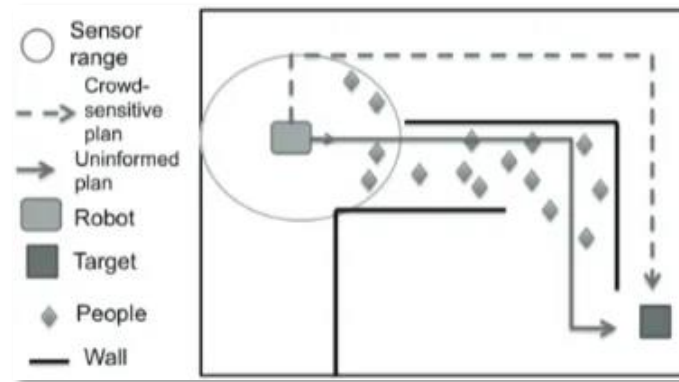
## 군중 감응형 회피 알고리즘 개발



- ▶ 군중 밀집도를 실시간으로 분석하여 로봇의 이동 경로를 동적으로 조정하는 알고리즘 개발
- ▶ 밀집도가 높은 지역을 우회하여 효율적이고 안전한 순찰 경로 생성
- ▶ Road segmentation 기술을 이용한 이동 가능한 구역 식별 및 회피 기동 능력 향상



SemaFORR 군중 회피 알고리즘

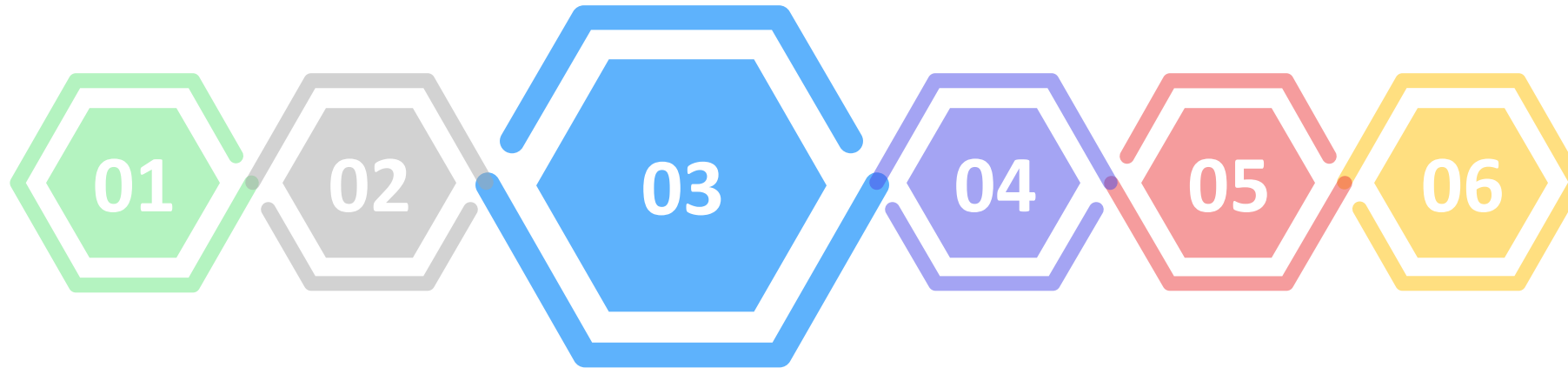


감응형 회피 경로 계획

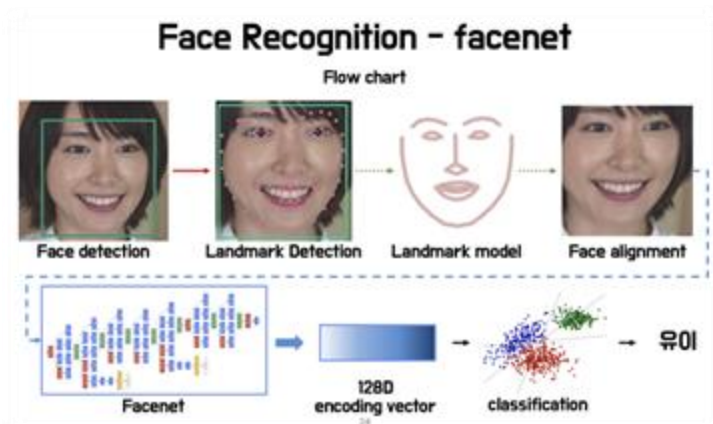


이동 가능 구역 식별  
(Road segmentation)

