

2020 IT 21

Global Conference

Digital New Deal
Technology Essentials
디지털 뉴딜 기술 핵심

Session 3-5

6G 네트워크 최적화

김재훈 교수 (아주대학교 산업공학과)



[요약문]

6G 통신 네트워크 아키텍처는 미래 인공지능 기반 서비스의 기반인 초고속 컴퓨팅 능력을 네트워크 내부에서 제공한다. 5G MEC를 통해 달성된 저지연 네트워킹은 컴퓨팅 장치를 사용자 디바이스에 보다 가깝게 배치하여 학습형 서비스의 이용을 보다 활성화할 수 있는 기반을 마련하였으나 충분한 양의 컴퓨팅 능력을 실시간으로 사용자 디바이스에 제공하는데 한계가 있다. 머신(Machine)을 포함한 사용자 디바이스와 네트워크의 유기적 오프로딩은 6G 네트워크가 제시할 수 있는 차별적 아키텍처의 본이 된다. 사용자 디바이스의 제한된 계산능력으로 인해 발생하는 문제는 계산작업을 보다 강력한 이웃 디바이스나 서버로 오프로딩하여 실시간으로 집약적인 계산 작업을 수행한다. 효과적인 컴퓨팅 오프로딩을 지원하려면 초고속 데이터 전송 속도와 매우 낮은 대기시간 통신이 필요하다. 네트워킹과 컴퓨팅의 유기적 융합은 네트워크의 다양한 엔티티가 제공하는 계산 능력을 실시간으로 서비스에 배치하고 할당함으로 구현가능하다. 인공지능은 6G 네트워크의 모든 시스템 구성 요소에 이를 통해 모든 네트워크 구성 요소가 방대한 양의 실시간 정보를 획득하고 전파한다. 네트워크 시스템은 시스템 매개 변수와 전체 시스템 성능을 최적화하기 위해 네트워크 전체에서 복잡한 최적화 작업을 디바이스간 컴퓨팅의 융합으로 해결한다. 또한 6G 네트워크는 공간적 확장을 가져온다. 고정 기지국 또는 이동 기지국과 같은 지상 구성 요소와 비행기, UAM (Urban Aerial Mobility) 시스템, LEO (Low Earth Orbit), GEO (Geostationary Orbit) 및 HAPS(High Altitude Platform Station)와 같은 비 지상 구성 요소를 포함한 전지구적 네트워킹을 가능케 한다.

[발표자 약력]

1996년 KAIST 산업경영 학사

1998년 KAIST 경영공학/정보통신 석사

2003년 KAIST 경영공학/정보통신 박사

2003년~2005년 삼성전자 네트워크사업부 책임연구원

2005년~2008년 SK텔레콤 Access기술연구원/미래사업추진본부 매니저

2008년~현재 아주대학교 산업공학과 조교수/부교수/교수

관심분야 : 이동통신 시스템, IoT 응용시스템, 경량 블록체인 네트워크 플랫폼

6G 네트워크 최적화

JAE-HOON KIM

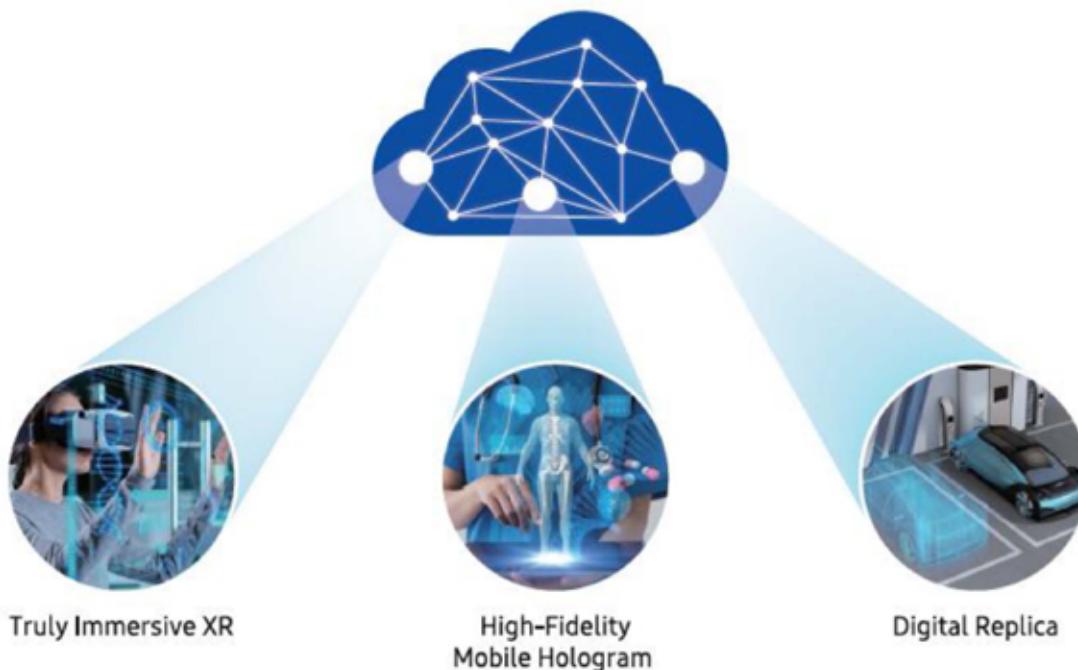
(jayhoon@ajou.ac.kr)

2020.09.24

Ajou University

6G Network for Service Innovation

- 5G의 대표적 서비스 카테고리인 eMBB, URLLC, mMTC는 6G에 승계.
- Truly Immersive XR, High-Fidelity Mobile Hologram, Digital Replica가 대표적인 6G 서비스



Source: 6G The next hyper connected experience for all, SAMSUNG

Artificial Intelligent IoT Lab

Requirement: Computing Power

- 모바일 디바이스의 제한적인 컴퓨팅 파워와 배터리는 새로운 6G 네트워크 아키텍쳐의 설계에 주요한 동인
- 6G 네트워크 아키텍쳐는 모바일 디바이스의 한계를 효과적으로 극복할 수 있는 네트워크 컴퓨팅 자원의 융합을 가능케 하여야 함
- 6G네트워크의 개방성 역시 주요한 요인으로 네트워크는 개방성을 유지하면서도 신뢰와 보안성을 충분히 제공해야 함

