Mobile Edge Computing (MEC)

hkim

2019-10

Outline

현재 4G 망의 구조

이슈 - IoT와 4G 구조의 부적합

해결책 - MEC

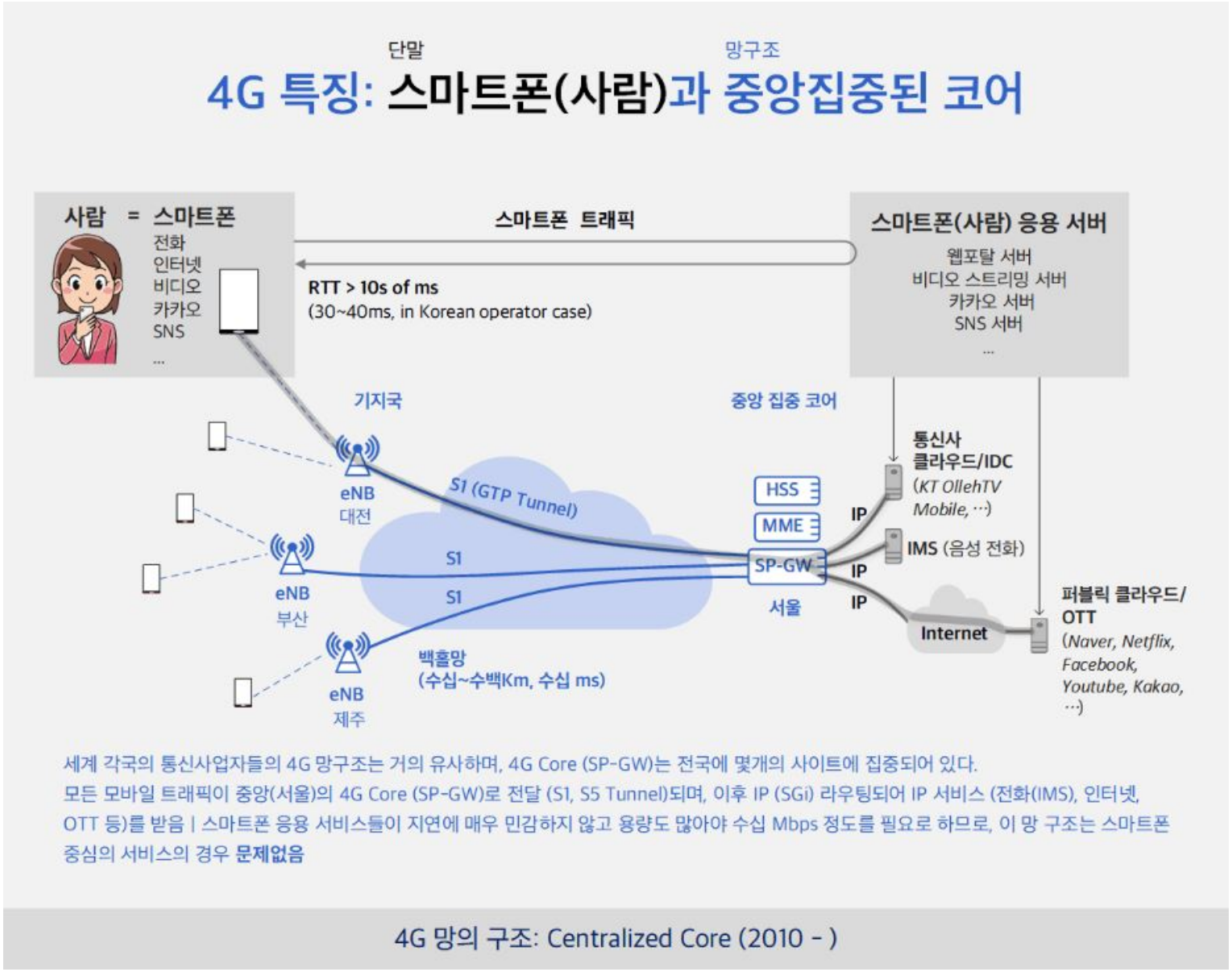
4G망에서의 MEC

5G망에서의 MEC

현재 4G 망의 구조

- 4G망의 특징 (그 이전 Generation 포함)은 이동성 관리 (핸드오버), 과금(어카운팅) 등의 이유로 단말에서 발생한 모든 트래픽이 중앙의 SP-GW (SGW, PGW)까지 전달
- 이용자/단말의 트래픽(User IP 패킷)은 기지국에서 PGW까지 GTP 터널로 전달되며, PGW 도달 후 비로소 IP 세계 (IP 서비스 서버: IMS, 인터넷, OTT, 포탈 등)를 만나게 됨
- 각국의 4G 망구조는 거의 유사: SP-GW는 전국에 몇개의 사이트에 집중되어, 단말과 서비스(응용 서버)간에 물리적인 거리가 수십 - 수백 Km에 이르며 RTT가 수십 ms
- 4G망에서 단말은 인간이 쓰는 스마트폰이고, 주요 서비스인 전화 (IMS), 인터넷 접속, 다양한 포털/OTT를 통한 메시징/비디오 등은 지연에 매우 민감하지 않고 용량도 수십 Mbps 이하로 4G망의 중앙집중형 망 구조가 큰 문제가 없음

