

(201) 5G 정의

v1.1

JS Lab

2021년 10월 일
안종석
james@jslab.kr

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회	3
II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화	35
III. 5G Core 네트워크구조 소개	45
IV. 5G 특화망 (Private 5G)	54
❖ 부록: Acronyms	79

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

- Market
- Business Domain



I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

1. Market

❖ 한국 5G 산업의 강·약점과 위협·기회요인(SWOT)

강점 Strength	약점 Weakness
<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최고 수준의 통신 인프라 • 반도체·단말기·장비 아우르는 생태계 • 전 국민의 빠른 정보기술 수용성 	<ul style="list-style-type: none"> • 삼성전자 제외한 세계 일류기업 부재 • 5G 영역 부품·장비 생태계 미비 • 소프트웨어 산업 경쟁력 부족
기회 Opportunity	위협 Threat
<ul style="list-style-type: none"> • 세계 통신시장의 5G로의 판도 변화 • 美·동맹국의 中 배제에 따른 반사이익 • 국내 플랫폼 기업 해외 시장 공략 	<ul style="list-style-type: none"> • 美·中 등 각국 정부 사활 건 투자 • 5G에서 고배 마신 美·日 6G 반격 • 글로벌 트렌드에 뒤떨어진 정책·규제

도움 주신 분: **김동구** 5G포럼 집행위원장(연세대 교수), **문승현** KAIST 명예교수(러브버러 대학 교수), **손장우** 엔셀씨엔실링그룹 대표, **연원호** 대외경제정책연구원 부연구위원, **이승환** 정보통신정책연구원(ITRI) 기술기획전략실장, **이상엽** 한국데이터법정책학회장(고려대 교수), **조신** 연세대 정보대학원 교수(전 청와대 미래전략수석), **차두원** 차두원모빌리티연구소장(가나다 순)

(출처: 중앙일보 한국 5G 산업의 위협과 기회 요인. 그래픽=김영희, 2021. 5.21.)

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

1. Market

❖ 글로벌 시장 전망

(단위 : 백만 달러)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
서비스	12	65.5	160.3	580.3	1,518.7	3,035.3	202.4%
클라우드 IaaS	5.9	38	96.6	364.2	904.2	1,838.5	215.3%
통신사 운영 서비스	1.8	13.3	38.6	163.9	452.1	919.3	248.0%
엣지 데이터 센터 코로케이션 ¹⁾	4.3	14.2	25.1	52.2	162.4	277.5	130.1%
소프트웨어	8.9	57	144.9	546.3	1,356.3	2,757.8	214.9%
엣지 응용 및 솔루션 ²⁾	8.9	57	144.9	546.3	1,356.3	2,757.8	214.9%
하드웨어	43.1	130.8	262.1	456.6	835.7	1,442.9	101.8%
엣지 데이터센터 지원 인프라	32.2	88.6	159.6	265.5	525.9	996.9	98.7%
통신 및 IT 인프라	11.1	41.8	102.1	190.6	309.7	445.9	109.3%
합계	64.1	252.9	567	1,582.7	3,710.5	7,235.9	157.4%

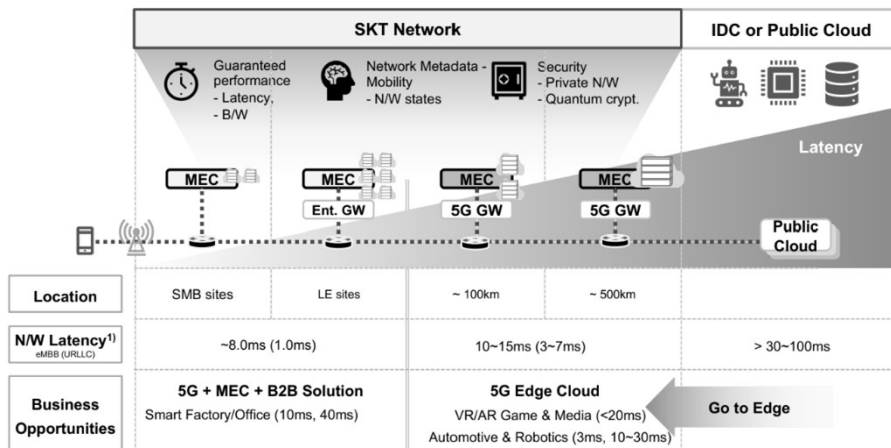
1) 코로케이션(colocation)은 데이터 센터의 서버, 하드웨어 임대서비스를 의미
 2) AI/ML 추론, 5G 클라우드게이밍, 자율차(드론), AR/VR, UHD 스트리밍, 스마트 빌딩 솔루션 등을 포함

(출처: Frost&Sullivan(2020.8), 5G and Edge Computing—Cloud Workloads Shifting to the Edge, Forecast to 2024)

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

1. Market

❖ 비즈니스(예): SK Telecom - Edge as the Key Component of the Cloud



(출처: SK telecom)

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

1. Market

❖ 비즈니스(예): Ananki의 소프트웨어 정의 Private Enterprise 5G+ (Powering Industry 4.0 Innovations)

O-RAN compliant white box small cells



Bringing economics of the cloud to your private 5G network
Ananki's modular white box small cells work with various 5G certified third party partners

Simple to Deploy

- ✓ Simple subscription-based for 5G connectivity-as-a-service
- Pay for just the coverage you need
- ✓ 7*24 support for deployment and operations
- ✓ Backed by enterprise class SLAs
- ✓ Developer assist to empower creation of 5G-powered applications

Ananki provides the SIMs



- just plug them into your devices
*eSIMs are supported too

Dashboards

Give You Visibility and Control Once the Network is Operational



Applications and deep network visibility and control give operational decision makers at your enterprises a secure web portal

제품 (Products)



Small Cells



Ananki

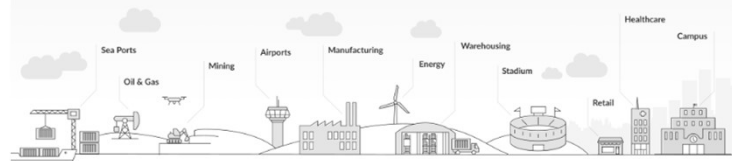
State-of-the-art 5G connectivity stack delivered as a Service (SaaS)



Private SIM Cards for your devices



Enterprise Dashboards & APIs



Software defined private 5G is the key to these next-generation solutions

(출처: <https://ananki.io/>)

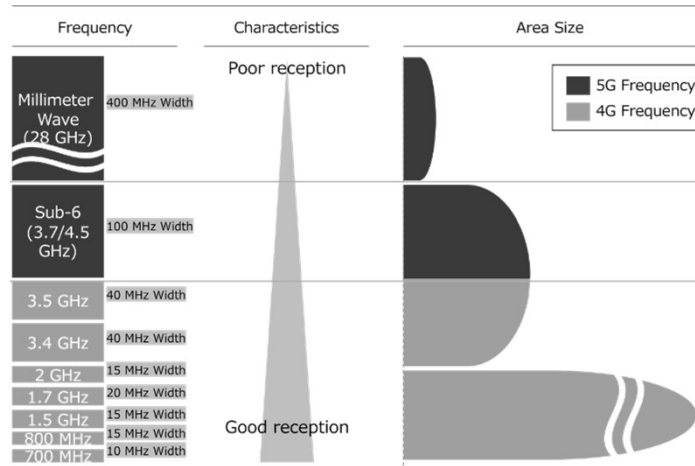
JS Lab

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

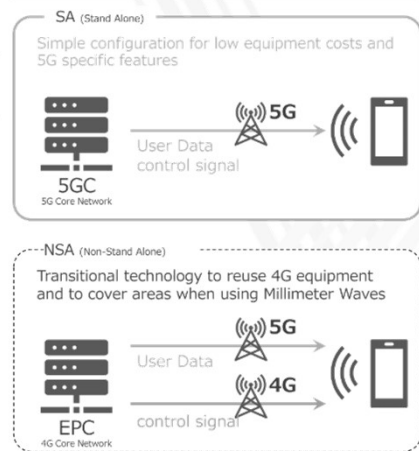
1. Market

❖ Sub-6 GHz Spectrum & SA Approach (예: NTT Communications Corporation)

Features of the 5G spectrum



Differences between SA and NSA methods

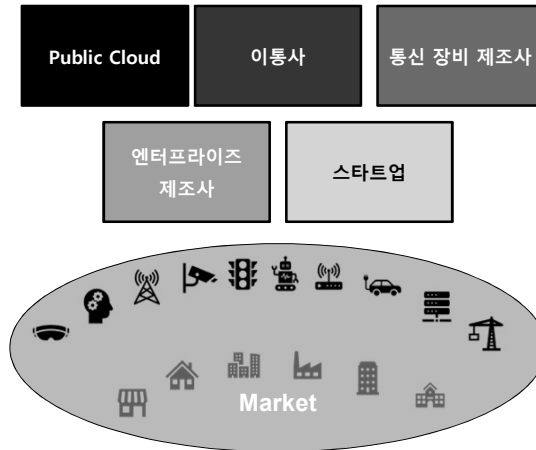


JS Lab

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

1. Market

❖ 분야별 비즈니스 기회 (Business opportunities for vertical market)



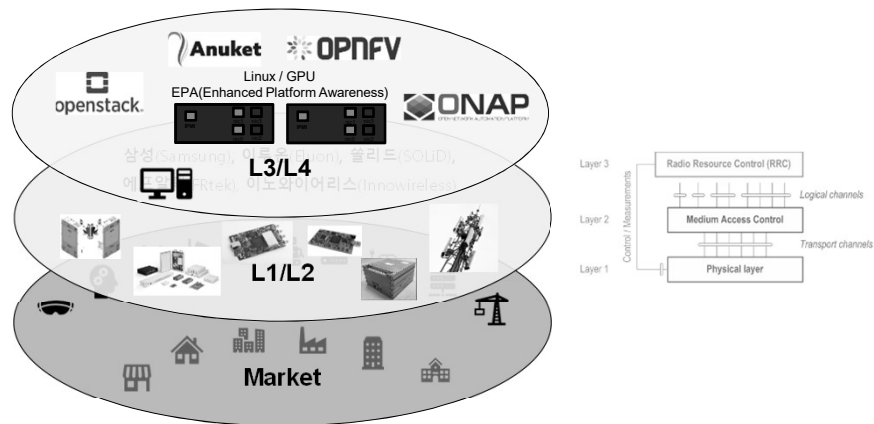
5G 융합서비스 테스트베드 james@jilab.kr

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회

1. Market

❖ 계층별 기회 (Layered Business Opportunities)

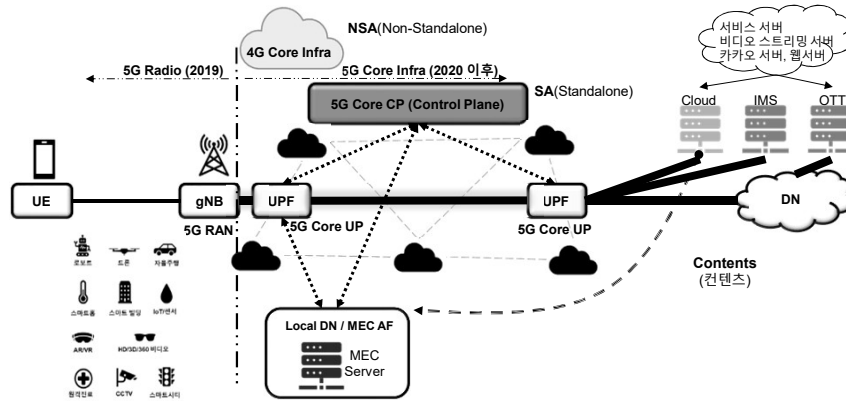
❖ 가상화 계층은 하드웨어 가속 기술 사용 고려



5G 융합서비스 테스트베드 james@jilab.kr

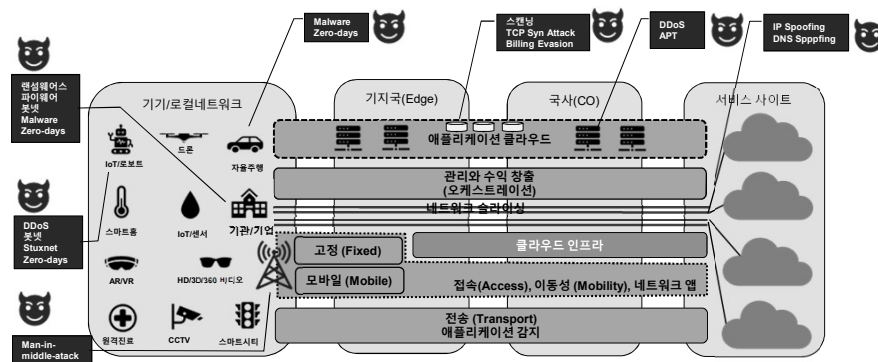
1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