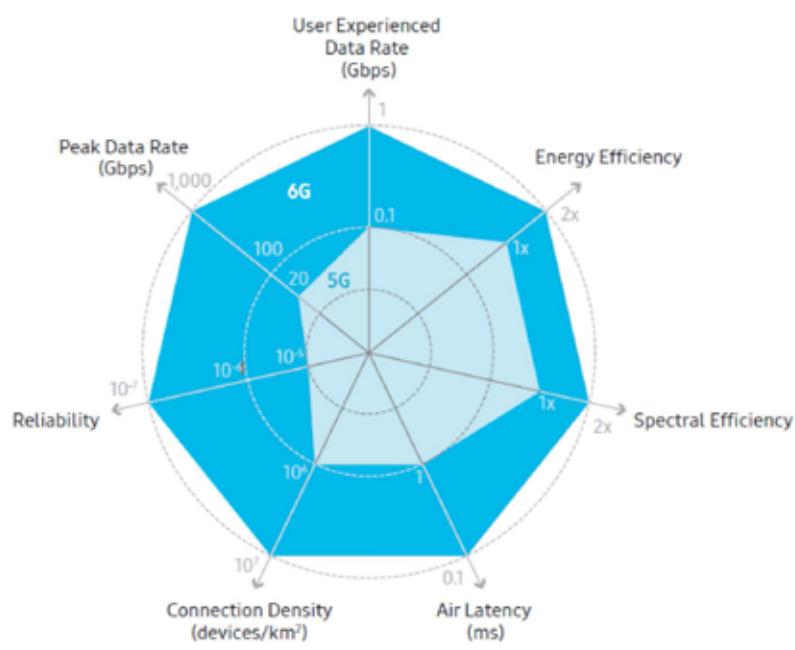
Computing Capability Trend (Gigaflops/sec)



Source: 6G The next hyper connected experience for all, SAMSUNG

Artificial Intelligent IoT Lab

Requirement: Performance

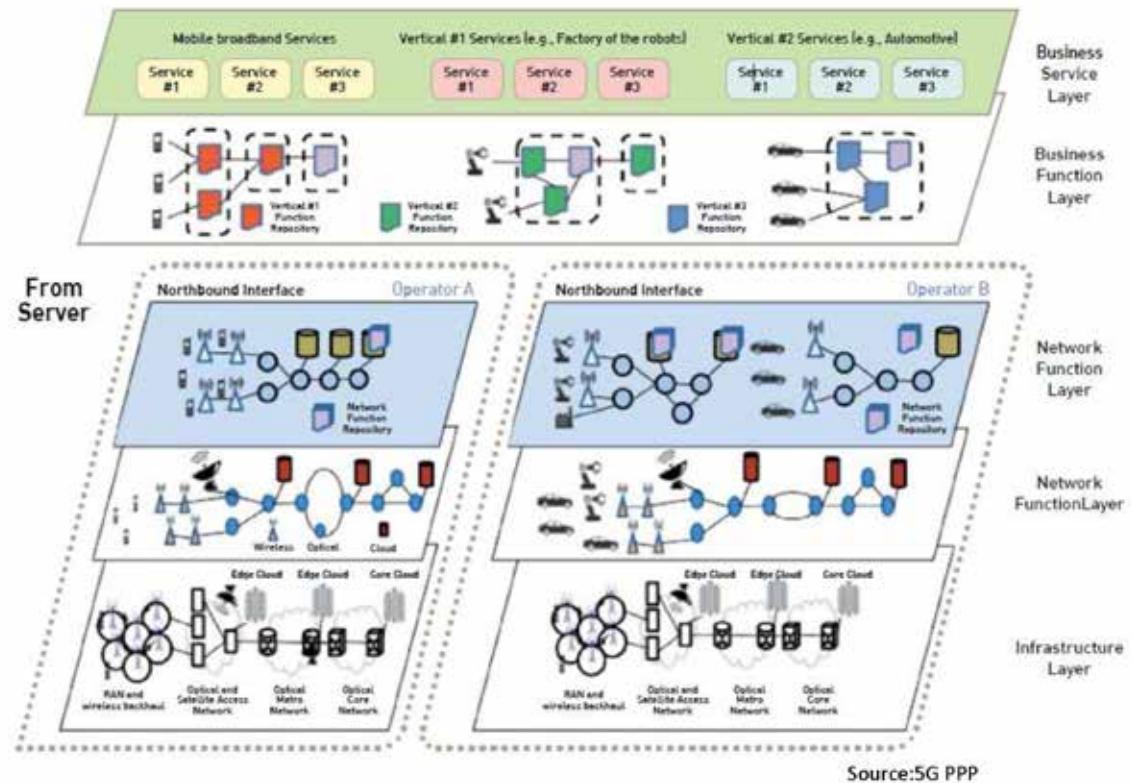


Source: 6G The next hyper connected experience for all, SAMSUNG

- 6G의 피크 데이터 속도는 1Tbps 수준, 사용자 경험 데이터 처리 속도는 1Gbps 이상으로 5G의 2배 이상의 주파수 효율을 가져야 함
- Air latency 는 100μs. E2E 지연은 1ms, 사용자 경험 지연은 10ms 이하로 유지
- 데이터 신뢰성은 10^{-7} 수준으로 5G의 100배
- 단위 면적 당 (km^2) 연결되는 디바이스 수는 10^7 개로 5G의 연결 밀도에 비해 10배 제공

Legacy from 5G

5G는 서비스 제공자가 네트워크와 컴퓨팅 인프라 자원에 on-demand로 접속하여 사용할 수 있도록, 인프라 제공자는 사용자에게 상향 인터페이스를 통해서 멀티 테넌시와 멀티 서비스 지원이 가능한 인프라를 서비스로 제공하는 네트워크 구조를 제공

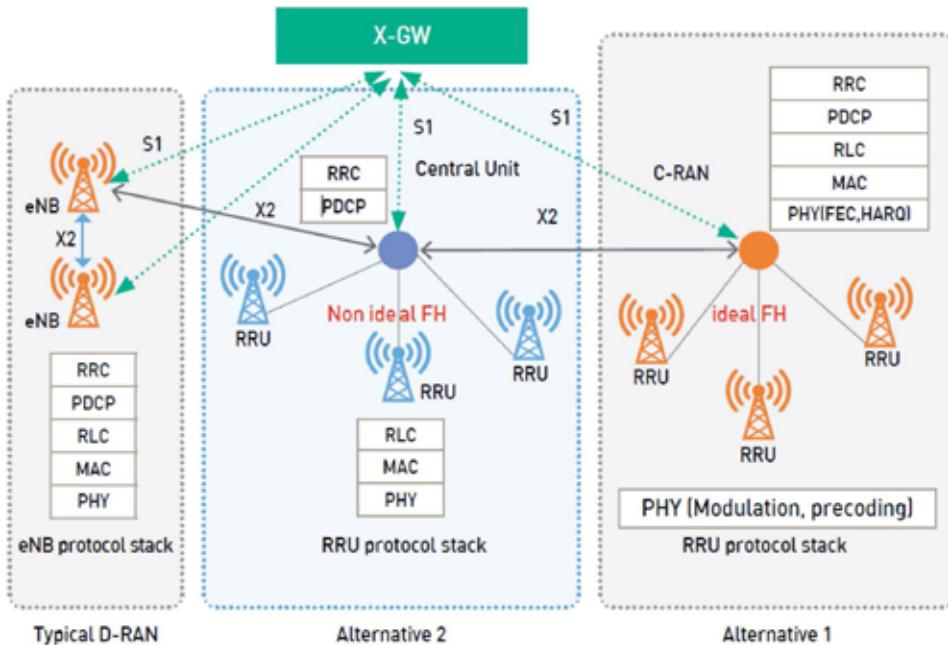


Artificial Intelligent IoT Lab

Legacy from 5G

5G 네트워크는 네트워크 사용을 최적화 하기 위해 아래와 같은 사항을 지원함

- 효율적인 네트워크 슬라이싱 구현
- 사용자 서비스와 운영 서비스를 동시에 고려
- 내재된 소프트웨어화 지원
- 통신과 컴퓨팅의 통합
- 이종 기술의 통합



