

에지 클라우드 기반 계층형 VMS 를 이용한 지능형 도로안전 지원 서비스의 설계

최원혁*, 고은진*, 한미경*

*한국전자통신연구원

e-mail : whchoi@etri.re.kr, ejko@etri.re.kr, mkhan@etri.re.kr

A Design of Intelligent Pedestrian Safety Support Service using Tiered VMS on the 5G based Edge Cloud

WonHyuk Choi*, Eun-Jin Ko*, Mi-Kyung Han*

*Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 5G 기반의 스마트 시티를 위한 지능형 도로 안전 지원 서비스의 설계에 관한 것이다. 초저지연, 대용량, 초연결의 특성을 가지는 5G 무선 통신망은 스마트시티를 구현하기 위한 최적의 네트워크 인프라를 제공한다. 본 논문에서는 5G 기반의 스마트 시티 서비스를 제공하기 위한 에지 클라우드 컴퓨팅 인프라를 설계하고, 5G 무선 통신 기반의 지능형 CCTV로부터 생산되는 대용량의 영상 데이터를 전송, 저장하기 위한 계층형 분산 VMS(Video Management System)의 모델을 제시하고 이를 이용하여 5G 기반의 무선 CCTV 와 디지털 투사, 재현 장치를 포함하는 스마트 가로등을 이용하여 지능형 도로 안전 지원 서비스를 제공하는 방법에 대하여 설명한다.

1. 서론

과거 4G 또는 와이파이 통신망 기반 스마트시티의 개념을 뛰어넘어 최근 스마트시티는 스마트홈을 넘어 5G 무선 통신망을 기반으로 마치 인간의 신경망처럼 도시의 각종 시설물들을 연결하여 상황에 따라 발생하는 빅데이터를 실시간으로 교환하며 동작하는 도시를 의미한다. IoT 디바이스는 물론 인공지능, 사이버 물리시스템(CPS), 빅데이터 솔루션 등 첨단 IT 기술을 통해 도로, 항만, 전기 등 도시 인프라를 효과적으로 관리하고 문제를 자율적으로 해결하는 것이 특징이다. 차세대 네트워크 환경으로 주목받는 5G 의 초고속, 저지연 특성은 자연 발생시 심각한 사고로 이어질 수 있는 디지털 헬스케어, 자율주행차, 초고속 전송을 필요로 하는 가상현실 체험 등의 스마트홈, 스마트시티 등의 실현에 중요한 기반을 제공한다. 스마트시티 안의 모든 사물과 센서는 5G 가 제공하는 네트워크 슬라이싱 등의 맞춤형 가상 네트워크를 통해 하나로 연결될 것이며 도시 기반 내의 차량을 포함한 모든 편의 시설이 유기적으로 수요자에게 편리함을 제공할 것이다[1].

또한, 다양한 5G 기반의 스마트시티 서비스를 제공하기 위해서 제공되는 컴퓨팅 인프라는 기존의 중앙 집중형 데이터 처리를 위한 클라우드 컴퓨팅에서 에지 컴퓨팅의 형태의 계층형 분산 구조로 전환되고 있다. MEC(Multi-access Edge Computing)[2]에 기반한 에지 컴퓨팅은 IoT(internet of Things) 기기들이 생성한 데이터를 데이터센터나 클라우드까지의 기나긴 경로를 통

