

인공지능 기반 지능형 에지 네트워킹 기술

2020. 11. 26.

한국전자통신연구원
지능네트워크연구실

김태연
tykim@etri.re.kr



Agenda

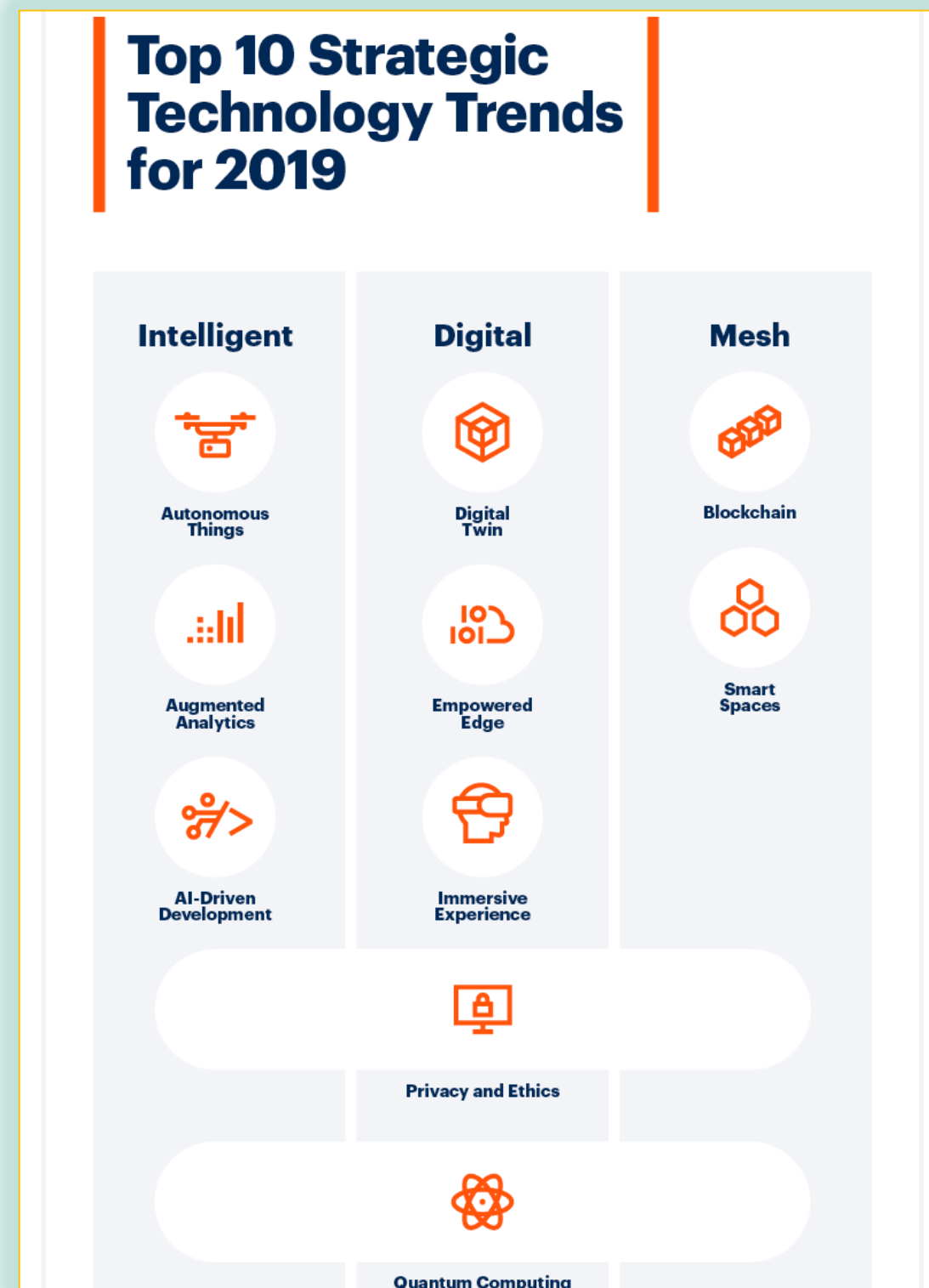
I. 개요

II. 지능형 에지 네트워킹 기술

III. 요약 및 비전

에지 컴퓨팅 기술 수요 증대

I. 개요



EDGE COMPUTING

2019 ICT 10대 이슈
- 상상에서 현실로 다가오는 4차 산업혁명 -

- 5G
- ICT 규제개혁
- 에지컴퓨팅 · AI반도체
- 차세대 모빌리티
- 남북 ICT 교류협력
- 블록체인
- 자동화 · 지능화
- 친환경 ICT
- 차세대 디바이스
- 중국 굴기(掘起)

sdx central
SD-WAN 5 5G 3 Edge 6 IoT 10 SDN 11 NFV 2 Containers 3 Cloud Security 11 AI 7 Data Center 9 Storage 3 Open Source DevOps 1

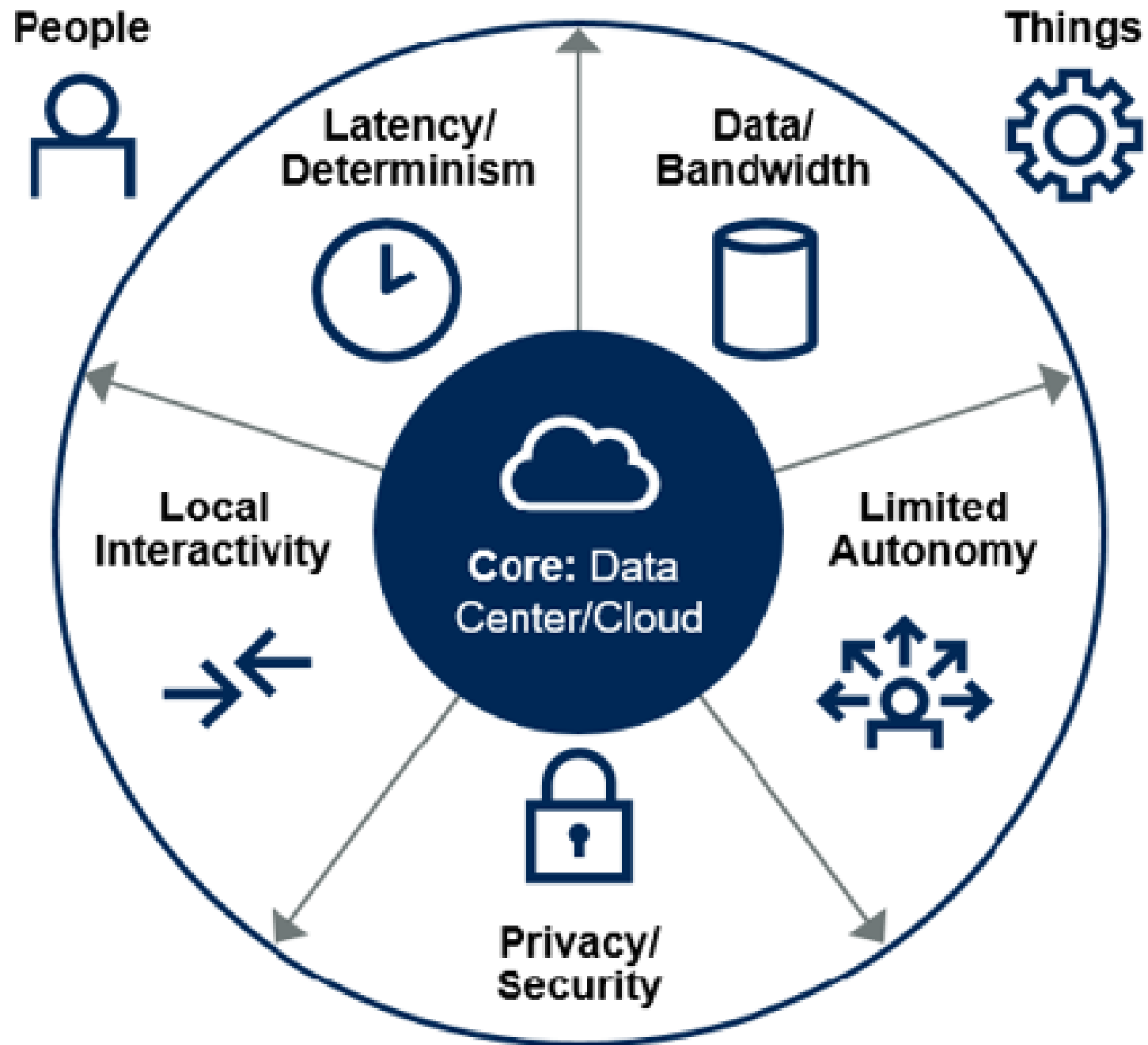
SPONSORED: Dell EMC 7 Citrix Riverbed Versa Networks

NONE SPACE OR POWER

Edge Internet Economy Will Hit \$4.1 Trillion by 2030, Study Says

Edge Internet Economy
The Multi-Trillion Dollar Ecosystem Opportunity

Jessica Lyons
Hardcastle
August 22, 2019
1:08 pm MT

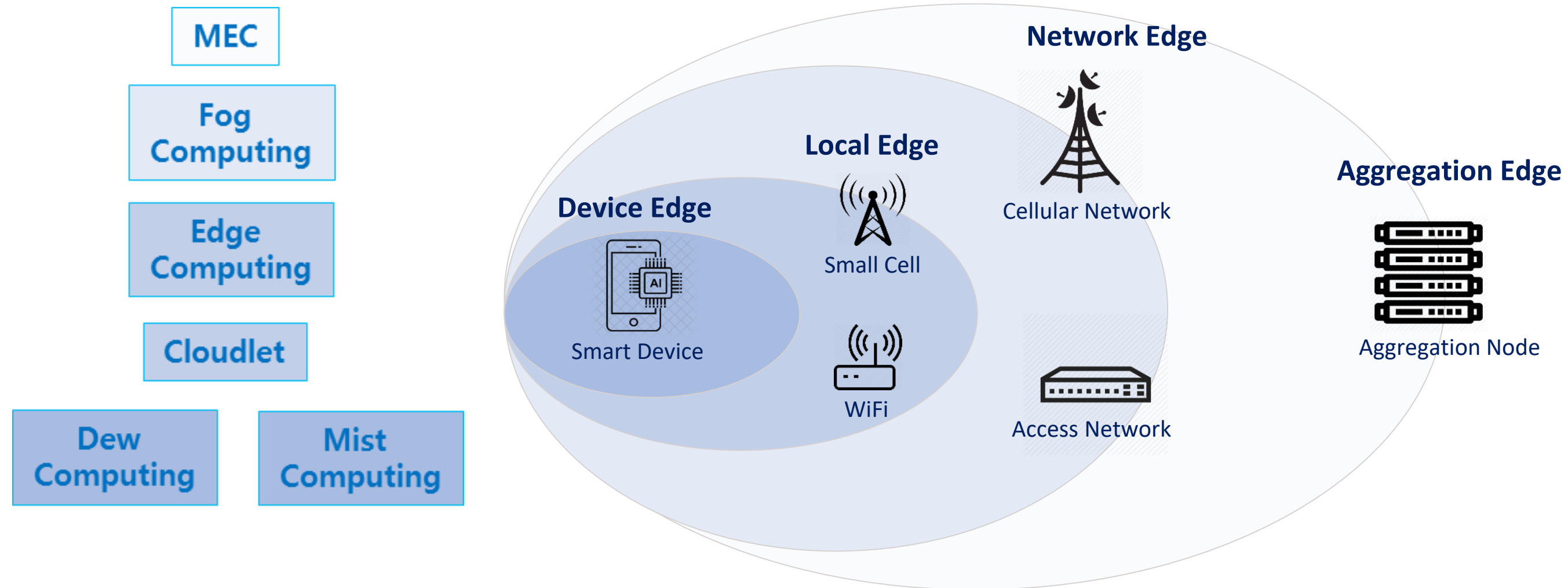


- **Data/bandwidth**
데이터 폭증, 이동성 증가에 따른 네트워크 비용 고려
- **Limited autonomy**
클라우드나 데이터센터 연결 장애 시에도 독립적 동작 필요
- **Privacy/security**
프라이버시와 보안 측면에서 사용자 근접 에지 요구 증대
- **Local interactivity**
센서나 모바일 장치와의 인터랙티브한 서비스의 증대(AR/VR)
- **Latency/determinism**
4차산업의 실시간 정보 처리 및 자율성 증대 요구

출처: "Market Insight: Key Data Network Services for Industries 4.0", Gartner 2019.07.31

Edge: Where is it ?

