

# 5G 기술 서비스와 비즈니스 기회

## [Innovative Network Tech. Seminar]



2019. 6.

안종석

[james@jslab.kr](mailto:james@jslab.kr)

**JS Lab**

# 목차

---

- I. 개요
- II. 5G 테스트베드
- III. 5G 표준
- IV. Use case
- V. Edge Cloud Computing

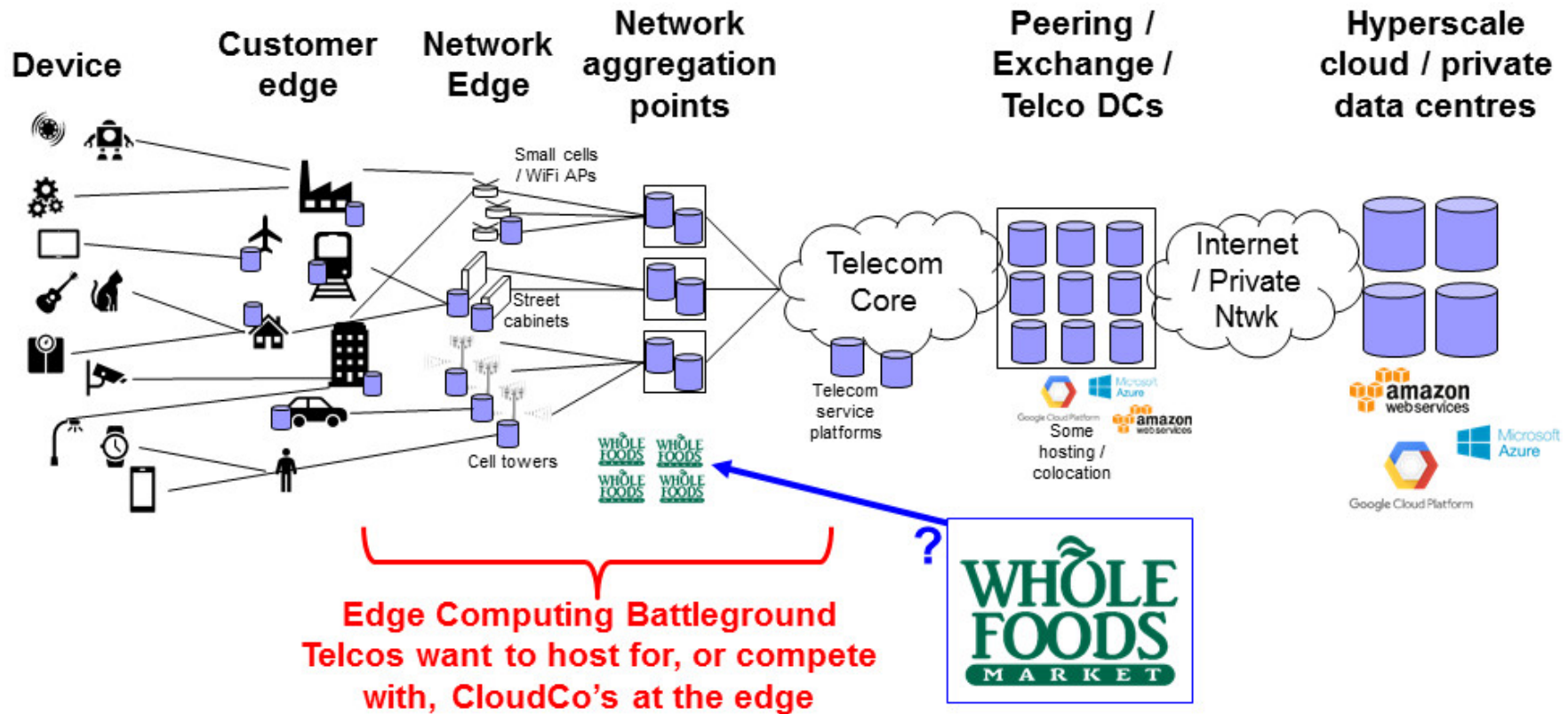
# I. 개요

- ❖ A Vapor IO Kinetic Edge micro data center operating alongside a cellular tower.



# I. 개요

❖ 아마존은 왜 Whole Foods를 인수 했나?

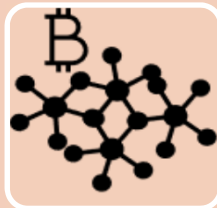


# I. 개요

- ❖ **Edge Cloud Computing:** 에지(Edge)에서 클라우드 서비스 기반의 컴퓨팅을 제공
  - 지연 개선 (Reducing latency)
  - 대역폭 부족 완화 (Mitigating bandwidth limits)
- ❖ **제공 가능 서비스 (예) :** CDN, 블록체인, IoT, 데이터 분석, AR/VR 등



CDN



블록체인



IoT



데이터 분석

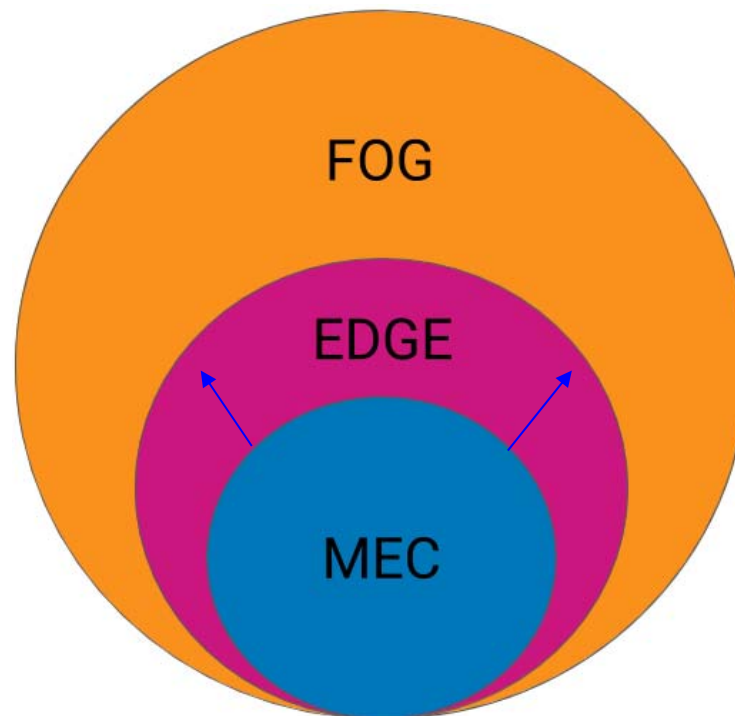


AR/VR

# I. 개요

- ❖ Edge computing is a more general concept than MEC and less general than fog computing.
- ❖ ETSI previously referred to MEC as Edge Computing. Over time, the field expanded the focus of edge computing beyond mobile implementations.

Source: SDxCentral



# I. 개요

## ❖ Open Infrastructure Summit 2019

### Track: Edge Computing

Uploaded May 10, 2019

## Edge Computing



The Race to the Edge  
Julius Francis



Non-Proprietary Accelerated Data Tra...  
Doug Soltesz



Redis with Intel Optane DC Persistent ...  
Mark Demarselles, Ken Gibson



Far Edge with VMs and Containers  
Eric Lajoie, Timo Jokiah



How to bring things together to the S...  
Jinghua Gao, Zhi Chang, Zhipeng Huang



Virtualized RAN Deployment on Airshi...  
Haseeb Akhtar, Bin Hu



Don't Touch That! Addressing Edge Inf...  
Rob Herschfeld, Mark Theiss



Precision Time Protocol (PTP) on Starli...  
Matt Peters, Alexander Kozlyev



Implementing Localization into OpenS...  
Ronan-Alexandre Cherruau, Javier Rojas Bal...



Container Networking at the Edge wit...  
David Paterson, Mark Beerl, Daniel Mellado



Far Edge with VMs and Containers  
Eric Lajoie

Uploaded May 9, 2019



Akamai, EdgeX, CORD, OpenEdge, ioF...  
Ruiyu Ying, Kailun Qin



StarlingX: Hardened Managed Kubern...  
Brent Rowlett, Bart Wensley, Greg Waines



Edge Computing Group's MVP Archite...  
Greg Waines, James Perick



5G-based intelligent manufacturing ed...  
Hong Kan, Jianqiang Jiang



The Open Micro Edge Data Center  
John Stodarus



Two+ years and still going strong: Edg...  
Beth Cohen, Ian Wells, Gergely Csutari, Ildko ...



Kata Containers on Edge Cloud  
yuntong jin, yu bai, Zhiming Hu

### Track: Telecom & NFV

Uploaded May 10, 2019

## Telecom & NFV



Telco Cloud Data Plane Acceleration fo...  
Mark Iskra



CI/CD as Enabler to Building Next Gen...  
Fu Qiao, Fath Degrimont



OpenStack, Neutron, and OVS in the B...  
Mark Darnell, T.R. Besworth



Building Blocks of Rakuten Mobile Tel...  
Omar Sultan, Vamsi Krishna Kuppuri, Sanil Pu...



Equinix Network Edge Services Power...  
Sameer Sabherwal, Gokul Chandra Purnacha...



Open Source Orchestrators Demystify...  
Vanessa Little



Highly Efficient Edge Cloud Data Cent...  
Ash Bhargat, Mark Iskra



Verizon Cloud Platform - Operating an...  
Andrew Hendrickson, Amrith Kumar, Elaine ...



Demonstrating NFV is possible: 1st Op...  
Gianpiero Lavarello, Jose Miguel Guzman



Building an NFV platform for vEPC wit...  
Lizali Angyal, Jan Gutter



Successfully Deploying Massive Applic...  
Christopher Engelhart, Christopher Turkocki

Uploaded May 9, 2019



A new Era for NFV with Tacker  
Dharmendra Kushwahra, Hyunsik Yang



Policy-Driven Fault Management of NF...  
Ajith Jani, Eric Kao



Unleashing the power of Fabric: Orche...  
Manjeet Singh Bhatia, Munish Mehra, Deepa...



Bring the benefits of Openstack Lands...  
Bharath Thiruvedula, Trishut Somanchi, Dh...



Designing NFV Architecture at the Edg...  
Brent Roskos, Jarome Coufal, mohammad z...



NFV validation and troubleshooting liv...  
Franck Baulin, Christophe Fontaine



China Mobile's 5G practice based on O...  
xiaoguang zhang, Zhiqiang Yu



Real Telco OpenStack upgrade lessons...  
Radoslaw Smieglowski, Gabor Szitas

# I. 개요

- ❖ Cloud Edge Computing: Beyond the Data Center
- ❖ Akraino, Airship, StalingX의 관계

**OpenStack**

(코드 개발)



**Linux Foundation**

(Use Case 정의,  
Integration, 검증)





# I. 개요

---

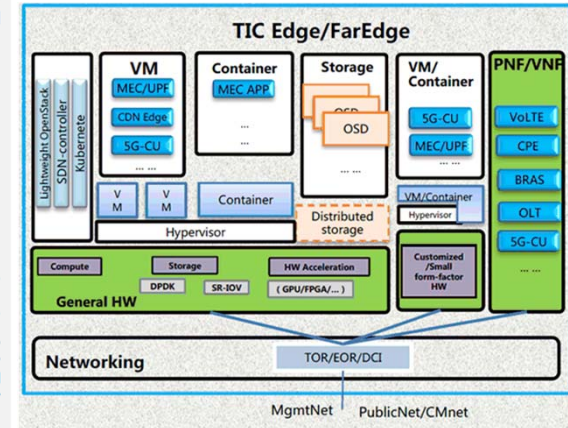
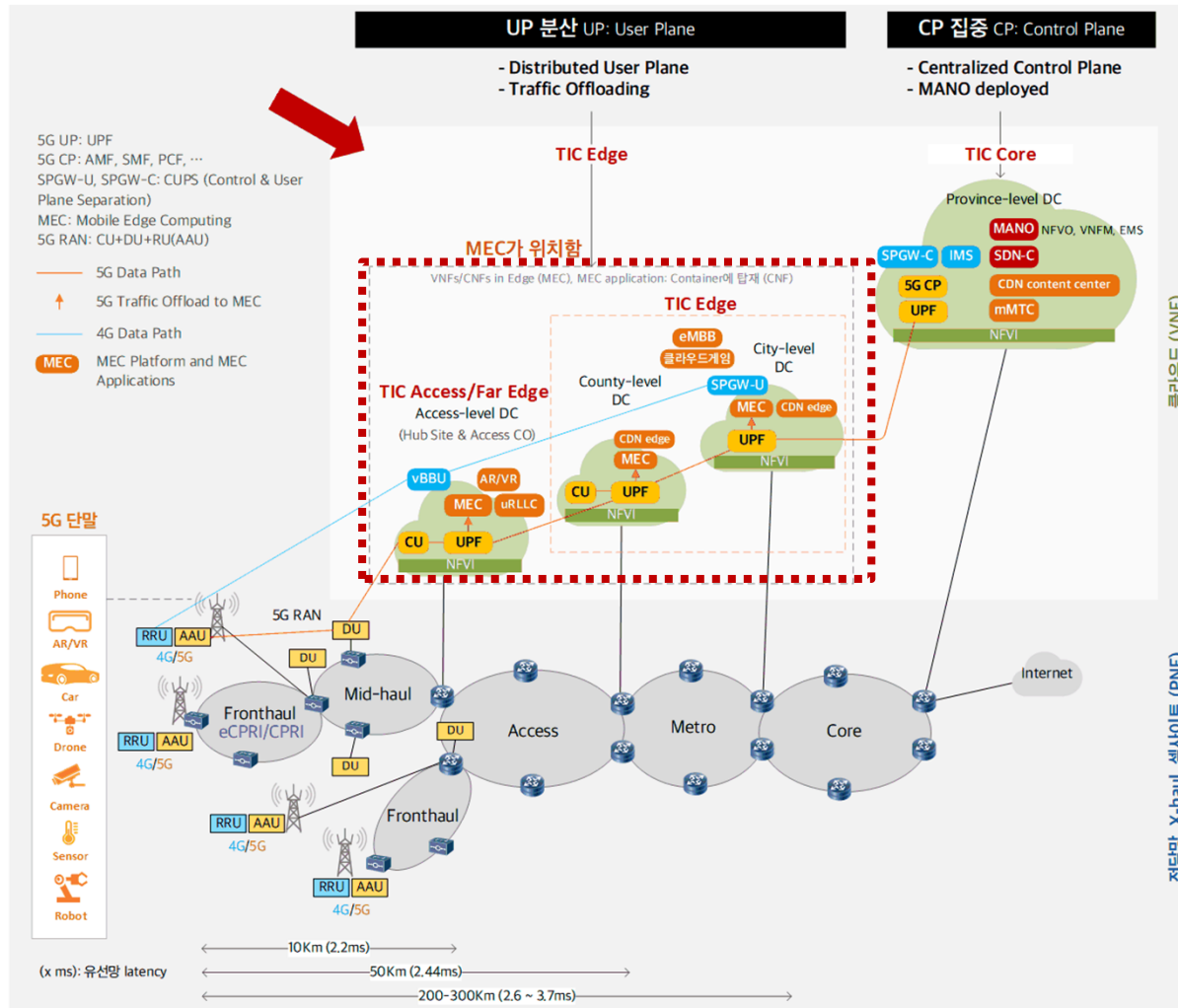
## ❖ 5G Core Network Developer

