

KNOM Tutorial 2022

5G특화망 및 지능형 관제

옥기상 (ksok71@gmail.com)
2022.12.02



Private 5G & AI Operation

목차

I 5G 특화망

- 5G Infra 개요
- 5G특화망 개요 및 구조
- 5G특화망 국내외 현황
- 5G특화망 Use case
- 관련 Open Source 솔루션

II 5G특화망 지능형 관제

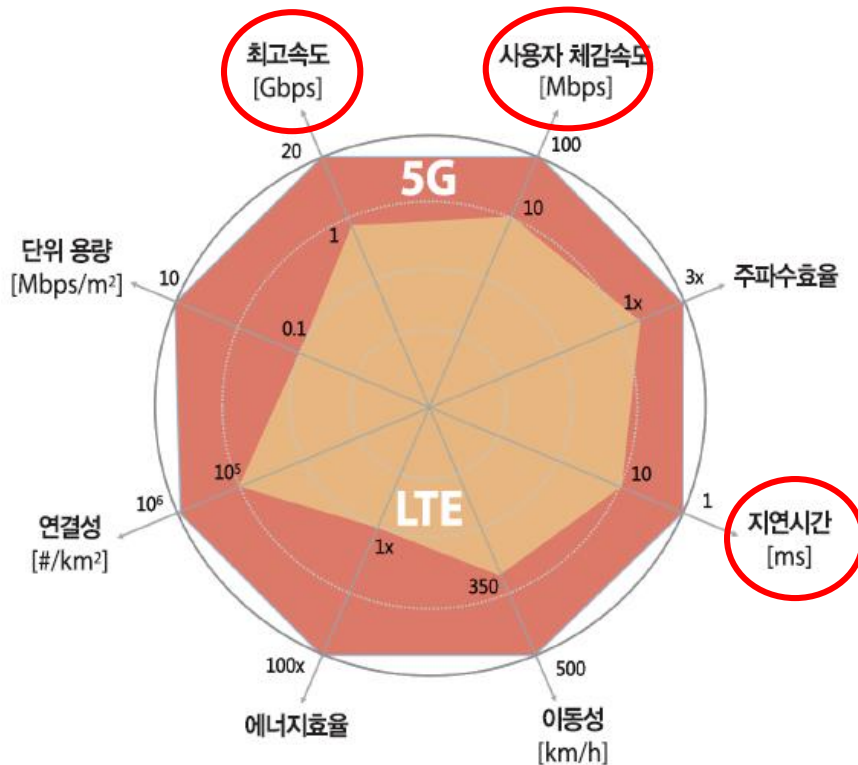
- Public 5G vs 5G특화망의 Operation 관점의 차이
- 5G특화망 관제시스템 요구사항
- 5G특화망 관제의 AI 기술 및 적용 사례 소개
- NWDAF 및 AI/ML 소개

III 5G특화망 Challenges

I.1 5G 개요 – 요구사항 및 기술

- 5G: NR(New Radio)과 LTE를 포함하며, 서비스 영역은 eMBB, URLLC, mMTC로 정의되고 광대역(broadband), 저지연(low latency), 초연결 서비스를 지원하는 5세대 이동 통신

5G 요구사항



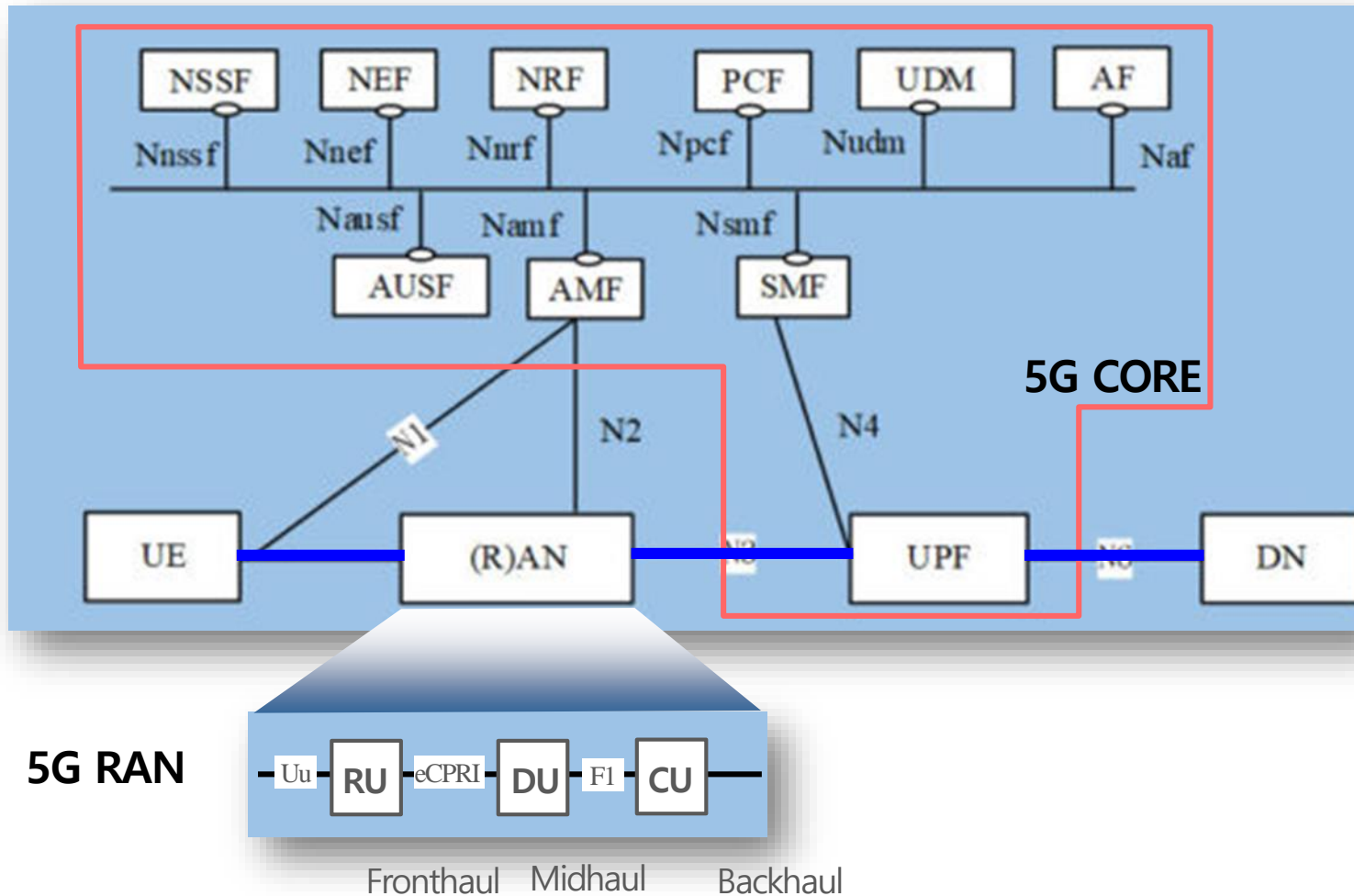
5G 실현을 위한 필요 기술

항목	필요 기술
최고속도, 주파수 효율	밀리미터 대역 전송 기술, New RAT, Massive MIMO
지연시간	New RAT, Flat architecture
이동성	New RAT, 스마트 이동성 관리 기술
연결성	D2D, 초밀집 네트워크 기술(UDN), V2X Flat architecture, NFV/SDN 기술
단위 용량	Massive MIMO, D2D, UDN
커버리지	Massive MIMO (Beamforming)
네트워크 효율성	Cloud-RAN, Flat architecture, NFV/SDN 기술, SON, 차세대 망 운용관리 기술

➔ 핵심 요소: 주파수 자원의 확보 및 자원 제어권 !

1.1 5G 개요 – Infra 구조

- 5G SA Architecture – 5GC (5G CORE)와 NG-RAN으로 구성됨

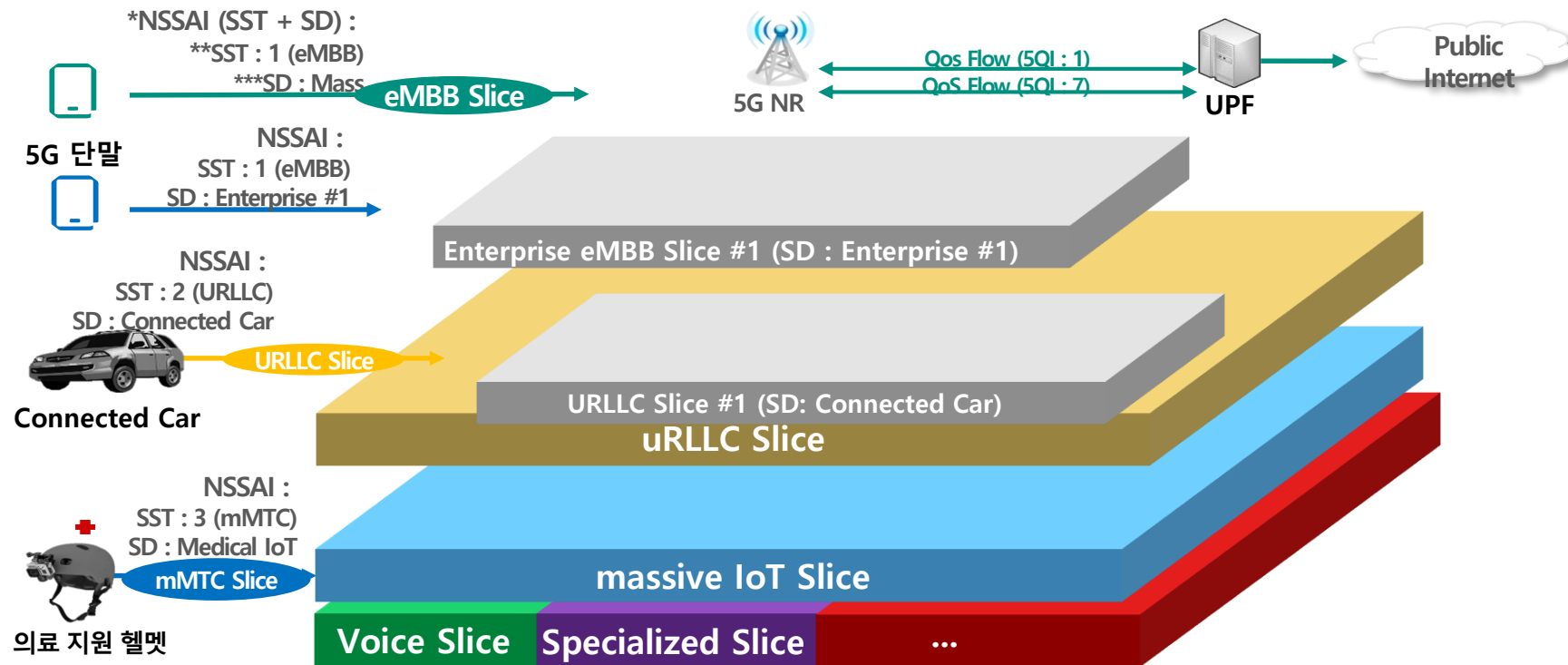


- AF Application Function
- AMF Access & Mobility Management Function
- AUSF Authentication Server Function
- DN Data Network
- NEF Network Exposure Function
- NRF Network Repository Function
- NSSF Network Slice Selection Function
- PCF Policy Control Function
- (R)AN (Radio) Access Network
- SMF Session Management Function
- UDM User Data Management
- UPF User Plane Function
- UE User Equipment
- RU Radio H/W Unit
- DU Distributed Unit
- CU Central Unit