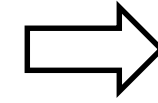
- Edge as any computing and network resources along the path between data source and cloud data center
- Edge where the action is (ITU-T IEC)
A manufacturing floor, a building, a campus, a city, your house, a crop field, a wind farm, a power plant, an oil rig, a telecommunications outpost, a sports arena, a battlefield, in your car, in the sky, or under the sea



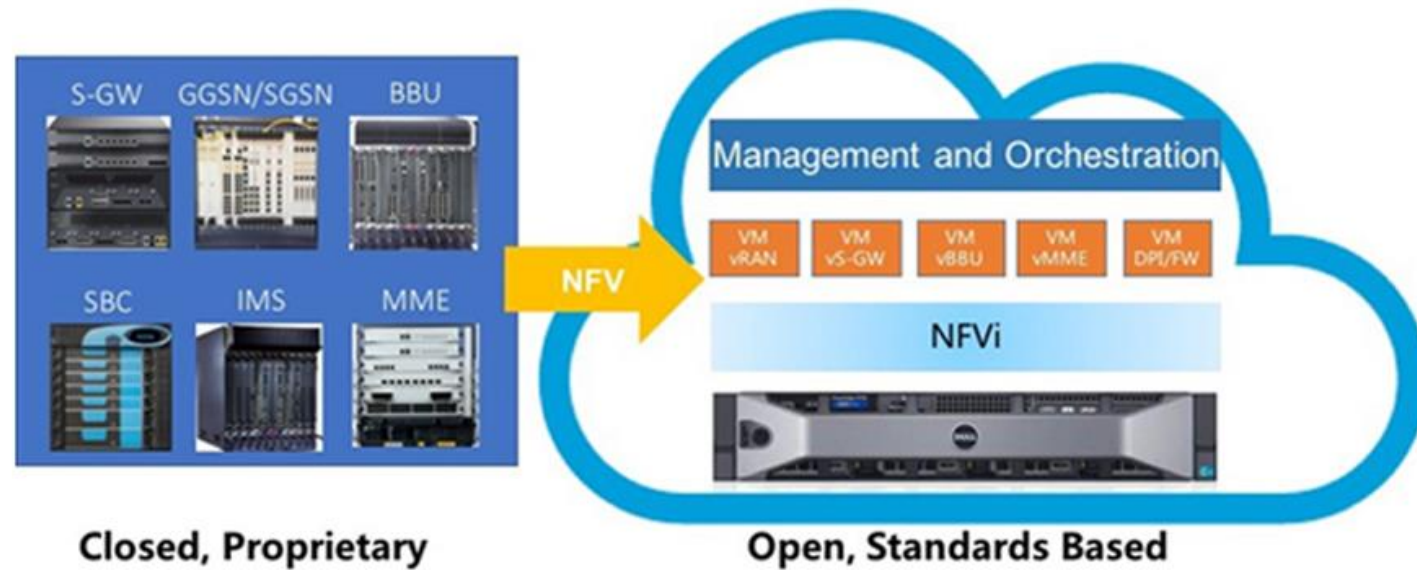
Paradigm shift: 네트워크-컴퓨팅 융합

I. 개요

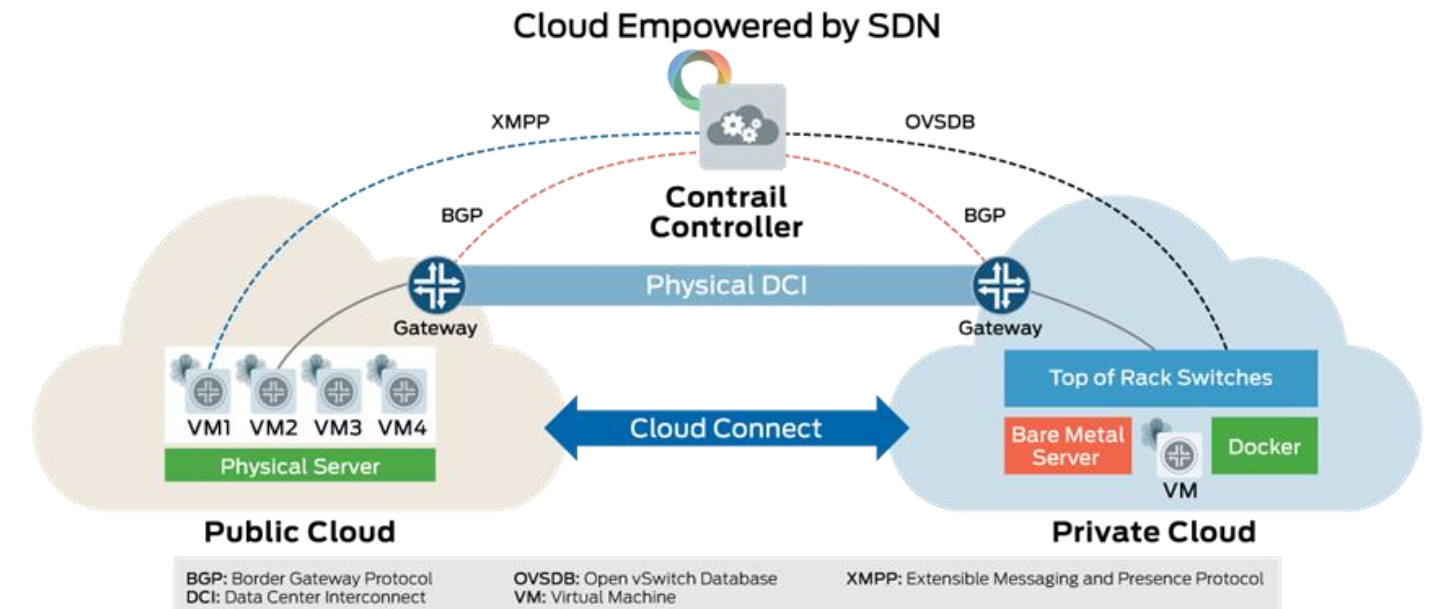
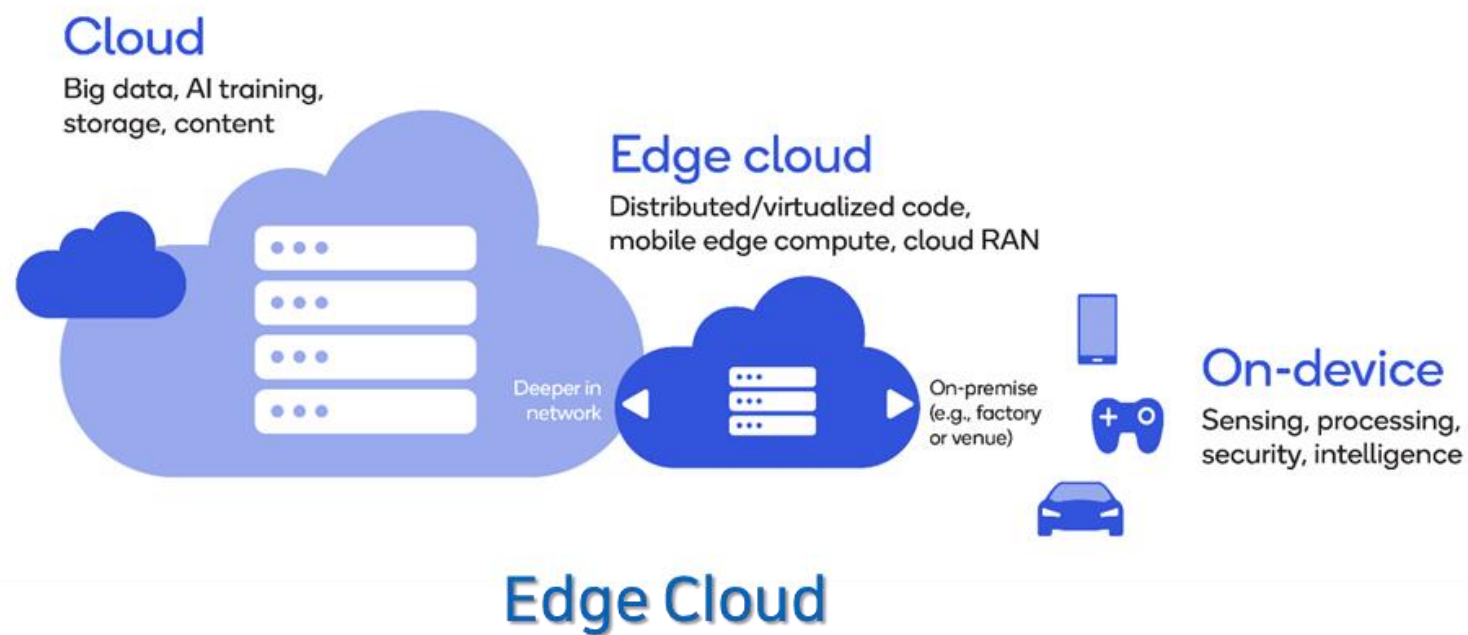
에지 컴퓨팅과 에지 네트워킹



