10th Anniversary

GISC 2026

Global ICT Standards Conference 2026

(세션 2) AI 표준의 과거와 현재, 명장이 예견하는 미래

AI의 현장 적용, 실행 인프라를 위한 국제표준화 동향 및 전망

On-Site AI Deployment: International Standardization Trends and Outlook for Execution Infrastructure

홍용근 교수
대전대학교

ICT Standards and Intellectual Property:
Shaping the Physical AI

주최 과학기술정보통신부 지식재산처 주관 국립전파연구원 TTA IITP KEA kista ETRI

Index

01 왜 '실행 인프라'인가

02 표준화의 축적: 연결에서 엣지까지

03 ITU-T SG20: Y.4616 · Y.4619 · Y.IoT-FETA

04 ITU-T FG-AI4SSC: 도시 AI 사전 표준화

05 IETF·IRTF: 분산 AI와 에이전틱 AI

06 피지컬 AI 실행 보증 (REA)

07 전망과 제언

Abstract

발표 개요

Execution Infrastructure for AI

AI 경쟁의 초점은 모델 성능에서 현장 실행으로 옮겨 가고 있으며, AI가 실행되는 곳도 데이터센터에서 엣지, 디바이스, 로봇과 같은 물리 환경으로 넓어지고 있습니다.

본 발표에서는 AI가 어디서, 어떻게 실행되고 그 실행을 어떻게 신뢰할 수 있는지를 실행 인프라 관점에서 살펴봅니다.

ITU-T SG20의 Y.4616(승인)·Y.4619·Y.IoT-FETA(진행 중), FG-AI4SSC TG 1.3 활동, IETF/IRTF NMRG의 분산 AI 배포·에이전틱 AI·피지컬 AI 실행 보증(REA) 작업을 소개합니다.

끝으로 실행 인프라 → 에이전트 운영 → 물리 실행 보증으로 이어지는 표준화 전망과 우리나라의 대응 전략을 제언합니다.

WHERE 어디서 실행하는가

HOW 어떻게 운영하는가

TRUST 실행을 어떻게 믿는가

01. 왜 '실행 인프라'인가

AI 경쟁의 초점이 모델 성능에서 현장 실행으로 이동하고 있습니다

01

학습 중심

추론·배포 중심

모델을 '만드는' 문제에서
현장에 '배포·운영하는' 문제로

02

데이터센터

엣지·디바이스

범용 서버, MCU, 저사양 CPU,
AI 칩셋 등 이질적인 실행 환경

03

단일 모델 호출

에이전트·물리 행동

자율 에이전트가 판단하고
로봇·드론이 물리 세계에서 실행

01. 실행 인프라가 답해야 할 세 가지 질문

어디서 실행하고, 어떻게 운영하며, 그 실행을 어떻게 믿을 것인가

WHERE 어디서 실행?	**AI를 어디에 배치하고 어떻게 협업시킬 것인가** 클라우드·엣지·디바이스 간 추론 배치와 다중 엣지 협업	ITU-T Y.4616 draft-irtf-nmrg-ai-deploy
HOW 어떻게 운영?	**AI 기반 인프라를 어떻게 자율 운영할 것인가** 에이전트 기반 서비스 연동과 다중 에이전트 협업 운영	ITU-T Y.4619 draft-hong-nmrg-agenticai-ps
TRUST 어떻게 믿을까?	**AI 데이터와 물리 실행을 어떻게 믿을 것인가** 분산 환경의 AI 데이터 신뢰와 물리 실행의 일치 여부 보증	ITU-T Y.IoT-FETA draft-hong-nmrg-rea-ps

