

5G 네트워크에서의 Mobile Edge Computing의 연구 및 표준화 동향

권광욱

서울대학교

kwkwon@mmlab.snu.ac.kr

Research and Standardization trend of Mobile Edge Computing in 5G networks

Kwangwook Kwon

Seoul National University

요 약

Mobile Edge Computing(MEC)는 Central Cloud 에서 가지고 있던 Computation Resource 를 무선 기지국에 적용함으로써, 코어 네트워크의 혼잡을 완화하고 단말과 서버간 지연을 줄임으로써 새로운 서비스를 만들어낸다. MEC 는 Software Defined Network(SDN)과 Network Function Virtualization(NFV)기술을 이용하는 5G 를 구성 기술로써, 많은 연구와 표준화 작업이 이루어지고있다. 본 논문에서는 5G 네트워크에서 MEC 의 최근 연구와 표준화 동향을 소개한다.

1. 서 론

클라우드 컴퓨팅이 새로운 패러다임으로 자리 잡았다. 클라우드 컴퓨팅은 규모의 경제를 이용하여 중앙에 집중된 거대한 클라우드 자원을 이용하여 효율적으로 자원 관리를 할 수 있었고, 언제 어디서든 활용할 수 있는 환경을 만들어주었다. 최근에는 급격한 성장을 하고있는 Amazon, Dropbox 등의 업체들이 클라우드 컴퓨팅을 이끌고 있다.

하지만 중앙 집중 식의 클라우드에 새로운 서비스와 요구사항이 생겨나고 있다. 앞으로 수십억 개의 IoT 기기들이 생겨날것으로 보인다. 수많은 IoT 기기에서 쏟아지는 엄청난 데이터를 처리하기에는 중앙 집중의 클라우드에서는 불가능하다. 지연시간이 중요한 애플리케이션의 경우 단말에서 데이터 센터까지 왕복하는 시간은 치명적 이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 Mobile Edge Cloud(MEC)가 제안 되었다. MEC 는 Radio Access Network(RAN) 근처에서 서비스를 제공하는 개념이다. 중앙집중 클라우드에서 수행되던 작업을 단말과 가까운 곳에서 수행함으로써 CN 과 인터넷의 네트워크 혼잡을 피하고 Application 의 성능을 향상시킬 수 있다. MEC 가 적용됨으로서 Local Network 의 상태와 User 의 서비스 상태 등을 이용해 추가 적인 서비스를 창출 할 수 있다. 대표적인 적용사례로는 Video Analytics, Augmented Reality(AR), DNS Caching 등이 있다.

앞서 설명한 MEC 의 주요 특징으로는 4 가지로 설명할 수 있다. [1][2]

- **Local network/radio status awareness:** MEC 는 단말이 위치한 네트워크와 무선 접속 상태를 이용하여 차별화된 서비스에 활용가능하다. 예를 들면, MEC 에서 네트워크

상태에 따라 Video 의 화질을 바꿔 줌으로서 끊어짐 없는 서비스가 가능하다.

- **Local user location awareness:** MEC 는 단말의 위치를 알 수 있다. User 의 위치를 이용하여 위치기반의 차별화된 서비스를 제공할 수 있다.
- **Proximity:** 단말이 요청하는 서비스를 대부분 Central Datacenter 를 거치지 않고, MEC 를 통해서 처리가 가능하다. 이로 인해서 보안이 좋아지며 지연시간 또한 좋아진다. 수많은 IoT 기기에서 발생하는 데이터가 중앙 클라우드까지 갈 필요 없이 MEC 에서 처리 되기 때문에 클라우드까지 가는 트래픽을 대폭 줄일 수 있다.
- **Low latency:** MEC 는 단말과의 거리가 가깝기 때문에 저지연 서비스가 가능하다. Robotics 와 AR 그리고 교통제어분야에서는 지연에 민감한 서비스로 MEC 를 이용하면 저지연 서비스 구현이 가능해진다.

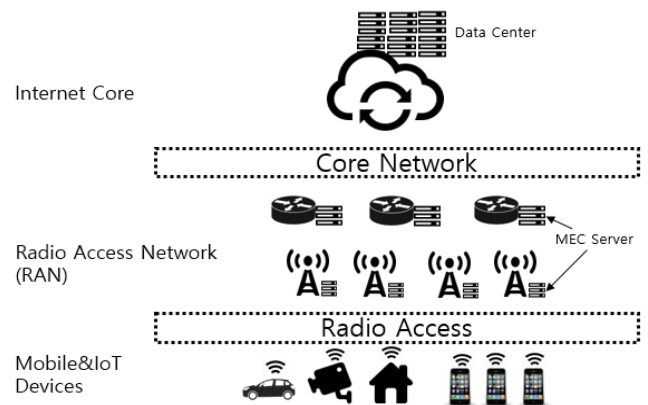


그림 1. MEC 시스템

2. 표준화

MEC 는 현재 European Telecommunications Standards Institute (ETSI) MEC Group 에서 표준화가 진행중이며 MEC 서버에 대한 구조가 White Paper 에 설명 되어있다[1].