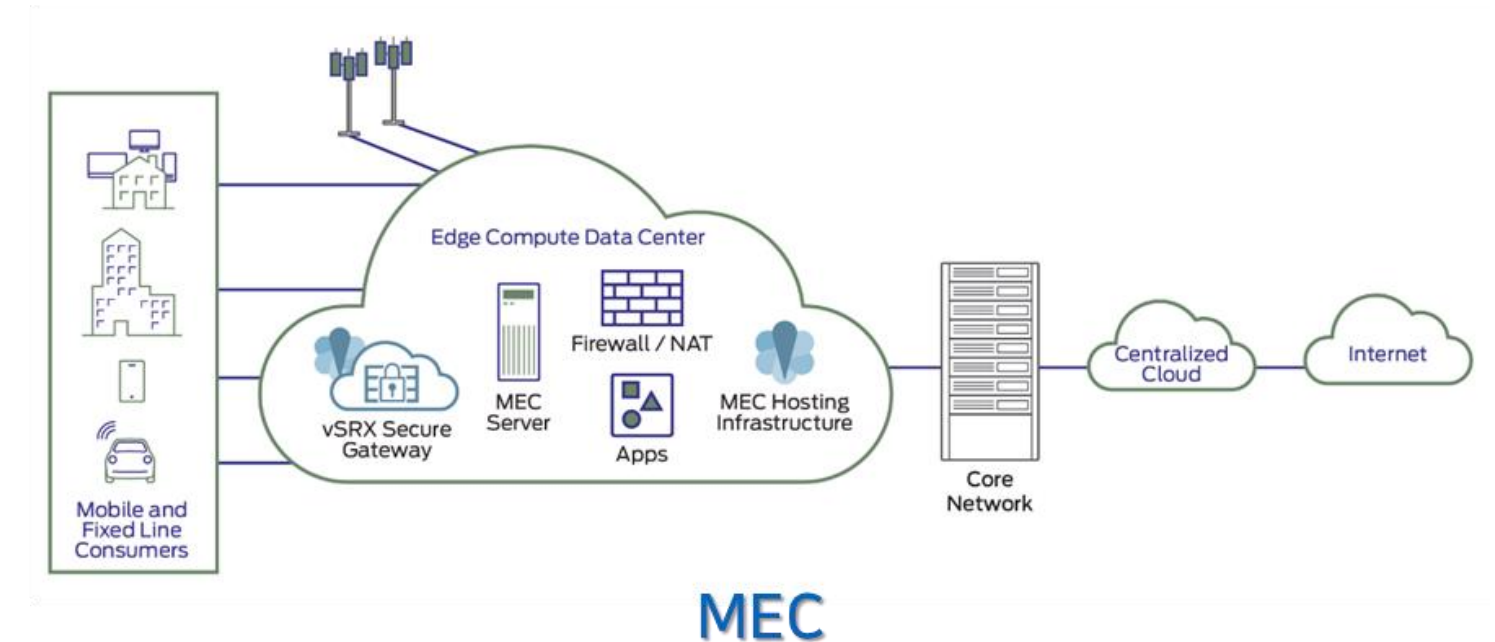
Network-Computing Convergence



NFV



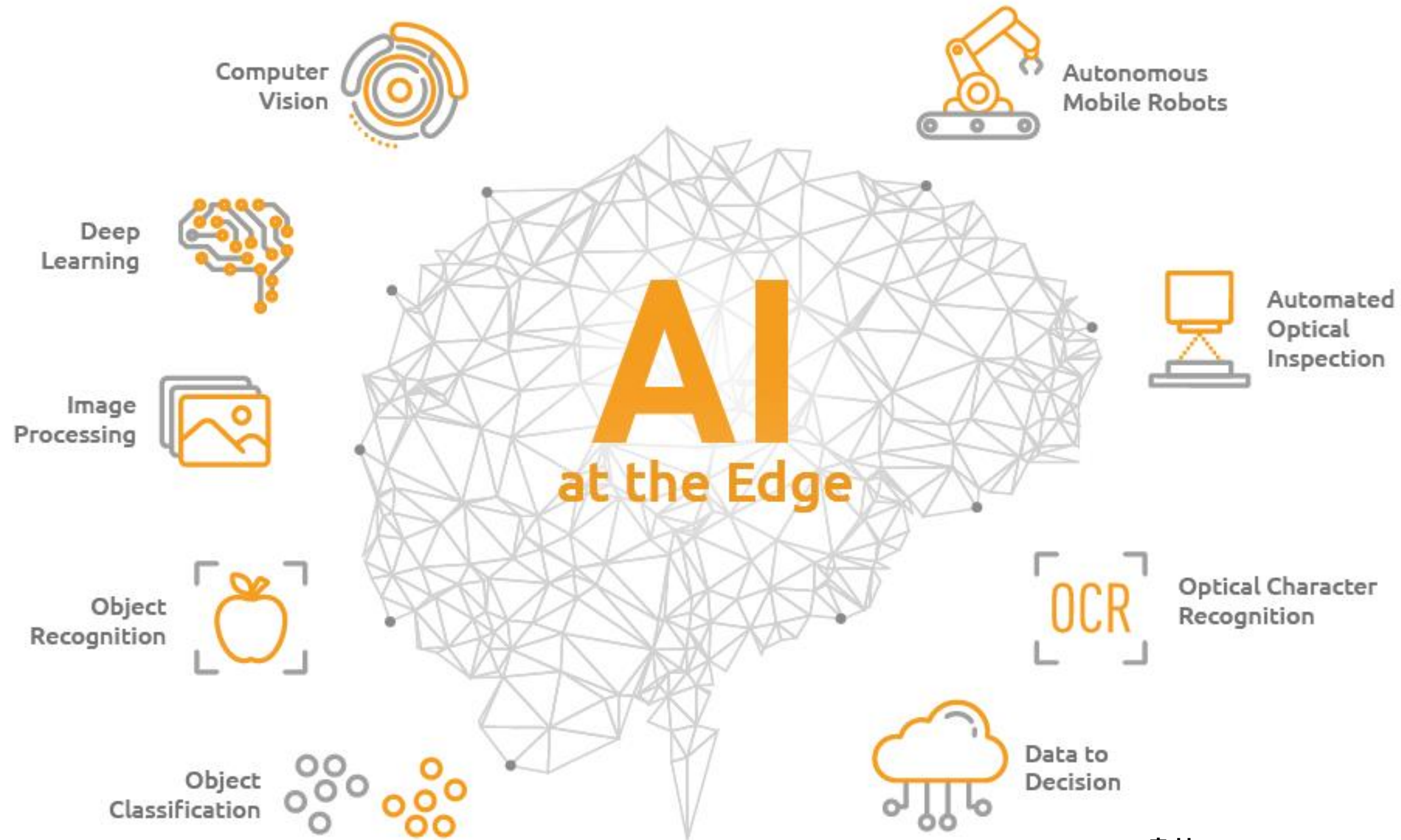
SDN



MEC

Paradigm shift: 에지의 지능화

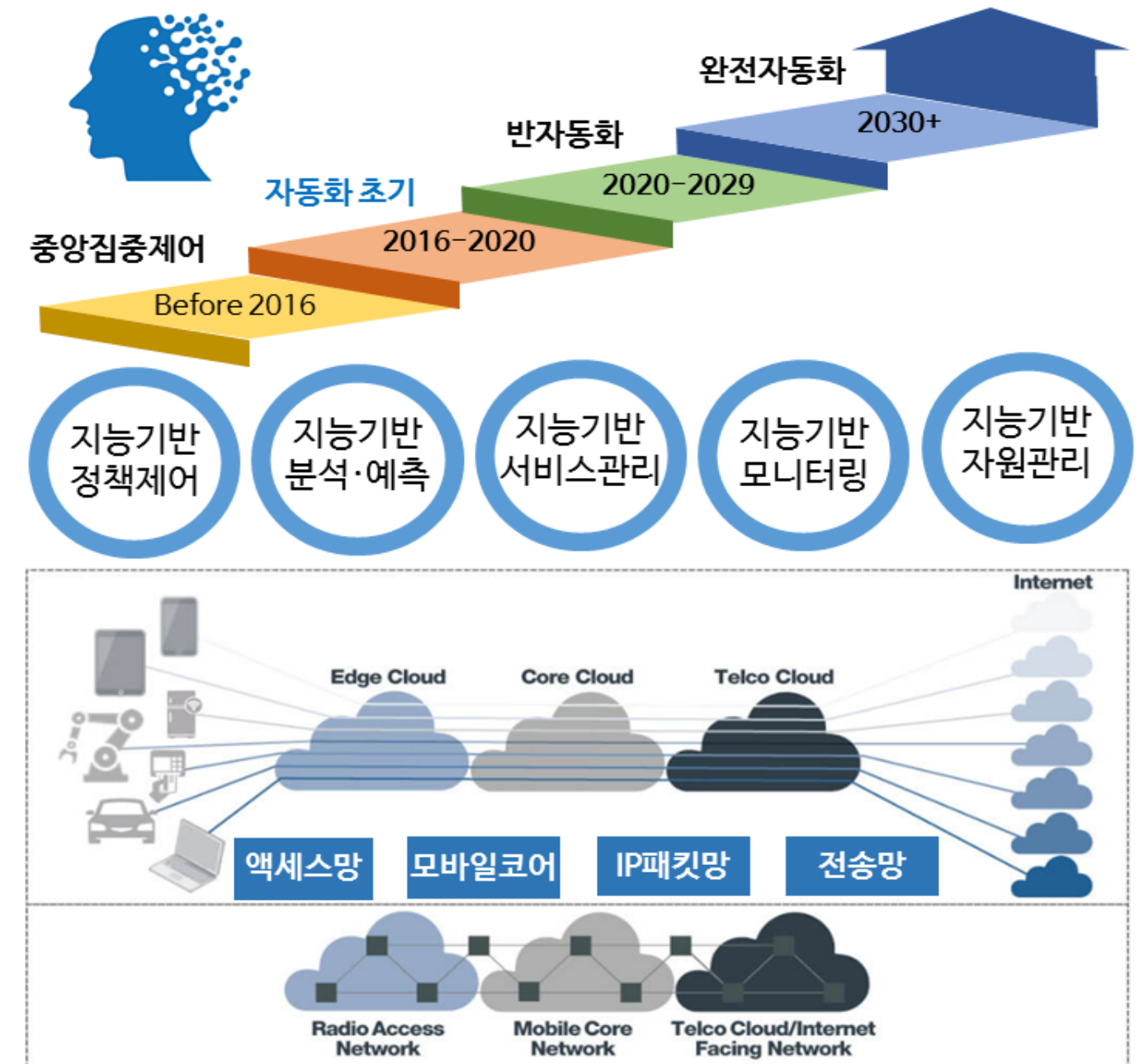
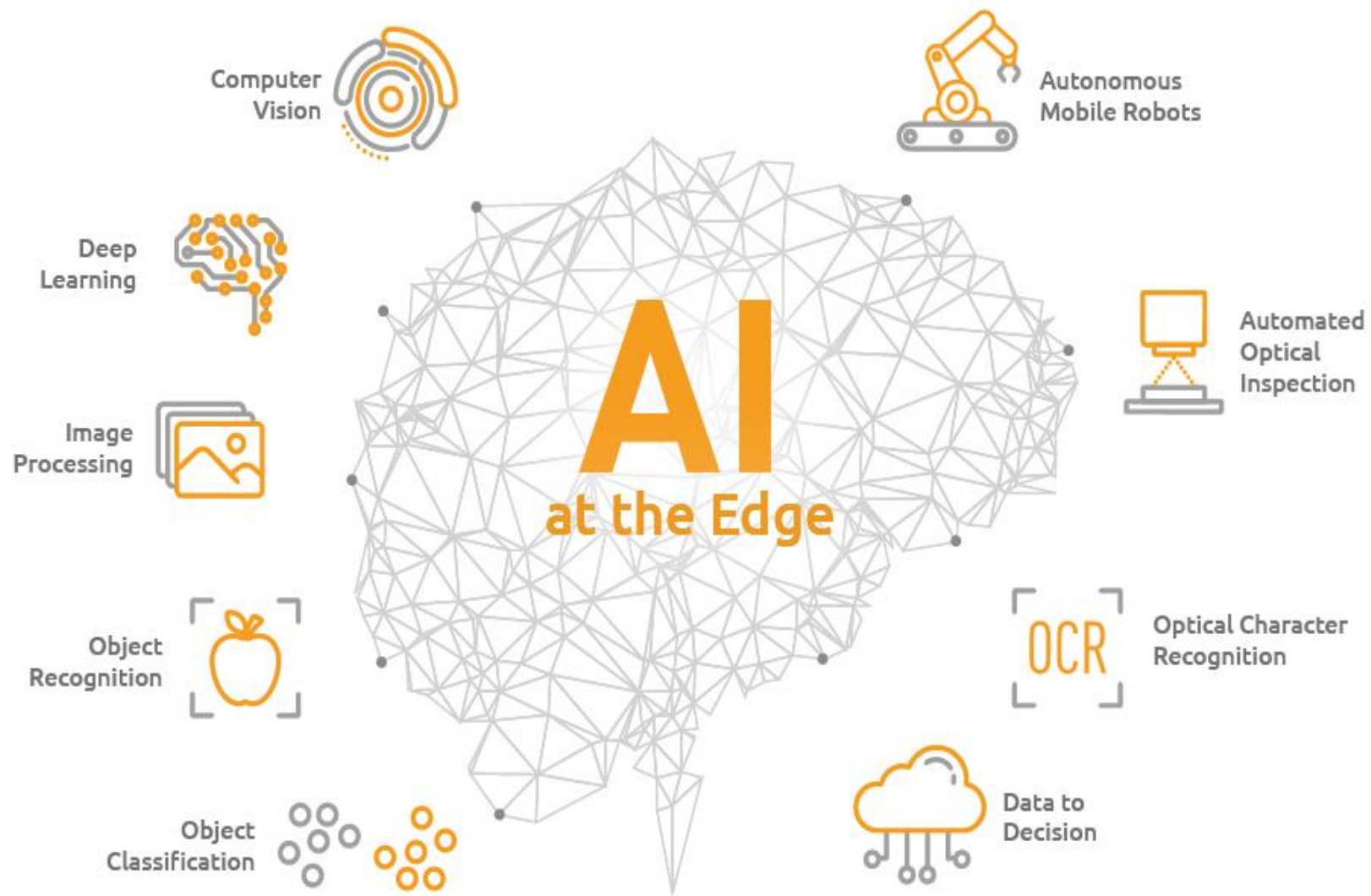
I. 개요



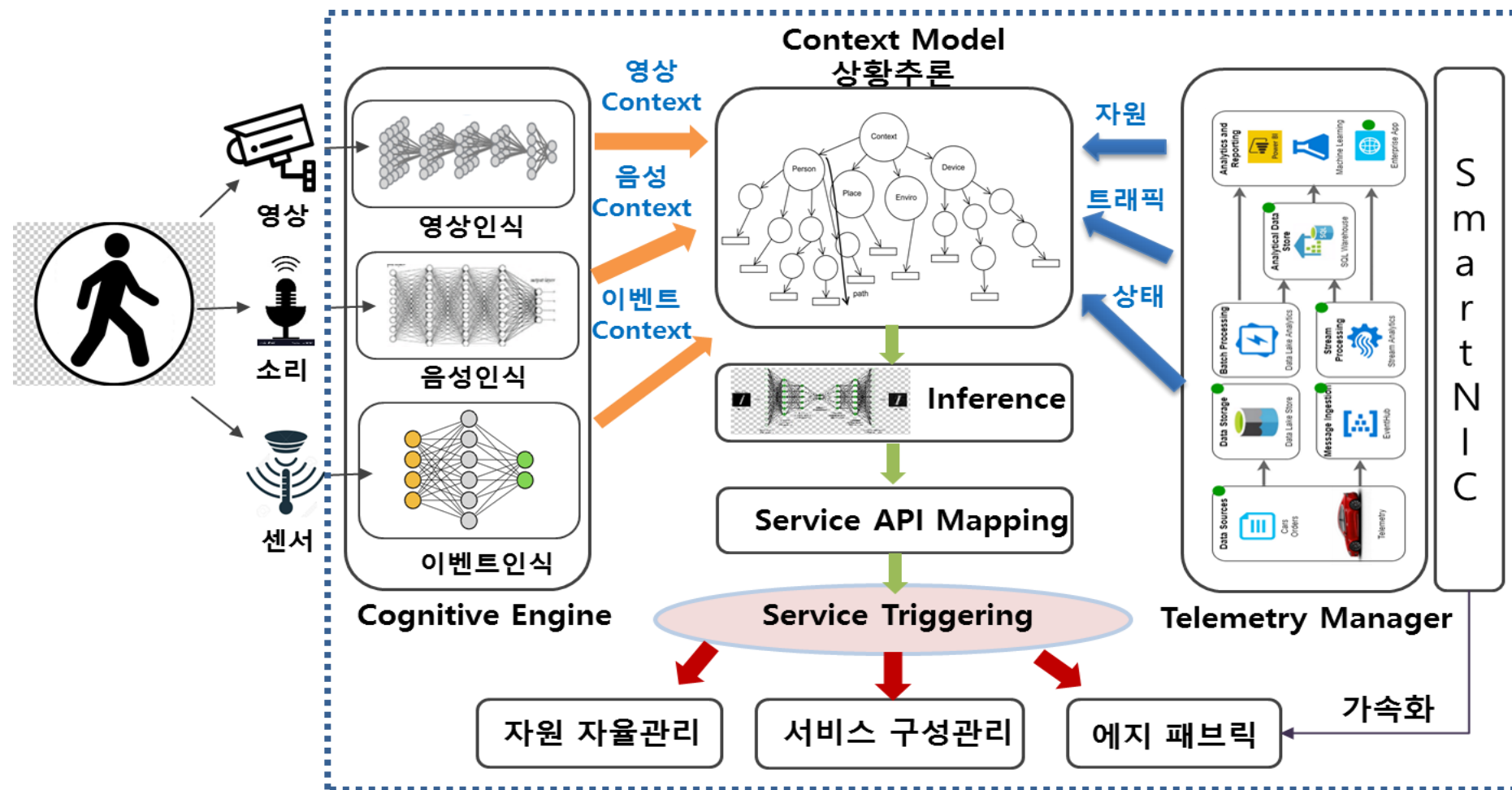
출처: "Heterogeneous Computing", ADLINK 2019

지능형 에지 네트워킹 기술의 필요성

I. 개요



사용자 및 인프라의 정보를 인공지능 기반으로 분석하여 상황에 맞는 인프라 자원 최적 구성 및 동적 서비스 환경을 제공할 수 있는 지능형 에지 네트워킹 기술 개발