5G 네트워크의 과제:

이동성 지원, 세션 관리,
네트워크 기능 분리,
사용자 평면과 제어 평면
분리, 네트워크 도메인 간
경계 분리, 가상화된
네트워크 오페스트레이션,
생애 주기 관리, 인프라
자원 할당

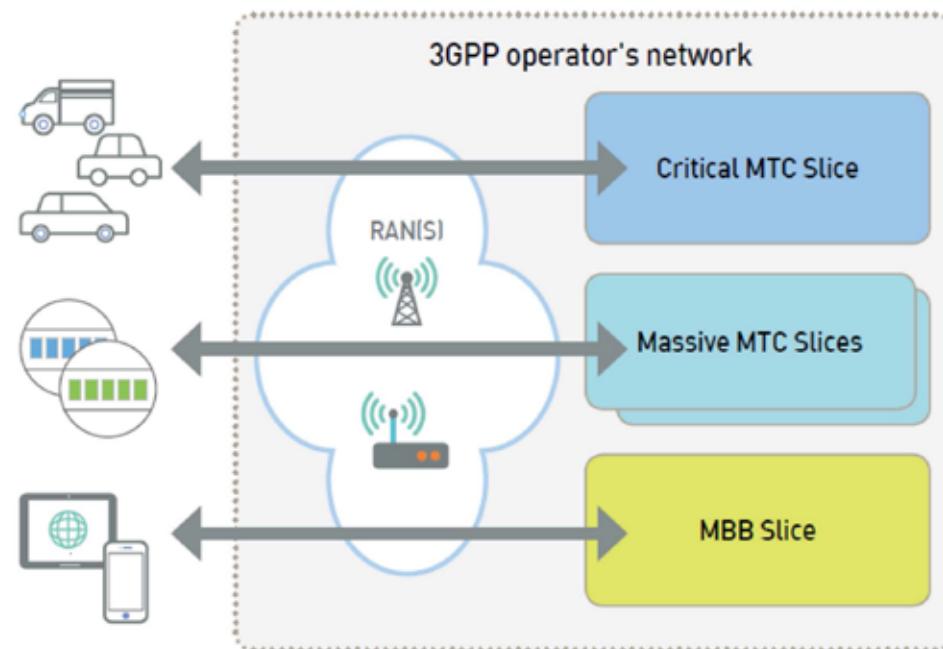
Source: C-RAN from 5G PPP

Artificial Intelligent IoT Lab

Legacy from 5G: Slicing

네트워크를 VNF의 집합으로 보고 특정 서비스를 위해 최적인 VNF들의 집합을 동적으로 구성하여 네트워크 슬라이스 생성

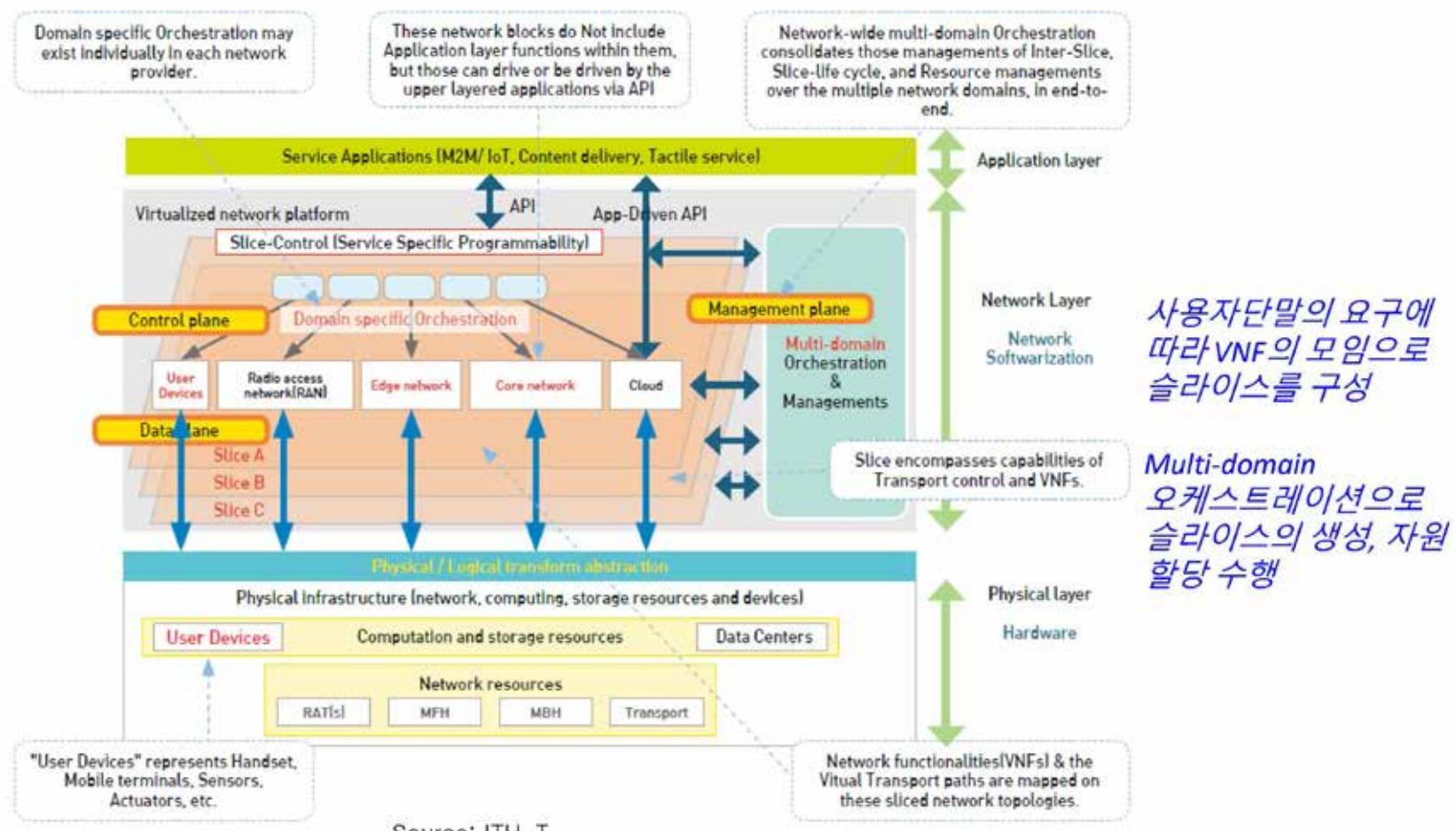
- 인프라 자원의 효율적인 공유 및 재사용
- 서비스 및 트래픽 특성에 따른 슬라이스 구성
- 5G 네트워크 구성요소로서의 슬라이스 정의
- 슬라이스들 간의 분리 및 독립성
- 슬라이스에 특화된 관리



