

분산 클라우드 환경에서 효율적인 패킷 전송을 위한 오픈플로우 스위치 기반의 에지 클라우드 구조 연구

강석원[○], 홍충선*

경희대학교 컴퓨터공학과

{dudtntdud, cshong}@khu.ac.kr

Openflow based on Edge Cloud Structure for Efficient Packet Forwarding in Distributed Cloud Environment

SeokWon Kang[○], ChoongSeon Hong*

Department of Computer Science and Engineering, Kyung Hee University

요 약

최근 클라우드 환경은 모바일 코어 네트워크에 집중되는 트래픽 과부하를 줄이고 실시간, 저 지연을 요구하는 서비스에 대하여 고 대역폭 네트워크 환경을 보장하기 위해 중앙 집중형 방식의 클라우드 모델에서 사용자와 가까운 위치에 클라우드를 배치하는 분산형 방식으로 변하고 있다. 그에 따라 단말에 근접한 곳에 위치하여 서비스를 제공하는 이른바 에지 클라우드의 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 높은 성능과 낮은 지연을 제공하기 위한 에지 클라우드를 구축하고, 분산 클라우드 환경에서의 클라우드 서비스를 효율적으로 제공·관리할 수 있도록 오픈플로우 스위치 기반의 에지 클라우드 환경을 제안한다. 이는 기존에 구성된 에지 클라우드에서 제공하는 라우팅 서비스보다 더욱 빠른 응답시간을 제공할 수 있었다.

1. 서 론

현재 네트워크 환경의 트래픽 양이 IoT 단말과 무선 센서 등의 스마트 디바이스 출현으로 인해 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 수많은 디바이스로부터 오는 데이터를 실시간으로 처리하고 서비스를 제공하기 위해 높은 성능과 낮은 지연, 높은 보안 수준 등의 다양한 요구사항이 생겨나고 있다. 이에 따라 부하를 줄이기 위해 클라우드 컴퓨팅 환경이 코어 클라우드의 중앙 집중 방식에서 사용자와 가까운 거리에 모바일 에지 서버를 구성하는 분산 방식으로 변하고 있다.

Cisco 전망에 따르면 2020년까지 인터넷에 연결된 스마트 디바이스가 20억개에서 500억개로 증가할 것으로 예측된다[1]. 이와 같이 급증하는 스마트 디바이스에서 생산되는 모바일 코어 네트워크의 트래픽을 제어하고 수많은 네트워크 장비를 효율적으로 관리하기 위해 Software Defined Network(SDN)이라는 새로운 아키텍처가 제안되었으며, 수 많은 노드를 연결해 사용하는 분산 클라우드 환경에

활용이 가능하다.

본 논문에서는 오픈플로우 스위치 애플리케이션을 활용한 에지 클라우드를 구축하고, Docker를 활용하여 호스트에게 쉽게 서비스를 제공할 수 있도록 구성하였다. 2장에서는 분산 클라우드 및 SDN Switch의 개념을 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 에지 클라우드의 구성에 대해 설명한다. 4장에서는 DNAT 라우팅 기법의 에지 클라우드 시스템과의 성능을 비교하며 5장에서는 본 논문을 요약 및 정리하고 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 Mobile Edge Computing

MEC(Mobile Edge Computing)이란 무선 기지국에 분산 클라우드 컴퓨팅을 적용하여 다양한 서비스와 개성 콘텐츠를 이용자 단말에 가까이 전개함으로써 모바일 코어 네트워크의 혼잡을 완화하고, 새로운 로컬 서비스를 창출하는 기술이다[2]. MEC는 데이터 부하를 줄일 수 있다는 점과 더불어 데이터 수집과 처리를 로컬 네트워크 내에서 끝낼 수 있어 보안을 강화 할 수 있다. 본 논문에서는 기존 코어 클라우드의 데이터 부하

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017R1A2A2A05000995). Dr. CS Hong is the corresponding author.

분산을 위해 에지 클라우드를 구축하고 기존 에지 클라우드 모듈과의 비교를 통해 성능 측면에서의 이점을 보이고자 한다.