I.1 5G 개요 – Network Slice 개념

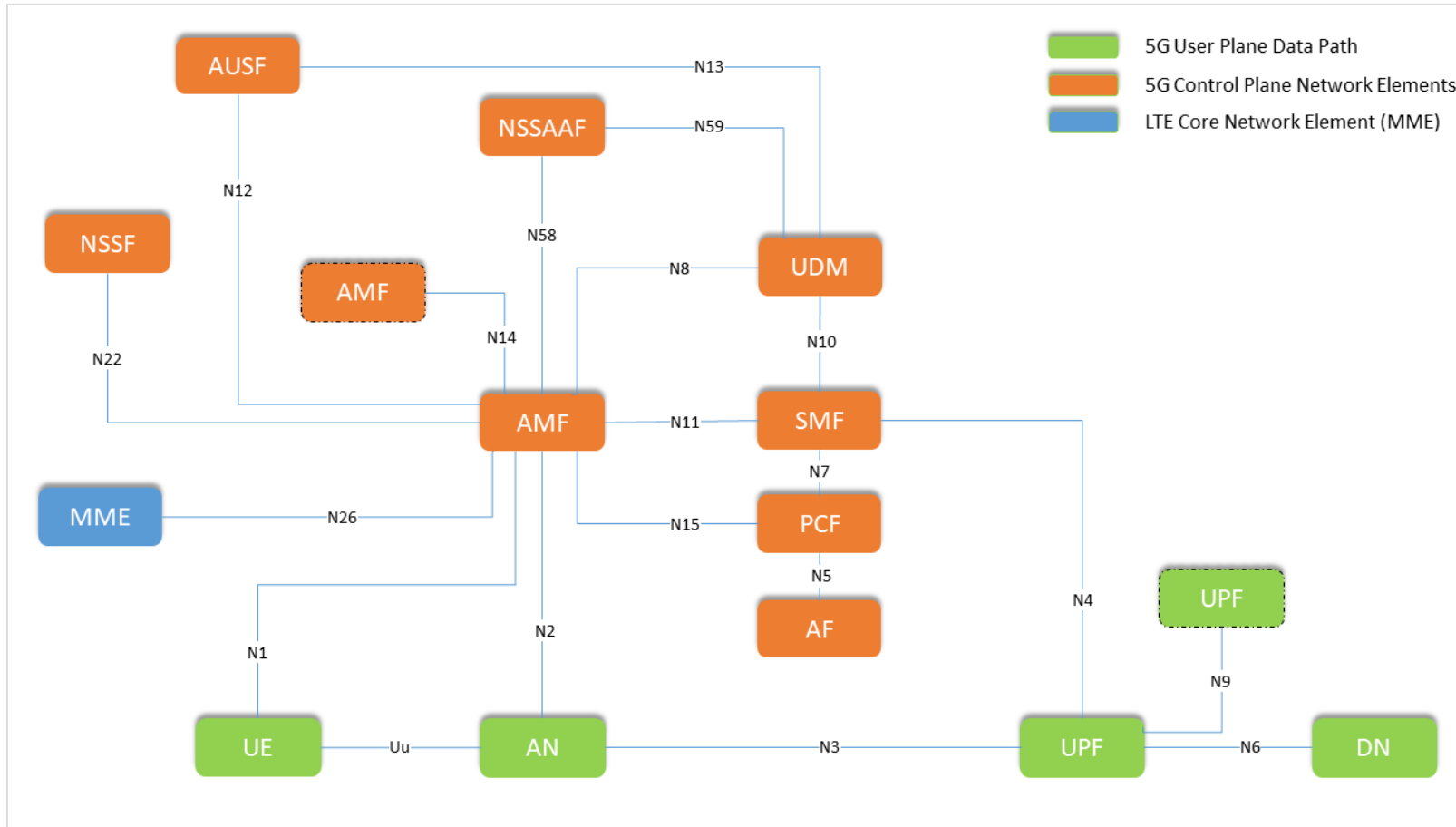
- Network Slice : 물리 (Cloud) Infra기반으로 여러 개의 논리적인 Network을 만드는 기술
 - eMBB(초고속), uRLLC(초저지연/고신뢰), mMTC(초연결성) 특성의 Network를 용이하게 제공 (SST/SD로 식별)

* eMBB (Enhanced Mobile Broadband) : 초광대역 이동통신 서비스로, 높은 밀도의 단말 및 끊임없는 고품질 AR/VR 등 최대 20Gb/s 지원
 * URLLC (Ultra-Reliable Low Latency Communication) : Radio 지연 1ms↓, 패킷오류 10⁻⁵↓의 고신뢰/저지연 통신 지원. 공장자동화, 자율주행 자동차 등
 * MTC (Massive Machine Type Communication) : 대규모 사물통신으로 1km²당 백만개 이상의 IoT 지원. 에너지, 헬스케어, 물류 등



참조 5G 개요 – Infra 구조

• 5G Reference Point System Architecture



[5G Ref. Point Number]

- | | |
|---------------------|---------------------|
| N1: UE -AMF | N25: TBD |
| N2: (R)AN -AMF | N26: AMF - MME |
| N3: (R)AN -UPF | N27: NRF - NW-NRF |
| N4: SMF -UPF | N28: PCF - CHF |
| N6: UPF - DN | N29: NEF - SMF. |
| N9: UPF - UPF | N30: PCF - NEF. |
| N5: PCF - AF | N31: NSSF - NW-NSSF |
| N7: SMF - PCF | N32: SEPP - NW-SEPP |
| N8: UDM - AMF | N33: NEF - AF |
| N10: UDM - SMF | N34: NSSF - NWDAF |
| N11: AMF - SMF | N35: UDM - UDR |
| N12: AMF - AUSF | N36: PCF - UDR |
| N13: UDM - AUSF | N37: NEF - UDR |
| N14: AMF - AMF | N38: two I-SMFs. |
| N15: PCF -AMF | N40: SMF - CHF |
| N16: SMF - SMF | N50: AMF - CBCF |
| N16a: SMF - I-SMF. | N51: AMF - NEF |
| N17: AMF a- 5G-EIR. | N52: NEF - UDM |
| N18: any NF - UDSF | N55: AMF -UCMF |
| N19: two PSA UPFs | N56: NEF -UCMF |
| N22: AMF - NSSF | N57: AF -UCMF |
| N23: PCF - NWDAF | N58: AMF -NSSAAF |
| N24: PCF - NW-PCF | N59: UDM -NSSAAF |

*. NSSAAF – Network Slice Specific Authentication and Authorization Function

I.2

Private 5G - 변화 방향

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

초기

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

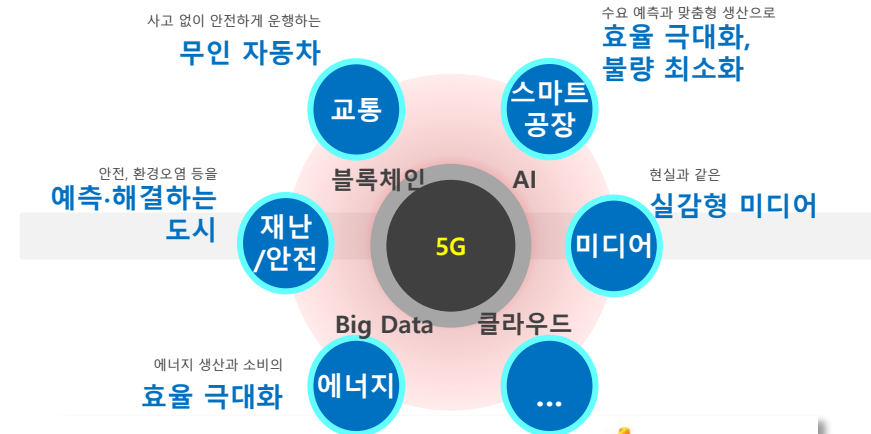
개인간 통신서비스 진화



확산

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

산업간 융합 인프라



I.2

Private 5G - 변화 방향 : 5G 특화망

- 5G 특화망 서비스 허용 - 28 / 4.7GHz 대역 5G 주파수를 일반 기업에 공급(21.11월 실시) (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

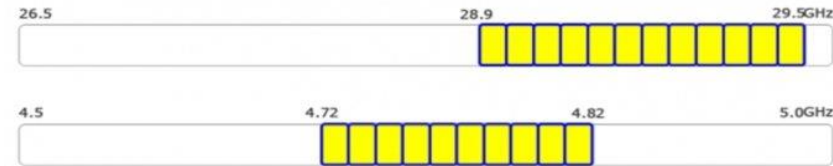
네이버와 삼성SDS, 한국전력, 세종텔레콤 등 20여 기업이 주파수 할당에 관심
 네이버는 올해 완공 예정인 판교 신사옥에서 자율주행 로봇 실증을 위한 특화망 운영을 검토 중

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

- 30만평(1km²)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

Private 5G – 정의

- 5G 특화망은 수요기업 맞춤형 5G네트워크로 유연성, 보안성, 경제성 측면에서 장점
 - 기업 등 소유자에게 무선 주파수 액세스 제공 및 자원 사용 우선순위 제어
 - 대기 시간 단축 (저지연) 및 안정성 강화, Public 4G/5G와 완벽한 호환성 제공
 - vs Wi-Fi는 라이선스가 없는 주파수 대역으로 사용 밀집시는 대역폭 제한 등으로 정체/지연 발생

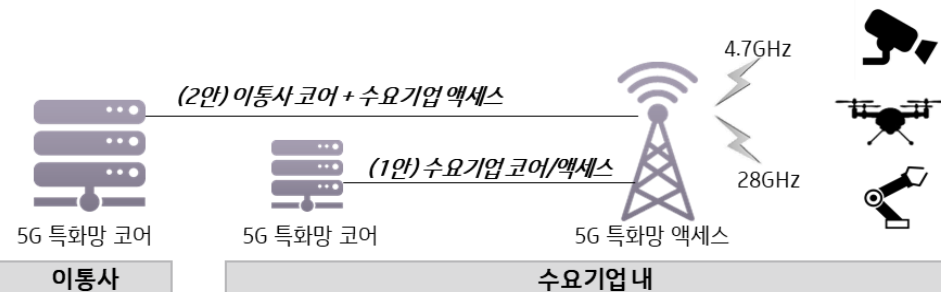
5G 특화망이란?