- ❖ 에지의 데이터센터 기술 도입: 국사의 데이터센터화 기지국 확대 고려
- ❖ 5G는 4G EPC 코어 공유로 서비스 시작: 5G 코어 적용 확대 중
- ❖ MEC는 Eco-system 확대 영역: API 제공 및 B2B 등의 모델 확대



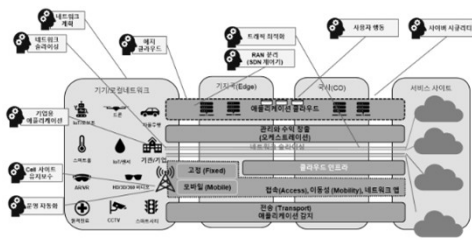
1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

- ❖ 무선/유선 환경 보안
- ❖ 가상 환경 보안
- ❖ 5G CN(Core Network)의 클라우드 네이티브화를 위한 보안



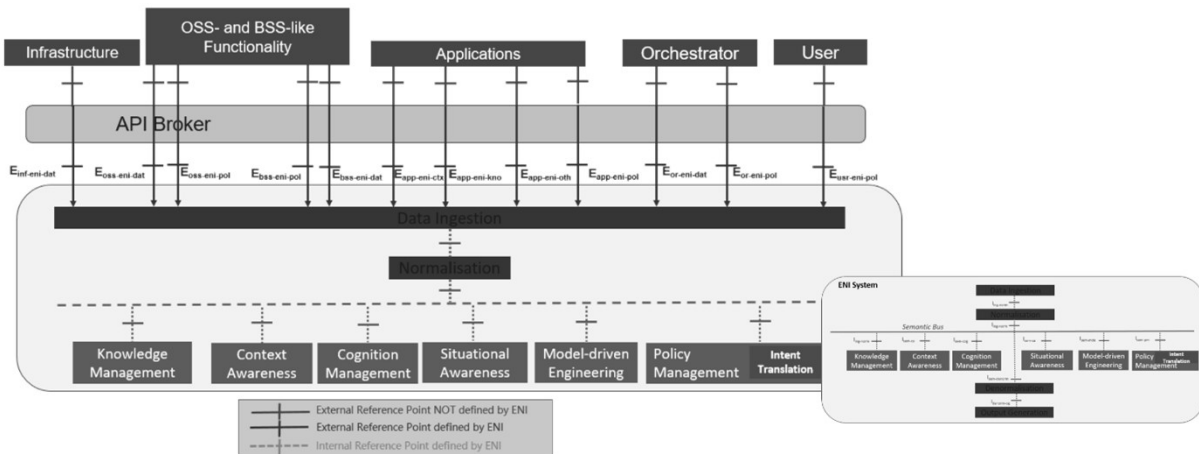
1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

- ❖ AI.Ops네트워크 어슈런스 구현
- ❖ CNF 네트워크 어슈런스 구현 (Globe)
- ❖ AI.Ops 기반 장애 예측 관리 (통신사 다수)
- ❖ ML 기반 지원 스마트 시티 IoT 플랫폼(VzW)
- ❖ Telco 데이터레이크 (통신사 다수)
- ❖ 고객 경험 관리를 위한 데이터 저장 (레퍼런스 아키텍처)
- ❖ 고객관리를 위한 SageMaker 활용(T-Mobile)
- ❖ 사기 감지(VF), 가입자 이탈 예측 (Telenor)
- ❖ Using ML To Assess Service Quality (Verizon)
- ❖ Using AI To Connect The Unconnected (Telefonica)



1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ Architecture Enhancement for Intent Policy with its Input Reference Points



1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ 5G 융합단말 제조사

- KT 웨어러블 360카메라
- 퀄컴 CPE에그
- SKT 스마트공장용 5G 단말기
- LGU+ AR글래스
- HUCOM Wireless Modem



KT 웨어러블 360카메라
(링크플로우, '19.7월)

퀄컴 CPE에그
(인포마크, '21년 출시예정)

SKT 스마트공장용 5G 단말기
(델릿코리아, '20.6월)

LGU+ AR글래스
(美스페이스, '20.6월)

(출처: 과기정통부)



5G mmWave(28Ghz) Modem

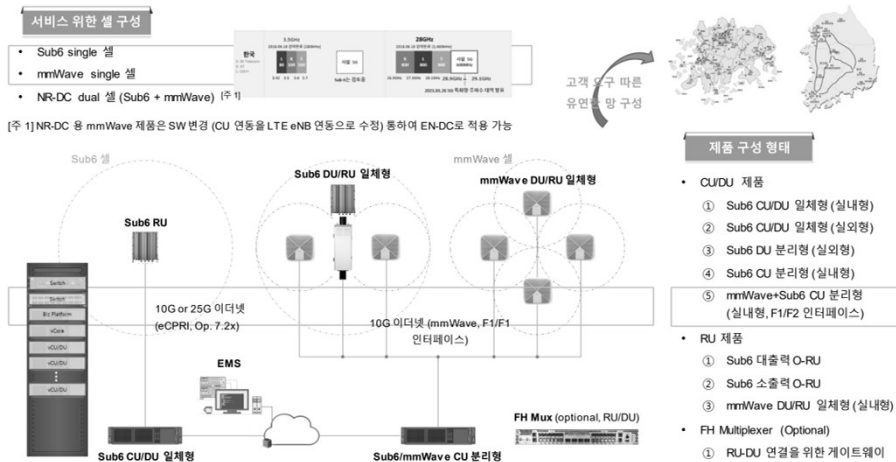


5G Sub6 Ethernet Modem

5G 융합서비스 테스트베드 james@jilab.kr

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ 통신장비 제조사 HFR 5G NR RAN 솔루션 (예)



5G 융합서비스 테스트베드 james@jilab.kr

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ **통신장비 제조사 HUCOM Wireless (예)**

- Qualcomm 사의 최신 Chipset 인 X55 5G 전용 Chipset.(SDX55-0 최상위 버전 사용)
- 적용대상 : Robot / Smart Factory / Router / CCTV 등 관련 협력업체 적용 개발 중.
- 5G Sub 6 Module SKT & LG U+ 인증 완료. (2020년 10월)
- mmWave Module LG U+ 인증 완료 / SKT 인증 진행 중.

5G NR Multimode (Gen 2)



- 3GPP Rel 15 modem
- + Standalone Multimode modem
- + All RAT-2G to 5G-NR & GPS
- + SA and NSA Sub-6
- + NSA mmWave
- + Sub-6GHz 5G FDD and TDD
- + 5G core network Opt. 3 and 2
- + 4G: 20-layer DL/2CA UL
- + HPLUE Support for 4G and sub-6 5G
- + High Power mmW Support (45+ dBm)
- + PC5 Support
- + mmWave CPE with QTM527



Sub 6 Module



mmWave Module

Model	HM-900	
5G NR	5G NR	3GPP Release 15 NSA/SA
	Sub-6G	N77 / N78 / N79
	mmWave	N257/N258/N260/N261 (Option)
LTE	LTE-FDD	Band 1/3/5/7/8
	DL 4*4 MIMO	Band 1/3/5/7/8
	WCDMA	Band 1
	Interface	PCIe 3.1, USB3.1
	Module interface	M.2

JS Lab

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ **5G Home Router (예): HUCOM Wireless, 미국 통신사 버라이즌의 가정용 5G 라우터**



(출처: <https://www.verizon.com/support/knowledge-base-220089/>)

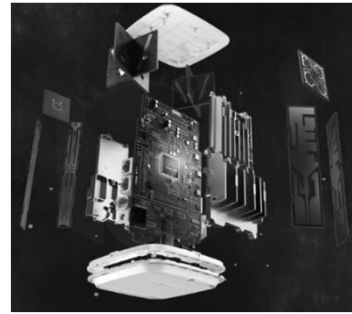
JS Lab

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회

2. Business Domain

❖ 인터넷 판매 5G CPE

- Huawei 5G CPE Pro(H112-372) 5G NSA+SA CPE Wireless router with 5G WiFi modem router H112 router lan port H112-370 5g router
- US \$325.60 - 830.28



Transmission Standard:
 H112-372: 802.11ac/a/n 2 x 2 & 802.11b/g/n 2 x 2, MIMO
 H112-370: 802.11ax/ac/a/n 4 x 4 & 802.11b/g/n 2 x 2, MIMO
 Wireless Transmission Rate:
 H112-372: DBDC, 1167 Mbps
 H112-370: DBDC, 5100 Mbps

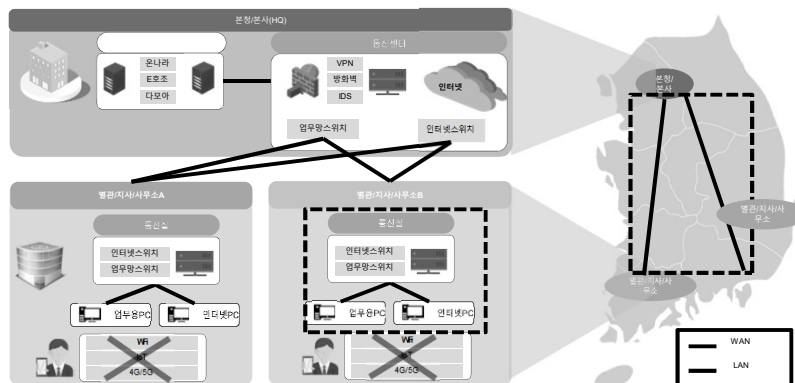
(출처: <https://www.aliexpress.com/>)

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회

2. Business Domain

❖ LAN/WAN 자가망, 통신사망(국가정보통신서비스 전용회선, 인터넷)

- 모든 회선(인터넷/업무망)은 본청 집선, 정책(트래픽/보안 등)은 본사에서 관리
- LAN은 대개 회선, 라우터, 스위치, PC 등이 물리적 망분리(일부 논리적 망분리)

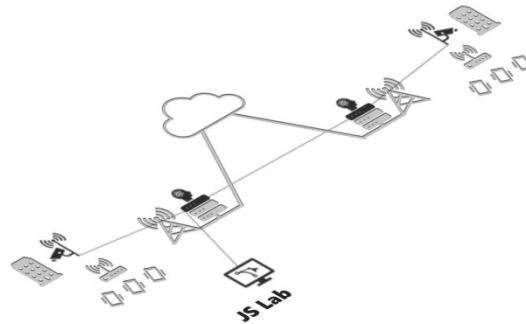


(출처: 정보화진흥원)

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ JS Lab (예) @ Open 5G Test Lab

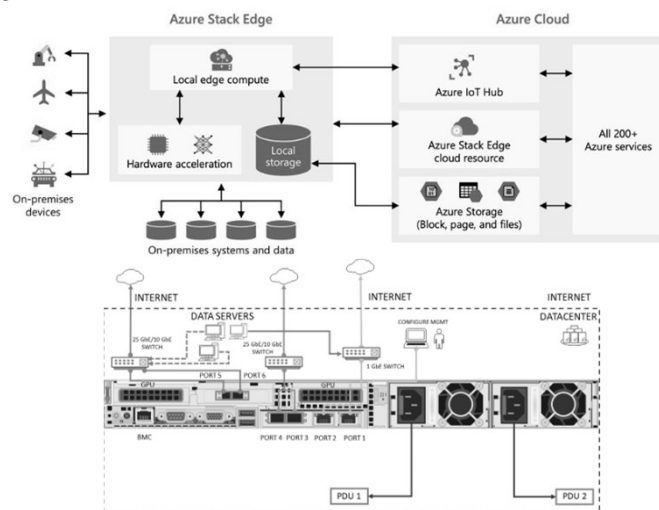
- Multi Site
- Central Management



5G 융합서비스 테스트베드
james@jilab.kr

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ Azure Stack Edge

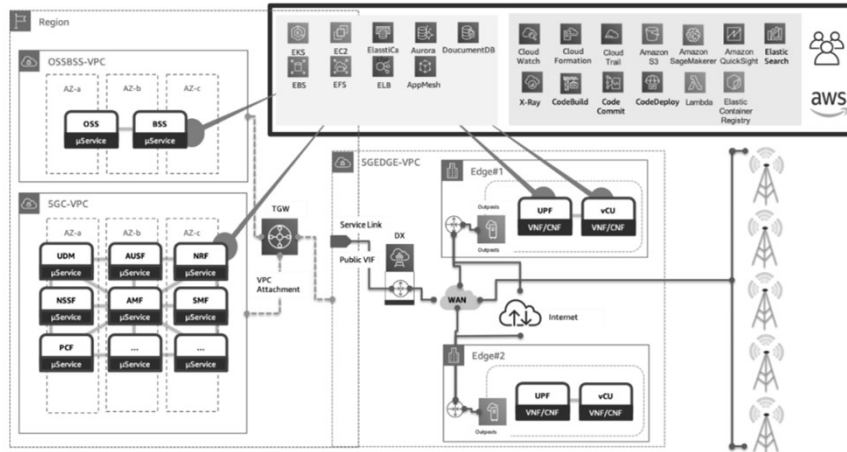


(출처: <https://docs.microsoft.com/ko-kr/azure/databox-online/azure-stack-edge-gpu-deploy-install>)