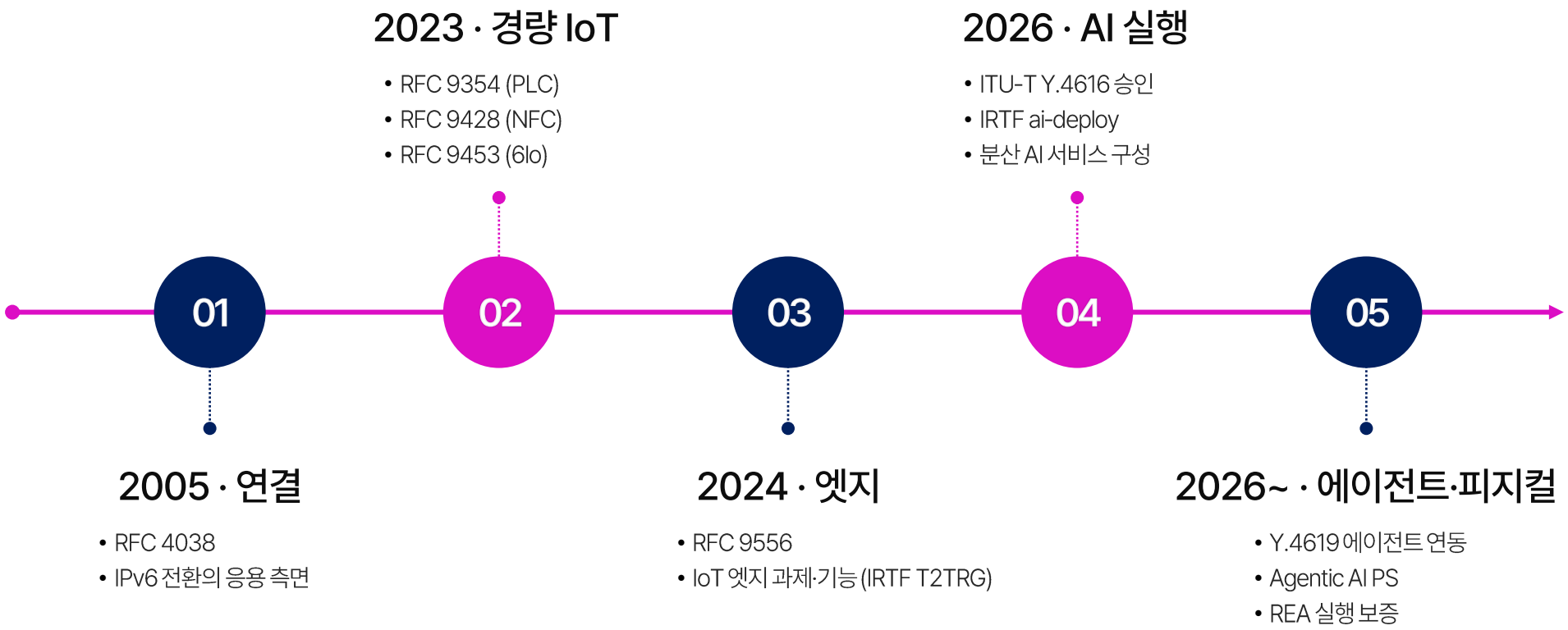
01. 표준화 활동 지도

세 개의 표준화 무대에서 실행 인프라 · 에이전트 운영 · 신뢰의 세 축을 함께 추진하고 있습니다

	ITU-T SG20 국제 권고	ITU-T FG-AI4SSC 사전 표준화 · TG 1.3 의장	IETF · IRTF NMRG 인터넷 기술 · 연구 문서
WHERE 실행 인프라	Y.4616 (승인)	Physical AI 참조 프레임워크 TR	ai-deploy (RG 문서) RFC 9556
HOW 에이전트 운영	Y.4619 (발간 준비)	Agentic AI 참조 프레임워크 TR	agenticai-ps agent-ndt-arch
TRUST 데이터·실행 신뢰	Y.IoT-FETA (진행 중)	REA 기술보고서 TR	rea-ps

02. 표준화의 축적: 연결 → 엣지 → AI 실행

실행 인프라 표준은 지난 20년간 쌓아 온 연결·엣지 표준 위에 세워집니다



02. IoT 엣지에서 AI 엣지로

RFC 9556이 정리한 IoT 엣지의 과제는 그대로 AI 실행 인프라의 과제로 이어집니다

RFC 9556 (2024) · IoT 엣지 4대 과제		AI 실행 인프라로의 확장
시간 민감성 엄격한 종단 지연·지터 요구	→	**실시간 추론** 현장 가까이에서 지연이 한정된 추론
연결 비용 대용량 업링크 전송 부담	→	**엣지 추론·전처리** 원시 데이터 대신 결과·특징만 전송
간헐적 연결 대응 클라우드 단절 시에도 로컬 서비스 유지	→	**자율 지속 실행** 단절 상황에서도 로컬 모델로 추론 지속
프라이버시·보안 민감 데이터를 원천 가까이에서 처리	→	**데이터·모델 보호** 현장 데이터 처리와 실행 신뢰 확보

03. ITU-T SG20 활동 개요

엣지 실행 인프라 → 에이전트 기반 연동 → AI 데이터 신뢰로 작업을 넓혀 가고 있습니다

ITU-T SG20 IoT, 디지털 트윈, 스마트 지속가능 도시·커뮤니티 연구반

Y.4616

승인 · 2026.06.29

멀티 엣지 컴퓨팅 기반 통합 지능형 IoT 서비스 프레임워크

Framework of an integrated intelligent IoT service based on multi-edge computing

구 Y.IoT-IIEC

초점: 엣지 실행 인프라

Y.4619

발간 준비 중

지능형 IoT 서비스를 위한 에이전트 기반 교통 연동 프레임워크

Framework of interworking with agent-based transportation for intelligent IoT services