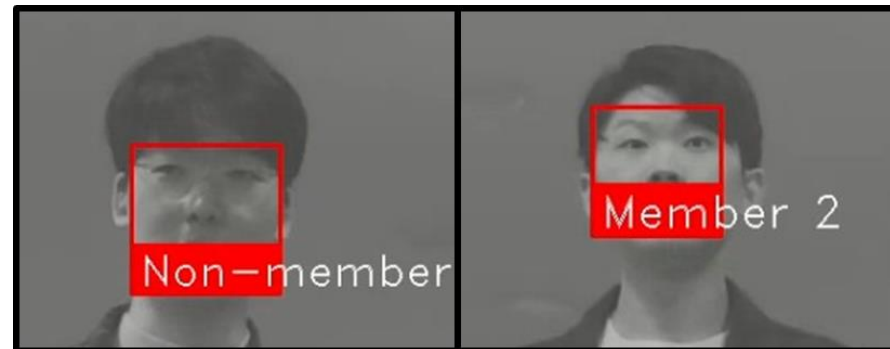
## 안면 인식을 이용한 실종자 탐색 시스템 구축



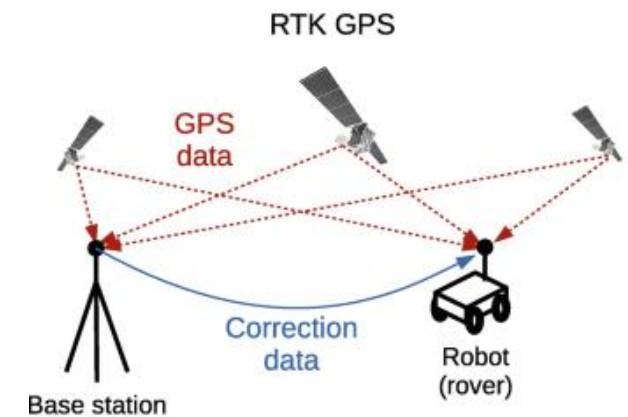
- ▶ 실시간 안면 인식 기술을 활용하여 실종자 및 치매 환자 등 배회자 탐색 및 발견
- ▶ 발견 즉시 위치 정보를 통합 플랫폼 및 현장 경찰에게 실시간 전달



안면 인식 기술  
(Face Recognition)

