

# 미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발

(KETI: 모빌리티 연합 클러스터 기반 오픈 플랫폼 기술 개발)

## 워크샵 발표자료

2025. 04. 15(화)

한국전자기술연구원

책임 안재훈

■ 주관연구기관 : **ETRI**

■ 공동연구기관 : **KETI** 한국전자기술연구원 **kt** (주)케이티

**KAIST** 한국과학기술원

**TTA** 한국정보통신기술협회

**kanip** 한국네트워크산업협회

■ 위탁연구기관 : **GNU** 경상국립대학교



# 발표 목차

미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발



- I 최종 연구 개발 목표
- II 연구 개발 진행
- III 향후 계획
- IV 논의사항

Chapter

# I. 최종 연구 개발 목표

미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발



**최종 연구 개발 목표  
과제 최종 목표 소개 영상**

최종 연구  
개발 목표

## KETI) 연구 최종 목표 (1/2)

## 혼합 중요도 태스크 분업을 위한 모빌리티 연합 클러스터 기반 오케스트레이션 기술 개발

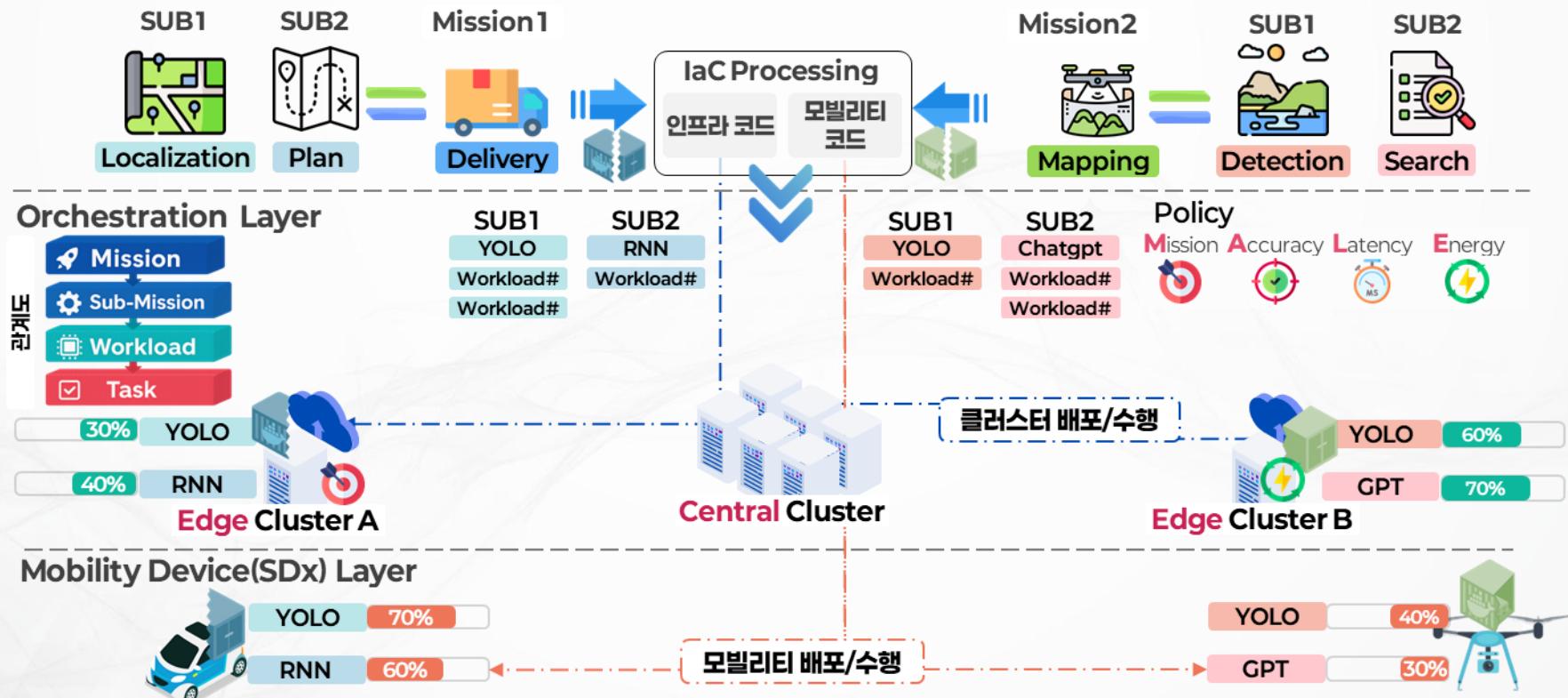
## 핵심 기술

모빌리티 디바이스  
프로파일링모빌리티 디바이스 특성 별  
프로파일링 도구(SW)실시간 Workload  
오케스트레이션 기술Workload 실시간 성보장 지원을 위한  
연합 오케스트레이션 기술(SW)H/W 리소스 기반  
정책 운용 기술하드웨어 특성 기반 실시간 정책  
변경 운용 기술(SW)