5G 융합서비스 테스트베드
james@jilab.kr

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

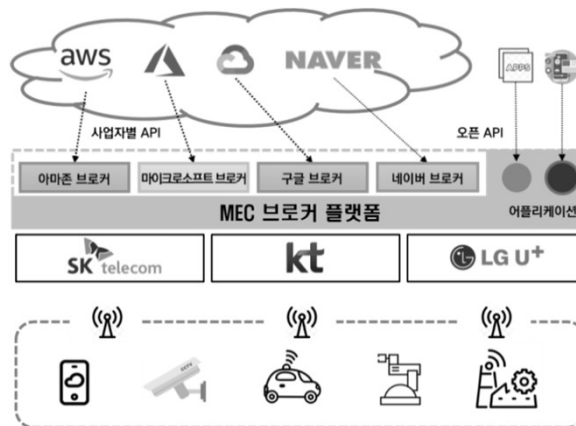
❖ Reference architecture of 5G network (AWS)



(출처: 5G Network Evolution with AWS, July 2020)

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

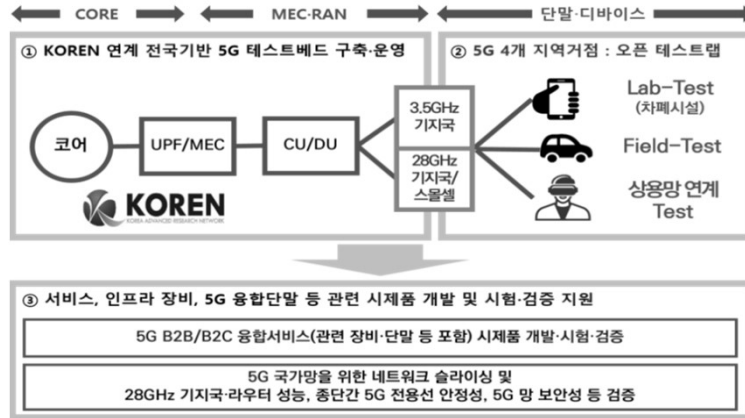
❖ MEC 플랫폼 간 서비스 연동: MEC 포럼을 통해 글로벌 이동통신사업자 다수가 참여하는 브로커 플랫폼(예시 : GSMA Aggregator Platform 등) 활용 여부, 정보공개 범위 등 검토



(출처: 과학기술정보통신부)

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ **공공 테스트베드:** 공공 테스트베드 도입과 연계하여 필드테스트 및 상용망 연계 테스트를 위한 이통사 테스트베드 공개 운영 추진('21년~)

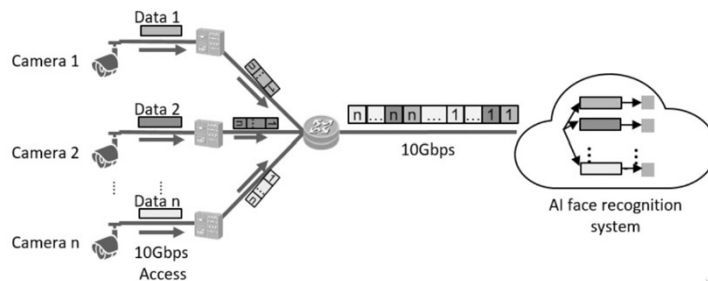


(출처: 과학기술정보통신부)

JS Lab

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ **Metro gate control face recognition system architecture**
 ❖ **Latency requirement of the metro gate control face recognition system**



Total Time	AI	Tx	Data Size	BW per gate	Access BW	No. of lines
200ms	7ms	193ms	8MB	332Mbps	10G	30



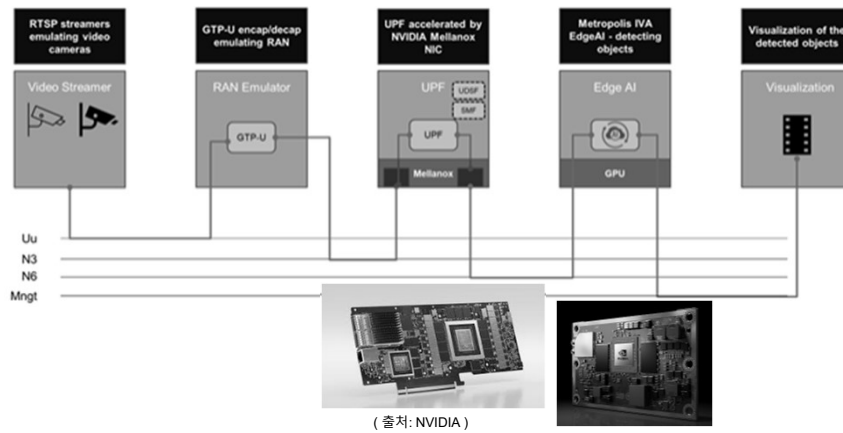
• ITU-T Technical Report: FG-NET2030 – Focus Group on Technologies for Network 2030 (June 2020)

JS Lab

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

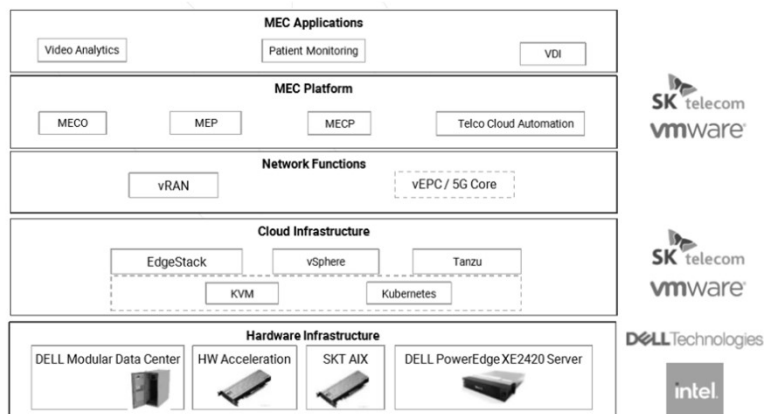
❖ NVIDIA

- 여러 기능을 경유하는 패킷의 플로우를 가속화 (IVA solution)
- UPF offload



1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ OneBox MEC To Bring Together Edge Computing and Private 5G

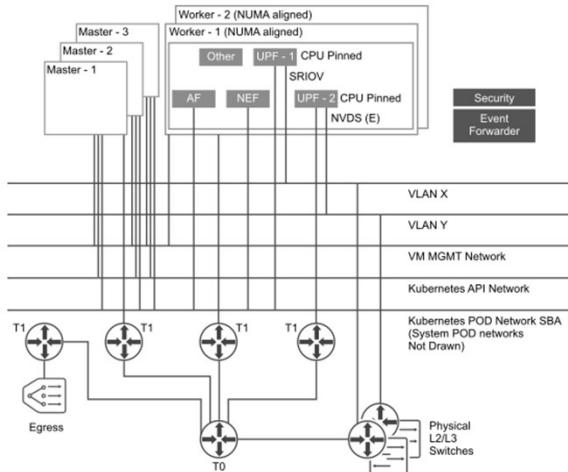


(출처: <https://blogs.vmware.com/telco/files/2021/01/Picture1.png>)

Source: Dell Technologies

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ Edge using vCloud NFV(Network functions virtualization)

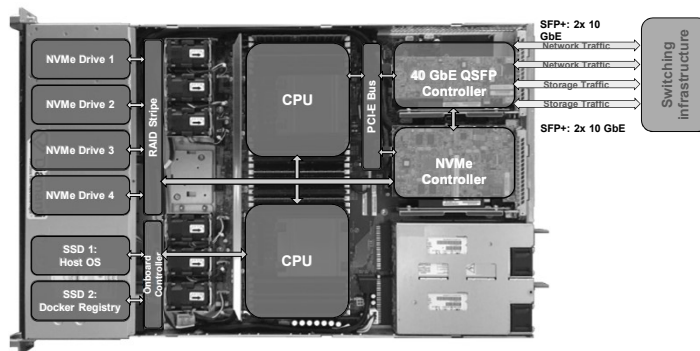


(출처: <https://docs.vmware.com/en/VMware-vCloud-NFV-OpenStack-Edition/3.3/vcloud-nfv-cloud-native-ra-33/GUID-6B8C1471-41A0-4436-B9C2-6A9CD74989D9.html?fbclid=IwAR2wJPdkyAyiwCADbH2OWQLingsh4LlmzG1H3cCSOPNGBJeqT-erTBJC9Jg>)

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ 클라우드 네이티브화를 위한 HCI(Hyper Converged Infrastructure)

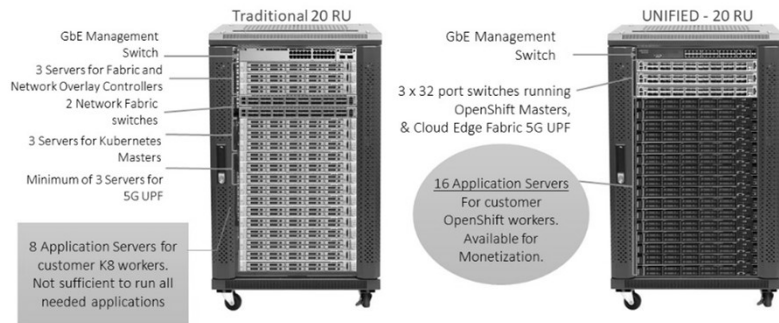
❖ Kubernetes CNI(Container Network Interface)와 CSI(Container Storage Interface) 가속 필요



I. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ P4 사용 가속 Data Plane

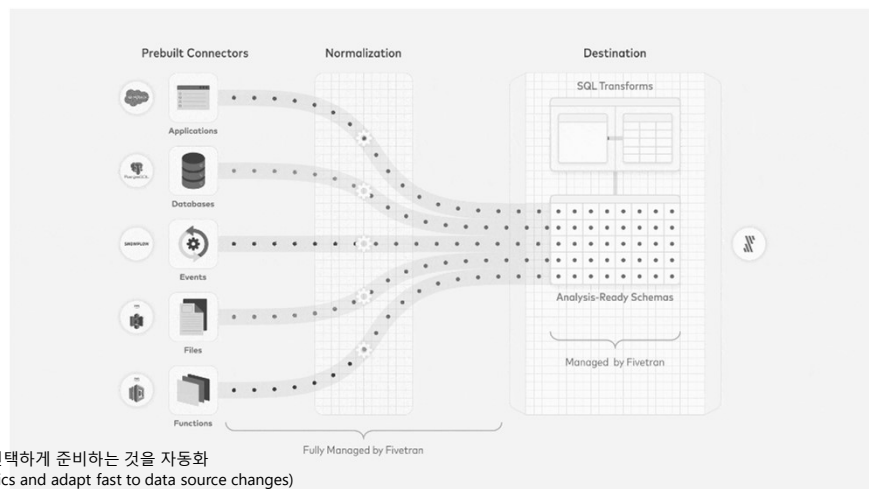
Conventional Edge and K8 containers platform vs consolidated and offloaded P4 Data Plane



5G 융합서비스 테스트베드
james@jlab.kr

I. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ Load data into a warehouse



5G 융합서비스 테스트베드
james@jlab.kr

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ Private 5G의 플랫폼의 가상화 기술 제공 영역

기술 영역 \ 물리적 위치	단말 기기	온프레미스	에지 (외부)	에지(내부)	코어
MEC 위치			MEC ←.....● MEC		
전용선 시장		SD-WAN /uCPE		분산 5G	IMS
사설망		Private 5G	vRAN ←.....● vRAN		5GC
Use case (예)		vCDN		vCDN	

