

MEC의 산업적 활용 및 Open Platform 발전 동향

| 작 성 | SKTelecom 이기동 (skt.1110782@sk.com)

- 『AI Network Lab 인사이트』는 인공지능, 클라우드, 5G, 양자암호통신 등 4차 산업 혁명의 핵심인 지능정보기술과 네트워크 신기술에 대한 동향을 간략하고 심도 있게 분석한 보고서입니다.
- 본 연구보고서는 과학기술정보통신부의 방송통신발전기금조성사업, 한국정보화진흥원의 『5G 융합서비스 발굴 및 공공선도 적용』의 사업 결과이며, 한국정보화진흥원에서 기획·발간합니다.
- 본 연구보고서의 내용의 무단 전재를 금하며, 가공·인용할 때는 반드시 출처를 『한국정보화진흥원(NIA)』 이라고 밝혀 주시기 바랍니다.

발행처 한국정보화진흥원

발행인 문용식

기획 한국정보화진흥원 지능형인프라본부 인프라기획팀

보고서 온라인 서비스 www.nia.or.kr



Contents

보고서 요약

(1) 보고서 요약	5
------------------	---

보고서 주요 내용

(1) MEC의 기술적 정의	7
(2) MEC 활용 산업군 및 동향	12
(3) MEC 주요 표준 사상의 이해	16
(4) MEC Open Source Platform의 발전 방향	18
(5) 국내 MEC 활용사례 탐구	21
(6) 결론	23
참고문헌	25

개요

- 5G 분야의 급속한 성장에 맞춰 새로이 대두된 개념인 Edge Computing의 사상은 더 이상 이론상의 개념이 아닌, 산업 현장에서 활용 가능한 형태로 진화하고 있다. 네트워크 제조사 및 통신사와 같은 기존 통신 분야의 전통 강자에서부터, CSP(Cloud Service Provider), H/W Chipset 제조사에 이르기까지, 다양한 산업분야에서 시험적인 활용이 연구 개발되고 있는 상황이다.
- MEC(Mobile Edge Computing)에 대한 산업군별 도입 전략은 해당 산업군에서 이해하고, 또 필요로 하는 MEC의 방향성에 따라 차이를 보이며, MEC를 Mobile Edge Computing으로 해석할지, Multi-Access Edge Computing으로 해석할지에 대해서도 견해의 차이를 보인다. 이에 관해서는 MEC에 대한 기술 표준의 제정 준비 현황에 대한 개략적인 이해를 통해 설명하고자 하며, 본 문서는 산업별 MEC 도입 후보군으로 제시되고, 실제로 도입되었다고 보고된 사례를 기반으로 MEC의 적용 이점과 향후 사업적 의의에 대해서 설명하였다.
- 위와 같은 MEC에 대한 산업적 활용 동향을 바탕으로, 기존에 이론적 논의 단계에 머무르고 있던 MEC 활용의 극대화를 위해 구성된 MEC Open Source Community 및 그들의 Open Source 활용 계획에 대해 기존 대비 변화된 점을 살펴보고, 이들이 가지는 산업 영역에서의 시사점과 사업적 활용 방향에 대해 기술하였다.

보고서 요약

(1) MEC의 기술적 정의

- Edge Computing 기술의 단말에의 적용 사상인 MEC는 기존 통신 네트워크 인프라 상에 중간 관리거점을 구성하고, 이를 통해 중앙의 서버팜에서 구성되어 있던 데이터 컴퓨팅 자원을 해당 중간 거점에 분산시킴으로서 트래픽의 분산과 빠른 처리속도를 얻는다는 개념이다. 이는 과거 대규모 시설투자가 필요했던 컴퓨팅자원의 집적화로 인해 가능해졌으며, 이러한 컴퓨팅 자원의 분산 및 관리를 용이하게 하기 위하여 Cloud Infra를 통한 자원배치 및 단말 단에서의 Edge Computing Device 등을 활용하고 있다.

(2) MEC 활용 산업군 및 동향

- MEC에 대해서는 크게 3개 산업군에서 집중적인 조명을 받고 있으며, 이는 통신 인프라를 보유한 통신사(Telco.)와 네트워크 및 컴퓨팅 장비 제조사(N/W Vendor), 그리고 가상 인프라를 기반으로 Cloud 서비스를 제공하는 CSP가 이에 속한다.
- 대표적인 사례로는 통신사의 통신 인프라와 CSP의 Cloud 서비스 플랫폼을 결합한 Cloud 기반 MEC가 있으며, 통신망 내부에 Cloud 컴퓨팅 자원을 배포하여 구성된 상용망 기반 MEC 서비스이다. 그리고 단말의 통신모듈을 이용하여 단말 수개를 관리하고 데이터를 처리하는 모듈러 형태의 단말 단위 Edge Computing 모듈도 존재하며, 주로 소규모 그룹의 Task Handling(e.g 단위 공정 제어 등)에 활용한다.

(3) MEC 주요 표준(GSMA/ETSI/3GPP) 사상의 이해

- 산업군에서 활용도가 검증되기 시작한 MEC에 대해서는 아직 뚜렷한 표준 제정이 이루어지지 않은 상황이며, 이러한 표준의 방향성이 향후 관련 영역 판도에 지대한 영향을 줄것으로 예상되고 있다. 현재 MEC에 대한 표준 규격 연구를 진행중인 단체/기관은 Mobile 분야의 표준 및 규격 연구기관인 GSMA와, IoT 중심의 통신

규격 연구기관인 ETSI 내 ISG(Industrial Specification Group), 네트워크 분야 표준 기관인 3GPP가 해당된다. 이들의 연계 산업군 및 기존 연구 방향성이 다른 만큼, 이를 눈여겨볼 필요가 있다.

(4) Open Source Platform의 발전 방향

- 아직 국내에서는 산업 환경의 뒷받침이 없어 활성화되지 못하였으나, 해외 MEC 관련 Open Source Community의 개발 사상을 이어받은 중소기업 단위의 Edge Computing Architecture의 부분적인 도입이 이루어지고 있다. 이에 발 맞춰, 정부 연구기관을 중심으로 H/W Edge 인프라를 제공하고 이를 토대로 스타트업 등의 원활한 Edge 서비스 구상 및 상용화를 지원하는 사업이 적극 추진되고 있다.

(5) 국내 MEC 활용 사례 탐구

- 국내에서는 통신사와 N/W제조사를 필두로 MEC에 관한 산업적 활용 사례 구성이 만들어지고 있으며, 국가 연구기관에서도 MEC의 활용도 향상 및 중소기업의 활용률 증대를 위하여 Test bed 형태의 개방형 MEC 활용 공간 제공을 위해 컴퓨팅 자원을 구성하고 있다.

※ 시사점

- 5G 기반 초대용량 초고속 통신 인프라가 실현됨에 따라, MEC가 가지는 네트워크 구성상의 이점은 더 이상 이론적인 연구대상이 아닌, 산업적 활용 가치가 높은 아이템으로 평가되고 있다. 이를 적절히 활용하기 위해서는 MEC를 적용한 설계와 구성요소, 기술내용 등을 네트워크 시스템 구축 당시부터 깊이 이해하고 활용 수 있게 하려는 노력이 필요하다.
- MEC를 활용할 수 있게 해주는 기술은 단말의 모듈 단에서부터, 통신사 고유의 네트워크 인프라 상에 이르기까지 다양하게 존재하며, 이를 다루는 제조사 또한 나뉘어 있다. 산업 분야의 요구조건에 따라 올바른 MEC 용례를 적용하는 것이 필요하며, 현재 보고되고 있는 구축 사례를 통해 접근 방식을 참고하는 것도 도움이 될 것이다.
- MEC에 대한 오픈소스 커뮤니티의 MEC의 관리 및 운영 플랫폼은 향후 성숙해갈 MEC 분야에 체계적인 도입 방법을 제시하고 인프라 등을 갖추지 못한 후발주자들에게 가이드라인의 역할을 할 것이다. 다만, 이를 위해서는 이를 육성하고 상용화할 기반환경을 마련하는데 정부기관 및 산업분야의 협력이 필요할 것으로 보인다.

