

ONK 2021

## 5G와 SDN/NFV기반 네트워크 기술 발전 방향 – Private 5G

옥기상 (ksok71@gmail.com)  
2021.11.26



# 목차

## I 5G 현황 및 전망

- 5G Infra 구조 현황
- 5G 변화 방향 – Biz 및 기술 변화
- 5G Open Source 솔루션 (5G CORE + 5G RAN)

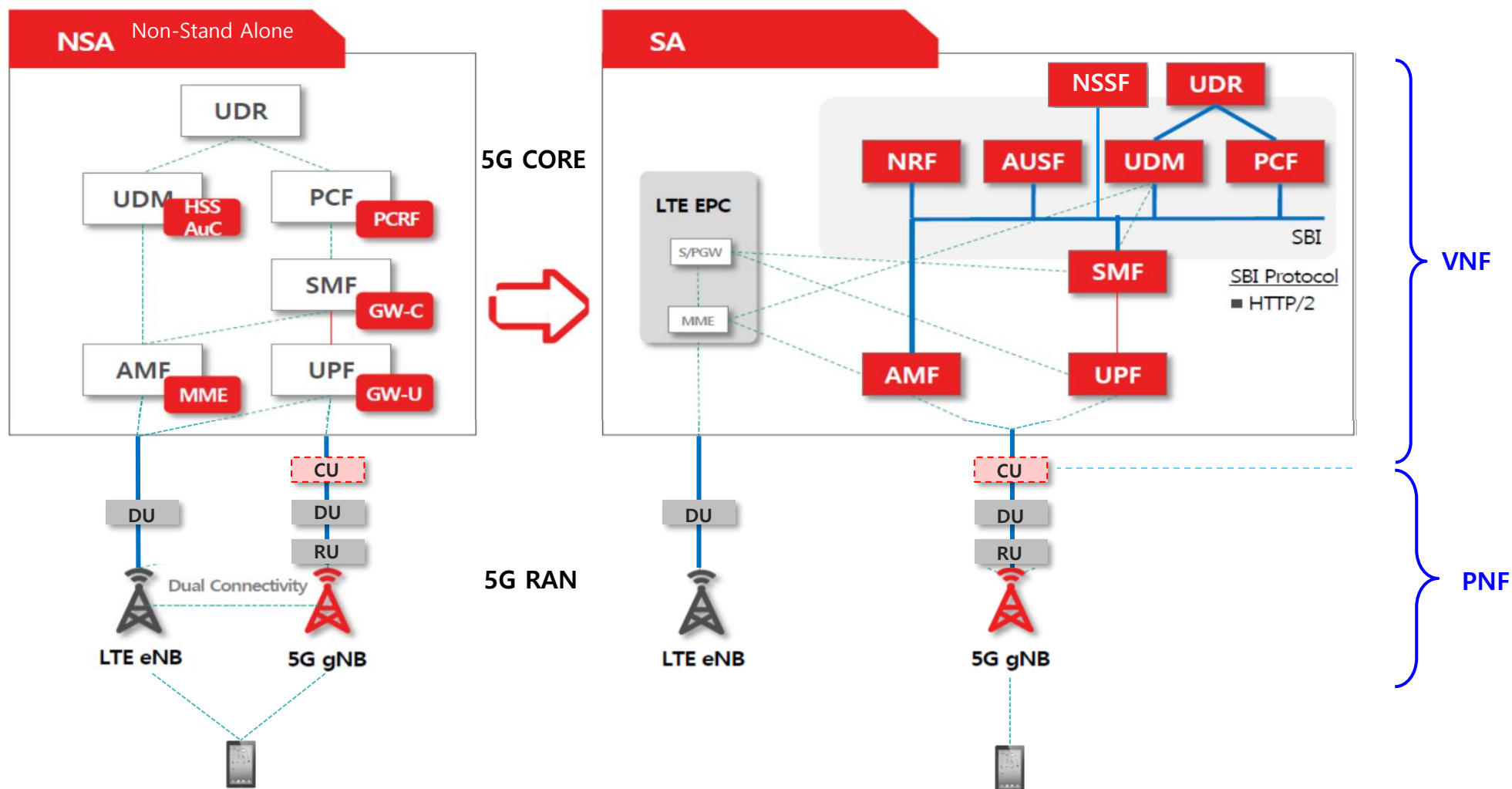
## II NFV/SDN 현황 및 전망

- NFV/SDN 구조 현황
- NFV/SDN 변화 방향 – Cloud-native
- MSA기반 CNF 및 Orchestrator 방향

## III 5G & NFV 전망 요약

## I.1 5G Infra 구조

- 5G CORE – VNF (범용 서버기반 가상화), 5G RAN (RU, DU) – PNF, CU- VNF (벤더별 상이)