2.2 Open vSwitch

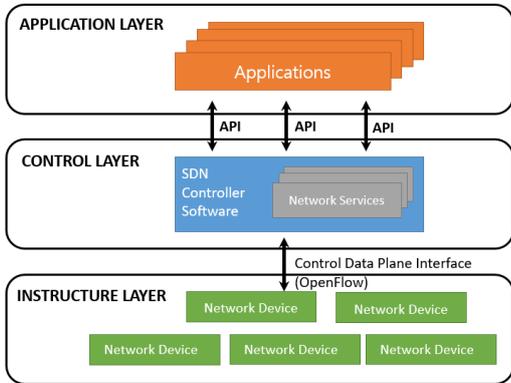


그림 1 SDN Architecture

그림 1은 SDN 아키텍처의 구성도이며, Open vSwitch는 오픈플로우 스위치 애플리케이션으로 근래 SDN 연구 분야에서 중요한 요소의 기술로 사용되며, 중앙집중식의 스위치를 원격 제어하기 위한 오픈플로우를 지원한다. 본 논문에서는 에지 클라우드에 연결된 호스트와 컨테이너를 SDN을 통해 효율적으로 관리하고, Flow Table을 활용하여 원하는 서비스를 제공할 수 있도록 설계한다.

3. 제안사항

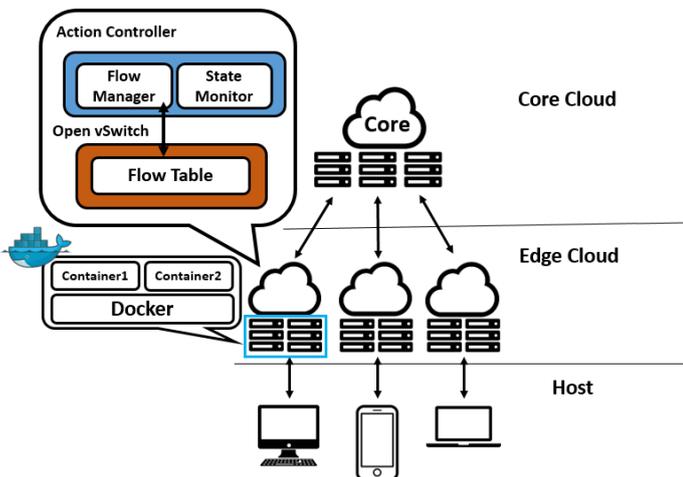


그림 2 분산 클라우드 네트워크 토폴로지

그림 2는 전체적인 분산 클라우드의 네트워크 토폴로지로, 코어 클라우드는 Amazon AWS, MS의 Azure와 같은 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 활용하여 구축할 수 있다. 에지 클라우드는 사용자와 가까운 무선 기지국에 분산 클라우드 컴퓨팅을 적용하여 코어 네트워크의 혼잡을 완화하고 새로운 로컬 서비스를 제공할 수 있다. 에지 클라우드 내에는 Flow

Manager를 위한 Open vSwitch 내의 Flow Table과 서비스 제공을 위한 Docker가 작동하고 있으며, 사용자가 특정 서비스를 요청 할 경우에 Flow Table의 Flow rules에 따라 알맞은 Container에서 서비스를 제공할 수 있도록 한다.

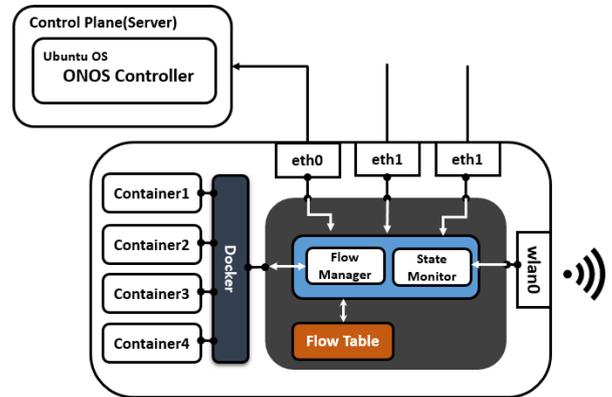


그림 3 에지 클라우드 구성도

그림 3은 [3]에서의 에지 클라우드 환경에서 오픈플로우 스위치를 활용하여 개선한 구성도이며, Raspberry PI 3 Model B를 사용하였다. LS-LAN20C USB 2.0 Ethernet을 사용하여 호스트가 유선 네트워크를 사용할 수 있도록 하였고, Raspberry PI 자체 무선 랜을 AP 환경으로 구성하여 모바일 기기들이 클라우드에 접속하여 서비스를 제공할 수 있도록 설계하였다.