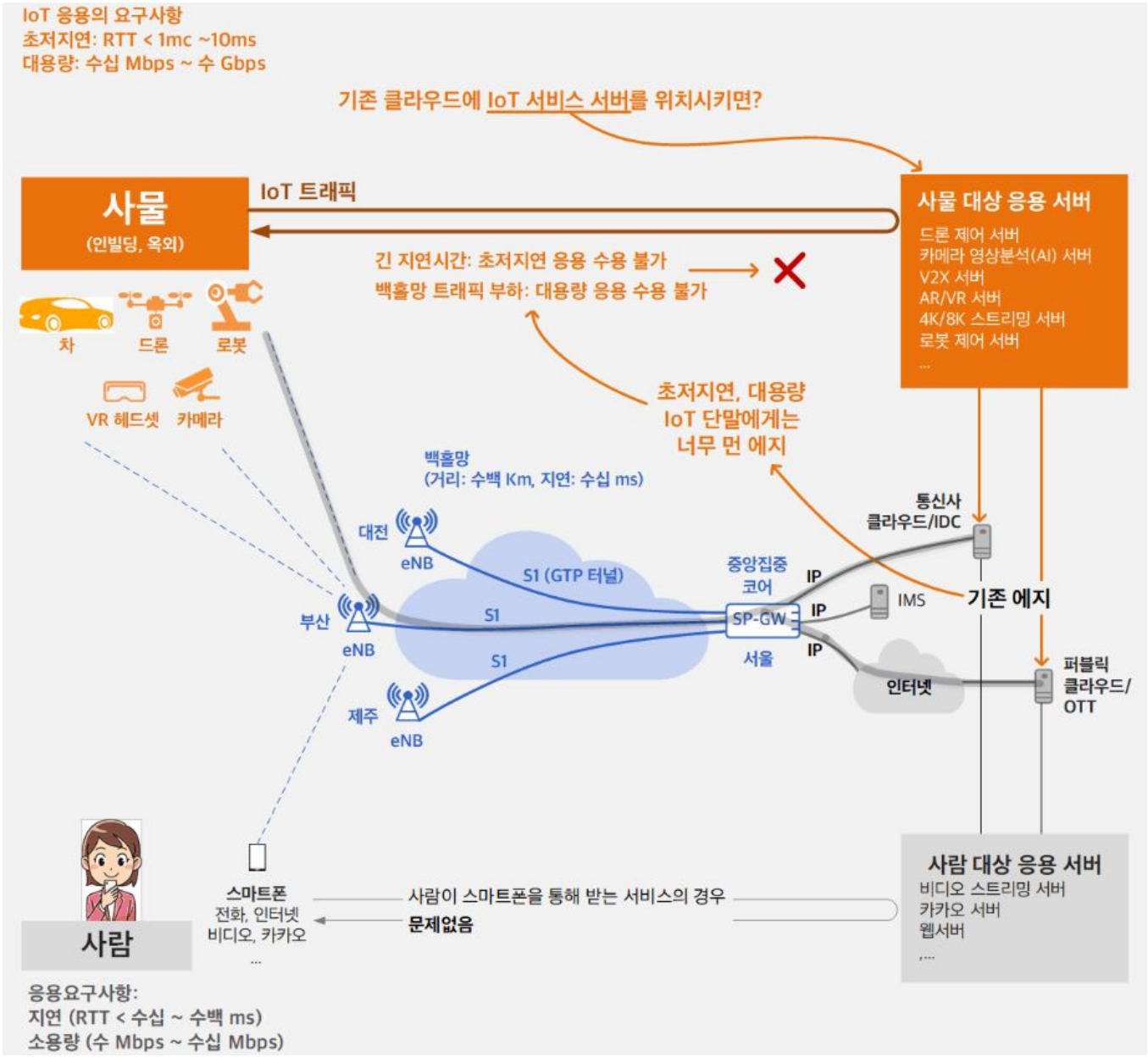
현재 4G 망의 구조


단말
망구조
4G 특징: 스마트폰(사람)과 중앙집중된 코어
사람 = 스마트폰
전화
인터넷
비디오
카카오
SNS
...
스마트폰 트래픽
RTT > 10s of ms
(30~40ms, in Korean operator case)
스마트폰(사람) 응용 서버
웹포탈 서버
비디오 스트리밍 서버
카카오 서버
SNS 서버
...
기지국
중앙 집중 코어
eNB
대전
eNB
부산
eNB
제주
S1 (GTP Tunnel)
S1
S1
백홀망
(수십~수백Km, 수십 ms)
HSS
MME
SP-GW
서울
IP
IP
IP
통신사
클라우드/IDC
(KT OllehTV
Mobile, ···)
IMS (음성 전화)
Internet
퍼블릭 클라우드/
OTT
(Naver, Netflix,
Facebook,
Youtube, Kakao,
···)
세계 각국의 통신사업자들의 4G 망구조는 거의 유사하며, 4G Core (SP-GW)는 전국에 몇개의 사이트에 집중되어 있다.
모든 모바일 트래픽이 중앙(서울)의 4G Core (SP-GW)로 전달 (S1, S5 Tunnel)되며, 이후 IP (SGi) 라우팅되어 IP 서비스 (전화(IMS), 인터넷, OTT 등)를 받음 | 스마트폰 응용 서비스들이 지연에 매우 민감하지 않고 용량도 많아야 수십 Mbps 정도를 필요로 하므로, 이 망 구조는 스마트폰 중심의 서비스의 경우 문제없음
4G 망의 구조: Centralized Core (2010 -)

이슈 - 수많은 종류의 사물이 이동통신망에 연결

- IoT의 출현으로 단말이 스마트폰(인간) 뿐만 아니라 차, 드론, 센서, VR 헤드셋, 카메라, 로봇 등의 사물로 다양화 $\rightarrow$ 새 수익을 창출할 수 있는 시장
- 문제는 이 서비스들이 스마트폰과 다르게 10ms 이내의 초저지연(RTT)을 요구하며 and/or 스트림당 수백 Mbps - 수 Gbps까지 큰 대역폭 요구
- 즉, 단말이 서비스를 만나기까지 너무 멀어
  - 단말과 서버간의 RTT가 수십 ms (이통사 클라우드내 서버) - 수백 ms(인터넷상의 클라우드 서버)가 소요되어 초저지연 응용 서비스를 제공할 수 없고
  - 대용량 응용의 트래픽을 백홀을 통해 나르려면 막대한 백홀 용량이 요구되어 이또한 사실상 불가능
- 즉, 새로운 서비스 (단말/서버)를 기존의 중앙 집중형 이동통신망 구조(단말 - 기지국 - 긴 백홀 - 코어 - 서비스)가 수용할 수 없는 구조