# KETI) 연구 최종 목표 (2/2)

## 미래 모빌리티 오케스트레이션을 위한 워크로드 운영 기술

### 워크로드 범위(Mission → Task) 설정 기반 분업/협업 과정



최종 연구  
개발 목표

# 과제 최종 연구 목표

미래 모빌리티 디바이스 혼재 환경 기반 **오케스트레이션 운영 시연 영상**



Chapter

## II. 연구 개발 진행 상황

미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발



연구 현황 및 목표  
세부 개발 내용

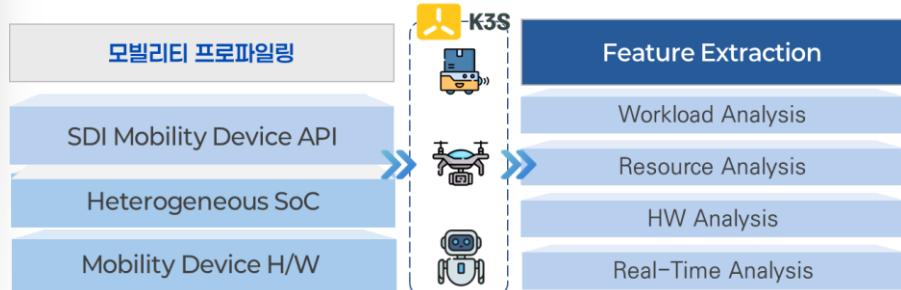
# 연차별 연구개발 추진 현황 및 계획

## 혼합중요도 결정을 위한 멀티 메트릭 수집 및 모빌리티 특성별 프로파일링 기술 개발

### 1차년도 진행 사항 및 2차년도 기술 개발

#### 1차년도 연구 성과 요약

- H/W 특성 데이터 기반 **이기종 모빌리티 특성 분류** 기술 설계
- 모빌리티 디바이스 연동 기반 데이터 수집 확인



#### 2차년도 연구 목표

- 시간 민감성과 하드웨어 특성 고려한 **멀티 메트릭 수집** 기술
  - 저지연 메트릭 데이터 수집 및 분석 메커니즘 적용
- 워크로드 분석 지원을 위한 **모빌리티 특성별 분석** 기술
  - 프로파일링 기반 혼합중요도 동적 재정의 기술

#### 진행 현황

- 모빌리티 자동 인식 및 자동 연결 기술 개발
- 모니터링 기반 워크로드의 특성 관리 기술 개발

#### 진행 예정

- 계층별 혼합중요도 연산을 위한 우선순위 알고리즘 개발
- 실시간 모빌리티 메트릭 데이터 동기화 인터페이스 명세 기술 개발

# 세부 개발 내용 (1/2) – 자동 인지·등록·관리

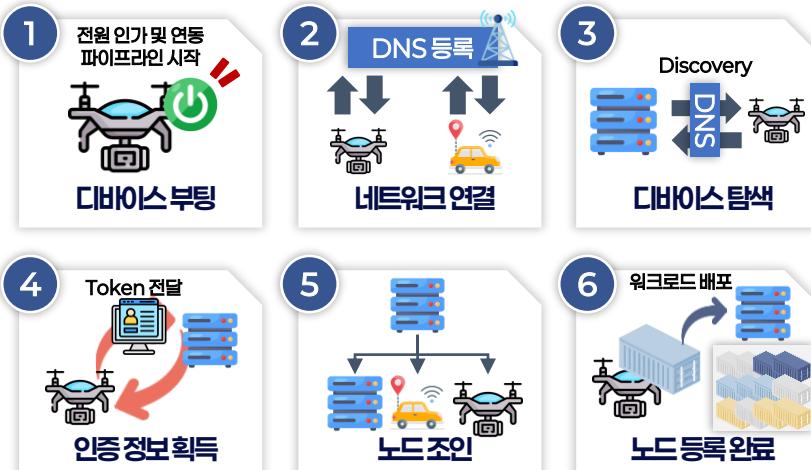
## 자동 인지·등록·관리 기술 기반 모빌리티 디바이스 프로파일링 연계 기술

### 모빌리티 자동 인지 & 등록

#### 모빌리티 디바이스 생성–협업 자동화 프로세스 구성

- DNS 기반 모빌리티 등록 Discovery 과정 확인
- 네트워크내 연결 대상 모빌리티 기반 인증정보 자동화

기술 설계 Control Plane ↔ 모빌리티



### 위치 데이터 기반 모빌리티 관리

#### 이동체 모빌리티 지역 실시간 업데이트 기술



- KETI 엣지 클러스터 기반 워크로드 분업 및 협업 동작
- 판교 → 이탑동 이동 시 실시간 모빌리티 디바이스 연동
- Control plane 기반 엣지 클러스터 간 모빌리티 연동 기술 지원