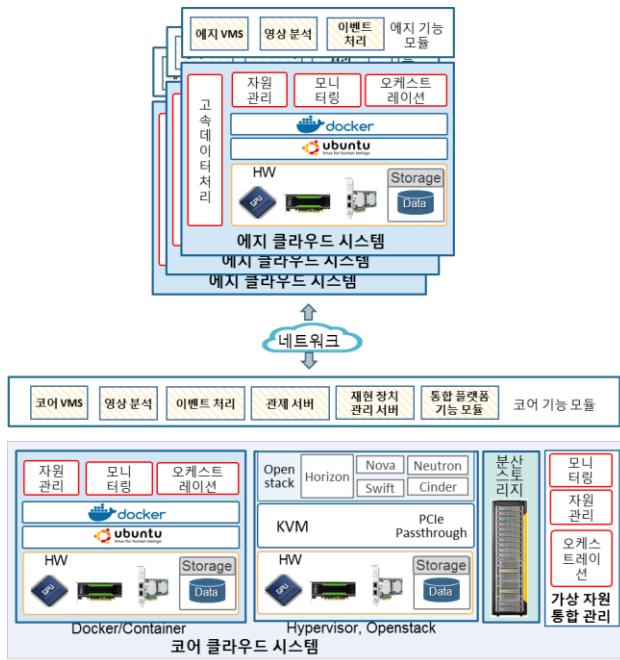
해서 송신하는 대신 데이터가 생성된 위치에서 더 가까운 곳에서 처리될 수 있도록 해준다[3]. 네트워크 에지의 더 가까운 곳에서 컴퓨팅을 함으로써 중요한 데이터를 준 실시간으로 처리할 수 있는데, 이는 저지연 처리의 특성이 필요한 5G 기반의 스마트시티 서비스를 구현하는데 최적의 인프라를 제공해 준다.

본 논문에서는 5G 무선 통신 기반의 에지 컴퓨팅 인프라를 이용하여 디바이스 에지단에서 영상 분석 기능을 제공하는 지능형 CCTV 와 정보를 표출하는 디지털 재현장치와 사이니지로 구성되는 스마트 가로등을 이용하여 보행자를 위한 지능형 도로 안전 서비스를 제공하는 방법에 대하여 기술한다. 이를 위하여, 5G 기반의 영상 데이터를 처리하기 위한 에지 클라우드 컴퓨팅 인프라와 이에 최적화된 계층형 분산 VMS를 설계하고, CCTV 에서 분석된 이벤트 데이터를 지역을 최소화하기 위하여 컴퓨팅 에지 수준에서 디지털 재현장치 및 투사장치로 전달하여 교통 약자를 위한 지능형 도로 안전 지원 서비스를 제공하는 방법을 제안한다.

2. 에지 클라우드 인프라의 설계

그림 1 은 본 연구에서 제공하는 에지 클라우드 컴퓨팅 인프라의 구조이다. 중앙 집중형 ID 기반의 클라우드 컴퓨팅과 달리, 에지 컴퓨팅은 에지단에서 수집되는 데이터를 최단 시간에 처리하여 서비스의 지역을 줄이는데 그 목표가 있다. 또한, 수많은 디바이스들이 발생하는 데이터를 가공하여 중앙의 코어 클라우드로 선택, 전송함으로써 네트워크 부하를 줄일 수

있는 장점을 제공한다[2].



(그림 1) 에지 클라우드 인프라 구조

에지 클라우드 시스템에서는 수신되는 데이터를 자연 없이 고속 처리하기 위한 SR-IOV[4], DPDK[5] 기반의 고속데이터 처리기능을 제공한다. 또한, 기존의 가상 머신에 비하여 경량화된 도커[6] 기반의 컨테이너 환경을 제공한다. 코어 클라우드 시스템은 에지 클라우드 시스템과 마찬가지로 도커 기반의 컨테이너 환경을 제공하고, 기존의 가상 머신 기반의 서비스들을 수용하기 위한 오픈 스택[7] 기반의 가상화 환경도 제공한다. 컨테이너를 모니터링하고 배포 및 관리하기 위한 도구로 쿠버네티스[8]를 사용하고, 쿠버네티스와 오픈 스택을 통합 관리하는 사용자 인터페이스를 제공한다. 또한, 에지 및 코어 클라우드에서는 영상 분석을 위한 GPU 가속 환경을 제공하며, 에지 및 코어에서 처리하는 데이터를 효율적으로 저장하기 위하여 Ceph[9] 기반의 분산 스토리지도 제공한다.