Source: SMARTER-3GPP TR
22.891

Artificial Intelligent IoT Lab

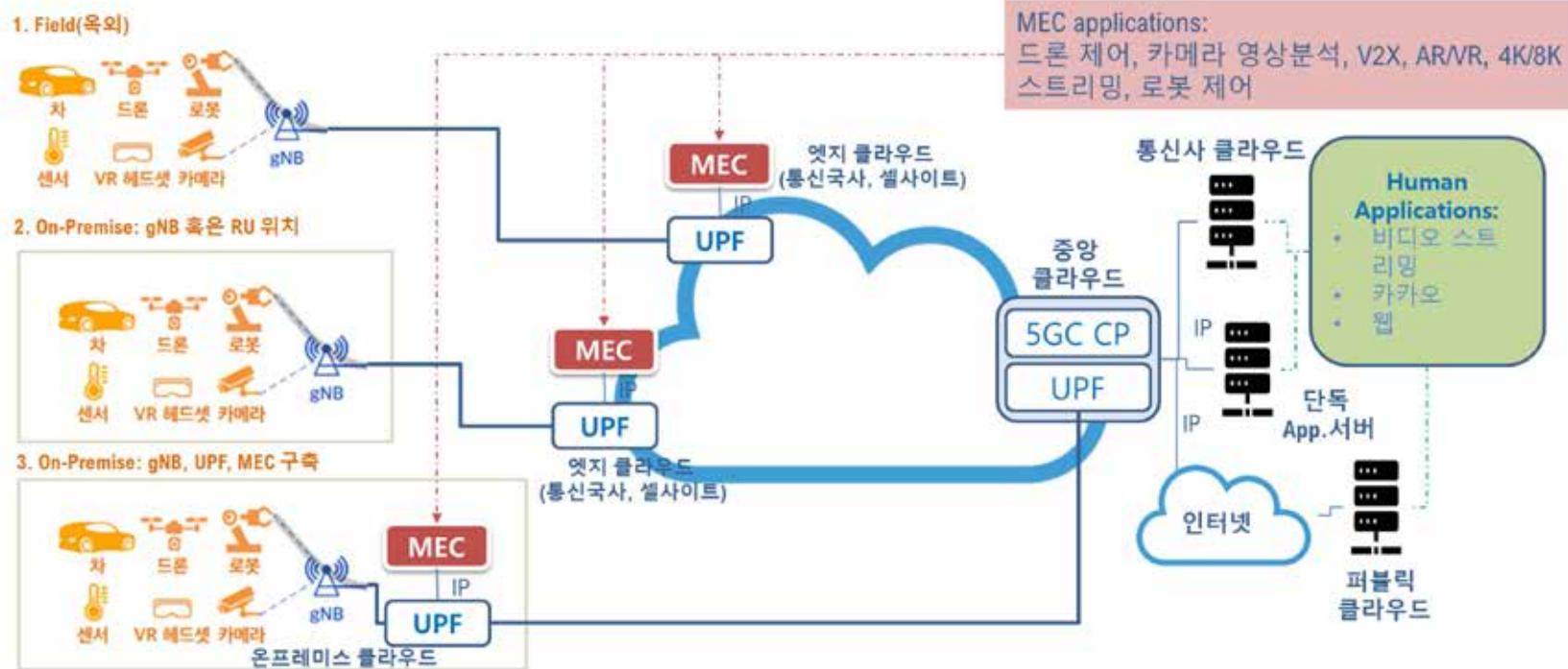
Legacy from 5G: Slicing



Artificial Intelligent IoT Lab

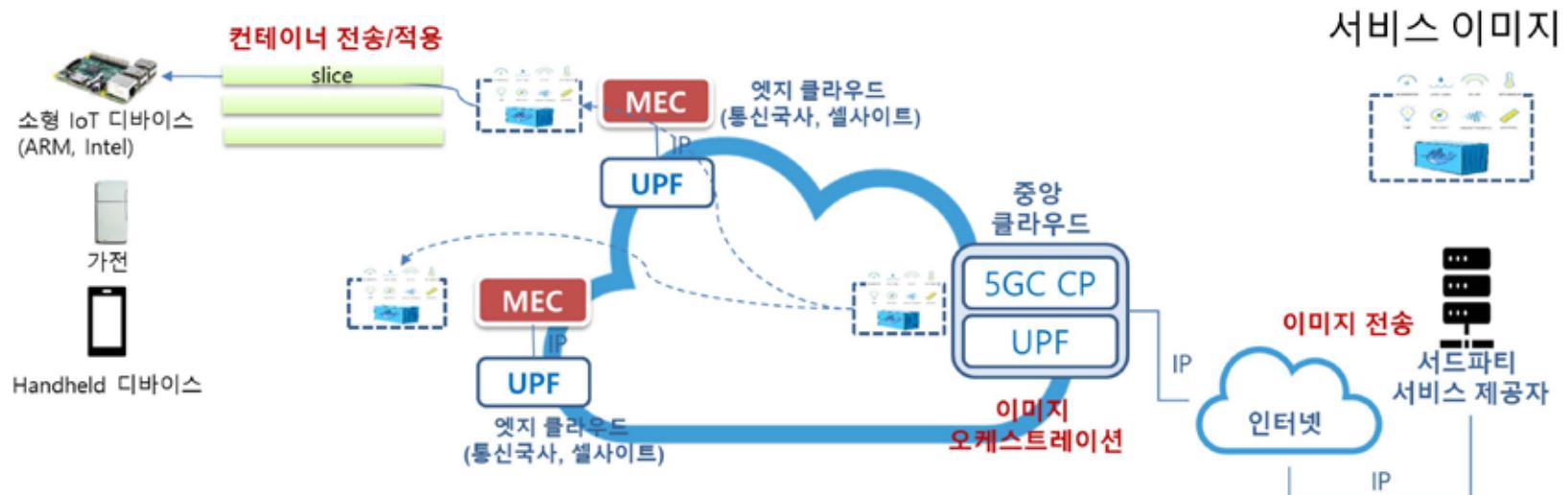
Legacy from 5G: MEC

- MEC는 모바일 가입자들에 근접하여 RAN 내에서 컴퓨팅 능력을 제공
- 사용자 요구에 따라 Field, On-premise, Private On-Premise 위치에서 컴퓨팅 제공