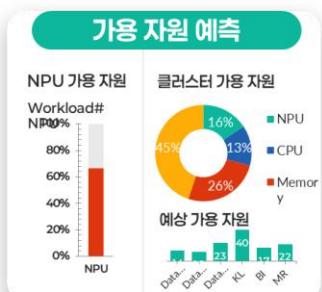


모빌리티 디바이스 성남- 테스트, 경산 실제 동작 개념도

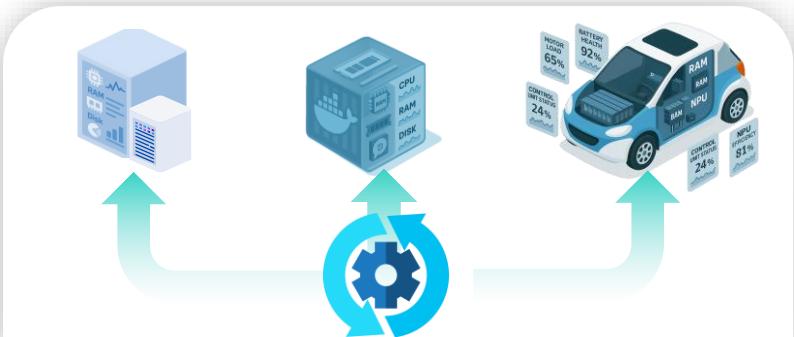
# 세부 개발 내용 (2/2) - 프로파일링

## 프로파일링 기술적용을 위한 모빌리티·워크로드·클러스터 연계 모니터링 및 혼합중요도 설정 기술

### 연합 모니터링 모듈 기반 프로파일링 기술



#### 학습 모델 기반 가용 자원 예측 기술



#### H/W 적응형 데이터 수집 기술

##### Workload

- 자동 이동
- 물건 찾기

MC

MC

상황인식기반  
혼합중요도 재정의수행

##### Workload

- 객체 분류
- 음성 서비스

LC

LC

##### Mission

- 안전 회피
- 장애물 감지
- 객체 분류
- 음성 서비스
- 모니터링
- マイ그레이션

HC

MC

MC

Task

#### 워크로드 특성(혼합중요도) 관리 기술

- 클러스터 가용 자원 예측 모델 생성을 위한 기반 학습 데이터 수집 기술
- 이종 환경 적응형 메타데이터 수집 모듈 개발
- 워크로드 특성 분석 기반 혼합중요도 관리(재정의) 기술

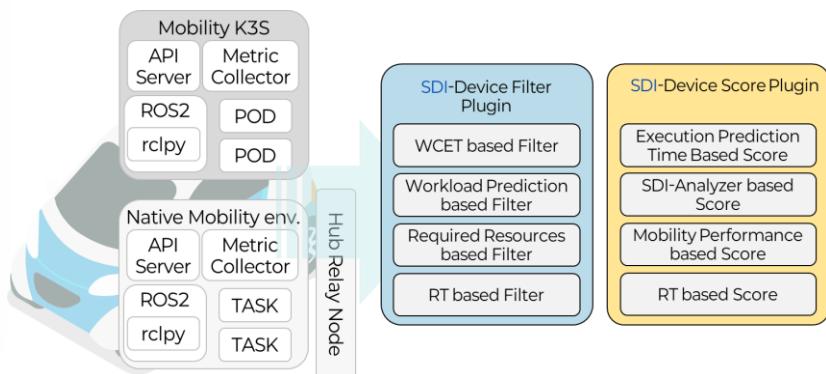
# 연차별 연구개발 추진 현황

## 실시간 미션 수행 보장을 위한 오케스트레이션 기술 개발

### 1차년도 진행 사항 및 2차년도 기술 개발

#### 1차년도 연구 성과 요약

- 디바이스 K3s 설치 여부 기반 **클러스터-디바이스 연동 설계**
- 워크로드 요구 수준 만족을 위한 **스케줄링 모듈 설계**



#### 2차년도 연구 목표

- SDI-모빌리티 클러스터의 **처리 부하에 따른 작업 분배 기술**
  - 중앙/지역 관리형 클러스터 기반 워크로드 관리 지원
- 모빌리티 연동 환경 기반 Workload의 실시간성 보장 기술**
  - LC 워크로드 수행 보장을 위한 자원 확보 기술