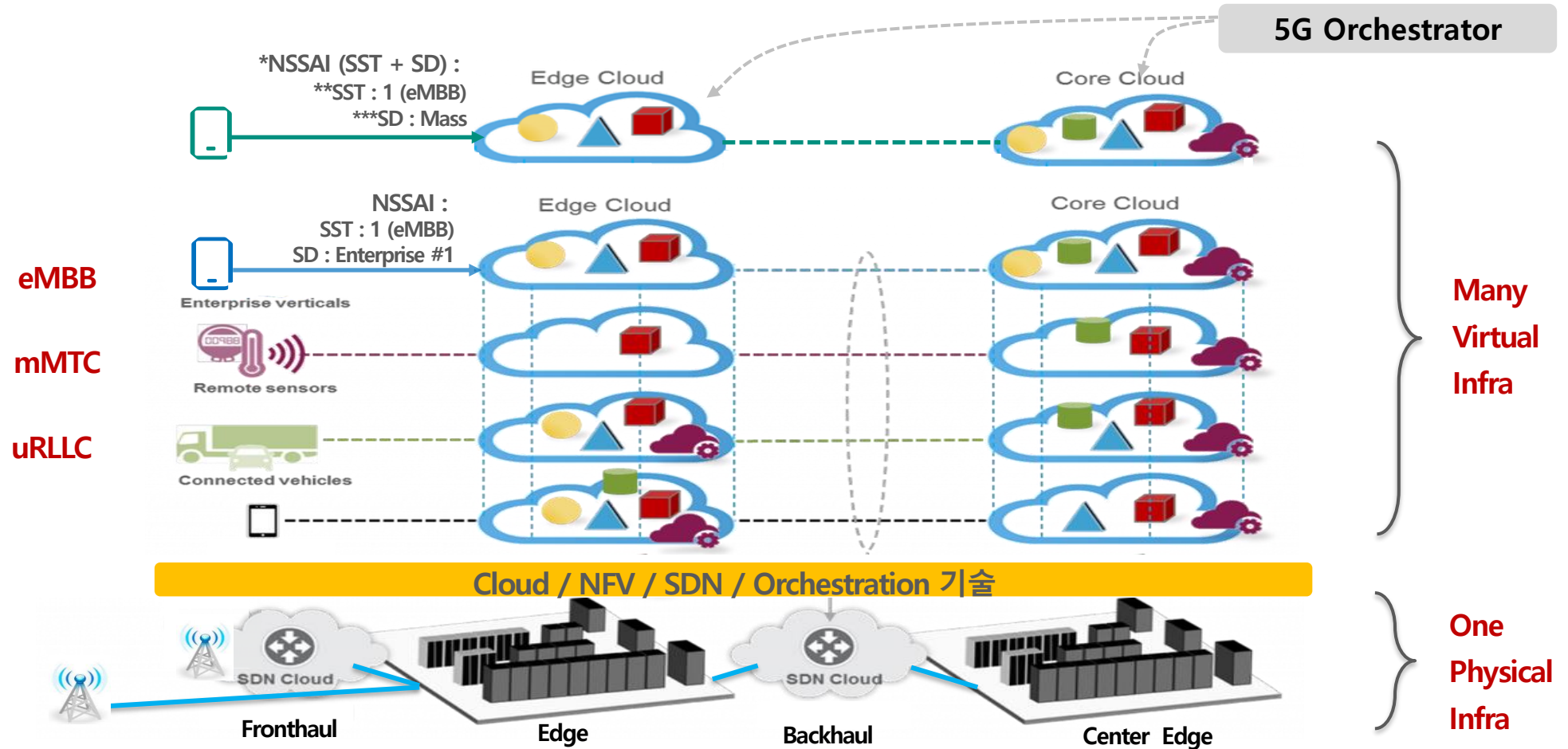


## I.1 5G Infra 구조

- 5G Infra & Network Slice Deploy

5G Network Slice : 물리 (Cloud) Infra기반으로 여러 개의 논리적인 Network을 만드는 기술

- eMBB 초고속, uRLLC 초저지연, mMTC 초연결성 특성의 Network를 용이하게 제공 (SST/SD로 식별)





## I.2 5G 변화 방향 – Private 5G

- 개인/일반 고객/스마트폰용 서비스에서 기업/특수 목적/다양한 산업 기기용 서비스로 확대

### 초기

5G NSA (5G Phase 1) : <6GHz, eMBB

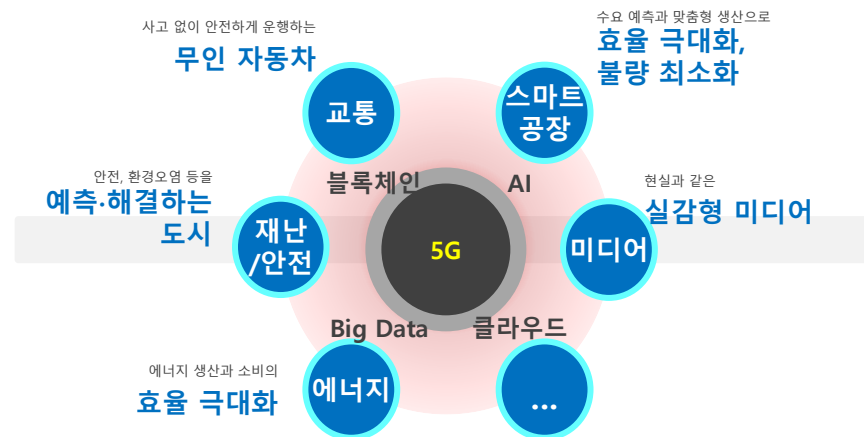
개인간 통신서비스 진화



### 확산

5G SA (5G Phase 2) : 28GHz, uRLLC / mMTC

산업간 융합 인프라



## I.2 5G 변화 방향 – [Biz] Private 5G: 5G 특화망

- 5G 특화망 서비스 허용 – 28/4.7GHz대역 5G 주파수를 일반 기업에 공급. '21.11월 실시 예정 (6.29, 과기정통부)



### 25년만에 '주파수=통신사' 공식 깬다... '5G 특화망' 민간에 개방

머니투데이 | 김수현 기자

2021.06.29 14:01

30만평 기준 28GHz 대역 주파수 연간 60만원  
삼성·네이버·한전 등 20여개 기업 관심



지역계수(대도시 : 대도시 이외 지역 = 5 : 1)를 적용해 대도시와 대도시 이외의 지역의 주파수 할당대가를 다르게 산정  
특히, 28GHz 대역의 할당대가는 주파수 특성, 장비·단말 생태계 상황 등을 고려해 동일 대역폭을 이용하는 조건에서 4.7GHz 대비 1/10 수준으로 낮게 산정

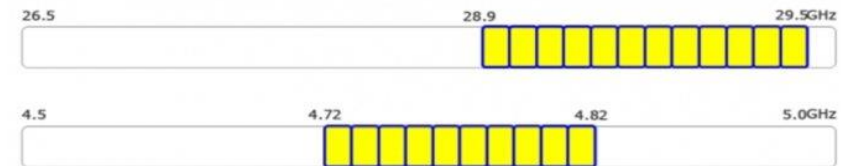
네이버와 삼성SDS, 한국전력, 세종텔레콤 등 20여 기업이 주파수 할당에 관심  
네이버는 올해 완공 예정인 판교 신사옥에서 자율주행 로봇 실증을 위한 특화망 운영을 검토 중