주요 내용

(1) MEC의 기술적 정의

- MEC는 초기 통신 인프라에 중간 관리 거점(Edge)을 구성하여 처리량을 분산시키려 한 기본 정의에서 출발하는 데이터 트래픽의 분산을 통해 과부하 및 보안 취약점을 해결하는 분산처리방식이다.
- MEC를 통해 서비스 제공자는 거점단위로 마련된 컴퓨팅 환경을 통해 소규모의 자원 활용으로 별도의 서버자원 구축 없이 서비스 제공이 가능해지며, 사용자는 기존 통신 네트워크를 그대로 활용하면서 기존과 같은 통신거리에 따른 누적된 지연을 대신 거점내에 구축된 서비스 환경을 통해 빠르고 쾌적한 서비스를 제공받을 수 있다.
- 이러한 MEC가 급부상한 배경으로는 기존 인프라 환경이 가지는 한계점이 주요한 영향을 끼쳤다. 기존의 Legacy Infra는 대용량, 고성능을 요하는 연산 Task에 대해 IDC 혹은 Cloud Infra를 기반으로 중앙집중식 처리 인프라를 구성하였으나, 이에 따라 발생하는 대규모 인프라 투자비용, 처리용량 과부하 및 거점단위 트래픽 불균형, 데이터 통합 처리에 따른 지연을 및 보안 문제 등을 해결하기 어려웠다. 하지만 근래 컴퓨팅 자원의 집적화 등으로 인하여 자원의 분산에 따른 최소 처리 성능이 중앙처리자원에 준하는 수준까지 발전하였고, 인프라를 제공하는 통신사에 서도 늘어난 대역폭을 기반으로 기존 상용망 내에 컴퓨팅 자원을 활용한 부가서비스의 제공이 가능해진 바, 이러한 분산처리 환경을 통한 비즈니스 수요가 실효성을 가지게 되었다.
- 이러한 MEC의 기본 구조를 ETSI의 System Reference Architecture를 통해 알아 보자면, 결국 MEC는 각 Edge 상에 컴퓨팅 자원과 이를 통해 송수신되는 데이터 트래픽을 관리하고 각 유저의 접속을 제어하는 제어부(Mobile Edge Platform, MEP)를 두고, 이를 중앙에서 관리하고 각 Edge 간 연동 및 Hand Over 등의 통합 지원 기능을 제공하는 중앙 관리부(Mobile Edge Orchestrator)로 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 이를 위해 인프라 구성에 있어서는 Edge 로의 유저 접속을 라우팅해 주는 Traffic Offloading을 기반으로 기존의 상용망 위에 별도의 레이어를

구성하는 형태로 이해해볼 수 있다.

[그림 1 ETSI MEC System Reference Architecture]

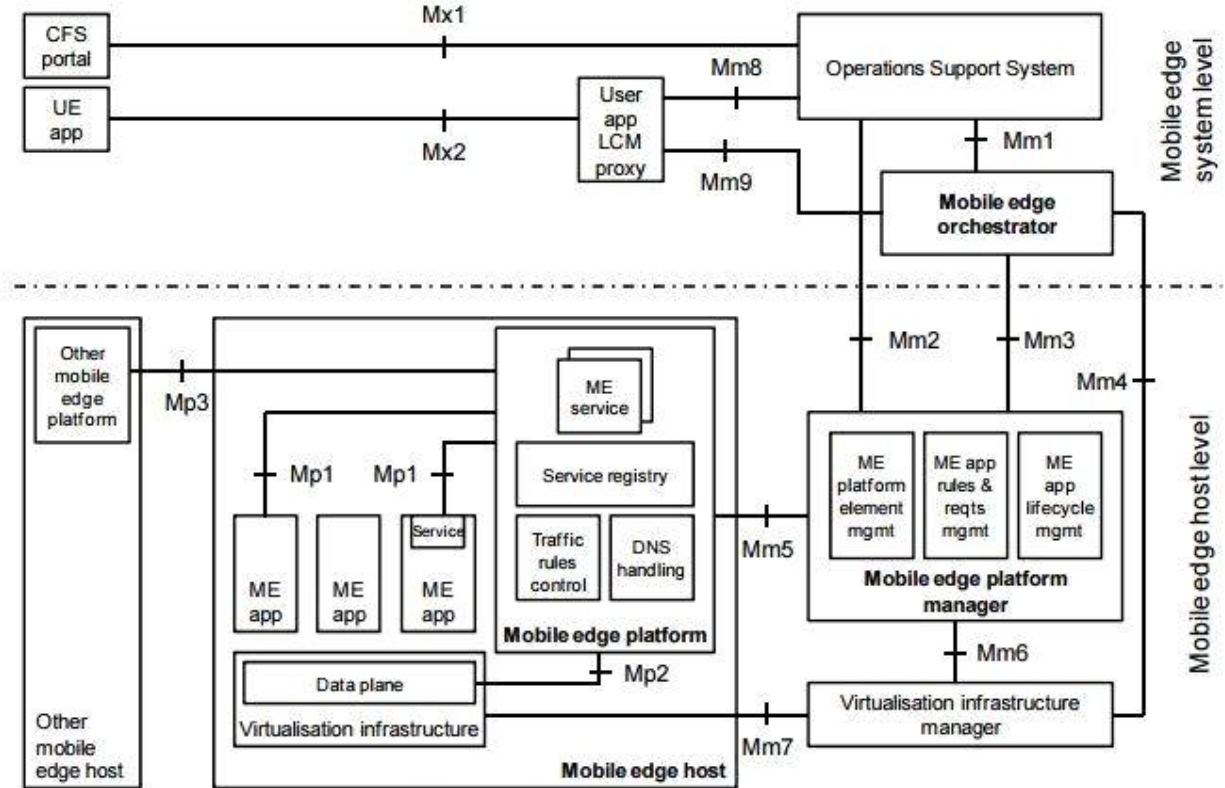


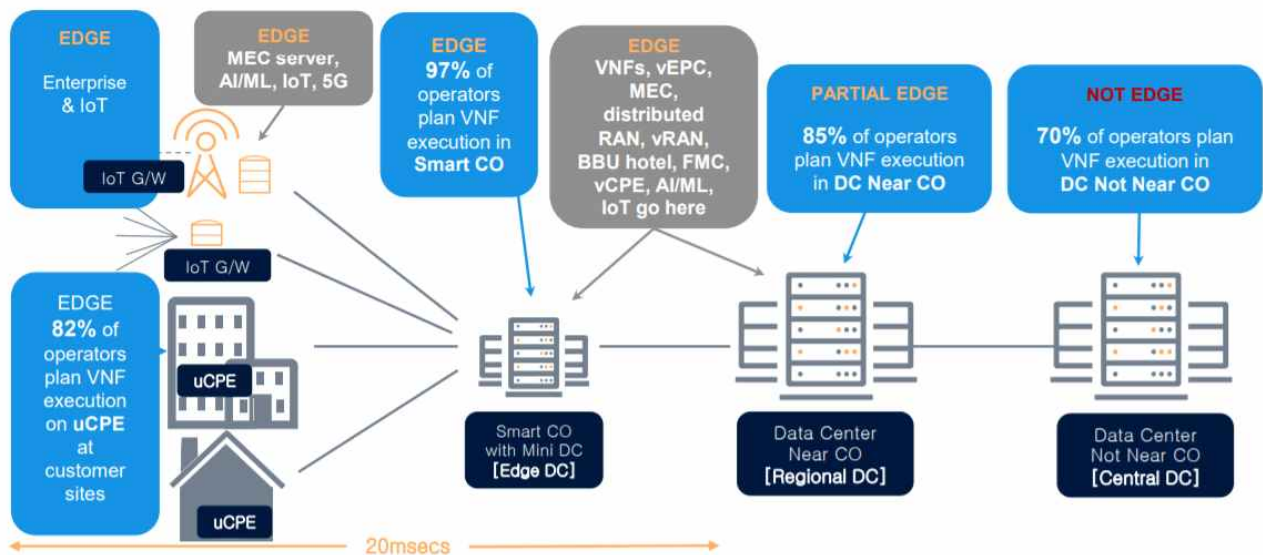
Figure 6-1: Mobile edge system reference architecture

- 이러한 기술적 사상에 대하여, 기존에는 Cellular Network 상에서 Data Traffic의 과부하가 문제시되었던 CDN에 대하여 산업계의 관심이 집중되었으나, 이는 Edge Computing으로 보기 어려웠으며, 스토리지 자원의 분산을 통해 빈번히 호출되는 자원을 각 노드에 복제 분산하여 배치함으로서 불필요한 동일 트래픽의 양산을 방지하는 부분이었고, 오히려 분산형 Storage 기반의 기술에 준하였다. 다만 근래에 이르러서는 단순 저장이 아닌 컴퓨팅 자원의 분산 배치를 통해 데이터의 과부하 방지 및 거점 단위 서비스의 구축을 통한 인프라 자원 절약, 서비스 품질 및 지연율 개선 등에 인프라 제공 사업자를 중심으로 관심이 쏠리면서 비로소 본연의 의미로서의 Edge Computing을 지향하게 되었다.
- MEC에 대해서는 초기에 통신사 및 Mobile 산업 영역에서 기존 통신 인프라를 토대로 제시된 Mobile Edge Computing이라는 개념과, ETSI를 통해 변경된, IoT 및 Device 레벨의 Edge Computing 모듈을 통해 접속 단말 및 Edge의 다양성을 강조한 Multi-Access Edge Computing이라는 개념이 혼재하고 있다. ETSI의 개방성

에 대한 사상을 따른다면 후자의 개념을 활용하나, 기존 통신 네트워크상에서 활용되는 Edge Computing의 개념은 전자를 칭한다.