구 Y.IoT-IWAT

초점: 에이전트 기반 연동

Y.IoT-FETA

진행 중 · 2025.09 신규

지능형 IoT 서비스를 위한 분산 시스템 간 AI 데이터 신뢰 보장 프레임워크

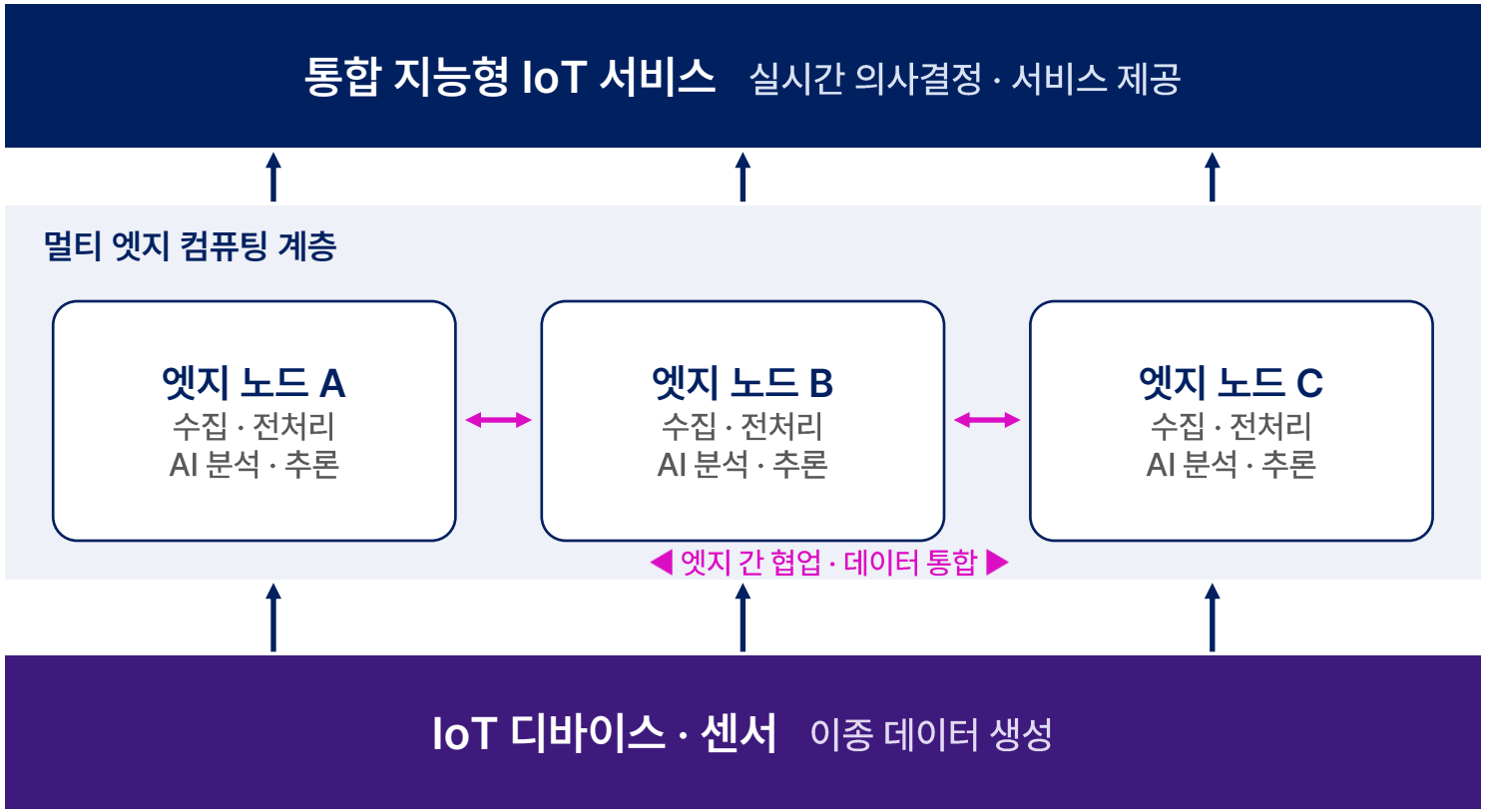
Framework for Ensuring Trust of AI Data across Distributed Systems for Intelligent IoT Services

2025.09 한국 제안

초점: AI 데이터 신뢰

03. Y.4616 프레임워크 개요

다수의 엣지가 협업하여 이종 데이터를 수집·분석하고 실시간으로 의사결정합니다



핵심 요소

1. **이종 데이터 통합**
   다양한 디바이스·데이터의 통합 수집
2. **지능형 서비스 통합**
   분석·추론 기능의 서비스화
3. **IoT·엣지 기술 융합**
   다중 엣지 기반 분산 처리
4. **실시간 의사결정**
   현장 가까이에서 즉시 대응

03. Y.4619 개요

교통 분야의 에이전트를 IoT 사물로 보고, 지능형 IoT 서비스와 연동해 새로운 융합 서비스를 만듭니다

ITU-T Recommendation

Y.4619

ex Y.IoT-IWAT

지능형 IoT 서비스를 위한
에이전트 기반 교통 연동 프레임워크

Framework of interworking with agent-based transportation for intelligent IoT services