1. 5G를 활용한 비즈니스 기회
2. Business Domain

❖ IITP 2025 RnD 추진

- IITP R&D 핵심 이슈: 동작 주파수 고대역화, 융합 서비스 보편화, 소프트웨어 중심 설계화

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025
서비스		실감형 에지 응용서비스	5G 버티컬 산업망 서비스		네트워크 자동화 서비스	분산 시서비스
제품	5G 실내 분산 안테나 시스템	400G 광송수신 모듈	16T급 POTN	5G+ 코어 및 TSN 스위치	800G 광송수신 모듈	광기반 Sub-THz 부품/모듈

(출처: IITP 정보통신 평가 기획원)

II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화

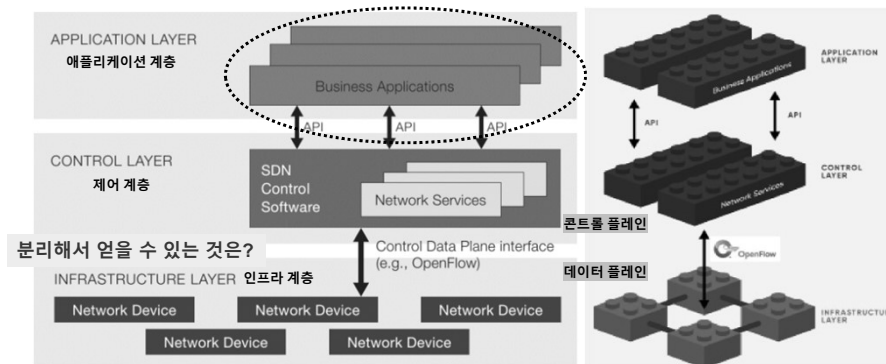
- 소프트웨어 정의
- 네트워크 가상화



II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화

1. 소프트웨어 정의

- ❖ 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN)은 '네트워크 장비 내의 제어부 (Control Plane)와 전송부 (Data Plane)의 분리'
- ❖ 분리한 제어부와 전송부 사이의 신호체계가 필요 (예: OpenFlow)

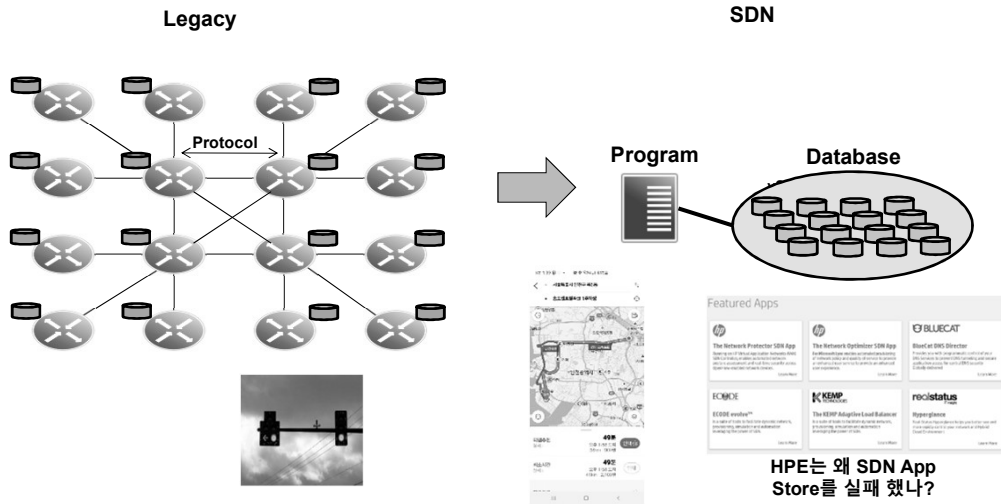


(출처: Open Networking Foundation, ONF)

II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화

1. 소프트웨어 정의

❖ SDN: Enabling a shift from protocols to applications

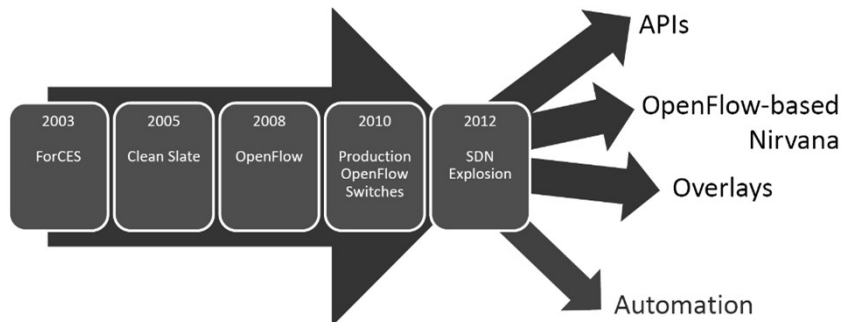


II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화

1. 소프트웨어 정의

❖ 소프트웨어 정의 발전

- API (Application Programming Interface)
- Overlays (오버레이)
- OpenFlow-based Nirvana (오픈플로우 기반 너바나)
- Automation (자동화를 위한 소프트웨어 정의 영역 확대)



II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화

1. 소프트웨어 정의

❖ Software Defined Networking

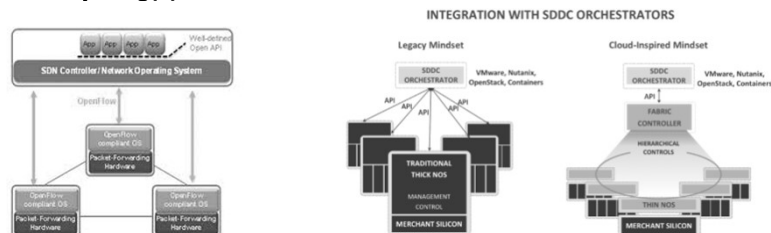


(출처: <https://www.hcltech.com/blogs/how-realize-full-value-software-defined-everything>)

II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화

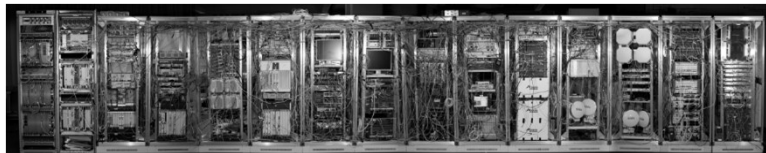
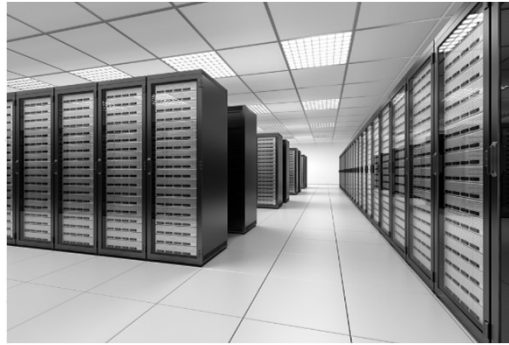
1. 소프트웨어 정의

- ❖ Software-Defined Storage
- ❖ Software-Defined Security
- ❖ Software-Defined DataCenter
- ❖ Software-Defined Infrastructure
- ❖ Software-Defined Environment
- ❖ Software-Defined Radio
- ❖ Software-Defined anything(x)



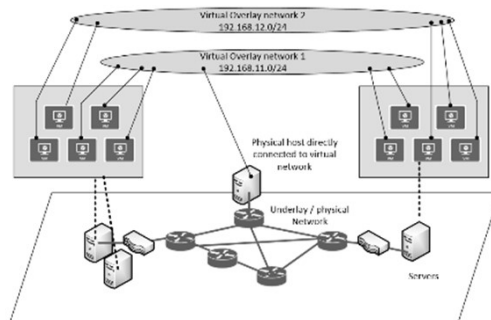
II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화
2. 네트워크 가상화

❖ 네트워크 가상화 (NFV: Network Function Virtualization)



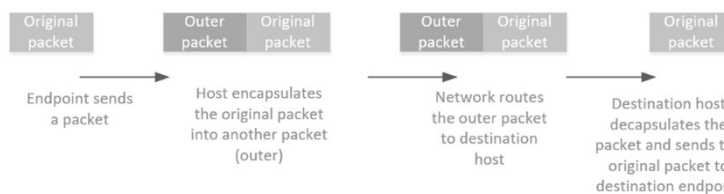
II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화
2. 네트워크 가상화

❖ Packet Transfer Steps in an Overlay Network



VXLAN (Virtual Extensible LAN) 사용시 고려

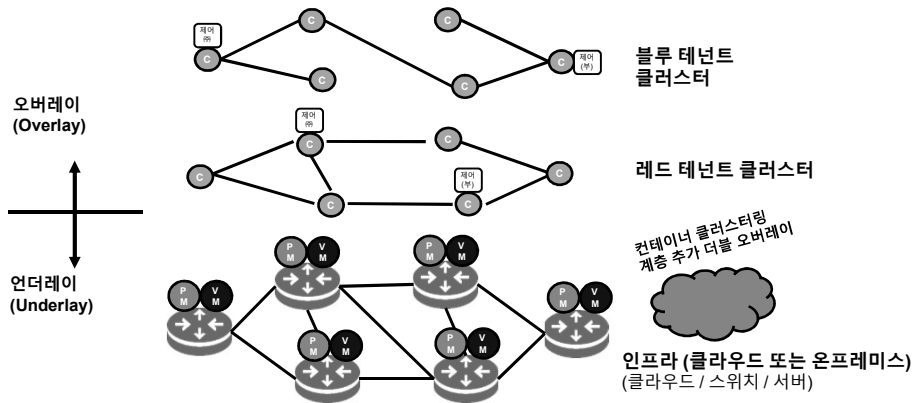
- Maximum Ethernet Frame Size
- Multicast



II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화
2. 네트워크 가상화

❖ 오버레이(Overlay)

- 오버레이(Overlay)
- 언더레이(Underlay)

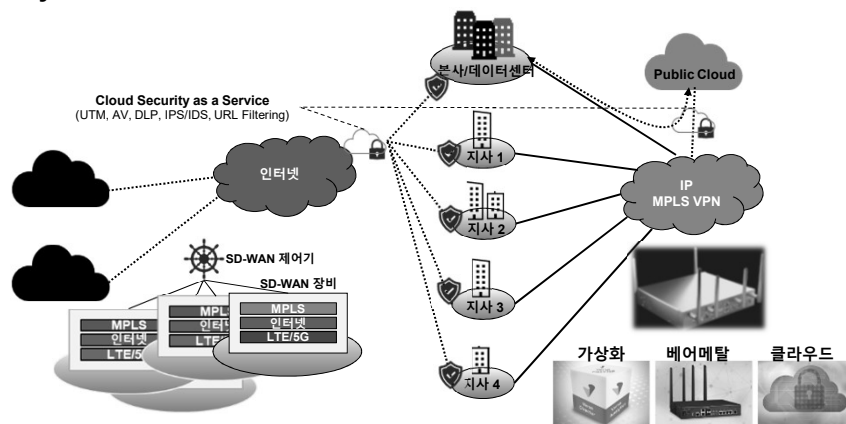


II. 소프트웨어 정의와 네트워크 가상화
2. 네트워크 가상화

❖ SD-WAN의 발전

❖ Multi-Cloud 를 위한 엔터프라이즈 인터넷 접속 (하이브리드 클라우드)

❖ Cloud Security as-a-Service



III. 5G Core 네트워크구조 소개

- 5G 코어 개요
- 무선의 가상화

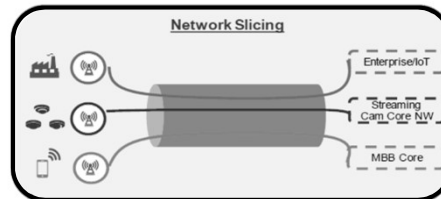
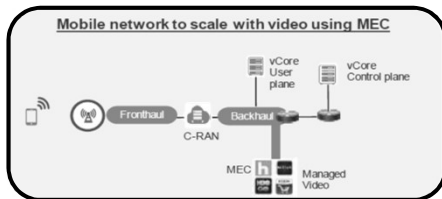
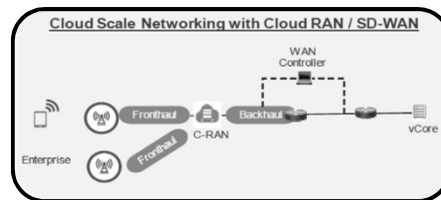
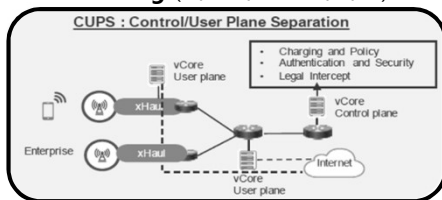