#### 진행 현황

- 워크로드 수행 보장을 위한 Drop Rate 감소 기술
- 디바이스-클러스터 분업형 워크로드 처리 프로토 타입 개발

#### 진행 예정

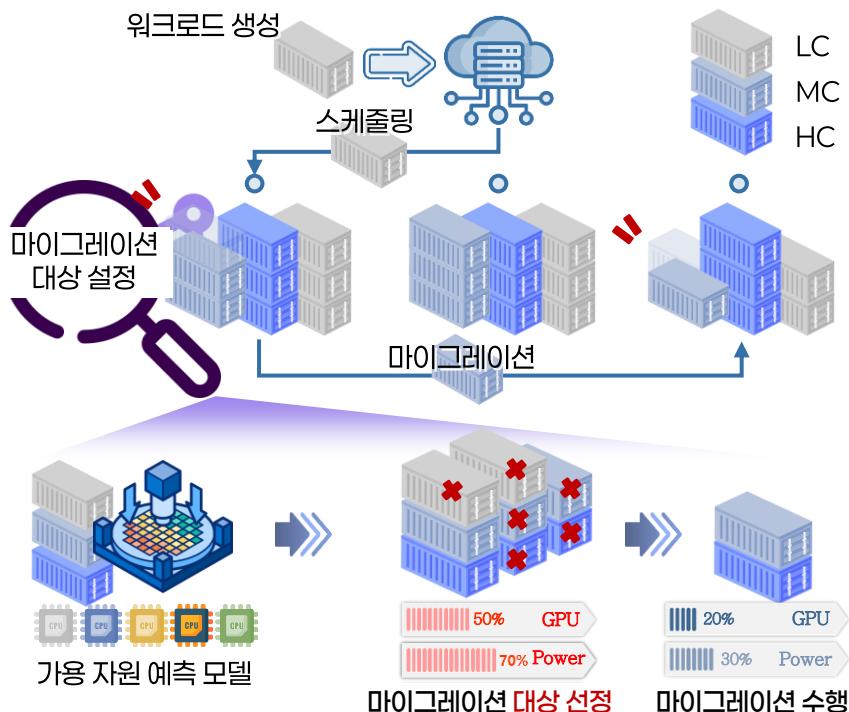
- 체크포인트 기반 **미션 마이그레이션** 기술 개발
- 클러스터 기반 저지연. 저사양 지능형 워크로드 **스케줄러** 개발