- **Job Title:** 5G Core Network Developer/ 5G 코어 네트워크 개발자
- **Job Summary:** Ericsson-LG에서 5G 코어 네트워크 Call 시뮬레이터 개발자를 채용합니다. 5GC Network 개발자는 요구사항 분석, 소프트웨어 설계, 통합, 시뮬레이션, 도구 설계 및 문서 작업과 같은 모든 개발 활동을 맡게 됩니다.
- **Responsibilities:** 5GC 솔루션의 개발 및 통합 작업, 클라우드 네이티브 컴퓨팅 환경(Docker, Kubernetes)에서 5GC 시뮬레이터(UE/NR, NRF, UDM, PCF 등) 개발 기술 분야의 역량 개발



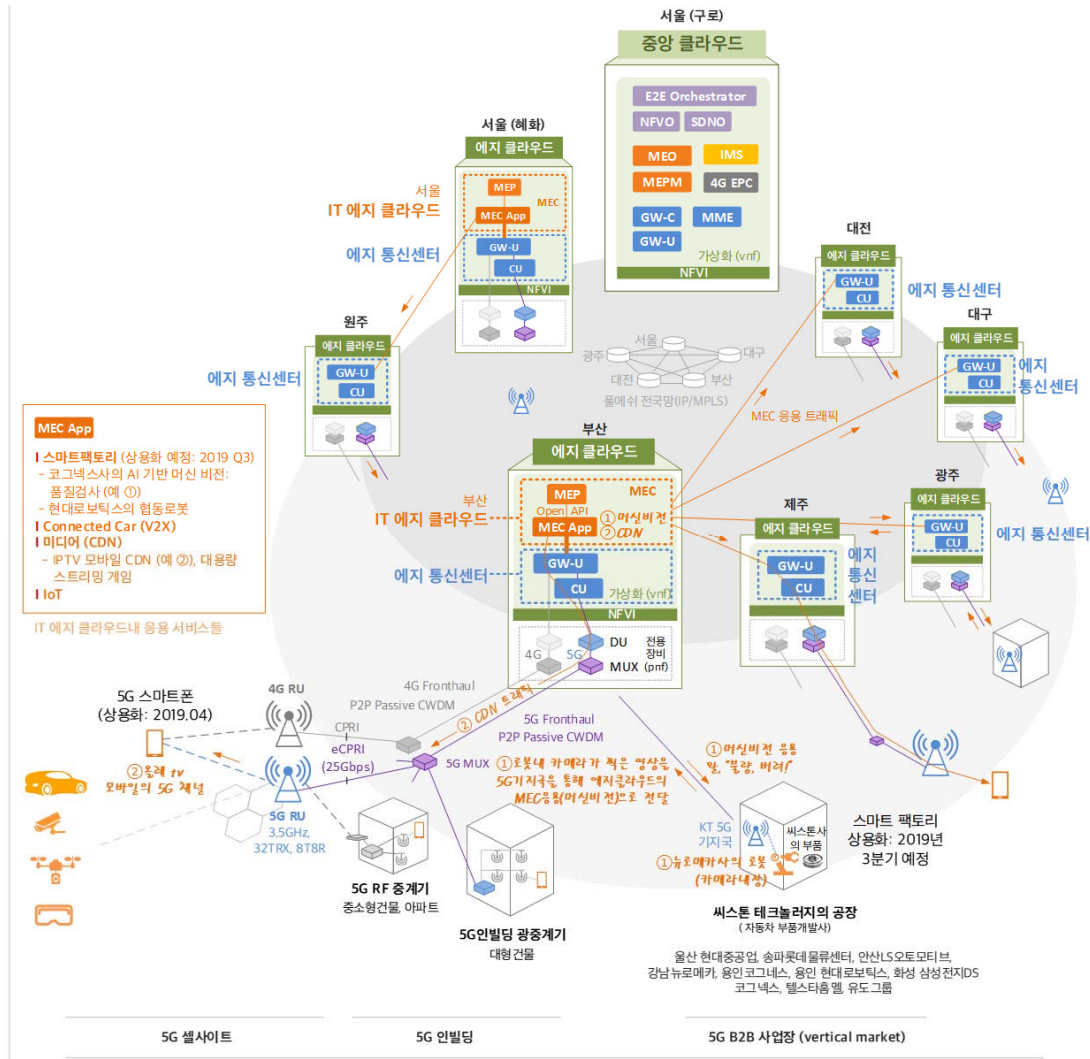
# I. 개요

## ❖ China Mobile의 5G망과 MEC 구조



# I. 개요

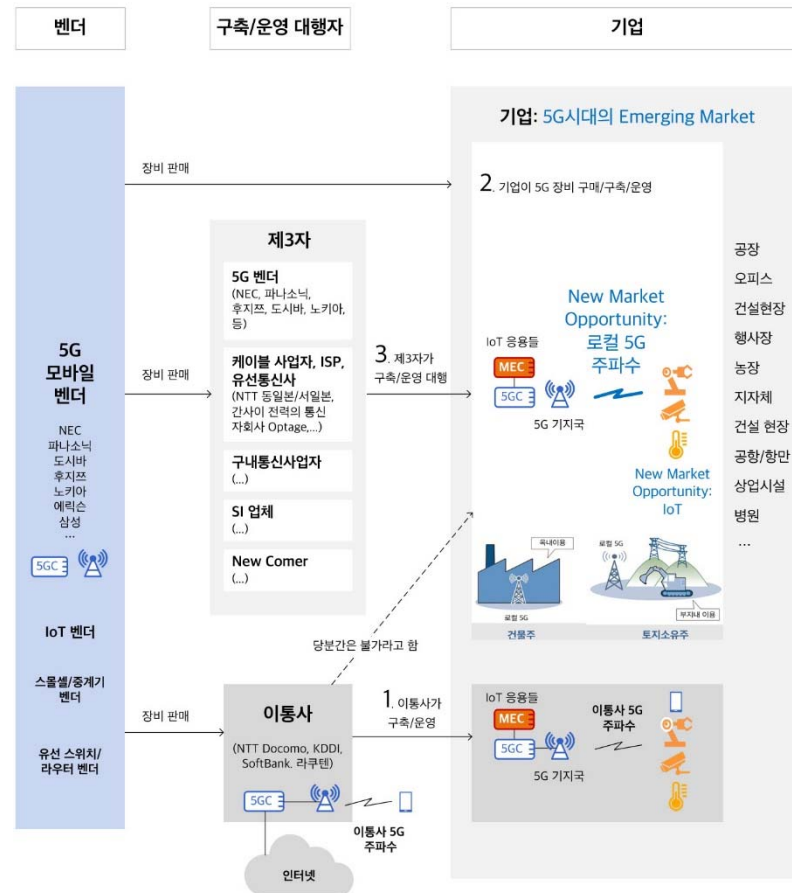
## ❖ KT 5G 망구조: 5G 코어, 5G RAN, 5G 에지 클라우드



# I. 개요

## ❖ 일본 '로컬 5G (5G LAN)'

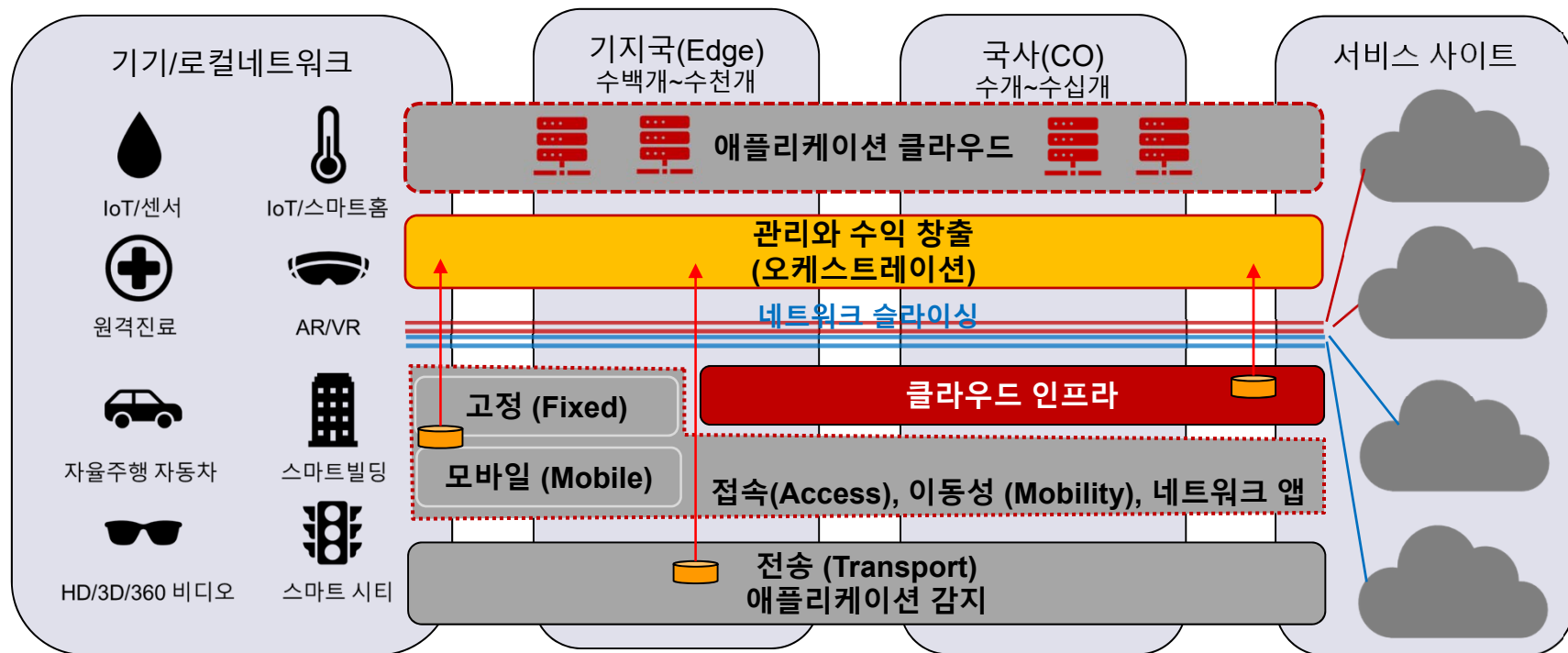
- 기업이 스스로 설비를 도입하고 자영의 로컬 5G 네트워크를 구축 관리
- 제 3 자에게 로컬 5G 네트워크의 구축/운용을 의뢰



# I. 개요

## ❖ 5G 코어 인프라(Core Infra)

- Edge(기지국)외 Central Office(국사)의 데이터센터 화
- 클라우드 네이티브화 (애플리케이션 서비스, 관리, 인프라)
- 네트워크 슬라이싱 (Network Slicing)
- 클러스터링 확장성 고려 (갯수등)



# I. 개요

---

## ❖ 5G 개발의 기회

- 통신사 주도 사업
- 개발사 주도 사업

## II. 5G 테스트베드

### ❖ SKT, 테크갤러리...ICT기술·R&D인프라 공유

- ICT 기술과 R&D 인프라를 공유하는 테크갤러리(Tech. Gallery) 개소
- URL: <https://developers.sktelecom.com/techgallery/>



## II. 5G 테스트베드

### ❖ KT, 스타트업 지원 위해 판교에 '5G 오픈 랩' 개소

- 판교: 테크노밸리 개발사 대상 (분당구 삼평동 698 5층)
- 서울: 서초구 태봉로 151 KT 융합기술원 2층 5G Open Lab
- URL: <https://5gopenlab.com/>

5G Showroom

Infra Zone

Media Zone

Smart-X Zone

Meeting room

판교 5G 오픈랩



### 판교 5G 오픈랩

판교 테크노밸리 개발사 대상 (모든 5G 서비스 개발 가능)

5G기반의 새로운 응용 서비스를 개발 가능합니다. 판교 스타트업 캠퍼스 5층 오픈이노베이션랩내 판교 KT 5G 오픈랩이 2019년 6월 10일 개소되었습니다. 기존 LTE기반 NB-IoT를 테스트하던 실드룸이 5G로 업그레이드되었습니다. 5G기반 게임, 미디어, 단말을 개발/Test 가능합니다.

구분	지원 내용
Shield room	외부 전파가 차단된 실드룸내에서 실제 5G기반 5G 단말/서비스 테스트 가능
Dev. Desk	5G기반 WiFi로 5G 단말/서비스 개발 가능한 4인용 테이블
Edge Cloud	서울 5G오픈랩내 Edge에 참여사 HW 장비 설치하거나, 필요시 Edge IT Cloud 제공하여 원격 개발 가능

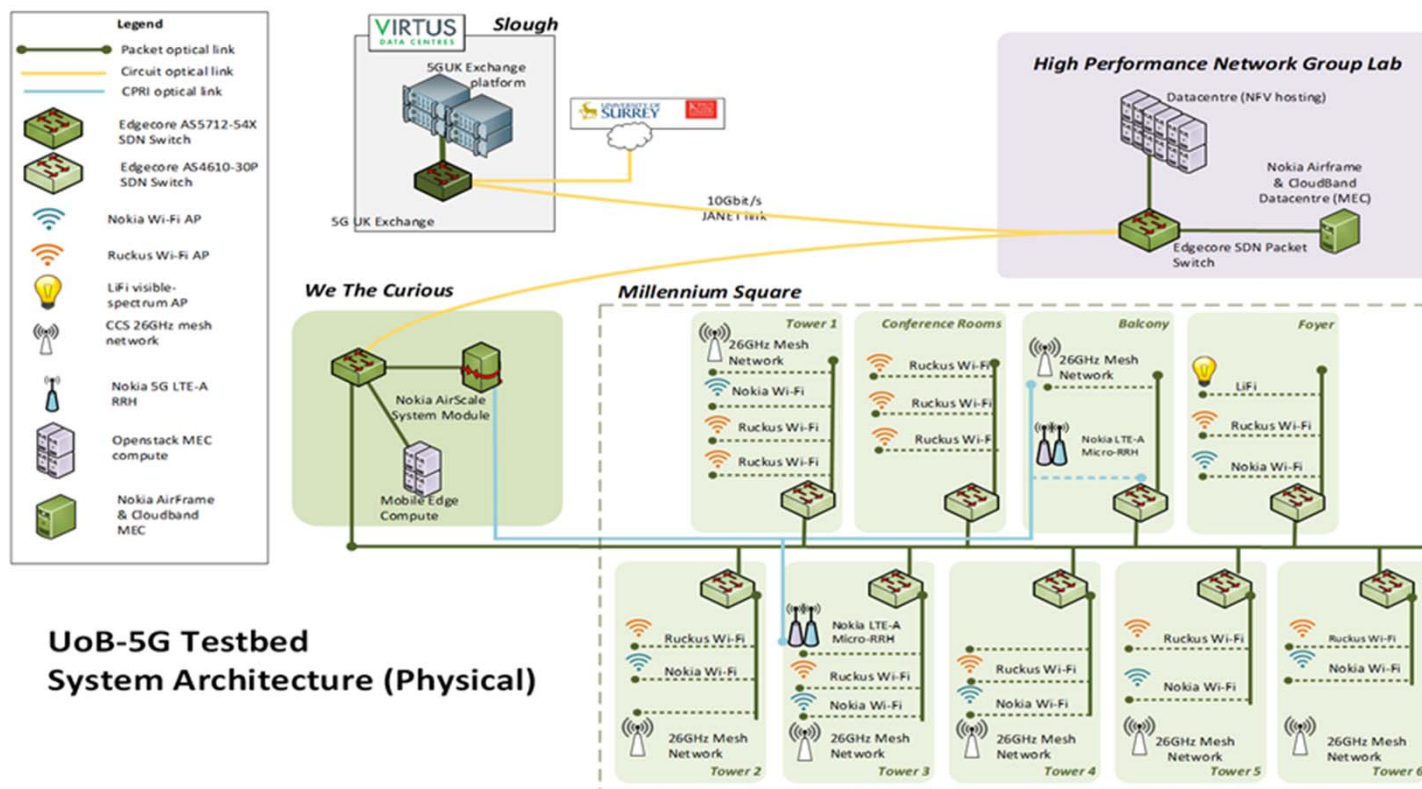
예약하기



# II. 5G 테스트베드

## ❖ The University of Bristol's 5G testbed

- 가능 테스트: SDN, WiFi, 4G/5G NR, Mesh, Li-Fi, Cloud/NFV, MEC, CDN
- URL: <https://5ginfire.eu/university-of-bristol-5g-testbed/>