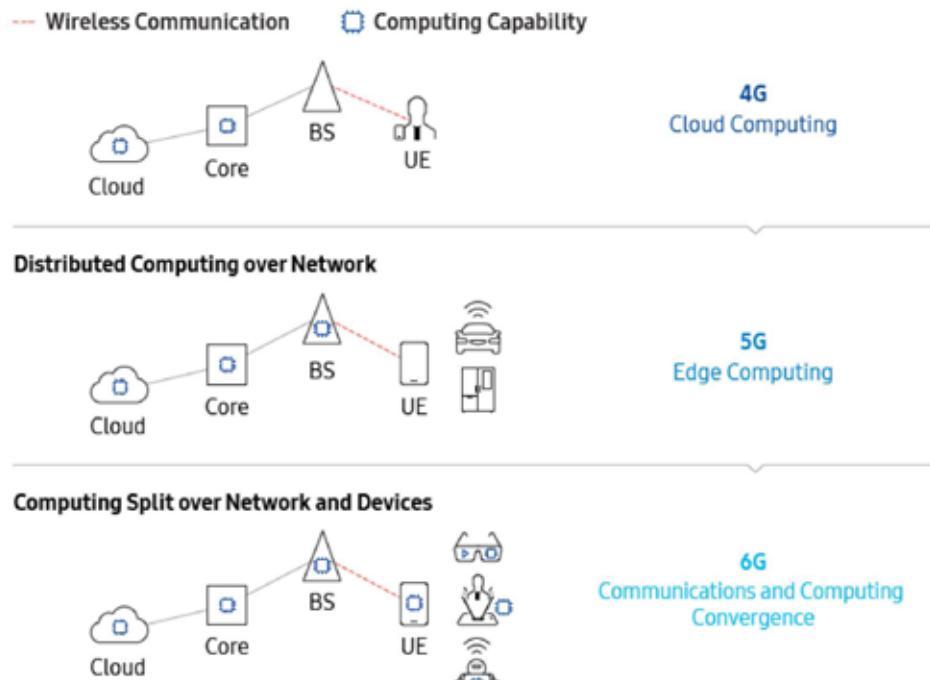


Legacy from 5G: MEC

- MEC는 이미지 오케스트레이션을 사용하여 중앙의 클라우드와 협력적 방식으로 소통
 - 네트워크 슬라이스는 MEC 수준에서 생성 및 제어되어 서비스 제공



Architecture Evolution: Communication and Computing Convergence



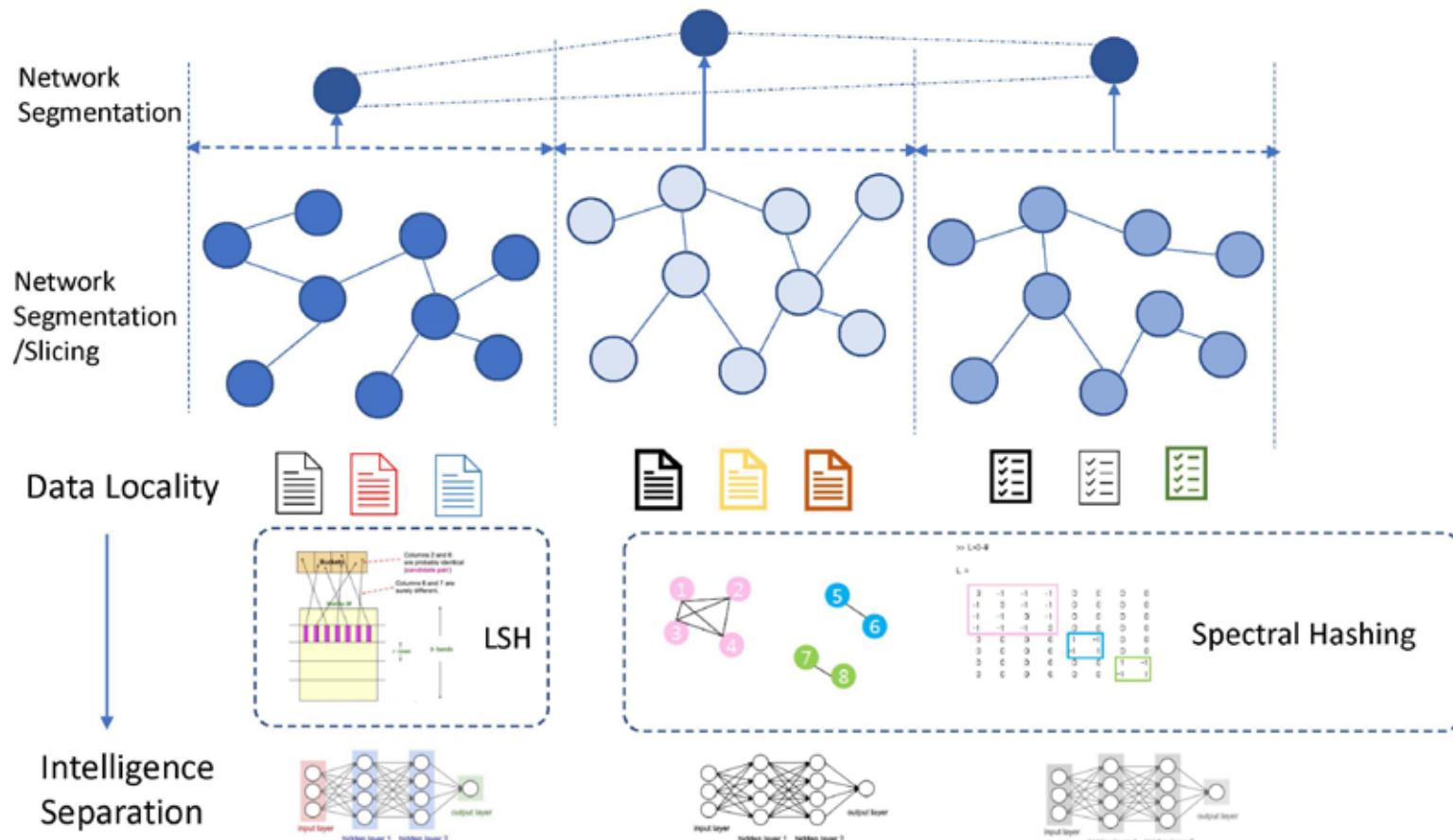
6G 네트워크는 달성 가능한 데이터 속도와 대기 시간에 실질적인 제한이 있어야 한다는 점을 이해하고, 통신 네트워크는 네트워크의 다양한 엔티티에서 사용할 수 있는 컴퓨팅 능력을 가장 잘 활용할 수 있는 전구조적인 방식 (*holistic Way*)으로 설계