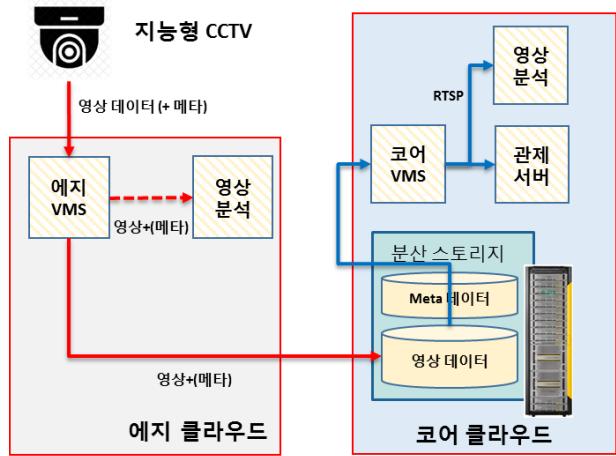
3. 계층형 VMS의 설계

기존의 고정형 CCTV의 영상을 관제하는 VMS는 RTSP[10] 기반의 프로토콜을 이용하여 CCTV로부터 영상을 수집하여 중앙의 스토리지에 영상 데이터를 저장하고, 이를 RTSP 프로토콜을 이용하여 전달(Relay)하거나 분배하였다. 또한, 영상 분석은 저장된 데이터를 바탕으로 처리하여 분석 결과를 실시간으로 처리하기 어려운 단점이 있었다.

5G 기반의 지능형 CCTV를 이용한 영상 수집 및 분석[11]은 5G 무선통신의 특성상 CCTV의 이동성을 보장해야 하므로 기존의 RTSP 프로토콜을 이용한 PULL 방식의 데이터 전송을 적용하기 힘든 단점이 있다.

이를 해결하기 위하여 그림 2와 같이 5G 기반의

CCTV에서 전송되는 영상 데이터와 지능형 분석을 통해 CCTV에서 생성된 메타 데이터를 에지 클라우드에 존재하는 에지 VMS로 RTP[12] 등의 프로토콜을 이용한 PUSH 방식으로 전송하고, 이를 코어 클라우드에 위치한 분산 스토리지로 전송/저장하여 처리하는 방식을 제안한다.

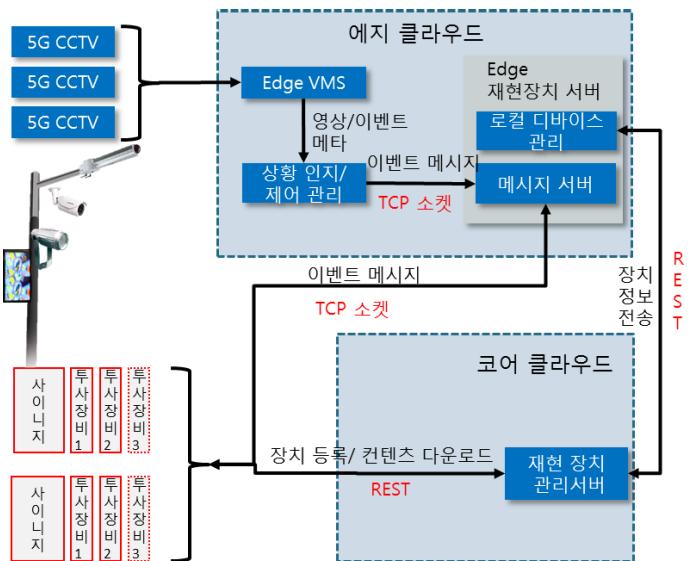


(그림 2) 계층형 분산 VMS 구조

또한, CCTV에서 전송되는 이벤트 데이터를 에지 클라우드의 에지 VMS를 이용하여 실시간으로 이벤트 처리 기능으로 전달하거나 에지 시스템에서 추가적인 영상 분석을 처리하여 다양한 저지연 서비스를 구현할 수 있게 한다.

4. 스마트 가로등을 이용한 도로 안전 지원 서비스의 설계

상기에서 제안한 에지 클라우드 인프라와 계층형 분산 VMS를 이용하여 본 논문에서는 그림 3과 같이 스마트 가로등을 이용한 지능형 도로 안전 서비스를 제공할 수 있는 구조를 제안한다.