**5G 특화망은 특정 지역 내 특정 서비스(공장, 공항 등)를 위해 맞춤형으로 사용할 수 있는 통신 네트워크**

- 30만평(1km<sup>2</sup>)기준 28GHz대역의 100MHz폭 사용시 연간60만원 ('21.11월 실시 예정)

#### 28GHz· 4.7GHz 대역 5G 주파수 일반 기업에 공급

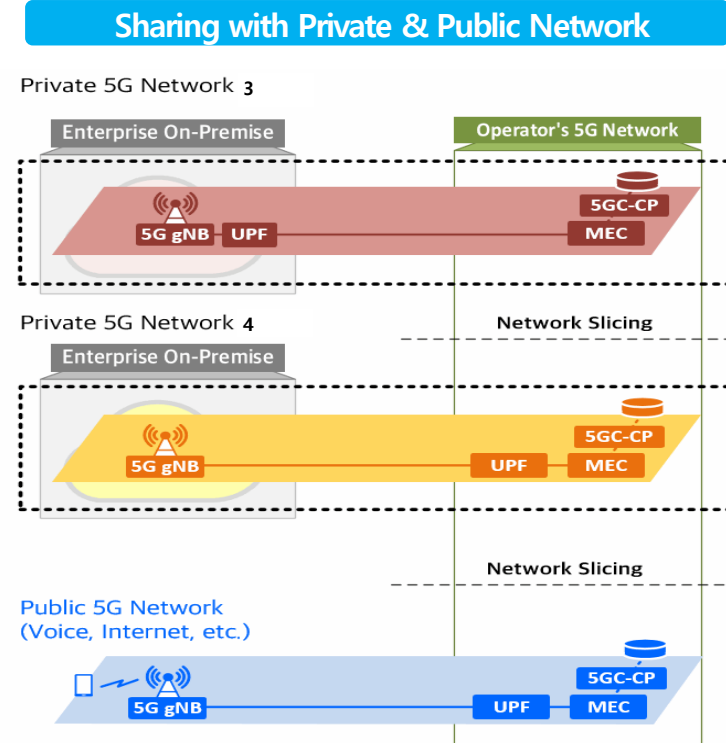
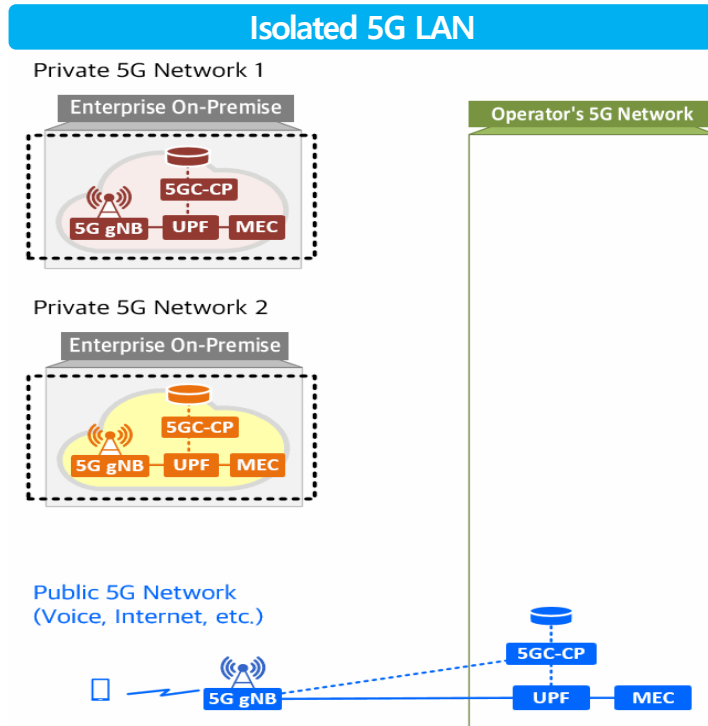
- 28GHz 대역 600MHz폭(28.9~29.5GHz)을 50MHz폭 12개 블록  
- 4.7GHz 대역 100MHz폭(4.72~4.82GHz)을 10MHz폭 10개 블록



구 분		이동통신	특화망
서비스 시장 측면	서비스 범위	전국	토지/건물
	사업자 수	소수(3개)	다수
네트워크 구축 측면	주파수 이용	전국적 주파수 사용	지역적 공동사용
	주파수 수요	경합성 높음	경합성 낮음
	설비 투자 규모	대규모 투자 필요	소규모 투자 가능

