

다중 산업 지원을 가능하게 하는 Network Slice 기반 5G Core Network 기술

신명기, ETRI

- 01/ 다중 산업 지원을 위한 5G+ 기술
- 02/ 버티컬 산업용 5G 전용망 (NPN) 기술 및 도입 예상 구조
- 03/ 네트워크 슬라이싱 기반 5G 산업용 네트워크
- 04/ 가상화 기반 경량의 소형 5G+ 코어 기술
- 05/ 5G+ 산업용 네트워크를 위한 Enabler로서의 MEC, NWDAF, RAN 기술
- 06/ 결론 및 시사점

5G NSA 상용화 이후 중요한 시점

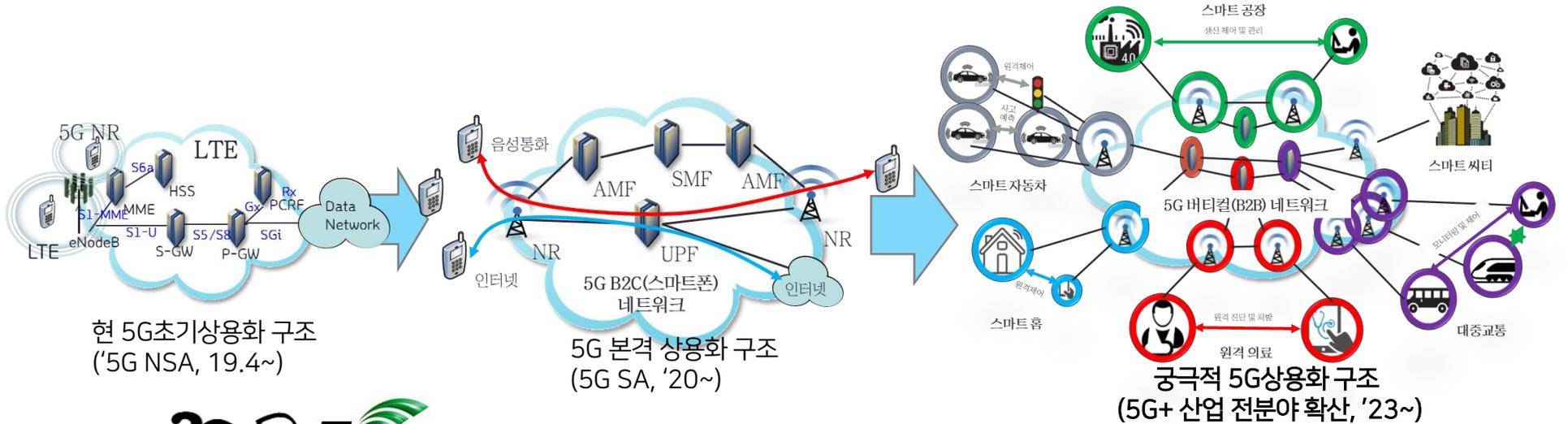
- 실질적인 5G 성공여부를 가르는 가장 중요한 시점
 - 3GPP는 5G 최초규격인 Rel-15 제정 이후('18), Rel-16('19), Rel-17(현재) 고도화 진행중
 - 우리나라는 2019년 4월 5G NSA(Non-Stand-Alone) 기반의 세계 최초 5G 상용화 성공
 - 올해에는 통신3사 모두 5G SA(Stand-Alone) 상용화를 시작하고, 스마트제조, 의료, 철도, 차량 등과 같은 버티컬 산업분야 네트워크 적용구조 및 장비개발에 대한 검토를 본격적으로 시작하고 향후 5년간 대규모의 투자가 예상됨
- 우리나라 5G 상용화 성공여부를 결정하는 주요 쟁점 및 화두
 - 새로운 5G 킬러 서비스 발굴 및 버티컬 산업 네트워크 적용 및 확산 (5G+ 산업전분야확산)
 - (LTE성공요인)/스마트폰서비스/B2C시장 → (5G성공예측)/산업전분야서비스확산/B2B시장
 - 국내 중소기업들도 함께 참여할 수 있는 상생구조 및 생태계를 5G 망 도입 초기부터 형성하는 것이 매우 중요한 국가적 과제 (해외글로벌제조사 중심의 풀스펙-고성능/폐쇄형 장비 → 경량의 산업맞춤형 개방형 장비 및 국내제조사간 상생의 생태계 조성 중요)



혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략 발표/범부처 합동('19)

2026년 세계시장의 15%를 점유, 일자리 60만개 창출, 730억달러 수출, 생산액 180조원 달성 목표

공극적 5G상용화 구조 및 산업 전분야 확산 필요



현 5G초기상용화 구조 ('5G NSA, 19.4~)

5G 본격 상용화 구조 (5G SA, '20~)

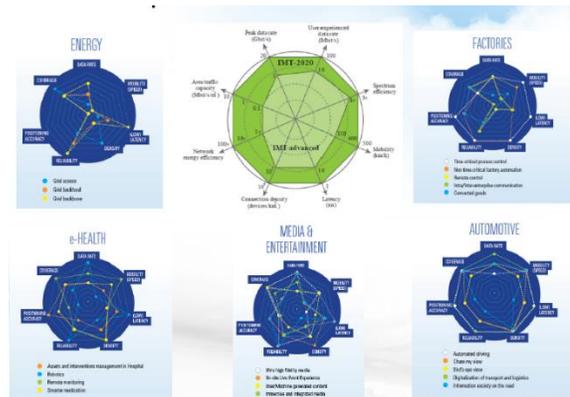
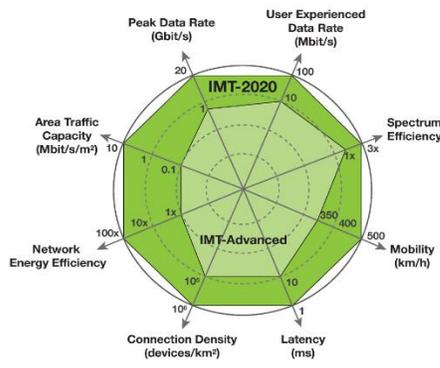
공극적 5G상용화구조 (5G+ 산업 전분야 확산, '23~)



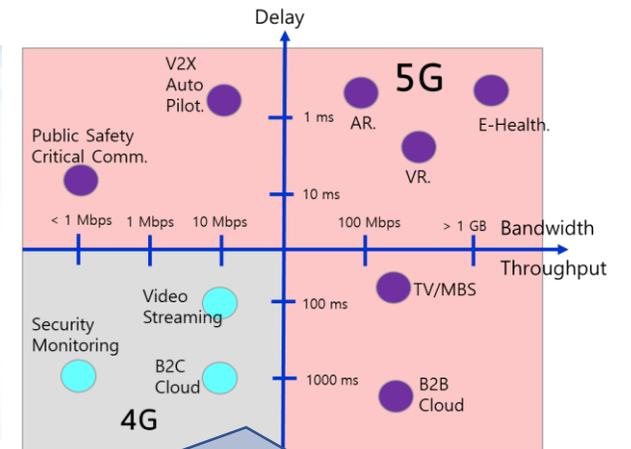
Rel-15/Rel-16
(5G공용네트워크중심)

Rel-17/Rel-18 ~
(5G고도화/버티컬/비공용/산업네트워크중심)

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

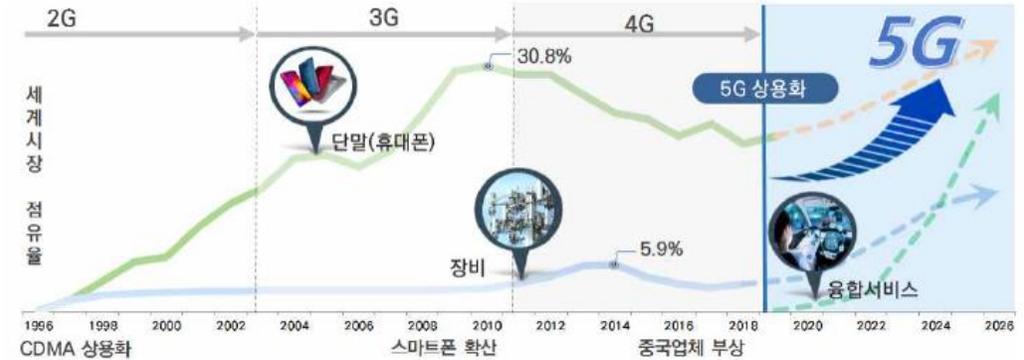


<출처- 5G-PPP>



다양한 산업별 상이한 5G요구사항(KPI)을 어떻게 단일 인프라내에 수용 ?