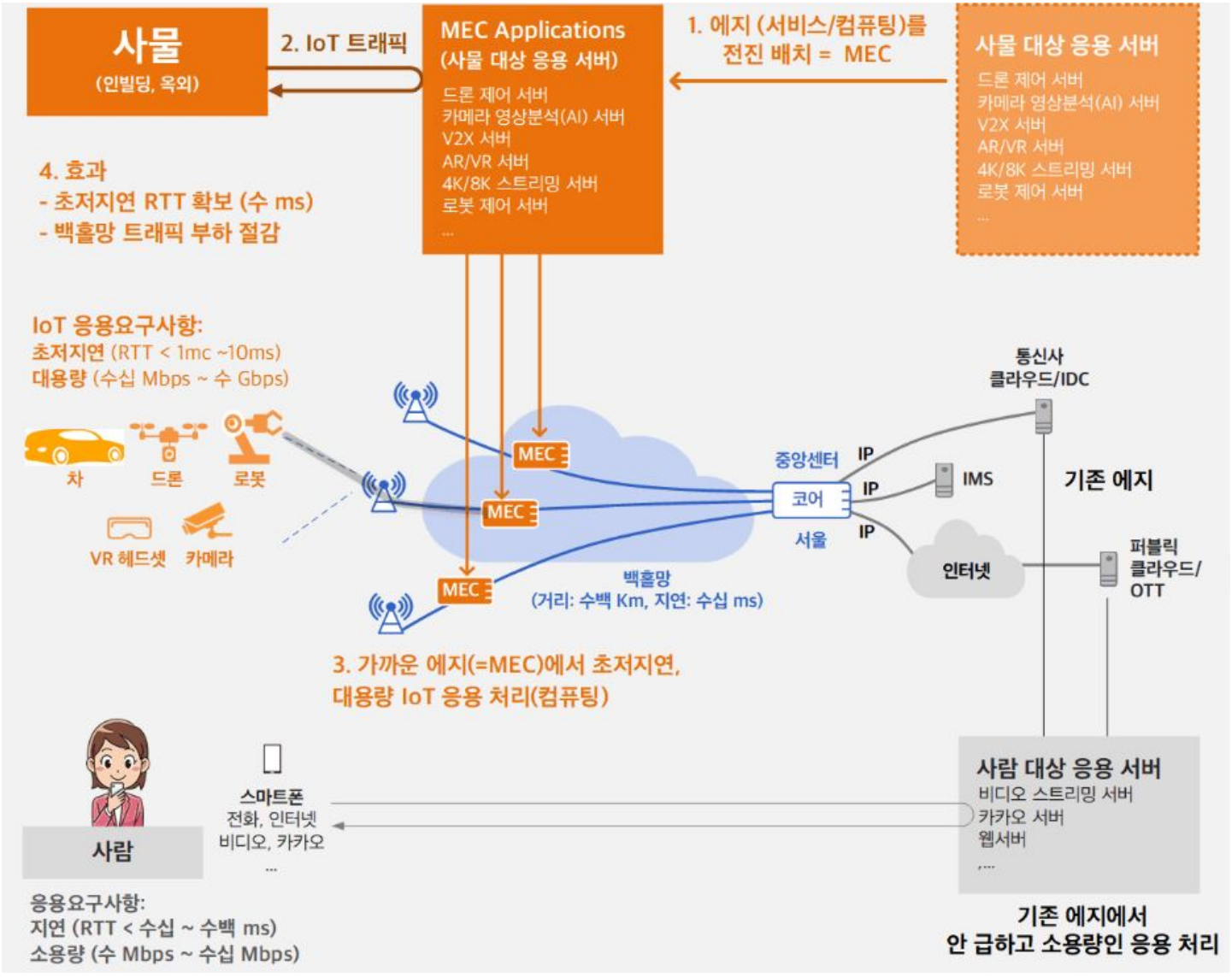
이슈 - IoT와 4G 구조의 부적합



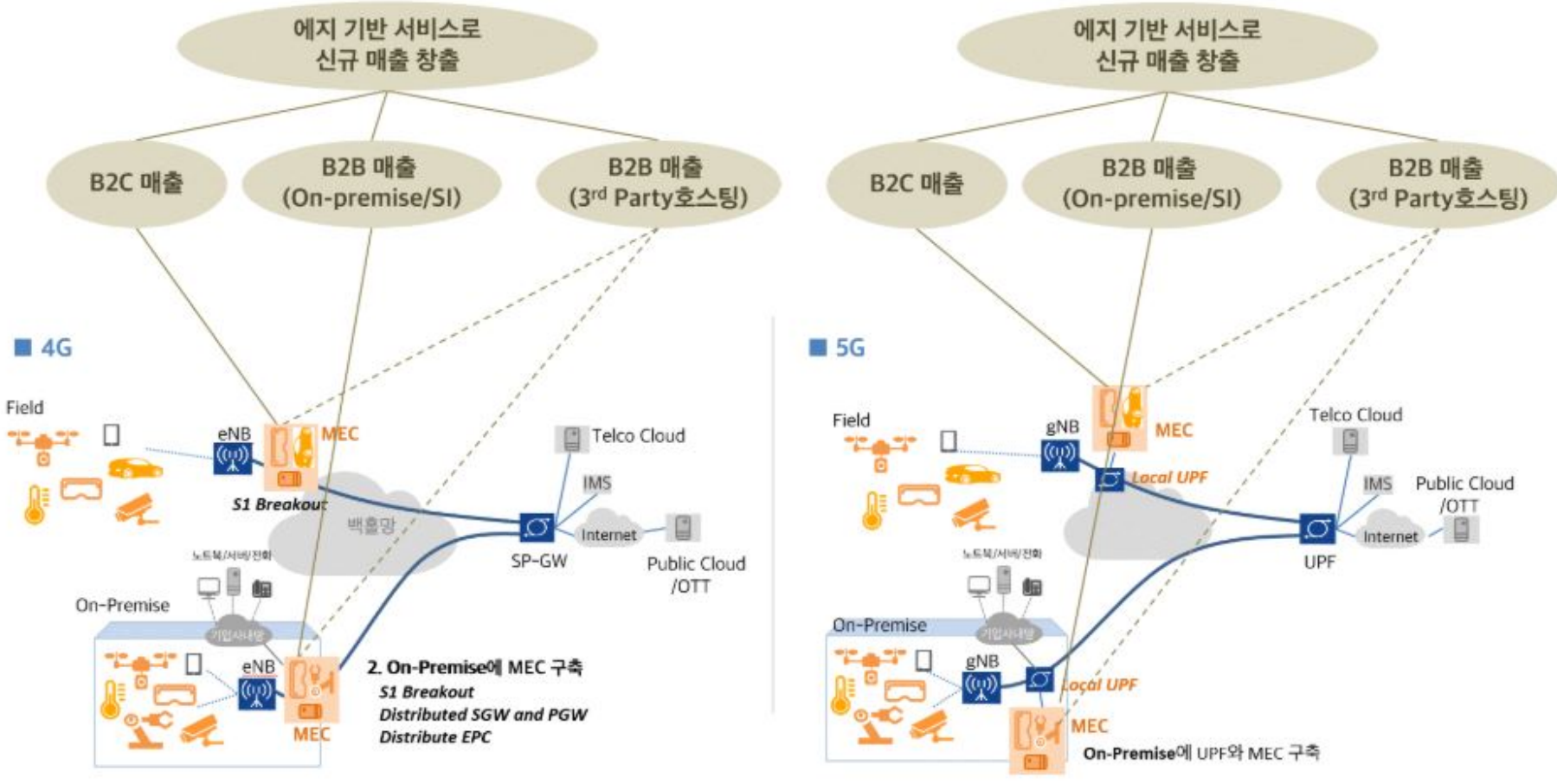
해결책 - MEC

- 답은 MEC (Mobile—Mutli-access Edge Computing)로 단말 가까이에서 응용 서비스를 위한 컴퓨팅/프러세싱 (로봇/드론 제어, 4K/8K 스트리밍, AR/VR 렌더링, 감시카메라 영상 분석/추론 등)을 제공
- 이와 같이 서비스를 에지를 전진 배치함으로서 초저지연 응용의 응답시간 요구사항을 충족시켜주고, 또한 통신사업자의 백홀망 증설 비용도 대폭 감소
- 각 국의 이동통신사업자들은 MEC를 4G망이나 5G망에 도입하여 B2C 매출과 B2B 매출을 창출하려 노력
- 현재 대부분의 통신사가 4G 서비스를 하고 있으므로 4G 망에서 MEC가 먼저 표준화/상용화되고 있으며, 5G 망에서도 우리나라와 일본, 중국, 미국 등에서 MEC 기반 서비스가 테스트되고 있으며 올해부터 우리나라 통신 3사가 상용 서비스를 제공할 예정

해결책 - MEC


사물
(인빌딩, 옥외)
2. IoT 트래픽
MEC Applications