# 세부 개발 내용 (1/2) - 오케스트레이션

## 모빌리티 지능형 워크로드 분업/협업 수행 보장을 위한 LC Workload Drop Rate 감소 기술

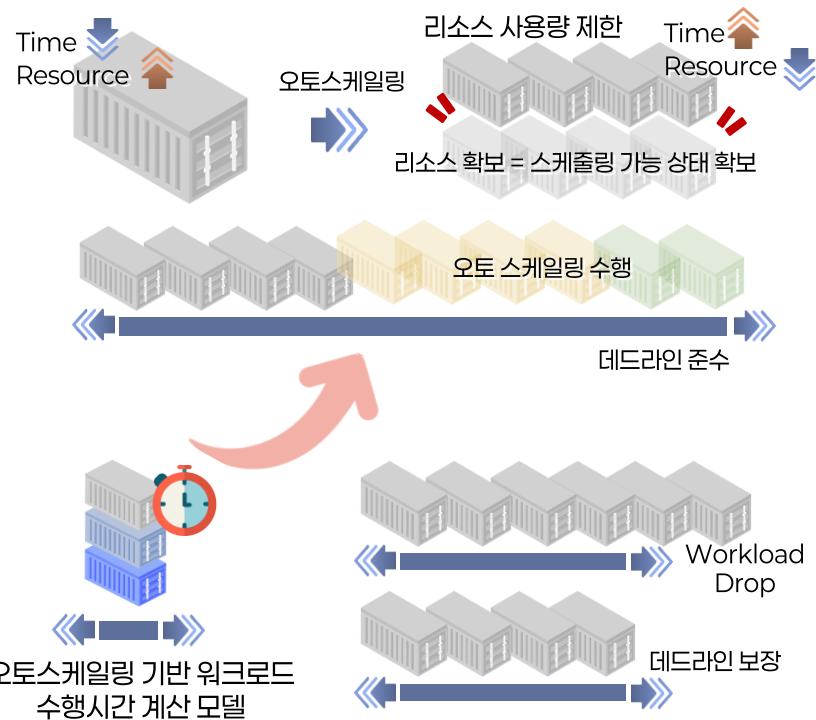
### マイグレイ션 기반 수행 보장

#### 프로파일링 자원 예측 데이터 기반マイ그레이션 대상 설정 기술



### 데드라인 보장 기술

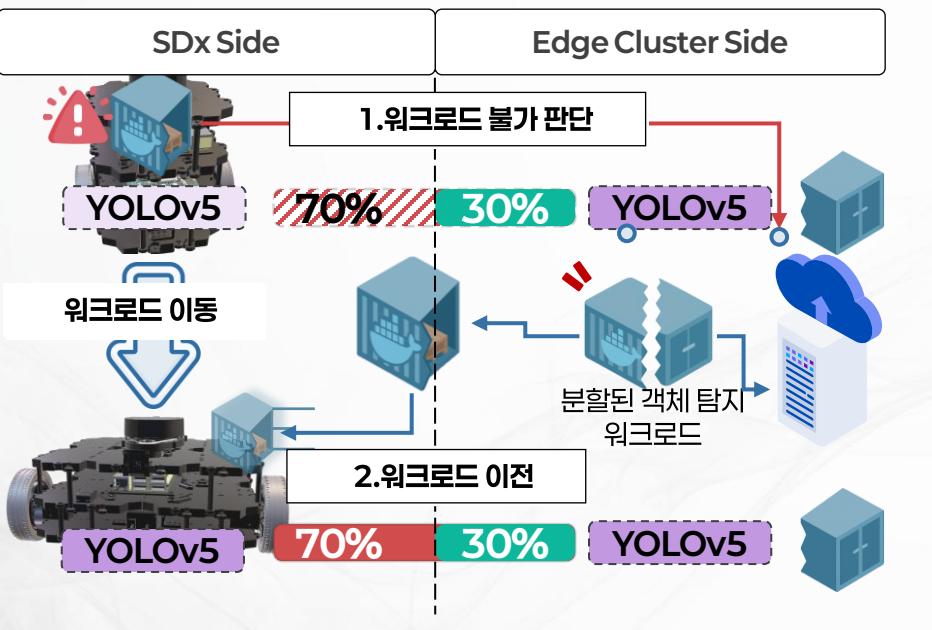
#### 동적 리소스 할당 환경 기반 데드라인 보장 기술



# 세부 개발 내용 (2/2) - 오케스트레이션

SDx + Edge 협업형 추론 모델 구동 시 오케스트레이션 마이그레이션 수행

## 예측 모델 기반 워크로드 수행 보장 기술 개발



- AI 워크로드 (Yolo5n) 기반 워크로드 이전 기술 프로토 타입 개발

## SDx+Edge 협업형 추론 모델 검증 디바이스

### YoloV5 모델 분할 기반 오프로딩

backbone layer, neck-head layer 기준 모델 분할  
→ backbone layer SDR에서 처리  
→ neck-head layer Edge Cluster에서 처리