(그림 3) 도로안전 지원 서비스의 설계

이는 지능형 CCTV 와 디지털 투사장치와 사이니지 를 이용하여 스마트 가로등 시스템을 구축하고, CCTV 에서 실시간으로 분석하여 전송하는 영상의 이벤트 메타 데이터를 에지 VMS 를 통하여 수신하여 이를 이벤트 처리 모듈로 전달하고 이를 다시 스마트 가로등의 디지털 투사장치와 사이니지로 전송하면 코어 클라우드의 재현 장치 관리 서버로부터 이벤트 상황에 대한 컨텐츠를 다운로드한 디지털 재현 장치가 적절한 이벤트를 표출하는 방식이다.

일례로, 무단횡단 구역에 대한 ROI(Region of Interest)를 설정한 CCTV 는 무단 횡단 하는 보행자에 대한 객체를 영상 분석을 통하여 검출하고, 이에 대한 이벤트 메타 데이터를 에지 VMS 로 전송하면, 이를 수신한 상황 인지/제어 관리 모듈이 무단 횡단에 대한 이벤트 정보를 에지의 재현 장치 서버를 통하여 디지털 사이니지와 투사 장치로 전송하고, 해당 이벤트 정보를 수신한 디지털 투사장치는 무단횡단 하는 보행자에게 경고 화면을 도로 상으로 표출하고, 디지털 사이니지를 통하여 접근하는 차량에 보행자 무단 횡단에 대한 경고 영상을 표출하여 보행자 안전 지원 서비스를 제공할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는, 5G 무선 통신 기반의 에지 컴퓨팅 인프라를 이용하여 디바이스 단에서 영상 분석 기능을 제공하는 지능형 CCTV 와 정보를 표출하는 디지털 재현장치와 사이니지로 구성되는 스마트 가로등을 이용하여 보행자를 위한 지능형 도로 안전 서비스를 제공하는 방법에 대하여 기술하였다. 이를 위하여, 5G 기반의 영상 데이터를 처리하기 위한 에지 클라우드 컴퓨팅 인프라와 이에 최적화된 계층형 분산 VMS 를 설계하고, CCTV 에서 분석된 이벤트의 지연을 최소화 하기 위하여 컴퓨팅 에지 수준에서 디지털 재현장치 및 투사장치로 전달하여 지능형 도로 안전 지원 서비스를 제공하는 방법을 설계하였다.

향후에는, CCTV 이외의 IoT 센서 데이터, 드론 영상 등의 이종의 데이터를 이용한 다양한 스마트시티 서비스를 제공하는 방법과 에지 클라우드에서 처리 지연에 대한 최적화 방안에 대하여 연구를 수행할 예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 2019 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 “범부처 Giga KOREA 사업”의 지원을 받아 수행된 연구임(No. GK19P0600, 5G 기반의 스마트시티 서비스 개발 및 실증).

참고문헌

- [1] 배현표, “스마트시티의 현재와 미래를 이끄는 네트워크와 5G”, Review of Architecture and Building Science, 건축 제 61 권 제 12 호, 2017. 12., pp.16-19.
- [2] ETSI, “MEC in 5G networks” White paper No. 28, First

edition, Jun, 2018.

- [3] IT World, “엣지 컴퓨팅의 이해와 네트워크의 변화”, Sep 26, 2017
- [4,5] 박영기, 양현식, 김영한. (2017). NFV 환경에서의 데이터평면 가속화 기술들의 적용 및 성능비교 분석. 한국통신학회논문지, 42(8), 1636-1646.
- [6] <https://www.docker.com/>
- [7] <https://www.openstack.org/>
- [8] <https://kubernetes.io/ko/docs/concepts/overview/what-is-kubernetes/>
- [9] <https://docs.ceph.com/docs/master/>
- [10,12] Raimarius Delgado, 이승형, 안병덕, 최병욱. (2018). RTSP 를 이용한 임베디드 하드웨어 기반 동시 방송 시스템 개발. 한국지능시스템학회 논문지, 28(4), 362-368.
- [11] 정치윤, 한종욱, 영상감시연구팀, “지능형 영상분석 이벤트 탐지 기술동향,” 전자통신동향분석, (2012): 114-122