- MEC에 대하여 인프라 상의 Edge 구성 위치를 기준으로 외형적으로 구분을 하자면 다음과 같이 크게 4가지로 구분할 수 있다. 이는 Edge를 구축하는 인프라 제공사업자 입장에서든 각각의 사업모델 및 구성을 구분하여 접근하고 있으며, 이러한 자원을 사용하는 서비스 사업자에게도 유의미하게 구분되는 구성이다.

[그림 2 인프라 상의 Edge 구성 위치에 따른 MEC의 외형적 분류, Linux Foundation]



1) User Equipment Edge(or Device Edge)

- 사용자와 직접 Communication 하는 단말(User Equipment)과 직접 통신하거나, 혹은 단말 자체에 컴퓨팅 모듈이 탑재되어 상단의 통신 인프라 영역까지 데이터를 전달하지 않고, 단말 혹은 단말을 포함한 모듈 내에서 컴퓨팅 자원을 제공하는 최소 단위의 Edge 구성이다. 이를 H/W상의 자원을 활용하는 단순한 개념으로서 Edge Computing의 개념에서 제외시키는 경우도 많으나, 중앙의 별도 관리 시스템에서 배포된 이미지로서의 학습모델이나 처리 프로그램을 수행하는 Micro Service 개념으로 보고 최종적인 Edge의 모습이 될 것으로 평가하는 경우도 존재한다.
- 주로 Chipset 혹은 초소형 Control PC 형태로 H/W를 구성해야 하므로 기존 H/W OEM 제조사 혹은 Chipset 제조사에서 관심을 가지고 접근하는 분야이며, 통신모듈을 통한 프로그램 이미지 배포 및 반영 등이 필요한 경우와, 수동 배포에 의해 독립 모듈화되어 구성하는 경우에 따라 상단의 인프라에 하위 Edge 개념으로

Multi-Level Edge를 구성하는 경우도 존재한다. 주로 공장내 산업공정 혹은 복합 구성 기기의 단위 운영에 주로 활용되며, Smart Factory, Smart Farm 과 같이 통신 환경이 보장되지 않거나 별도의 이유로 공정 자체가 분리되어야 하는 경우에 많이 활용된다.

2) Cellular Edge

- MEC를 통해 예상하는 가장 보편적인 완성형 Edge에 해당하며, 각 기지국 단위로 배치된 컴퓨팅 자원을 기존 무선 통신 인프라와 연계하여 활용하는 통신상의 Edge이다. 통신사에서 보유한 기지국마다 데이터 통신망에 서버자원을 추가로 할당하여 구성하며, 기존 데이터 활용 사용자와 MEC를 활용한 서비스 사용자를 가상으로 분리하여 라우팅하면서 대역폭의 활용도를 최대한으로 높이고, 사용자로 하여금 서비스의 지연율을 최소화시키는 이점을 제공할 수 있다.
- 통신사에서 관리하는 무선 통신 인프라의 영역에 해당하므로 통신사 주도로 관련 사업화가 진행중에 있으며, 기지국 단위로 구성해야하는 만큼 초기 설비 투자비용 및 그에 따른 수요 조사 등이 선행되어야 구성이 가능하여 현재로서는 공식적으로 상용화가 시도된 사례는 없으며, 이에 필요한 Traffic 분리 라우팅 기술이 탑재된 별도의 라우팅 장비의 제작 및 설치가 필요하여 N/W 제조사에서도 해당 영역을 눈여겨보고 있다. 다만 비용의 측면이 주효하므로 장비의 소형화 등이 필요한 영역이라 마찬가지로 MEC 관련 산업의 성숙기에 제공될 서비스 개념으로 예상되고 있다.

3) Private Edge

- 특정 사용자 집단을 대상으로 하여, 특정 영역을 대상으로 컴퓨팅 자원의 배치 및 활용이 필요한 경우, 해당 집단 혹은 기업이 자체적인 On-Premise 등의 인프라를 구성하지 않고, 해당 영역에 맞게 Customized 된 인프라 자원을 통해 컴퓨팅 환경을 제공받는 맞춤형 Edge를 일컫는다. 이는 기존에 배치된 통신망을 그대로 혹은 일부만 증축하여 활용하기 때문에 인프라 비용을 줄일 수 있다는 이점과, 데이터 센터 혹은 서버팜의 운영에 따른 네트워크 관리 운영비용을 줄이고 요구사항에 맞게 제공되는 인프라 자원을 활용할 수 있다는 TCO 측면의 장점이 존재한다.
- 주로 전용망을 구성해야 하는 공공기관 혹은 산업 단지 등에서 활용될 수 있으며, 기업 혹은 기업 집단의 Needs에 맞게 충분히 할당되어 제공되는 자원이 필요시되어 기본적으로는 일부 인프라 증축을 포함하여 구축형으로 제공된다. 인프라에 대

한 품질 보장을 위하여 인프라 증축이 가능한 기간통신사업자, 즉 통신사와 컴퓨팅 자원 제공이 가능한 H/W 사업자 혹은 플랫폼 사업자가 주로 참여하고 있는 영역이며, 기존의 전용망 구축 사업(Private-LTE)에서 인프라에 컴퓨팅 자원까지 추가된 개념으로 이해할 수 있다. 다만 해당 사업의 대상이 되는 기업이나 집단의 경우, 보안환경을 요구하는 경우가 많으므로, 보안성이나 데이터 누수 방지 등에 대한 부분이 핵심이 되며, 기존의 성능 개선을 주목적으로 하던 타 Edge 대비 Traffic Offloading에 중점을 둔 인프라 구성이 필요시 된다는 점에서 크게 차이가 있다.

4) Telco Infra Edge

- 현재 상용화가 진행되고 있는 무선 통신망 내 중심 국사를 대상으로 Edge를 구성하여 광역시·도 단위의 지역 단위 서비스를 구성하는 방식을 지칭하며, 이는 통신사에서 보유하고 있는 광대역 통신 인프라와, 이를 토대로 서비스 사업자에 제공할 수 있는 플랫폼 및 서비스 자원을 통합하여 제공하는 것이 기본적인 구성이다. 다만, 통신사에서 자체적으로 Edge Computing 환경을 완벽히 구현하여 제공하는 Full Stack 서비스와, CSP와 같은 기존에 주로 사용되는 서비스 플랫폼을 내재화하여 인프라 + 서비스 플랫폼 형태로 제공하는 Cloud 기반 MEC의 형태로 나뉘며, 이에 따라 참여사의 구성이 달라진다.
- 주로 통신사에서 제공하는 Edge의 개념을 위와 같이 구성하며, 기존에 IDC 기반으로 제공하던 Telco Cloud와, CSP 위주로 구성되어 있던 Public Cloud의 MEC로의 전환이 세계 각지의 통신사를 중심으로 추진되고 있다. 기존에 통신사에서 Positioning 하던 부분이 IDC 임대 혹은 자체 Telco Cloud 환경의 제공이었다면, 다음세대의 Cloud 개념으로서 이러한 Cloud 기반 MEC가 제안되어 상용화 추세에 있다고 볼 수 있다. 다만 통신사의 기간망에 대한 직접적인 Traffic을 전제로 하므로 통신 인프라 전체에 대한 조직적인 계획을 기반으로 추진되어야 하며, 이에 따른 제반 N/W 장비 수요 또한 상당하여(전국단위의 Traffic Routing 필요) 관련된 장비에 대한 성숙 및 시장 규모 증가도 같이 이루어지고 있다.