Architecture Evolution: Communication and Computing Convergence

- 6G는 최종 사용자의 다양한 장치가 네트워크에서 사용 가능한 컴퓨팅 성능을 원활하게 활용할 수 있도록 통신과 컴퓨팅의 진정한 융합을 달성하도록 설계
- AI는 6G 네트워크의 모든 시스템 구성 요소에 내장
- Native AI: 모든 시스템 구성 요소가 방대한 양의 실시간 정보를 수집하고 평가할 수 있도록 하는 설계 접근 방식

6G네트워크 시스템은 여러 계층에서 복잡한 최적화 작업을 처리하여 시스템 매개 변수와 전체 시스템 성능을 최적화

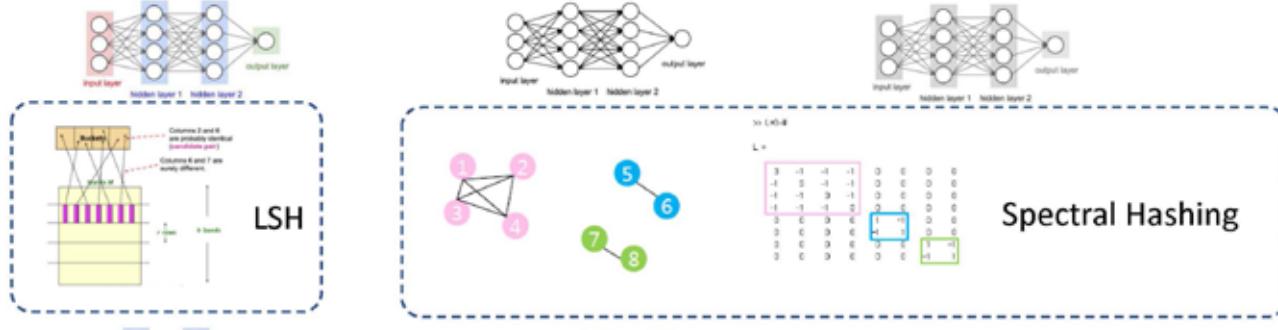
Architecture Evolution: Communication and Computing Convergence



Artificial Intelligent IoT Lab

Architecture Evolution: Communication and Computing Convergence

Intelligence Locality

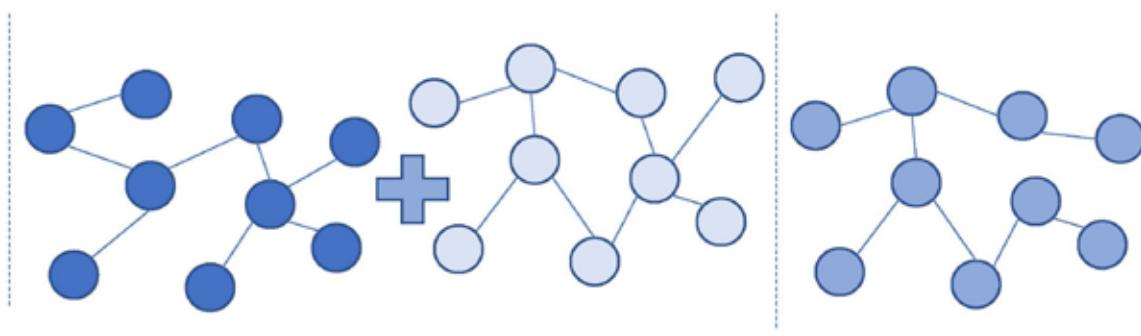


Intelligence Transfer



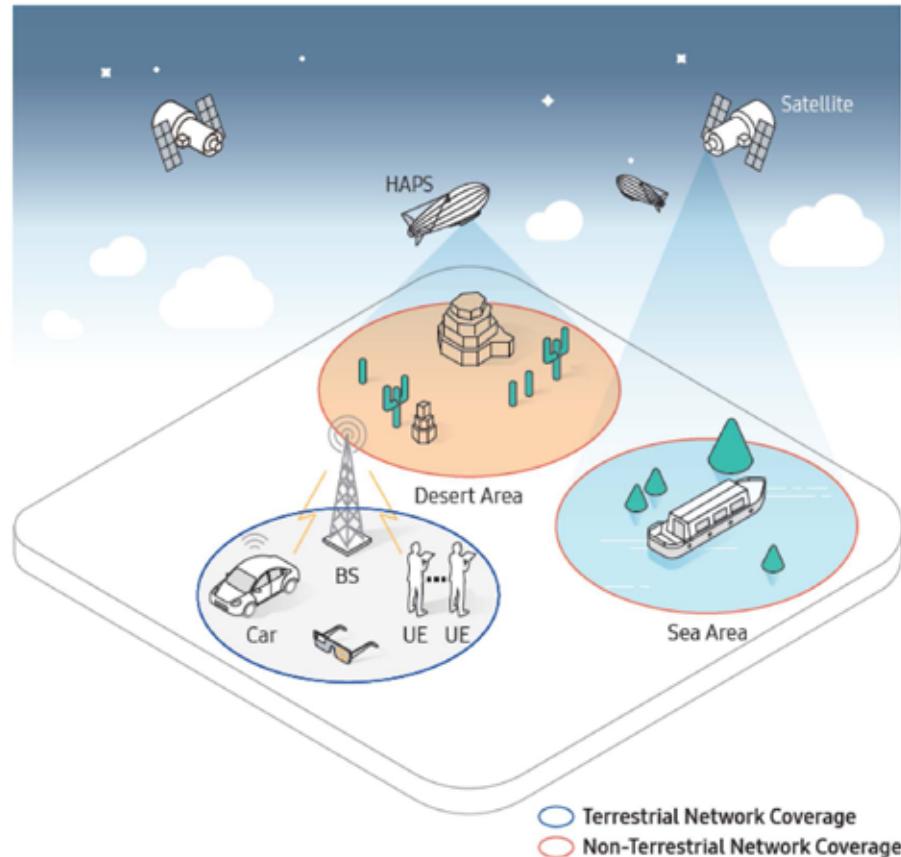
Spectral Hashing

Network Computing Resource Reorganization



Artificial Intelligent IoT Lab

Architecture Evolution: 3D Network Expansion



Source: 6G The next hyper connected experience for all, SAMSUNG

6G 네트워크는 고정 BS 또는 이동 BS와 같은 지상 구성 요소 뿐만 아니라 비행기, UAM (Urban Air Mobility) 시스템, LEO (Low Earth Orbit) 및 GEO (Geostationary Orbit), 위성 및 고고도 플랫폼 스테이션 (HAPS)과 같은 비 지상 구성 요소를 지원하도록 설계

Artificial Intelligent IoT Lab

Architecture Evolution: 3D Network Expansion

- 새로운 네트워크 토플로지는 수직 방향을 포함하여 3 차원적으로 구성
- 무선 백홀과 IAB 적용을 전제로 수십 킬로미터에 걸쳐 장거리 무선 전송을 달성하는 기술이 필요
- HAPS는 휴대형 기지국에 적시에 간단하게 백홀을 제공하고 지상 기반 통신망 (공용 망)으로부터 독립성을 확보
- HAPS는 재난 대책 뿐만 아니라 5G 진화 및 6G에서 예상되는 많은 산업 사용 사례에서도 효과적

HAPS Key Benefits

■ Coverage

- Extremely wide coverage even in sky, sea, remote island, ...