| 서비스 정의 |

이통사가 제공 중인 Public 5G망이 아닌, 특정지역에 한정되어 사용 가능한 맞춤형 5G 네트워크

| 예상 서비스 범위 |

B2B 고객이 원하는 특정 지역 / Zone 서비스
(ex. 스마트빌딩, 스마트팩토리, 자율주행 테스트 등)



5G 특화망 특징점

유연성

고객의 수요에 맞춘 네트워크 구축

수요기업의 니즈만을 위한 맞춤형 네트워크 구축
Ex) 커버리지, 접속 단말 선별, 품질 및 QoS

보안성

유출 위험 없는 안전한 데이터 사용

일반 사용자 제한, 네트워크 외부 미연동 등을 통한 데이터 유출 위험 차단

경제성

대용량 데이터에도 부담 없는 요금

CCTV 등 대용량 실시간 데이터를 수집할 경우, 과도한 데이터 이용요금 부담 완화

Private 5G – 정의

- 5G 특화망에 대한 정부의 강력한 정책의지로 '21년말부터 주파수 공급



주파수 할당 및 도입 유형

| 5G 특화망 주파수 |

- 28GHz / 4.7GHz 대역의 주파수를 지정/할당 방식으로 제공

	26.5	27.3	28.1	28.9	29.5GHz
28GHz 대역	KT	LGU+	SKT	특화망	
4.7GHz 대역	3.42	3.5	3.6	3.7	4.72 4.82GHz
	LGU+	KT	SKT	...	특화망

| 도입방안 유형 |

유형	구축주체	도입방식	주파수 제공
Type1	수요기업	수요기업이 자가망 설치자로 신고	주파수 지정
Type2	수요기업	수요기업이 기간통신사업자로 등록	주파수 할당
Type3	제 3자 등	제3자가 기간통신사업자로 등록	주파수 할당

I.3

Private 5G – Deploy 구조

- 초저지연, security 및 구축/운영 비용 등을 고려한 다양 형태의 5G Private Network 구성
 - 5G특화망 인프라 구축 범위에 따라 Access Only, Hybrid 및 Full package, 3개 모델로 제공 가능

	Access Only (5G Local Access)	Hybrid (5G Local Access+DU+UPF)	Full Package (5G Local Access + DU+UPF+CP)
이통사			
고객사 (전용 구축)			
특징	<ul style="list-style-type: none"> Latency 中 (트래픽 이통사 경유) 투자/운영비용 下 : 중소 협력사 	<ul style="list-style-type: none"> Latency 中, 보안 中 (트래픽 Local처리) 투자/운영비 中 : 대기업, 정부기관 	<ul style="list-style-type: none"> Latency 上, 보안 上 (신호까지 Local 처리) 투자/운영비 上 : 대기업

I.4 Private 5G – 현황 및 적용 분야

- 2021년 기준 37개 국가, 263개의 특화망 구축 [GSA, Private mobile networks, 2021]

- 기술 방식: LTE 기반 특화망(65%), 5G기반 특화망(28%), LTE+5G기반 특화망(7%)
- 지역 분포: Major 공급 업체가 있는 서유럽(Nokia, Ericsson)과 중국(Huawei)의 구축 Site 많음

지역	서유럽	중국	북미	기타
비율	36.6%	22.8%	19.8%	20.8%

(출처: Analysys Mason)

- 산업 분야별 적용 현황

- 제조업, 교통, 유틸리티 등 다양한 분야에 활용되지만, 제조업 및 교통의 비중이 높음
- 제조업 분야의 세부 응용 분야는 자동화(33%)

서비스 분야	망 개수 비율	세부 분야	이용 사례
제조	24%	자동화 및 산업	자동운반차량(AGV), 중장비, 기계
교통	23%	공항, 항만 및 철도	AGV, 자산 추적, 음성/영상통신
석탄, 원유, 가스	16%	-	중장비, 기계, 음성/영상통신
공공	15%	교육, 정부, 스마트 시티	드론, 보안 카메라, 음성/영상통신
유틸리티	10%	-	스마트 그리드
기타	12%	농업, 오락, 소매, 의료	관개 센서, 음성/영상통신, 의료기기

(출처: Analysys Mason)

Private 5G – 국내 현황

- 네이버클라우드, LG CNS, SK 네트워크스, KT MOS, 네이블커뮤니케이션즈, 세종텔레콤 등 10여 기업이 사업권 획득

주요 사업자 동향



네이버

| 현황 |

네이버클라우드社 5G특화망
기간통신사업자 등록(국내 1호)

| 계획 |

자사 Brainless 로봇 제어를
위한 초저지연 5G망 시범적용
(네이버 제2사옥)



LG CNS

| 현황 |

LG CNS 5G특화망
기간통신사업자 등록(국내 2호)

| 계획 |

LG그룹사 대상 5G특화망 +
스마트팩토리 솔루션 패키지
공급 예정



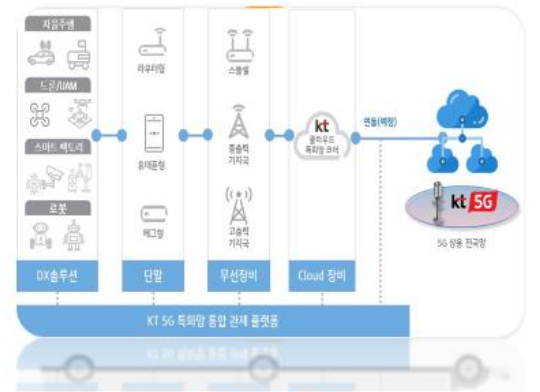
세종텔레콤

| 현황 |

5G특화망 '모바일 카라반'
발족(7개 중소 솔루션 벤더 연합)

| 계획 |

5G특화망을 활용해 물류센터
안전관리 플랫폼 구축 협약
체결(티몬/현성)



KT MOS

| 현황 |

KT MOS 5G특화망
기간통신사업자 등록

| 계획 |

기업전용5G 및 Cloud 결합 5G특화망
(AWS기반 구독형 5G특화망)
5G+융합서비스 사업 추진중

I.4

Private 5G – 글로벌 현황

- 정부의 (독일/일본) 정책지원하에 글로벌 기업 중심 5G DX 시장선점을 위한 실증/시범사업 활발



독일

제조업체 중심 5G특화망 확산 (102개 면허 발급 '21.1월)

고객사	내용	제공/협력기관
벤츠 (자동차)	• Private 5G 기반 생산라인 지능화 추진	텔레포니카/에릭슨
BASF (화학)	• 기 구축된 LTE기반 Private망을 Local 5G로 업그레이드	도이치텔레콤/에릭슨
e.Go Mobile(전기차)	• 전기차 생산설비를 5G기반 Industry 4.0 공장으로 전환추진	보다폰/에릭슨
Lufthansa(항공사)	• 항공기 격납고에 AR/VR기반 객실 설계 및 항공기 유지보수	보다폰/노키아



이통사 주도
5G Private 실증 구축
(Full PKG 모델 활성화)



일본

5G 28Ghz/4.6~4.8Ghz 대역사용 (23개 면허발급 '20.12월)

고객사	내용	제공/협력기관
지자체 & 중소기업	• 지자체 및 중소기업 대상 Local 5G 추진	NTT동서
대기업	• 대기업 대상 Local 5G 사업(대단지 실증망)	NTT Com
NEC / 후지쯔	• 스마트팩토리 구축 및 타 기업고객대상 서비스 확대	-
Optage (간사이전력통신사)	• 본사 Local 5G 실증랩, 공장내 4/8K 영상 및 AR 실증	Optage/ 삼성전자



유선통신사 협력
특화망 실증 구축
(Hybrid / Full PKG 모델 공존)

I.5 Private 5G Use Cases –British Ports (UK)

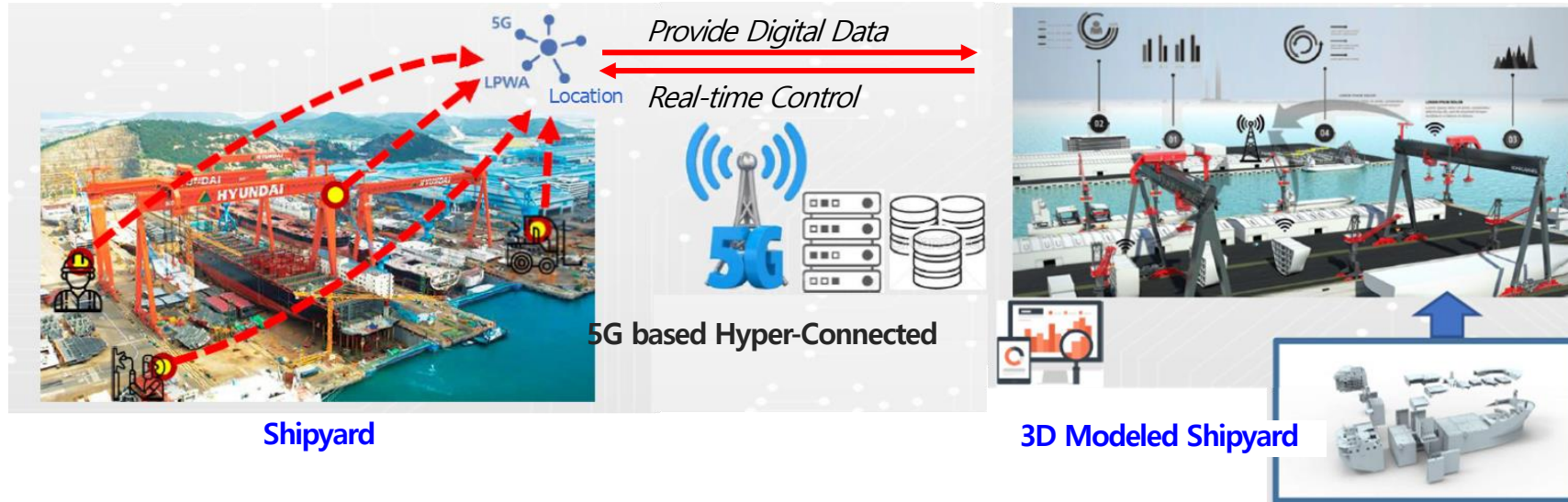
- Verizon은 영국, British Ports (항만)에 유럽 첫 Private 5G 서비스 제공 (2021.4.1)
 - IoT 배포 및 BigData기반 Machine Learning을 통해 효율적인 항만 운용 기반 구축을 위해 Low Latency Private 5G 구축