(사물 대상 응용 서버)
드론 제어 서버
카메라 영상분석(AI) 서버
V2X 서버
AR/VR 서버
4K/8K 스트리밍 서버
로봇 제어 서버
...
1. 에지 (서비스/컴퓨팅)를 전진 배치 = MEC
사물 대상 응용 서버
드론 제어 서버
카메라 영상분석(AI) 서버
V2X 서버
AR/VR 서버
4K/8K 스트리밍 서버
로봇 제어 서버
...
4. 효과
- 초저지연 RTT 확보 (수 ms)
- 백홀망 트래픽 부하 절감
IoT 응용요구사항:
초저지연 (RTT < 1mc ~10ms)
대용량 (수십 Mbps ~ 수 Gbps)
차
드론
로봇
VR 헤드셋
카메라
MEC
MEC
MEC
백홀망
(거리: 수백 Km, 지연: 수십 ms)
중앙센터
코어
서울
IP
IP
IP
IMS
통신사
클라우드/IDC
기존 에지
인터넷
퍼블릭
클라우드/
OTT
3. 가까운 에지(=MEC)에서 초저지연,
대용량 IoT 응용 처리(컴퓨팅)
사람
스마트폰
전화, 인터넷
비디오, 카카오
...
사람 대상 응용 서버
비디오 스트리밍 서버
카카오 서버
웹서버
,...
응용요구사항:
지연 (RTT < 수십 ~ 수백 ms)
소용량 (수 Mbps ~ 수십 Mbps)
기존 에지에서
안 급하고 소용량인 응용 처리