Turtlebot3 Bugger

SBC	: Raspberry Pi 4
CPU	: Cortex-A72
NPU	: X
Memory	: DDR4 8 GB
LDS	: 360° LiDAR (LDS-02)



Turtlebot3 Waffle

SBC	: RK3588
CPU	: Cortex-A76, Cortex-A55
NPU	: Rockchip NPU 6TOPS
Memory	: DDR5 16 GB
LDS	: 360° LiDAR (LDS-02)

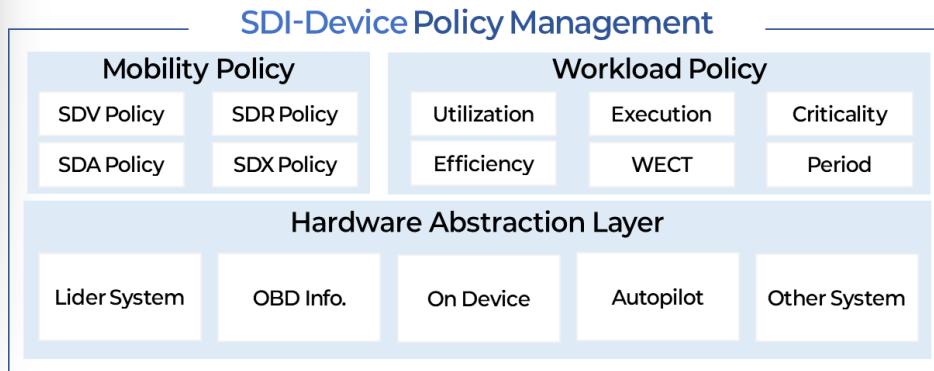
# 연차별 연구 개발 추진 현황

## 이기종 하드웨어 및 워크로드 우선순위 기반 MALE 정책 설정 기술 개발

### 1차년도 진행 사항 및 2차년도 기술 개발

#### 1차년도 연구 성과 요약

- 자원 반응형 정책 설계 및 정책 운영 구조 정의
- SDx 특성에 따른 워크로드 처리 및 MALE 설정을 위한 정책 정의



#### 2차년도 연구 목표

- 클러스터의 이기종 하드웨어 특성에 따른 관리 정책 설정
  - 이기종 자원 최적화 정책 구성
- 이기종 자원 환경에서의 동적 실행 조건 기반 워크로드 관리
- 분업/협업을 지원하는 정책 운영 체계 수립