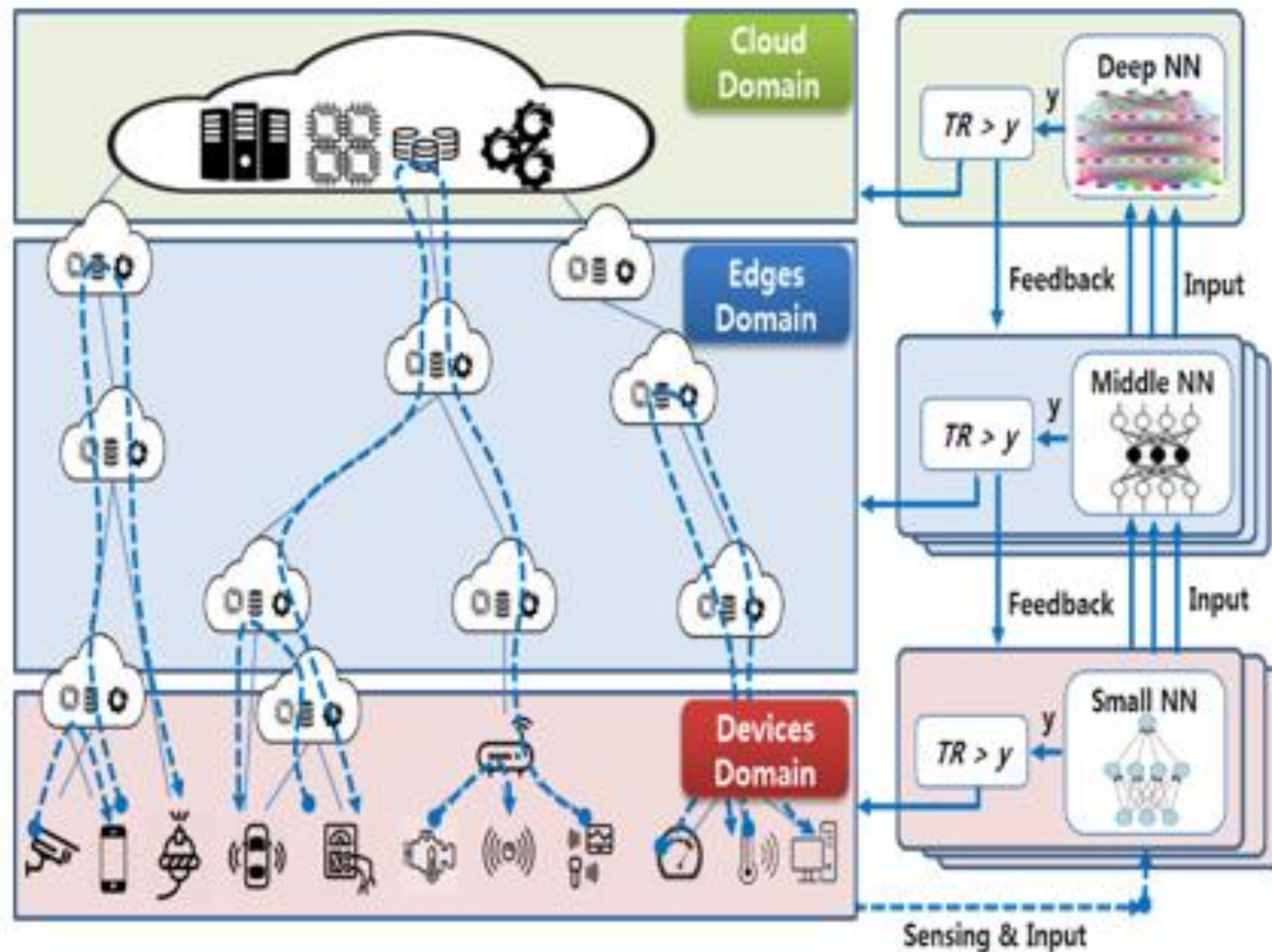
인공지능 기반 지능형 에지 네트워킹 플랫폼
(iENP: intelligence-based Edge Networking Platform)

핵심기술

- ① **다중 도메인 AI 분산 상황인지 처리 기술**
사용자나 인프라의 정보를 효율적인 방법으로 분석 및 추론하기 위한 상황인지 처리 기술
- ② **상황 맞춤형 마이크로 서비스 구성 관리 기술**
상황을 인지하여 최적의 인프라 자원을 자율적으로 구성하고, 서비스를 능동적으로 제공하기 위한 기술
- ③ **상황인지기반 지능형 SD-WAN 기술**
Network Edges를 가상화 기반으로 연결하고, AI 기반으로 분석하여 최적/자율 WAN 서비스 제공 기술

기술정의

인공지능 기술을 활용하여 **사용자나 인프라의 정보를 효율적인 방법으로 분석 및 추론**하고 이를 통해서 **네트워크의 최적 구성 및 연결**에 활용하기 위한 **상황인지 처리 기술**



① AI기반 협력적 복합 상황 추론 기술 연구

- 복합상황 추론을 위한 기계학습 방법 연구
- Multi-Modal Context Clustering 알고리즘 연구
- Multi-Modal Context 추론 기반 자원관리 프레임워크 연구

② 상황인지 기반 맞춤형 서비스연동 기술 개발

- 정책(Policy) 기반 복합상황 맞춤형 서비스 연동 구조 연구
- 복합상황인지 서비스 연동 Event Connector 모듈 개발
- 복합상황인지 서비스 POC 개발 및 서비스 연동

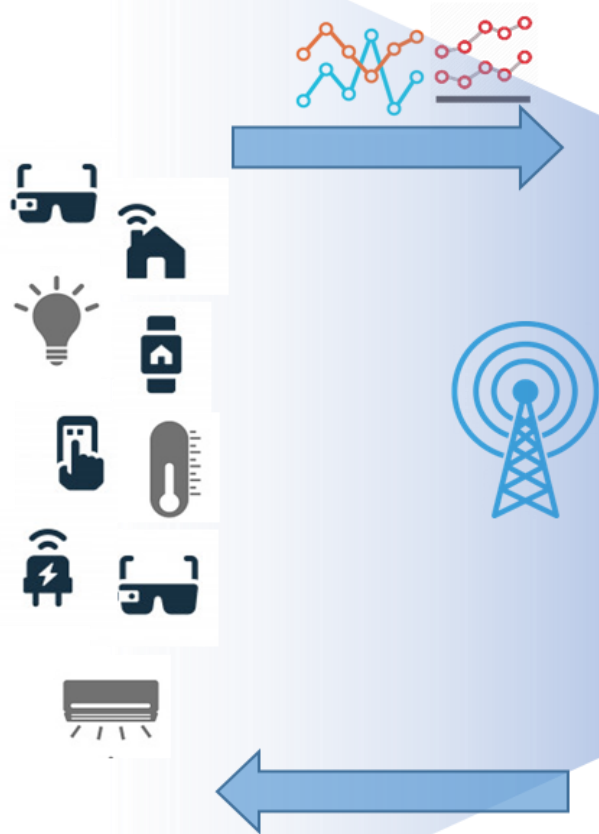
③ 동적 인공지능 오프로딩 기술 개발

- 분산 DNN 기술 성능개선 (Multi-Exit Point)
- 마이크로 서비스 기반 분산 DNN 모델 구조 개발
- AI 모델 성능 분석 및 최적 모델 개발

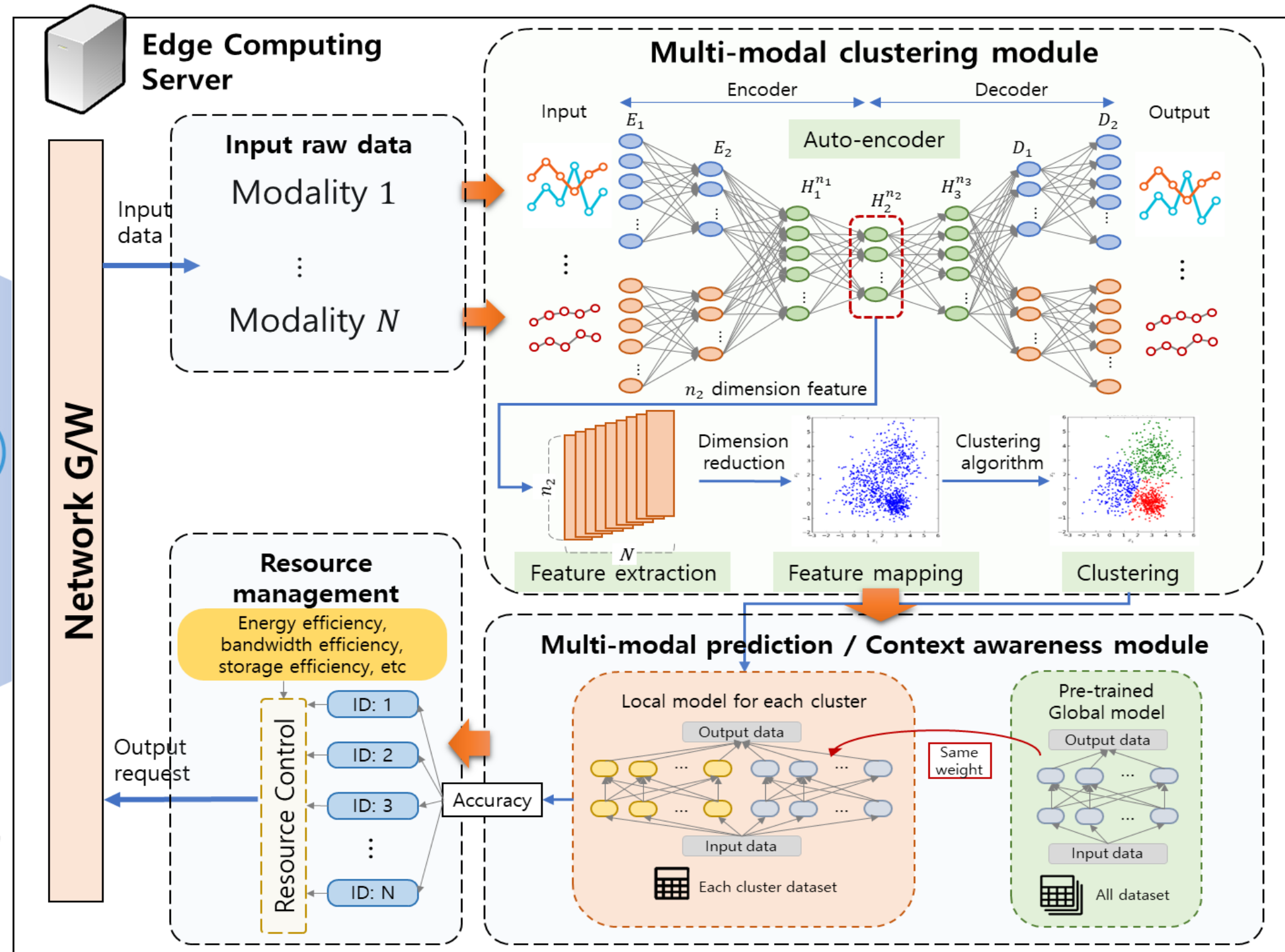
AI기반 협력적 복합 상황 추론 기술

E_i : Encoding layers
 H_i^n : Hidden layers with n dimension
 D_i : Decoding layers
 N : number of devices

IoT multi-modal data



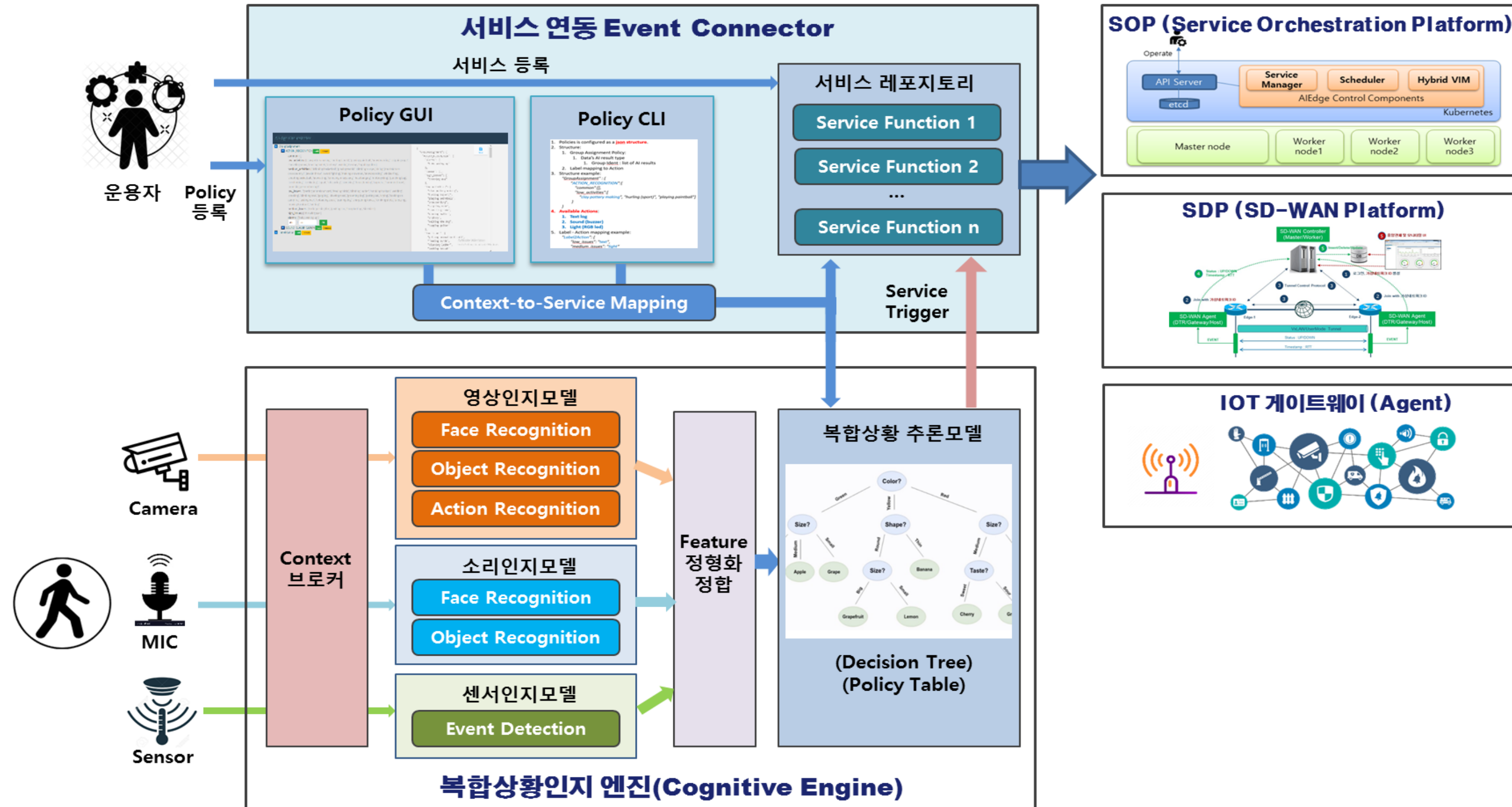
Control message for resource management
(e.g., sensing interval control message)