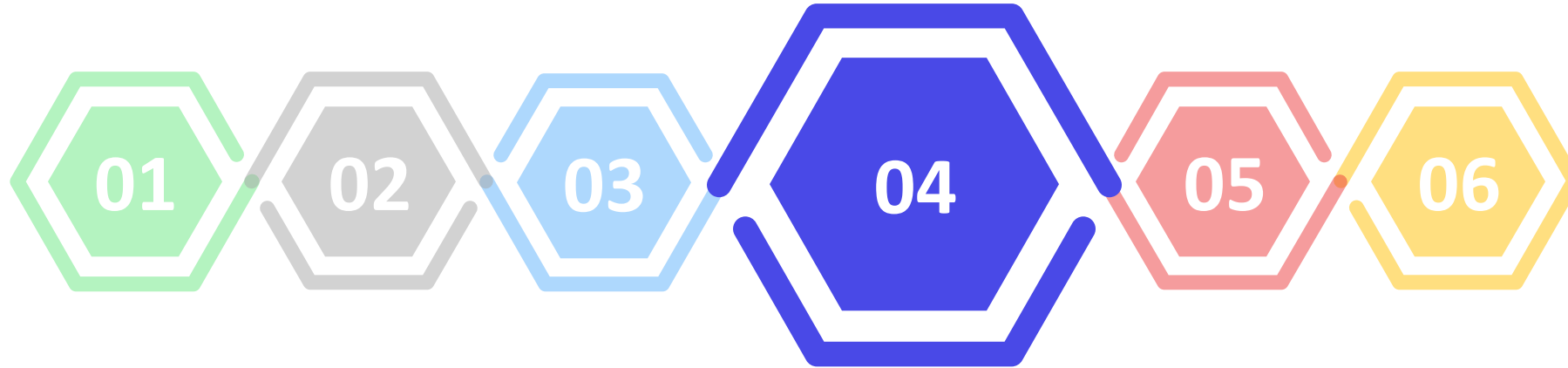


구성원(Member) 탐색

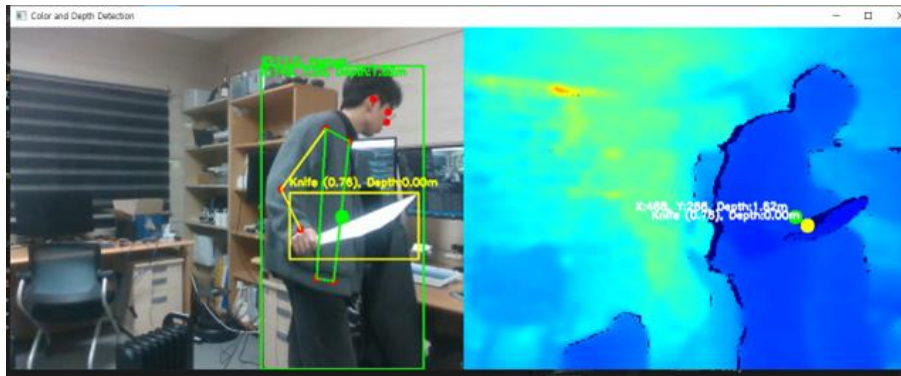


위치 정보 전달  
(GPS RTK)

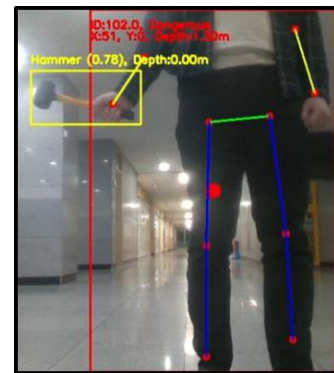
## AI 기반의 실시간 흉기 탐지 시스템 개발



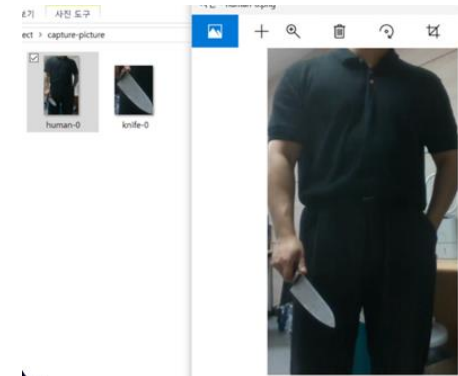
- ▶ 객체 탐지(Object Detection) 모델을 통해 흉기 소지자 실시간 탐지
- ▶ 자세 추정(Posture Estimation)을 결합한 정밀한 위험인물 식별
- ▶ 위험인물 탐지 시 즉시 추적 및 경고 시스템 활성화