해결책 - MEC

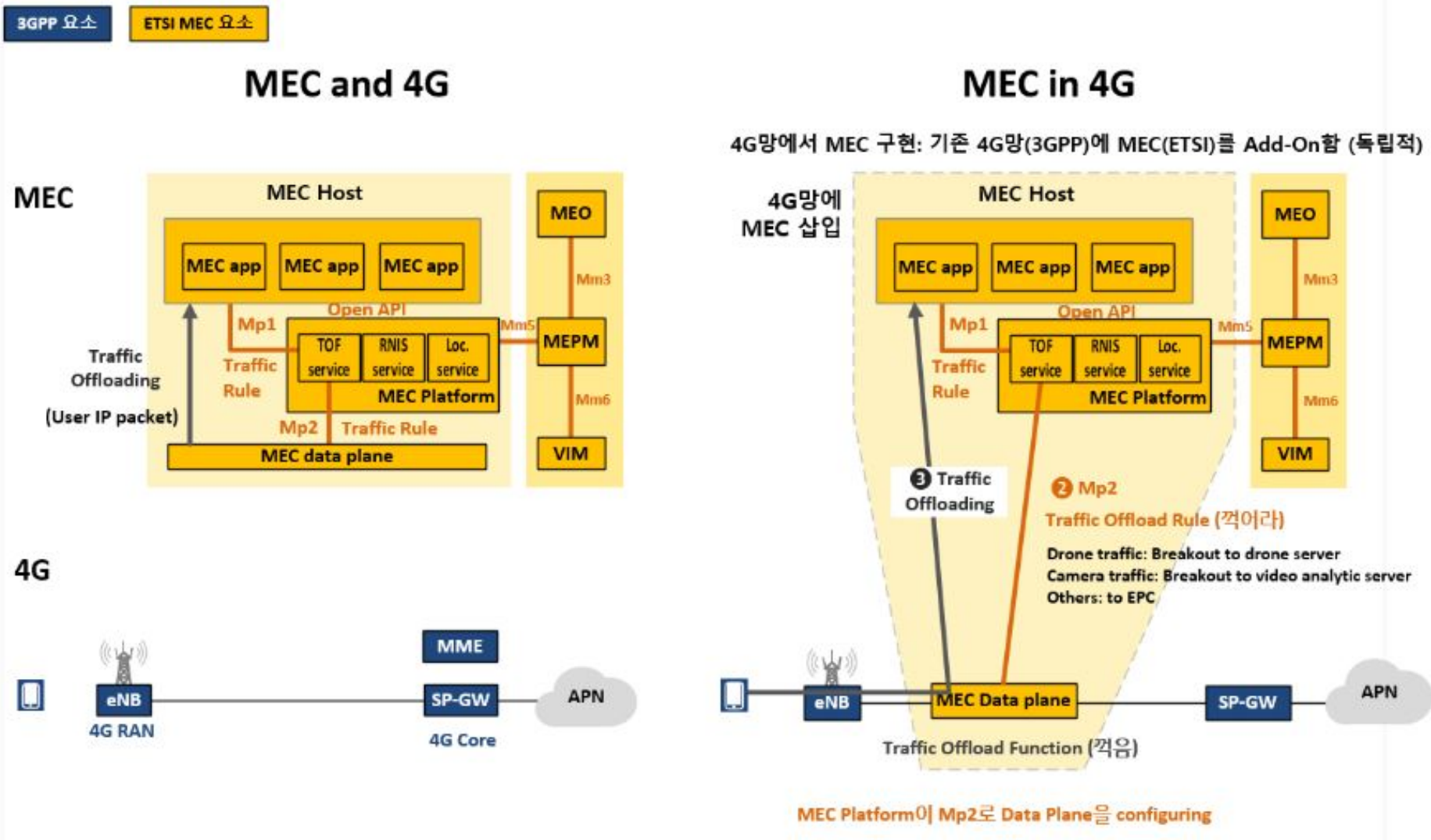

에지 기반 서비스로
신규 매출 창출
B2C 매출
B2B 매출
(On-premise/SI)
B2B 매출
(3rd Party호스팅)
4G
Field
eNB
MEC
S1 Breakout
백홀망
Telco Cloud
IMS
Internet
SP-GW
Public Cloud
/OTT
On-Premise
eNB
MEC
2. On-Premise에 MEC 구축
S1 Breakout
Distributed SGW and PGW
Distribute EPC
에지 기반 서비스로
신규 매출 창출
B2C 매출
B2B 매출
(On-premise/SI)
B2B 매출
(3rd Party호스팅)
5G
Field
gNB
MEC
Local UPF
Telco Cloud
IMS
Public Cloud
/OTT
Internet
UPF
On-Premise
gNB
Local UPF
MEC
On-Premise에 UPF와 MEC 구축

4G망에서의 MEC

- 4G망에서 MEC의 구축을 위해 제시된 방법은
  1. S1 Breakout (Bump in the Wire)
  2. Distributed SP-GW
  3. Distributed EPC
- S1 Breakout은 eNB 상단에 MEC 서버를 두고 단말에서 올라오는 SrcIP, DstIP 등을 보고 특정/로컬 응용의 트래픽은 SP-GW로 보내지 않고 GTP Decap하여 Local Breakout시켜 MEC 서버내 MEC 응용 서버 또는 별도의 응용 서버로 전달
- 통신 사업자가 구축/운영하고 있는 기존의 4G망에 변화없이 로컬 서비스를 제공할 수있다는 점이 가장 큰 장점