5G 버티컬 산업 적용현황 및 시사점



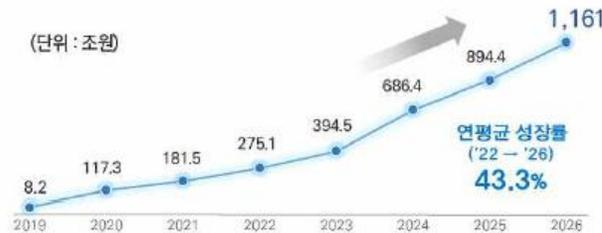
이동통신 기술의 진화에 따른 산업적 영향력의 변화

시기별(2G→3G→4G→5G) 시장점유율 변화 추이

<출처 - 혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략, 정부 범부처('19)>

뉴 노멀 시대 선도를 위한 ICT 표준의 역할

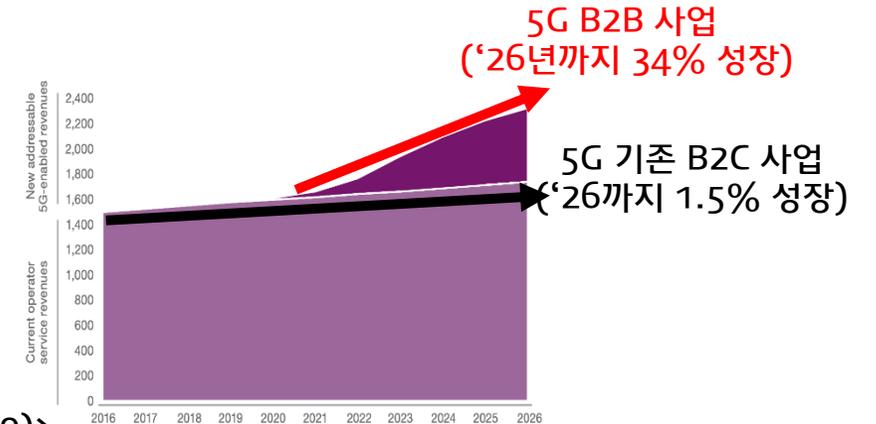
연차별 세계시장 전망('19~'26)



분야별 세계시장 전망('26)



<출처- 해외 시장전망, ICT전문기관 분석, 델파이 조사 등을 통한 추정(KISDI, '19)>

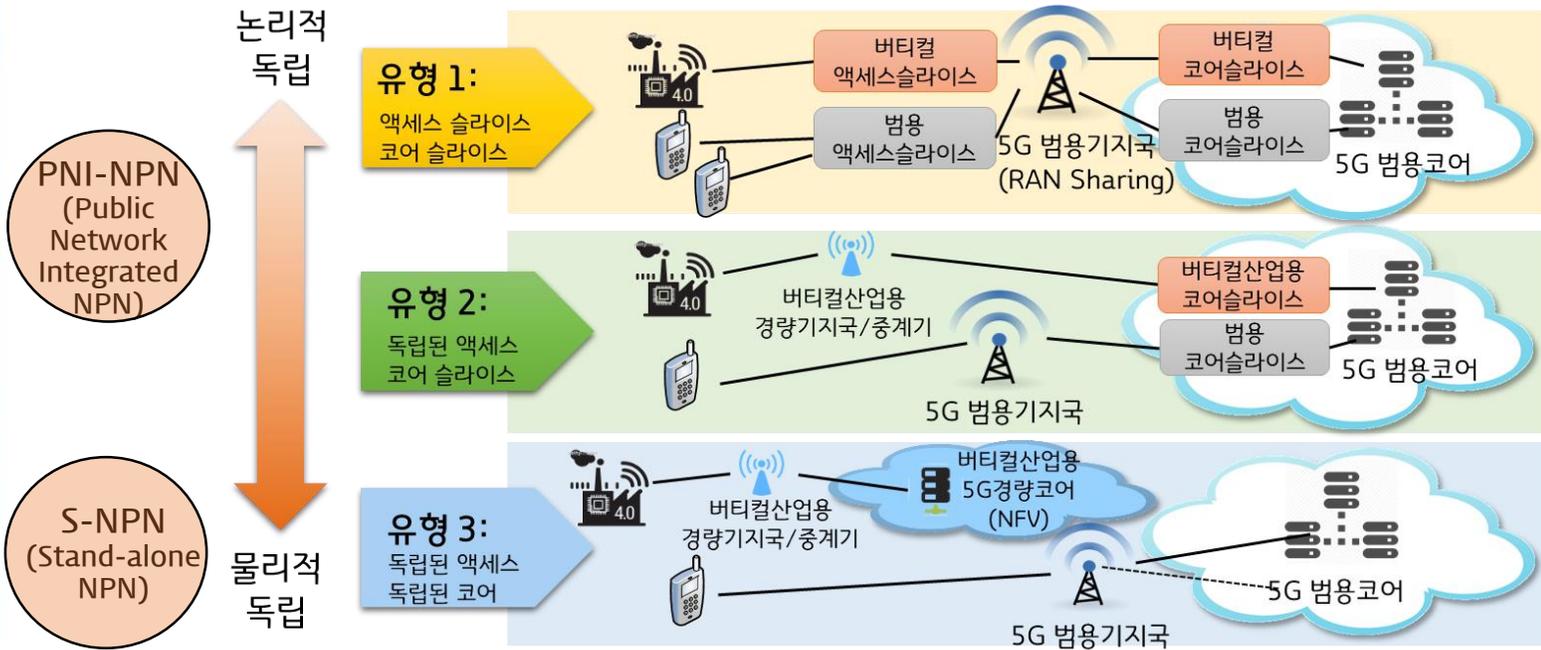


<출처: Ericsson, Arthur D. Little>

5G가 산업 전분야에 융합, 5G+ 전후방 산업의 동반성장이 촉발되어 대규모 미래시장 부가가치가 창출될 전망

5G+ 버티컬 산업용 NPN non-public network 기술이란 ?

5G 버티컬 산업 전용망(NPN)이란 스마트 제조, 교통, 의료 등 전통 산업의 디지털 전환(digital transformation)을 위해 기본이 되는 데이터 통신을 제공하기 위한 5G 네트워크 인프라로, 각 버티컬 산업에 특화된 통신 성능을 제공하며 관리자가 허용한 지역 및 사용자에 한해서 허용된 데이터 통신 서비스를 제공하는 공용망 (Public Network)으로 부터 독립된 산업 전용 네트워크를 의미함



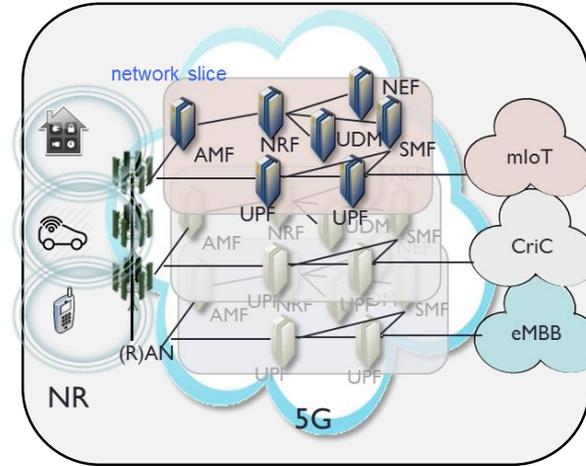
용어 구분

5G NPN (Non-Public Network)	3GPP 표준 용어 정의 (S-NPN, PNI-NPN으로 구분)
Private 5G	일부 제조사/통신사들을 중심으로 제품 프로모션을 위한 기술 용어
Local 5G	