## I.2 5G 변화 방향 – [Biz] Private 5G NPN, Local 5G 유형

- 초저지연, security 및 구축/운용 비용 등을 고려한 다양 형태의 5G Private Network 구성



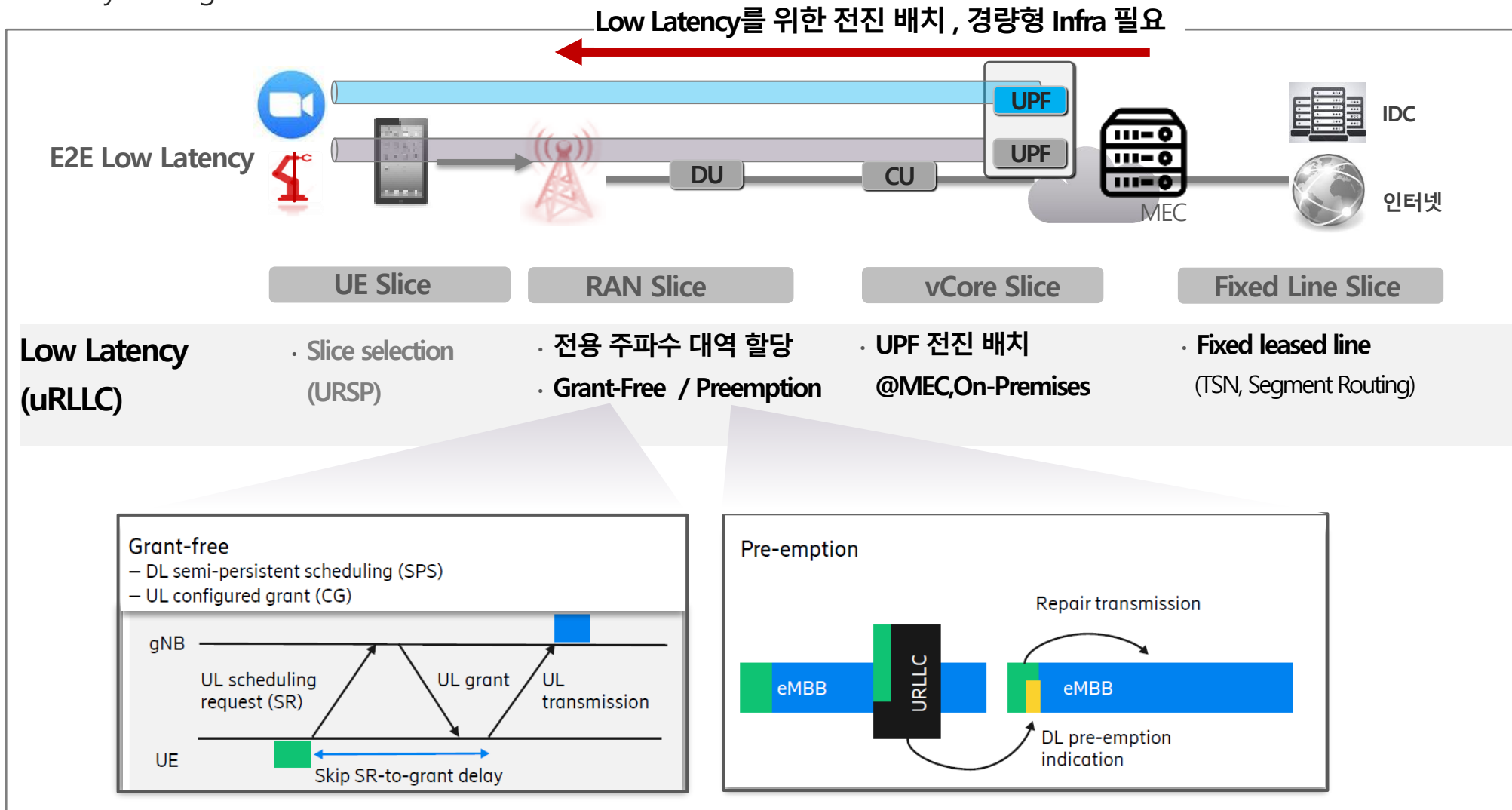
출처: netmanias.com

### Private 5G Network 제공 유형

- 1) Isolated 5G LAN built by enterprise (Local 5G Frequency, Full Private, No-Sharing)
- 2) Isolated 5G LAN built by mobile operator (Licensed Frequency, Full Private, No-Sharing)
- 3) RAN and Control Plane Sharing between private and public network
- 4) RAN and Core Sharing (End-to-End Network Slicing) between private and public network