#### 진행 사항

- MALE 정책 기반 실행 시나리오 및 워크로드 유형 구체화
- AI 가속기 특성과 연계된 자원 운용 및 처리 우선 정책 추가 반영

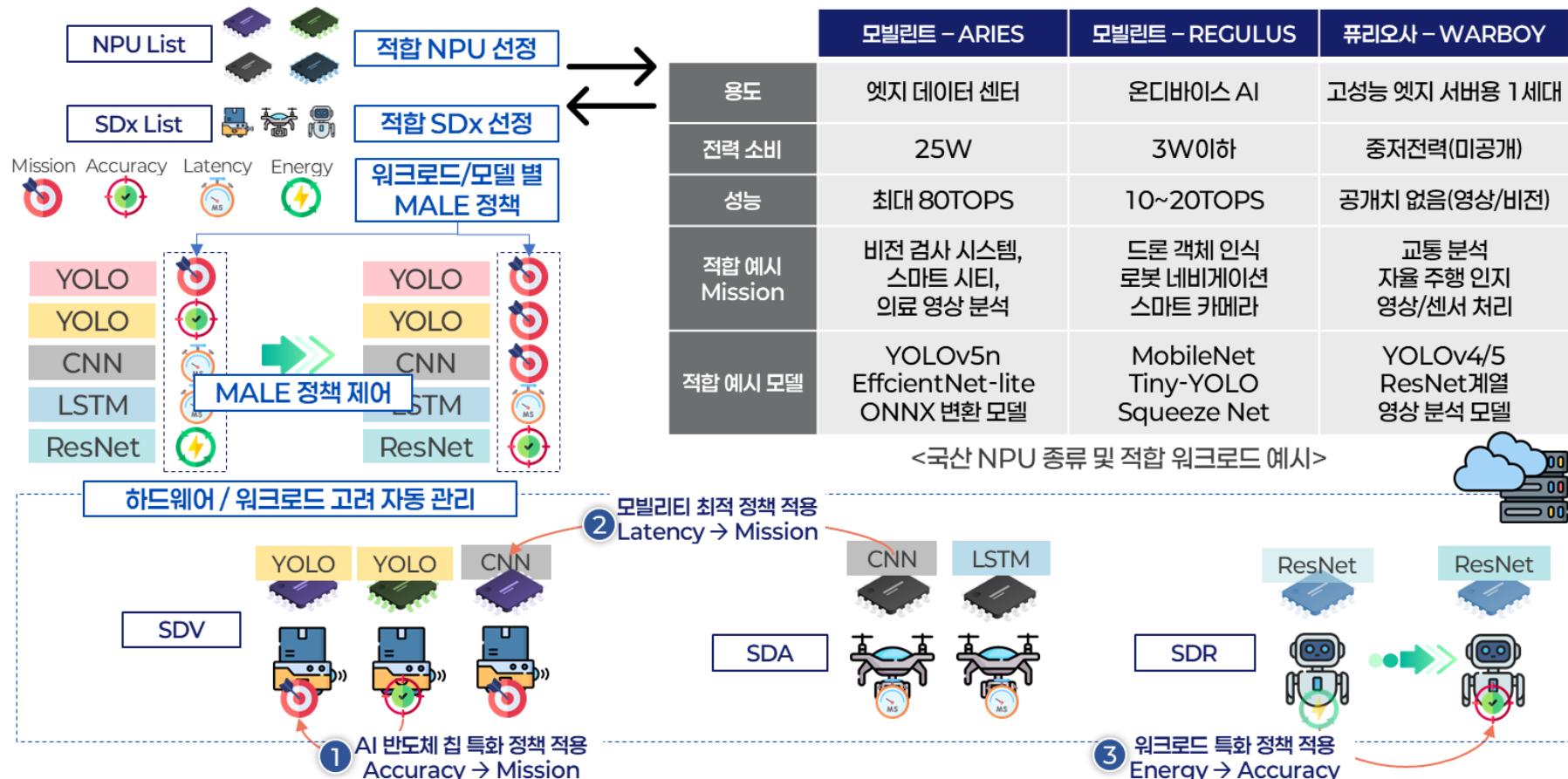
#### 진행 예정

- 하드웨어 특성과 자원 상태 기반 워크로드 매핑 및 우선순위 정책
- 실시간 메트릭 분석 기반 MALE 중심의 자동 정책 적용 구조

# 세부 개발 내용 - 정책 설정 기술

## 모빌리티 디바이스 별 국산 AI 반도체 특성 및 MALE 고려한 자동화 정책 기술 개발

### MALE 반영 이기종 하드웨어 기반 자동화 관리 구조



# 협업/분업 지원을 위한 오케스트레이션 Demo 영상



Chapter

### III. 향후 계획

미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발



연구 기관 연동 항목  
정량 목표 달성 및 과제 계획

# KETI- 연구 기관 통합 연동

	연동 필요 항목	연동 기관
1 디바이스-엣지-클라우드 연계형 SDI 플랫폼 기술	모빌리티 특성 및 <b>메타데이터 형식 및 전달 프로토콜 정의</b>	ETRI
2 저지연 모빌리티 서비스SDI 운영 및 연결성 지원	5G 네트워크 상태 및 <b>SDI 연결성 정보</b>	KT
3 저자원 모빌리티 디바이스 실시간 / 분업형 워크로드 처리	시간 제약 관련 <b>이벤트/정보 수신</b> (WCET 예측 값 및 데드라인 오버런)	RTst
4 모빌리티-SDI 분업형 SW 기반 CI/CD 환경 구축	클라우드 네이티브 모빌리티 SW 기반 <b>CI/CD 배포 인터페이스</b>	KAIST



# 정량 목표 달성 계획

## 성능 지표 및 측정 방법

평가 항목	당해 목표	정량적 목표의 목표 근거	평가 방법
혼합 중요도 태스크 분업 오케스트레이션 성능	없음 (10% 이내, 자체평가)	미국 Rancher-Native K3s의 스케줄링 알고리즘 적용시 실시간 Workload 실시간성 보장 실패율(3.3%) 달성	자체 검증 진행
스케줄링 알고리즘 기반 정책 반영 최대 지연 시간	220ms이내	IEEE에서 발표된 자료의 알고리즘 적용시 180ms확인 Containerization and Orchestration of Software for Autonomous Mobile Robots a Case Study of Mixed Criticality Tasks across Edge-Cloud Computing Platforms, 2022.10.23	자체 검증 진행

## 성과 지표 및 목표치

평가 항목	당해 목표	성과 지표 예정 사항	진행 일정
특허	2건	SDI 운영 환경에서 예측 모델 오케스트레이션 연동 방법 SDI 운영 환경에서 오케스트레이션 기반 모빌리티 디바이스 프로파일링 방법	25.09 예정
기술문서	2건	SDI 모빌리티 프로파일링 기반 리소스 운용 기술 이기종 하드웨어 특성 및 혼합중요도 기반 정책 설정 기술	25.10 예정
SW 문서	3건	오케스트레이션 환경 기반 모빌리티 디바이스 프로파일링 모듈 오케스트레이션 환경 기반 모빌리티 디바이스 메트릭 컬렉터 모듈 오케스트레이션 환경 기반 모빌리티 디바이스 스케줄링 모듈	25.08 예정
논문	2건	논문 투고 예정 작성 진행중	25.06 예정