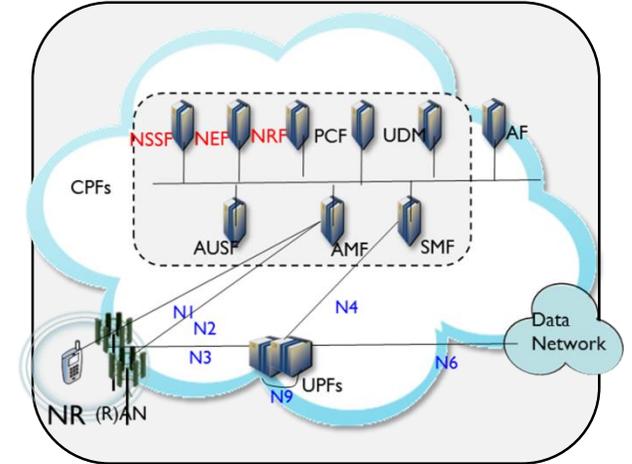
PNI-NPN (Public Network Integrated NPN)
↑ 논리적 독립
↓ 물리적 독립
S-NPN (Stand-alone NPN)

통신사업자 및 버티컬 산업 관점에 따른 다양한 유형 지원 구조 및 경량의 맞춤형 규격과 새로운 버티컬 산업 생태계 조성을 위한 공통의 개방형 인터페이스 정의가 중요하게 요구됨

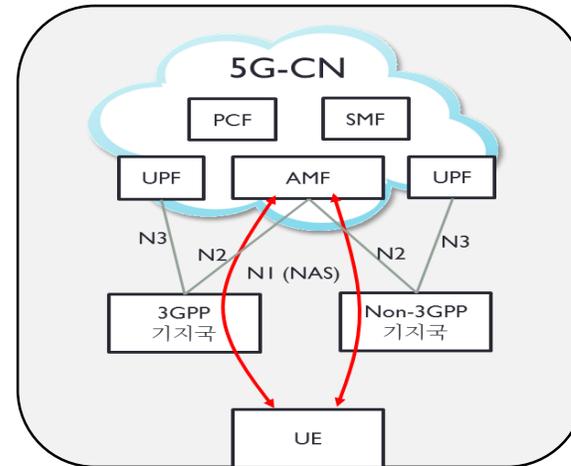
3GPP 5G 네트워크 표준 의 고도화를 통한 버티컬 산업 지원 표준 기술 필요



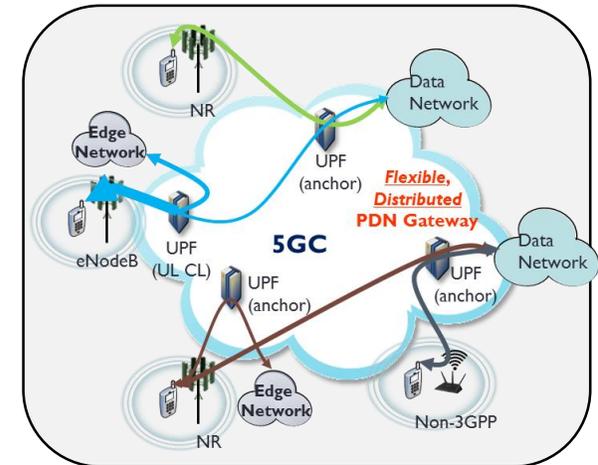
Network slicing



Service based architecture (SBA)
and capability exposure (NEF)



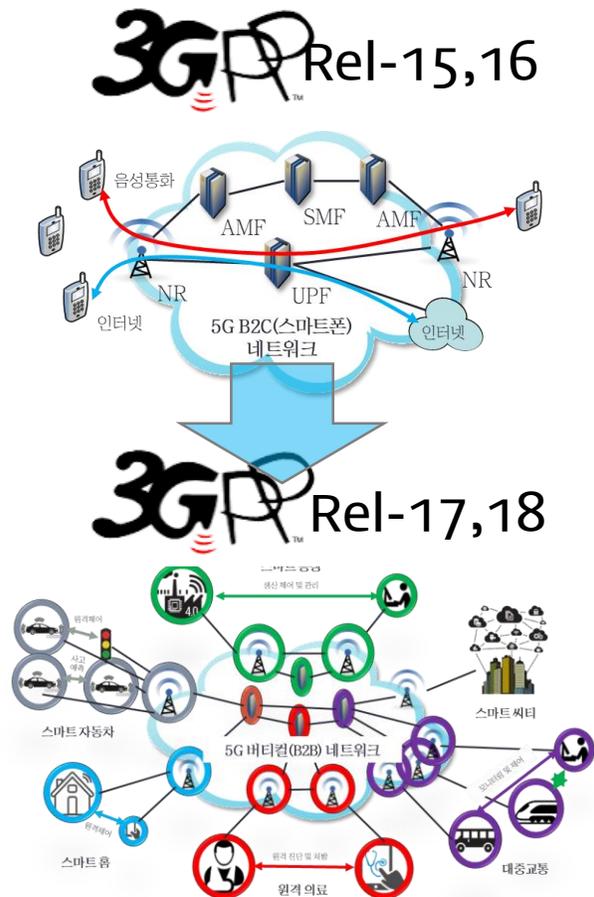
Common core architecture



Distributed UPFs and
edge computing support

버티컬 산업 이해관계자들의 요구사항

- 버티컬 적용 초기 표준 부재에 따른 벤더 lock-in, 중복 투자로 인한 가격상승, 산업간 연동/호환의 어려움 (통신사업자/서비스제공자)
- 풀-스택 장비 대비 맞춤형-장비 지원 표준 및 제조사 연합 라인업 구축을 위한 표준 기반 개방형 생태계 조성 (제조사)
- 버티컬 슬라이스 및 유무선 종단간 최적의 버티컬 인프라를 유지하기 위한 설정 및 관리 솔루션의 부재 (관리자/운영자)