무기 탐지

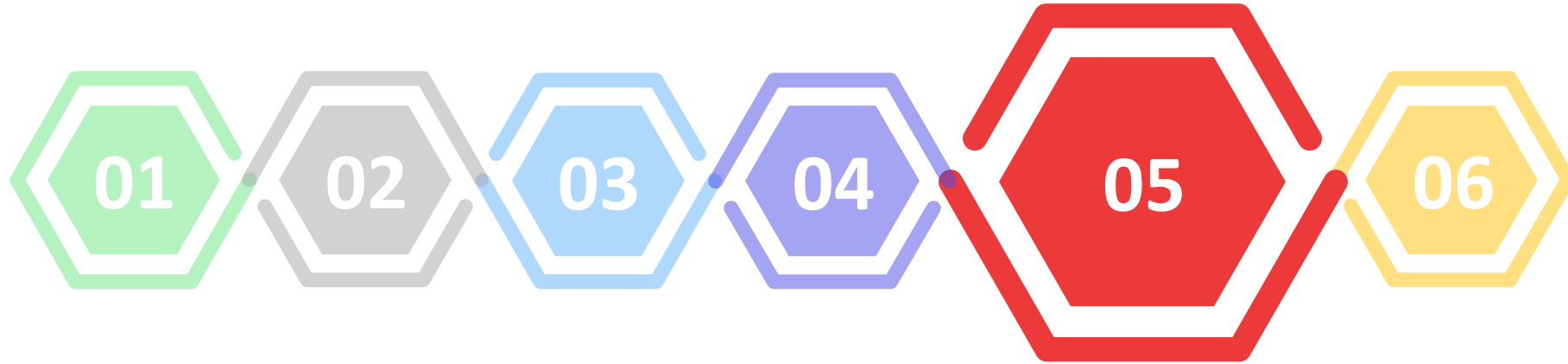


위험인물 식별

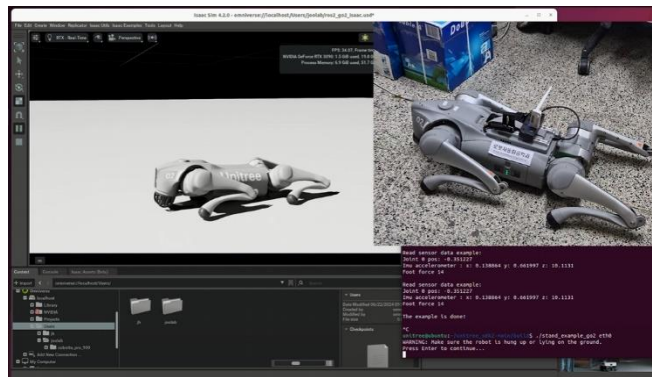


위험인물 정보 전달

## 디지털 트윈 기반 통합 모니터링 시스템 구축



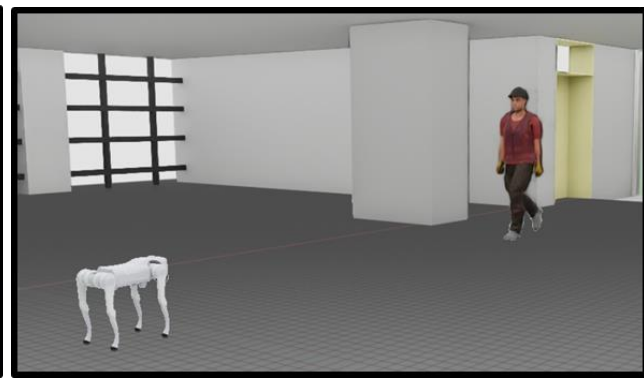
- ▶ Omniverse 플랫폼을 이용한 **디지털 트윈 가상 환경 구현**
- ▶ 현실의 데이터를 가상 환경에 실시간 반영하여 **원격 모니터링 수행**
- ▶ 탐지된 모든 정보를 **3D 시각화**를 통해 직관적으로 제공하여 **빠른 상황 판단 및 대응 지원**



ROS2 & Isaac sim 디지털 트윈



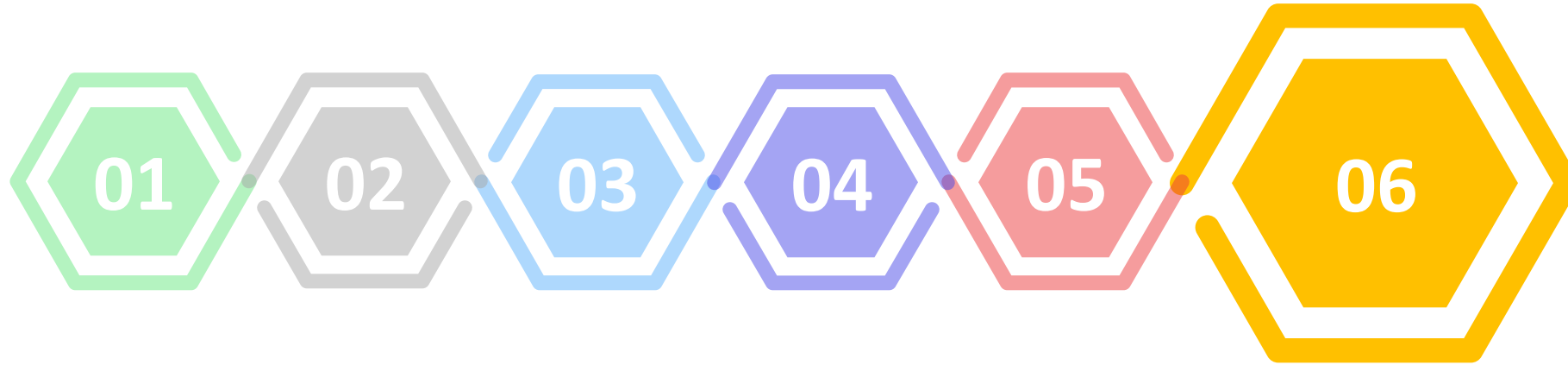
실환경



가상환경



## 통합 보안 솔루션 개발



- ▶ 자율주행, 군중 회피, 실종자 탐색, 흥기 탐지 및 디지털 트윈 등 다양한 기능을 하나의 플랫폼 품으로 통합
- ▶ 경찰 및 보안 인력이 하나의 시스템 내에서 효율적이고 즉각적인 의사결정과 대응을 수행할 수 있는 통합 보안 플랫폼 구축