III. 5G Core 네트워크구조 소개

1. 5G 코어 개요

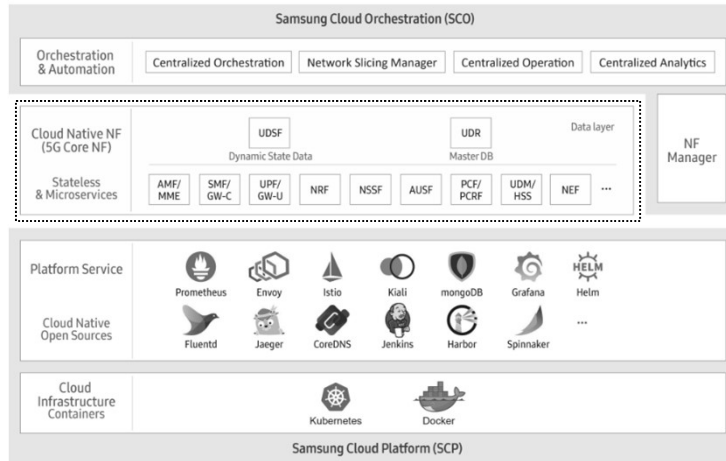
❖ 5G Enabling Technologies:

- CUPS (제어/사용자 플레인 분리)
- Cloud Scale (클라우드 스케일)
- MEC (모바일 에지 컴퓨팅)
- Network Slicing (네트워크 슬라이싱)



III. 5G Core 네트워크구조 소개
1. 5G 코어 개요

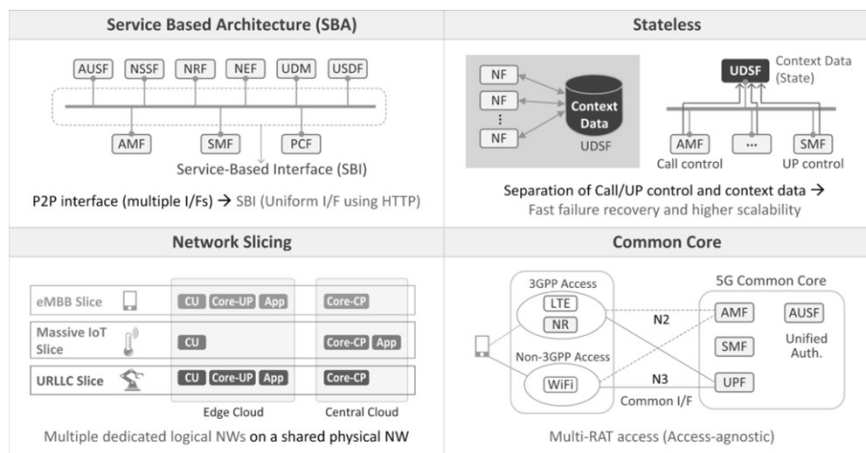
❖ 5G Core's Cloud Native Enabled Architecture (예: Samsung)



(출처: Samsung Technical Report Cloud Native 5G Core Samsung 5G Core Vol.2)

III. 5G Core 네트워크구조 소개
1. 5G 코어 개요

❖ 삼성전자 5G Core Network Design Principle (예)



(출처: Technical Report, 5G Core Vision, Samsung 5G Core Vol.1)

III. 5G Core 네트워크구조 소개
1. 5G 코어 개요

- ❖ 3GPP 5G Reference Architecture & SDN
- ❖ User Plane – Control Plane Split : SDN Architecture

4.2.3 Non-roaming reference architecture

Figure 4.2.3-1 depicts the non-roaming reference architecture with service-based interfaces within the Control Plane.

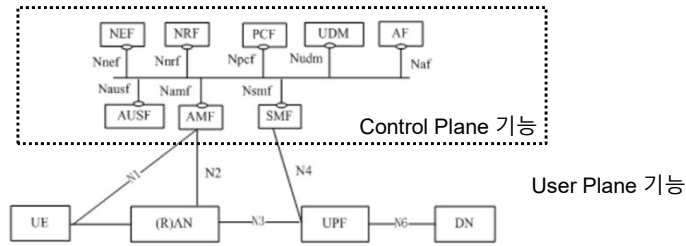
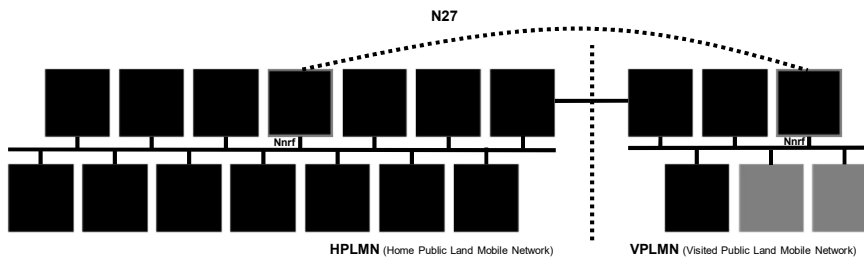


Figure 4.2.3-1: 5G System Service-based architecture

(출처: 3GPP Rel 15 Architecture Specs)

III. 5G Core 네트워크구조 소개
1. 5G 코어 개요

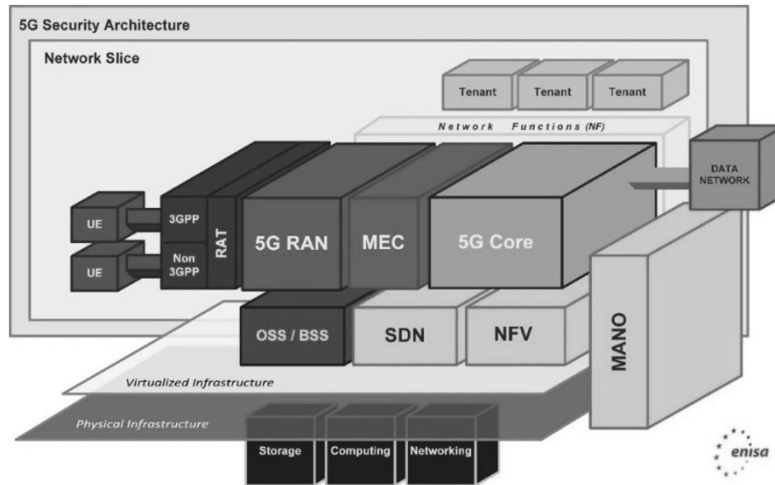
- ❖ дина믹하게 변경하는 5G Core NF의 서비스 상태 모니터링과 연동 정보(IP 주소, FQDN 등) 관리/제어 기능 수행을 통해, 5G Core NF 간 상호 연동을 지원하는 5G Core Network의 인프라 솔루션
- ❖ HTTP2 기반 Nnrf 를 통해 서비스 처리 기능들을 제공
 - NF Service Registration: NF Instance에서 제공하는 서비스 정보 관리
 - NF Service Discovery: 5G Core를 지원하는 NF Instance의 정보 제공
 - Access Token 사용 Session Establishment: 인증/권한 Token 사용 세션



III. 5G Core 네트워크구조 소개

1. 5G 코어 개요

❖ 네트워크 슬라이싱 (예): ENISA(European Union Agency for Cybersecurity)

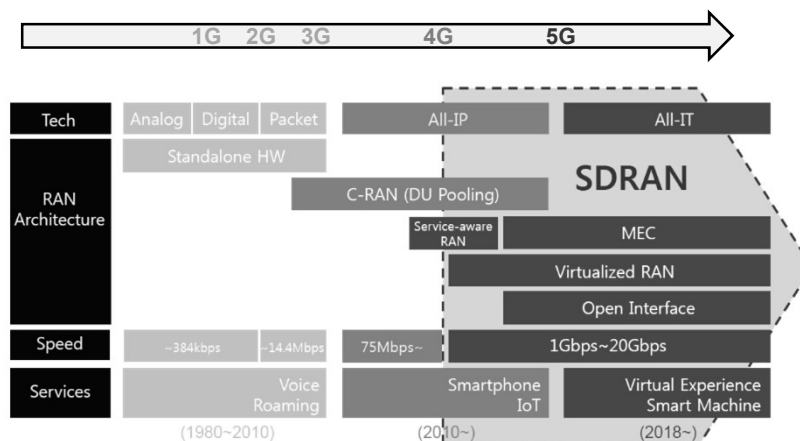


(출처: ENISA 5G Security Architecture)

III. 5G Core 네트워크구조 소개

2. 무선의 가상화

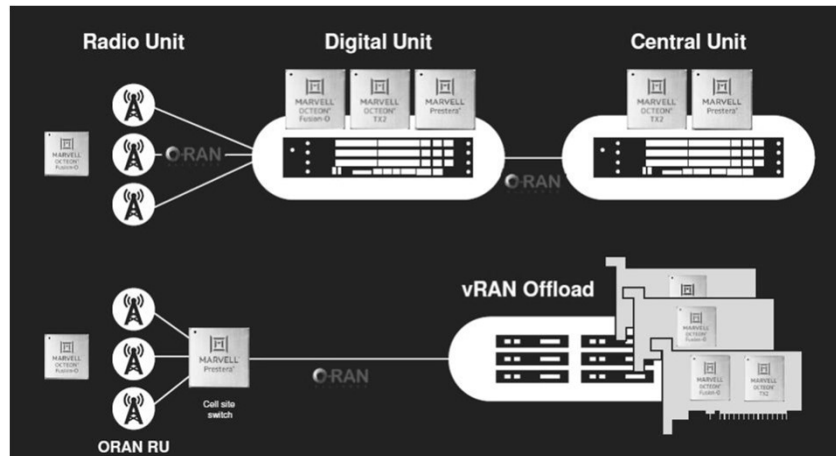
❖ 5G의 소프트웨어 정의 무선 환경



III. 5G Core 네트워크구조 소개

2. 무선의 가상화

❖ Traditional Network Infrastructure Tools To 5G Open RAN(Marvell)



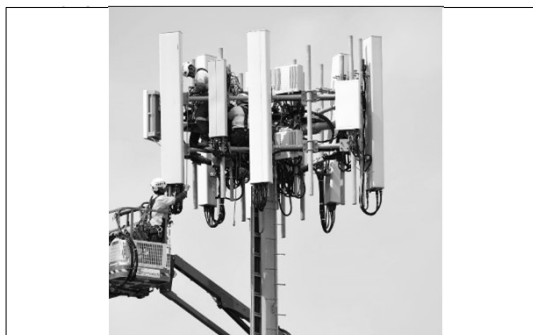
(출처: <https://www.forbes.com/sites/bobodonnell/2020/12/08/marvell-brings-traditional-network-infrastructure-tools-to-5g-open-ran/?sh=36cecc6b2695>)

53

JS Lab

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

- 클라우드 연동
- 네트워크 유형



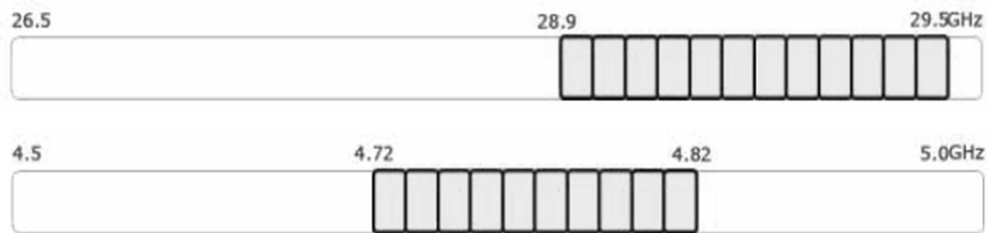
54

JS Lab

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

1. 5G 특화망 주파수

- ❖ 28GHz대역은 600MHz폭(28.9~29.5GHz)을 50MHz폭 12개 블록으로 나누어 수요기업의 신청에 따라 적정 대역폭을 공급 예정
- ❖ 6GHz이하(Sub-6GHz) 대역은 업계의 수요를 고려해 일부 지역에서만 사용하고 있는 기존 무선국 등과 주파수를 공동 사용하는 방식으로 4.7GHz 대역 100MHz폭(4.72~4.82GHz)을 확보하였으며, 10MHz폭 10개 구역(블록)으로 나누어 수요기업의 신청에 따라 적정 대역폭을 공급 예정