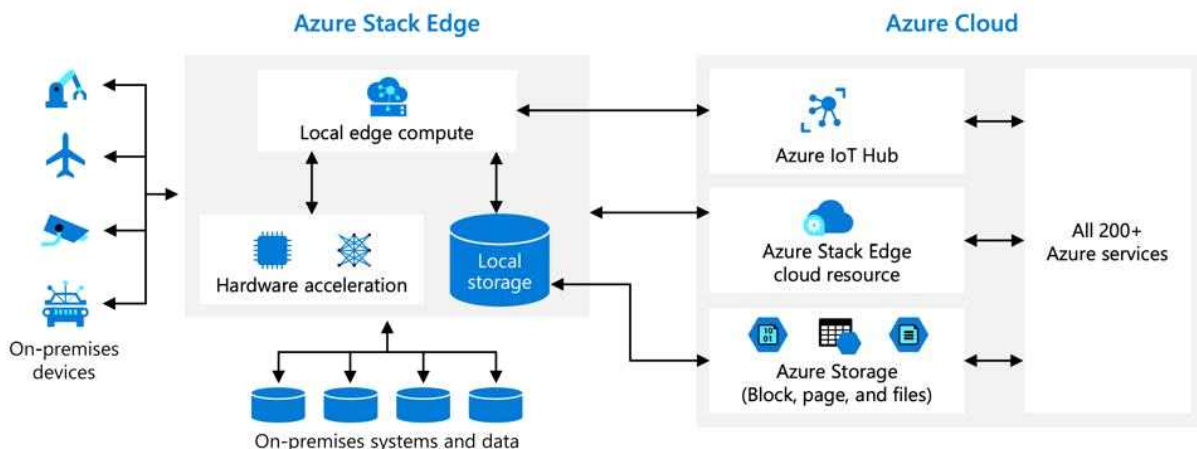
(2) MEC 활용 산업군 및 동향

- 2019년이 5G의 상용화에 발맞춰 이를 뒷받침할 요소기술에 대한 실용성 연구 및 고도화에 중점을 두었다면, 2020년은 이러한 기술들을 상용화하기 위한 움직임이 지배적이었던 한 해라고 볼 수 있다. MEC 또한, 작년의 MEC 기반 기술 표준 연구 및 ME API 등 실용화 가능한 기능에 대하여 5G 통신망 환경을 기반으로 연구 되었다면, 올해는 이러한 환경을 실 구축하고 이를 적용할 수 있는 사업 모델의 구성 및 선제적 사례 구성에 업계의 노력이 이루어졌다.

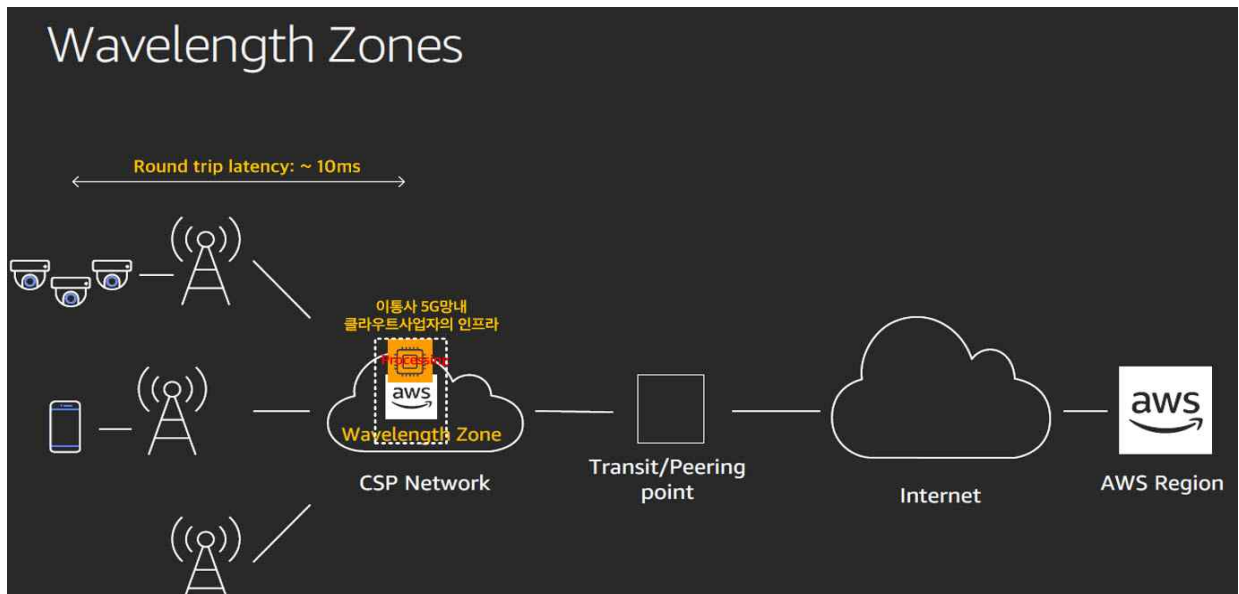
1) CSP(Cloud Service Provider)

- 그중 대표적인 사례는 작년 말 각 CSP를 통해 차례차례 공개된 MEC 기반의 Cloud 서비스 및 H/W 기반 플랫폼이었다. 지난 해 AWS는 AWS Re:Invent 2019에서 Outpost라는 전용망 기반 Edge 서비스 상품의 상용화와 함께 Wavelength라고 하는 전용망 기반의 통신사 연계 Edge 서비스 플랫폼의 런칭을 예고하였다. 또한 Microsoft도 MS Ignite 2019에서 기존 Azure Data box를 개량하여 Cloud 서비스를 다수 탑재 가능한 Azure stack Edge를 향후 상품으로서 제시하였다. 양측 모두 Telco 인프라와의 연계를 통해 구성할 수 있는 Cloud 기반 MEC를 염두한 행보로 보여졌고, 이후 글로벌 통신사와의 연계를 통해 다양한 산업 분야에서 Reference Case를 제시하였다. 이후 AWS 의 경우, Verizon과 함께 전용망 기반 Edge 서비스인 Wavelength를 상용화하여 일부 Region(US East(N.Virginia) – Boston 등 4개 Zone, US. West(Oregon) – San Francisco 1개 Zone)에서 서비스를 Open 하였고, 대표적인 Use Case를 공개하며 MEC 상용화의 본격적인 시작을 알렸다.

[그림 3 MS Azure Stack Edge 서비스 개요]



[그림 4 AWS Wavelength Zone 서비스 개요]



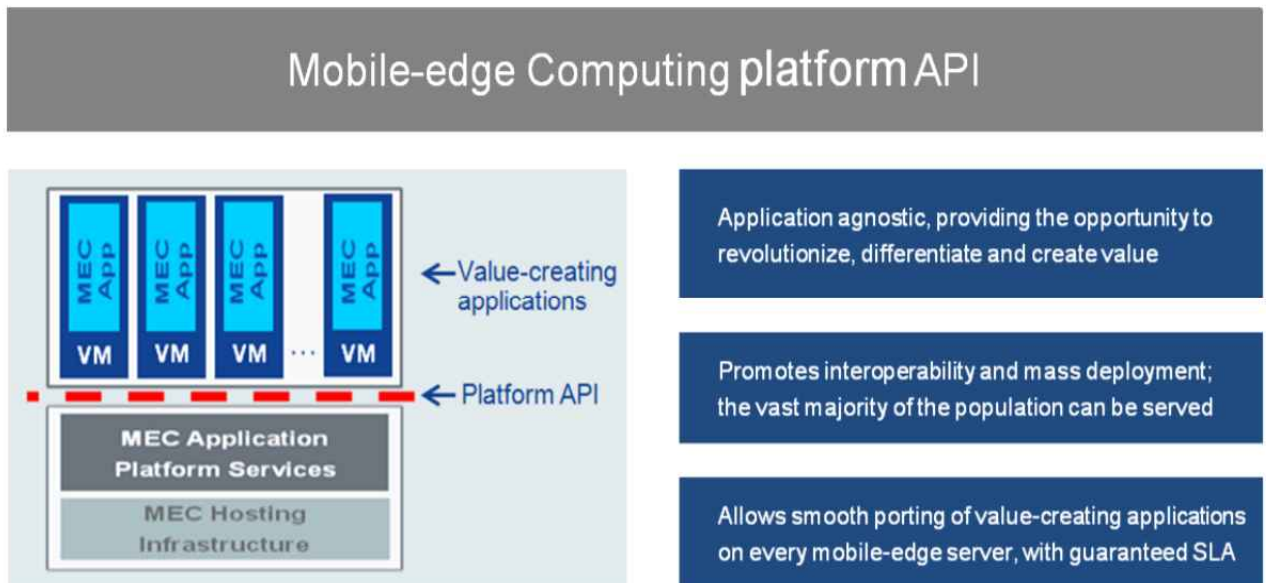
2) Telco.