# III. 5G 표준

## ❖ 5G 표준 Roadmap

- Phase 1 (3GPP Rel. 15, 2018년 6월)
- Phase 2 (3GPP Rel. 16, 2019년 12월 이후 freeze 예상)
- 3GPP Rel. 17은 5G 개선 (2020년 시작)
- 국내 통신 3사 5G 서비스 시작 (2019년)
- 표준 적용은 대개 18개월정도 예상
- 3GPP는 5G Radio 주파수를 2 부분으로 진행중
  - Frequency Range 1 (FR1): 450 MHz – 7.125 GHz
  - Frequency Range 2 (FR2): 24.25 GHz – 52.6 GHz

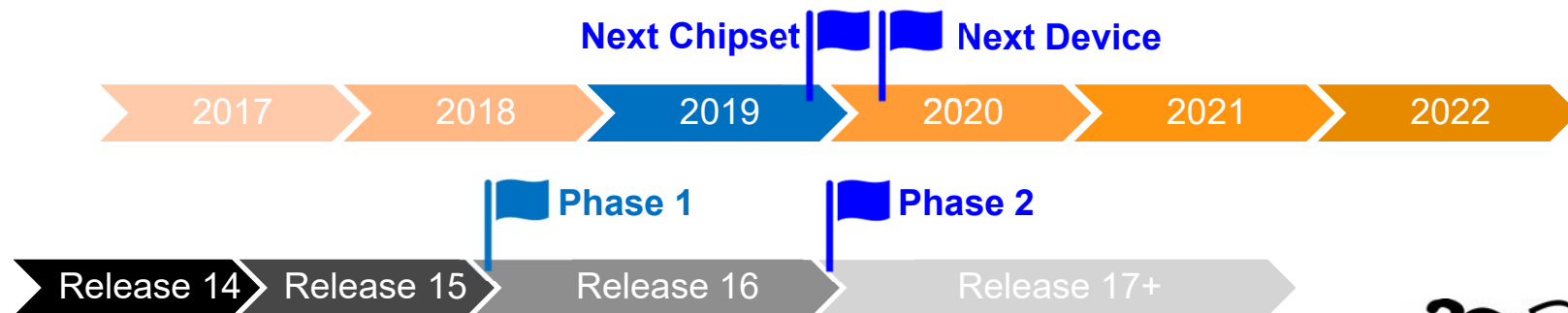


# III. 5G 표준

## ❖ 5G 표준과 Market

- **Phase 1** (Chipset, Device, Operator)
- **Phase 2** (Next Chipset, Next Device, Full Scale Commercial Service)

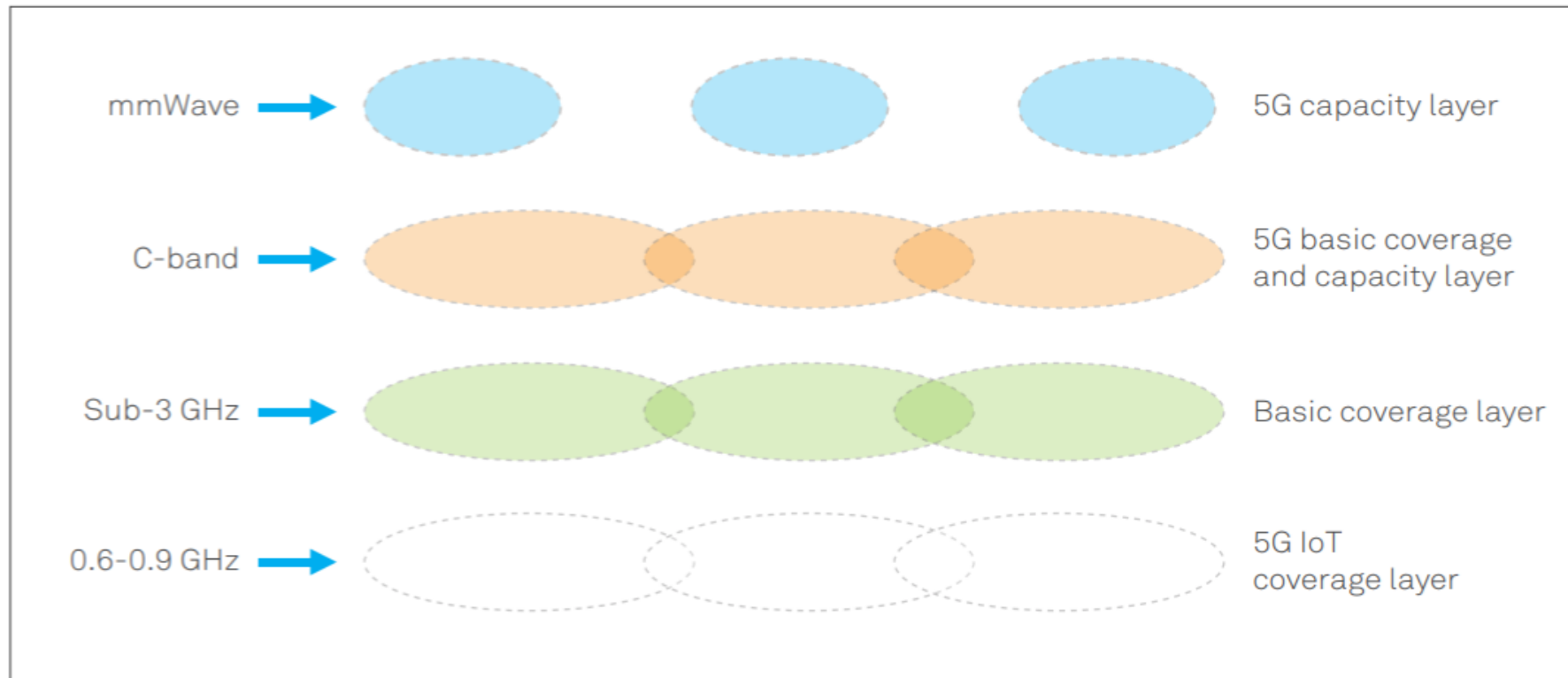
주파수	Sub 6GHz		Above 6GHz		
	<3GHz	3~5 GHz	6~24 GHz	24~30 GHz	30~40 GHz
Operator					
KT		3.5~3.6 GHz		26.5~27.3 GHz	
SKT		3.6~3.7 GHz		28.1~29.0 GHz	
LGU+		3.42~3.5 GHz		27.3~28.1 GHz	



# III. 5G 표준

## ❖ 5G Radio strategy

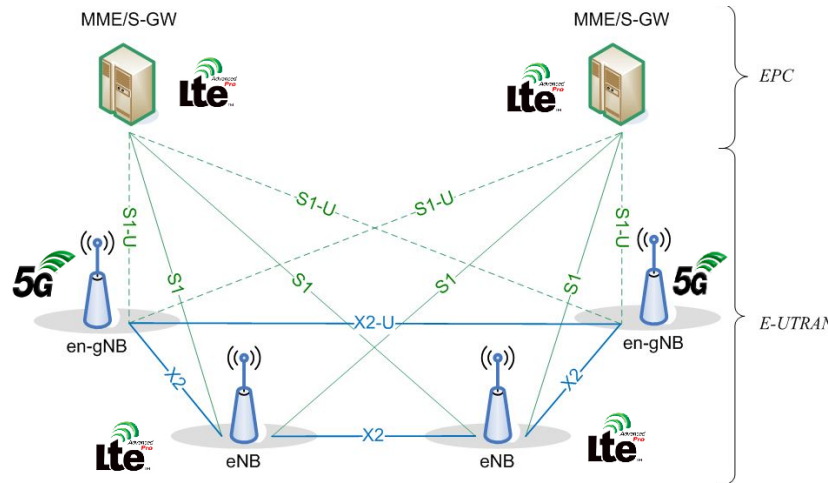
- 예: Indoor 5G Networks White Paper (HKT, GSA, Hwawei)
- Main: C-band (3.5-4.9 GHz bands) and 26-28 GHz mmWave.



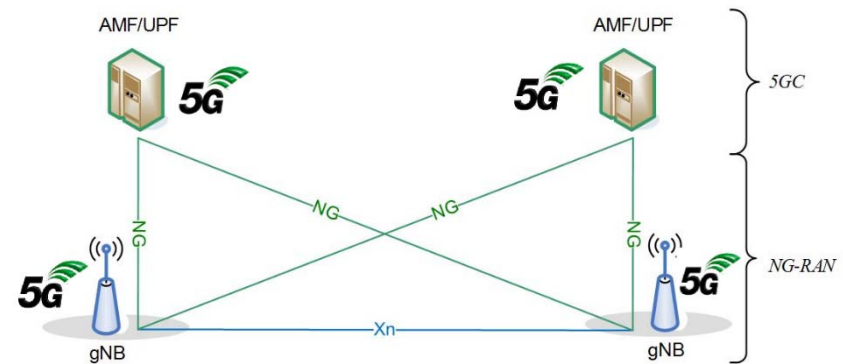
# III. 5G 표준

## ❖ 5G 아키텍처 고려

- 독립형(SA): Standalone Architecture
- 비독립형(NSA): 기존 4G LTE/EPC 연동 Non-Standalone Architecture
- 5G 서비스를 위한 아키텍처 구성은 NSA 에서 SA로 점차 변화 예상