5G 융합서비스 테스트베드 james@jlab.kr

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

1. 5G 특화망 주파수

- ❖ 특화망 사업자가 기간통신사업자로 등록하여 28GHz 대역을 이용해 이동통신서비스를 제공하는 경우 가입자 당 적용되는 서비스 단가를 현행 분기당 2,000원에서 200원으로 1/10 감경된 단가를 적용
- ❖ 자가망 시설자에 대해서도 28GHz 대역에 대한 전파사용료를 현행 기준 대비 대폭 감경하고, 교육·연구 목적의 비영리법인에 대해서는 전파사용료를 면제

할당대가 산정식

$$\text{할당대가} = \text{기준금액} \times (5a_1 + a_2 + 1) \times \text{이용기간} \times \text{대역폭}$$

- 1) 기준 금액 : 4.7GHz대역 (100,000원/10MHz폭), 28GHz대역 (50,000원/50MHz폭)
- 2) 면적(a₁, a₂) : 대도시 지역(a₁), 대도시 외의 지역(a₂) (단위: km², 연면적 기준)
- 3) 이용 기간 : 주파수의 총 이용기간(단위: 년)
- 4) 대역 폭 : 할당신청 블록수(신청단위 기준) ※ 신청단위: (4.7GHz대역) 10MHz, (28GHz대역) 50MHz

5G 융합서비스 테스트베드 james@jlab.kr

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

1. 5G 특화망 주파수

❖ 주요국의 사설 5G 주파수 할당 현황 (Sub-6 and mmWave)

국가	정부기관	주파수 범위	대역폭	주파수 상용화 시점
독일	BNetzA	3.7 - 3.8 GHz	100MHz	2019.11.21 면허신청개시
		24.25 - 27.5 GHz	3.25GHz	2021.01.01 면허신청개시
영국	Ofcom	3.8 - 4.2 GHz	400MHz	2019.12.09 면허신청개시
		24.25 - 26.5 GHz	2.25GHz	2019.12.09 면허신청개시
일본	MIC (총무성)	4.6 - 4.9 GHz	300MHz	2020.12.18 면허신청개시
		28.2 - 28.3 GHz	100MHz	2019.12.24 면허신청개시
		28.3 - 29.1 GHz	800MHz	2020.12.18 면허신청개시
미국	FCC	3.55 - 3.7 GHz (CBRS)	150 MHz	2020.08.25 PAL 경매 완료
한국	과기정통부	Sub 6	100MHz	2021
		28.9 - 29.5 GHz	600MHz	2021

(출처: <https://www.netmanias.com/ko/private-5g/>)

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

1. 5G 특화망 주파수

❖ 사설 5G망 확보를 위한 기업의 선택지

	1. 기업이 이동사 사설 5G 서비스를 이용하는 경우 (NTT Docomo, KDDI, Softbank, Rakuten)	2. 기업이 로컬 5G망 직접 구축/운영하는 경우	3. 기업이 로컬 5G 서비스 사업자의 서비스를 이용하는 경우 (NTT Com, NEC, Fujitsu 등)
주파수	Sub-6, mmWave ☺ 3.7GHz, 4.5GHz, 28GHz	Sub-6, mmWave ☺ 4.6-4.9GHz, 28.2-29.1GHz	Sub-6, mmWave ☺ 4.6-4.9GHz, 28.2-29.1GHz
eMBB, uRLLC, mMTC	○ ☺	○ ☺	○ ☺
통신요금	유료 (데이터량 기반) ☹	무료 (와이파이처럼) ☺	무료 (와이파이처럼) ☺
Full Control	△	○ ☺	△
Network Slicing	△	○ ☺	△
전파사용료 납부	불필요 ☺	필요 ☹	필요 ☹
주파수 면허 취득	불필요 ☺	필요 (절차가 까다로움) ☹	면허 취득 대행 ☺
설계 및 구축 지식	전문지식 필요 없음 ☺	전문지식 필요함 ☹	매니지드 서비스 ☺
설비투자	불필요 ☺	큼 (5G RAN/Core 등 구매) ☹	월정액 구독 서비스 ☺
운영부하	작음 ☺	전문지식 필요함 ☹	매니지드 서비스 ☺

(출처: <https://www.netmanias.com/ko/?m=view&id=blog&no=15054>)

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

2. Use Case DoD

❖ 5G Use Cases for DoD (Department of Defense)

- Enterprise private 5G networks for National applications are very similar to commercial networks
- Most military-related tasks are “behind the lines”
- More challenges in forward-deployed use cases
- Opportunities to both use 5G as writ, as well as contribute ideas to future standards



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

2. Use Case DoD

❖ 5G Use Cases for DoD (Department of Defense)

- Military vehicles and equipment
- Military vehicular networking includes both manned and unmanned vehicles
- Largely mirrors civilians needs – but infrastructure may not always be available
- Need to be able to
 - Collect data in real time and data analytics
 - Automated repair
 - Tool and equipment tracking
 - Provide remote engineering support and connect maintenance personnel

low SWaPC (Size, Weight, and Power, and Cost)

Storage



Stock readiness



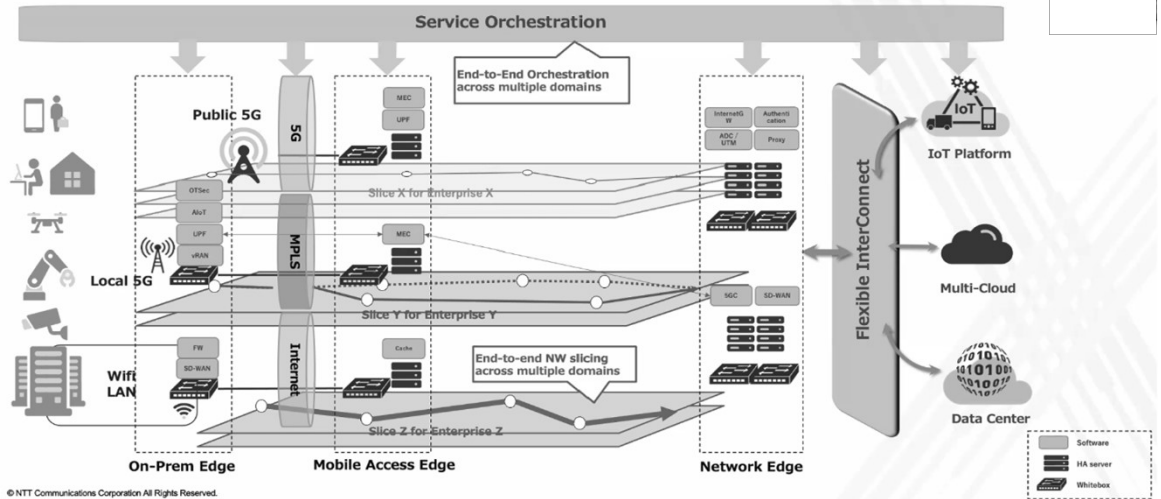
Maintenance



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

3. Use Case NTT

❖ Industry 4.0 to the Edge (NTT Communications)



5G 융합서비스 테스트베드 james@jilab.kr

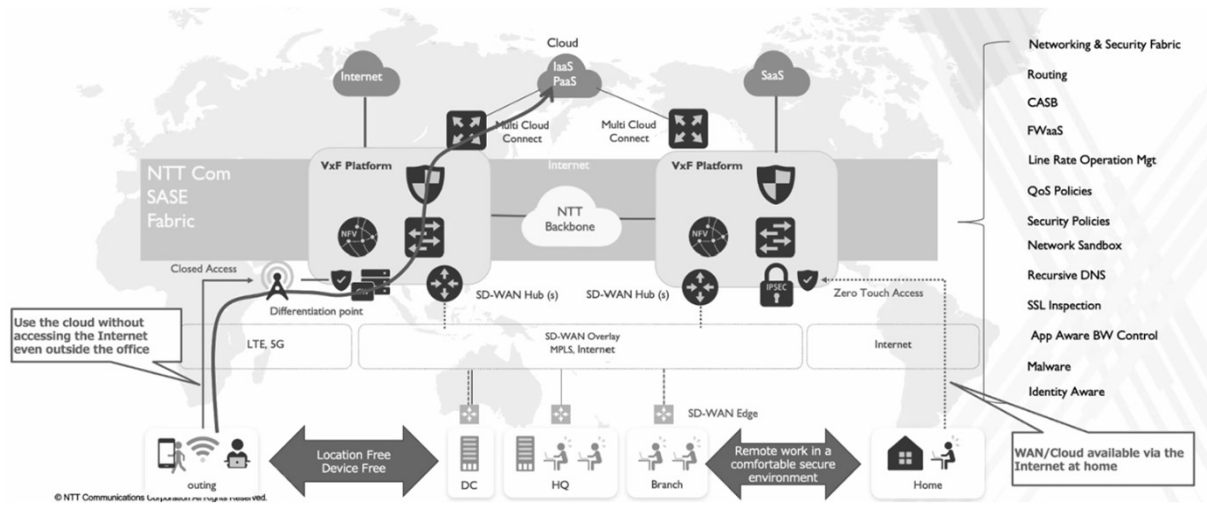
© NTT Communications Corporation All Rights Reserved.

JS Lab

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

3. Use Case NTT

❖ SASE Fabric offering with Network Edge (NTT)



5G 융합서비스 테스트베드 james@jilab.kr

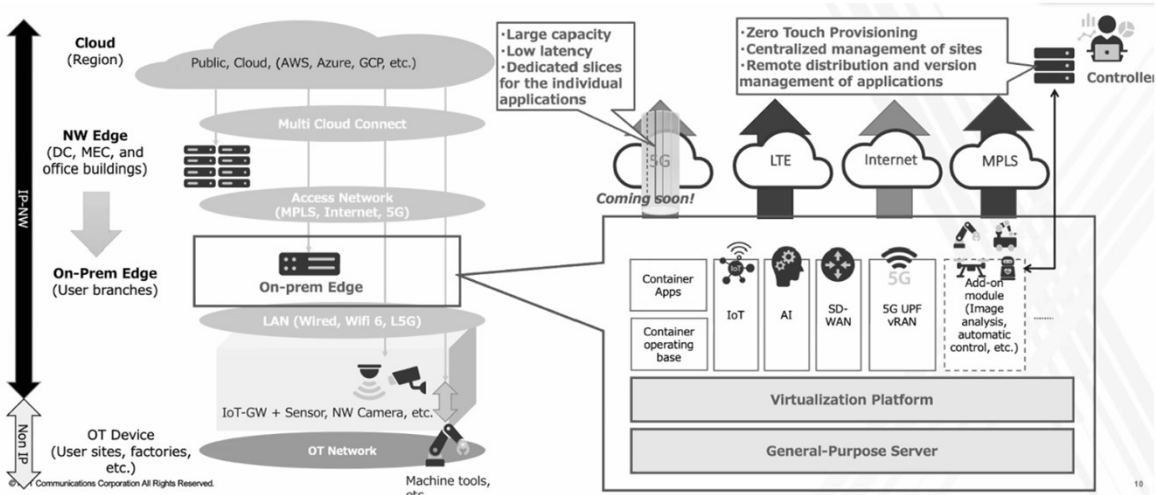
© NTT Communications Corporation All Rights Reserved.