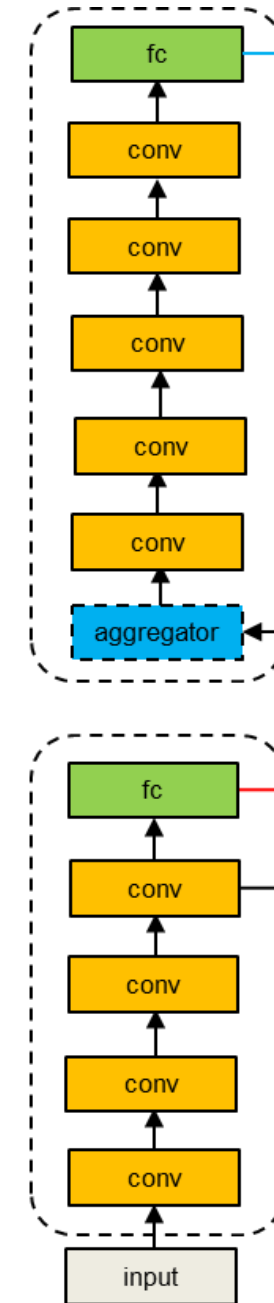
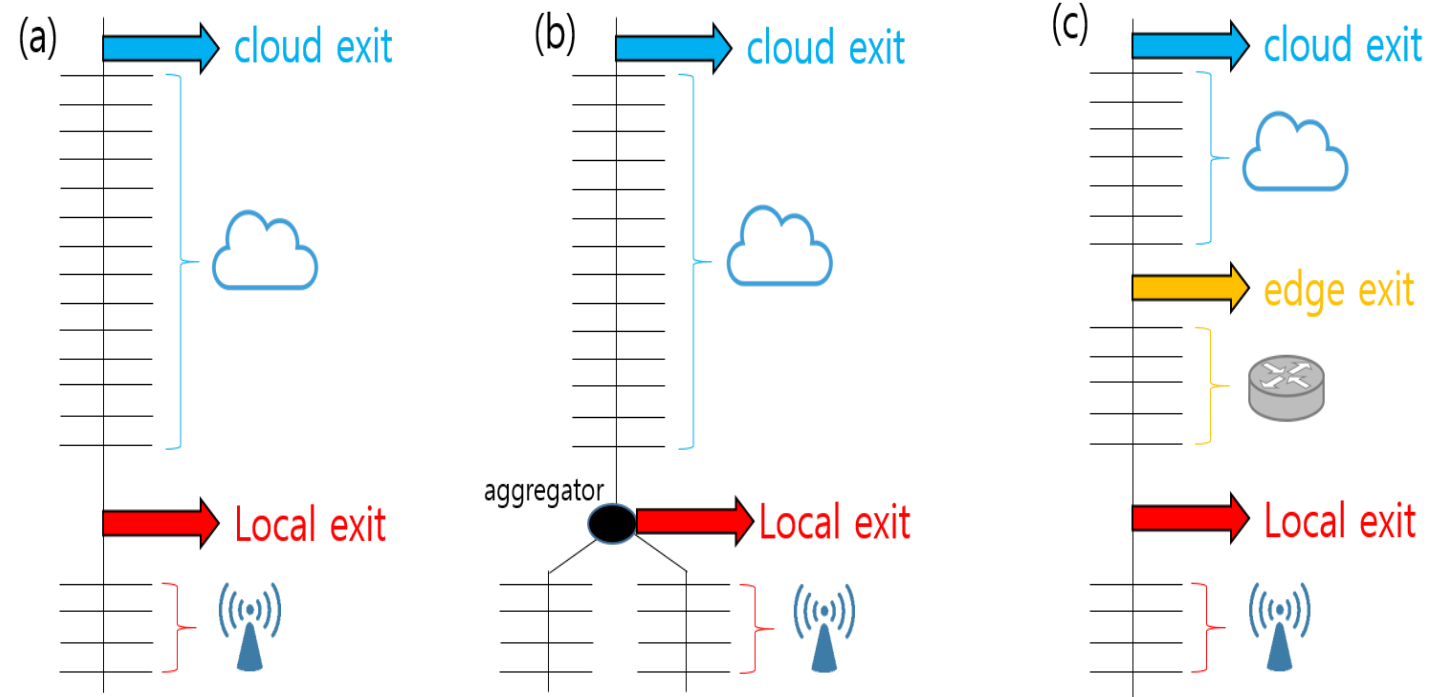
다중 도메인 AI 분산 상황인지 처리 기술

II. 지능형 에지 네트워킹 기술

상황인지 기반 맞춤형 서비스연동 기술



동적 인공지능 오프로딩 기술



(2) Cloud loss function 계산 및 학습

Joint optimization problem : 각 exit point 에서의 loss 함수의 weighted sum 을 최소화하는 방향으로 back propagation 을 함으로써 학습 진행

$$L(\hat{y}, y; \theta) = \sum_{n=1}^N w_n L(\hat{y}_{\text{exit}_n}, y; \theta),$$

(1) Edge loss function 계산 및 학습

$$L(\hat{y}, y; \theta) = -\frac{1}{|C|} \sum_{c \in C} y_c \log \hat{y}_c,$$

where

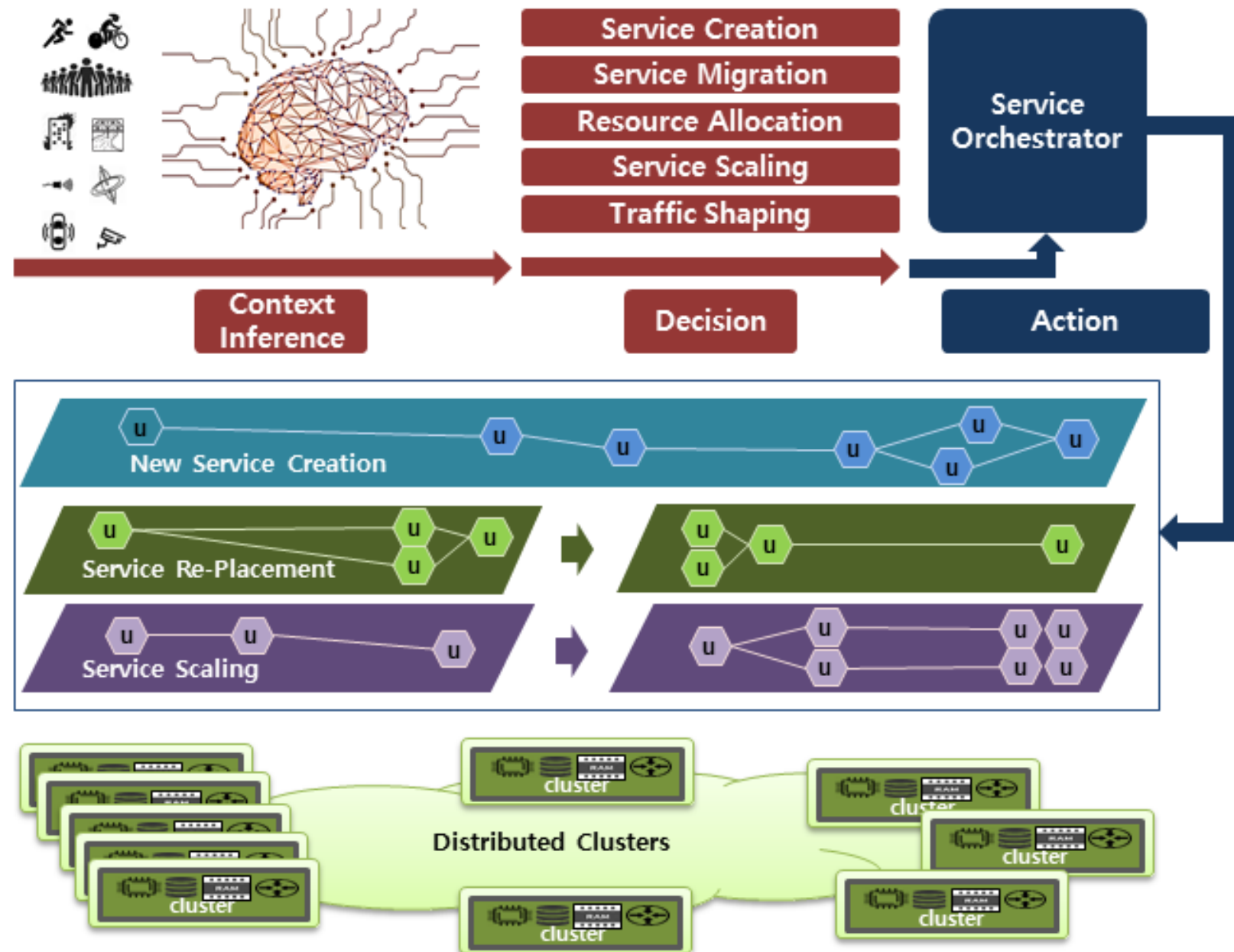
$$\hat{y} = \text{softmax}(z) = \frac{\exp(z)}{\sum_{c \in C} \exp(z_c)},$$

and

$$z = f_{\text{exit}_n}(x; \theta),$$

기술정의

상황을 인지하여 **최적의 인프라 자원**을 자율적으로 구성하고, **마이크로 서비스**를 조합하여 **상황 맞춤형 서비스**를 제공하기 위한 기술



① 상황 추론 기반 마이크로서비스 연동 기술

- 마이크로 서비스 구조의 스트리밍 서비스 매니저(SSM) 개발
- 사용자 상황 추론 기반 스트리밍 서비스 연동 기술
- 마이크로 서비스 라이프 사이클 관리 기술 (Hook)

② 상황 추론 기반 자원관리 연동 기술

- 컨테이너 기반 Telemetry 데이터 수집 및 저장 기능 개발
- Neural network 기반 응답시간 예측 모델 개발
- 스케일링 사이즈 결정을 위한 post scaling metric 예측 모델 개발

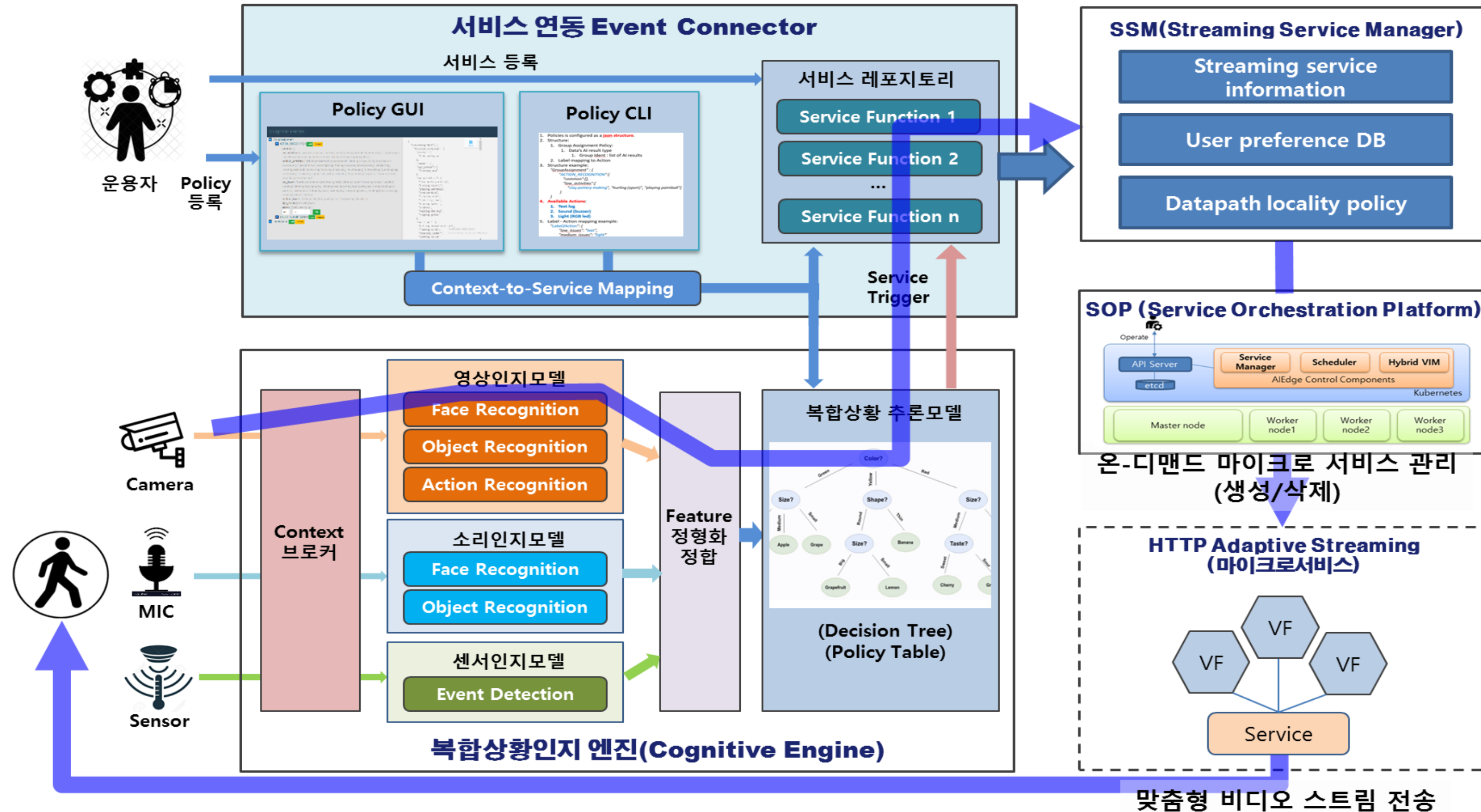
③ 상황 추론 기반 마이크로서비스 네트워킹 기술

- 마이크로서비스 별 가상 네트워크 대역폭 제어 기능
- 마이크로서비스 라이프사이클 연동 가상 링크 관리 기능(Resiliency)
- 마이크로서비스 물리 네트워크 연동 기능
- 마이크로서비스 가상 링크 마이그레이션 기능