에지 클라우드를 사용하는 호스트가 서비스를 요청할 경우, 에지 클라우드의 Flow table에 따라 해당 Container를 통하여 호스트에게 서비스를 제공한다. 이때 에지 클라우드는 Open vSwitch를 활용하여 자체적인 Flow rules를 운용할 수 있어서, 코어에서 따로 Flow Table을 가지고 있지 않아도 되기 때문에 부하 분산이 가능하다.

4. 성능 평가

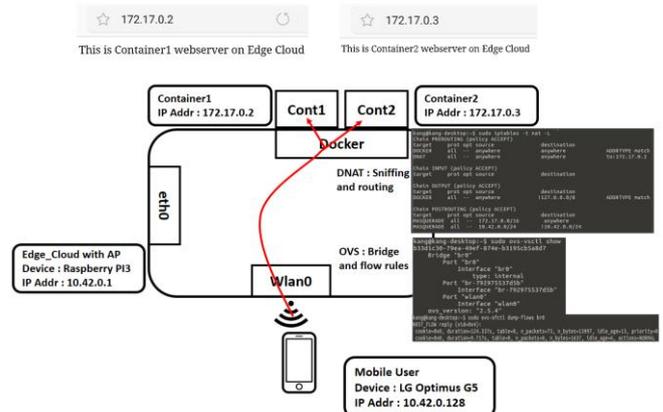


그림 4 에지 클라우드 프로토타입 구성도

그림 4는 구성된 에지 클라우드의 테스트베드 구성도로, 호스트를 에지 클라우드에 연결하여 서비스되고 있는 도커 컨테이너의 주소로 접속한 결과를 나타낸 것이다. 이때 연결된 호스트의 패킷은 성능 분석을 위하여 DNAT로 라우팅 하는 방식과 Open vSwitch를 사용하는 방식으로 나누어 실험하였다. DNAT의 경우, iptables -t nat -L 명령으로 출력되는 테이블과 같이 eth0을 통해 코어로 나가는 패킷을 에지로 전달해서 호스트가 에지에서 서비스를 받을 수 있도록 설계하였다. Open vSwitch의 경우는 도커와 무선 인터페이스를 브릿지로 연결 한 후에 자체적인 flow rules를 통하여 호스트의 패킷이 컨테이너로 전송 될 수 있도록 룰을 구성하였다.

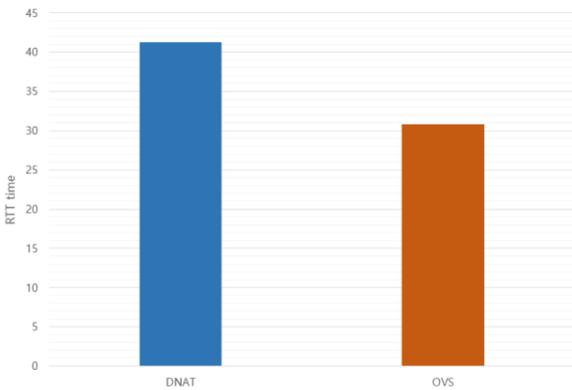


그림 5 Packet RTT 측정

그림 5는 모바일 단말과 에지 클라우드 간의 패킷 전송을 위한 모듈의 패킷 처리 시간을 ICMP 패킷 응답 시간(Round Trip Time)을 통하여 측정하였다. DNAT와 OVS 두가지 방식에서 측정하였고, 64byte의 ICMP 패킷을 100번 전송하여 평균값을 구했다. Open vSwitch의 경우 SDN Controller에 연결하여 사용할 수 있다는 장점과 더불어 DNAT에 비해 조금 더 빠른 성능을 보인다.