범위
요구사항 · 기능 구조 · FE 간 상호작용

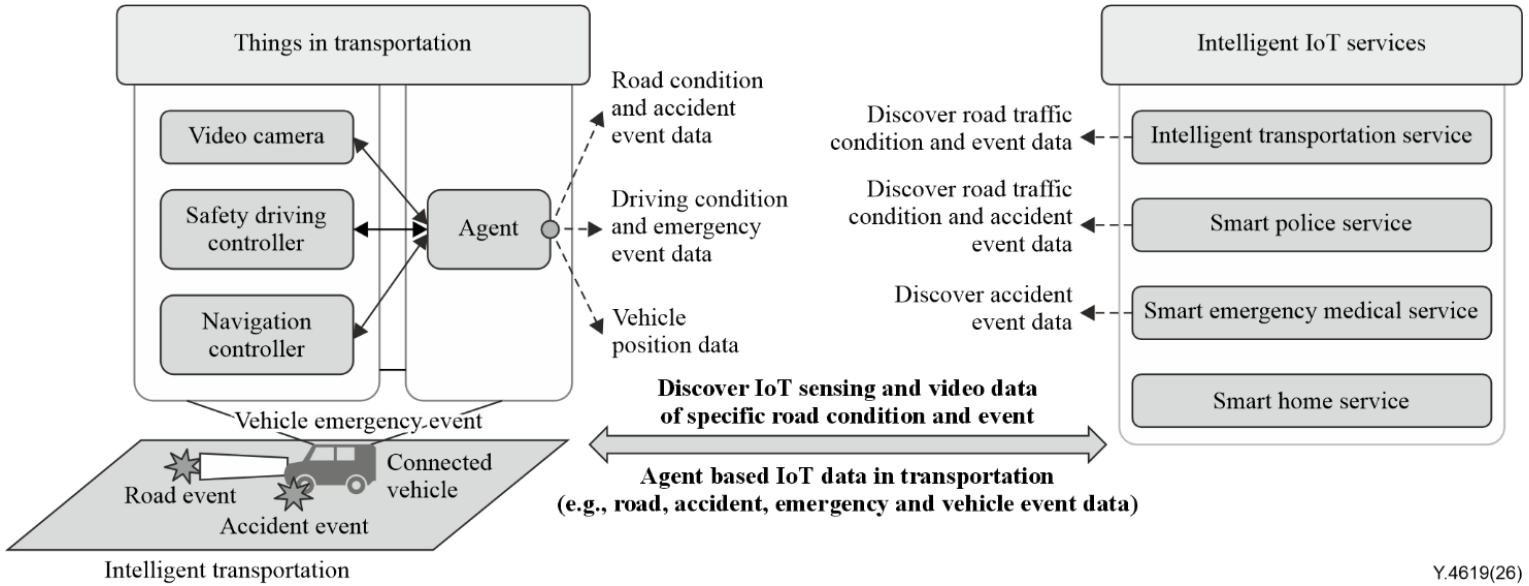


그림 1 – 에이전트 기반 교통 연동 예시 시나리오 (출처: ITU-T Y.4619)

에이전트 = IoT 사물
차량 기능을 관리하는 에이전트가 데이터·상태·이벤트 생성

V2X 기반 데이터 교환
도시 인프라를 통해 차량과 도시 사물이 IoT 데이터 교환

융합 서비스
지능형 교통 · 스마트 경찰 · 응급의료 서비스와 연동

03. Y.4619 요구사항

AI 모델 지원부터 보안까지 5개 영역에서 12개 요구사항을 정의합니다

7.1 AI 모델 지원

Req-1
다양한 IoT 데이터를 처리할 AI 모델 지원과 모델 정보 접근

Req-2
추론 과정에서 누적된 AI 모델 정확도 제공

7.2 데이터 발견 · 노출

Req-3
에이전트의 IoT 데이터 게시

Req-4
서비스·타 에이전트의 발견·구독

Req-5
노출 데이터 상태 통지

Req-6
구독 데이터 접근 정보 제공

7.3 데이터 교환

Req-7
에이전트–IoT 서비스 간 양방향 통신

Req-8
실시간 데이터 스트림용 세션 수립·유지

7.4 통신 지원

Req-9
IMT-2020 · Wi-Fi · Bluetooth · LPWAN 등 기존 통신 활용

Req-10
신뢰성 있고 빠른 IoT 데이터 전송

7.5 보안 · 프라이버시

Req-11
비인가 사용자의 데이터 이용 방지

Req-12
해킹 · 변조 · 조작으로부터 데이터 보호

03. Y.4619 기능 구조

3개 계층, 7개 기능 개체(FE)로 에이전트와 엣지 AI 서비스의 연동을 구성합니다

AI 서비스 연동 계층

- AI 서비스 정보 제공 FE
- AI 서비스 QoS 제공 FE

에이전트 IoT 데이터 연동 계층

- 데이터 발견 FE
- 데이터 브로커 FE
- 데이터 교환 FE

에이전트 IoT 데이터 전송 계층

- 통신 프록시 FE
- **AI 성능 인지 데이터 스티어링 FE**

핵심 절차: AI 성능 인지 스티어링

1. QoS 제공 FE가 엣지 AI 모델의 실시간 성능(지연 · 정확도 · 자원)을 수집
2. 수집한 성능 정보를 스티어링 FE에 전달 · 저장
3. 에이전트가 대상 AI 모델의 현재 성능을 조회
4. 성능이 떨어지면 다른 엣지의 더 나은 AI 모델로 전환해 추론 요청