NSA Architecture

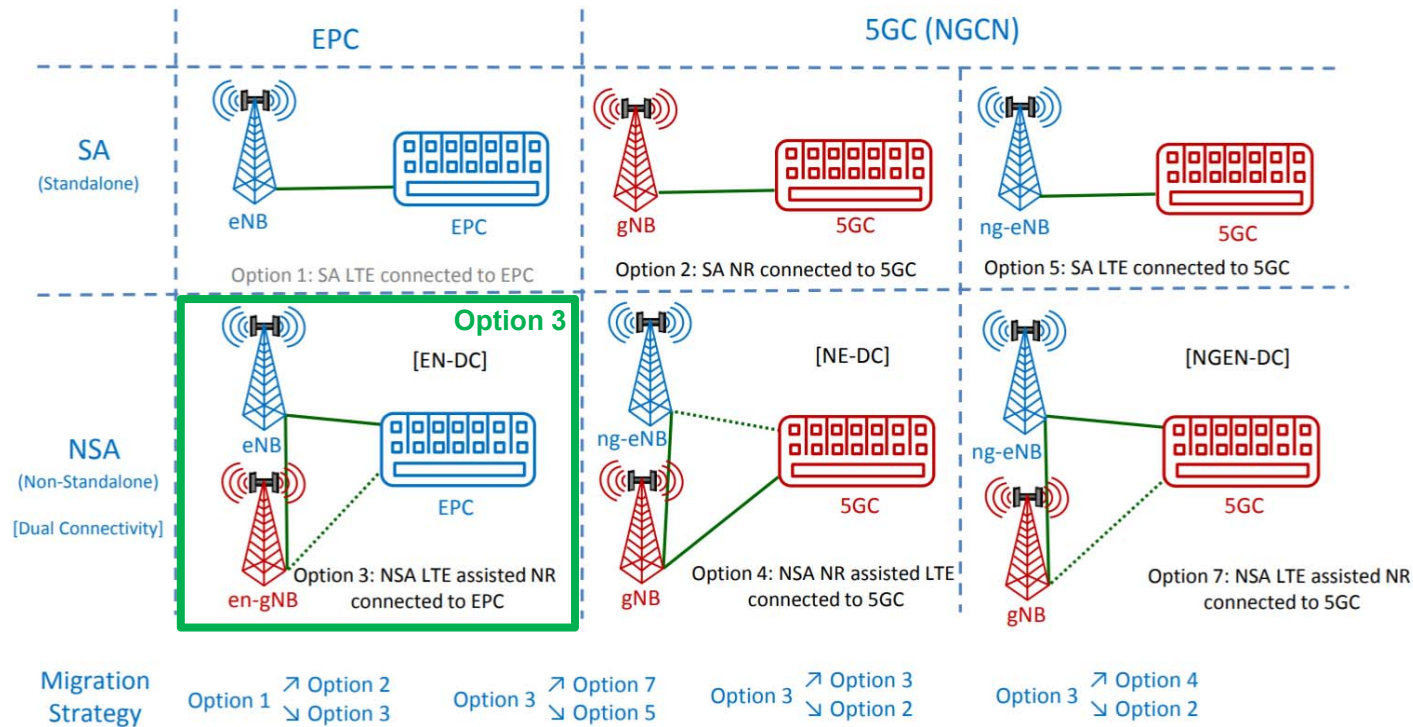


SA Architecture

# III. 5G 표준

## ❖ 통신사의 5G 마이그레이션 전략

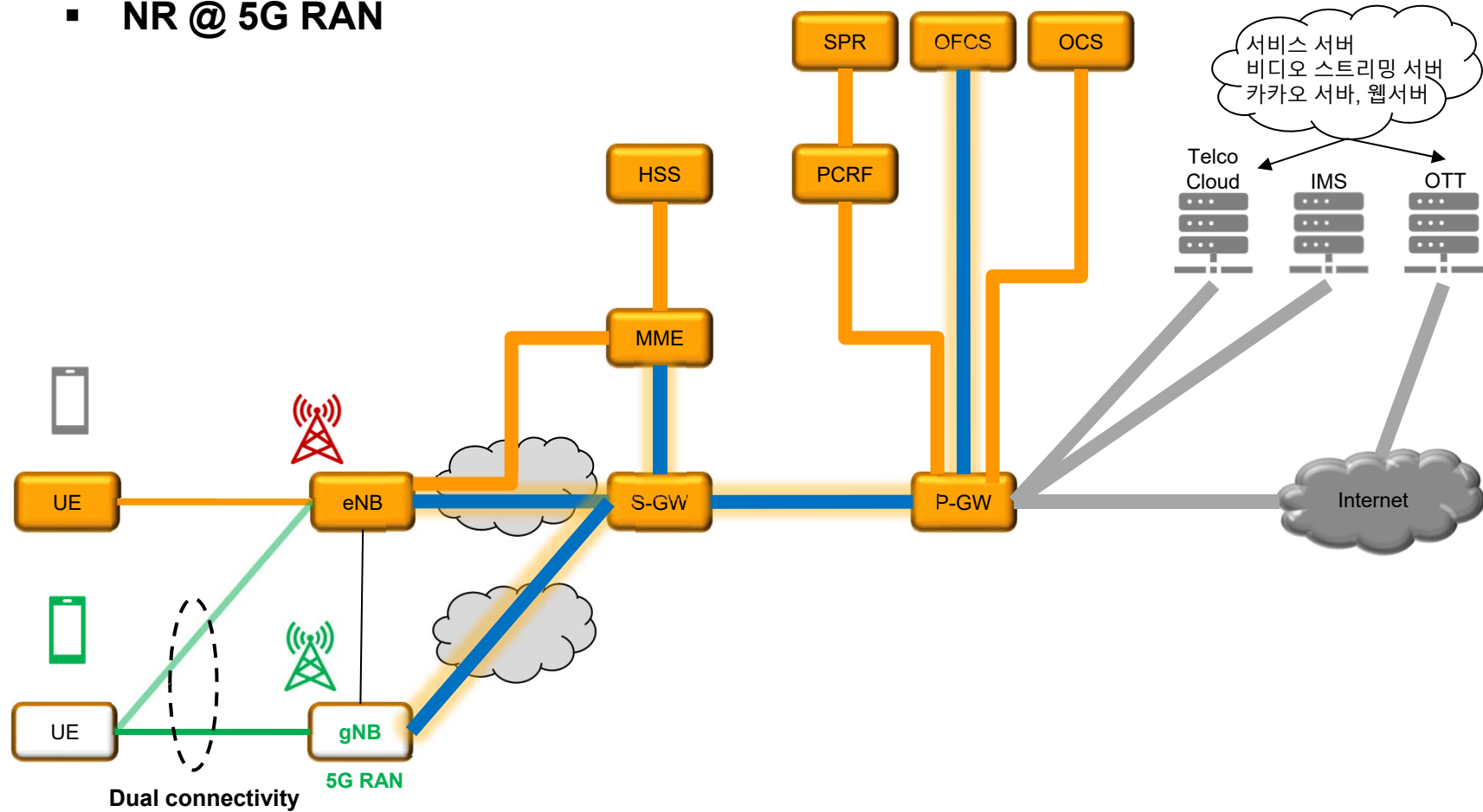
- **Option 3:** NSA LTE assisted NR connected to EPC (3GPP Rel. 15)
- **Option 4:** 3GPP Rel. 16에서 진행중
- **Option 7:** 3GPP Rel. 16에서 진행중



# III. 5G 표준

## ❖ Dual connectivity @ 5G

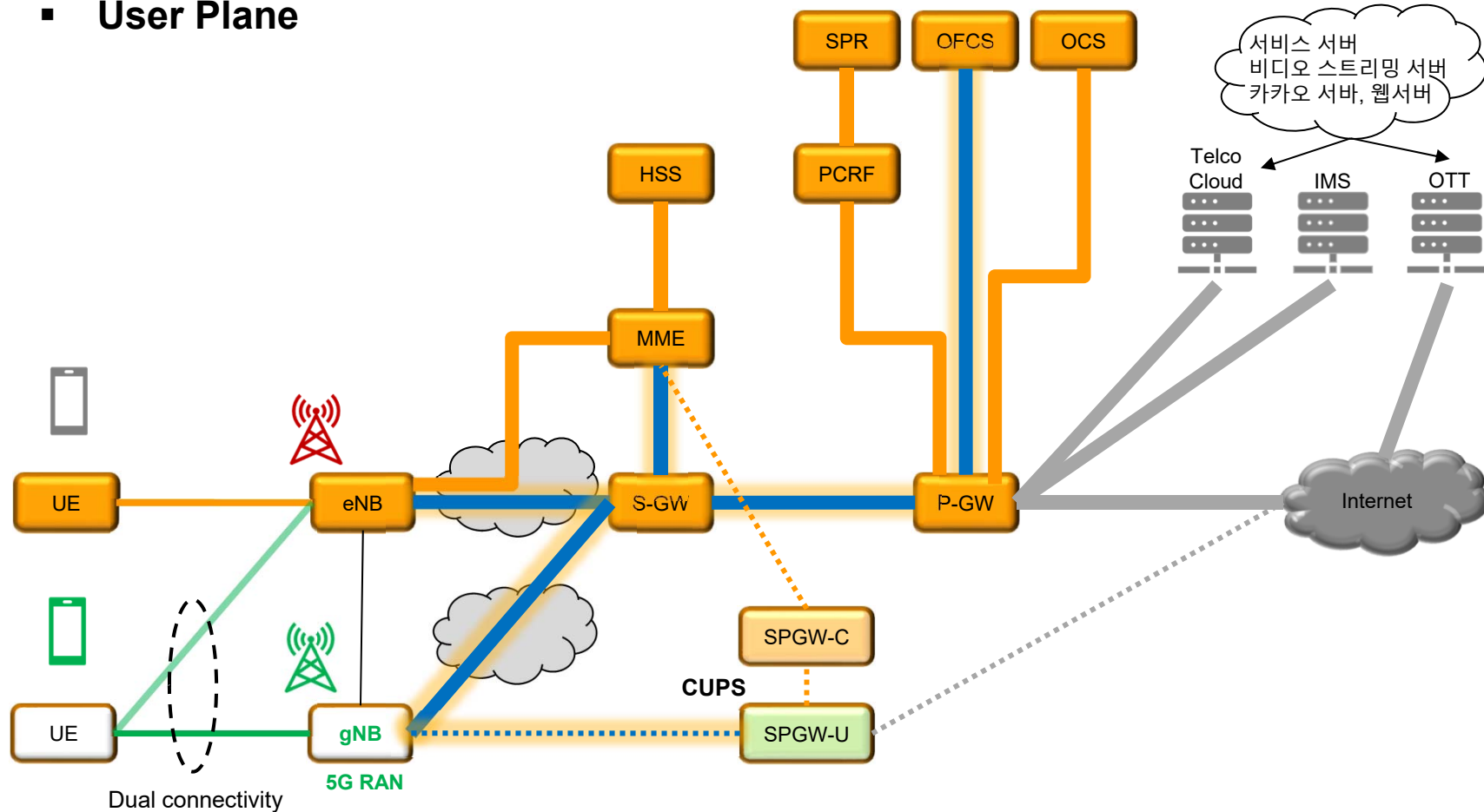
- LTE @ 4G RAN
- NR @ 5G RAN



# III. 5G 표준

## ❖ CUPS

- Control Plane (클라우드 서비스화)
- User Plane

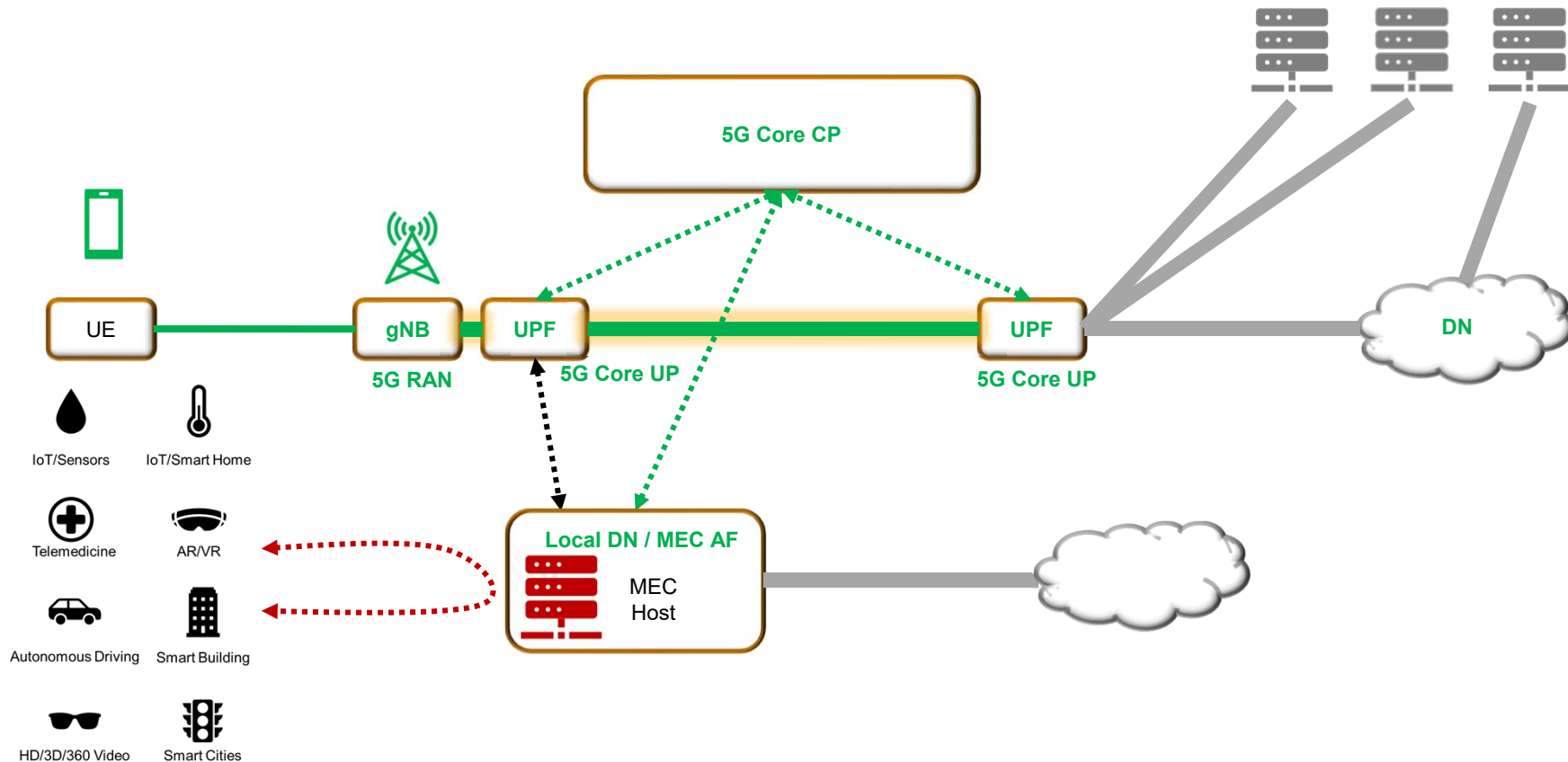




# III. 5G 표준

## ❖ 모바일 에지 컴퓨팅 (MEC) @ 5G

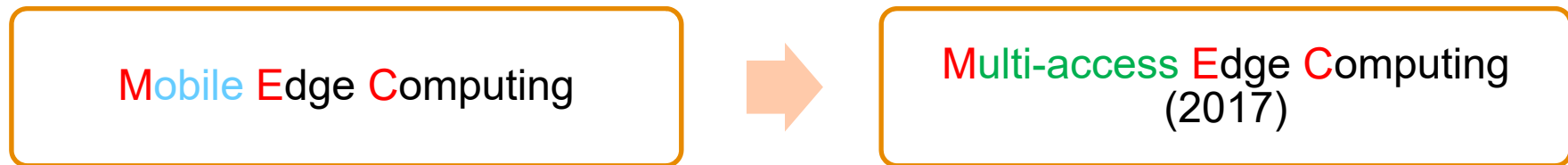
- 5G RAN (gNB)
- 3GPP NE (5G 코어)
- 5G Core CP/MEC (데이터센터 기반의 클라우드 기술 도입)



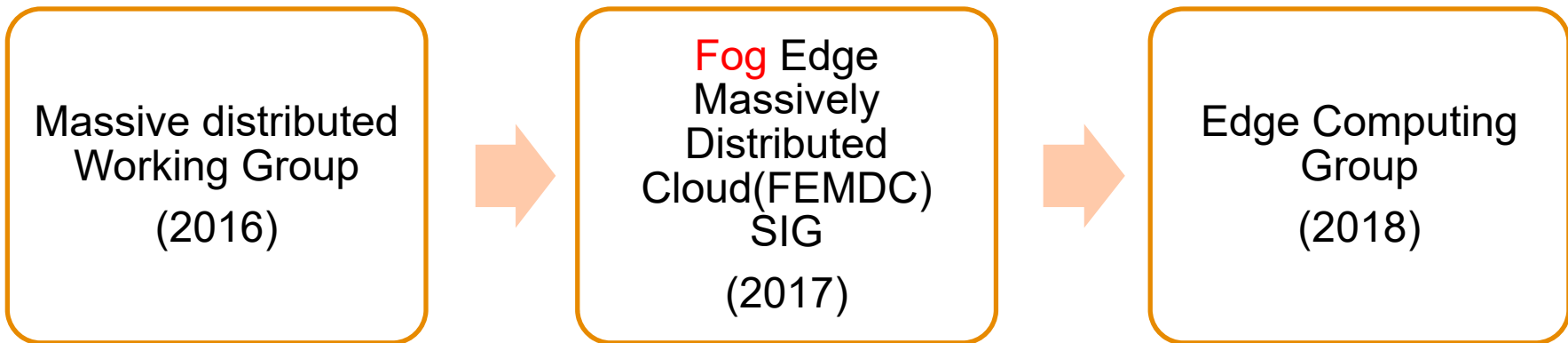
# III. 5G 표준

- ❖ ETSI의 MEC (Mobile|Multi-access Edge Computing)
- ❖ OpenStack Foundation의 Edge Computing Group

- ETSI



- OpenStack Foundation

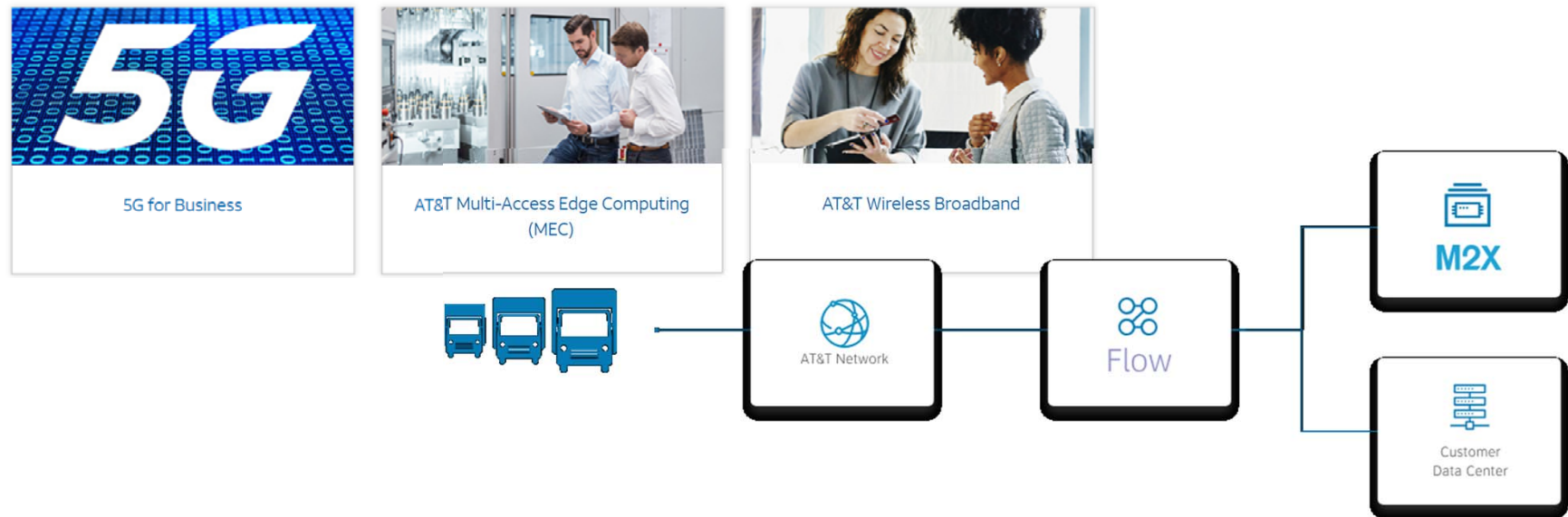


# IV. Use case

- ❖ 통신사의 5G 사업 모델
- ❖ AT&T (예)
  - API 공개 (Flow Designer, M2X, Video Optimizer)