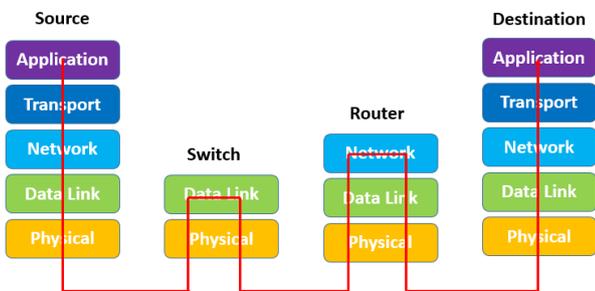


그림 6 스위치와 라우터의 계층

그림 6과 같이 DNAT는 전송하려는 패킷을 검사하고 데이터베이스 상에 등록되어 있는 서비스를 체크한 후, 라우팅을 하는, OSI Layer 3계층의 과정을 거치는 것과 달리 Flow rules를 통하여 스위치 기능을 하는 2계층의

Open vSwitch가 좀 더 좋은 성능을 보임을 알 수 있다[4].

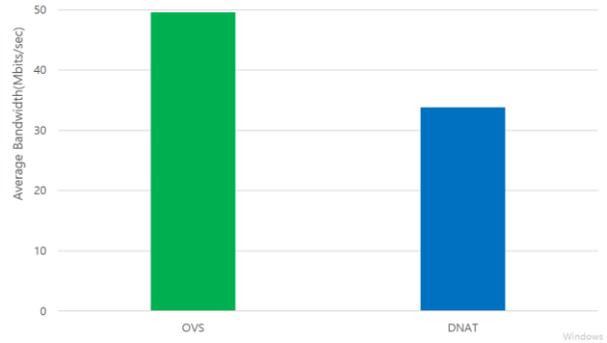


그림 7 호스트와 컨테이너간의 대역폭

그림 7은 iperf라는 네트워크 성능 측정 툴을 통하여 두가지 방식의 평균 대역폭을 나타낸 결과이다. 에지 클라우드를 Server로, 호스트를 Client로 두고 측정 한 결과, Open vSwitch를 사용하였을 경우에 대역폭이 약 46.74% 증가하였다. 이는 기존의 DNAT를 사용하였을 때 보다 Open vSwitch를 활용했을 때, 넓은 대역폭을 활용할 수 있을 것으로 보인다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 오픈플로우 스위치 애플리케이션인 Open vSwitch를 활용하여 에지 클라우드 프로토타입을 구성하고 도커 컨테이너를 통해 서비스를 제공할 수 있도록 하였으며, 기존의 DNAT와의 성능 비교를 통해 좀 더 높은 속도와 대역폭을 보였다.

향후 연구로는 SDN Controller를 통하여 동적으로 flow rules를 에지 클라우드에 적용시키거나, 서비스를 적절하게 분산 시키는 등의 분산 클라우드 관리를 효율적으로 하기 위한 방안을 연구할 계획이다.

6. 참고 문헌

- [1] Peng Zhang, Joseph K. Liu, F. Richard Yu, Mehdi Sookhak, Man Ho Au, Xiapu Luo, "A Survey on Access Control in Fog Computing", IEEE Communications Magazine, February 2018.
- [2] 김상기, 박종대, "5G를 위한 MEC 기술동향", 전자통신동향 분석, 제31권 1호, PP 25-35, 2016년 2월.
- [3] 김도현, 김윤곤, 변준영, 손동영, Tien-Dung Nguyen, 홍충선, "분산 클라우드 환경에서 에지 클라우드 활용을 위한 서비스 인지 라우팅 모듈 구현", 2017년 한국소프트웨어종합학술대회 논문집.
- [4] Cisco Meraki document, "Layer 3 versus Layer 2 Switch for VLANs", https://documentation.meraki.com/MS/Layer_3_Switching/Layer_3_versus_Layer_2_Switch_for_VLANS. (accessed December 4, 2017).