## I.1 5G 변화 방향 – [기술] 5G RAN+Core, E2E Low Latency

- Latency Management



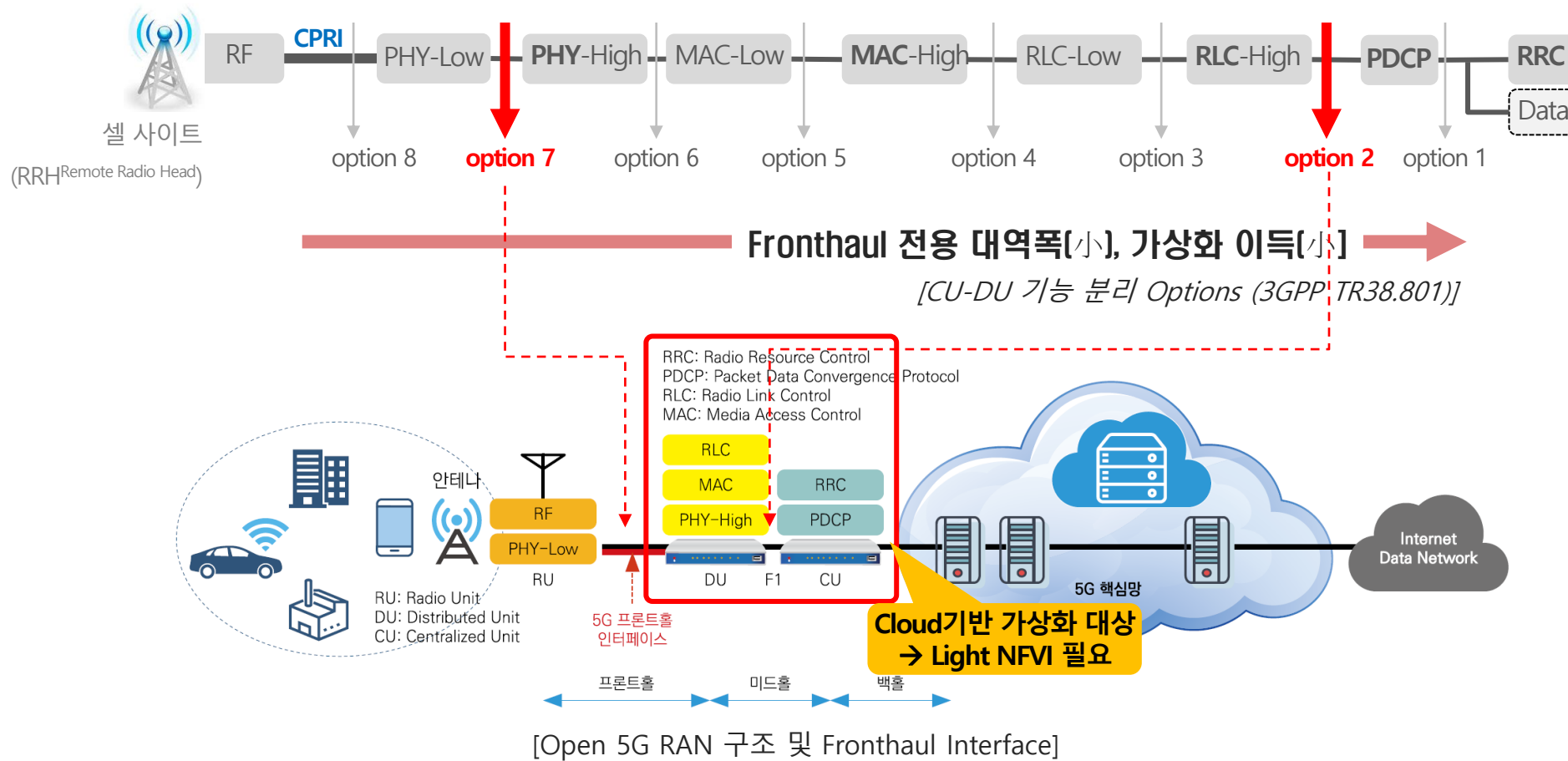


## I.2 5G 변화 방향 – [기술] 5G Open Interface RAN

- Open 5G RAN 구조 및 fronthaul Interface

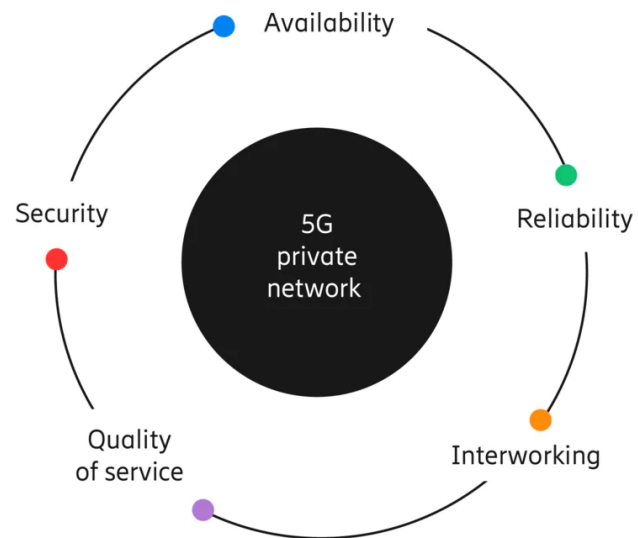
[이슈] 프론트홀 용량 문제 (massive MiMO로 고비용 프론트홀) → 계층별 모듈화로 다계층 구조의 RAN Architecture 필요