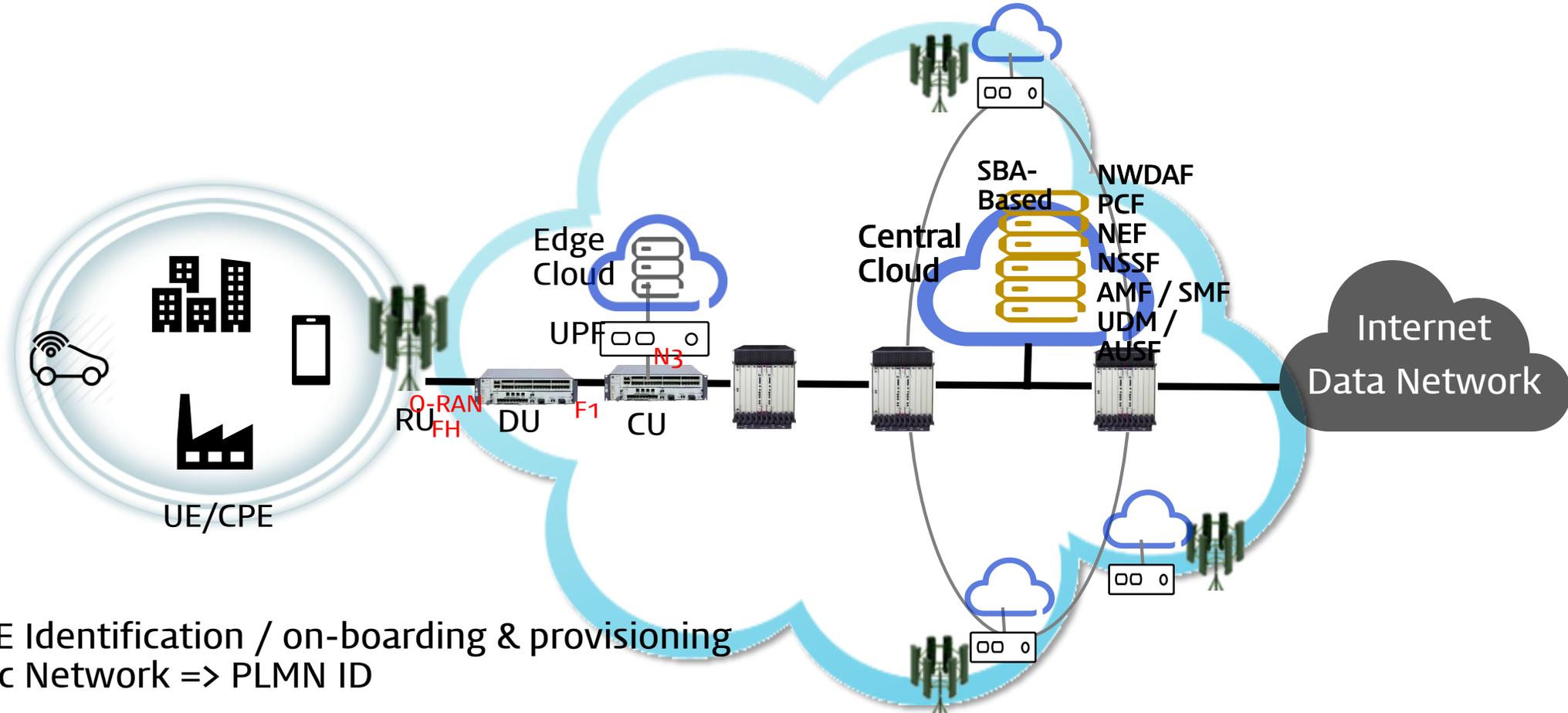


• 3GPP SA2 5G Rel-17 연구항목(스터디) 진행내용

- 총 11개의 우선승인 항목 중 버티컬 적용 항목은 8개항목 이상으로 Rel-17 규격 고도화의 대부분은 버티컬 산업 적용 표준개발에 집중
- 이 중 TR 23.700-07은 eNPN 구조에 대한 스터디 진행중(PLMN 서비스 연동 등 기본적인 구조에 대한 연구 진행중이며 현재 다양한 후보솔루션 개발중)
- 향후 많은 3GPP 5G규격들(Rel-17, 18)은 버티컬 산업 적용 및 규격 고도화 초점을 두고 추진될 예정임

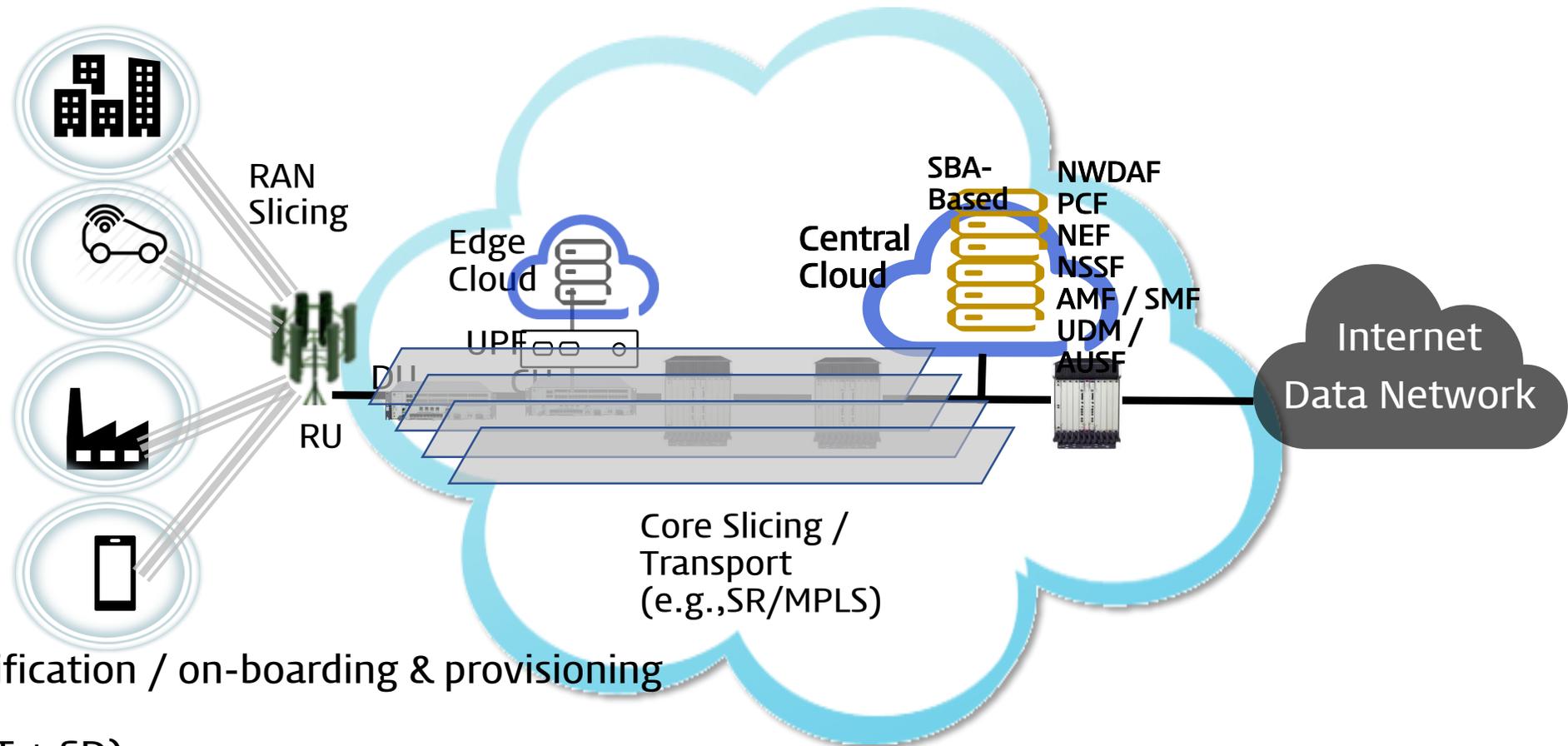
과제코드	연구보고서 명	TR 번호
enh_EC	Enhancement of support for Edge Computing in 5GC	TR 23.748
eNPN	Enhanced support of Non-Public Networks	TR 23.700-07
5MBS	Architectural enhancements for 5G multicast-broadcast services	TR 23.757
eNA_Ph2	Enablers for Network Automation for 5G - phase 2	TR 23.700-91
5G_ProSe	System enhancement for Proximity based Services in 5GS	TR 23.752
eNS_Ph2	Enhancement of Network Slicing Phase 2	TR 23.700-40
IIoT	Enhanced support of Industrial IoT enhancements	TR 23.700-20
5G_AIS	5G System Enhancement for Advanced Interactive Services	-
MUSIM	Support for Multi-USIM Devices	TR 23.761
5GSAT_ARCH	Integration of Satellite in 5G Systems	-
eV2XARC_Ph2	Architecture enhancements for 3GPP support of advanced V2X services - Phase 2	-