4G망에서의 MEC

S1 Breakout

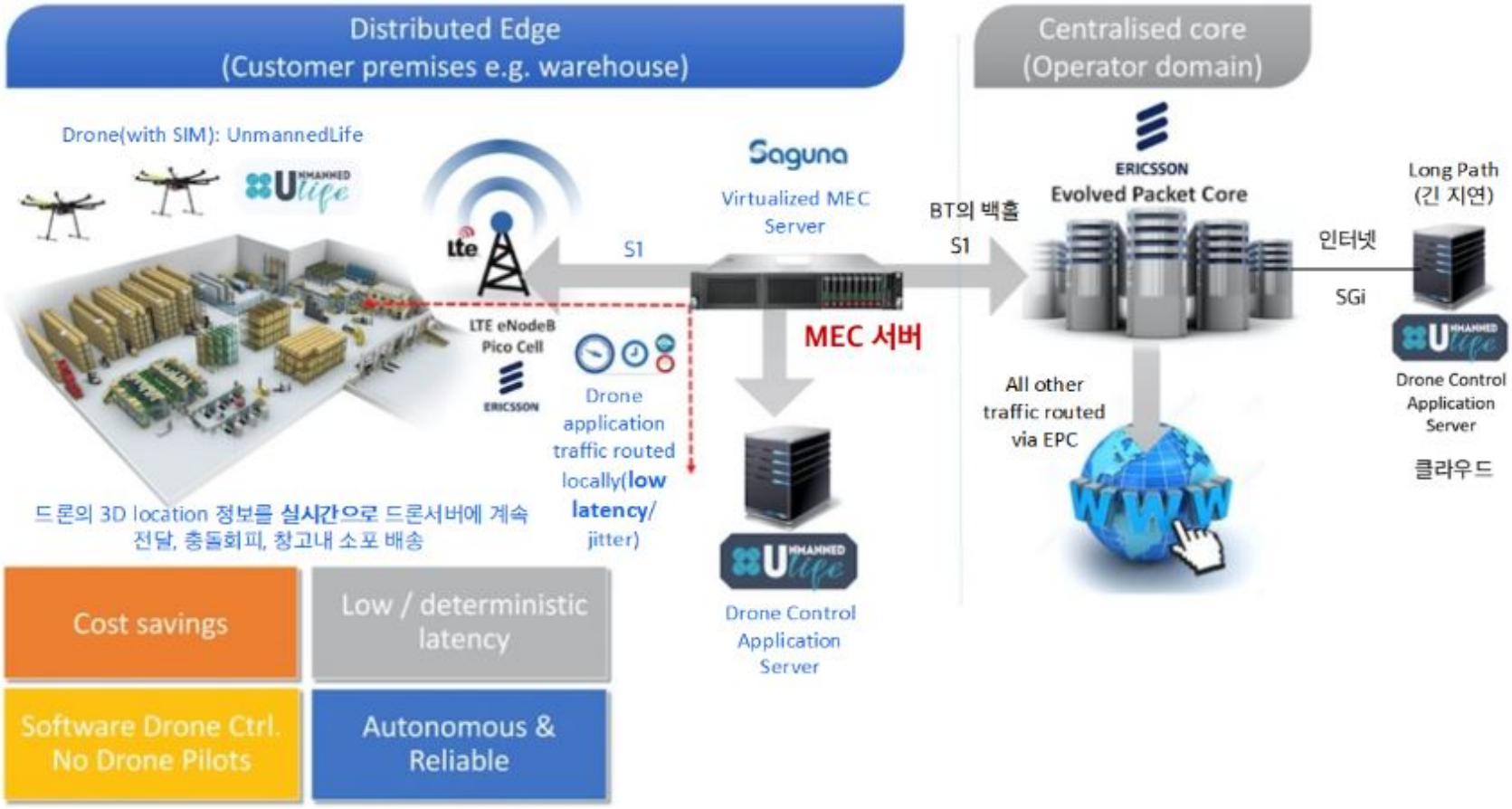


4G망에서의 MEC

- 4G망에서 MEC의 구축을 위해 제시된 방법은
  1. S1 Breakout (Bump in the Wire)
  2. Distributed SP-GW
  3. Distributed EPC
- (2), (3)은 주로 기업에 적용되는 안으로 특정 기업 전용 4G Core를 기업내 새로이 구축해주는 안
- ETSI의 MEC 표준의 특징은
  1. 에지에서 IP 서비스 만나기 (트래픽 오프로딩 - S1 Breakout, SGi: 이중에 S1 Breakout이 가장 큰 역할/존재감을 줌)
  2. MEC Platform 서비스 (RNIS, LS 등)
  3. MEC 응용의 라이프사이클 자동화 (MECO, MEPM)