- 이에 대해 그 협력 상대인 Telco에서는 조금 다른 양상으로 해당 MEC에 대한 신중한 접근을 보였다. 기존에 Telco에서는 CSP에서 제공하는 Public Cloud에 대응하여 Telco Cloud를 제공하고 있었으며, 이러한 부분을 기반으로 Edge Computing Infra에 대한 자체적인 구성을 준비하고 있는 경우가 많았다. 실제로 GSMA나 ESTI등 MEC 관련 표준 연구기관의 제정 위원회에 통신사가 직접 참여하여 이러한 연구 및 제정을 주도하기도 하는 모습을 보였다. 실질적으로 인프라를 통해 구현되어야 하는 MEC의 특성상 주도적인 역할을 맡고 있던 만큼, 이에 대한 구현 방식에 대해서도 이미 어느정도의 서비스 플랫폼 구현을 진행중인 상황이었는데, CSP와의 협력구도 구성에 대해서는 몇가지 해석이 가능하다.
- 먼저, 모든 지역의 통신사에서 MEC를 적극적으로 준비하고 있던 것은 아니었다. 기존에 Telco Cloud를 통해 Cloud와 같은 컴퓨팅 자원의 임대 및 플랫폼 사업을 진행하고 있던 업체는 이러한 MEC에 대한 필요성이나 CSP와의 협업을 적극적으로 고려하였으나, IDC 임대업과 같이 인프라 임대의 형식으로 컴퓨팅 자원의 제공에 대해 소극적으로 접근하던 통신사의 경우에는 CSP에 모든 내용을 이관하거나, MEC에 대하여 직접적인 참여 혹은 투자를 진행하지 않는 경우도 있었다. 이에 더불어, 지역적으로 아주 소규모의 인프라 구성을 가지고 있어 MEC에 대하여 광역 통신망 단위의 Edge 구성이 의미가 없는 소규모 국가에서는 기존의 통신망 대비 이점을 Telco 측면에서나, CSP 측면에서나 얻을 수 없었기 때문에 이러한 MEC에

대하여 적용이 불필요하다고 판단하는 경우도 더러 있었다. 이처럼 지역적 특성과 비즈니스 영역의 다양성으로 인하여 통신사의 MEC는 당연히 진행되었지만 그 서비스 구성은 다양한 형태로 나타났다고 볼 수 있다.

- 통신사 자체적으로 구축한 MEC의 경우, 핵심적인 부분은 자유로운 컴퓨팅 환경을 들 수 있는데, 별도의 서비스 플랫폼에 국한되지 않고 VM만 제공하여 내부 환경을 서비스 제공자가 자유롭게 구성할 수 있다는 점에서 상당히 높은 Customizing 자유도와 이에 따른 성능 최적화 가능성을 들 수 있다. 이에 반해 CSP와 연계해 구성한 Cloud 기반 MEC의 경우, 기반이 되는 Cloud 서비스의 구성 및 서비스 종류에 제한을 받을 수 있으나, 이미 기존에 해당 CSP의 서비스에 익숙한 업체라면 이러한 완전 관리형 서비스의 제공이 구축 및 운영 편의성 측면에서는 우수할 수 있다.

[그림 5 Mobile Edge Platform API, ETSI]



3) H/W 및 N/W Vendor

- 결국 이러한 MEC 서비스의 제공을 위해선 이러한 네트워크 인프라의 구성 및 컴퓨팅 환경 구성을 위한 컴퓨팅 서버 및 네트워크 장비의 구성이 필수적이다. 이에 따라 CSP에서 제공할 서비스 플랫폼에 맞춘 컴퓨팅 서버 자원의 구성이나, 기지국 레벨에서의 트래픽의 분류 및 Edge로의 라우팅을 지원할 수 있는 네트워크 장비에 대한 개발이 이루어지고 있으며, 이에 대한 통신 규격 및 네트워크 장비의 규격에 대한 연구 및 제정도 중점적으로 추진되고 있다. 아직 관련해서는 소규모 Test

환경의 구축, 혹은 특정 목적으로의 구성이 주를 이루고 있지만, 향후 MEC의 상용화 및 확산에 의해 가장 많은 수요를 예상하고 있는 만큼, 이에 대한 H/W 준비 및 이를 구성할 플랫폼 적인 요소에 대해서도 준비가 진행될 것을 보인다.

- 특기할만한 사례로는, MEC에 대해 직접 단말단에서의 Edge 구성을 통해 통신사를 거치지 않은 자체적인 Edge 구성을 목표로하는 H/W 제조사도 존재하며, Foxconn과 같이 Chipset 기반의 H/W 제조사의 경우 더더욱 이러한 행보를 보이며 모듈단에서의 Edge에 대한 가능성을 제시하고 있다. 이 경우 단순한 구성을 통해 소규모 Task에 대한 Edge 구성이 가능하며, 연산 장치로서의 역할을 수행하면서도 컴퓨팅 자원 측면에서는 충분한 성능을 보일 수 있어 Zero Latency 기반의 구성이 가능해지는 이점이 있다.

[그림 6 MEC Smart Warehouse Architecture, Foxconn]



- 아울러, 해당 H/W 및 N/W는 국제적으로 범용적인 사용이 가능해야 하며 통신사나 CSP에 국한되지 않고 활용될 수 있어야 활용도가 높아지는 관계로 H/W 제조사에서도 직접 GSMA 표준 제정에 참여하여 표준 규격에 대한 우위를 점하고자 노력하고 있으며, 각 지역별로 상이한 MEC 개발 동향에 대하여 대응 가능한 범용적인 플랫폼을 구축 혹은 지원할 예정으로 알려져 있다.

(3) MEC 주요 표준(GSMA/ESTI/3GPP)의 이해

- MEC의 이러한 광범위한 활용도 및 각 산업군 별 활용 움직임에 따라 표준제정에 대한 관심 및 제정 준비도 빠르게 진행되고 있다. 이에 대해서는 기존 ETSI에서 MEC에 대한 개념적 정의를 진행하였고, ISG(Industrial Standard Group, 산업표준그룹) 산하 MEC 관련 TF를 통해 Reference Architecture 및 MEC 활용 기술 표준에 대한 연구 및 기술적 활용 방향을 주도적으로 제시하고 있다. 또한 이에 대해 이동통신 분야에서도 표준화 협력기구인 3GPP에서 2016년 12월에 발간한 System architecture for the 5G System(5GS)(TS 23.501)의 5.13 항에서 5G를 활용한 Edge Computing에 대해 기술한 것을 시작으로 근래에는 세계이동통신사업자연합회(GSMA)에서도 Telecom Edge Cloud TF를 결성하는 등 전방위적인 산업별 MEC 기술표준 제정에 박차를 가하고 있다.

[그림 7 MEC 관련 3GPP 제시 개념(좌) / GSMA Telecom Edge Cloud TF 회원사(우)]

• 5.13 Support for Edge Computing.

Edge computing enables operator and 3rd party services to be hosted close to the UE's access point of attachment, so as to achieve an efficient service delivery through the reduced end-to-end latency and load on the transport network.⁴²

- NOTE: Edge Computing typically applies to non-roaming and LBO roaming scenarios.⁴³

The 5G Core Network selects a UPF close to the UE and executes the traffic steering from the UPF to the local Data Network via a N6 interface. This may be based on the UE's subscription data, UE location, the information from Application Function (AF) as defined in clause 5.6.7, policy or other related traffic rules.⁴⁴

Due to user or Application Function mobility, the service or session continuity may be required based on the requirements of the service or the 5G network.⁴⁵

The 5G Core Network may expose network information and capabilities to an Edge Computing Application Function.⁴⁶

- NOTE: Depending on the operator deployment, certain Application Functions can be allowed to interact directly with the Control Plane Network Functions with which they need to interact, while the other Application Functions need to use the external exposure framework via the NEF (see clause 6.2.10 for details).⁴⁷

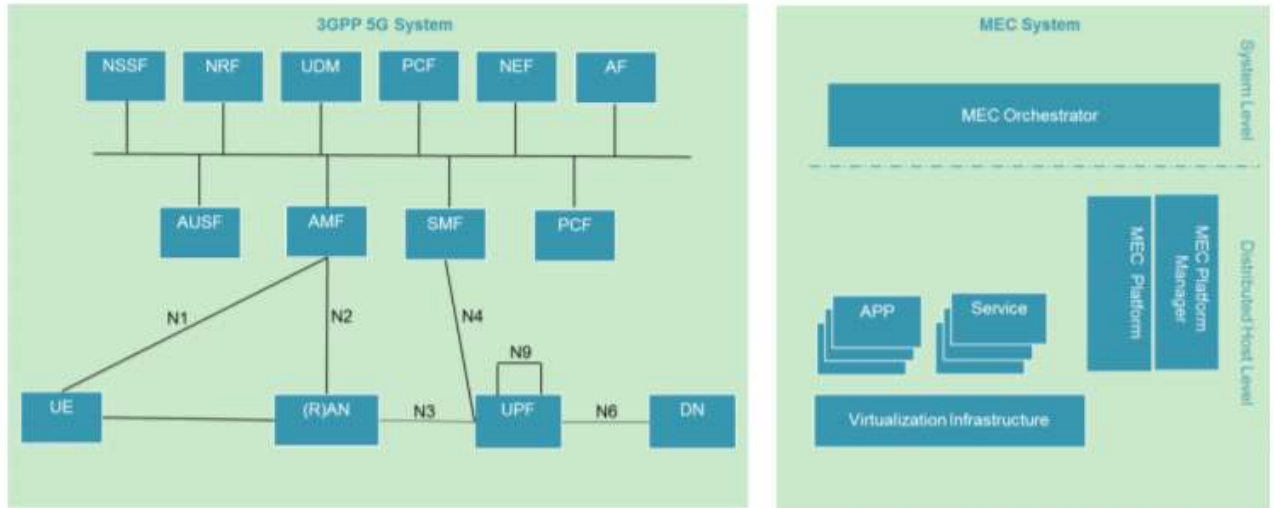
Edge computing can be supported by one or a combination of the following enablers:⁴⁸