벤더 고유의 프론트홀(CPRI) 규격 (고비용 RAN) → 규격 표준화 및 HW와 SW 분리

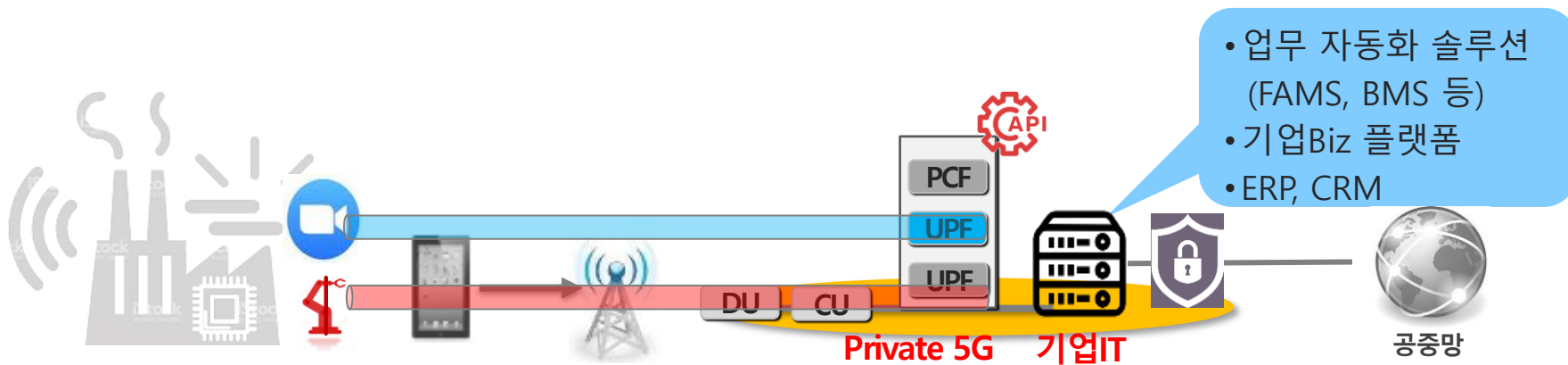


## I.2 5G 변화 방향 – Private 5G 요구사항

- 기업의 다양한 IT 시스템(플랫폼)과 연계 필요, 특성별 Network Slice의 정교한 QoS 제어 필요

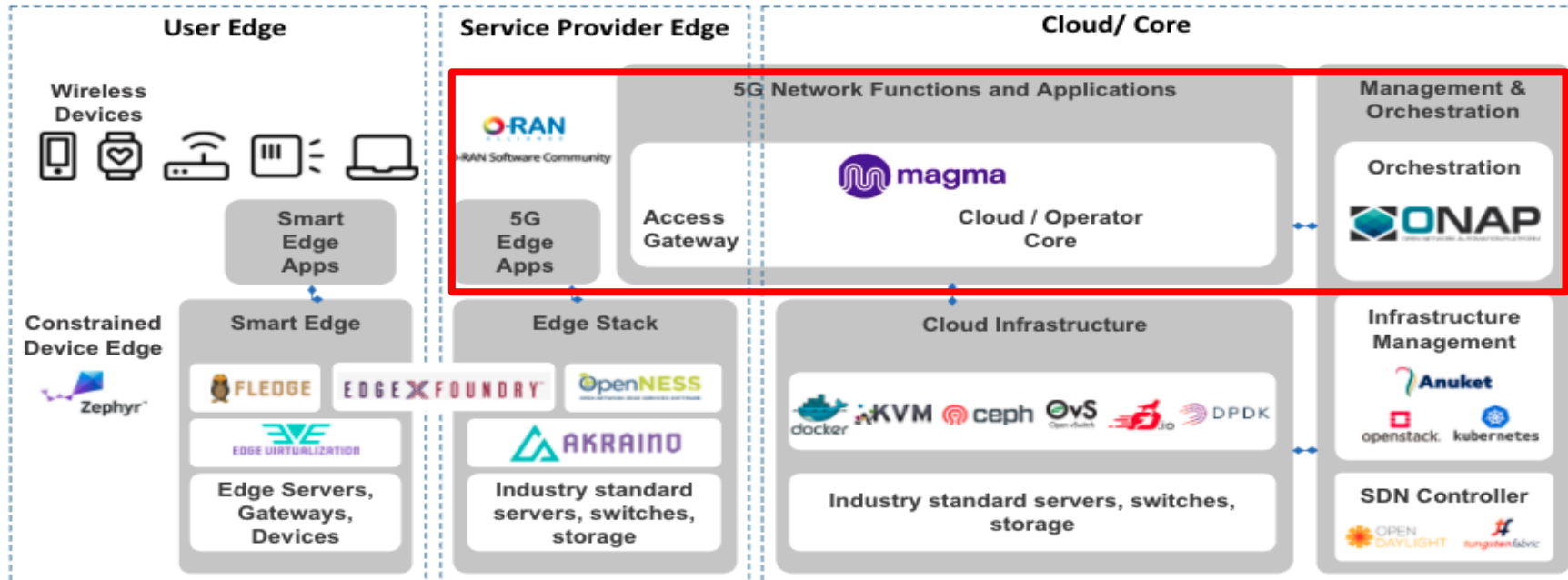


- Availability – 무중단 [다중화, 정교한 제어 및 **경량화 필요**]
- Reliability – 주워진 시간에 주워진 데이터를 전송 능력  
[network coverage & capability 확보 필요]
- Interworking – 공중망 및 기업IT 시스템과 연동 필요
- QoSQuality of Service – 특성에 따른 정교한 제어BW, Latency, Jitter 필요
- Security – 정보/인프라/사람에 대한 E2E 보안 필요



## I.3 5G Open Source 솔루션 - 5G Infra & Platform

- Linux Foundation Open Source Component Project for 5G



- ✓ LF Networking은 광대역 통신 장비의 효율성 향상과 운영 비용절감을 위한 SDN, Network 가상화, 모니터링 및 분석, 제어 기능, 운영 자동화 기능 개발
- ✓ O-RAN, magma 등의 5G 관련 오픈소스들과 협력을 추진하며 **E2E 5G 솔루션을 확보**코자 함
- ✓ **O-RAN**: AT&T, 차이나 모바일 등의 글로벌 통신사 주도로 개방형 5G 접속망 표준 및 SW 개발중.  
'20년 12월 O-RAN은 3차 소프트웨어를 릴리즈하면서 5G 무선 기술 혁신 가속화
- ✓ **Magma**: 페이스북이 시작하여 '20.6월에 LF Networking으로 이관  
4G/5G 코어 플랫폼 개발을 위해 **OpenAirInterface** 얼라이언스, Open Infrastructure와 협업

## I.3 5G Open Source 솔루션 - 5G Core + Access

- 5G Open Source Project

(R14: LTE, R15: 5G NSA, R16: 5G SA)

		OpenAirInterface	Open5GS	Free5GC	srsLTE
커버리지	3GPP Release	R15	R16/ R15	R16/ R15/ R14	R14
	Core	Δ 제공: AMF/SMF/UPF/NRF 미제공: AUSF/UDM/UDR/ NSSF	Δ 제공: AMF/SMF/UPF/NRF/ AUUSF/PCF/UDM/UDR 미제공: N3IWF, NSSF	O 5G Full Core Package 제공	X 5G Core Package 미제공 LTE Core Package 제공
	Access	O	O	X 상용 5G RAN 장비 연동 가능 (Nokia AirScale, AmariSoft gNB, Alpha Network gNB, Apresia AERO 등)	O srsRAN 제공
환경	개발언어	C/C++	C	Go	C/C++
	License	OAI Public v1.1	AGPL v3.0	Apache v2.0	AGPL v3.0
	플랫폼	Self	Docker	Self	Self
URL (참조)		<a href="https://openairinterface.org/">https://openairinterface.org/</a> <a href="https://www.magmacore.org/">https://www.magmacore.org/</a>	<a href="https://open5gs.org">https://open5gs.org</a>	<a href="https://www.free5gc.org/">https://www.free5gc.org/</a>	<a href="https://www.srslte.com/">https://www.srslte.com/</a> <a href="https://www.srsran.com/">https://www.srsran.com/</a>

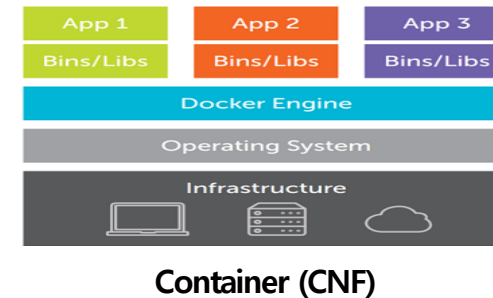
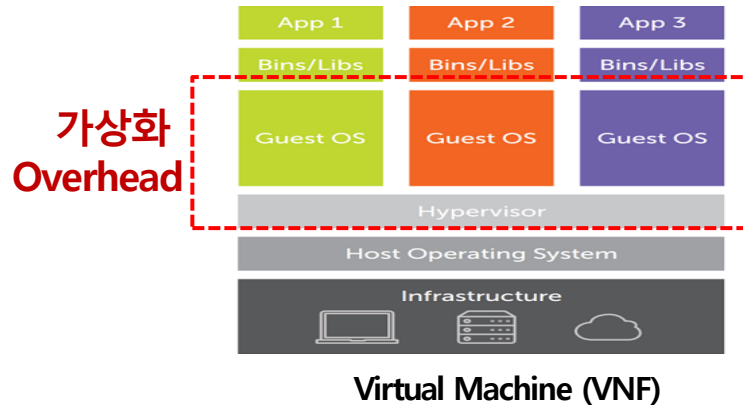
⇒ CORE: 구현 완료 범위(Full Core Package), MSA Microservice Architecture 용이한 구현 언어(Go, C++),

상용화 가능한 라이선스 APL, MPL, BSD 측면에서 Free5GC 고려

⇒ 5G/RAN: 단말 연동 테스트 측면에서 SDR Soft Defined Radio 인터페이스 구현이 완료된 OpenAirInterface 고려

## II.1 NFV 현황 – Cloud native Network Function

- Why Cloud Native ?