# 예상 도출 성과

국제/국내 논문게재  
2편 이상



특허 출원

- 군중 감응형 회피 알고리즘
- 디지털 트윈 기반 통합 모니터링 시스템

SW 등록

자율 방법 로봇 통합  
운영 소프트웨어



ICT 챌린지 경진대회  
참가 및 수상



## 수행방법 및 추진체계

# 연구의 수행 계획 및 팀원 역할



이동섭(석사)

- 프로젝트 총괄, ROS 2 기반 자율주행 및 감응형 회피 알고리즘 개발



이정환(석사)

- 안면 인식 및 무기 탐지 시스템 개발, 위험인물 식별 기술 개발, 이상 상황 탐지 시스템 개발



장민우(석사) 재직자 과정

- 디지털 트윈 환경 및 시스템 구축

## [연구 수행 계획]

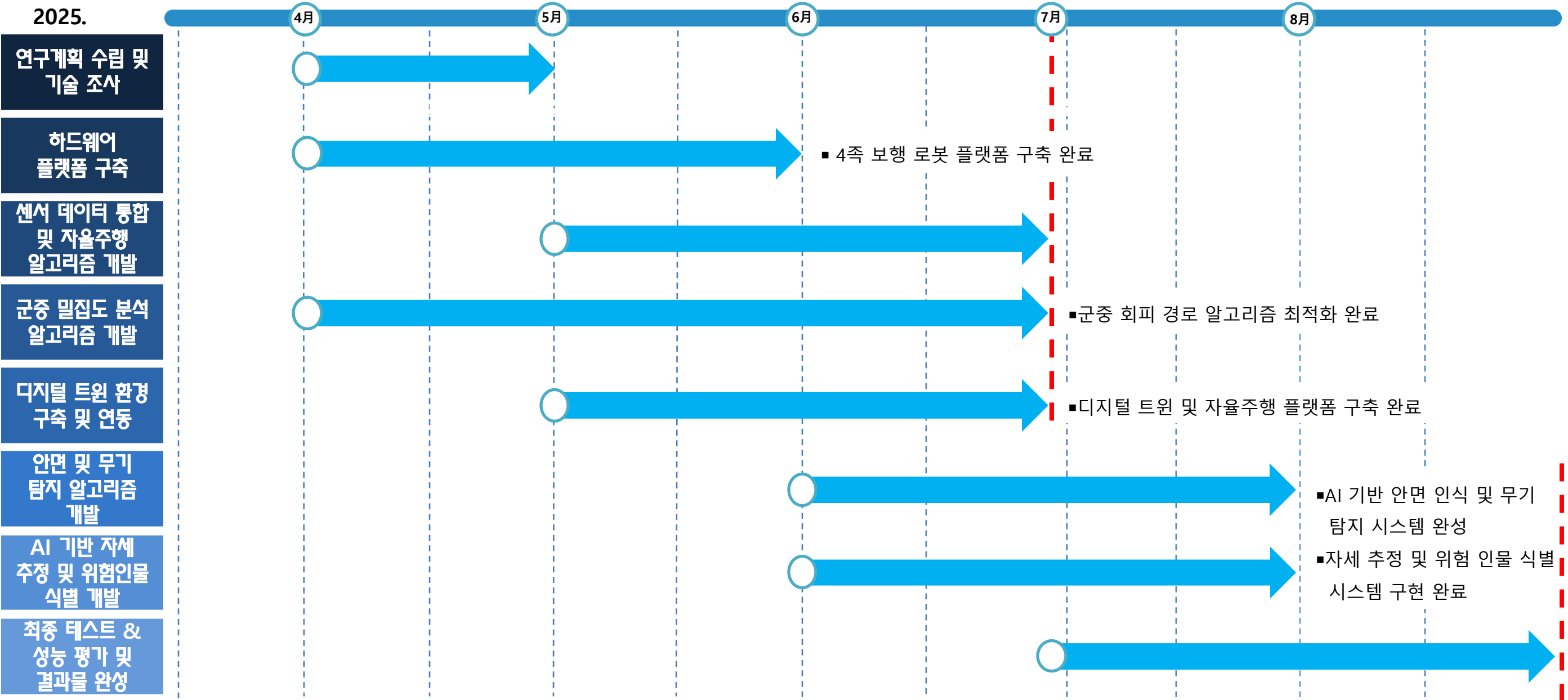
- ROS 2 및 NVIDIA Isaac sim 환경 기반 **로봇 시스템 개발 및 운영 소프트웨어 구축**
- SemaFORR(군중 회피 경로 계획 알고리즘) 기반 **군중 감응형 경로 생성**
- AI 기반(실시간 객체 탐지, 자세 추정 및 안면 인식 알고리즘) **위험 요소 식별 및 경고 시스템 구축**
- 디지털 트윈 환경에서의 **실시간 시각화 및 원격 모니터링 시스템 구현**