5G 상용화 구조 예시



5G UE Identification / on-boarding & provisioning
Public Network => PLMN ID

5G 네트워크 슬라이스 구조



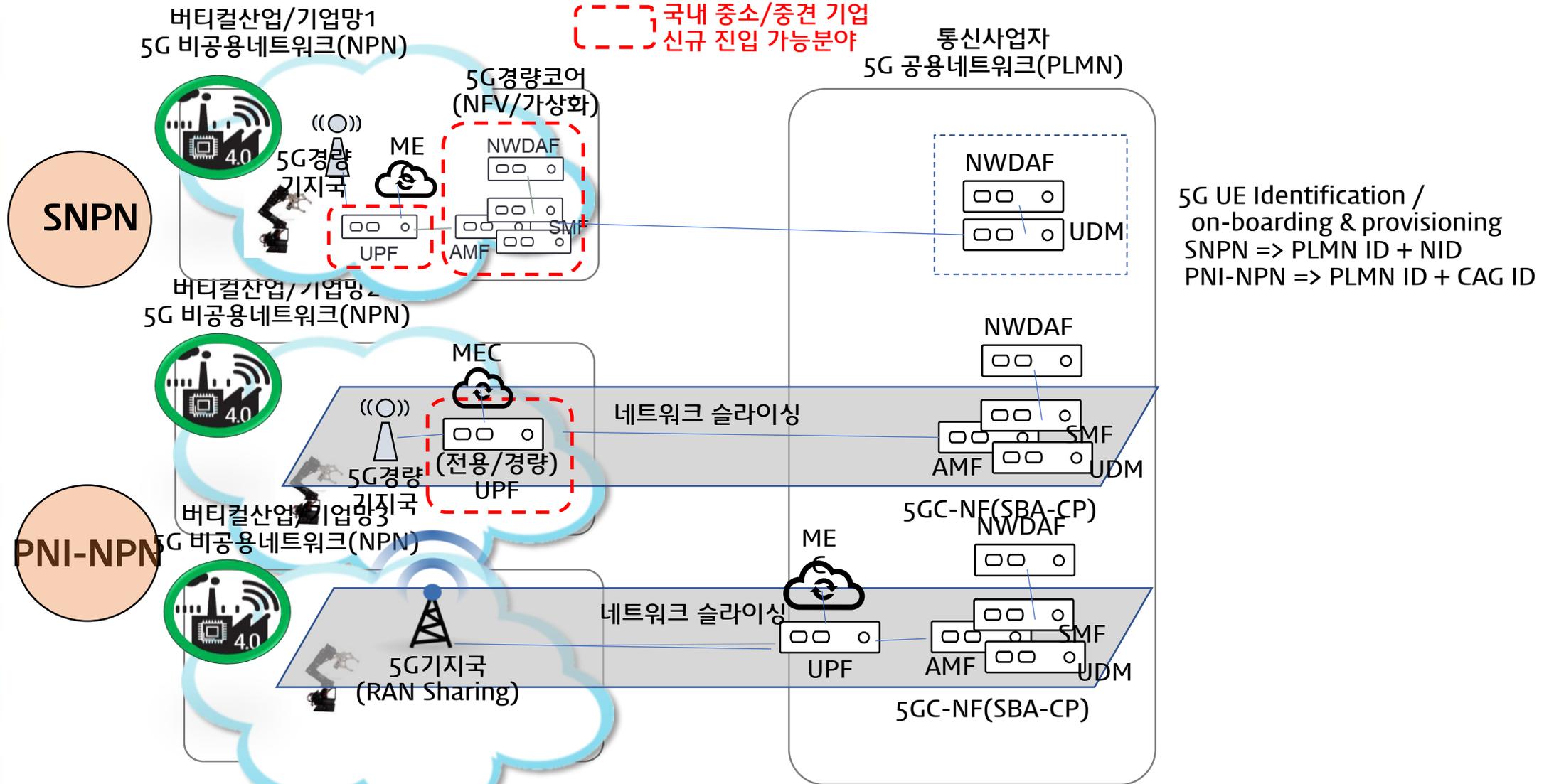
5G UE Identification / on-boarding & provisioning

- PLMN ID
- NSSAI (SST + SD)

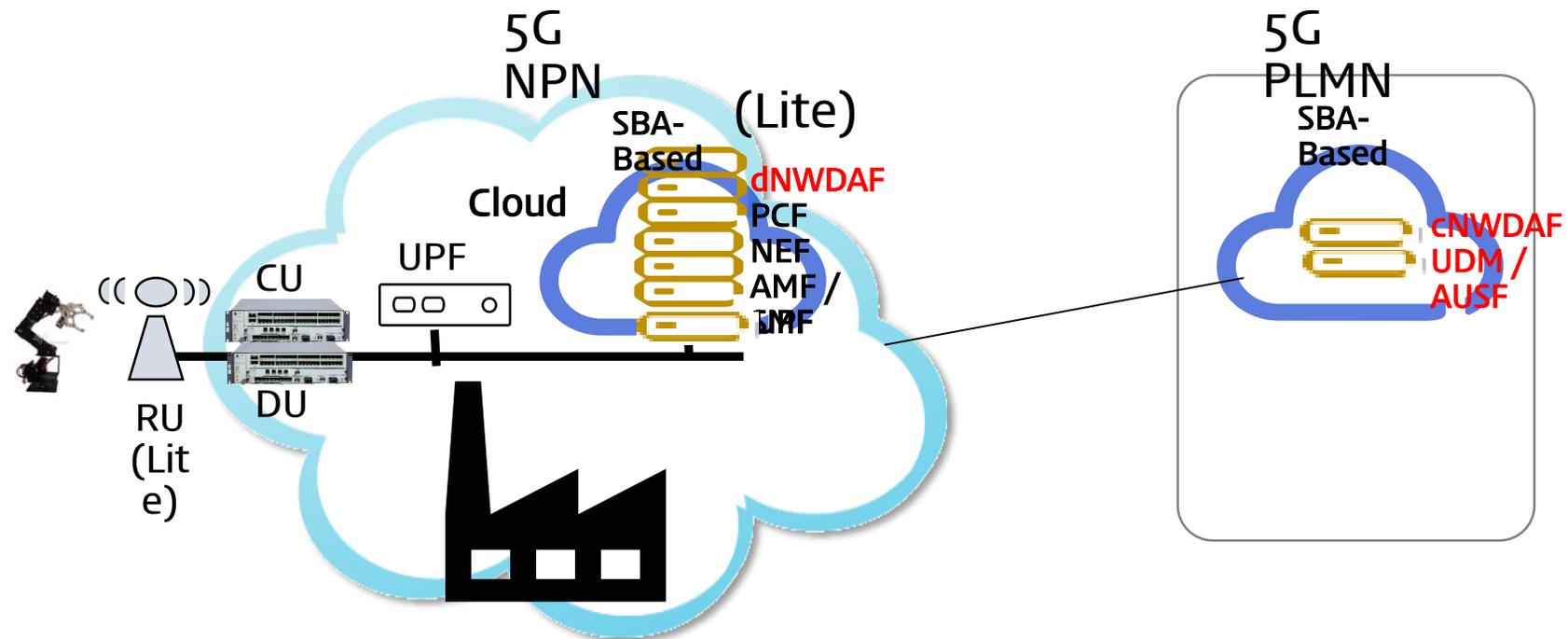
다중 산업 지원을 가능하게 하는 5G Core Network – NPN Enabler 기술들

5G NPN 도입 구조(예) 및 시사점

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



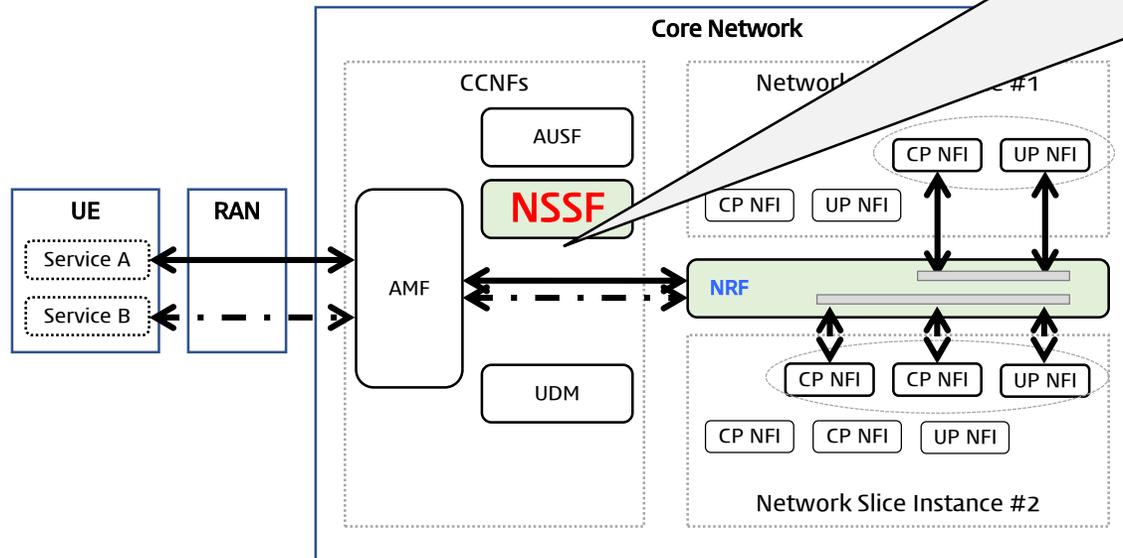
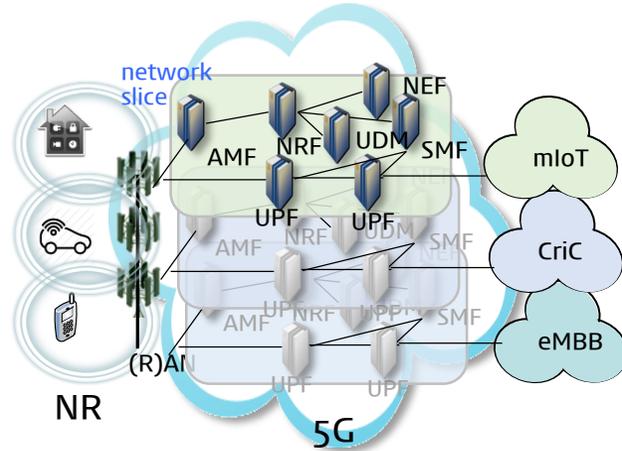
1. Service continuity support in SNPN