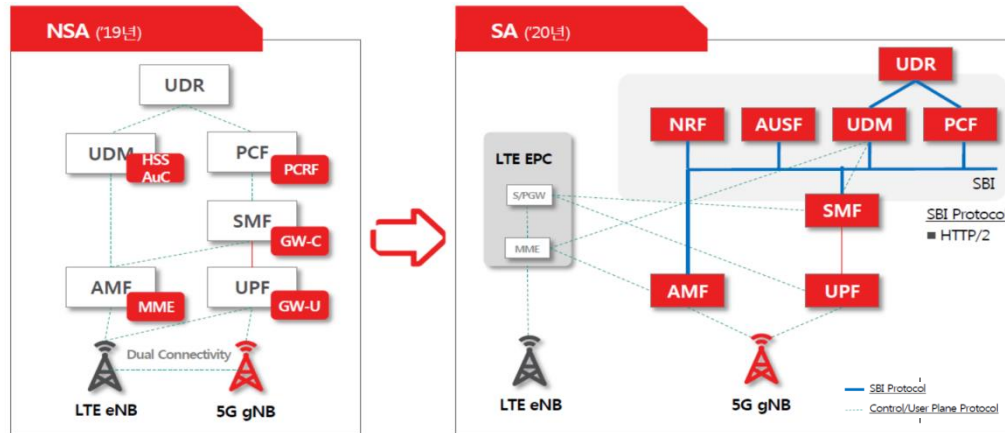


항목	VNF (OpenStack) '18~	CNF (Container) '21~
통신장비 벤더	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PNF를 Cloud기반 VNF로 포팅 (형상불편) <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ PNF 한계(scaling/구축)가 그대로 존재</li> </ul> </li> <li>· 장비별 용량/License 대규모 단위 제공 (예, 최소 용량: 20Gbps/ 10만 세션) <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Mass 중심. B2B 구축형/특화망 등에 부적합.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Micro Service 구조로 변경(모듈 세분화) <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 특성(eMBB/mMTC)별 모듈 scaling 가능</li> </ul> </li> <li>· 용량/License 소규모 단위 제공 (예: 1Gbps/ 1천 세션) <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 소용량 단위로 필요시 scaling 가능, All-in-OneBox 가능</li> </ul> </li> </ul>
운용 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가속화 기술로 인한 VNF 설치/관리 복잡 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 하이퍼바이저/OVS 성능제약 극복위한 가속화 기술(SR-IOV, Pass-through) 적용 (openstack에서 관리 불가)</li> <li>⇒ 설치/migration/scaling 한계 유발로 가상화 효과 실현의 제약 요소</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· B2B 고객사 및 Telco의 Edge 숫자 증가 <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 분할손 최소화를 위한 HW/라이선스 구축/scaling 빈도 증가</li> </ul> </li> <li>· 가상화 스택/가속화 기술 제거로 CNF 설치/관리 용이 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hypervisor /Guest OS 제거로 가속화 불필요</li> <li>⇒ 설치/migr./scaling 용이함에 따른 CNF 동적 특성 실현 용이</li> </ul> </li> <li>· NF+IT APP(MEC) 공통 Infra 니즈 <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Infra 경량화 필요 (성능/비용/Size)</li> </ul> </li> </ul>



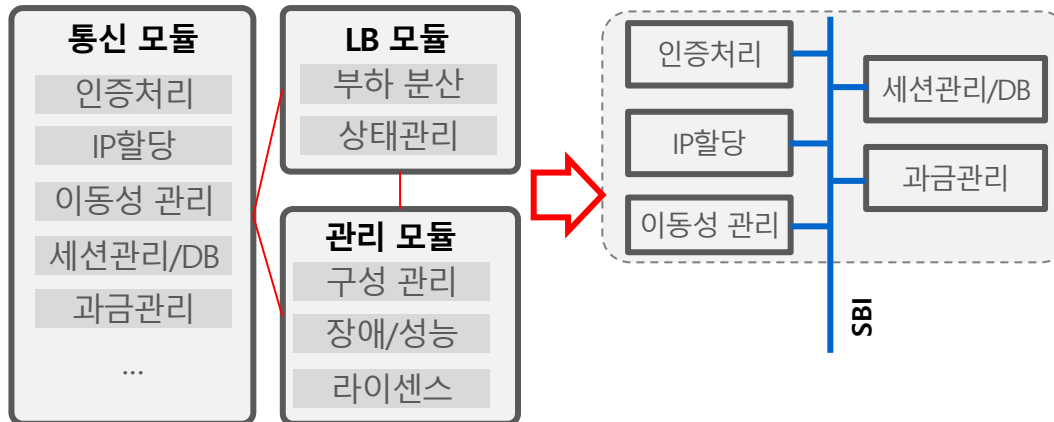
## II.2 NFV 방향 – Cloud native Mobile Network 고려 사항

- Micro Services and Service Based Architecture for 5G  
Service Based Architecture를 고려한 5G SA 구조



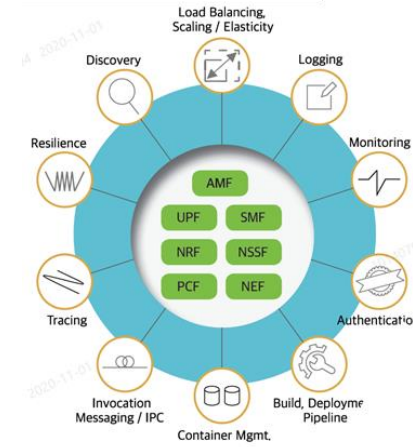
- NSA: Point-to-Point 연결 → SA : SBI  
- NRF NW Repository Func. 기반 연결정보 참조