교환 FE HTTP ↔ CoAP 등 이종 프로토콜 중계
브로커 FE 토픽 기반 publish / subscribe

03. Y.IoT-FETA 개요

분산 시스템 전반에서 AI 데이터의 신뢰를 보장하기 위한 프레임워크를 개발하고 있습니다

Draft ITU-T Recommendation

Y.IoT-FETA

지능형 IoT 서비스를 위한 분산 시스템 간 AI 데이터 신뢰 보장 프레임워크

Framework for Ensuring Trust of AI Data across Distributed Systems for Intelligent IoT Services

SG20 · Q4/20 · 한국 제안

표준화 경과

- **2025.09.01** — **신규 과제 제안** 한국 기고 (SG20-C301)
- **2025.09 Q4/20 회의** — **신규 작업 항목 채택** A.1 정당화 양식 확정
- **2025.09.25** — **SG13 · SG17에 통보** 연락문서 (SG20-LS97)
- **2026.05 Q4/20 회의** — **출력 문서 갱신** SG20-TD1531

연계 AI 데이터 신뢰는 네트워크(SG13)·보안(SG17) 측면과 직결되어 관련 연구반과 정보 공유

03. Y.IoT-FETA 주요 검토 범위

데이터 생애주기 전 구간에 걸쳐 신뢰 요소를 정의하는 방향으로 작업하고 있습니다

AI 데이터 생애주기

수집 → 전송 → 저장 · 공유 → 학습 → 추론 · 서비스

신뢰 요소

1

출처

Provenance

데이터 생성 주체와 경로 식별

2

무결성

Integrity

전송 · 저장 · 처리 중 변조 검증

3

품질

Quality

정확성 · 완전성 · 최신성 확인

4

이용 통제

Usage Control

시스템 간 접근 · 이용 정책 적용

5

추적 · 감사

Traceability

데이터 이력 기록과 사후 검증

03. 실행 위에 신뢰를 쌓다

엣지 실행 인프라와 에이전트 연동 위에 데이터 신뢰, 물리 실행 신뢰를 쌓는 구조입니다

피지컬 AI · 지능형 IoT 서비스

물리 실행 신뢰 REA — IRTF 드래프트 · FG-AI4SSC 기술보고서

AI 데이터 신뢰 Y.IoT-FETA — 분산 시스템 간 AI 데이터 신뢰

에이전트 기반 연동 Y.4619 — 에이전트와 지능형 IoT 서비스 연동

멀티 엣지 실행 인프라 Y.4616 — 엣지 기반 통합 지능형 IoT 서비스

IoT 디바이스 · 차량 · 로봇

세 단계의 역할

1 **실행 · 연동**

어디서 실행하고 어떻게 연결할지 (Y.4616 · Y.4619)

2 **데이터 신뢰**

실행에 쓰이는 데이터를 믿을 수 있게 (FETA)

3 **실행 신뢰**

실행 결과가 선언과 일치함을 보증 (REA)

데이터 → 실행 → 결과까지 끊김 없는 신뢰

04. ITU-T FG-AI4SSC 개요

도시 규모 AI 통합을 위한 사전 표준화 플랫폼이 2026년 출범했습니다

ITU-T Focus Group

FG-AI4SSC

AI for Smart Sustainable Cities and Communities

상위 연구반 ITU-T SG20

설립 2026년 5월 (SG20 회의)

창설 회람 TSB Circular 147 (2026.06.19)

1차 회의 핀란드 탐페레, 2026.09.10–11

공동 의장 Jun Seob Lee (ETRI), Ramy Ahmed Fathy (이집트)

목적

통합 요구 해결
AI 기반 도시 시스템의 요구사항 · 인터페이스 · 조정 메커니즘 · 프레임워크

도시 규모 상호운용
AI가 IoT · 디지털 트윈 · 스마트시티 시스템과 함께 동작

개방형 협력 플랫폼
ITU · 타 SDO · 도시 · 산업 · 학계 · 정부 · UN 기구 참여

정책 근거
ITU 전권회의 결의 214 (부쿠레슈티, 2022)