- User plane (re)selection: the 5G Core Network (re)selects UPF to route the user traffic to the local Data Network as described in clause 6.3.3.⁴⁹
- Local Routing and Traffic Steering: the 5G Core Network selects the traffic to be routed to the applications in the local Data Network:⁵⁰
 - this includes the use of a single PDU Session with multiple PDU Session Anchor(s) (UL CL / IP v6 multi-homing) as described in clause 5.6.4.⁵¹
 - Session and service continuity to enable UE and application mobility as described in clause 5.6.9.⁵²
 - An Application Function may influence UPF (re)selection and traffic routing via PCF or NEF as described in clause 5.6.7.⁵³
- Network capability exposure: 5G Core Network and Application Function to provide information to each other via NEF as described in clause 5.20 or directly as described in TS 23.502 [3] clause 4.15.⁵⁴



- 이러한 각각의 표준 제정기구의 관점은 목적성 부분에서 일부 상이한 점이 존재하는데, ETSI의 경우, MEC 자체의 전반적인 N/W 및 S/W 기술 구현에 중점을 두고 MEC를 통해 다양한 산업군에 Edge Computing 개념을 활용하고자 하는 개방형 플랫폼을 지향하고 있으나, GSMA의 경우에는 TF의 지향점에서도 알 수 있듯이 Cloud를 기반으로 한 이동통신망 중심의 Edge 구성 및 글로벌 통신사간 공통 규격 작성이라는 명확한 목표를 중심으로 기술 표준 구성을 진행하고 있어 Mobile Network 측면에서의 MEC 활용 측면을 강조하고 있다.

[그림 8 5G Service 기반 MEC System Architecture, ETSI]



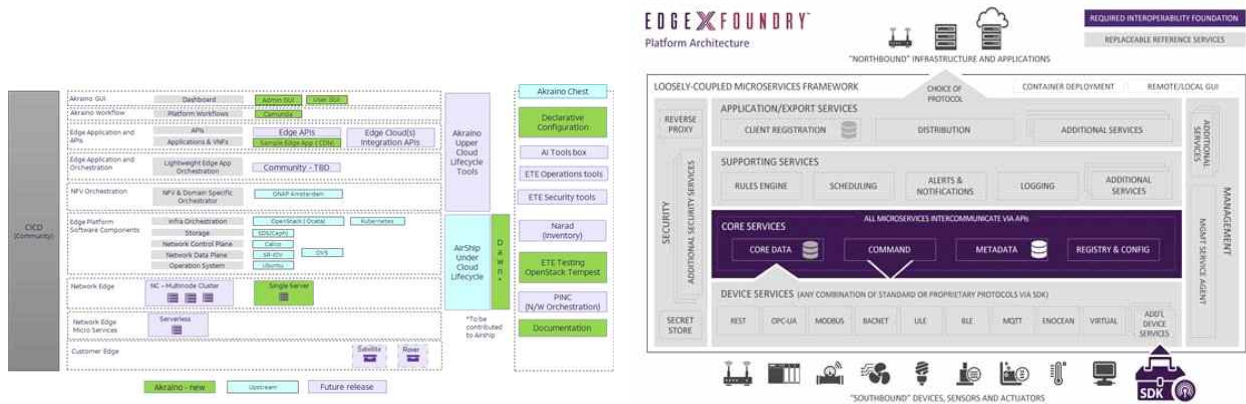
(4) MEC Open Source Platform의 발전 방향

- 이렇듯, MEC는 기본적으로 인프라를 기반으로 구성되어야 한다는 기존의 제약으로 인해 인프라에 대한 투자와, 이를 소유한 기업군을 위주로 연구되고 사업화가 추진되었다. 그러나 해당 개념은 모든 단말을 대상으로 한 Edge Computing 환경의 구성이라는 단순한 개념을 담고 있고, 이를 위해서 기존의 컴퓨팅 환경을 가상화하여 단말을 관리, 연동하는 가상 플랫폼을 제공하여 이러한 Edge Computing 환경을 구현할 수 있다는 사상을 토대로 MEC에 대한 Open Source 기반 개방형 규격의 제정에 대한 움직임이 일기 시작했다.
- 이는 2014년부터 이어져온 통신사 중심의 S/W 플랫폼인 OPNFV(Open Platform for NFV)에서도 ETSI의 MEC Reference Architecture를 기반으로 다양한 플랫폼을 아우를 수 있는 Edge Computing 규격에 대한 논의가 진행중에 있으며, 이에 대한 구체적인 추진단체는 아래의 오픈소스 플랫폼을 기반으로한 Project Community와 연구협의체를 중심으로 진행되고 있다.

1) Linux Foundation

- Linux Foundation에서는 초기부터 MEC 플랫폼에 대한 컴퓨팅 성능 최적화, 보안성, 가용성 향상, 지연율 및 인프라 운영비용 최소화 등을 목적으로 다양한 MEC 대상 Open Platform Project를 운영하고 있으며, MEC 전반의 구성 및 관리 운영을 목표로 하는 완전 관리 Stack 형태의 플랫폼인 Akraino Project부터, ETSI Reference Architecture를 기반으로 구성한 MEC 솔루션 대상의 SDK Framework를 개발하는 EdgeX Foundry, Docker 및 Kubernetes 엔진을 기반으로 한 IoT 대상 Edge 개발 환경을 구성하는 Project EVE 등 다양한 MEC 대상 플랫폼 개발을 추진하고 있다. 여기에는 AT&T, Verizon, SKTelecom, NTT 등 통신사를 비롯하여 Dell, Ericsson, Intel과 같은 H/W 제조사, Red Hat, VMware와 같은 S/W 플랫폼 사업자도 포함되어 있어 사실상 산업상 MEC 전 영역을 아우르고 있다.

[그림 9 LF Edge 내 Akraino Project(좌) 및 EdgeX Foundry(우), Linux Foundation]



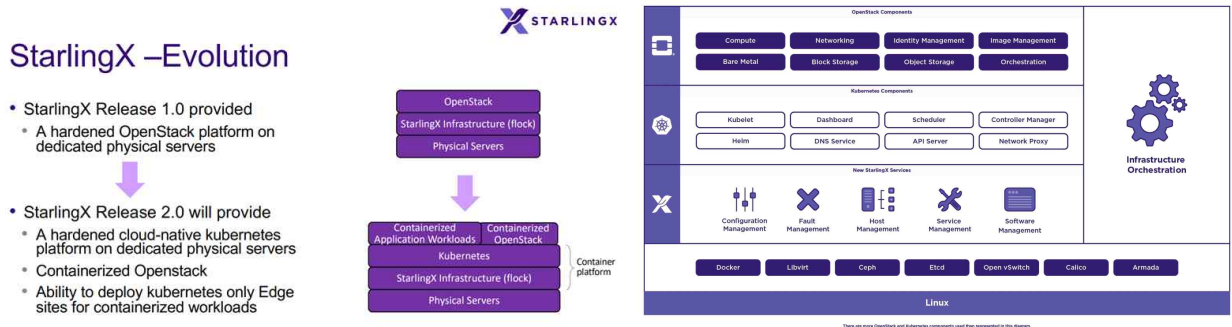
- ONAP(Open Network Automation Platform) : MEC 상에서 구성되는 Service에 대한 Orchestration Tool로서 Edge의 구성과 서비스의 Edge간 배포, 데이터 트래픽의 Offloading 및 최적 Edge 연결 자동화 등의 Fabric Control 등을 관리해주는 Edge 관리 플랫폼으로 볼 수 있다. OpenStack 기반 Edge 및 K8S 기반 Edge를 모두 수용 가능한 이중 Edge 간 연동 가능 통합 플랫폼으로서 기존 Akraino 등의 MEC 플랫폼을 지원하는 Support Platform을 표방하고 있다.