S-NPN along with credentials owned by an entity separate from the S-NPN

2. Core Slicing and Identifiers

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



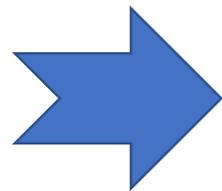
- ① **Identifier :**
NSSAI (Network Slice Selection Assistance Information) =
SST (Slice Service Type),
(예, eMBB, mIoT, URLLC)
+ SD (Slice Differentiator)
(예, Tenant, 성능, QoS 등)
- ② **NSSF (Network Slice Selection Function)**

- RAN slicing과의 interworking/e2e 이슈
- 사업자간 로밍 이슈 / EPC Interworking 이슈
- Transport 및 cross-domain (구현/SI이슈)
- 망중립성 (정책이슈)

3. RAN Slicing and Service continuity

3GPP TS 38.300

- RAN에는 각 Network Slice 별로 traffic handling을 어떻게 다르게 할지 pre-configured 됨
- RAN은 자신이 서비스하는 여러 network slice에 대한 차등화된 자원 할당을 SLA (Service Level Agreement) 기반으로 수행
- 어떻게 차등화된 RAN 기능 적용을 할지는 구현 specific한 영역으로 됨 (예, 스케줄링, different L1/L2 configuration 등)
- 한 slicing 내에서도 QoS differentiation은 제공
- RAN 내의 slice들 간의 resource isolation도 제공하여야 하지만 어떻게 제공하는지는 구현 specific한 영역으로 됨
- 특정 RAN 은 사업자 망 내 존재하는 모든 network slice들 중에 일부 network slice들만 support할 수도 있음,
- 그러나 코어가 단말에 한 시점에 할당하는 해당 단말의 "Registration Area" 내의 모든 RAN 들은 동일한 Slice availability를 가짐을 가정
- 단말 접속에 대한 admission control, Handover 등에 있어서 target RAN 노드의 지원 slice를 고려한 동작이 가능함

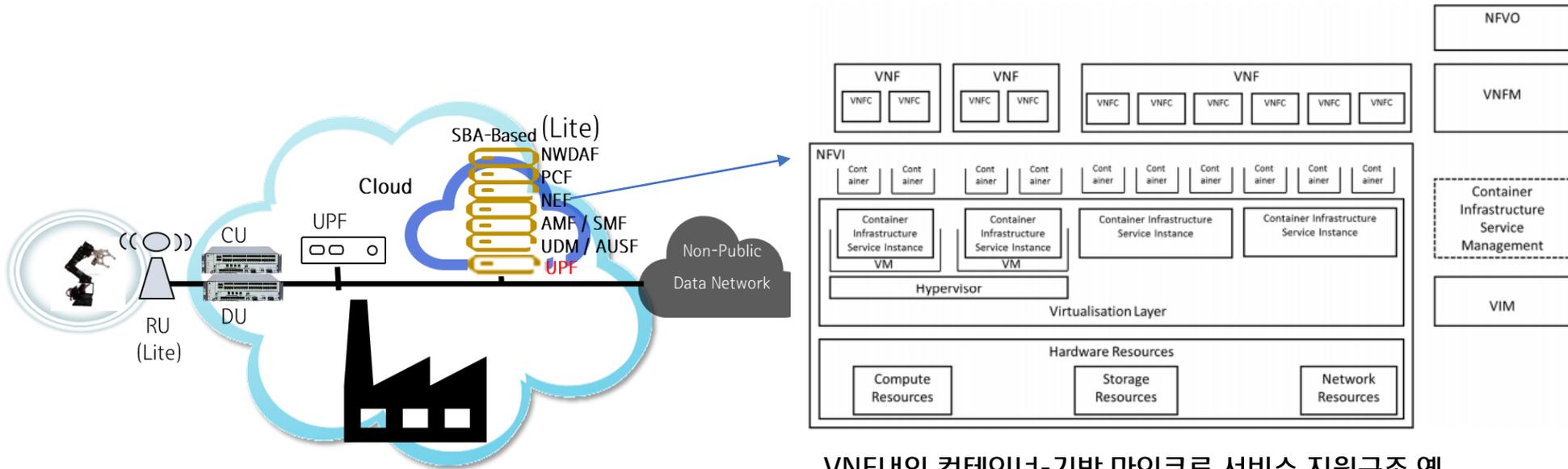


3GPP TR 38.832

Study on enhancement of Radio Access Network (RAN) slicing for NR

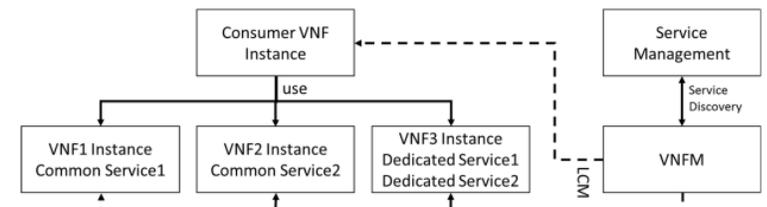
4. Containerized Micro-Services within the VNF