04. FG-AI4SSC 구성

6개 WG · 18개 TG 체계로 운영되며, WG1의 TG 1.3(AI 기술)을 의장으로 이끌고 있습니다

WG1
TG 4개

용어 · 분류 · 비전 · 전략

TG 1.3 AI Technologies · 의장 홍용근

WG2
TG 5개

유스케이스 · 요구사항 · 참조 구조 · 시스템 통합

WG3
TG 4개

상호운용성 · 데이터 · 조정 메커니즘

WG4
TG 3개

생애주기 · 평가 · 벤치마킹 · AI 준비도

WG5
TG 2개

인간 중심성 · 지속가능성

WG6
TG 없음

참여 · 확산

04. TG 1.3 AI Technologies

도시 AI의 기술 기반을 정의하는 5건의 기술보고서를 추진하고 있습니다

WG1 · TG 1.3

AI Technologies

의장

홍용근 (대전대학교)

부의장

Weiming Huang (Univ. of Leeds)
Yuanhong Li (SZIST)

기술보고서 (Technical Report)

Urban foundation models taxonomy	Univ. of Leeds	
AI for smart cities technical foundations	Univ. of Oxford	
Physical AI reference framework	CAICT · BUPT · 대전대학교	에디터
Agentic AI reference framework	대전대학교	에디터
Reality Execution Assurance (REA)	대전대학교 · KT	에디터

04. Physical AI · Agentic AI 참조 프레임워크

도시 환경의 피지컬 AI와 에이전틱 AI를 위한 공통 참조 틀을 마련합니다

Physical AI Reference Framework
에디터: CAICT · BUPT · 대전대학교

검토 방향

· 도시 내 로봇 · 드론 · 자율 시스템의 구성 요소
· 디지털 영역의 판단과 물리 실행의 연결 구조
· 실행 인프라 · 안전 · 신뢰 요구사항 정리

연계 작업
Y.4616 · REA · TG 2.1 (Digital representation of physical AI systems)

Agentic AI Reference Framework
에디터: 대전대학교

검토 방향

· 도시 서비스에서 AI 에이전트의 역할과 구성
· 에이전트 간 협업 · 상호운용
· 자율 행위의 신뢰 · 책임성 확보

연계 작업
IRTF agenticai-ps · TG 3.2 (Agent-based cross-domain framework)

04. 표준화 무대 간 연계 전략

같은 의제를 IRTF(문제 정의) → FG(참조 프레임워크) → SG20(권고)으로 이어갑니다

	IETF · IRTF NMRG 문제 정의 · 기술 검토	ITU-T FG-AI4SSC 사전 표준화 · 참조 프레임워크	ITU-T SG20 국제 권고
에이전틱 AI	agenticai-ps	Agentic AI 참조 프레임워크	Y.4619 · 후속 권고 검토
실행 보증 (REA)	rea-ps	REA 기술보고서	향후 권고화 검토
실행 인프라 · 데이터 신뢰	ai-deploy	Physical AI 참조 프레임워크	Y.4616 · Y.IoT-FETA

05. IETF·IRTF 기고 현황

IRTF NMRG를 중심으로 분산 AI → 에이전틱 AI → 피지컬 AI로 확장하고 있습니다

NMRG 관련 Internet-Draft (2026년 10월 기준)

문서	내용	단계	버전 · 일자	공동 저자 기관
draft-irtf-nmrg-ai-deploy	분산 AI 서비스를 위한 네트워크·시스템 구성 고려사항	RG 채택 문서	-03 · 2026.07	동의대, ETRI, NICT, Huawei
draft-hong-nmrg-agenticai-ps	네트워크 관리를 위한 에이전틱 AI 동기·문제 정의	개인 드래프트	-02 · 2026.07	동의대, Huawei, Everything OPS
draft-wmz-nmrg-agent-ndt-arch	NDT·에이전틱 AI 기반 AI 주도 네트워크 운영 구조	개인 드래프트	-06 · 2026.08	Huawei, China Mobile, Telefonica, China Unicom
draft-hong-nmrg-rea-ps	피지컬 AI를 위한 인터넷 문제 정의: REA	개인 드래프트	-00 · 2026.07	대전대, KT 외

05. 분산 AI 서비스를 위한 네트워크·시스템 구성

draft-irtf-nmrg-ai-deploy: AI 추론을 어디에, 어떻게 배치할 것인가

AI 추론 배치 구성 (3장)

3.1 로컬 머신
클라이언트와 AI 서버가 동일 장치

3.2 클라우드 서버
원격 클라우드에 추론 요청

3.3 엣지 디바이스
인접 엣지에서 추론, 데이터 현지화

3.4 클라우드 + 엣지
정확도·지연 기준으로 분할 처리

3.5 수평 다중 서버
링크 상태·부하 기반 분산

3.6 네트워크 측 학습
연합 학습·전이 학습 활용

주요 고려사항 (4장)