2) OpenStack 기반 플랫폼

- 이에 대해 OpenStack 기반의 MEC Open Platform은 대표적으로 Starling X Project가 있으며, 2018년 OpenStack Summit 2018에서 발표된 이후 기존 WindRiver 사의 플랫폼을 오픈소스화 하여 OpenStack 기반의 컴포넌트 구성을 통해 분산된 Edge에 대한 서비스 품질 보장, 보안성 등을 갖춘 MEC 운영 플랫폼으로서 설계되었다. 관리측면에서 구성 및 장애, 개별 호스트 및 서비스 관리 등의 기능을 제공하며, Intel과 Wind River사 및 H/W 제조사를 중심으로 추진되고 있는 OpenStack 기반의 MEC 플랫폼에 대한 대표 프로젝트로 알려져 있다.
- 이에 대해 OpenStack 기반의 MEC Open Platform은 대표적으로 Starling X Project가 있으며, 2018년 OpenStack Summit 2018에서 발표된 이후 기존 WindRiver 사의 플랫폼을 오픈소스화 하여 OpenStack 기반의 컴포넌트 구성을 통해 분산된 Edge에 대한 서비스 품질 보장, 보안성 등을 갖춘 MEC 운영 플랫폼으로서 설계되었다. 관리측면에서 구성 및 장애, 개별 호스트 및 서비스 관리 등의 기능을 제공하며, Intel과 Wind River사 및 H/W 제조사를 중심으로 추진되고 있는 OpenStack 기반의 MEC 플랫폼에 대한 대표 프로젝트로 알려져 있다.
- 또한, Open Source Platform은 아니나, ETSI 표준을 기반으로 구성한 OpenStack

기반의 VM을 모바일 어플리케이션에 제공하는 프레임워크를 Telco 인프라 내에 구축하고 다중 Edge 환경에서 사용자에게 적합한 최적 Edge를 찾아주는 기술을 접목한 DT사의 MobileEdgeX 사의 Telco Network 기반 플랫폼도 상품화되어 도입되고 있는 등 특정 Vendor 전용이 아닌 범용성을 표방한 MEC 플랫폼도 대두되고 있다.

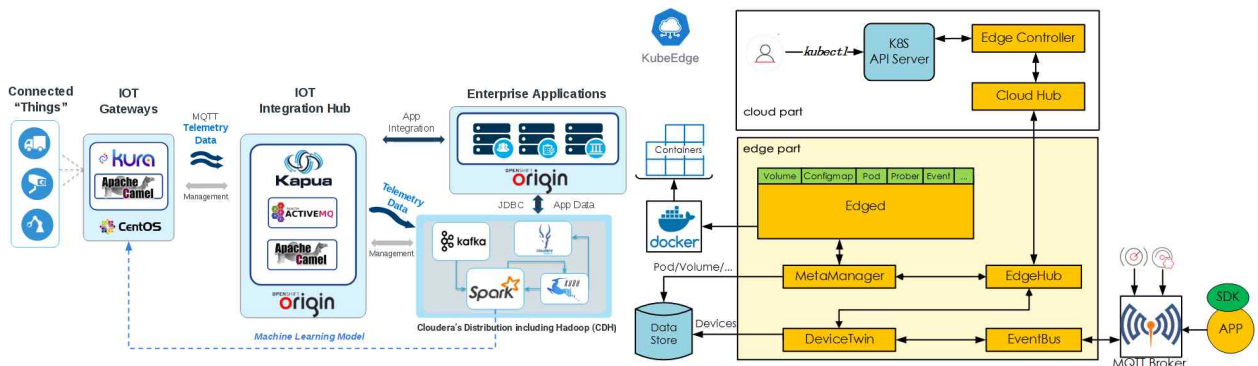
[그림 10 OpenStack 기반 Project Starling X, OpenStack Summit]



3) 이외 MEC Open Platform Project

- Eclipse Kura(Eclipse Edge Platform) : Kubernetes 기반 IoT Gateway의 구성 및 Edge 구성을 주요 기능으로 하며, IoT 기반 단말 및 서비스의 MEC 기반 구성을 중심으로한 개발용 Edge Computing Open Platform에 해당한다. Red Hat과 Comtrade를 중심으로 운영되고 있다.
- Kube(Huawei Edge Platform) : Kubernetes를 기반으로 하여 Container 기반 어플리케이션 최적화 및 Edge 접속 단말의 원격 관리가 가능한 Edge 관리 플랫폼이다. Cloud 영역과 Edge 영역으로 구분되어 구성된 점이 특징이며, Kubernetes-native로 구성된 만큼 기계학습 및 데이터 심층 분석 등의 서비스 구현시 최적화된 성능을 보여준다. CNCF(Cloud Native Computing Foundation)에 속해 있다.

[그림 11 Eclipse IoT Edge Project Kura(좌) 및 Huawei Edge Project Kube Edge(우)]



(5) 국내 MEC 활용사례 탐구

- 위에서 언급한 국제적인 MEC 활용 및 산업화 움직임에 대해, 국내에서는 이미 2019년부터 주요 산업군 별로 MEC에 대한 활용 가능성 검토가 추진되었고, 주요 통신사 및 H/W 제조사를 중심으로 MEC에 대한 활용 모델을 구상하기 시작하였다. 이에 대해 국내 통신사는 GSMA 및 ETSI의 MEC 기술 표준 연구 개발에 직접 참여하고 이를 주도하며 MEC에 대한 원천기술 선점 및 상용화를 위해 전담 부서를 두는 등 지속적인 기술 투자를 진행하였으며, 그 성과로서 2020년도 들어 주요 통신사별로 MEC에 대한 활용 사례를 구축하였다.

1) 국내 통신사 동향

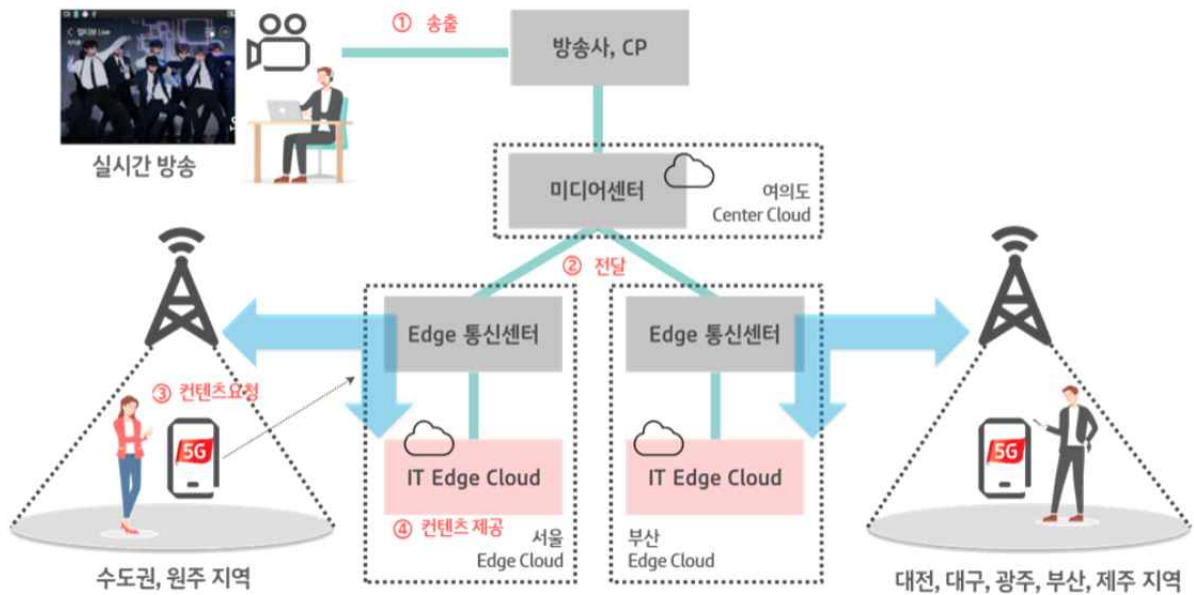
- SK텔레콤의 경우, 2019년 AWS의 Wavelength 상품 출시 계획 발표 당시 전세계 통신사중 4곳으로 국내 통신사 중에서는 유일하게 해당 MEC 서비스의 파트너로 소개되며 Cloud 기반 MEC에 대한 사업화 가능성을 제시하였다. 그리고 금년도 Cloud 기반 MEC에 대한 비즈니스 계획 발표를 시작으로 그룹 관계사인 SK하이닉스 반도체 공장 내 5G MEC 기반 스마트팩토리 시범 구축 등을 통해 MEC의 산업 활용 가능성을 검증한바 있다. 근래에는 신한은행과의 '5G MEC 기반 미래 금융 서비스 공동 발굴을 위한 파트너십' 체결을 통해 신한은행의 미래금융 개발센터에 MEC 기반 Testbed를 구축하였고, 공공 연구기관과 협력하여 공공서비스를 대상으로한 MEC 서비스 환경 시범 구성 혹은 스타트업 기반 MEC 서비스 육성 지원 프로그램 등을 통해 관련 분야의 서비스 Pool을 확보하는데 주력하고 있다. 현재 SK텔레콤은 전국의 5G 주요 거점에 MEC 인프라를 구축하고 상용망 기반 Edge 서비스(Public Edge)와 특정 기업 전용망 기반 서비스(On-Site Edge) 서비스를 제공할 예정으로 밝힌 바 있다.