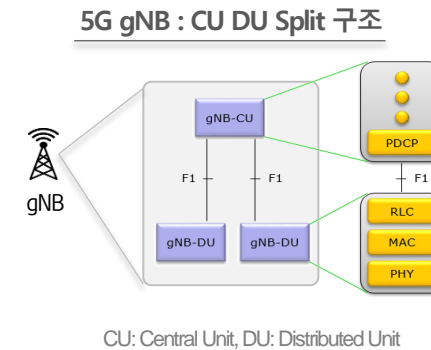
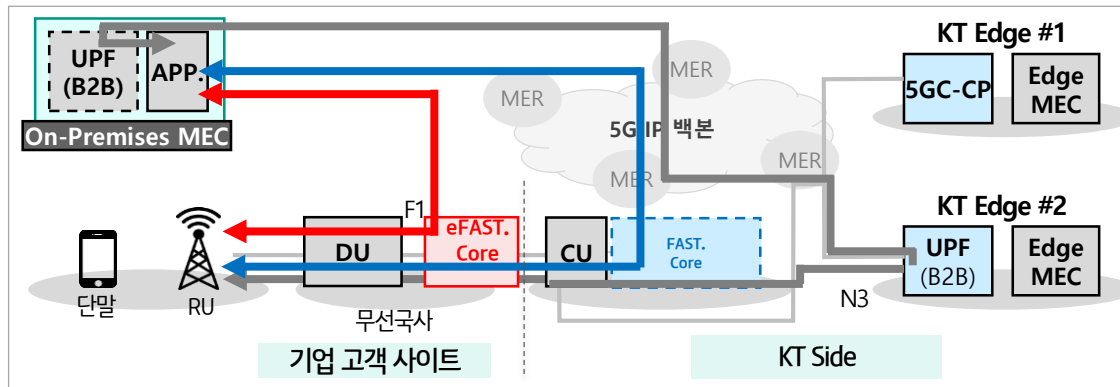
LONDON, U.K. - Verizon Business announced today it is working with Associated British Ports (ABP) to deploy private 5G at the Port of Southampton. Delivered in partnership with Nokia, Verizon's private 5G platform will provide one of the United Kingdom's (UK's) busiest ports with **a secure, low-latency private network connection**.

I.5 Private 5G Use Cases – Private 5G (3.5GHz)

- Private 5G Network기반 스마트 조선해양 플랫폼 ('21~, 3.5GHz 상용 주파수 사용)



전진 배치된 eFAST.Core(F1) 및 FAST.Core(N3) 기반 Local Breakout으로 저지연 Network Slice 제공



I.5 Private 5G Use Cases – 5G 특화망 - 의료 (빌딩)

- 비대면 및 DX로 환자의 안전/감염예방, 서비스 다양화, 운영 효율화위한 5G기반 융합 서비스 제공

공공의료 융합 서비스

01 환자의 안전

자동주행 전동휠체어 서비스



02 병원 내 감염예방

진료재료/약품/린넨 무인이송 서비스



03 비대면 교육서비스

스마트 시뮬레이션 센터



환자 관리자 ↔ 운영요원

호출 ↔ 일괄회수

자동주행 ↔ 운영사 배터리관리

외부 입고 ↔ 하역장

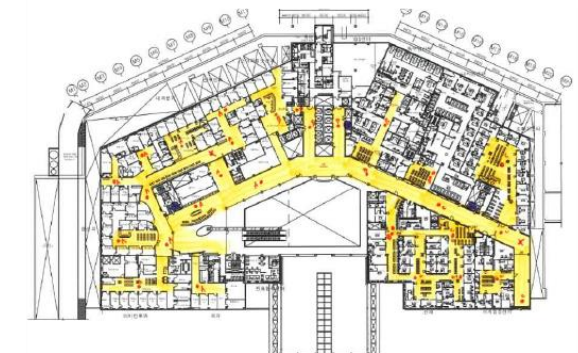
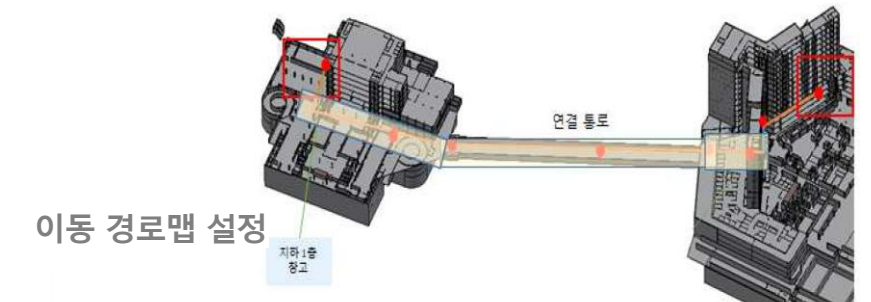
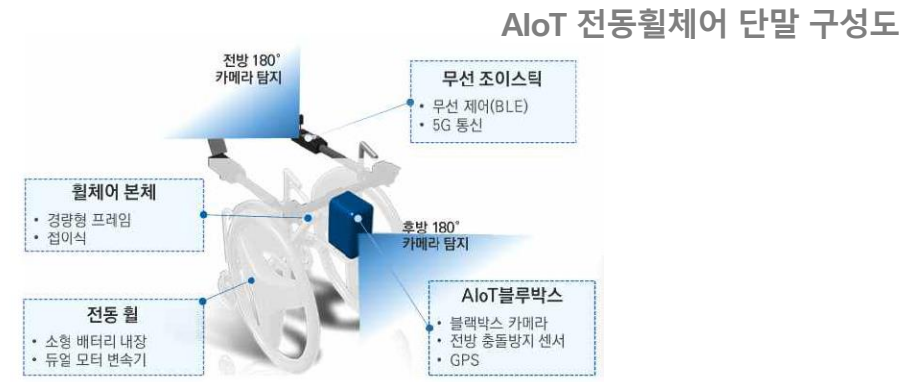
자동주행 ↔ 자동회수

입고 정보 ↔ 관리직원

작업 지시 ↔ 충전 스테이션

3D영상 촬영 ↔ 3D영상 최적화 ↔ 3D영상 실시간전송

무안경 3D영상 ↔ 실시간 렌더링 ↔ 사용자 위치추적



I.5 Private 5G Use Cases – 5G 특화망 - 의료 (빌딩)

- 비대면 및 DX로 환자의 안전/감염예방, 서비스 다양화, 운영 효율화위한 5G기반 융합 서비스 제공

공공의료
융합
서비스

01 환자의 안전

자동주행 전동휠체어 서비스

[구성요소]

휠체어 호출/관리 앱



- [이용자모드] 환자나 보호자가 휠체어 호출
- [관리자모드] 특정환자 위한 호출, 상태 모니터링, 일괄 무인회수

자동주행 전동휠체어



- 사물/사람 인식, 회피 자동주행
- 경량형으로 사용성 高

휠체어 관제플랫폼



- 단말 위치/상태 관제
- 영상분석 통한 3D실내 지도 기반 경로안내
- 엘리베이터 호출연동

02 병원 내 감염예방

진료재료/약품/린넨 무인이송 서비스

[구성요소]

무인이송로봇(AMR)



- [이용자모드] 작업자나 관리자 AMR 호출
- [작업지시모드] 단단위 작업순서/시간 지정

무인이송 플랫폼



- [이용자모드] AMR 호출
- [작업지시모드] 단단위 작업순서/시간 지정
- [시뮬레이션모드] 완료 예상 시간 스케줄링

약품 입고 관리



- 전용 설비 구성으로 입고출고 관리기능
- 일일 작업량 확인, 최적의 대차수량 및 형상 구성

03 비대면 교육서비스

스마트 시뮬레이션 센터

[구성요소]

시청 디바이스



- 카메라 : 사용자의 시청 위치를 파악
- 3D렌즈 : 디스플레이에서 나오는 빛을 원하는 방향으로만 내보냄

라이트필드 영상재생 APP



- Eyetracking : 실시간 덤러닝 위치자료 출력
- 실시간 렌더링 : 좌우 시역 영상을 일정한 규칙으로 배열

영상 최적화 및 전송 시스템



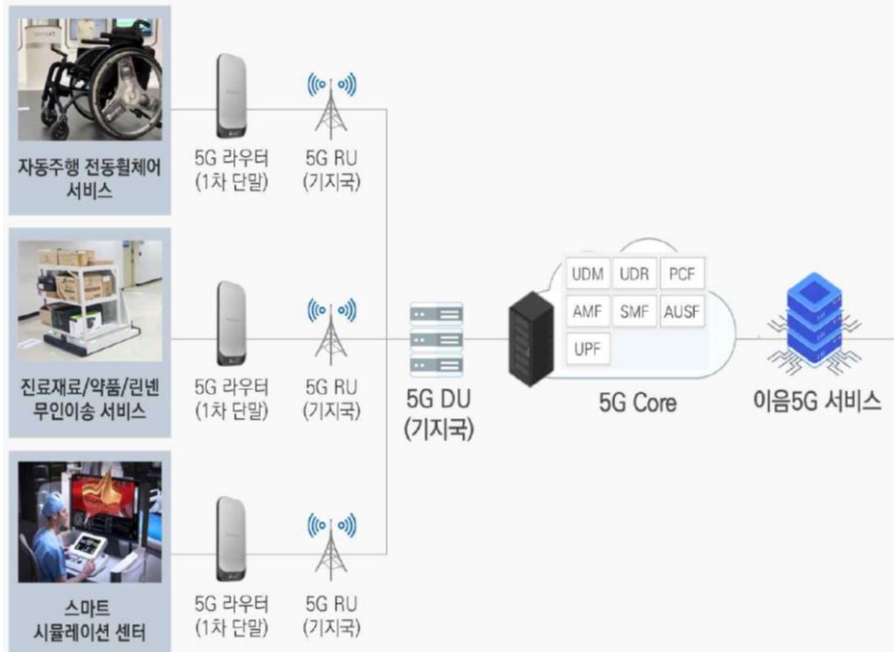
- SDI방식 송출 : 압축없이, 지연 거의 없음
- SDI신호 → NDI 컨버터

4.7GHz/
28GHz
특화망

병원
건물

I.5 Private 5G Use Cases – 5G 특화망 - 의료 (빌딩)

- 비대면 및 DX로 환자의 안전/감염예방, 서비스 다양화, 운영 효율화위한 5G기반 융합 서비스 제공



• 5G Indoor 및 Outdoor Coverage 확보

- 4.7GHz 10블록(100MHz), 25식
- 28GHz 8블록(400MHz), 1식



In-door 안테나



Out-door 안테나



Micro RRH



DU

• 5G 경량 CORE (이음5G CORE)

- B2B형 5G All-in-One Core 2식 (Active/Standby) (AMF/SMF/UPF/PCF/UDM/AUSF)
- 3GPP 표준 인터페이스/Compliant 솔루션

• MEC 플랫폼 (이음5G 서비스)

- Container기반 의료융합 서비스 Infra

• UE (사용자 단말)

- 5G 라우터(에그형) : 5G NR(3.5/ 4.7/ 28 GHz)
- WiFi 제공 (2차 단말 16대 접속 가능)