4.1 하드웨어 특성
성능·비용·배치 위치(로컬/엣지/클라우드)의 정합

4.2 AI 모델 특성
정확도와 모델 크기·추론 시간의 균형

4.3 통신 방식
REST · gRPC · QUIC 비교, DetNet 기반 지연 보장

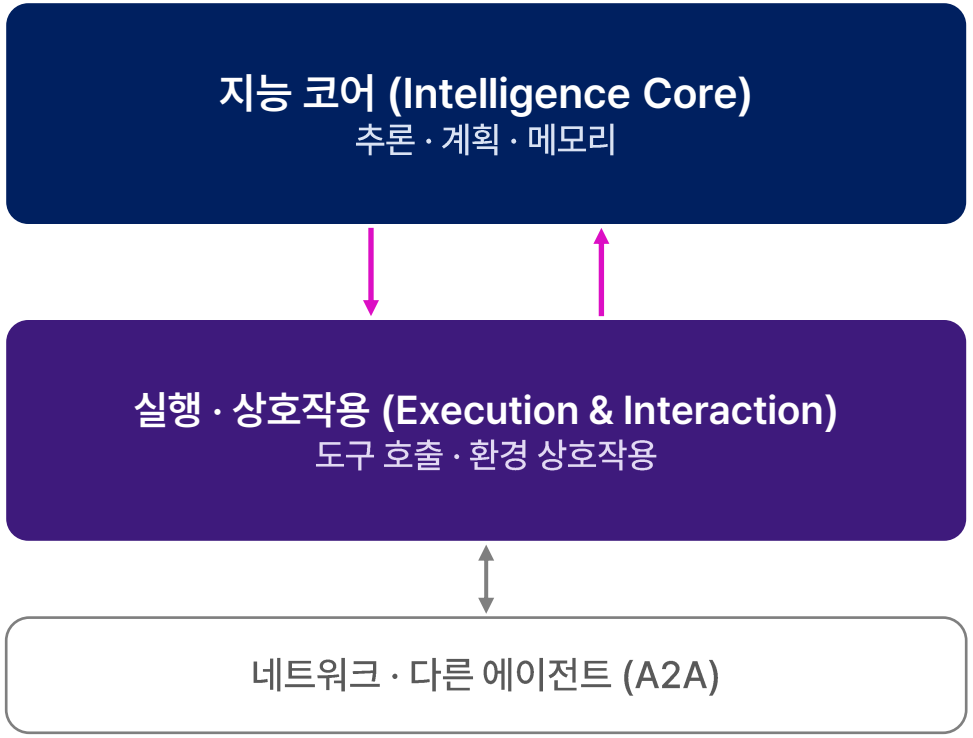
4.4 에이전틱 AI 기반 오프로딩
LLM 에이전트가 망·노드 상태를 보고 자율 결정

유스케이스 자율주행 차량의 분산 객체 탐지 · 네트워크 디지털 트윈의 분산 학습

05. 네트워크 관리를 위한 에이전틱 AI

draft-hong-nmrg-agenticai-ps: 다수의 자율 에이전트 협업으로 운영·관리·보안을 자동화

에이전트 동작 구조 (3.2절)



기존 기술의 한계 (4장)

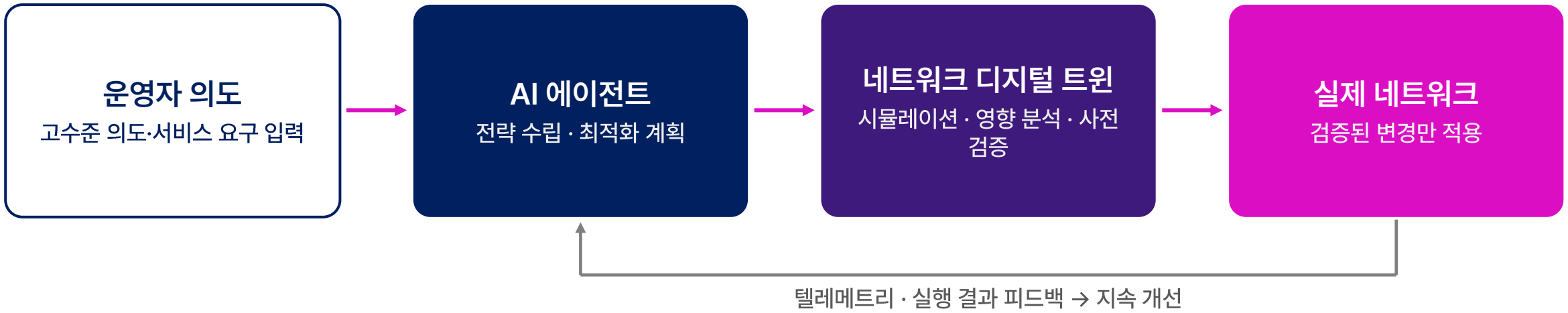
1. 중앙집중 구조의 병목과 단일 장애점
2. 에이전트 간(A2A) 의미적 상호운용성 부재
3. 자율 행위에 대한 동적 신뢰·책임성 부족
4. 확률적 도구 호출 vs 결정적 네트워크 실행

지향 목표 (5장)

- 자율 운영·관리
- 동적 자원 오케스트레이션
- 예측·적응형 보안
- 새로운 서비스 모델
- 자율 고정밀 측정
- 설명·책임 가능한 의사결정

05. 네트워크 디지털 트윈 + 에이전틱 AI 아키텍처

draft-wmz-nmrg-agent-ndt-arch: 운영 의도를 트윈에서 먼저 검증한 뒤 실제 망에 적용



핵심 메시지
실제 망에 닿기 전에 트윈에서 먼저 검증하여 확률적 AI 판단의 위험을 줄입니다

글로벌 공동 작업
Huawei · China Mobile · Telefonica · China Unicom · 대전대학교

06. 피지컬 AI 시대의 새로운 신뢰 문제

디지털로 검증된 명령이 물리 세계에서 그대로 실행되었음은 누가 보증하는가?