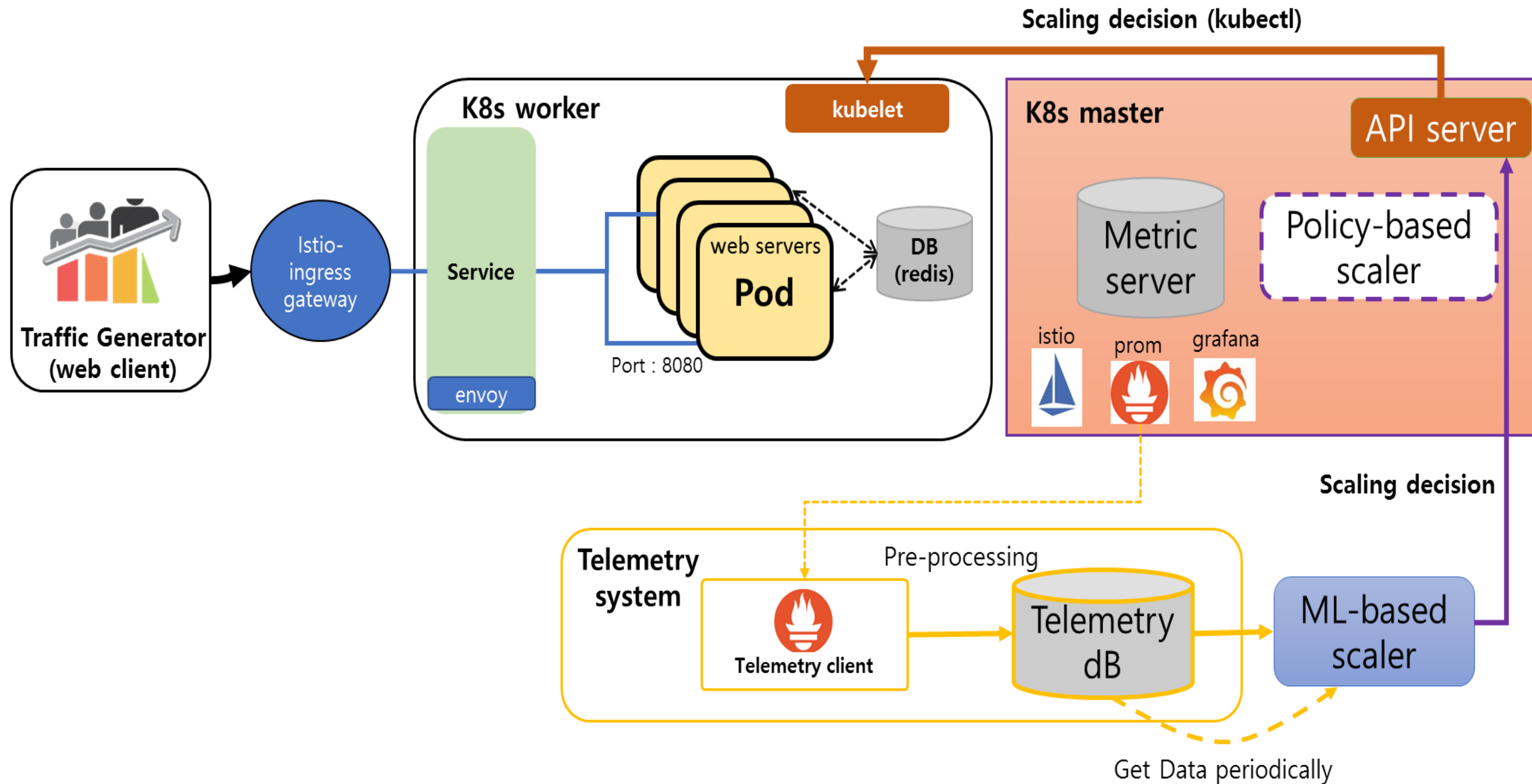
상황 맞춤형 마이크로 서비스 구성 관리 기술

II. 지능형 에지 네트워킹 기술

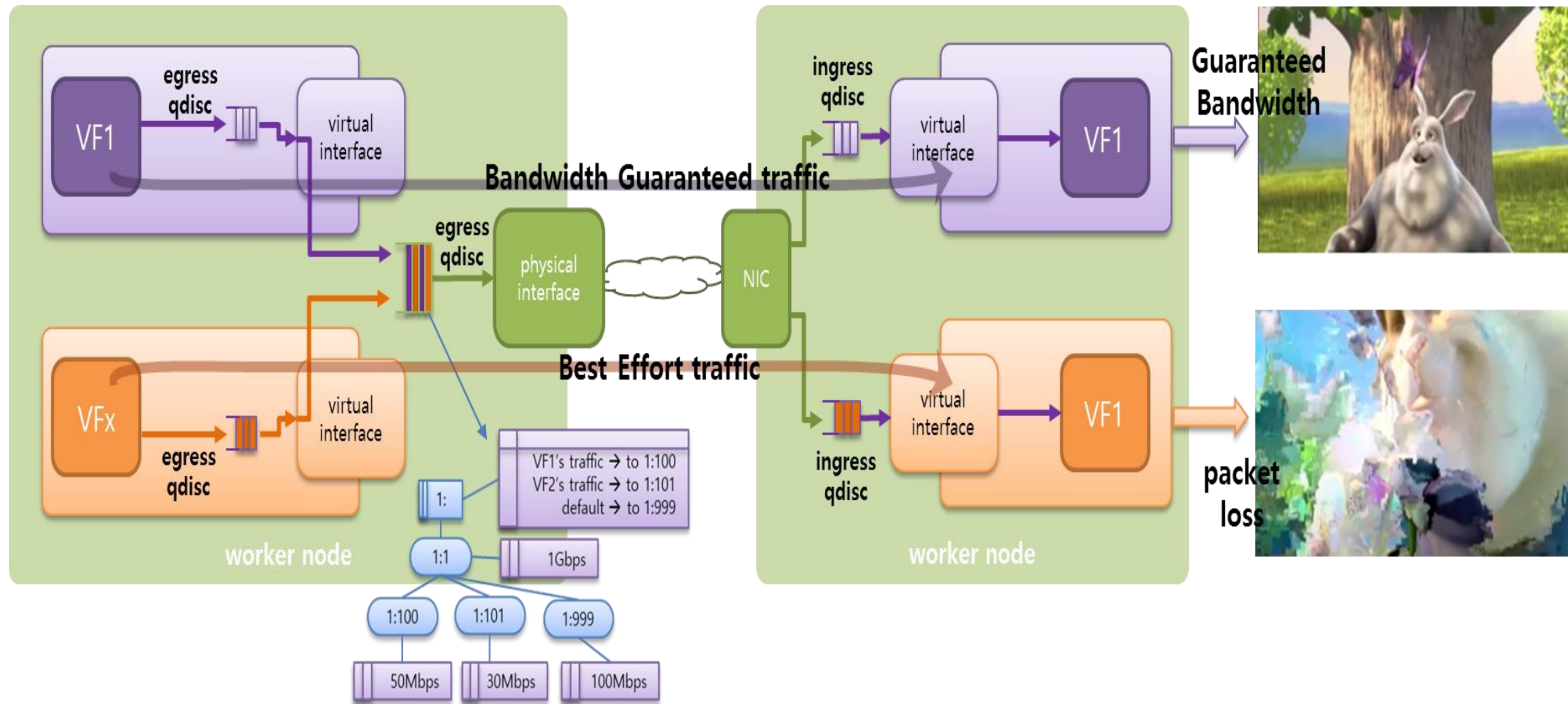
상황 추론 기반 마이크로서비스 연동 기술



상황 추론 기반 자원관리 연동 기술

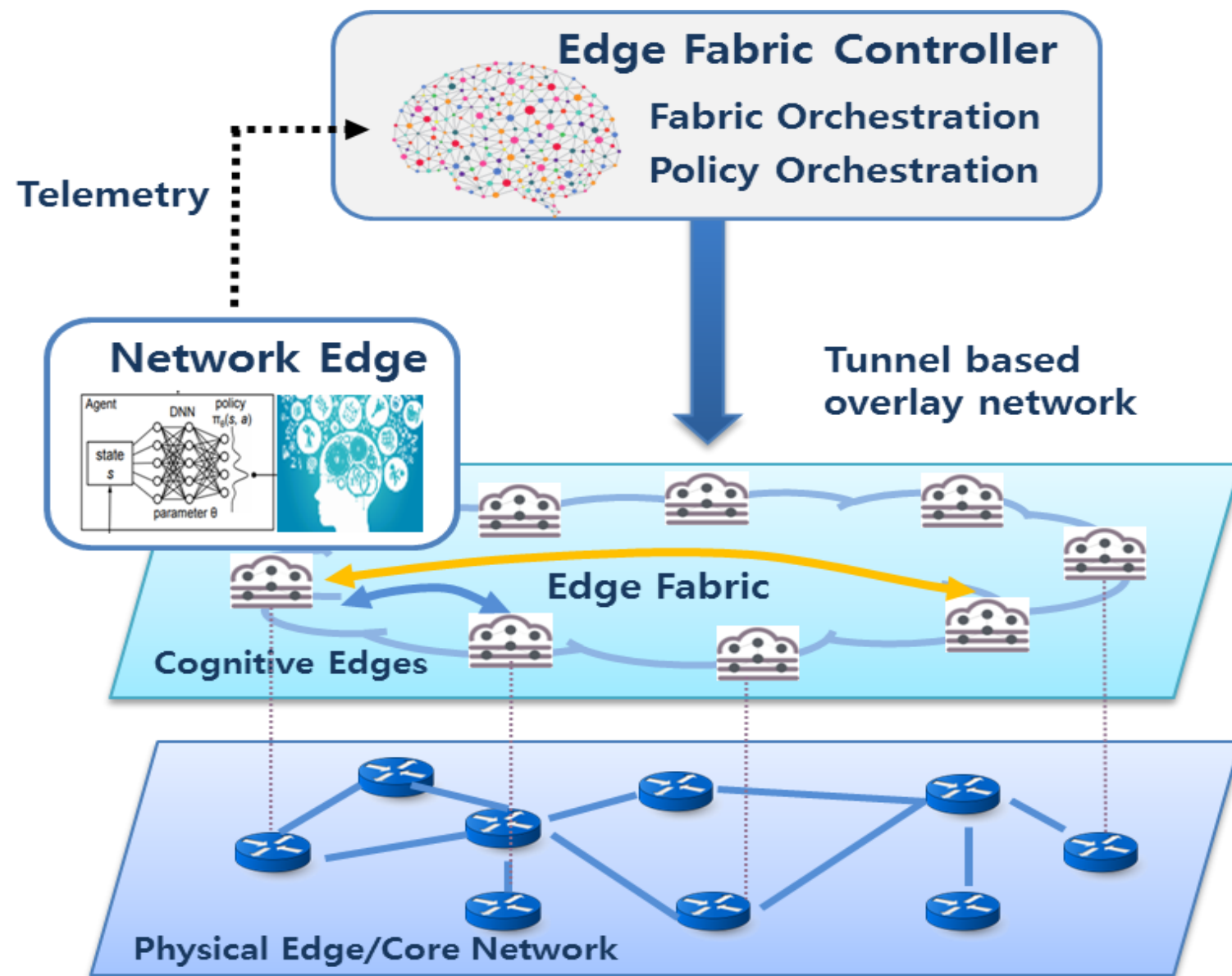


상황 추론 기반 마이크로서비스 네트워킹 기술



기술정의

Network Edges를 가상화 기반으로 **Mesh-up** 연결하고, AI 기반으로 분석하여 **최적/자율 WAN** 서비스를 제공하는 Edge Networking 기술



① 분산 Edge Tunnel Mesh-up 기술

- Edge Fabric 구성을 위한 Tunnel Mesh-up 제어기술
- Edge 노드 간 멀티테넌시를 위한 네트워크 가상화 제어기술
- SD-WAN 노드간 송수신 패킷 품질 측정 프로토콜 및 모니터링 기술