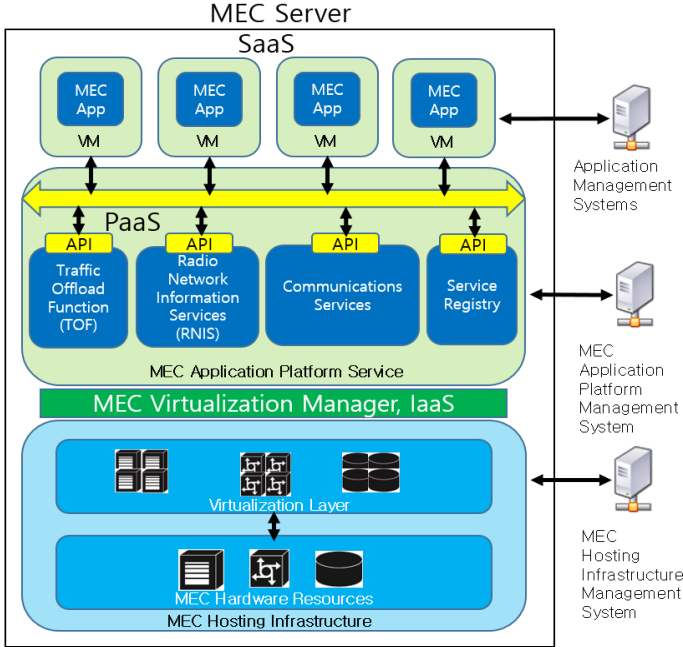


그림 2. MEC 서버의 구조[1]

위 그림 2 는 MEC 서버의 구조를 보여주고 있다. MEC 서버는 호스팅 인프라와 응용 플랫폼으로 이루어져 있다.

호스팅 인프라에서는 인프라 매니지먼트 시스템을 통하여 Virtual Machine Image 로 배포된 MEC App 이 CPU, Memory, Storage 등을 사용할 수 있게 서비스를 제공한다.

응용 플랫폼의 Traffic Offload Function(TOF)는 유저 트래픽을 인가된 응용으로 보내어 응용에서 패킷에 적절한 처리를 한 다음 네트워크로 내보내거나 응용에서 소비를 할 수 있도록 해준다. Radio Network Information Services(RNIS)는 실시간 무선과 로컬 네트워크 정보를 응용에 제공한다. Communication Service 는 MEC 서버내에 응용 간 통신을 할 수 있는 서비스를 제공한다. 사용 가능한 서비스 리스트를 Service Registry 를 통하여 응용에 제공한다. Registry Service 는 응용이 어떤 서비스를 이용할 수 있는지에 대해서 허가 배포 하는 역할도 수행한다.

MEC 응용은 통신사업자 혹은 응용 개발 사업자에 의해 Virtual Machine(VM)형태로 제공한다. 제공되는 응용은 앞서 설명한 플랫폼 서비스와 완전히 독립적이어야한다. 응용에서 Radio 자원 스케줄링 시스템에 접근하거나, 단말의 민감한 정보 등에 접근해서는 안된다.

호스팅 플랫폼의 매니지먼트 인터페이스는 Network Function Virtualization(NFV) Management and orchestration(MANO) 시스템에 의해서 관리되며 ETSI MANO 표준으로 정의 되어있다[3]. 응용 플랫폼의 인터페이스는 현재 표준화가 진행중이다[4]. 응용의 매니지먼트

인터페이스는 응용 공급자에 의해서 관리 되어 표준으로 정해지지 않고 응용에 맞게 개발 가능하다.

3. 주요 연구

● MEC Service

Cloudlet[5]는 단말, Edge Cloud 플랫폼, Central Datacenter 의 three-tier 중에서 Edge Cloud 플랫폼을 제공하는 서비스 프로그램이다. Cloudlet 은 Edge 에서 단말 가까운 곳에 VM 을 만들어서 단말의 Computing offloading 을 구현할 수 있게 해준다. VM 은 단말의 요청 의해서 만들어지는데, 단말이 offloading 해야할 내용을 Cloudlet 에 전달하면 Cloudlet 은 VM Synthesis 과정을 통해서 VM 을 생성하고 단말에서 요청한 작업을 VM 에서 수행하게 된다. Cloudlet 은 Openstack 기반으로 개발되어 “Openstack++”라는 이름으로 Open Source 로 배포 되고 있으며, MEC 를 위한 환경 구축에 활용 될 수 있다. 사용된 예로는 Wearable 기기의 AR 과 AI 연구에 사용되고 있다.