디지털 도메인

인증 · 인가 · DID · 접근 제어
RATS (원격 증명)
SCITT (투명성 기록)

디지털 무결성 검증 가능

4가지 간극 (Gap)

시간 간극 검증 시점과 실행 시점의 차이

주체 간극 자격 보유자 ≠ 실제 행위자

연속성 간극 시작 시 1회 확인, 과정은 미보증

사실 부합 간극 불완전·상충·조작된 증거

물리 실행 환경

사람 · 로봇 · 드론 · 설비
공간 · 물체 · 시간
실제 실행 상태

일치 여부 확인 수단 부재

REA (Reality Execution Assurance) 디지털 선언이 관측된 물리 조건과 일치하는지 평가해, 다른 시스템이 활용할 보증 결과를 만드는 문제 영역

06. REA 개념 프레임워크와 유스케이스

디지털 선언 → 맥락 결속 → 평가 → 실행 → 감사의 흐름으로 물리 실행을 보증합니다

7.1
실행 조건 선언
요청·계약·예약·티켓으로
기준 조건 생성

→

7.2
실행 맥락 바인딩
사용자·공간·장치·
시간창에 조건 결속

→

7.3
실행 전 REA 평가
관측 증거와 조건 비교
→ 보증 결과 생성

→

7.4
후속 물리 실행
출입·결제·로봇 제어가
보증 결과를 활용

→

7.5
사후 검증 · 감사
실제 결과 기록,
분쟁·정산·정책 개선

보증 결과 상태

충족 | 보류 | 미충족 | 증거 불충분 · 상충 | 사후 검증 필요 | 감사 기록

REA는 실행을 직접 제어하지 않고, 후속 시스템이 활용할 보증 결과만 제공합니다

Use case 8.1
물류 · 자산 인계
지정 수령인에게 실제로 인계되었는가

Use case 8.2
주차 입차 · 정산 · 출차
해당 차량이 실제 해당 구역에 있었는가

Use case 8.3
로봇 · 드론 · 장비 작업 개시
작업 개시 조건이 현장에서 충족되었는가

07. 표준화 전망

표준화의 초점은 실행 인프라 → 에이전트 운영 → 데이터·실행 신뢰로 이동할 것입니다

NOW 실행 인프라

표준화 초점

- 엣지·디바이스 추론 배치
- 다중 엣지 협업
- 엣지 AI 워크로드 요구사항

관련 작업

Y.4616 | ai-deploy | Y.ecsai-reqts | Physical AI TR

NEXT 에이전트 운영

표준화 초점

- 에이전트 간(A2A) 상호운용
- 자율 행위의 동적 신뢰·책임
- 디지털 트윈 기반 사전 검증

관련 작업

Y.4619 | agenticai-ps | agent-ndt-arch | Agentic AI TR

FUTURE 데이터·실행 신뢰

표준화 초점

- AI 데이터 출처·무결성 보장
- 실행 조건·증거·보증 결과 표현
- RATS·SCITT와의 연계

관련 작업

Y.IoT-FETA | rea-ps | REA TR

07. 제언: 피지컬 AI 실행 인프라 표준 선점 전략

공적 표준과 사실 표준을 함께 공략하는 투트랙 전략이 필요합니다

01 **투트랙 표준화**

ITU-T 권고·FG 기술보고서와 IETF/IRTF 문서를 연계해 같은 의제를 양쪽에서 추진

02 **실증–표준–특허 연계**

국내 R&D 실증 결과를 유스케이스·요구사항으로 반영하고 표준 특허로 연결

03 **국제 공동 저자 네트워크**

해외 통신사·연구기관과 공동 작업으로 채택 가능성과 영향력 확대

04 **피지컬 AI 신뢰 의제 선점**

데이터 신뢰(FETA)·실행 보증(REA)처럼 문제 정의 단계부터 주도

패널토의 제안 피지컬 AI의 '실행 결과'를 검증하고 책임지는 표준은 어디서, 누가 만들어야 하는가?

10th Anniversary

GISC 2026

Global ICT Standards Conference 2026

- 감사합니다 -

홍용근 교수 · 대전대학교

yghong@dju.kr

ICT Standards and Intellectual Property:
Shaping the Physical AI

주최 과학기술정보통신부 지식재산처 주관 국립전파연구원 TTA IITP KEA kista ETRI