# 과제 수행 계획

## 개발 목표

혼합 중요도 결정을 위한 멀티 메트릭 수집 및 모빌리티 특성별 프로파일링 기술 개발

SDI 연합 클러스터 환경에서의 혼합 중요도 기반 Workload 오케스트레이션 기술 개발

혼합 중요도/이기종 하드웨어 특성별 정책 설정 기술 개발

## 추진 일정

4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	----	----	----

HW 특성 분류 기반 메트릭 수집 기술

성능 검증

모빌리티 특성별 프로파일링 기술

워크로드 작업 분배 기술

내부 연동

워크로드 수행 보장을 위한 자원 확보 기술

분업/협업을 지원하는 정책 운영 체계 수립

동적 실행 조건 기반 워크로드 관리

Chapter

# IV. 논의 사항

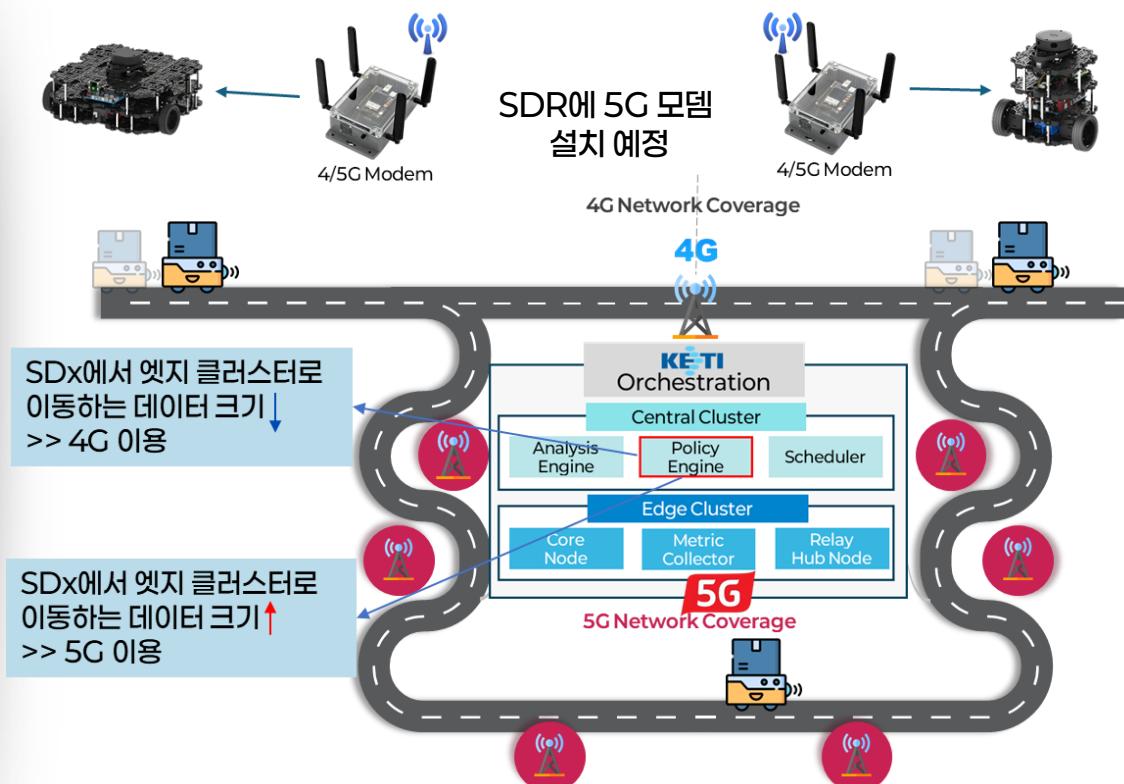
미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발



# 논의 사항

## 모빌리티 연동 네트워크(4G,5G) 환경 설정 논의 사항

### 4G,5G 혼합형 네트워크 기반 디바이스 연동



### 5G망 네트워크 사용 협의 및 예상 문제상황

- 5G 네트워크의 좁은 네트워크 반경으로 인해 생기는 짧은 4G↔5G 전환
- 분할된 지능형 워크로드 운영 시 모빌리티 ↔ 클러스터 간 데이터 송수신 문제(대용량 데이터 송수신 시 추론 지연 발생)

# 논의 사항

18	KT MOS 남부	한국자동차연구원 (대구)	자율주행테스트		R&D	O	-	2024.12	
		NIA 5G특화망 테스트베드 (판교, 대전, 광주, 대구)	드론, 자율주행, 로봇, AR/VR 등	AI 등	테스트베드	O	O	'23.12.28	삼성전자, 에치에프알

	자가구축기업	이용 지역 (자사)	5G 특화망 주파수	주파수 지정날짜	5G 벤더
13	한국과학기술연구원	한국과학기술연구원(서울)	4.7GHz (100MHz)	2025.01	
12	삼성전자	삼성전자 경기도 수원 사업장 (수원)	4.7GHz (100MHz), 28GHz	2024.01.30	삼성전자
		삼성전자 경기도 용인 사업장 (용인)	4.7GHz (100MHz)	2024.01.30	삼성전자
		삼성전자 경기도 평택 사업장 (평택)	4.7GHz (100MHz)	2024.01.30	삼성전자
11	한국로봇산업진흥원	한국로봇산업진흥원(대구)	4.7GHz (100MHz)	2023.10	
10	ETRI	ETRI 캠퍼스 (대전)	4.7GHz (100MHz)	2023.10.04	
9	퀀텍	퀀텍 본사 (성남)	4.7GHz (100MHz)	2023.06.08	NextEPC
8	캠틱종합기술원	캠틱종합기술원 (전주)	4.7GHz (100MHz)	2023.02	
7	행안부/정부청사관리본부	정부세종청사 (세종)	4.7GHz (100MHz)	2022.12.22	Nokia
6	한국항공우주산업 (KAI)	경남사업장 (사천)	4.7GHz (100MHz)	2022.12.22	Nokia
5	유엔젤	유엔젤 본사 (분당)	4.7GHz (100MHz)	2022.11.28	유엔젤
4	한국수력원자력	한국수력원자력 (신한울)	4.7GHz (100MHz)	2024	에치에프알
		한국수력원자력 (경주)	4.7GHz (100MHz)	2023.02.01	에치에프알
		한울원전 (울진)	4.7GHz (100MHz)	2022.11.28	에치에프알
3	한국수자원공사	부산에코델타시티 (부산)	4.7GHz (100MHz)	2022.10.28	삼성전자
2	KT	우면연구센터 (서울)	4.7GHz (100MHz)	2022.10.06	Nokia
1	해군	합동참모본부 (부산)	4.7GHz (100MHz)	2024.11	
		합동참모본부 (이천)	4.7GHz (100MHz)	2023.06.22	
		해군본부 (평택)	4.7GHz (100MHz)	2022.10.06	Nokia



# 감사합니다

안재훈 책임 (KETI)

010-5558-6857, corehun@keti.re.kr