■ Timeliness

- Easy deployment of portable base stations

■ Dedicated

- Independency from public cellular networks

5G/6G Use Cases



MBB/IoT for wider area coverage including non-terrestrial networks



High-speed wireless backhaul for temporary industrial network



Wide-coverage backhaul for non-terrestrial group mobility



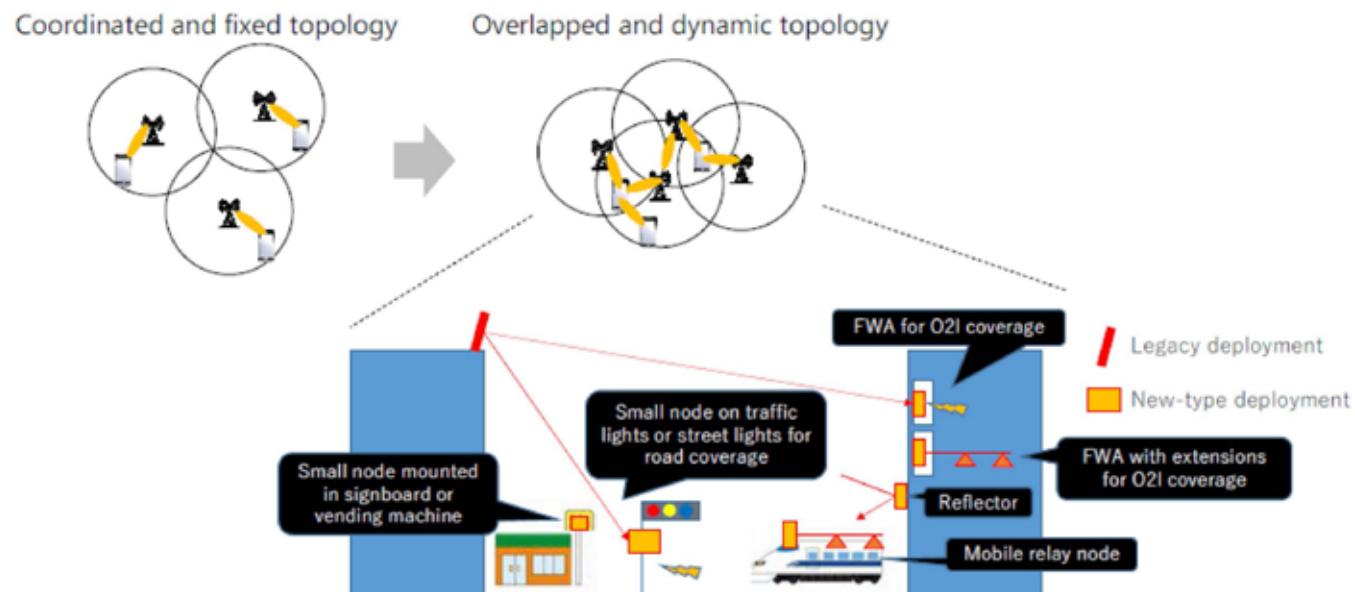
Disasters

Source:5G Evolution and 6G, DoCoMo

Artificial Intelligent IoT Lab

New Network Topology

- 셀 개념을 포기함으로 공간적으로 직교하지 않는 분산 네트워크의 토플로지 구성
- AI를 사용한 고주파 대역, 무선 감지 및 무선 전원 공급 토플로지 관리 및 제어 기술의 개발은 분산 네트워크의 토플로지를 가능케 함



Source: 5G Evolution and 6G, DoCoMo

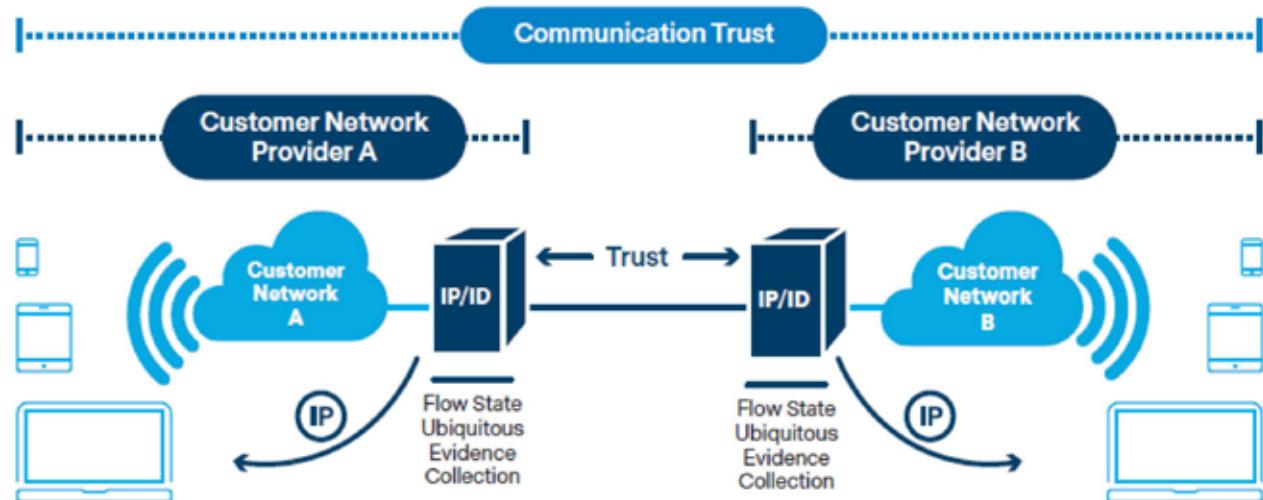
Artificial Intelligent IoT Lab

New Network Topology

- 자동 네트워크 구성
 - 무선 연결을 통해 기존 BS에 연결된 새로운 네트워크 엔티티의 자동 추가, 구성 및 최적화 지원
 - 네트워크 플래닝에 대한 노력을 줄여 메시 유형 네트워크 토플로지를 유연하고 적응적인 네트워크 배포를 위한 주요 기술로 사용
- 단말 이동성과 서비스 연속성 지원
 - 셀룰러 네트워크에 연결되는 운송 시스템의 속도를 고려하여 단말에 대한 향상된 이동성 지원 (350km/h를 지원하는 4G, 500km/h를 지원하는 5G에 비해서도 높은 이동성 지원)
 - 이동중 사용자 서비스의 연속성 보장
- 그룹 이동성 지원
 - 셀룰러 네트워크의 개별 모바일 장치에 대한 이동성 지원 외에도 그룹으로 이동하는 모바일 장치를 효율적으로 지원하기 위한 그룹 이동성 (모바일 릴레이 또는 모바일 BS 이용) 지원