## Products and Services

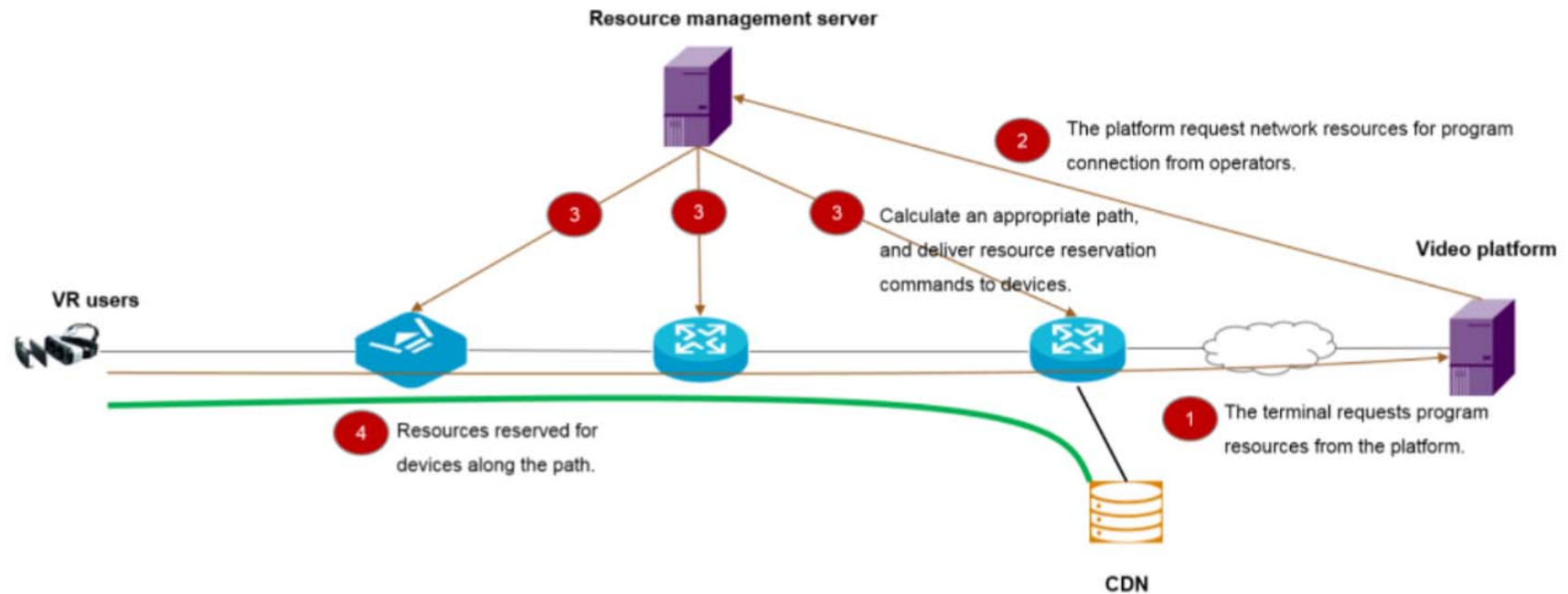
Harness the power of 5G for your business



# IV. Use case

## ❖ AR/VR

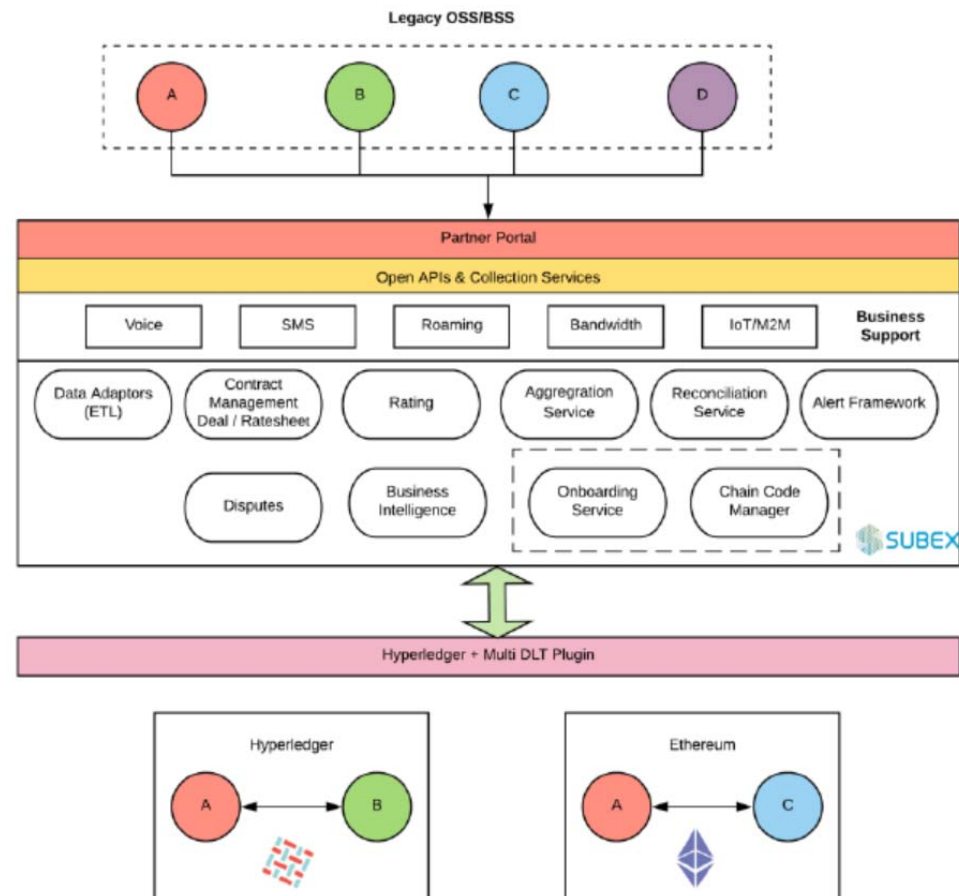
- VR/AR White Paper (Hwawei)
- Customized network services based on VR services



# IV. Use case

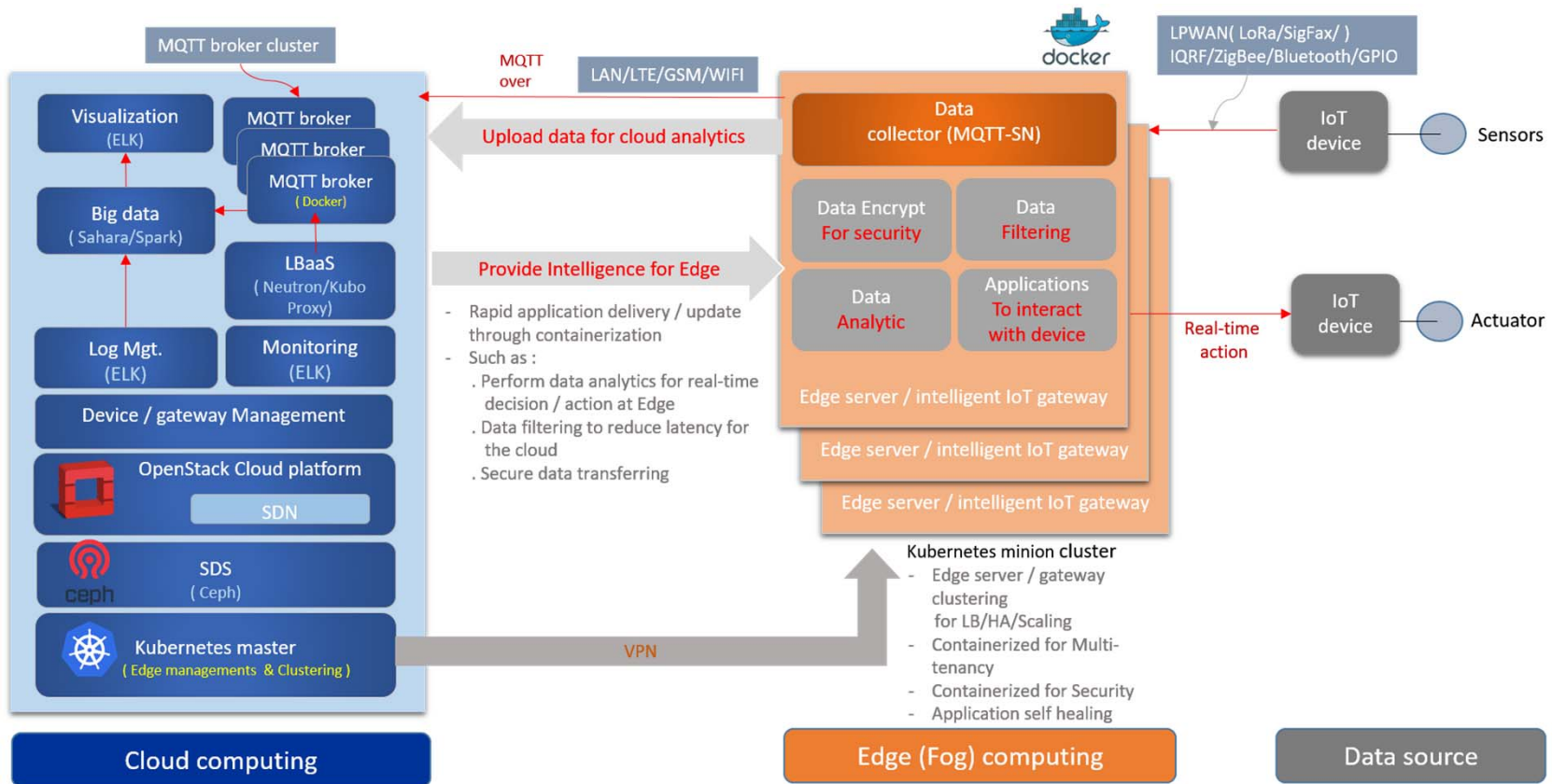
## ❖ Hyperledger-based Solution for Inter-carrier Charges

- Solution for Reducing the Cost of Settling Inter-carrier Charges
- Business Architecture