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할



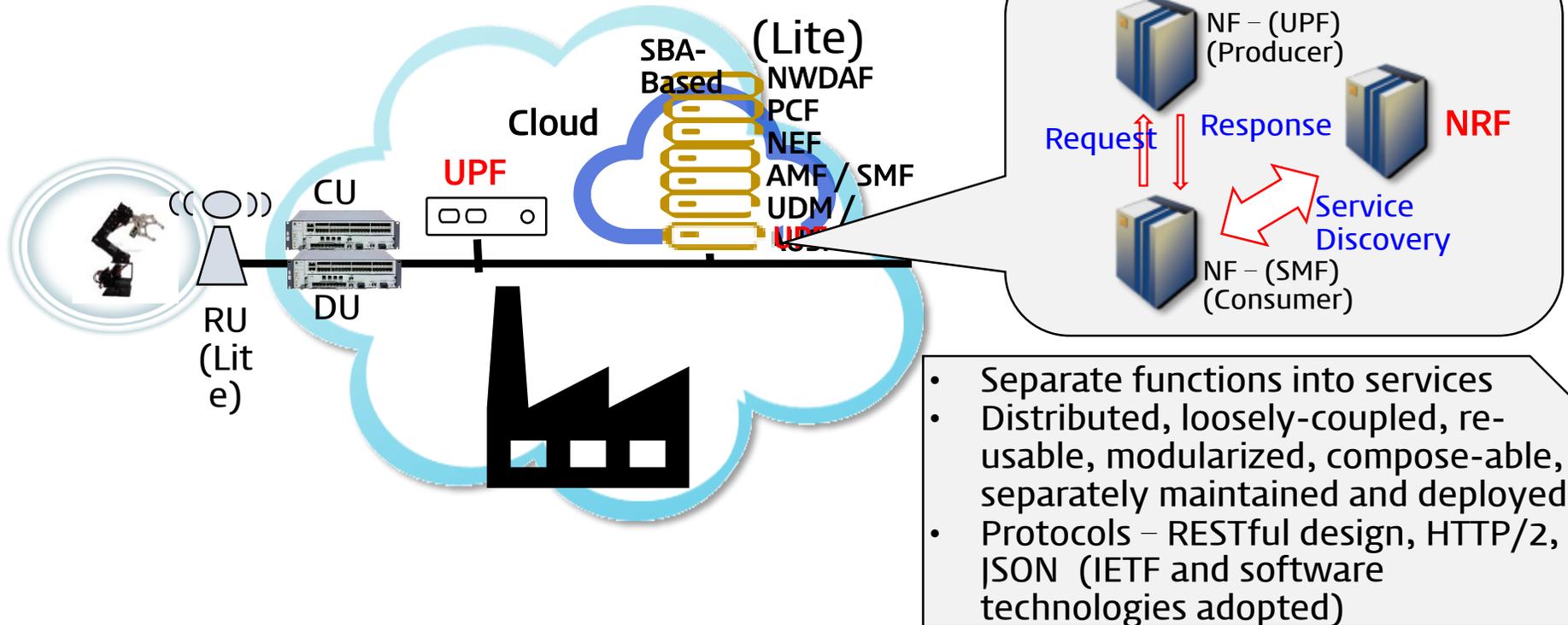
VNF내의 컨테이너-기반 마이크로 서비스 지원구조 예

- Decomposition of monolithic VNFs to Microservices (e.g., AMF VNF → RM VNF, CM VNF, MM VNF, SCM VNF, etc.)
- Smaller VNFs enable faster deployment, better testing, easier integration, easier composition for customized services, etc.
- Automation with cloud for agile service creation and provision
- Auto-Scaling
- Reliability feature (fast re-start + load-balancing -> no downtime)



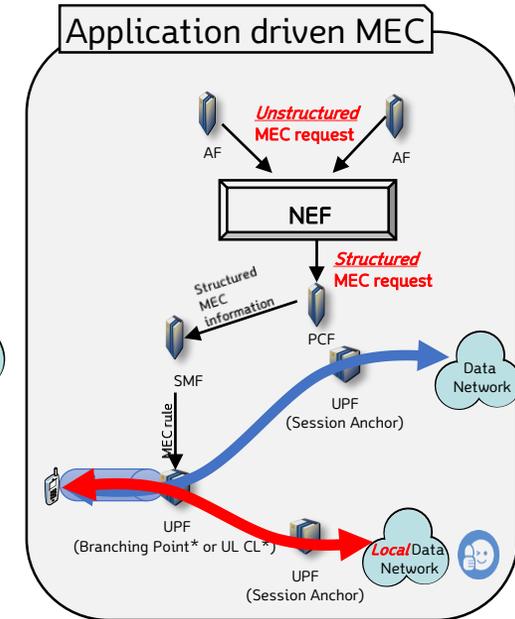
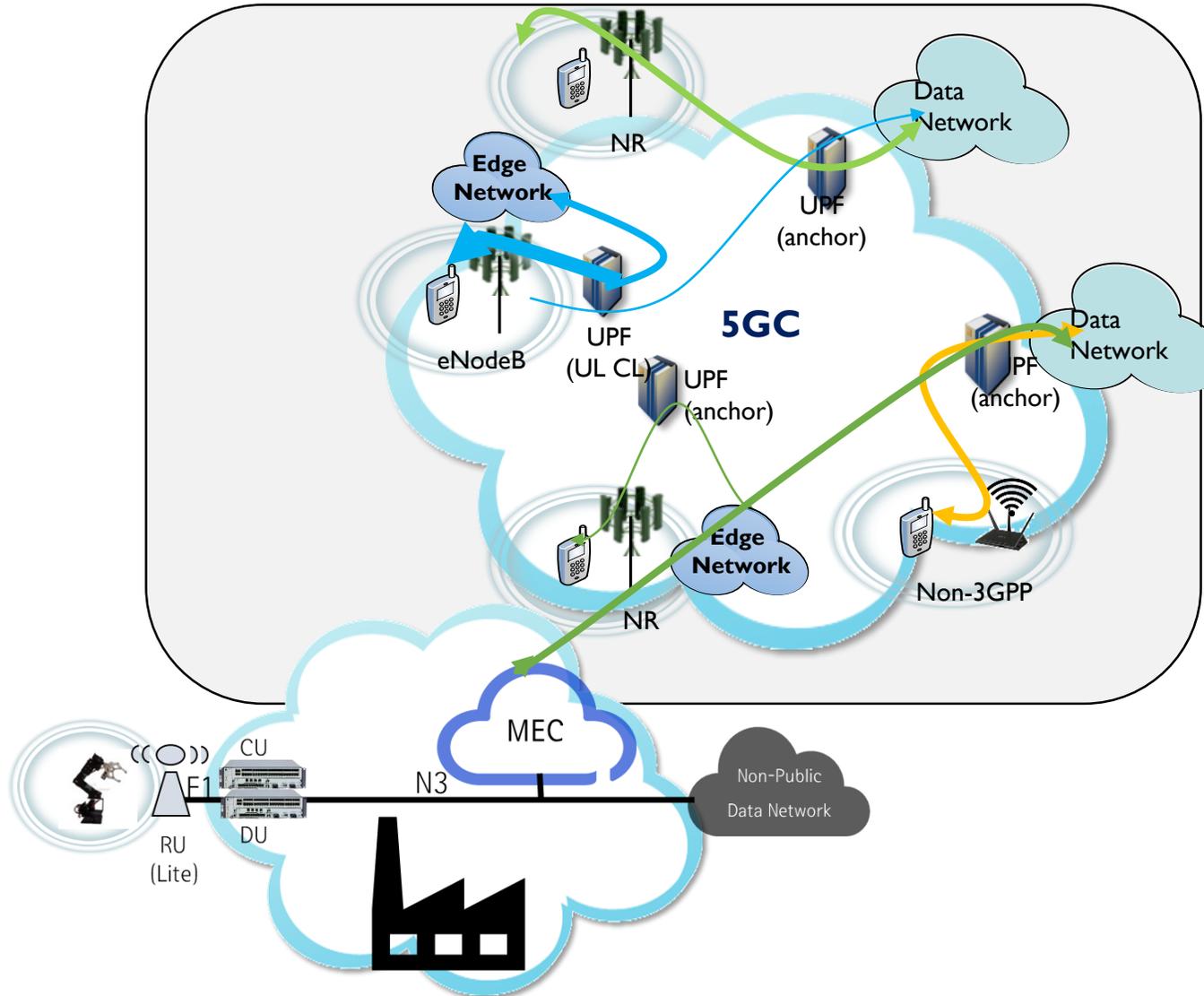
출처- ETSI GR NFV-IFA 029

