

# 실시간 Software-Defined Network 을 위한

## Open vSwitch 우선순위 큐 구성

안남원°, 김성환, 임 혁

광주과학기술원 정보통신공학부

### Configuration of Open vSwitch Priority Queues for Real-time Software-Defined Networks

Namwon An°, Sunghwan Kim, Hyuk Lim

School of Information and Communications, Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

#### 요 약

본 논문은 software-defined network 에서 실시간 데이터 전송을 위한 Open vSwitch 우선순위 큐 구성 방법을 논한다. 다양한 QoS 설정을 지원하도록 하기 위하여, Open vSwitch 의 우선순위 큐 구성을 사용하여 flow 의 우선순위에 따른 패킷 포워딩을 구현한다. 각 큐의 maximum/minimum rate, burst size, priority 및 큐잉 스케줄링 정책 선택 통해 우선순위 차별화가 가능하다. 본 논문에서는 Open vSwitch 우선순위 큐 구성을 위한 데이터베이스 구성과 테이블 및 record 의 생성/연결 방법에 대해 자세히 논한다.

#### 1. 서론

컴퓨터 네트워크 기술의 발달과 인터넷의 급속한 성장으로 VoIP, IP-TV, e-learning, online game 등 다양한 실시간 어플리케이션이 등장하였고, 비디오, 오디오 등 실시간 데이터의 신속한 전송이 매우 중요해 지고 있다. 실시간 데이터는 네트워크에서 지연시간 데드라인 (delay deadline)내에 source 에서 destination 까지 전송이 돼야 하는 요구사항을 가지고 있고, 이러한 요구사항을 만족시키기 위한 실시간 데이터 전송 기술의 연구가 필요하다.

인터넷에서 데이터 종류에 따른 서비스 차별화 기술로 DiffServ 가 제안된 바 있다. DiffServ 는 데이터의 종류에 따라 클래스를 분류하고, 각 라우터에서 클래스별로 best-effort 서비스를 제공하는 방식이다. 그러나 best-effort 서비스로 인해 실시간 데이터의 지연시간 데드라인 보장이 불가능하고, 제한된 클래스 개수로 인해 서비스 차별화가 제한되어 실시간 어플리케이션의 다양한 요구사항을 만족시키는데 한계를 가진다.

최근 software-defined networking (SDN) 기술을 기반으로 중앙화된 관점에서 네트워크를 제어하기 위한 연구가 이루어지고 있다. SDN 은 네트워크를 제어 망과 데이터 망으로 분리하는 메커니즘으로 SDN 제어기가 제어망을 통해 각 라우터와 연결되어 전체 데이터 망을 중앙에서 관리할 수 있게 된다. 본 논문은 소프트웨어정의 네트워크(software-defined network)에서 flow 우선순위 조절을 통해 지

연시간 데드라인을 보장하기 위한 Open vSwitch (OVS) [1] 우선순위 큐 구성 방법에 대해 논한다.

#### 2. Open vSwitch 우선순위 큐

##### 2.1 Open vSwitch 내부구조

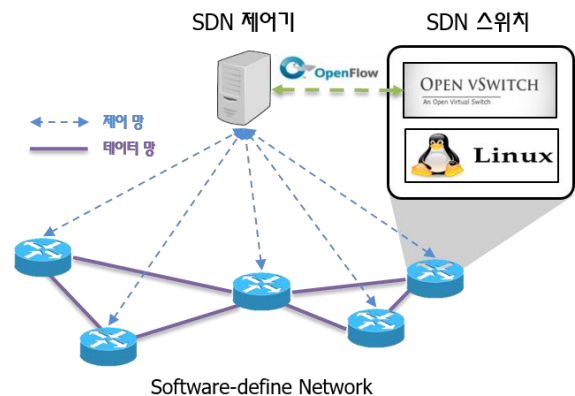


그림 1. Software-defined Network 및 Open vSwitch

OVS 는 리눅스 기반의 소프트웨어 스위치로 OpenFlow 프로토콜을 지원하여 소프트웨어정의 네트워크에서 SDN 스위치로 사용될 수 있다. 그림 1 에서 SDN 스위치는 제어망을 통해 SDN 제어기에 물리 스위치의 포워딩 테이블 관리를 위한 인터페이스를 제공한다.

OVS 는 그림 2 와 같이 커널 모듈과 데몬, 다양한 어플리케이션으로 구성되며, 커널 모듈에서 물리 스위치의 각 포트에 들어오는 패킷을 포워딩 테이블

에 따라 처리한다. OVS의 각 포트를 위한 우선순위 큐 구성은 `ovs-vsctl`이나 `ovsdb-tool`을 통해 `ovsdb`에 query함으로써 이루어진다. 예를 들어, 그림 2에서 `eth0` NIC 포트에 두 개의 큐를 구성하고, 각각 우선순위 1, 2를 부여하고, `maximum rate`으로 10 Mb/s, 큐잉 스케줄링 정책으로 `HTB`를 선택할 때, 이 설정 값을 `ovsdb`에 저장함으로써 우선순위 큐를 구성할 수 있다.