● Computation Offloading

MEC 의 Computation 자원을 이용하여 단말의 Computation 을 Offloading 하는 연구도 진행중이다. CloneCloud[6]는 단말에서 수행해야할 코드와 MEC 에서 수행해야할 코드를 Tread 단위로 자동으로 나누어 수행할 수 있게 한다. MAUI[7]는 Method 단위로 Application 을 분리하여 MEC 에 필요한 부분만 수행하도록 한다.

Use Case 를 만든 경우도 있다. ME-VoLTE[8]는 영상통화시에, Video Encoding/Decoding 을 MEC 에서 수행하여 단말의 배터리 소모를 감소시켰다.

● Computation Migration

단말이 Offloading 서비스를 이용하다가 다른 지역으로 이동함에 따라 더 가까운 MEC 서버로 Migration 해야 하는 경우가 있다. [9]에서는 Markov decision process(MDP)를 이용하여, 두 MEC 서버 간의 거리를 기반으로 비용을 최소화 하는 모델을 보여주었다. [10]에서는 앞서 소개한 모델을 확장하였다. Lyapunov optimization 을 이용하여 전송, 재구성 비용을 최소화 하는 모델을 소개하였다. [11]에서는 MEC 서버에서 중앙 클라우드로 Migration 하는 모델을 소개하였다. Heuristic to-stage 알고리즘을 이용하여 비용의 최소화과 latency 를 줄일 수 있는 모델을 보여주었다.

4. 결론

MEC 는 기존 클라우드 컴퓨팅에서 엣지 노드로 컴퓨팅을 분산하여, 지연시간을 줄이고 코어 네트워크의 혼잡을 줄여 새로운 서비스를 창출 하였다. ETSI 에서는 표준화가 진행중이며, MEC 에 대해서 다양한 연구가 진행되고 있다. 앞으로 NFV/SDN 의 활용, 제한된 MEC 서버의 리소스 스케줄링, 보안등 다양한 분야에서 연구가 이루어 질것으로 보인다. Locality, Network, Service-awareness, Low-Latency 를 활용한 새로운 서비스에 대한 발굴 연구도 진행될것으로 전망 된다.

참 고 문 헌

- [1] ETSI, "Mobile edge computing," White Paper, [Online] Available: https://portal.etsi.org/portals/0/tbpages/mec/docs/mobile-edge_computing_-_introduutory_technical_white_paper_v1%2018-09-14.pdf
- [2] H. Liu et al., "Mobile Edge Cloud System: Architectures, Challenges, and Approaches," IEEE Sys. J. DOI: 10.1109/JSYST.2017.2654119, 2017.
- [3] ETSI, "Network Functions Virtualisation (NFV); Management and Orchestration" [Online] Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-MAN/001_099/001/01.01.01_60/gs_nfv-man001v010101p.pdf
- [4] ETSI, "Mobile Edge Computing (MEC):Deployment of Mobile Edge Computing in an NFV environment" [Online] Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_gr/MEC/001_099/017/01.01.01_60/gr_MEC017v010101p.pdf
- [5] M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. Caceres, and N. Davies, "The case for vm-based cloudlets in mobile computing," IEEE Pervasive Comput., vol. 8, no. 4, pp. 14-23, Oct./Dec. 2009.
- [6] B. Chun, S. Ihm, P. Maniatis, M. Naik, and A. Patti, "CloneCloud: Elastic execution between mobile device and cloud," in Proc. 6th Eur. Conf. Comput. Syst., Apr. 2011, pp. 301-314.
- [7] E. Cuervo et al., "MAUI: Making smartphones last longer with code offload," in Proc. Proc. 8th Int. Conf. Mobile Syst., Appl., Serv., Jun. 2010, pp. 49-62.
- [8] M. T. Beck, S. Feld, A. Fichtner, C. Linnhoff-Popien and T. Schimper, "ME-VoLTE: Network functions for energy-efficient video transcoding at the mobile edge," 2015 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks, Paris, 2015, pp. 38-44.
- [9] S. Wang, R. Urgaonkar, T. He, M. Zafer, K. Chan, and K. K. Leung, "Mobility-induced service migration in mobile micro-clouds," in Proc. IEEE Military Commun. Conf. (MILCOM), Baltimore, MD, Oct. 2014, pp. 835-840.
- [10] R. Urgaonkar, S. Wang, T. He, M. Zafer, K. Chan, and K. K. Leung, "Dynamic service migration and workload scheduling in edge-clouds," Performance Evaluation, vol. 91, pp. 205-228, 2015.