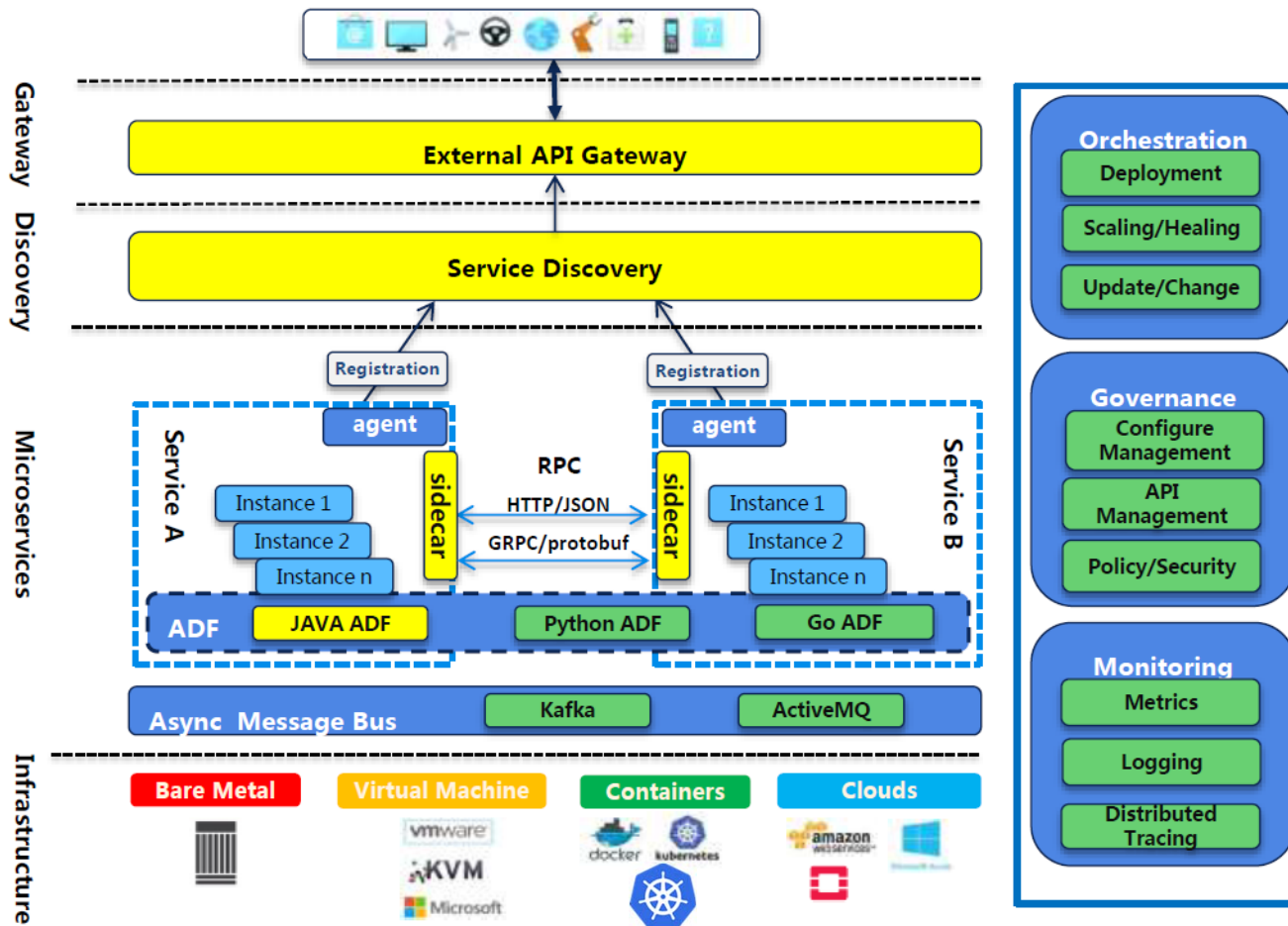
# IV. Use case

- ❖ Edge Computing / Machine Learning 고려
- ❖ 예: inwinstack



# IV. Use case

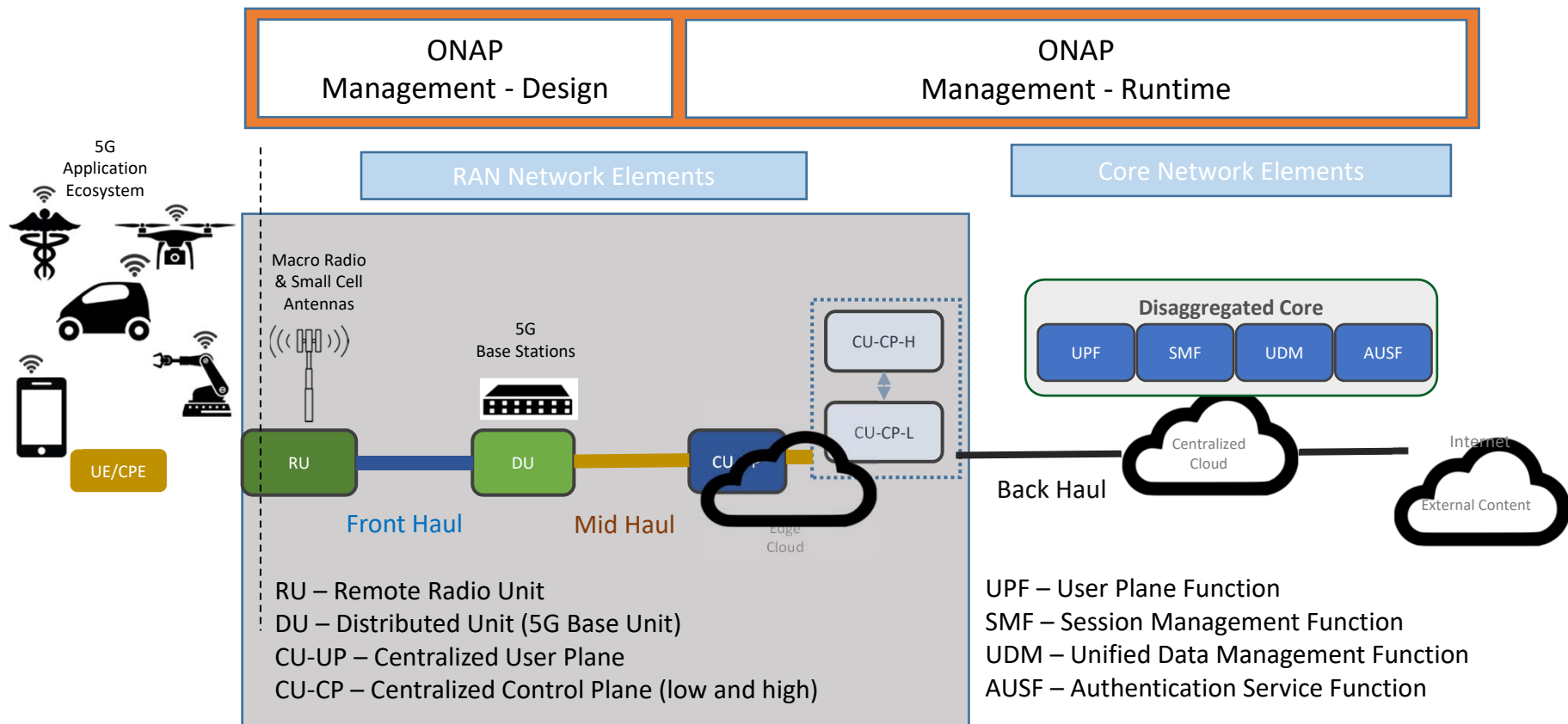
- ❖ 마이크로서비스 아키텍처 기반 오케스트레이션
- ❖ OMSA - ONAP Microservice Architecture (예)



Note: this diagram is a functional view of OMSA, which is not mapped to specific projects

# IV. Use case

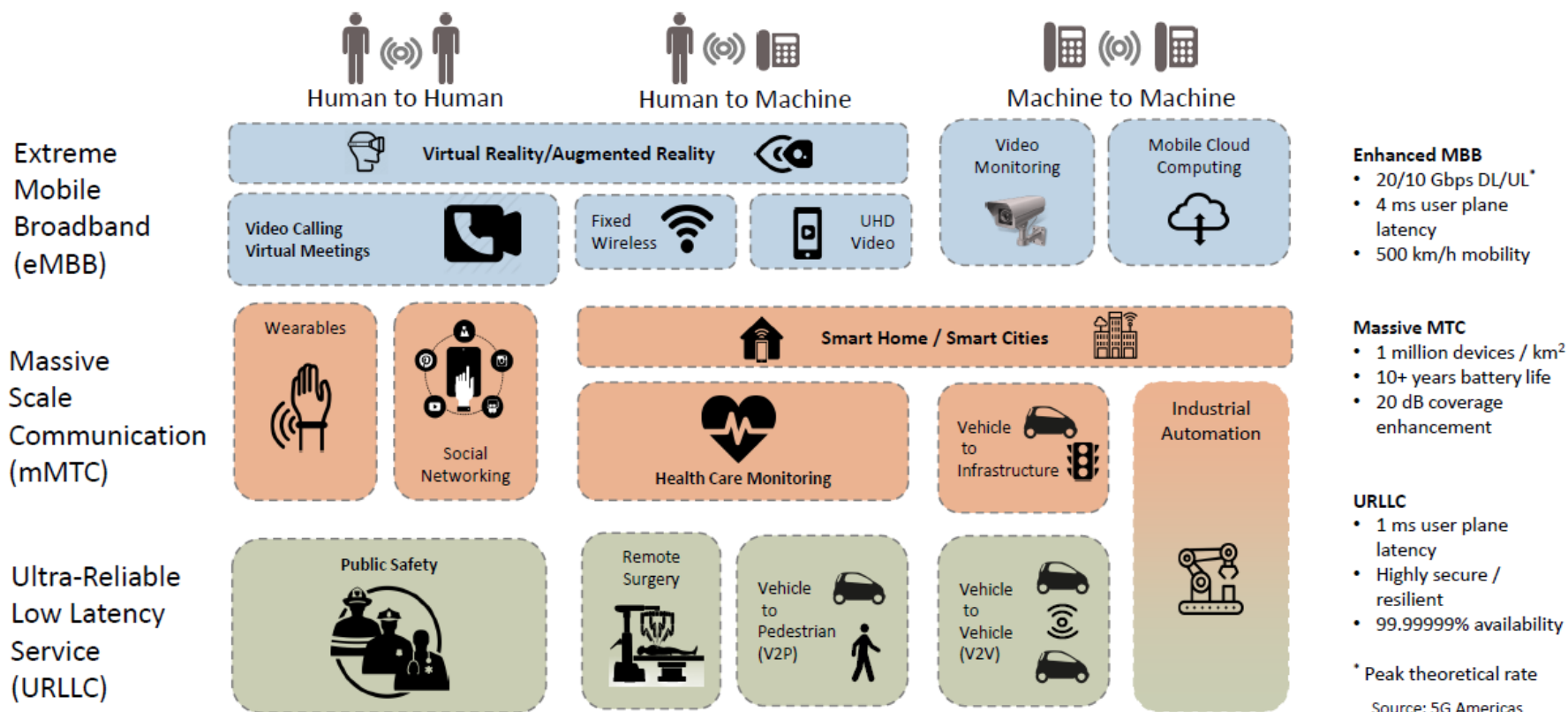
- ❖ 5G Enterprise Business 변화
- ❖ 기업을 위한 5G LAN (예: 5G 기지국, 5G Core, MEC 서버 제공)





# IV. Use case

## ❖ 5G 서비스 시나리오 ('3G4G'의 Use Case 예)



# V. Edge Cloud Computing

- ❖ **에지 클라우드 (Edge Cloud)** : 에지(Edge)에서 새로운 서비스와 애플리케이션을 지원하기 위한 서비스 사업자의 인프라 구성으로 새로운 시장의 기회가 열리고 5G를 포함한 발전단계를 위한 준비가 필요함