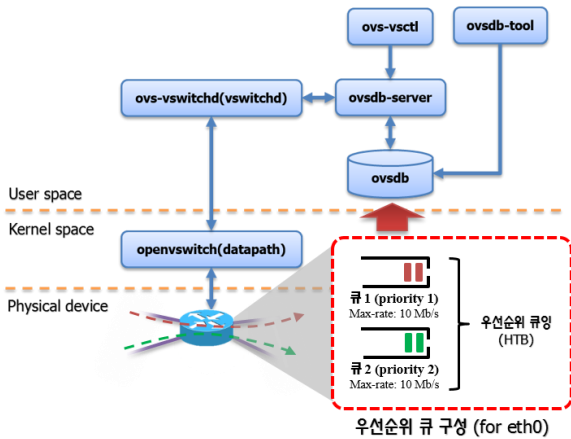


그림 2. Open vSwitch 내부구조 및 우선순위 큐 구성

## 2.2 우선순위 큐 구성

그림 3은 우선순위 큐 구성을 위한 `ovsdb`의 테이블 구성을 나타낸다. `Interface table`은 각 NIC별 설정 및 속성 값을 `record`로 저장하며, `port table`은 OVS의 각 입출력 포트에 대한 설정 값을 `record`로 저장한다. 따라서, 그림 2의 예와 같이 `eth0` NIC에 두 개의 우선순위 큐를 구성하려고 할 때, `port table`에서 `eth0` 포트에 대한 QoS 필드에 각 큐와 QoS 설정을 `queue table`과 `QoS table`의 `record`로 구성하고 연결할 수 있다. 각 큐의 `priority`와 `maximum rate`, `burst size`와 큐잉 스케줄링 정책을 `queue table`과 `QoS table`에 설정함으로써 `eth0`에 우선순위 큐를 구성할 수 있다.

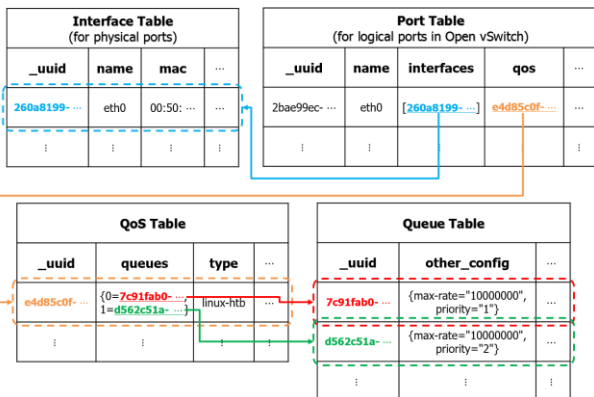


그림 3. 우선순위 큐 구성을 위한 OVSDB 테이블 구성

구성한 우선순위 큐를 바탕으로 SDN 제어기에서 `enqueue action`을 이용하여 flow가 어떤 큐에 삽입될지 결정함으로써 flow의 우선순위를 결정할 수 있다.

## 3. 실험 및 결론

구성한 우선순위 큐를 검증하기 위해 그림 4와 같이 HP Pavilion 500 PC와 Ubuntu 12.04, Open vSwitch 2.1.2를 이용하여 테스트베드를 구성하였다. 본 실험에서는 테스트베드와 remote server에 각각 `iPerf` 프로그램 client와 server를 실행하여 총 2개의 flow를 구성하였고, 각 flow에 high priority (1)와 low priority (2)를 부여하였다. Open vSwitch에는 두 개의 우선순위 큐를 구성하고, 각각 `maximum rate`으로 10 Mb/s를 설정하였다. 그리고 테스트베드와 remote server 간 링크 대역폭은 10 Mb/s로 구성하였다. 본 실험에서는 두 flow의 대역폭을 10 Mb/s로 설정하고, high priority flow가 admission될 때, low priority flow의 처리량 변화를 실험하였다.

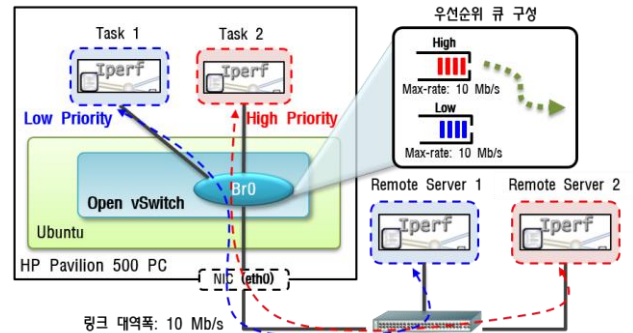


그림 4. Open vSwitch 우선순위 큐 테스트 베드 구성

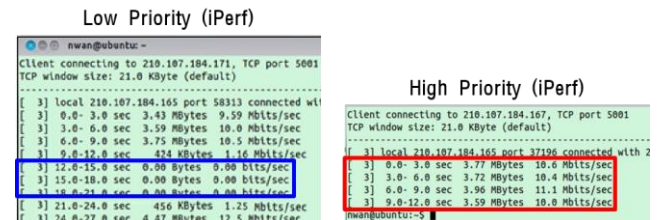


그림 5. 동시간대 iPerf 성능

그림 5에서 low priority flow에서 10 Mb/s의 처리량으로 데이터가 전송되고 있고, 중간에 high priority flow가 admission되었을 때, low priority flow의 처리량이 일시적으로 감소하는 것을 볼 수 있다. 반면, high priority flow의 처리량은 10Mb/s로 유지되었다.

본 논문의 우선순위 큐 구성 방법을 통해 우선순위 기반 데이터 처리와 다양한 QoS 설정이 가능한 소프트웨어정의 네트워크의 구성이 가능하며, 이는 실시간 데이터 전송 및 우선순위 기반 데이터 전송을 기반으로 하는 많은 연구의 실험 및 실증적 검증에 크게 기여할 것으로 기대된다.

## 4. 참고 문헌

[1] "Open vSwitch (OVS)," <http://openvswitch.org/>.

※ 본 연구는 미래창조과학부 재원으로 정보통신기술연구진흥센터 정보통신방송연구개발사업(B0101-15-0557, 고신뢰 CPS 연구센터) 및 한국연구재단 중견연구지원사업(핵심)의 지원을 받아 수행된 연구임 (2014R1A2A2A01006002).