4G망에서의 MEC

British Telecom Case

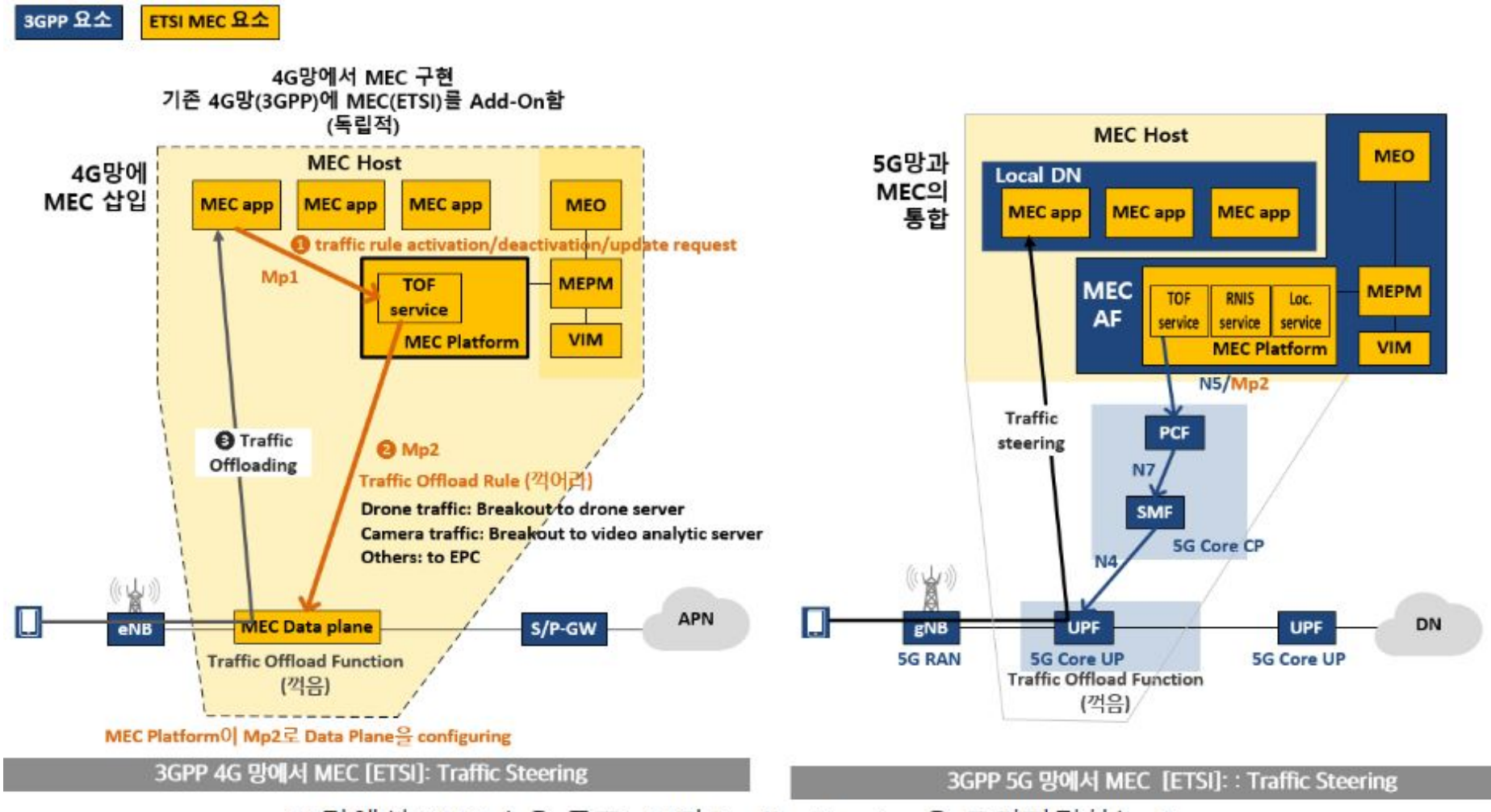


- 2017년 BT가 Saguna(MEC 서버), Unmanned Life(드론, 드론제어서버), Ericsson과 함께 시연함
- MEC 서버의 기본 기능: 드론 응용 트래픽은 Local Drone Control 서버로 라우트되고 다른 모든 트래픽은 EPC로 라우트시킨다.
- 다른 모든 트래픽은 EPC로 보낸다.
- 기존 BT LTE망에 MEC 서버를 Plug-in하여 즉시 구현가능하다.

5G망에서의 MEC

- 4G망(2010년 상용화)상에서 MEC(2015년 표준 제정 시작)는 기구축된 4G망 구조위에 오버레이된 (4G망과 독립) 방식
- 5G망에서는 MEC를 애초부터 고려해 NF들이 MEC 서비스를 위해 충분히 활용되도록 표준화
- 4G망에서는 MEC 응용이 Mp1 인터페이스를 통해 Traffic rule을 MEC 플랫폼으로 전달해주면, MEC 플랫폼은 Mp2 인터페이스를 통해 Data Plane에 Traffic rule을 설정
- 5G망에서는 MEC의 Data plane이 5G망의 UPF에 해당하며 MEC 플랫폼은 5G망에서의 AF (MEC AF)에 해당하고, MEC 응용들은 5G망에서 Local DN에 해당
- MEC 플랫폼(MEC AF)이 Traffic rule과 Local DN을 5G 코어의 PCF로 전달하고 이는 SMF로 전달되며, SMF는 이를 UPF에 설정