IoT/센서



IoT/스마트홈



원격진료



AR/VR



자율주행 자동차



스마트빌딩



HD/3D/360 비디오

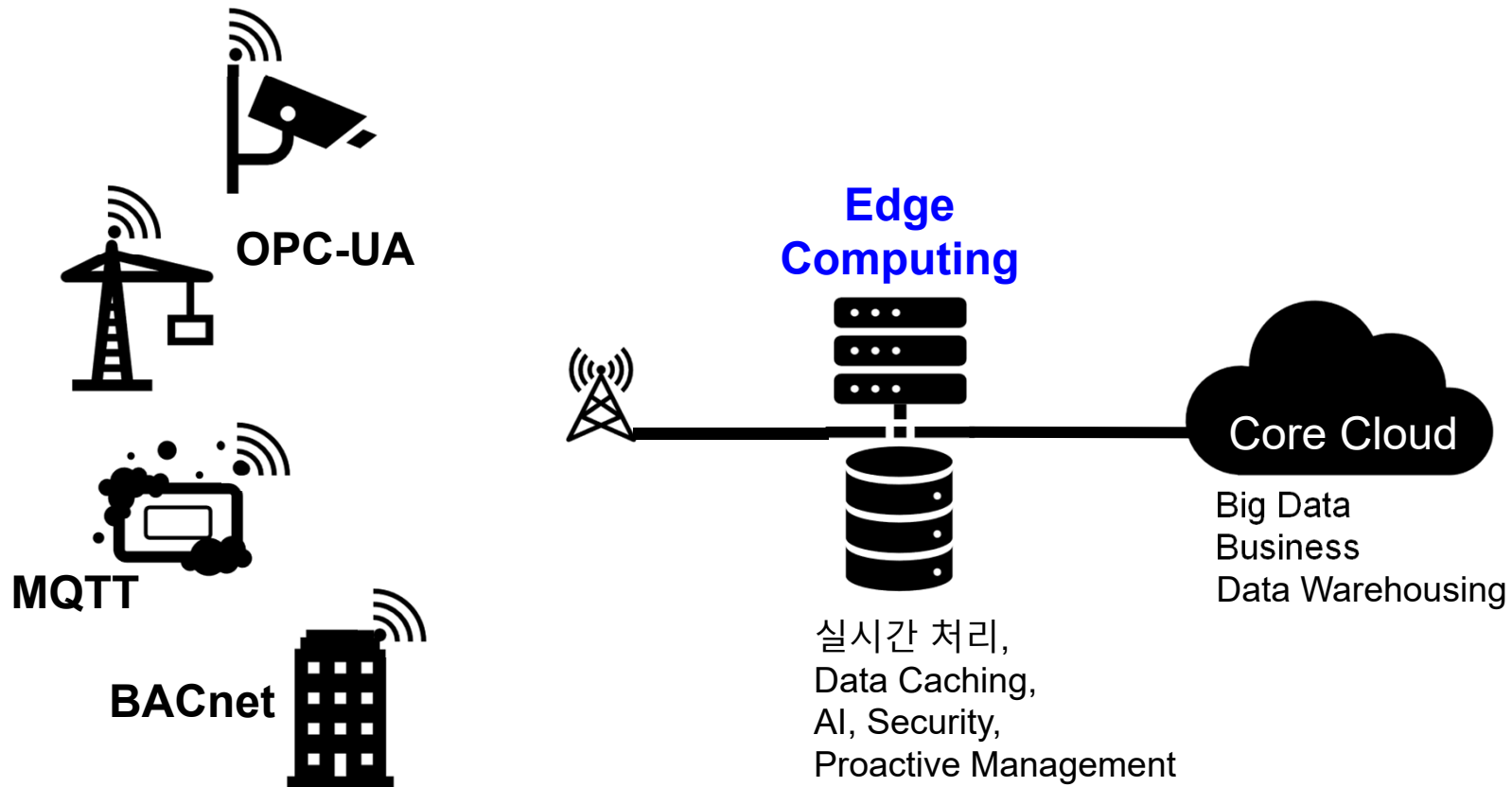


스마트 시티



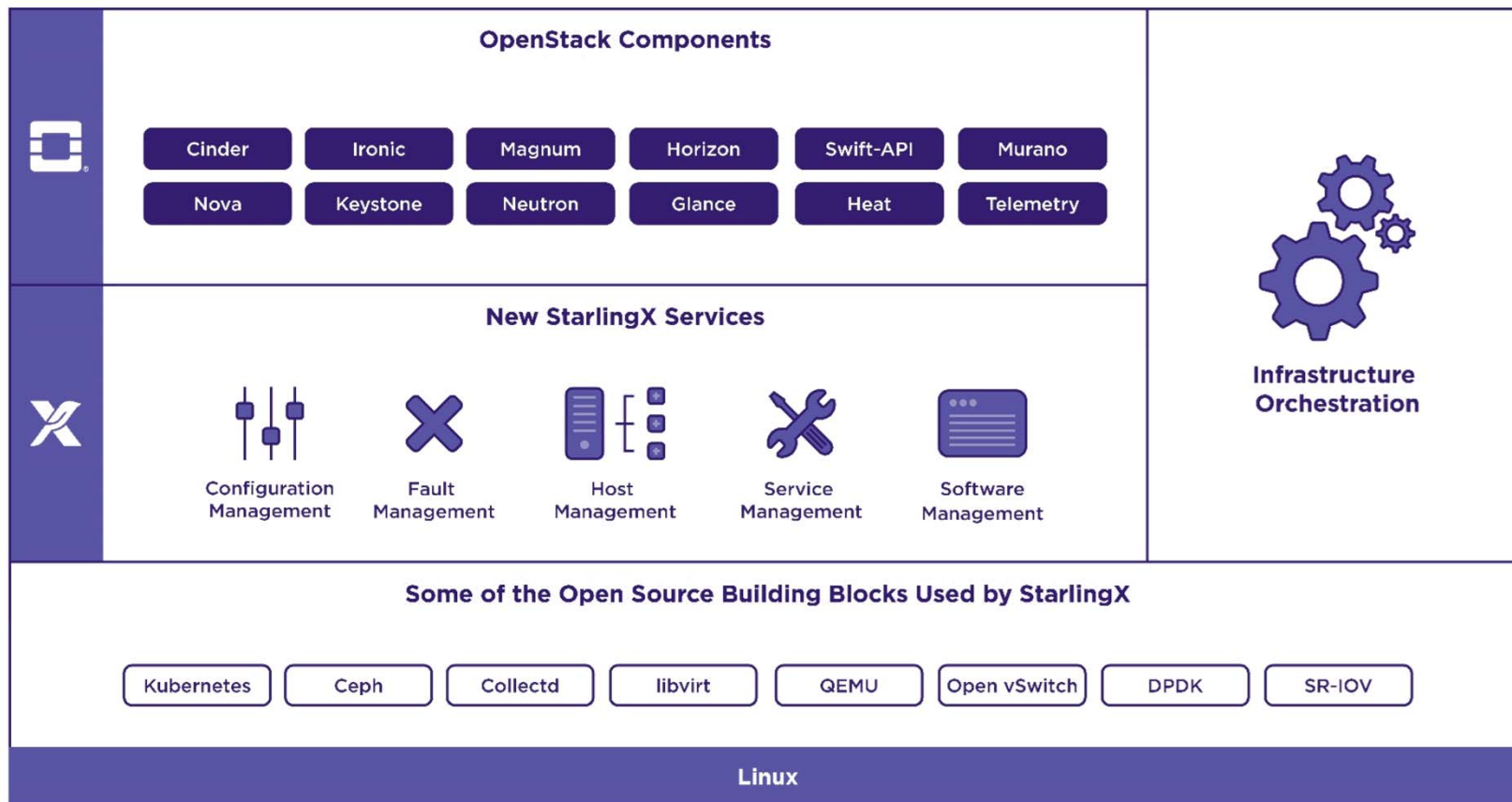
# V. Edge Cloud Computing

- ❖ 에지 컴퓨팅 (Edge Computing) : 데이터를 발생하는 사물 옆이나 내장하는 형태의 컴퓨팅



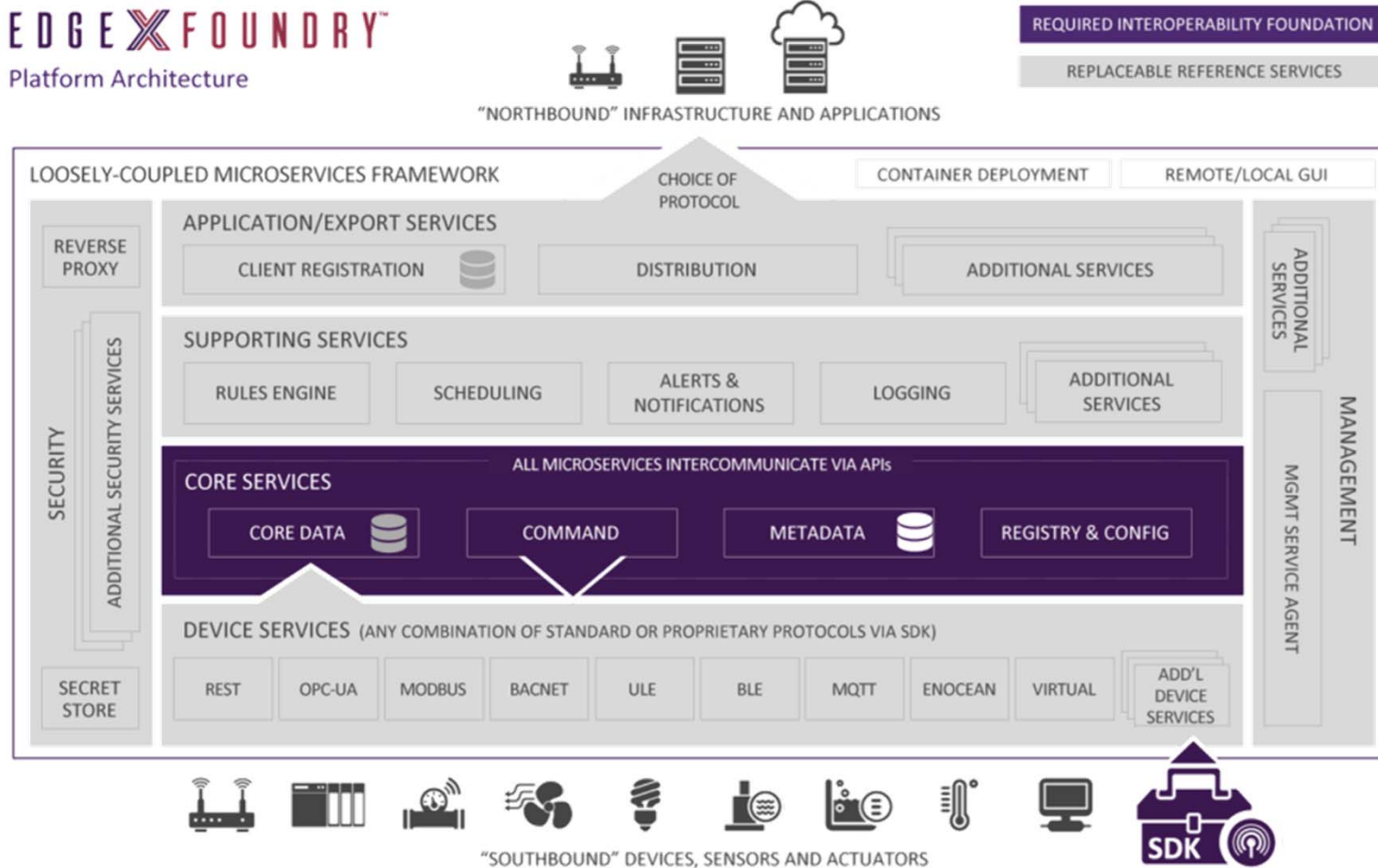
# V. Edge Cloud Computing

## ❖ 인프라 오케스트레이션 발전 방향 고려



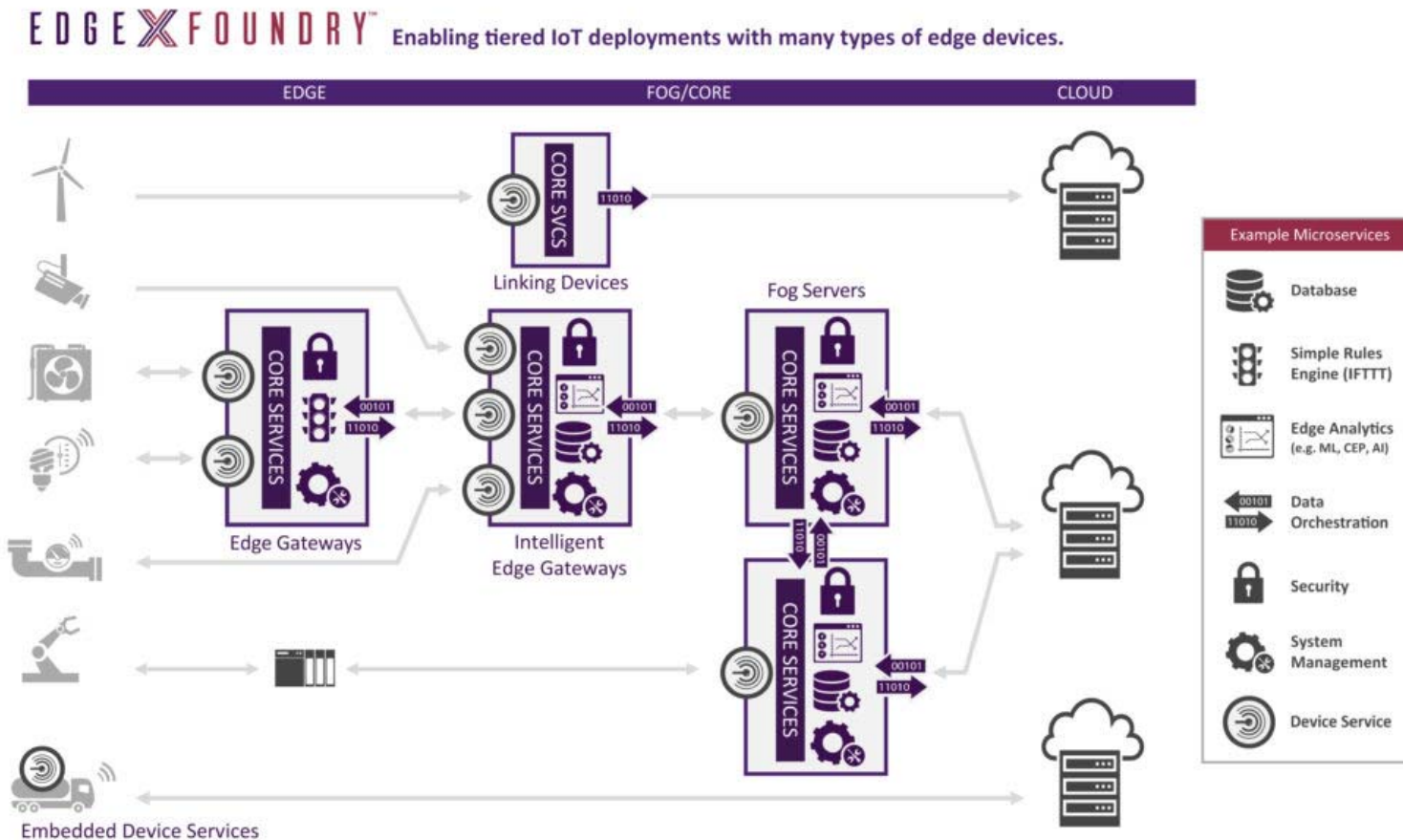
# V. Edge Cloud Computing

- ❖ 아키텍처 기반의 도구 고려
- ❖ 예: Loosely-Coupled Microservice Platform Architecture



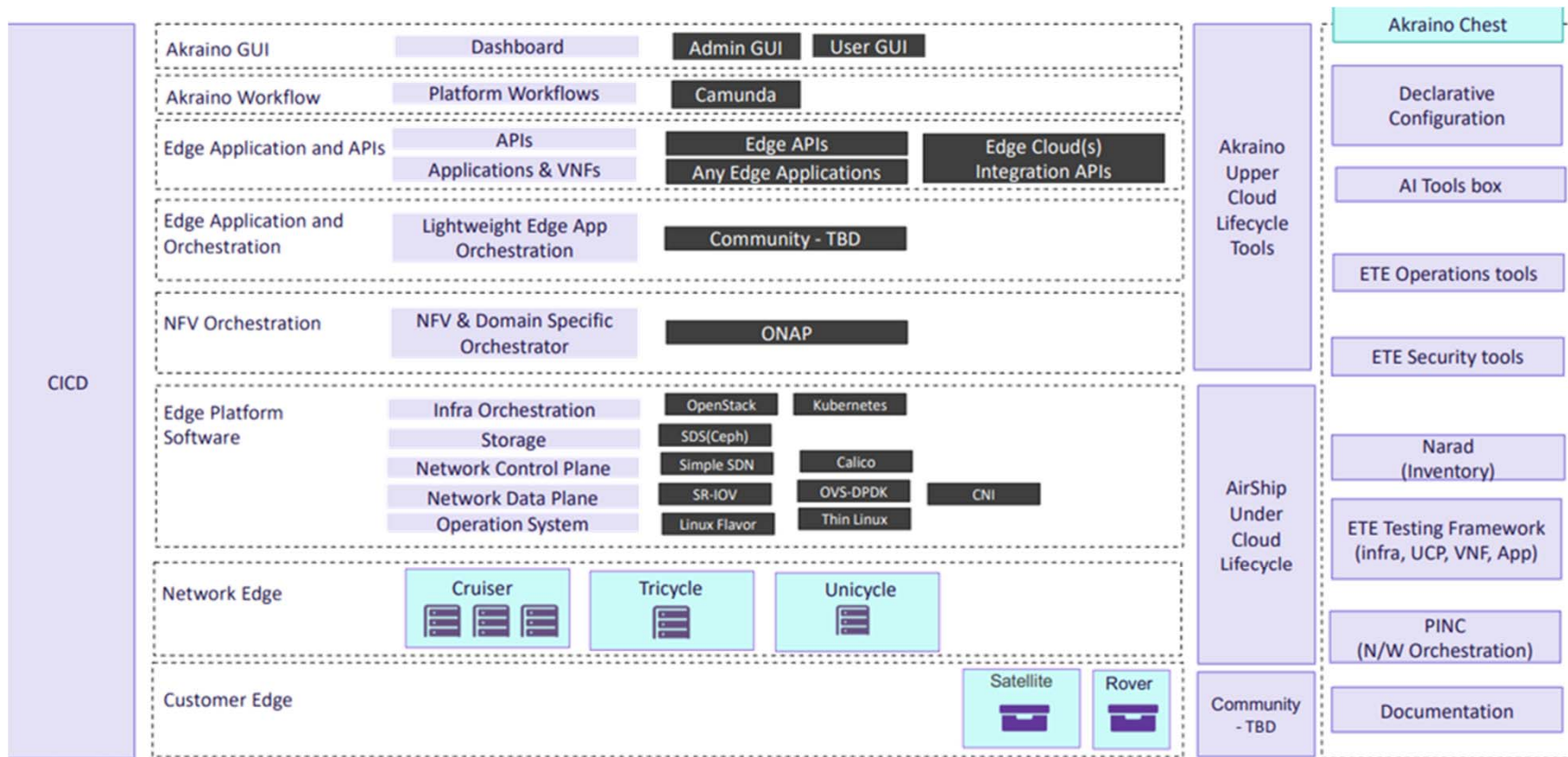
# V. Edge Cloud Computing

- ❖ 적용 방법 고려
- ❖ Optional Reference Services



# V. Edge Cloud Computing

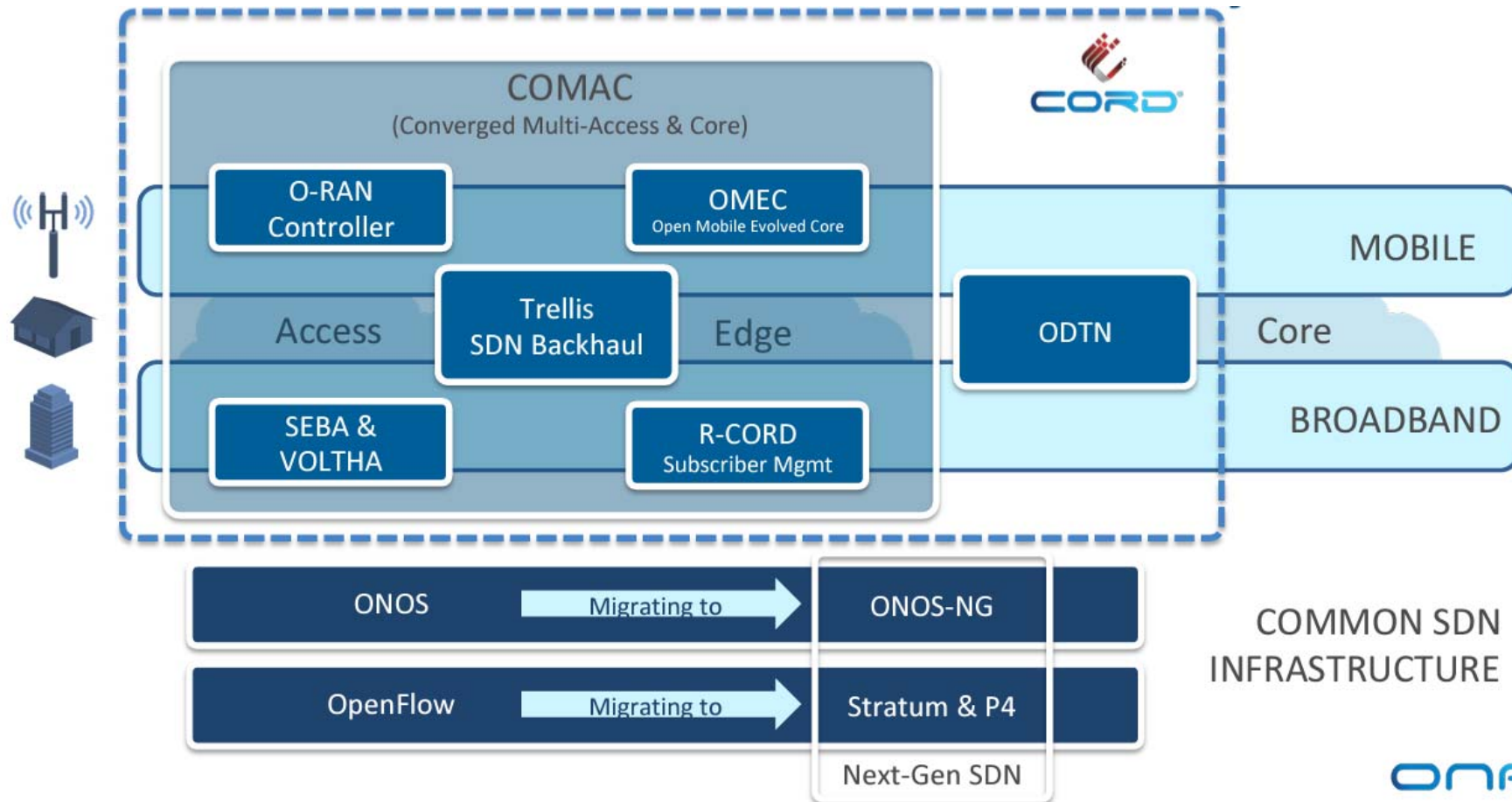
- ❖ 리눅스 재단의 에지 아키텍처 프로젝트 제안
- ❖ 통신사의 기지국 및 기업 환경 API 제공 응용 시장 (예)
- ❖ Akraino Edge Stack: AT&T 와 Intel 제안