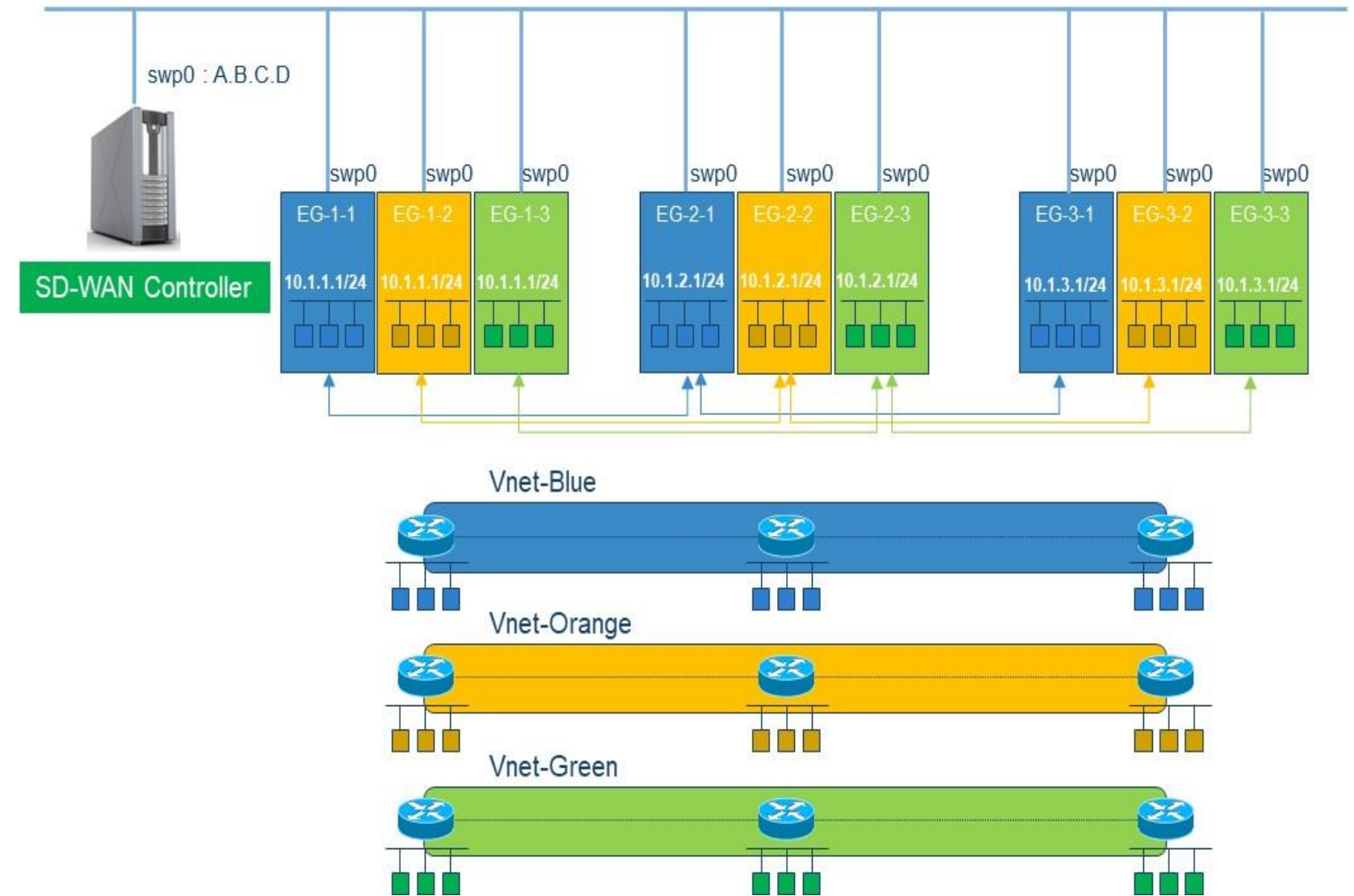
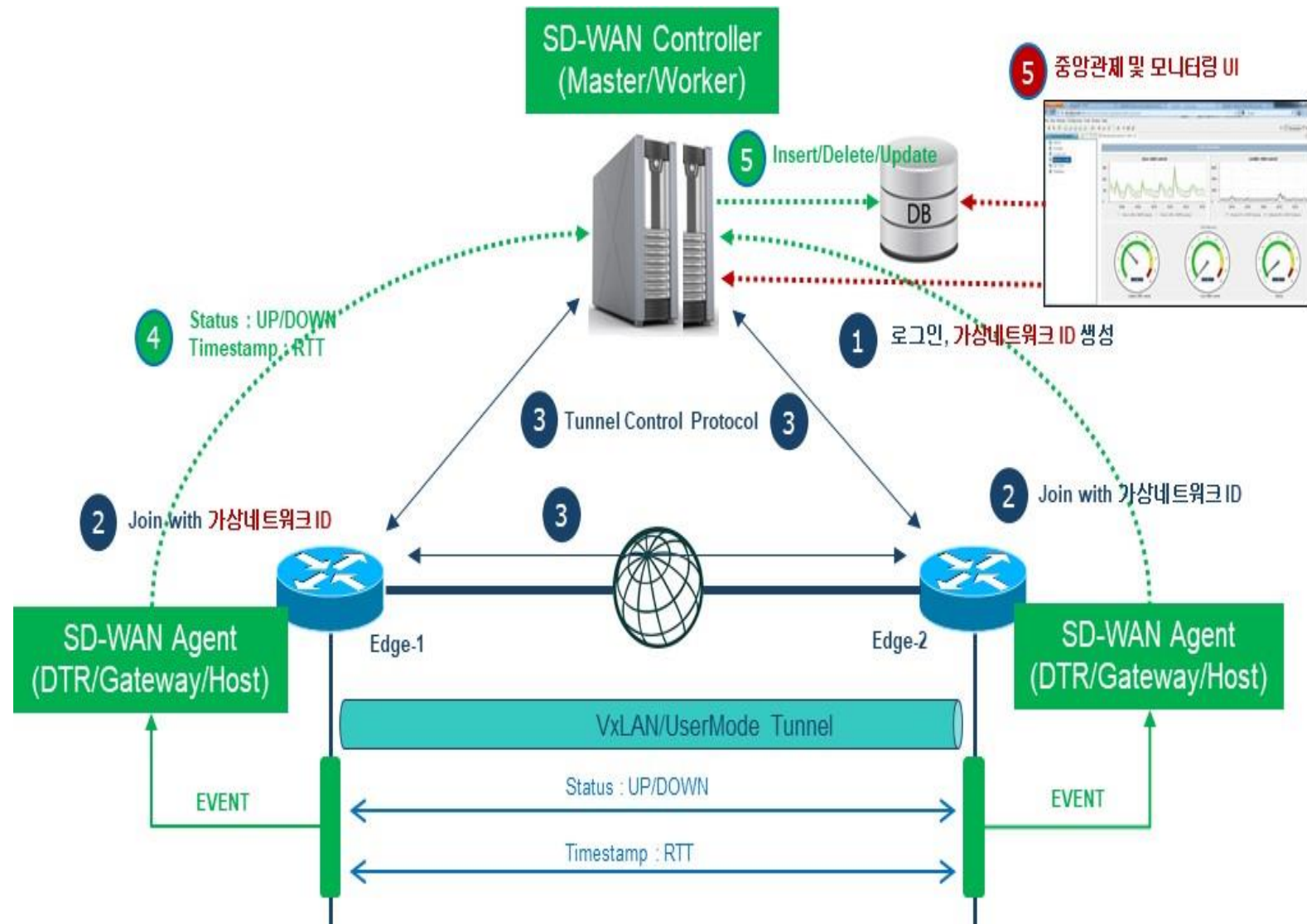
② 고속 Flow 처리 SmartNIC