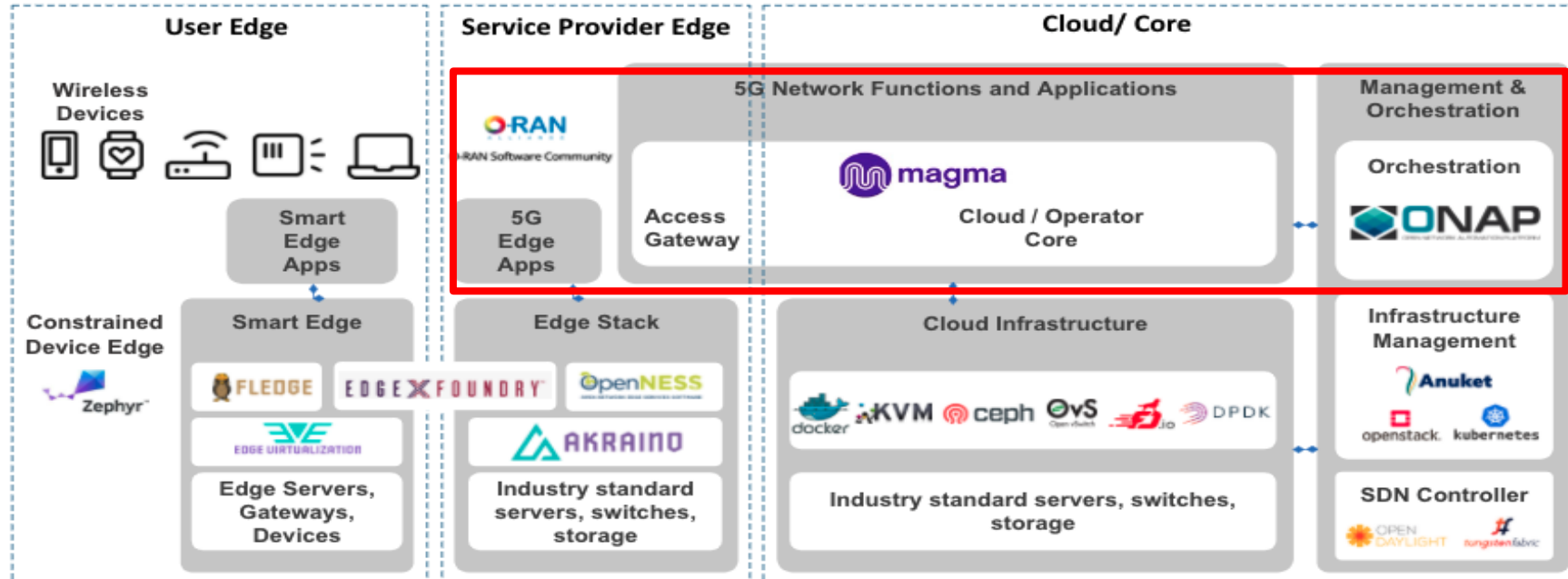


HIP (E마트측)		1동(4.7GHz & 28GHz)		2동(4.7GHz)		주차장	
14층	임상시험	132병동		116병동	106병동		
13층		131병동		105병동	106병동		
12층		121병동		96병동	96병동		
11층		101병동		86병동	86병동		
10층		91병동		65병동	66병동		
9층		81병동		55병동	56병동		
8층		61병동		41병동	42병동		
7층		51병동		3층	수술부		
6층		41병동		2층	검사실		
5층		3층	수술부	1층	로비		
4층		2층	검사실	B1	주차장		
3층		1층	로비	B2	주차장		
2층		B1	주차장	B3	주차장		
1층		B2	주차장				
		B3	주차장				

(예시) 이음5G 액세스 커버리지
 28G 이음5G 설치
 4.7G 이음5G 설치

I.6 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.6 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)	https://openairinterface.org/ https://www.magmacore.org/	https://open5gs.org	https://www.free5gc.org/	https://www.srslte.com/ https://www.srsran.com/	

⇒ 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

목차

I 5G 특화망

- 5G Infra 개요
- 5G특화망 개요 및 구조
- 5G특화망 국내외 현황
- 5G특화망 Use case
- 관련 Open Source 솔루션

II 5G특화망 지능형 관제

- Public 5G vs 5G특화망의 Operation 관점의 차이
- 5G특화망 관제시스템 요구사항
- 5G특화망 관제의 AI 기술 및 적용 사례 소개
- NWDAF 및 AI/ML 소개

III 5G특화망 Challenges

II.1 Public 5G vs Private 5G의 Operation 환경 차이

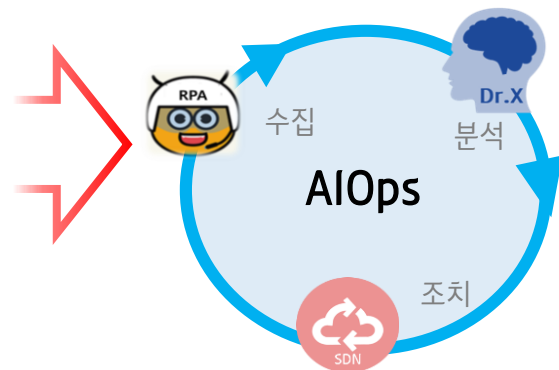
- 수집~분석~조치, 쏘과정의 자동화 및 E2E 통합 View로 통신 비전문가도 운용 가능한 환경 제공

Public 5G 와 Private 5G 운용 환경 비교

	Public 5G	Private 5G
주 목적	원활한 통신 서비스 제공	원활한 기업 인프라/Application 운용
통신 전문성	장비/벤더별 전문가	통신 비전문가 (IT Administrator)
운용 조직	지역별/구간별 전문 운용	전체 구간/도메인 관리
Interworking	통신사업자間, 유·무선間	기업 인프라/Application과 통신間
QoS 제어	QoS 음성 vs 데이터, 사용량별 대역	Slice/App.별 정교한 제어 대역,지연 등



[지능화 및 자동화] 비전문가도 쉽게 운용/조치 가능

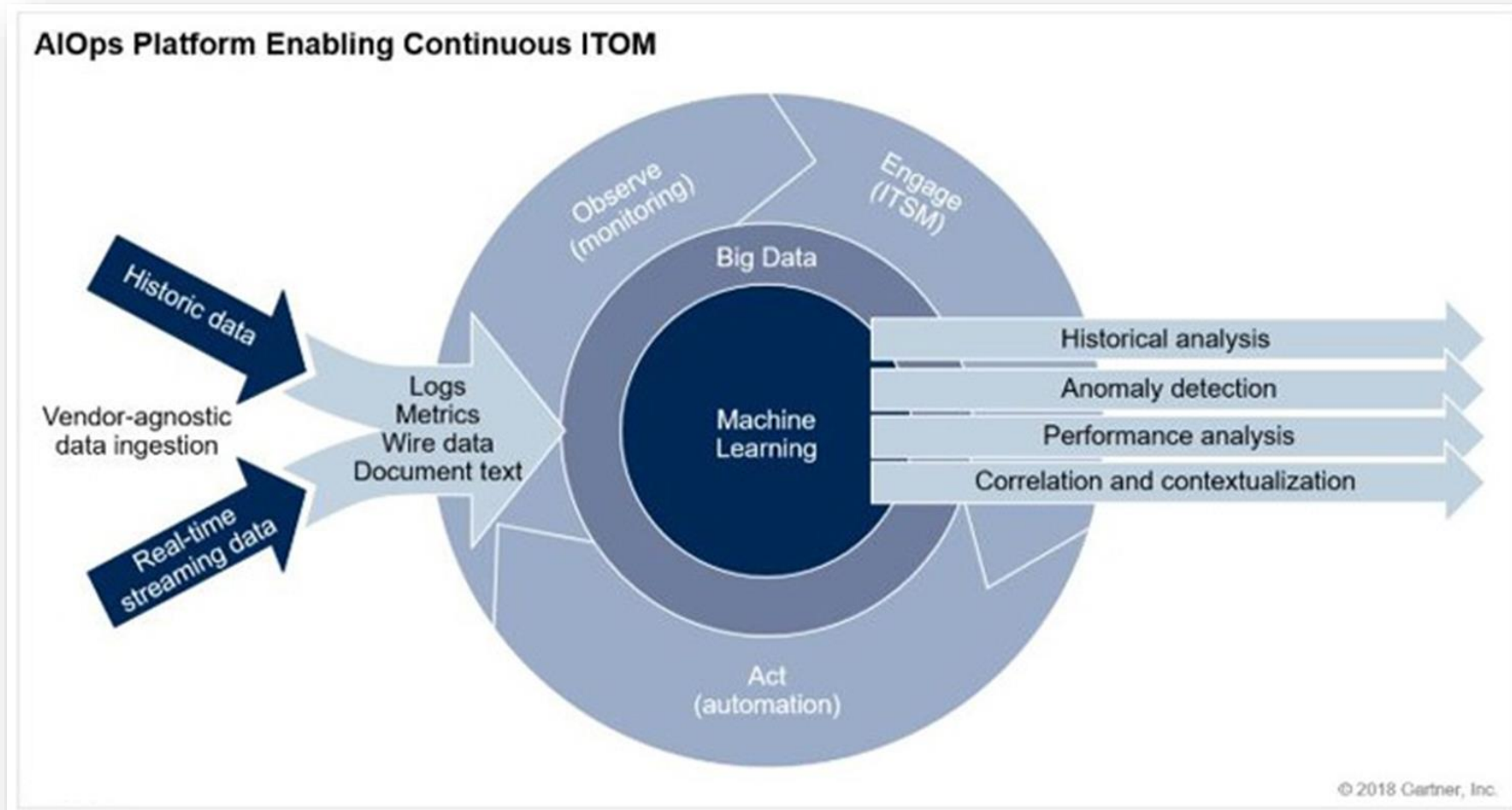


- [통합 관제] 코어 + 액세스 + 단말 + 응용/IT
- [자동화] 감시~점검~분석~조치, E2E 자동화 Rule기반 GUI 자동 Navigation
- [지능화] 알람+통계+점검間 유기적 원인 분석