Source: AT&T

# V. Edge Cloud Computing

## ❖ COMAC 환경 고려





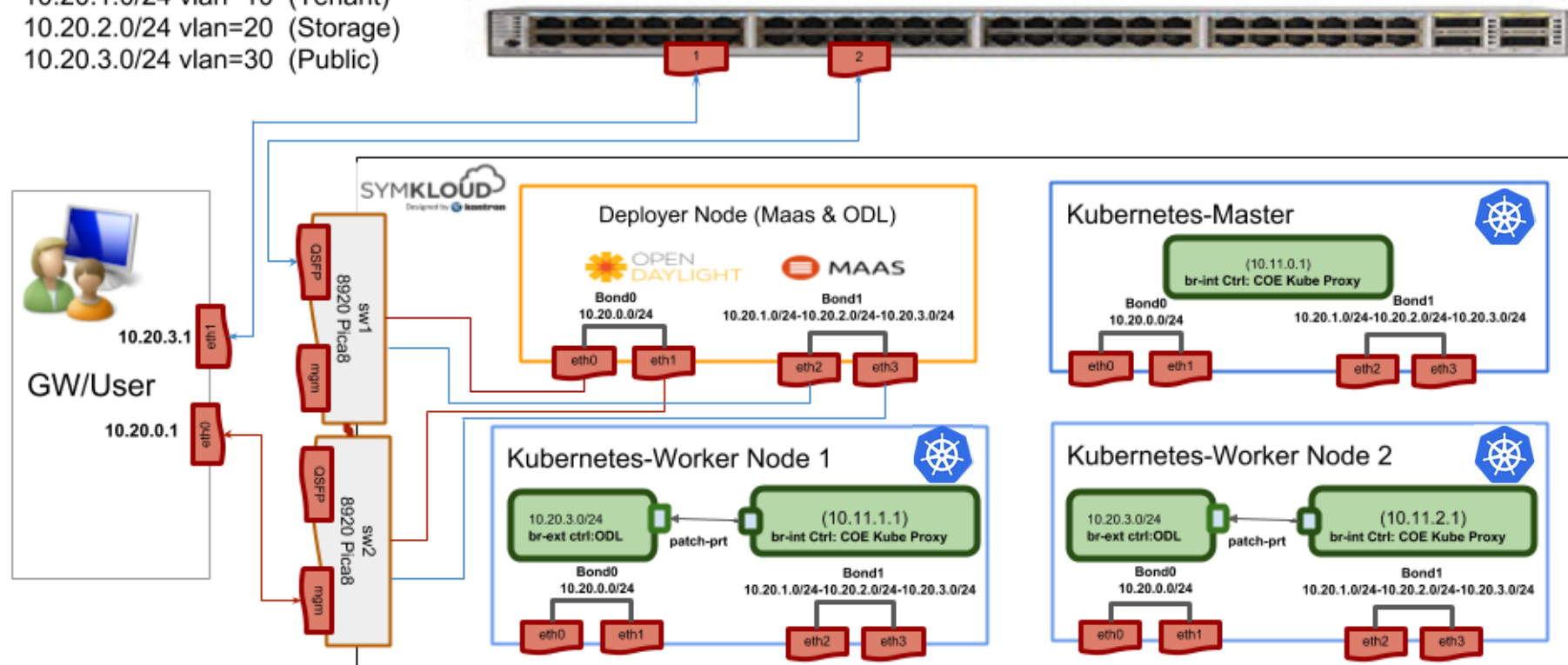
# V. Edge Cloud Computing

## ❖ Telco를 위한 K8s의 제어플레인 기능 배포

- Telco의 SDN 스택을 위한 K8s 채택 (예)
- K8s는 제어기능의 배포 위치 변경 요구 수용 필요 (DC or UP)

10.20.0.0/24 untagged (Management)  
 10.20.1.0/24 vlan=10 (Tenant)  
 10.20.2.0/24 vlan=20 (Storage)  
 10.20.3.0/24 vlan=30 (Public)

Telco의 SDN 스택을 위한 K8s 채택 제조사 제공 (예)



# V. Edge Cloud Computing

- ❖ LF Edge: 리눅스 재단이 2019년 1월 시작한 프로젝트
- ❖ 60 members, including Arm, AT&T, Dell, Ericsson, IBM, Intel, Huawei, Red Hat, Samsung
- ❖ Projects:
  - **Akraino Edge Stack**
  - **EdgeX Foundry** (a common open framework for IoT edge computing)
  - **Open Glossary of Edge Computing**
  - **Home Edge Project**
  - **EVE** (Edge Virtualization Engine, open and agnostic standard edge architecture)

 LF EDGE

 AKRAINO  
EDGE STACK

 HOME  
EDGE

 OPEN GLOSSARY  
OF EDGE COMPUTING

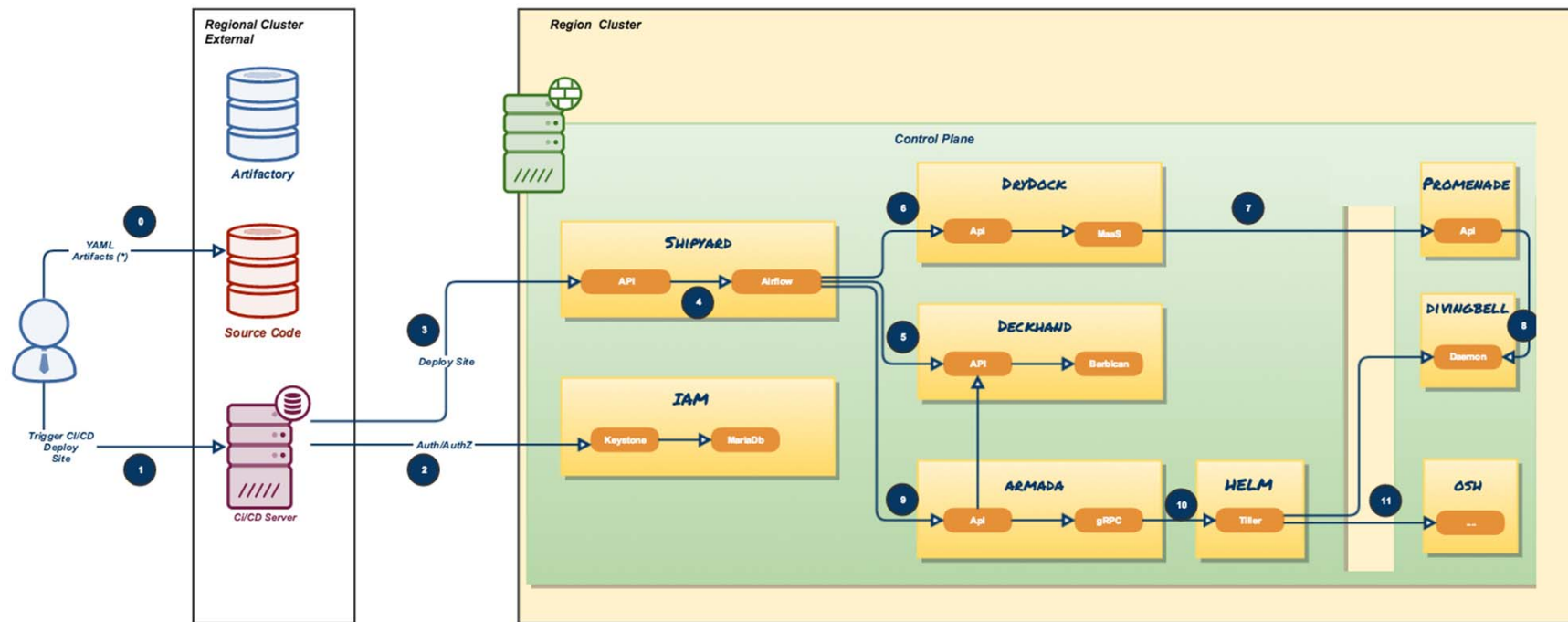
 EVE  
EDGE VIRTUALIZATION  
ENGINE

 EDGEX FOUNDRY™

# V. Edge Cloud Computing

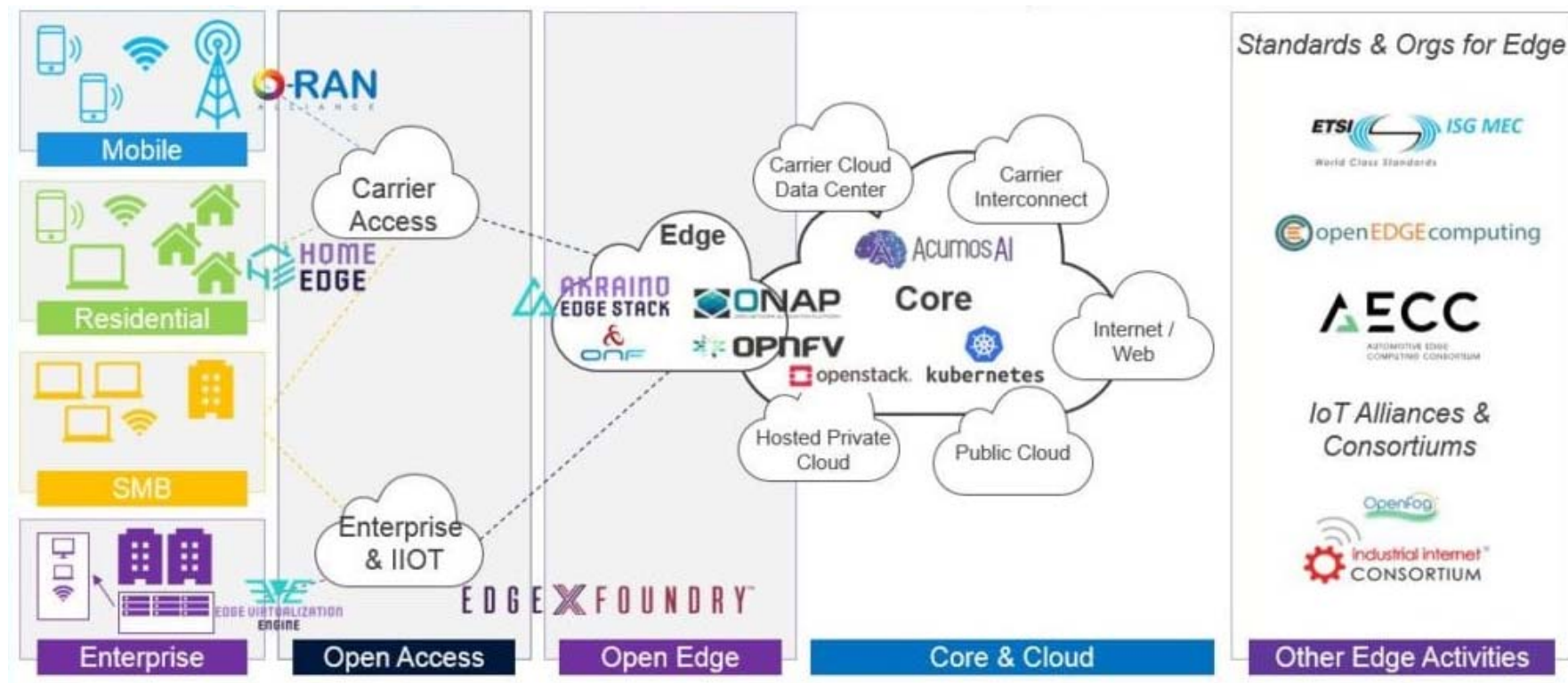
- ❖ **Airship**: a collection of components that coordinate to form means of configuring and deploying and maintaining a Kubernetes environment using a declarative set of yaml documents. More specifically, the current focus of this project is the implementation of OpenStack on Kubernetes (OOK).

## ARCHITECTURE



# V. Edge Cloud Computing

- ❖ LF Open Source Edge
- ❖ Standards, Ref Arch and Ref Implementation



# V. Edge Cloud Computing

## ❖ 요약: 통신사의 Edge Cloud Computing 필요 기술

- **VM/컨테이너/베어메탈 관리** (구성, 스케줄, 적용, 대기, 재시작, 셧다운 등)
- **이미지 관리** (VM, 컨테이너)
- **네트워크 관리** (VM/컨테이너의 인프라 연결, 사용자를 위한 외부 연결)
- **스토리지 관리** (에지 애플리케이션을 위한 스토리지 서비스)
- **관리 도구** (분산 인프라를 위한 관리자 운영 인터페이스 등)
- **WAN 경유 시 스토리지 지연 고려** (지연 값 확인/고려 필요)
- **에지 보안 강화** (물리와 앱의 통합 사이트 모니터링, 필요시 제어 필요)
- **오케스트레이션 도구** (많은 사이트들의 통합, 제어 프레임의 피어링 “self organizing edge”)
- **에지 플랫폼을 위한 오케스트레이션의 페더레이션**
- **동기화** (코어와 연결이 단절되는 것을 고려한 전달의 추상화)
- **네트워크 파티셔닝 이슈** (짧거나 긴 단절의 경향)
- **에지앱 라이프사이클 관리 도구** (지연 민감 앱 스케줄링의 ‘constraints 배치’, provisioning/scheduling of applications, 내/외부 이벤트에 따른 Use Case와 성능 고려 재배포)
- **위치 감지 통합**
- **제한된 하드웨어 자원 고려 거시적 설계**

# V. Edge Cloud Computing

## ❖ 요약: MEC의 에지 접속 기술

- Base Stations, including mobile base stations, cell towers, central office base stations
- RAN for LTE/5G
- Radio network controller for WiFi
- Cable modem termination systems (CMTS) for cable
- PON OLT for fiber or the access points for other networks such as Zigbee, CBRS, LoRA, DSL, MuLTEfire, private LTE.
- Hot spots
- Small cells
- Data centers (and micro-data centers)
- Routers
- Switches
- WiFi access points