## 추진 일정

# 추진 일정





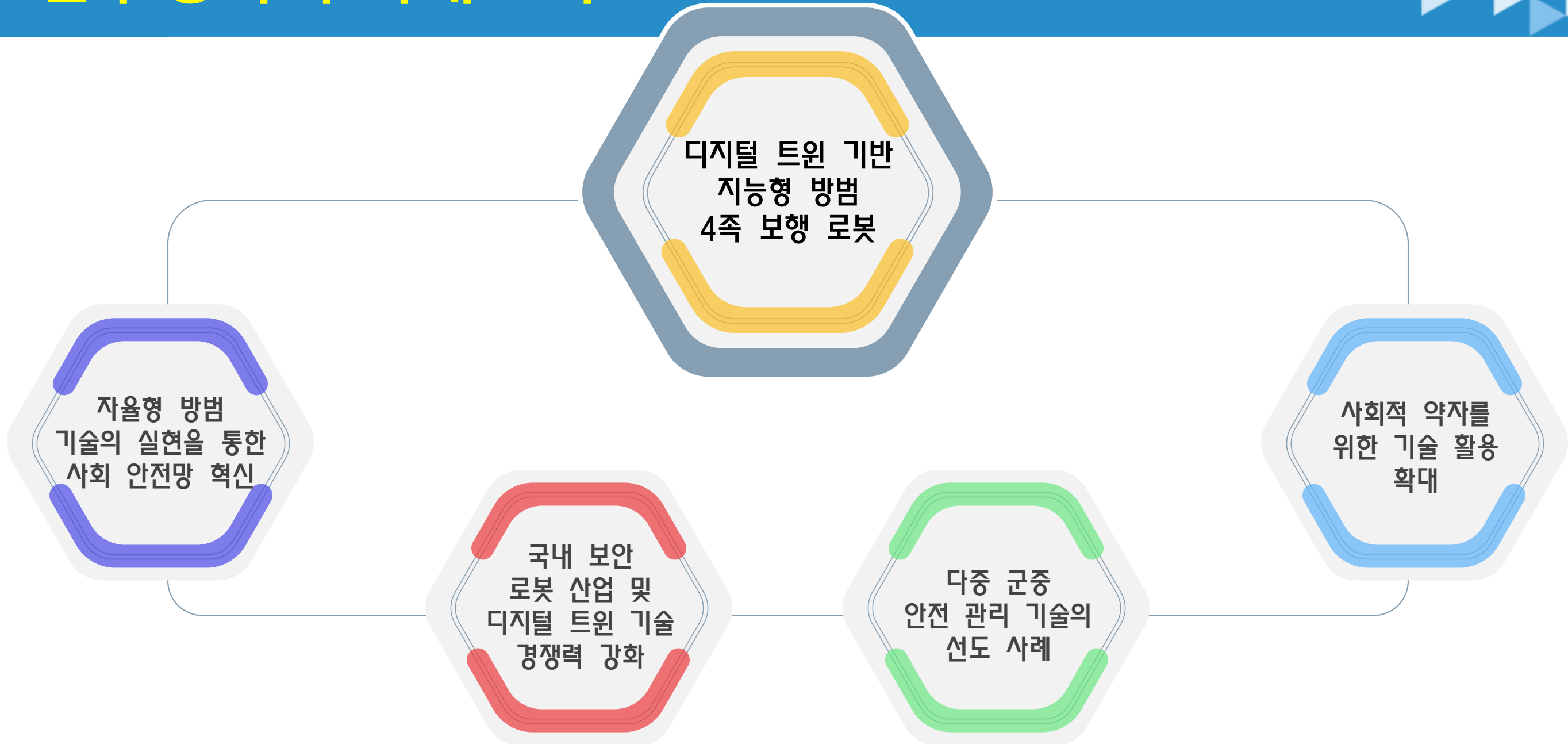
기대효과

# 연구성과의 활용방안





# 연구성과의 기대효과





감사합니다.

Q&A