II.2 5G특화망 지능형 관제 – AIOps

- AI/ML로 문제를 예측하고, 원인을 식별하여 권고된 조치 실행까지의 IT Operation 자동화

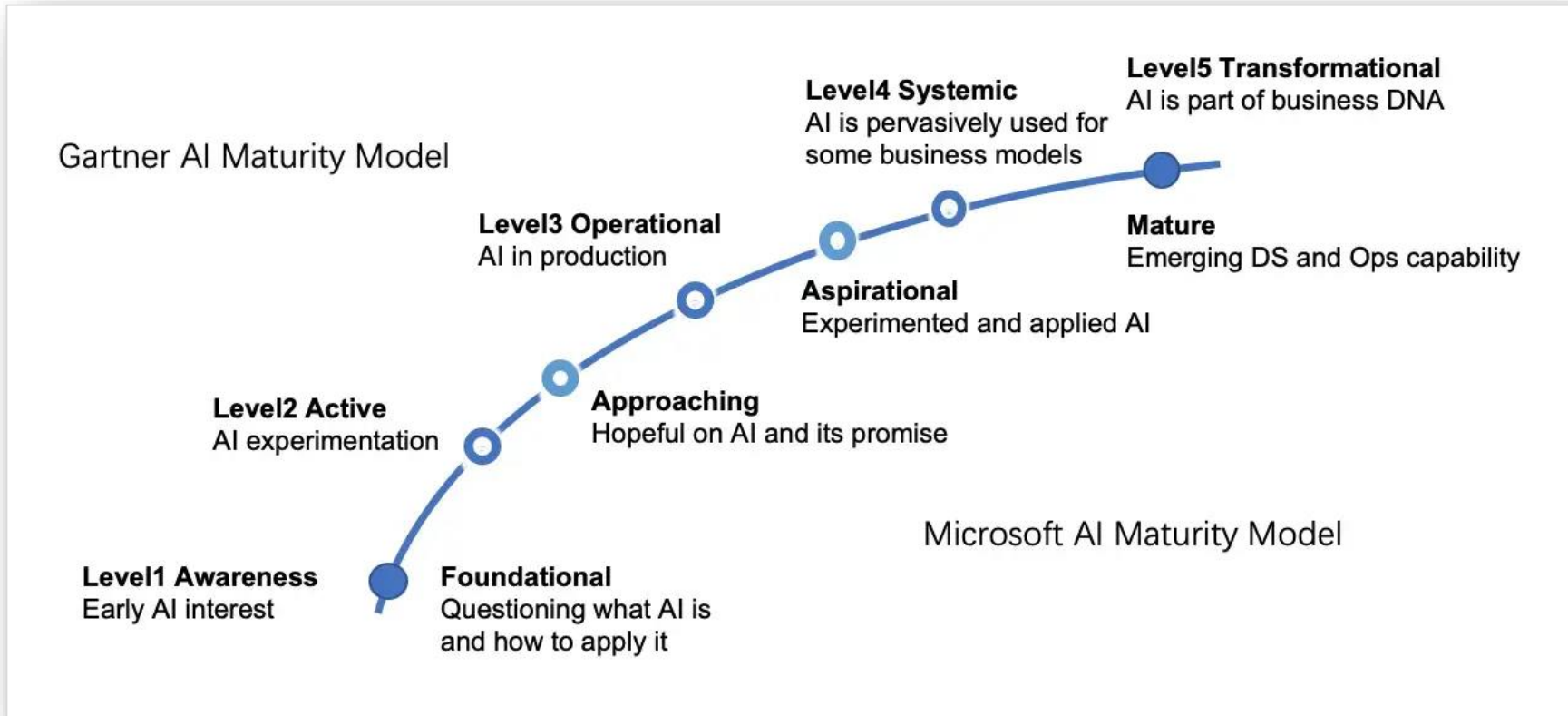
- [정의] AIOps combines big data and machine learning to automate IT operations processes, including event correlation, anomaly detection and causality determination, recommended solutions provisioning. (Gartner, '18)



II.2 5G특화망 지능형 관제 - AIOps Maturity Model (적용 수준)

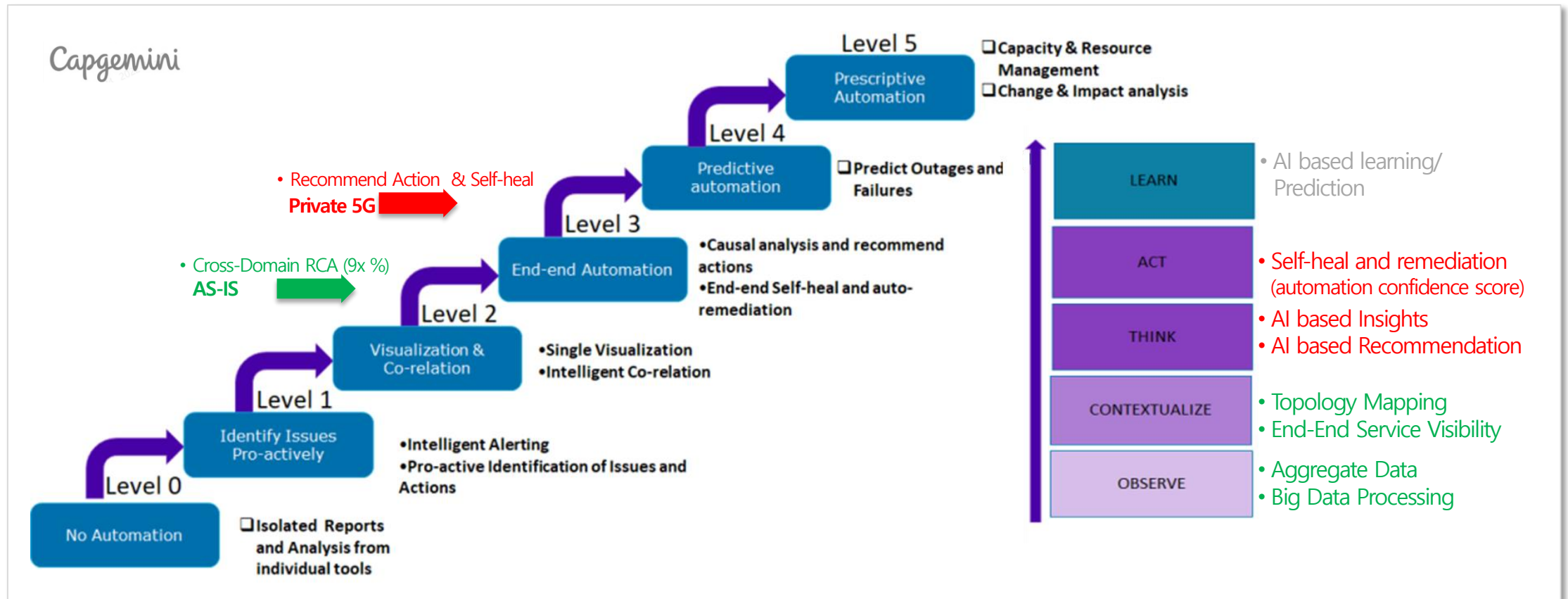
- AIOps Maturity Model (Gartner, Microsoft, IBM, Ovum 등)

- Gartner는 기업의 AI 성숙도를 평가하는 지표로 AIOps를 적용하는 대상 및 규모에 따라 5단계로 정의함 (1.Awareness ~ 2.Active ~ 3.Operational ~ 4.Systemic ~ 5.Transformational)
- Microsoft는 4단계로 정의함 (1.Foundational ~ 2.Approaching ~ 3.Aspirational ~ 4.Mature)



II.2 5G특화망 지능형 관제 - AIOps Maturity Model (기술 수준)

- AIOps를 통해 Operation의 자동화/지능화 범위(기능)에 따라 5단계 (5 Levels)로 정의
 - ⇒ Private 5G의 경우, 운용 부담을 최소화하기 위한 E2E 자동화 (Self-heal & auto remediation) 필요
 - ⇒ AIOps Maturity Model에서 원인 분석(Level 2)에서 조치 가이드 및 자동화 (Level 3) 단계로 확장 필요



II.3 5G특화망 지능형 관제 - KT 5G특화망 지능형 관제시스템

- AI 가이드로 통신 비전문가도 쉽게 운용할 수 있는 고객向 관제 솔루션

1 Plug & Play Operation 환경 제공

- 5G 특화망 코어/기지국 장비 자동 인식/관제
⇒ 장비 증설/변경시 운용자 작업없이 자동 관제

2 AI 자동조치로 무중단 서비스 제공

- 실시간 장애 추적, 원인 분석 및 자동 조치
⇒ 영향도 분석으로 중대 장애 자동 조치



3 최적 품질 & 고신뢰 제공

- E2E 품질 관제 및 커버리지 최적화 (단말~기지국/코어~응용서비스, E2E 관제)
- 이상 트래픽 유발 및 해킹 의심 단말 탐지

4 전문가와 소통 체계 제공

- 운용 전문가와 신속/효율적 소통 제공 (운용자의 전공/근퇴 여부 고려한 소통 정보 제공)
- AI챗봇기반 소통 제공 예정

II.3 5G특화망 지능형 관제 - KT 5G특화망 지능형 관제시스템

- AI 가이드로 통신 비전문가도 쉽게 운용할 수 있는 고객向 관제 솔루션

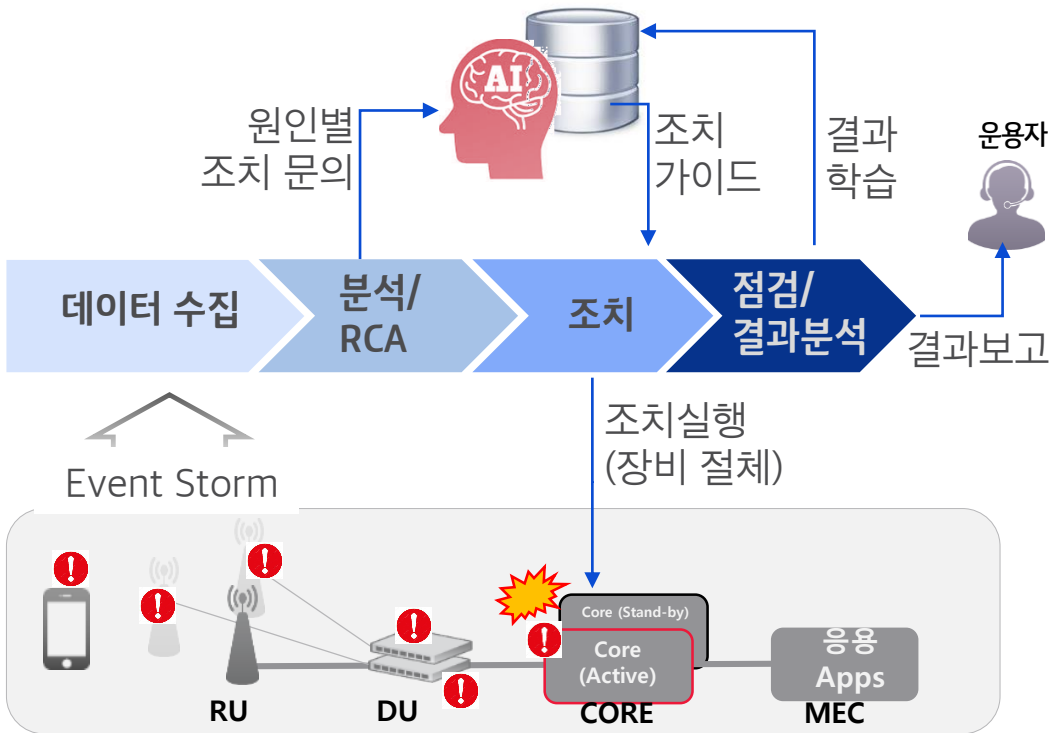


II.3 5G특화망 지능형 관제 - KT 5G특화망 지능형 관제시스템

- 장애 Impact 분석 및 서비스 영향도에 따른 장애 조치 자동화로 무중단 서비스 제공

개념

- 장애 자동 조치를 통한 서비스 중단 최소화로 통신 품질 제고

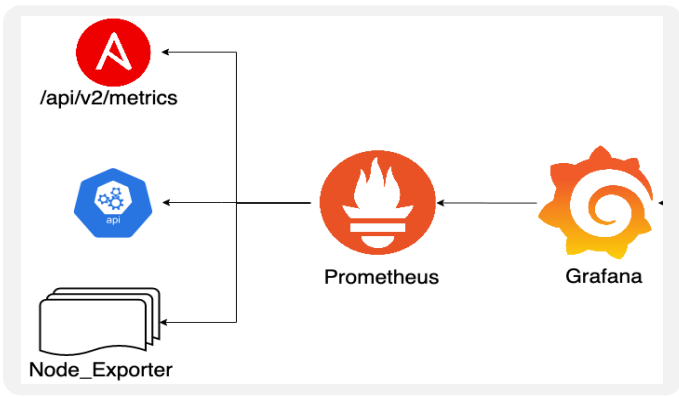


주요 특성

- KT 운용역량기반 조치 룰 구축 및 AI학습으로 조치 권고 갱신
 - KT 운용 역량기반 사전 정의된 Process/룰에 따라 자동 조치 실행
 - AI score 기반으로 장애와 품질 저하 문제를 동시에 탐지
 - 조치별 결과 평가(소요시간, 영향도 등)를 통한 AI기반 룰 자동 갱신
- Cross-Domain 장애 수집 및 원인 분석 (RCA)
 - KT 운용역량기반 원인별 조치 권고 사항 Knowledge화
 - KT Dr 엔진 (Dr.Lauren 및 Dr.WAIS)를 통한 RCA 분석