5G Core Component의 Micro Service 화 필요  
- SBI기반 fine grained 분할로 Deploy/Scaling 효율화



vCore 기능 블록 (예)

- 공통기능의 Platform화 (PaaS)

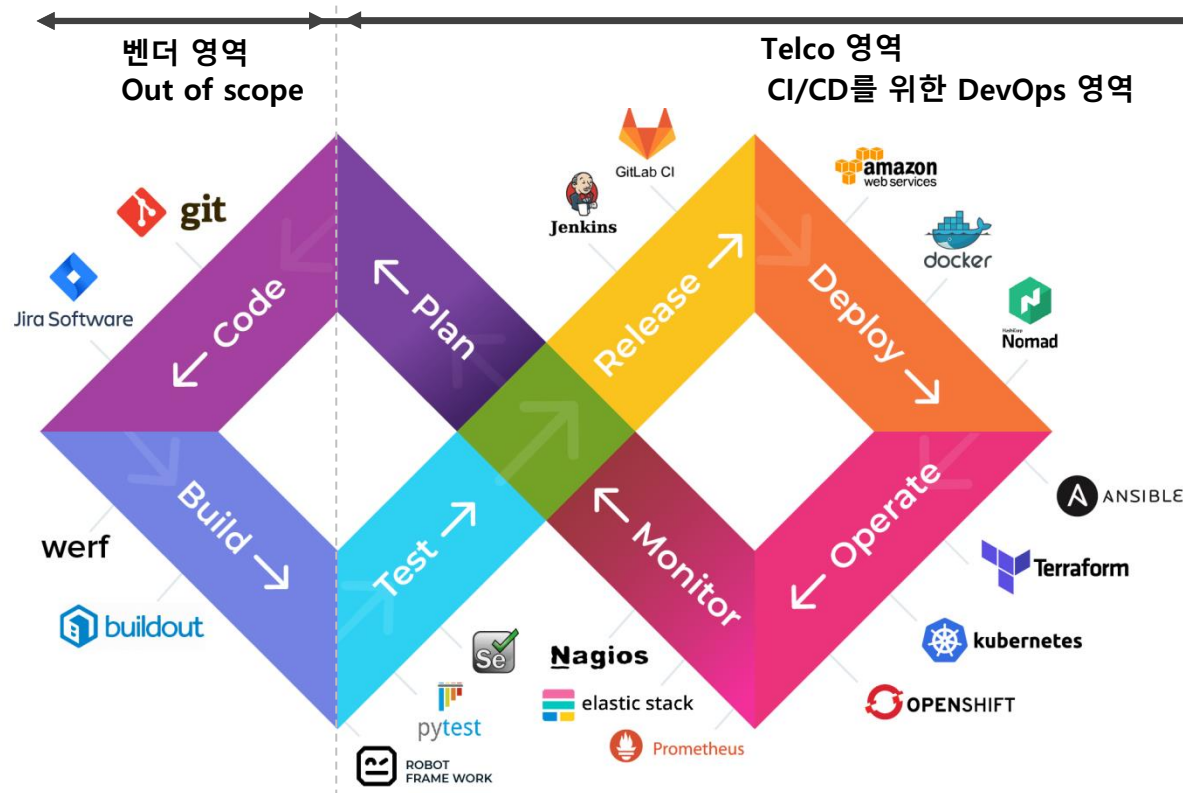


## II.2 NFV 방향 – Cloud native Mobile Network 고려 사항

- CI/CD – Continuous Integration & Delivery

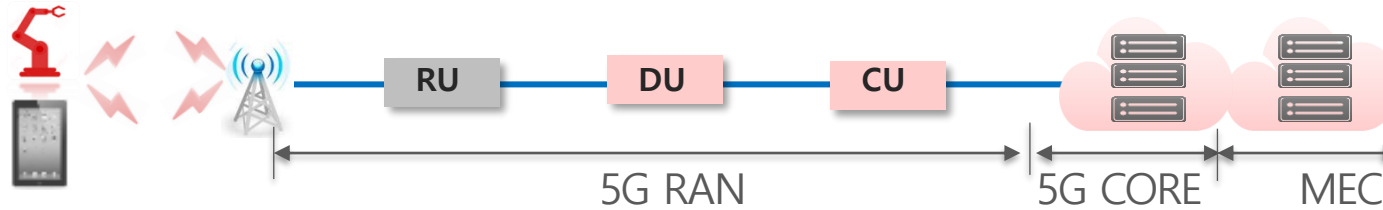
- 기존: VNF/Infra Operation의 자동화에 집중 (Test~Release~Deploy~Operate~Monitor)

- ➡ - 벤더/파트너의 CNF/VNF 개발 및 빌드 영역을 까지를 고려한 DevOps 관리 체계 확장 필요
    - 오픈소스 기반 CI/CD 체계 확보



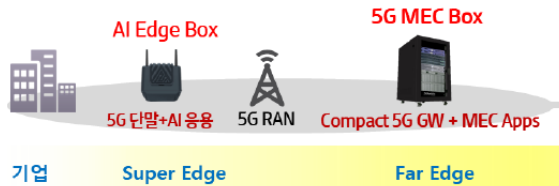
### III. 5G & NFV 방향 요약

- Private 5G (B2B) 등을 위한 Light weigh Cloud 기반 5G RAN + 5G CORE 가상화 확대



#### [NFV 적용 범위 확대] 5G CORE → 5G RAN

- RAN 구간의 다계층화 (3단계: RU-DU-CU) 및 CNF화
- 표준화 Open RAN로 HW 및 SW 분리 → ECO활성화



#### [Private 5G 활성화]

- 5G 특화망 등 Enterprise 5G를 위한 One Box 솔루션화  
- 오픈소스기반 경량 5G Infra 솔루션 및 CNF화 확대
- CT+IT Integration → All-in-One 솔루션 (Cloud native Infra

#### [Agile Operation]

- CI/CD – Continuous Integration & Delivery
- End-to-End Orchestration (VNF + CNF 혼재)



경청해 주셔서 감사합니다.