Trust Network

- 유비쿼터스 신뢰 모델을 네트워크에 포함
신뢰 모델은 어디에서나 잘못된 행동의 증거를 수집하고 행동에 대한 간접적인 호혜성과 부인 방지를 제공
신뢰를 네트워크에 포함 시키려면 단순한 변환을 지원하는 동적인 주소보다 장치 및 노드에 대해 더 안정적인 ID가 필요
엣지 노드에는 호스트들의 레지스트리를 갖고 제공되는 모든 호스트에 대해 안정적인 ID를 할당하고 유지
- 요청시 ID를 주소로, 주소를 ID로 변환.
- 엣지 노드는 호스트 및 네트워크 엔터티의 평판도를 계산하고 엔터티의 ID에 대해 모든 동작 증거를 수집

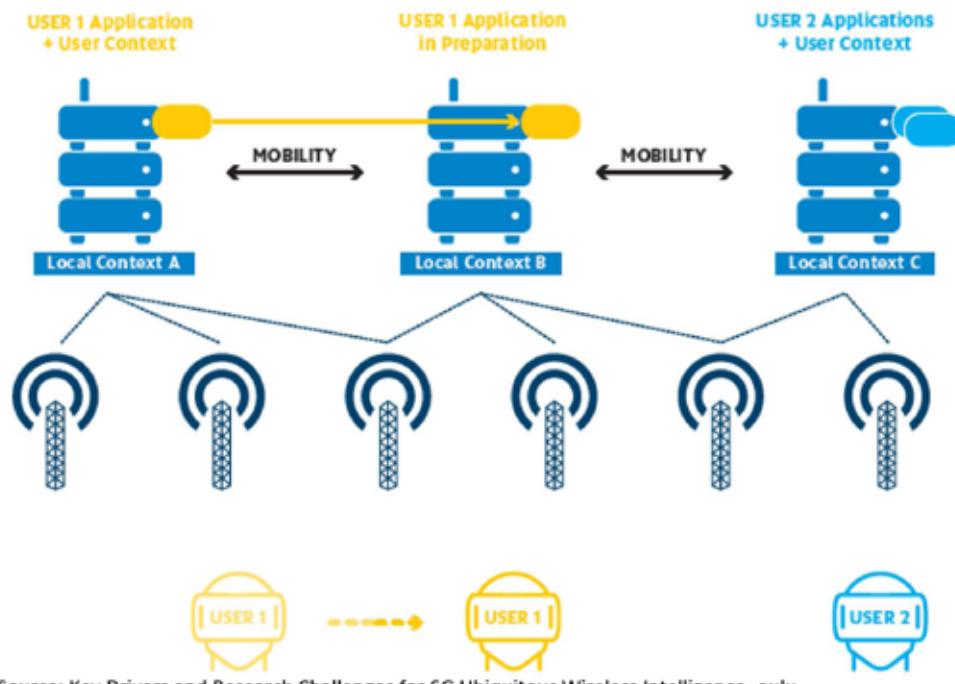


Source: Key Drivers and Research Challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence, oulu

Artificial Intelligent IoT Lab

Edge Cloud in 6G

6G 패러다임에서 네트워크는 지능형 트래픽 관리, 에지 컴퓨팅, 사용자가 사전에 설정하거나 트랜잭션별로 또는 트래픽 오케스트레이션을 통해 설정한 네트워크 정책과 같은 여러 기술 수단을 통해 사용자 복지 또는 QoE (체감 품질)를 극대화



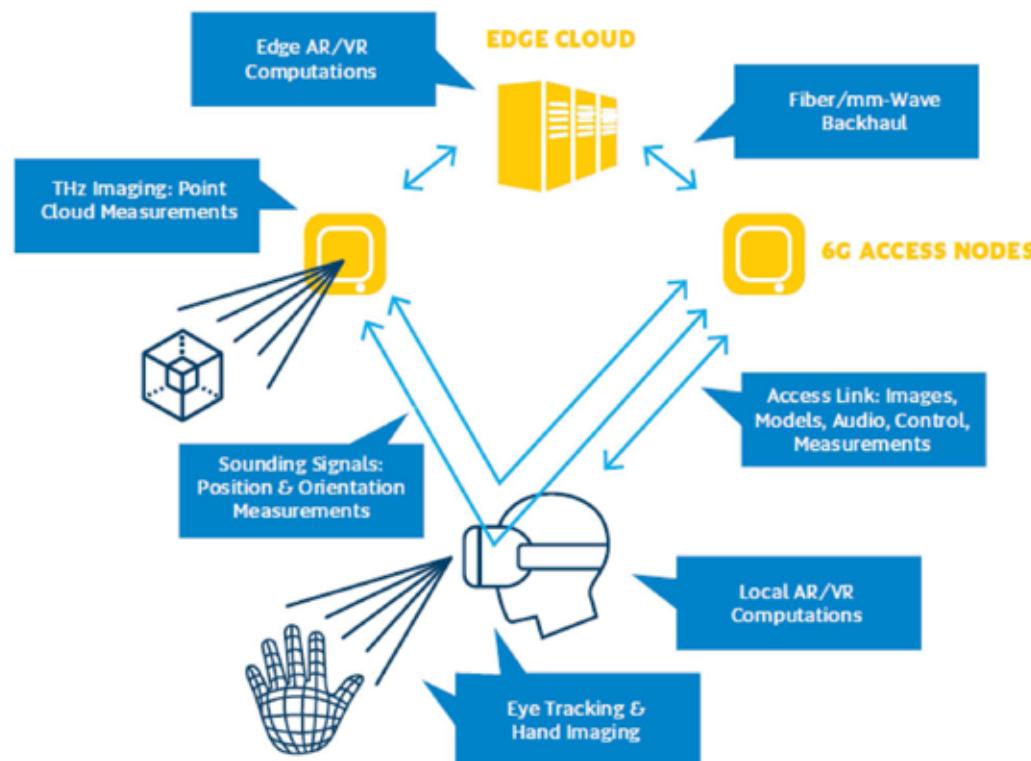
Source: Key Drivers and Research Challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence, oulu

에지 컴퓨팅은 인프라 측면에서 계산 집약적이고 자연 시간이 짧은 사용자 애플리케이션을 실행

에지 클라우드는 중앙 집중식 검색 엔진으로 수집 할 수 없는 사람, 서비스, 장치, 리소스 및 사용자 근처의 동적 로컬 정보를 빠르게 검색

Edge Cloud in 6G

다차원 센싱, 3D THz 이미징 및 매우 정확한 포지셔닝 기능을 초고속 이동성과 통합하여 6G에서 수많은 새로운 애플리케이션 구현



Source: Key Drivers and Research Challenges for 6G Ubiquitous Wireless Intelligence, oulu

Artificial Intelligent IoT Lab