- IP-UDP Tunneling Offloading Software
- Traffic Stats 관리 모듈
- PCI NIC 드라이버

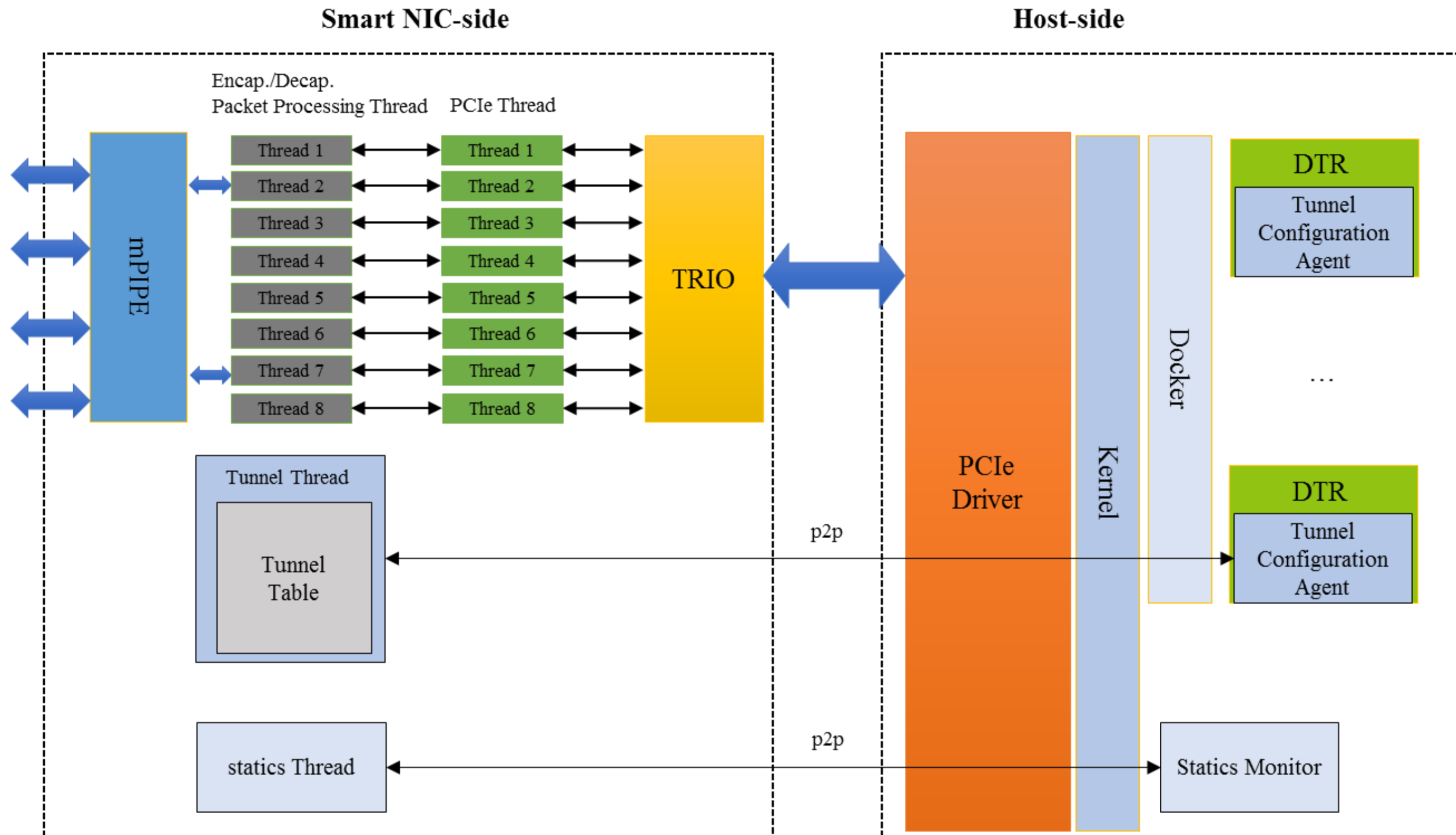
③ 클러스터 통합 분산 에지 패브릭 기술

- 분산 클러스터 상에 마이크로 서비스 배포
- 서비스 요구사항 기반 분산 클러스터 스케줄링
- 멀티 클러스터 통합 에지 패브릭 구성

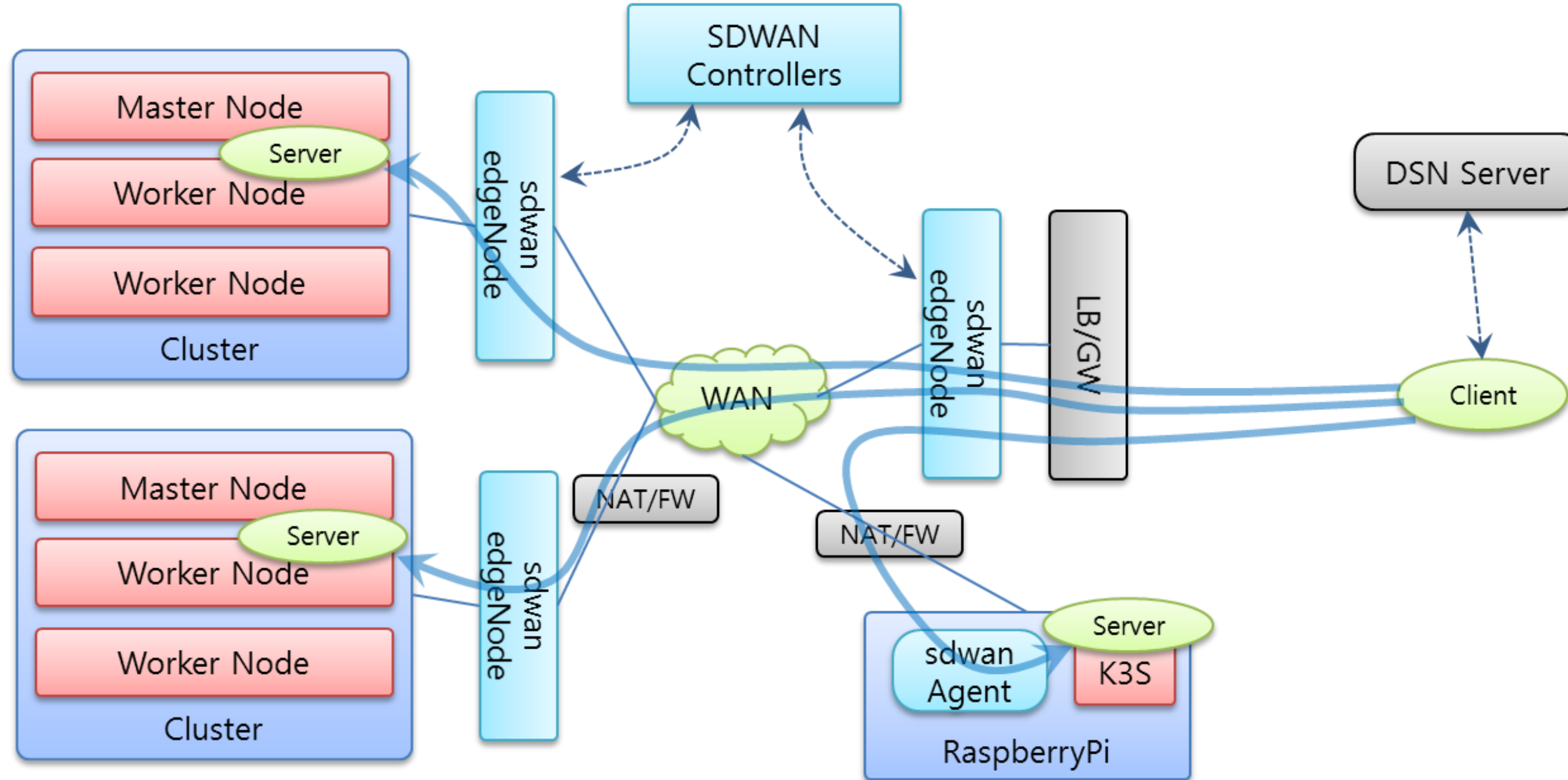
분산 Edge Tunnel Mesh-up 기술



고속 Flow 처리 SmartNIC

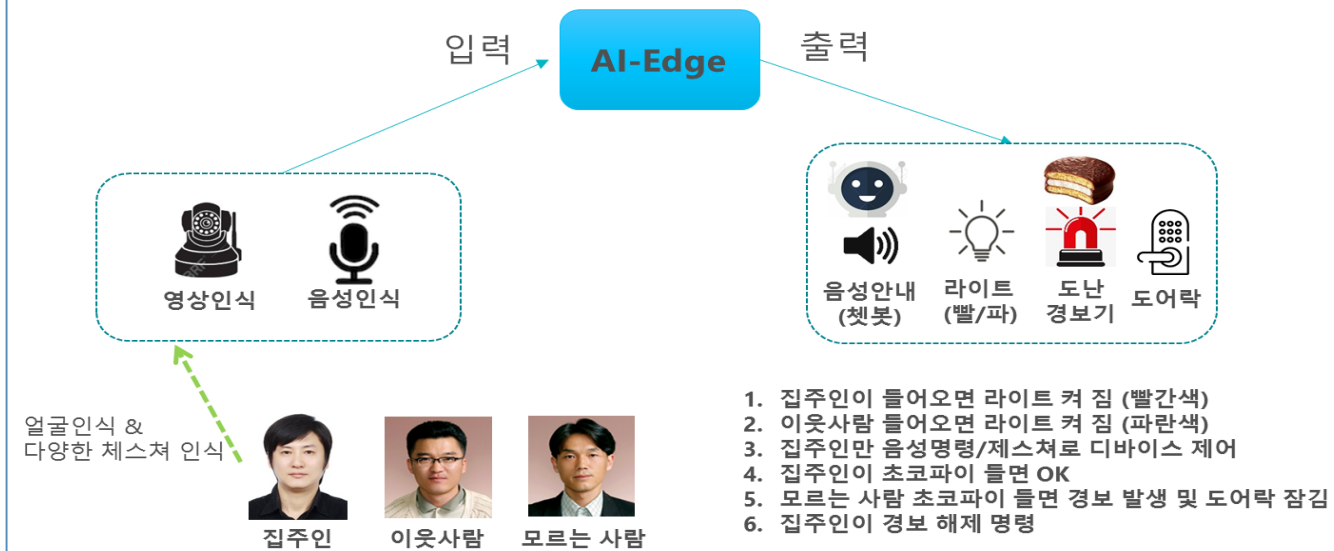


클러스터 통합 분산 에지 패브릭 기술



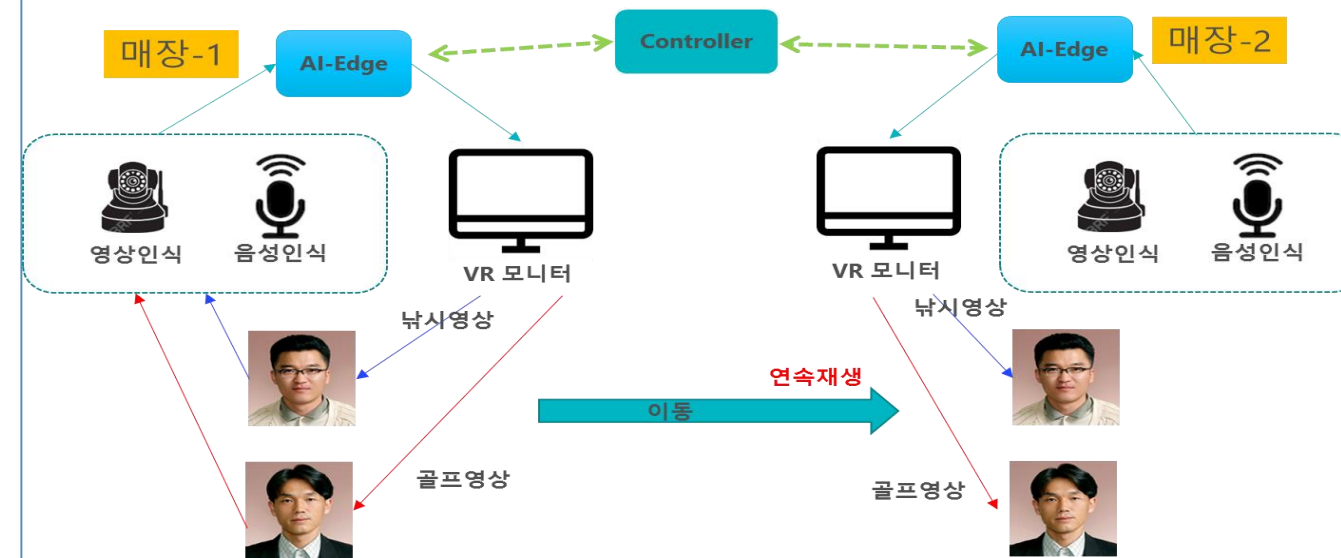
Use Case 1: Personalized IoT Control & Security

- Fine-grained access control to specific devices



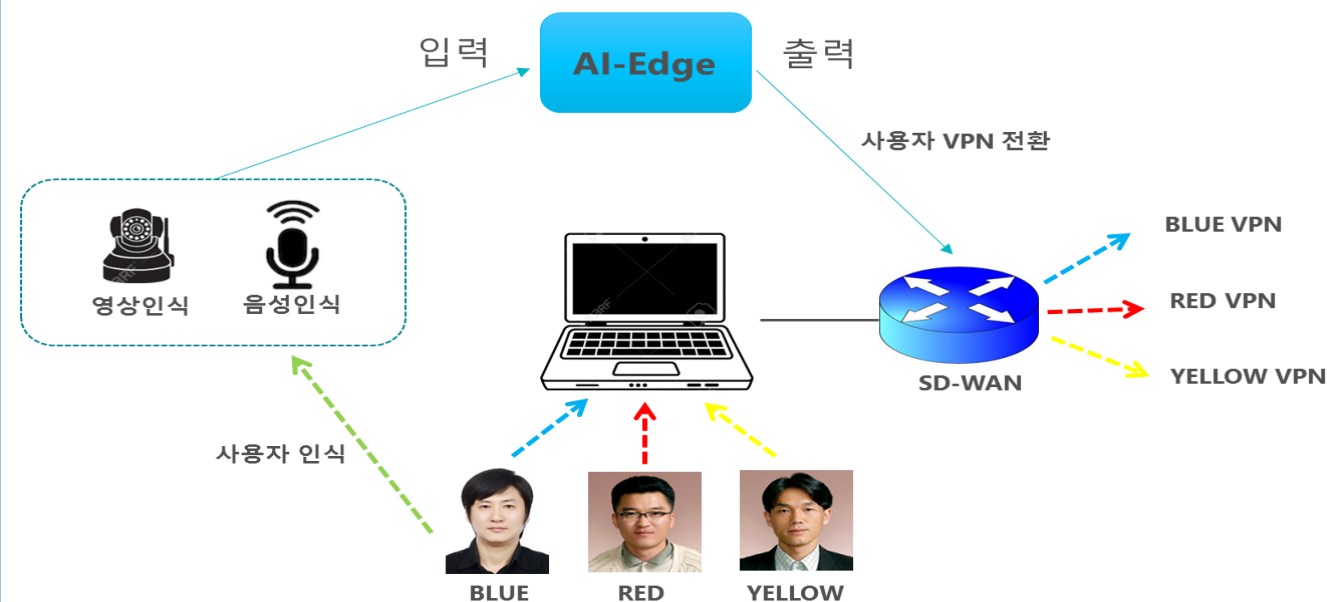
2. Use Case 2: On demand VR connection

- On-demand connections to MEC servers
 - Re-direct only the MEC traffic to the closest MEC server

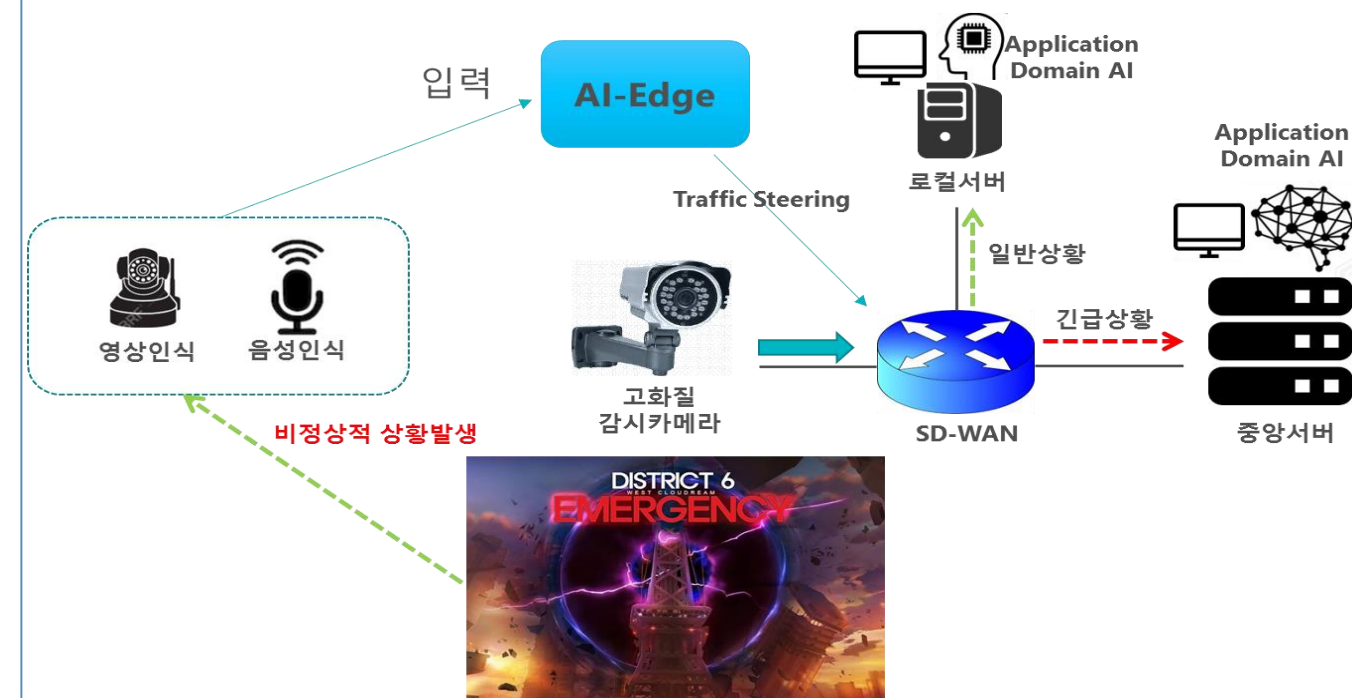


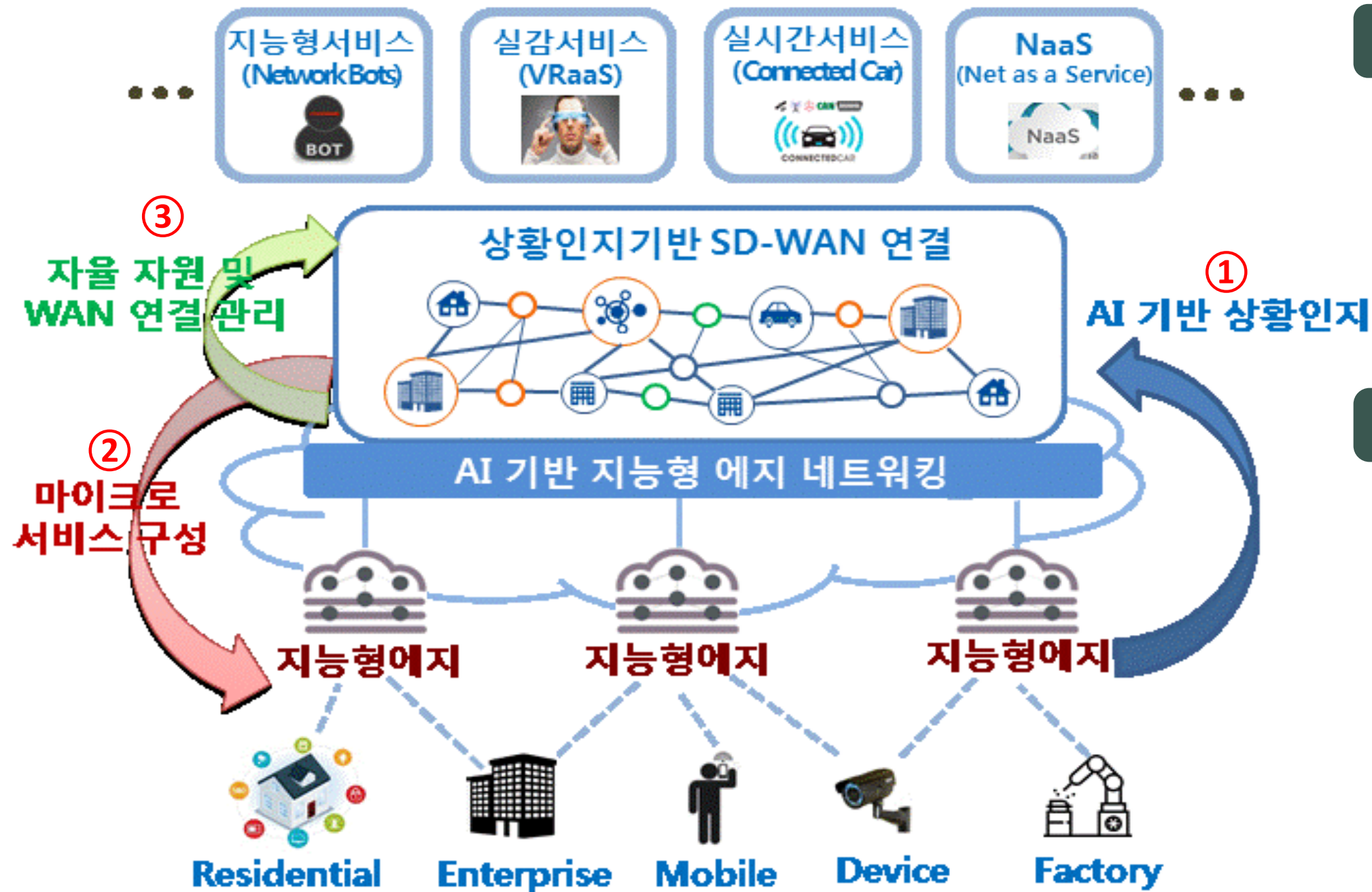
Use Case 3: Context-aware VPN

- Context-aware VPN based on SD-WAN



Use Case 4: Context-aware Traffic Steering





기술정의

사용자 및 인프라의 정보를 인공지능 기반으로 분석하여 상황에 맞는 인프라 자원 최적 구성 및 동적 서비스 환경을 제공할 수 있는 지능형 에지 네트워킹 기술

핵심기술

- ① 다중 도메인 AI 분산 상황인지 처리 기술
- ② 상황 맞춤형 마이크로 서비스 구성 관리 기술
- ③ 상황인지기반 지능형 SD-WAN 기술



감사합니다