II.3 5G특화망 지능형 관제 - KT 5G특화망 지능형 관제시스템 (계속)

• 데이터 수집 구조



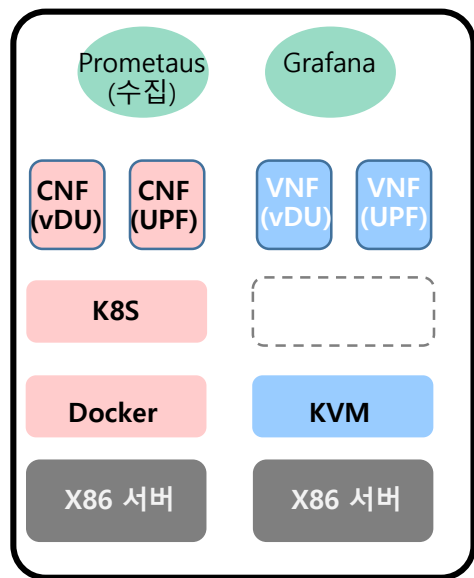
Prometheus 기반 Exporter를 통한 주기적 데이터 수집

• 각 벤더별 코어 장비 Stack에 따른 Exporter 활용

- HW/OS 및 가상화: 오픈 소스 exporter 모듈 활용

- CORE (CNF/VNF): 벤더 EMS or CLI, NetConf를 통한 custom-exporter 개발

향후,
3GPP NWDAF를
통한 Data 수집 및
분석 자동화 추진



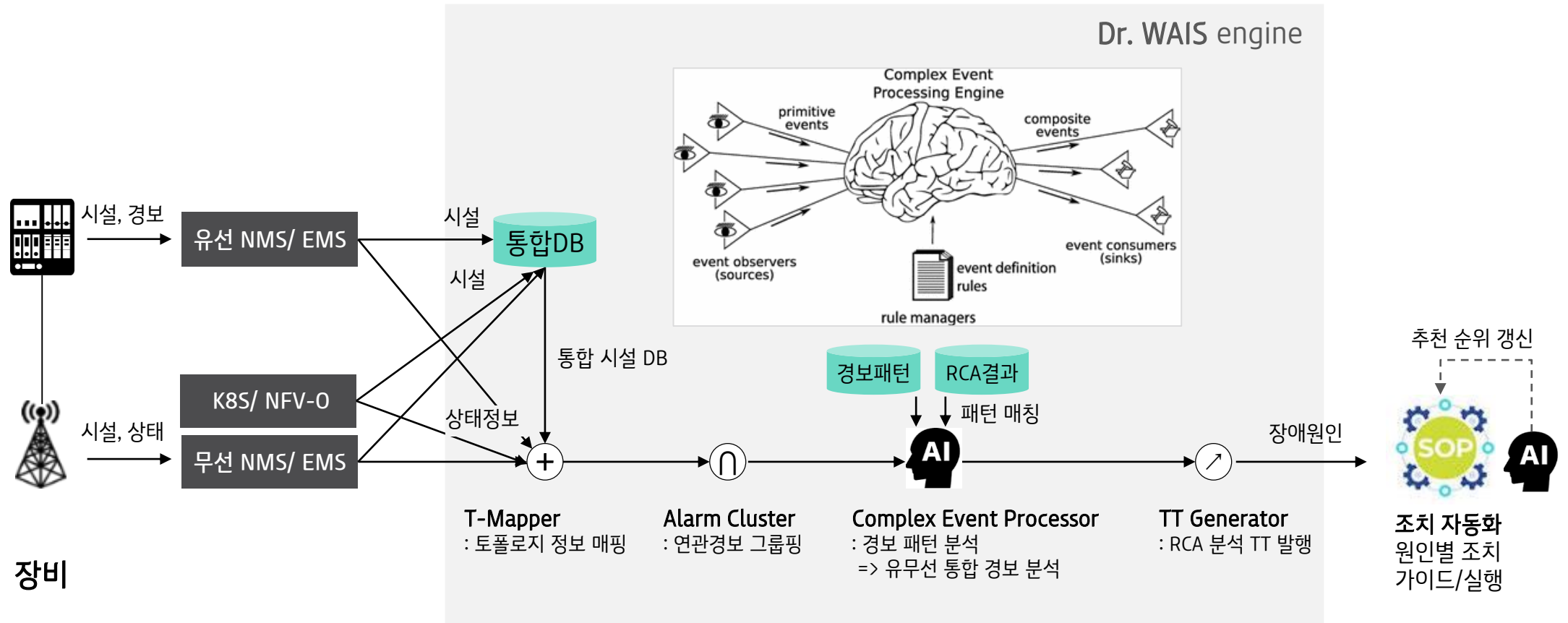
Layer별 exporter 활용 방안

	Container기반 CNF		VM기반 VNF 코어	
	계층	수집 방법	계층	수집 방법
CORE	CNF	custom-exporter	VNF	custom-exporter
가상화	K8S	kube-state-metrics		
			KVM	libvirt-exporter
서버	OS	RHEL	RHEL	node-exporter
	HW	HW	HW	IPMI-exporter

II.3 5G특화망 지능형 관제 - KT 5G특화망 지능형 관제시스템 (계속)

• 유무선 네트워크 및 가상화 Infra를 고려한 Cross Domain RCA

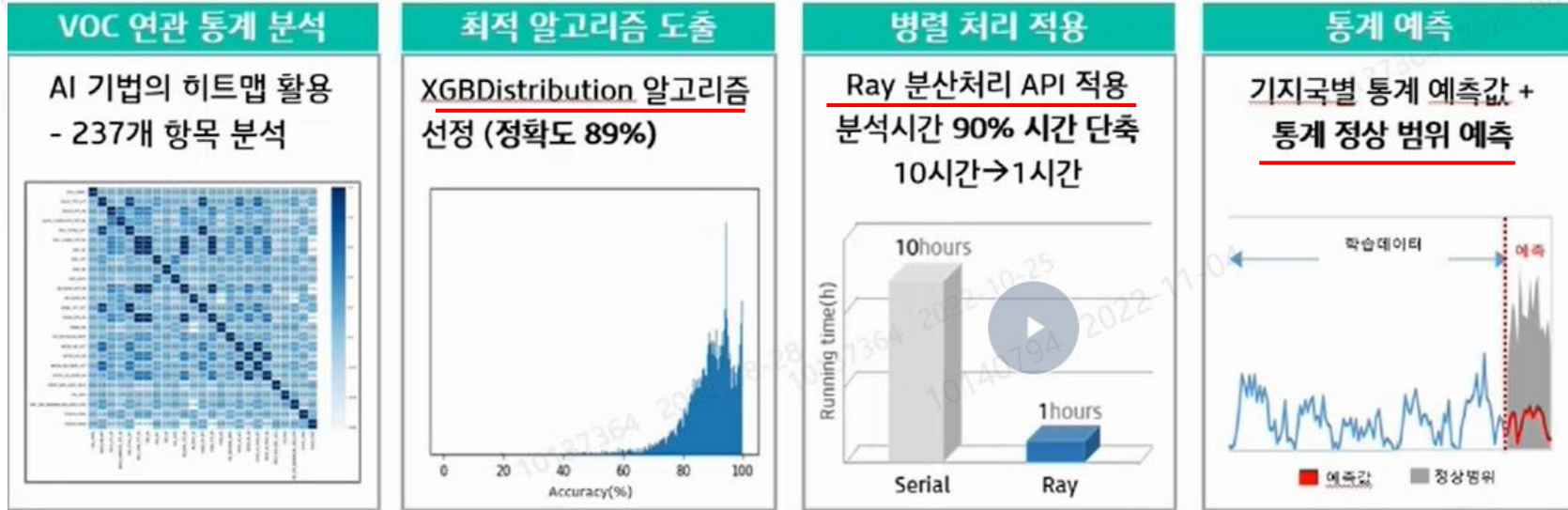
⇒ 유무선 시설을 기반으로 통합 DB를 구축하고 통합 경보에 대해 그룹핑 수행 후, CEP기반 경보 패턴 매칭 수행



II.3 5G특화망 지능형 관제 -5G 지능형 관제시스템 (기지국 품질이상 탐지 사례)