JS Lab

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

3. Use Case NTT

❖ On-prem Edge (NTT)

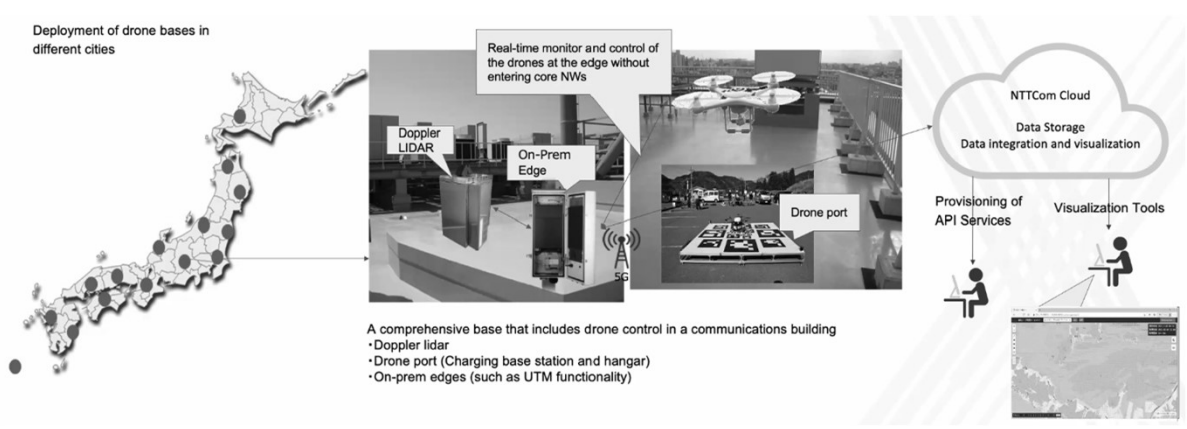


5G 융합서비스 테스트베드
james@jilab.kr

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

3. Use Case NTT

❖ From data analysis to dron control (NTT)

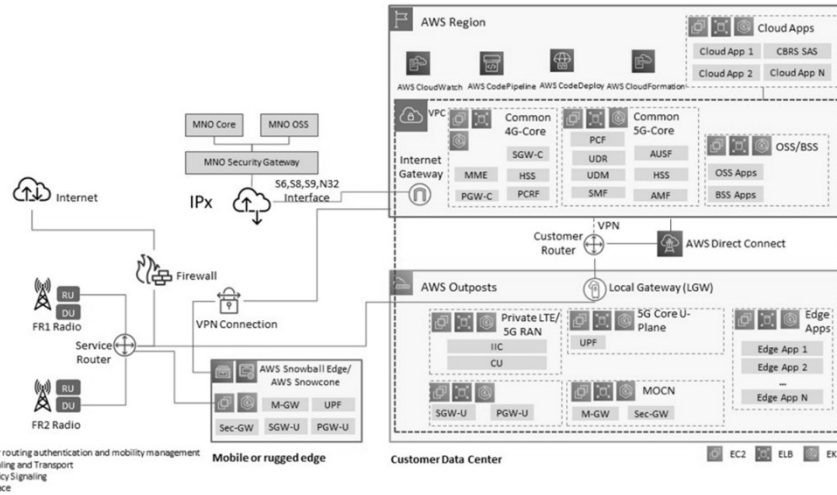


5G 융합서비스 테스트베드
james@jilab.kr

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

4. 클라우드 연동

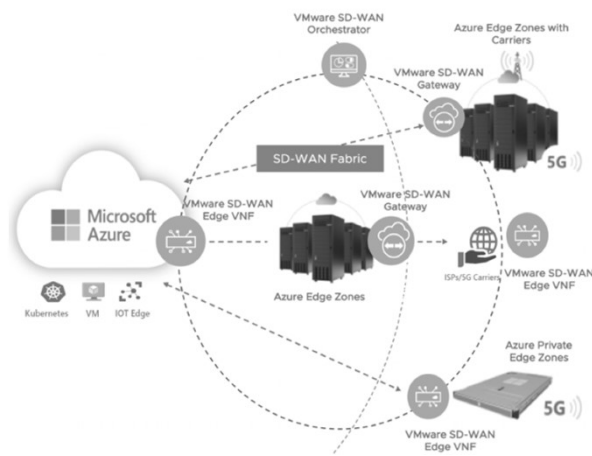
❖ Private 4G/5G on AWS, Deloitte Private Networks Lab Houston.



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

4. 클라우드 연동

❖ Microsoft Azure Edge Zones: 통신사와 연결 기업에 설치하는 사설망 구성

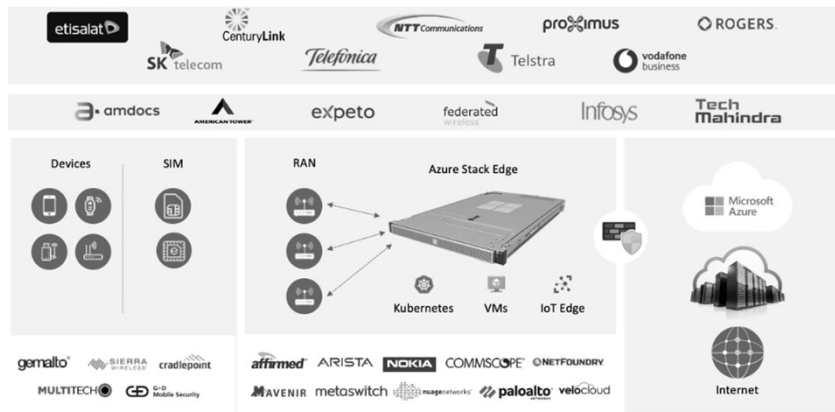


(출처: <https://blogs.vmware.com/velocloud/2020/03/31/vmware-to-deliver-networking-solutions-with-azure-edge-zones/>)

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

4. 클라우드 연동

❖ Microsoft Azure Edge Zones: 5G 기술 관련 기업 생태계 (예)



(출처: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/networking/edge-zones-overview>)

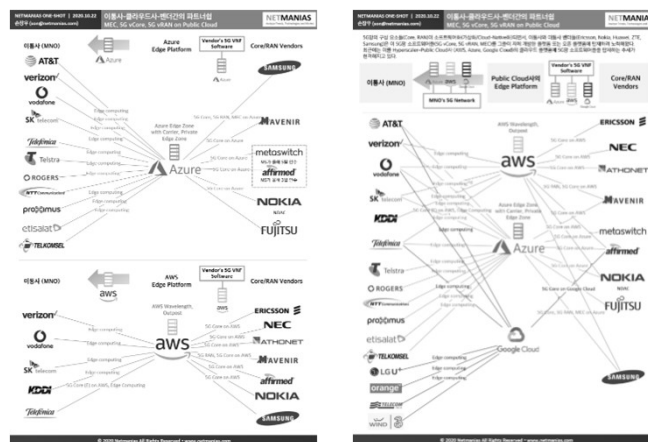
- 현재 모바일 애플리케이션은 초저지연이 필요한 고품질 모바일 게임이나 XR 등의 콘텐츠를 시험 중

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

4. 클라우드 연동

❖ 이통사-클라우드사-벤더간의 파트너십

- MEC, 5G vCore, 5G vRAN on Public Cloud

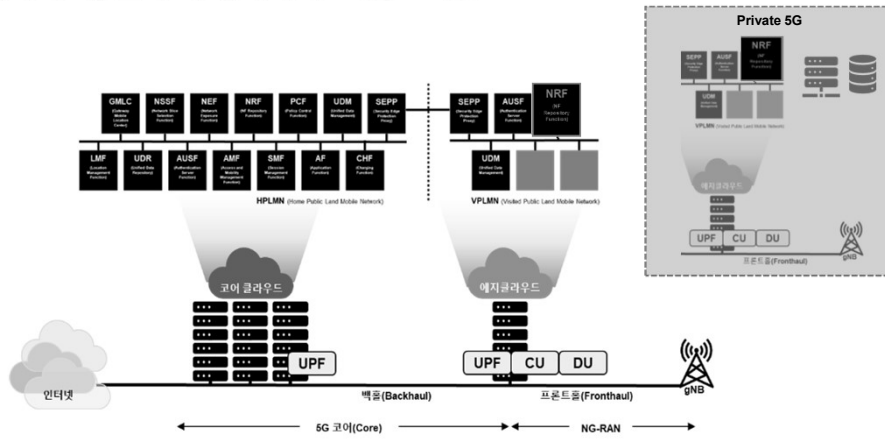


출처: <https://www.netmanias.com/ko/post/oneshot/14876/5g-edge-mec-private-5g-mec-5g-vcore-5g-vran-on-public-cloud>

IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

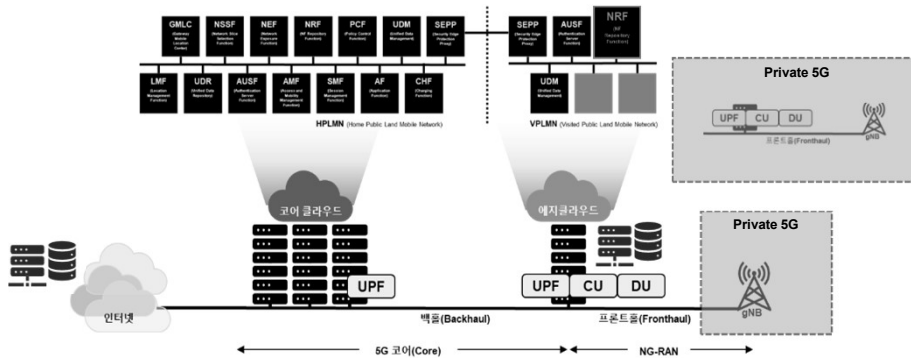
- ❖ Private 5G network (1 of 7)
- ❖ Local 5G Frequency, Full Private, No-Sharing
- ❖ 단일 지역 유리, 물리 서버/데이터 소유, 고비용



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

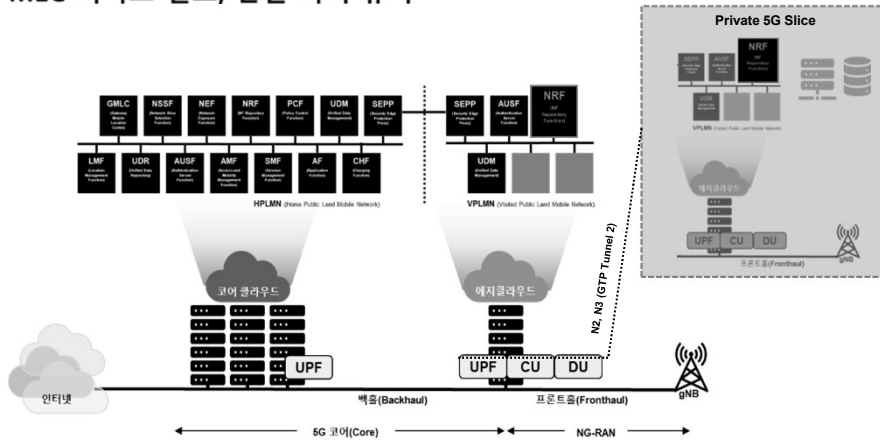
- ❖ Private 5G network (2 of 7)
- ❖ Licensed Frequency, Full Private, No-Sharing
- ❖ 단일 지역 유리, 물리 서버/데이터 소유, 데이터 처리 지연 고려



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

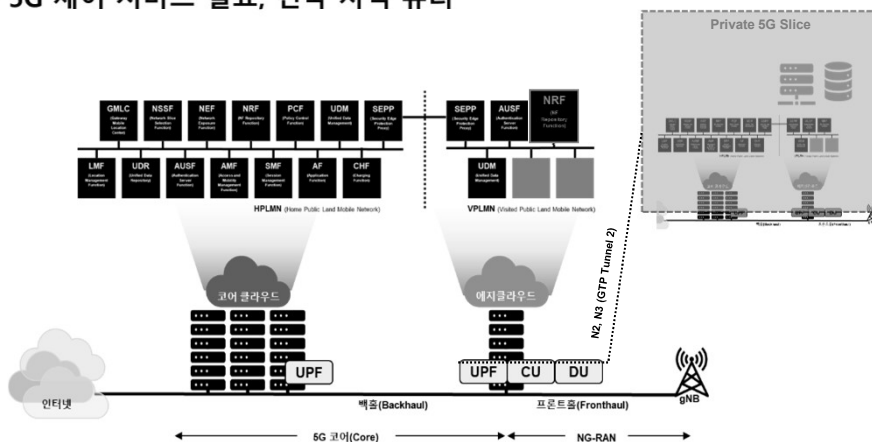
- ❖ Private 5G network (3 of 7)
- ❖ RAN sharing between private network and public network
- ❖ 통신사 MEC 서비스 필요, 단일 지역 유리



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

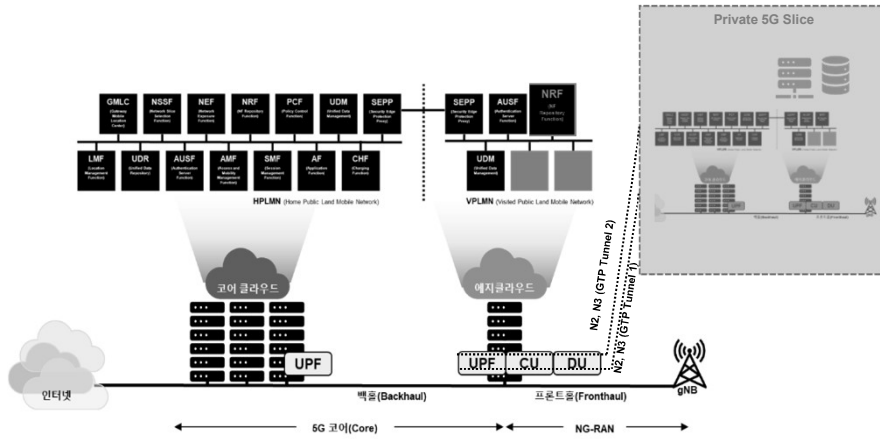
- ❖ Private 5G network (4 of 7)
- ❖ RAN and Control Plane Sharing between private and public network
- ❖ 통신사 5G 제어 서비스 필요, 전국 지역 유리