[그림 9 SKTelecom 5G MEC의 개요 및 서비스 예시, SKTelecom]



- KT의 경우, MEC에 대한 상품화 및 사업화를 추진하는 한편, 독자적인 사업 모델의 연구와 글로벌 기술 표준을 선도하기 위하여 글로벌 통신사 및 표준화 기구와의 협력에 주력하고 있다. KT는 2020년 창설된 '5G 퓨처포럼'에서 스페인, 호주, 중국 등의 글로벌 통신사와 기술제휴를 진행하며 국가간 MEC의 상호 연동 및 Edge Locating 기술, 글로벌 MEC간 로밍 등 Edge Computing의 기반이 되는 요소 기술에 대한 연구를 지속적으로 추진하였고, 관련 기술 가이드라인을 공개하는 등 표준 제정에 관한 광폭적인 행보를 보이고 있다. 아울러 사업화의 측면에서도 서울과 부산에 구축한 자체 개발 MEC '5G IT Edge Cloud'를 기반으로 기존 ICT 역량을 활용하여 지난 9월 22일 수원시와 '5G MEC 기반 공공 융복합 사업 협력을 위한 업무협약'을 맺고 공공시설에 대한 비대면 방역 플랫폼 구축을 통해 AI 기반 얼굴인식, 발열 스크리닝 서비스 등을 제공할 것으로 알려진 바 있다.

[그림 10 5G IT Edge Cloud 서비스 구상도, KT]



- LG유플러스의 경우, 연초까지 MEC 관련 장비 연동 시험 등 주로 기술적인 검증 단계에 중점을 둔 모습을 보였으나, 올해 9월 20일 Google Cloud(GCP)와의 'Edge Cloud 사업 전략 및 5G MEC 생태계 신사업 발굴에 대한 협력'을 표명하며 CSP 연계 Cloud 기반 MEC 서비스에 대한 가능성을 내비쳤다. 이후 만도와의 '5G 와 MEC를 활용한 로봇 사업협력'을 통해 실외 자율주행로봇에 대한 5G 및 MEC 기반 기술 적용에 대해 협력할 예정으로 알려졌다.

2) 국내 H/W제조사 동향

- 국내 H/W제조사 중에서는 삼성전자가 5G 기반 장비 제조사로서 MEC 및 네트워크 가상화 기반 오픈랜(Open vRAN, Virtual Radio Access Network)에 대한 기술 연구를 진행중인 것으로 알려져 있으며, 독일의 DT사에서 만든 Mobile EdgeX 사에도 지분투자를 진행하는 등, 관련 행보를 지속적으로 보이고 있다. 근래에는 Linux OS 제조사인 RedHat사와 협력하여 RedHat의 기업형 쿠버네틱스 플랫폼인 Open Shift를 기반으로한 5G 네트워크 솔루션을 제공한다고 공개하기도 하였다. 이를 기반으로 삼성전자가 보유한 5G vRAN 기술 및 MEC의 자원 및 트래픽 운영, 관리, 분석 플랫폼을 활용할 것으로 소개되었다.

(6) 결론

- 2020년에는 5G 원년이었던 2019년 이후로 기술로만 연구되어오던 MEC의 산업적 활용에 대한 기반이 갖춰지고, 이에 대한 시험적 적용 사례가 제시되기 시작한 MEC 기반 서비스의 태동기라고 볼 수 있다. 이를 주도하는 것은 기존의 예상대로 Edge 구성의 기반이 되는 통신 인프라를 보유한 통신사였지만, 위에서 살펴본 바와 같이 다양한 Edge 구성 방식에 따라 참여업종은 다양해질 것으로 예상된다. 더불어 이제 상용화를 통해 서비스의 검증 및 상업화 시도가 이루어지기 시작한 만큼, MEC를 기반으로한 Edge 서비스의 등장 및 관련 산업 생태계의 조성이 무엇보다 시급한 상황이다. 국내에서는 이에 대해 공공기관 및 주요 사업자를 중심으로 한 Test bed 및 관련 서비스 생태계 구축이 진행되고 있지만, 이를 아우를 수 있는 노력이 뒷받침되지 않는다면, 개별적인 접근법에 의해 하나의 성숙한 산업군으로 거듭나기 어려울 것이다.
- 이에 대해 Open Source Community 등에서 추진 중인 MEC 및 S/W 기반 Edge Computing Platform의 보급 및 확산은 분명 고무적인 일이나, 아직 국내에서는 이에 대한 일부의 연구만 진행되고 있을 뿐, 인프라적인 측면의 설비 투자 혹은 충분한 서비스 수요가 없이는 해외 Community의 행보에 의존할 수 밖에 없는 상황이며, 이마저도 Edge Computing 기술에 대한 표준 및 국가, 지역별 규격의 상이함으로 말미암아 국내 도입에 애로사항이 많은 것으로 보여진다.

- 관련해서는 다양한 MEC 기반 서비스 및 솔루션의 확충 및 생태계 조성을 통해 MEC의 성능 및 활용 방법을 검증하고 이러한 용례를 통해 다양한 산업군에서 활용 Needs를 발굴, 적용하여 이를 통해 Open Source Platform에 대한 수요를 늘리고 실제 현장 적용을 통해 개선해나가는 것만이 유일한 방안으로 보인다. 현 시점에서는 통신사 및 관련 제조사에서 MEC에 대한 상용화 및 관련 사례 발굴에 심혈을 기울이고 있는 상황으로, 이러한 경향이 지속된다면, 국내에서 관련 Open Source Community를 활성화하여 MEC의 확산 및 산업적 대중화에 기여하는 것도 가능할 것으로 보인다.
- 이미 해외의 이러한 움직임에 대응하여 국내에서도 Edge Computing을 통해 창출할 수 있는 서비스의 조기 육성 및 이에 대한 기반 산업 육성을 목적으로 MEC 인프라 및 서비스 환경 조성을 위한 Test bed 구축 혹은 Test Lab 제공 사업이 국내 주요 정부출연 연구기관을 통해 추진되고 있으며, 구체적인 사례 또한 산업별로 제시되고 있다.(구역 내 방역로봇, 비대면 교육 지원 등) 이러한 선제적인 산업환경 육성은 아직 성숙하지 못한 MEC 기반 Open Source Community의 국내 전파 및 확대, 더 나아가 관련 분야 서비스의 양과 질 모든 측면에서의 성장을 이룩할 수 있는 기틀이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] ETSI, GS MEC 003 V2.1.1 (2019-01) MEC Framework and Reference Architecture
- [2] ETSI, White Paper No. 39 Enhanced DNS Support towards Distributed MEC Environment
- [3] Linux Foundation, Edge computing - Akraio Community and Akraio Edge blueprints, Srinivasa Addepalli, intel, 08.2019
- [4] Microsoft, <https://azure.microsoft.com/ko-kr/overview/azure-stack/>
- [5] Amazon Web Service, <https://aws.amazon.com/ko/wavelength/>
- [6] ETSI, White Paper No. 11, Mobile Edge Computing A key technology towards 5G, 09.2015
- [7] Foxconn, Intel network builders, <https://networkbuilders.intel.com/ecosystem/foxconn>
- [8] 3GPP, System architecture for the 5G System(TS 23.501) 12..2016
- [9] OPNFV, OPNFV Edge Computing Platform, <https://www.opnfv.org/>
- [10] Linux Foundation, <https://www.linuxfoundation.org/press-release/2020/08/>
- [11] 김영한, 양현식, 오재욱, 엣지컴퓨팅 오픈소스 프로젝트 동향, 05.2019
- [12] ONAP, Edge Automation - Potential Strategies for Deploying ONAP at Edge, 08.2018
- [13] Openstack, Openstack Starling X Project, <https://docs.starlingx.io/>
- [14] Eclipse, Eclipse Kura, <https://github.com/eclipse/kura>
- [15] Huawei, Kube Edge, <https://kubernetes.io/blog/2019/03/19/kubeedge-k8s-based-edge-intro/>
- [16] SKT, 5GX MEC, <http://b2b.tworld.co.kr/bizts/solution/solutionTemplate.bs?solutionId=0072>
- [17] KT, [https://cloud.kt.com/.](https://cloud.kt.com/), <https://blog.kt.com/1571>
- [18] LGU, "LG유플러스, 구글 클라우드와 5G 협력", <https://www.hankyung.com/it/article/202009208690i>
- [19] 삼성전자, "삼성전자, 레드햇 오픈소프트 기반 5G 네트워크 솔루션 구현", http://m.ddaily.co.kr/m/m_article/?no=202489
- [20] 박민철, "MEC 개요 및 오픈소스 동향", AI Network Lab 인사이트 제8호, 11월, 2019