5. SBA-based UPF support

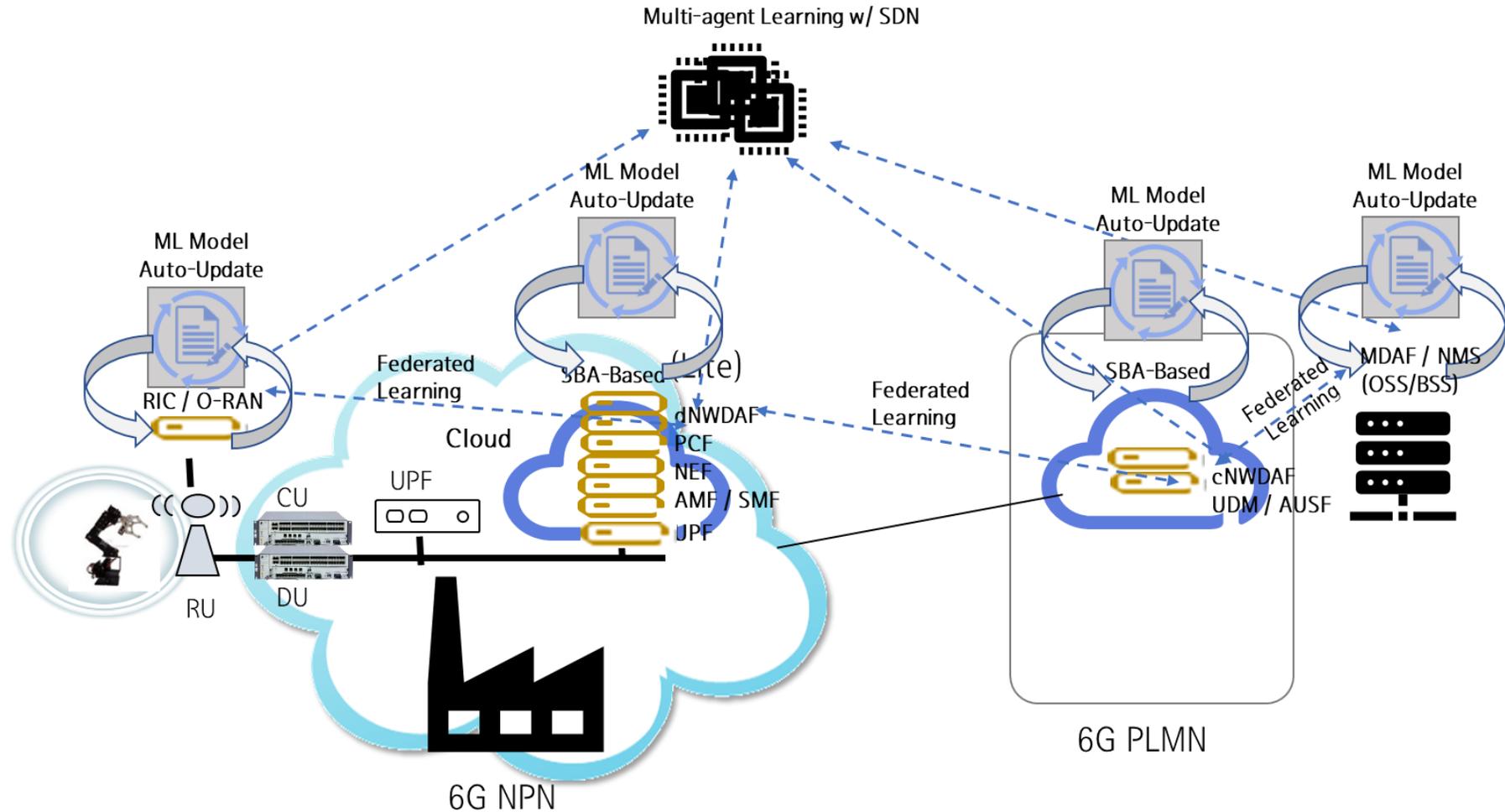


6. AF Influence Routing for MEC

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

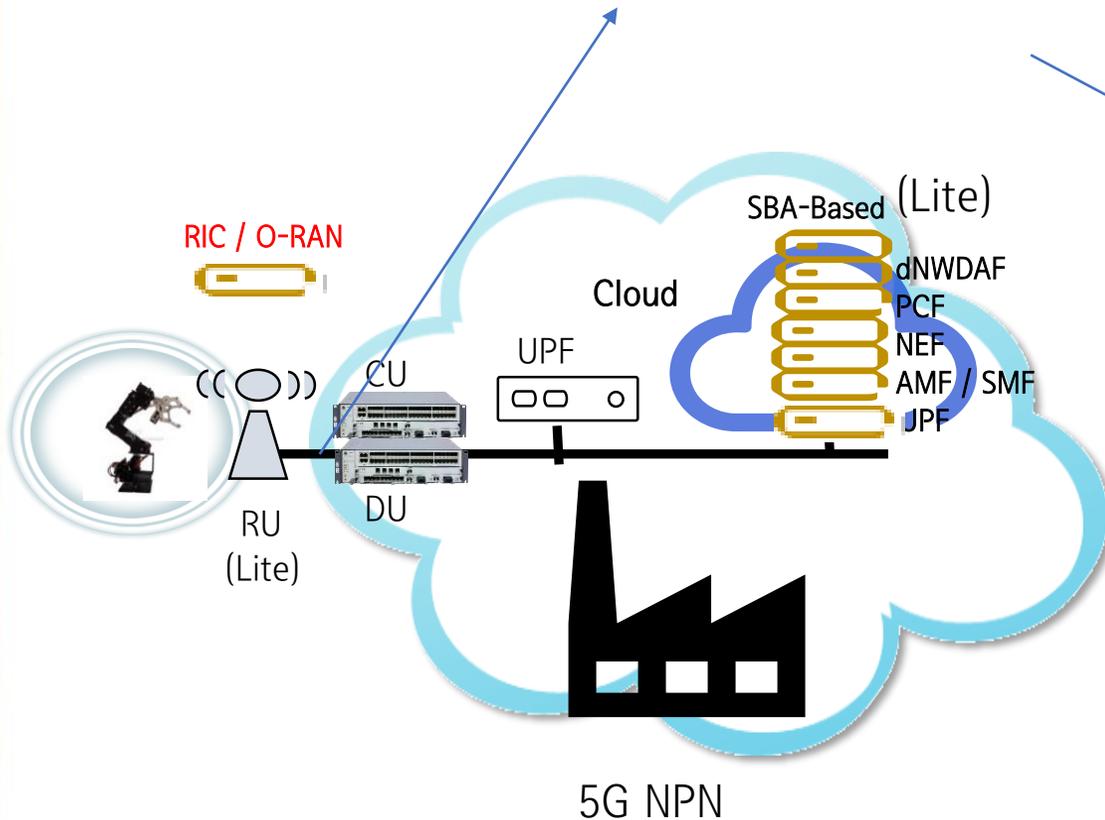


7. Distributed NWDAFs w/ federated learning



8. Customized RAN function splits

(TTA) 5G 프론트홀을 위한
개방형 인터페이스 표준정의 ->
다양한 산업용 네트워크 맞춤형 프로파일 확장



O-RAN 규격의 O-DU와 O-RU간 사용자 평면 IQ 데이터 압축방식

- Block Floating Point Compression (필수)
- Block Scaling Compression
- μ -Law Compression
- Beamspace Compression and Decompression
- Modulation Compression (DL시 권고)
- No Compression (필수)

O-RAN 규격의 빔포밍 지정 방식 down-selection

- Predefined-beam Beamforming (필수)
- Weight-based dynamic Beamforming (실시간 빔포밍 O-RU 경우 필수)
 - Weight-based dynamic frequency-domain (권고)
 - Weight-based dynamic time-domain (권고)
- Attribute-based dynamic Beamforming
- Channel-information-based Beamforming (FH 용량 문제시 권고)

O-RAN 규격의 Computed Latency 방식 기반

- Defined Transport Method
 - 최대 전송망 지연시간 100 μ s 보장 최소 지연 상위 범주 조합
 - 동적 거리 범위 20km를 보장하는 송신 윈도우와 수신 윈도우의 하위 범주 조합 조합
- Measured Transport Method
 - 상/하향 최대 전송 거리 변화량인 20km의 최대 허용 전송 변화량 (PDVmax) 100 μ s

O-RAN 규격 동기화 토폴로지 4가지 중 down selection

- O-DU와 O-RU가 점대점(point-to-point) 혹은 이더넷 스위치를 통해서 연결되고 O-DU가 O-RU를 직접 동기화 하는 c1 과 c2를 필수로 지정

동기화 프로파일

- PTP - Full Timing Support (필수), Partial Timing Support (선택)
- SyncE & GNSS based sync (선택)

5G의 산업 전분야 확산 및 핵심기반 제공

- 5G 네트워크 인프라를 통한 산업 혁신의 원동력 제공
 - 전통산업의 4차 산업혁명 견인의 기초가 되는 디지털 전환을 위한 **산업용 네트워크 인프라 제공**
 - 전·후방 국내 산업 전반의 디지털전환을 촉진하여 **4차 산업혁명의 산업구조 변화를 견인**
 - 4차 산업혁명 산업구조 변화를 통한 **국가 경쟁력 확보**에 기여



전통 산업



디지털 전환/혁신을 위한 산업용 5G 인프라 제공



GISC2020
Global ICT Standards Conference

뉴 노멀 시대
선도를 위한
ICT 표준의
역할

감사합니다.