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

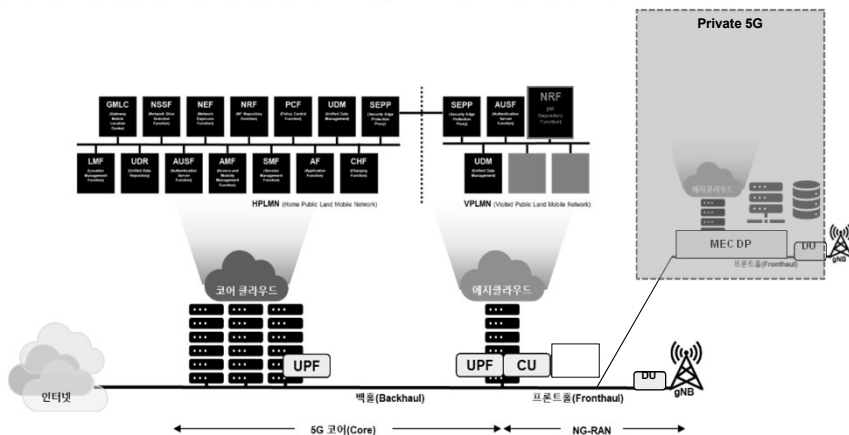
- ❖ Private 5G network (5 of 7)
- ❖ RAN and Core Sharing (End-to-End Network Slicing) between private and public network
- ❖ 통신사의 종단간 네트워크 슬라이스 서비스 필요, 서비스 기술 수준 높음, 전국 지역 유리



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

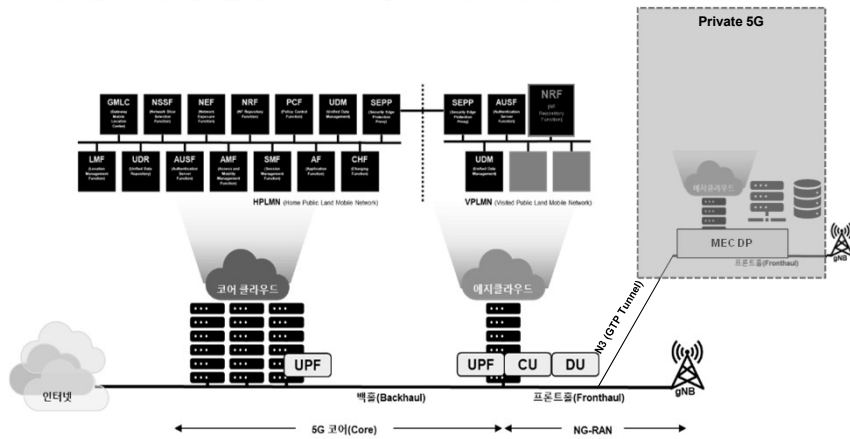
- ❖ Private 5G network (6 of 7)
- ❖ N3 LBO (Local Breakout): KT
- ❖ 단일 지역 유리, 물리 서버/데이터 소유, 5G 제어와 독립적 구성 가능



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

5. Private 5G network 유형

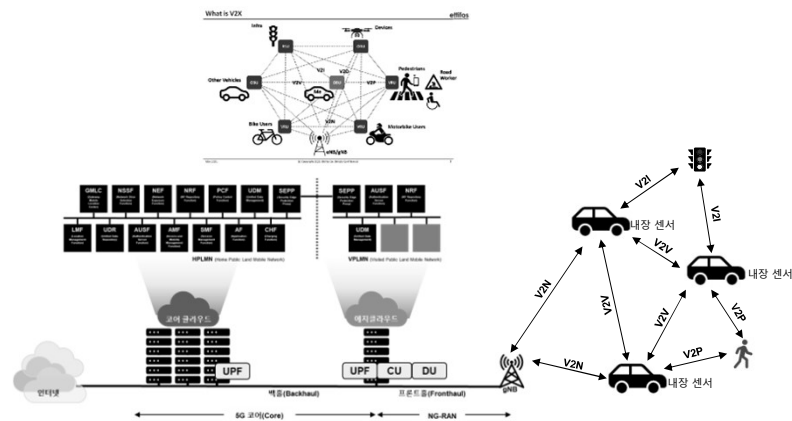
- ❖ Private 5G network (7 of 7)
- ❖ N3 LBO (Local Breakout): SK Telecom
- ❖ 단일 지역 유리, 물리 서버/데이터 소유, 5G 제어와 독립적 구성 가능



IV. 5G 특화망 (Private 5G)

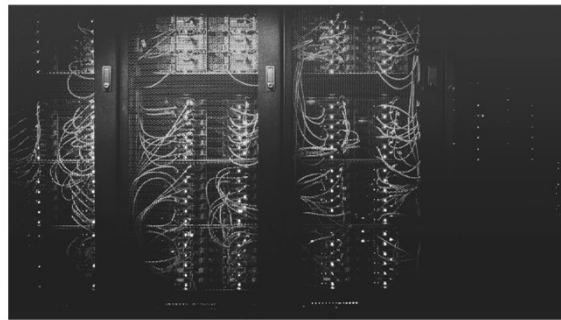
5. Private 5G network 유형

- ❖ Private 5G의 NRF 플랫폼 솔루션 화
 - 5G Automotive Association (5GAA)
 - 3GPP's cellular vehicle to everything" (C-V2X)



❖ 부록

▪ Acronyms



부록.

Acronyms

- **3GPP** 3rd Generation Partnership Project
- **4G** 4th generation
- **5G** 5th generation
- **5GC** 5G Core

- **AERPAW** Aerial Experimentation and Research Platform for Advanced Wireless
- **AM** Acknowledged Mode
- **AMF** Access and Mobility Management Function
- **API** Application Programming Interface
- **APN** Access Point Name
- **AUSF** Authentication Server Function

- **BSS** Business Support System

- **CaaS** Connectivity-as-a-Service
- **CDD** Cyclic Delay Diversity
- **CDN** Content Distribution Network
- **CN** Core Network
- **COMAC** Converged Multi-Access and Core
- **CORD** Central Office Re-architected as a Datacenter
- **CORNET** COgnitive Radio NETwork
- **COSMOS** Cloud Enhanced Open Software Defined Mobil Wireless Testbed for City-Scale Deployment
- **COTS** Commercial Off-the-Shelf
- **CPU** Central Processing Unit
- **CQI** Channel Quality Information
- **CR** Cognitive Radio
- **CU** Central Unit

부록.

Acronyms

- **DAS** Distributed Antenna System
- **DL** Downlink
- **DRS** Discovery Reference Signal
- **DU** Distributed Unit

- **E-UTRAN** Evolved Universal Terrestrial Access Network
- **eNB** evolved Node Base
- **EPC** Evolved Packet Core
- **EPS** Evolved Packet System
- **ETSI** European Telecommunications Standards Institute

- **FaaS** Function-as-a-Service
- **FAPI** Functional Application Platform Interface
- **FDD** Frequency Division Duplexing
- **FED4FIRE+** Federation 4 Future Internet Research and Experimentation Plus
- **FIT** Future Internet of Things
- **FPGA** Field Programmable Gate Array

- **gNB** Next Generation Node Base
- **GPU** Graphics Processing Unit
- **GTP** GPRS Tunneling Protocol
- **GTP-C** GPRS Tunneling Protocol Control Plane
- **GTP-U** GPRS Tunneling Protocol User Plane
- **GW** Gateway

- **HARQ** Hybrid Automatic Repeat reQuest
- **HSS** Home Subscription Server

부록.

Acronyms

- **IMSI** International Mobile Subscriber Identity
- **IoT** Internet of Things

- **KPI** Key Performance Indicator
- **KVM** Kernel-based Virtual Machine

- **LTE** Long Term Evolution
- **LXC** Linux Containers

- **MAC** Medium Access Control
- **MANO** Management and Orchestration
- **MCC** Mobile Cloud Computing
- **MCHEM** Massive Channel Emulator
- **MEC** Multi-access Edge Computing
- **MFC** Mobile Fog Computing
- **MIMO** Multiple Input, Multiple Output
- **MME** Mobility Management Entity
- **mmWave** millimeter wave
- **MU-MIMO** Multi-user MIMO
- **MVNO** Mobile Virtual Network Operator

- **NAS** Non-Access Stratum
- **NFV** Network Function Virtualization
- **NFVI** Network Function Virtualization Infrastructure
- **NIC** Network Interface Card
- **NRF** Network Repository Function
- **NSE** Network Slicing Engine
- **NSM** Network Service Mesh
- **NSSF** Network Slice Selection Function

부록.

Acronyms

- **OAI** OpenAirInterface
- **OAI-CN** OAI Core Network
- **OAI-RAN** OpenAirInterface Radio Access Network
- **OAM** Operations, Administration and Maintenance
- **OMEC** Open Mobile Evolved Core
- **ONAP** Open Network Automation Platform
- **ONF** Open Networking Foundation
- **ONOS** Open Networking Operating System
- **OOM** ONAP Operations Manager
- **OPNFV** Open Platform for NFV
- **ORBIT** Open-Access Research Testbed for Next-Generation Wireless Networks
- **OSM** Open Source NFV Management and Orchestration
- **OSS** Operations Support System

- **PAWR** Platforms for Advanced Wireless Research
- **PBCH** Physical Broadcast Channel
- **PCEF** Policy and Charging Enforcement Function
- **PCFICH** Physical Control Format Indicator Channel
- **PCRF** Policy and Charging Rules Function
- **PDCCH** Physical Downlink Control Channel
- **PDCP** Packet Data Convergence Protocol
- **PDSCH** Physical Downlink Shared Channel
- **PGW** Packet Gateway
- **PHICH** Physical Hybrid ARQ Indicator Channel
- **PHY** Physical
- **PMCH** Physical Multicast Channel
- **PMI** Precoding Matrix Indicators
- **POWDER** Platform for Open Wireless Data-driven Experimental Research

부록.

Acronyms

- **PRACH** Physical Random Access Channel
- **PRB** Physical Resource Block
- **PSS** Primary Synchronization Signal
- **PUCCH** Physical Uplink Control Channel
- **PUSCH** Physical Uplink Shared Channel

- **QAM** Quadrature Amplitude Modulation
- **QCI** QoS Class Identifier
- **QoS** Quality of Service

- **RAN** Radio Access Network
- **RAT** Radio Access Technology
- **REC** Radio Edge Cloud
- **RENEW** Reconfigurable Eco-system for Next-generation End-to-end Wireless
- **RIC** RAN Intelligent Controller
- **RLC** Radio Link Control
- **RRC** Radio Resource Control
- **RRU** Remote Radio Unit
- **RU** Radio Unit

- **S1AP** S1 Application Protocol
- **SC2** Spectrum Collaboration Challenge
- **SDAP** Service Data Adaptation Protocol
- **SDK** Software Development Kit
- **SDN** Software-defined Networking
- **SDR** Software-defined Radio
- **SEBA** SDN-Enabled Broadband Access
- **SGW** Service Gateway

부록.

Acronyms

- **SLA** Service Level Agreement
- **SMF** Session Management Function
- **SRS** Sounding Reference Signal
- **SSS** Secondary Synchronization Signal

- **TDD** Time Division Duplexing
- **TFT** Traffic Flow Template
- **TIP** Telecom Infra Project
- **TM** Transparent Mode

- **UAS** Unmanned Aerial System
- **UAV** Unmanned Aerial Vehicle
- **UDM** Unified Data Management
- **UDP** User Datagram Protocol
- **UDR** Unified Data Repository
- **UE** User Equipment
- **UL** Uplink
- **UM** Unacknowledged Mode
- **UPF** User Plane Function
- **URLLC** Ultra Reliable and Low Latency Communication
- **USIM** Universal Subscriber Identity Module
- **USR** Universal Software Radio Peripheral

- **VIM** Virtualization Infrastructure Manager
- **VM** Virtual Machine
- **VNF** Virtual Network Function
- **VoLTE** Voice over LTE
- **vRAN** Virtualized RAN

감사합니다.