- AI 모델링으로 기지국 품질 예측/관리 - 환경 및 사용 패턴이 다양한 대량의 기지국 품질 관리 어려움

AI 모델링 단계

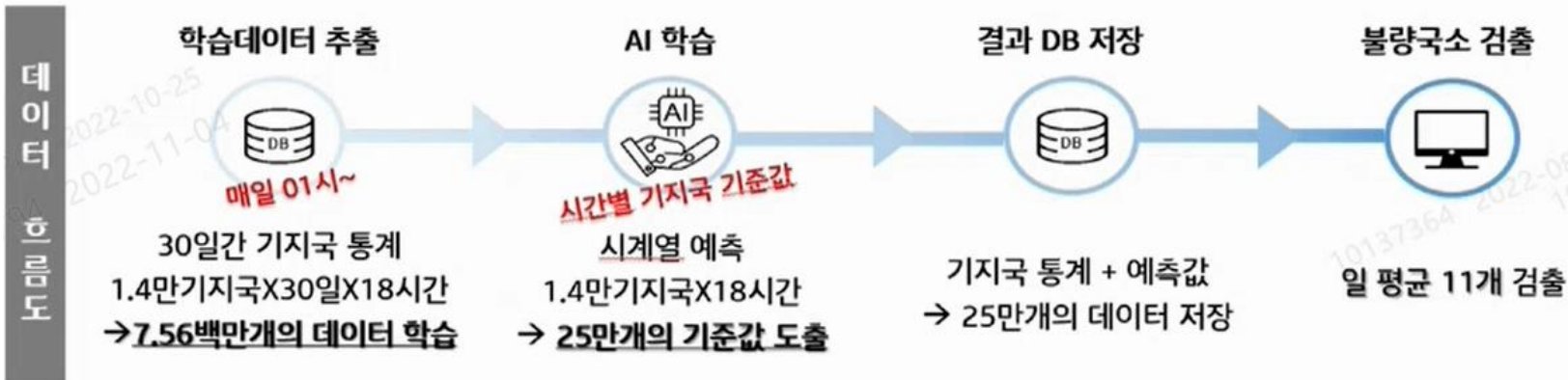


적용 효과

- 불량탐지 정확도 76%개선



- 조치 기지국 감소
→ 신속 조치로 품질 혁신

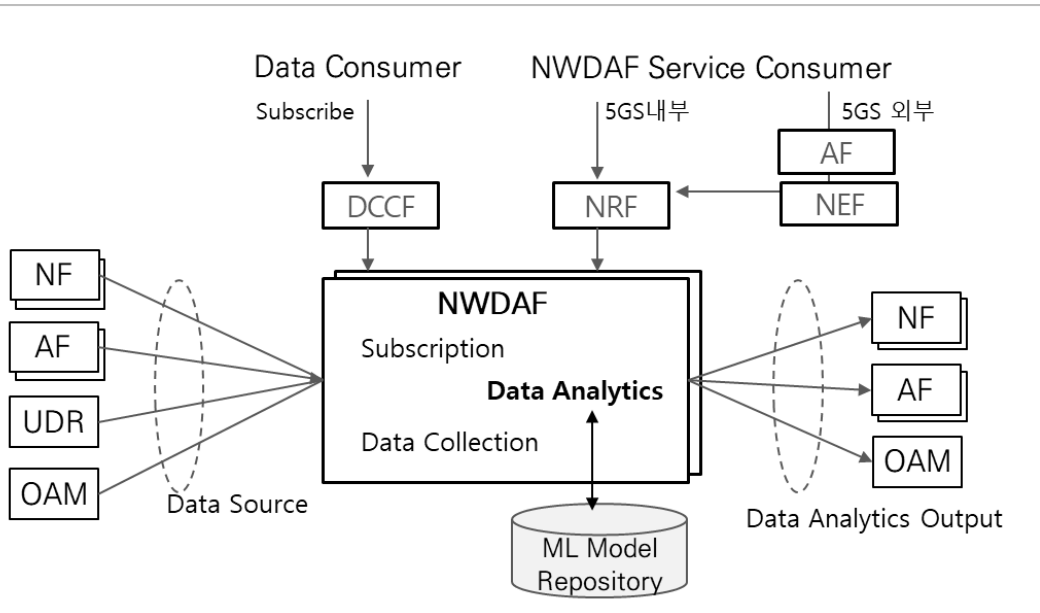


II.4 5G특화망 지능형 관제 - 향후 방향 (1)

- 5G는 수집된 데이터를 분석하여 Closed-loop Control로 네트워크의 자동화 및 최적화 가능

개념

- OSS/NFV-O → NWDAF 기반 eNA* 구조



AF: Application Function
 DCCF: Data Collection Coordination Function
 NF: Network Function
 NRF: Network Repository Function
 NWDAF: Network Data Analytics Function
 OAM: Operation & Management
 UDR: Unified Data Repository

NWDAF 주요 기능

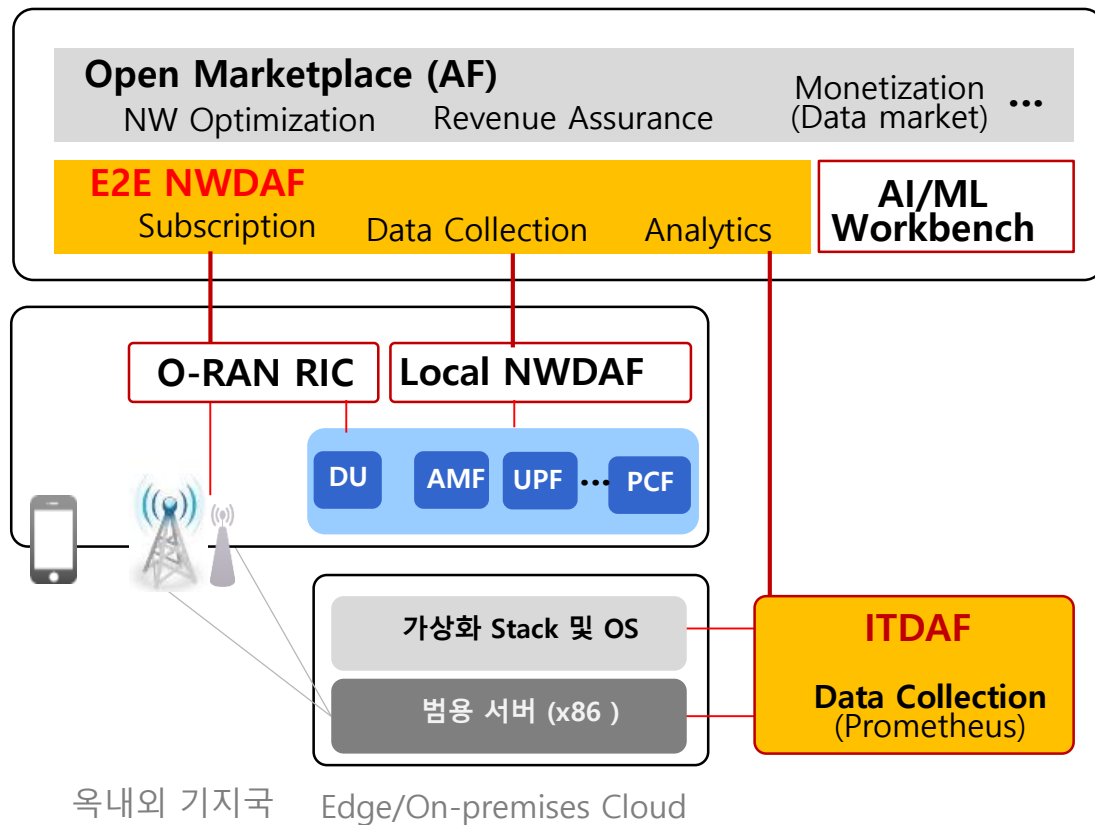
- 3GPP는 기존 관리체계의 극복을 위해 5G의 NW 분석 기능 표준화
 - 장비/EMS 및 NFV-O를 통한 데이터 수집 → 벤더 종속성
 - 다양한 데이터의 실시간 수집 한계 존재
- NWDAF (Network Data Analytics Function)** (3GPP TS23.288)
 - Control plane 요소로, 네트워크 데이터 수집 및 분석 기능 제공
 - 수집된 NW 데이터를 바탕으로 ML 등 AI기술을 통해 데이터를 분석하고, 분석 결과를 다른 코어 NF 및 외부에 제공하여 각 NW 기능의 최적화 및 성능 향상, SLA 관리에 도움을 줌.
- 주요 기능
 - Data collection from NFs and AFs, OAM
 - NWDAF service registration and metadata exposure to NFs and AFs
 - Analytics information provisioning to NFs and AFs
 - ML model training & provisioning to NFs and AFs

II.4 5G특화망 지능형 관제 - 향후 방향 (2)

가상화(CNF) Infra 기반 5G 네트워크의 지능형 관리 체계

개념

- 5GC 및 5G RAN, IT에 대한 E2E NWDAF를 통한 지능화/자동화



지능화 관제 방향 및 제언

- [현황]
 - NWDAF - 5G Core 장비 중심 Data 수집 및 분석
 - ⇒ 가상화 Infra를 기반으로 하는 5G 네트워크의 새로운 UX 제공을 위해서는 E2E 영역 대상 DAF필요
- ITDAF (IT Infra Data Collection & Analytics)
 - 가상화 Infra의 데이터 수집 및 분석 기능 제공 필요
 - Data Collection: Prometheus 기반 (exporter)
- E2E NWDAF
 - ⇒ UE~RAN~5GC 및 IT 자원의 데이터 수집 및 분석으로 Value-added Service 제공으로 New Biz 창출
 - 5G NW + IT (Cloud) 결합된 Service 제공
 - UE behavior/Mobility 분석/예측기반 Service 제공

III. 5G특화망 Challenges

- 전용 주파수로 품질과 보안의 장점 존재. 장비/솔루션의 도입 비용 및 Customization 니즈 수용 필요

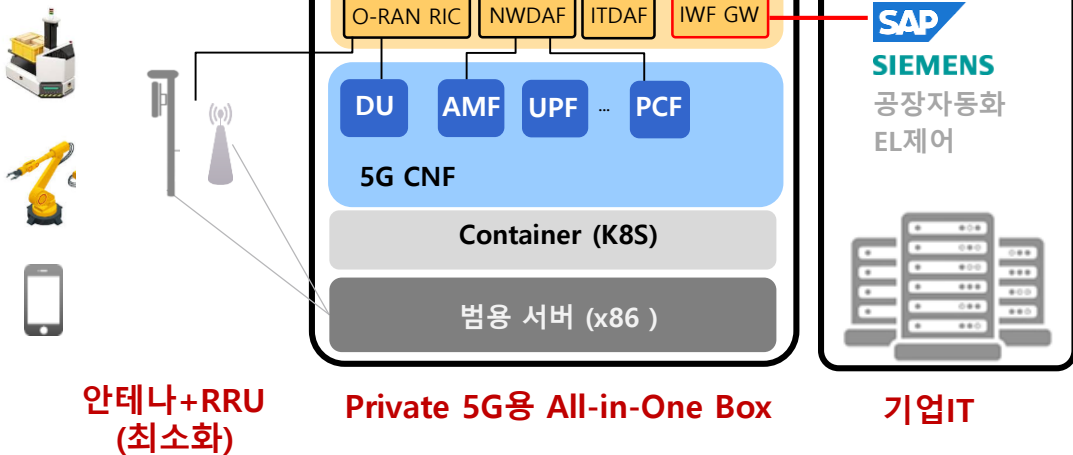
변화 & 구조

범용서버기반 Software 비중 증가

B2B Vertical 시장 성장

HW → SW

Mass → B2B



변화 & 기회

- 5G 네트워크의 SW 비중 증가 및 표준화로 진입 장벽 낮아짐
 - Intel의 FlexRAN 및 NW 가속화 기술로 DU/CU의 성능 향상
 - Open RAN를 통한 RU ~ DU간 인터페이스의 개방형 표준화
- 중·소규모의 5G특화망 기반 기업 사내망 구축 니즈
 - 기업의 제반 IT/Biz 플랫폼과 5G특화망간 연동 니즈 (IWF 모듈)
 - 기업 사내망은 Legacy 연동 및 개인정보 이슈 Risk 낮음



경청해 주셔서 감사합니다.