- 4G망은 Traffic Steering 절차가 3GPP NE와 무관하게 MEC 시스템내에서 독립적으로 이루어지며, 5G망에서는 3GPP NE (5G 코어)를 활용하여 이루어진다는 점이 큰 차이점

5G망에서의 MEC



<5G망에서 MEC 수용 구조: AF가 Traffic Steering을 트리거링하는 Case>

5G망에서의 MEC

5G: Data Plane - UPF

[3GPP TS 23.501: System Architecture for the 5G System

[IETF] o-existence of 3GPP 5GS and Identifier Locator Separation Solution

- 5G에서는 다양한 위치에서 응용 서비스를 제공할 수 있도록 **UPF(User Plane Function)을 분산배치** 가능 => MEC 지원이 용이하게 함
- **UPF** (User Plane Function): **UL CL를 이용하여 두 경로로 트래픽을 분리**시킬 수 있다 => UL CL는 Traffic Filter에 매칭되면(업링크 매 패킷의 Inner IP 패킷의 목적지 IP 주소가 Local DN에 할당된 주소이면) GTP 디캡하여 Local DN으로 IP 라우팅시키고, 그렇지 않으면 Next Hop UPF로 전달함. 다운링크는 Local DN에서 유입되는 IP 패킷을 GTP 인캡하고 cUPF에서 내려오는 GTP 패킷들과 Merge하여 gNB로 보냄.
- **UL CL** (Uplink Classifier): **Inner 패킷의 ScrIP 또는 DstIP 등을 보고** 트래픽을 Steering 해주며 Traffic filter은 SMF로부터 받음

