

무선 환경에서 네트워크 인터페이스 가상화를 통한 SVC 비디오의 다중 스트리밍

안성원^o 유혁

고려대학교 운영체제 연구실

swahn@os.korea.ac.kr chuckyoo@os.korea.ac.kr

Virtualization of Network Interface for Multi-Streaming of SVC Video in Wireless Environment

SungWon Ahn^o Chuck Yoo

Korea University Operating System Laboratory

1. 서 론

가상화(Virtualization)는 장비의 하드웨어적인 제약사항을 많이 완화시켜 줄 수 있는 방법으로 많은 연구가 진행되고 있다. 가상화 기법은 하드웨어를 사용하는 다양한 분야에 걸쳐 응용 되어 질 수 있는데, 특히 무선 통신 환경에 응용되어 질 수 있다면 통신성능의 향상을 기대할 수 있을 것이다. 현재 널리 사용되고 있는 노트북, PDA, 핸드폰 등의 모바일(Mobile) 시스템은 그 특성상 유선환경에 비하여 통신이 제한되며, 효율성이 떨어지는 것이 사실이다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 하나의 네트워크 인터페이스를 갖는 디바이스의 NIC(Network Interface Card)을 가상화 하여 마치 여러 개의 NIC을 갖는 것처럼 동작하게 한다면 무선 통신의 성능을 향상 시킬 수 있다.

2. 네트워크 인터페이스 가상화

가상화를 통하여 분할된 NIC은 다수의 VNI(Virtual Network Interface)를 갖는다. 일반적으로 무선 단말 장비의 주변으로 다수의 AP가 존재한다면, 각각의 VNI는 다수의 AP들과 각각 연결이 된다. 기본적으로 가장 우수한 대역폭을 갖는 AP 와의 연결을 주 연결(Main-Connection : MC)로 하고, 나머지 AP들과의 연결을 부 연결(Sub-Connection : SC)로 하여, MC가 대기상태가 되거나 연결이 원활하지 않을 때, SC으로 통신을 지속적으로 할 수 있다. 이때의 NIC은 다중채널의 지원이 되며, MC의 통신은 항상 우선순위를 갖기 때문에 다른 단말과의 채널경쟁에서의 대기상태가 끝날 때 언제나 재기될 수 있다. 가상화된 인터페이스를 갖는 단말과 AP들 과의 통신은 802.11 WLAN 표준에서 제공 되어지는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 방식과 유사하게 진행되고, NVMM(Network Virtualization Management Machine)에 의해서 컨트롤 된다. AP와의 연결이 약해지거나 두절되지 않는 한 대부분의 데이터 통신은 MC을 통하여 이루어지며, 연결 상태가 좋지 못하거나 두절되게 되면 SC중 가장 우수한 연결을 갖는 연결이 MC을 대신하게 된다.

처음 통신을 시작하면 각각의 VNI는 각각의 AP들과 연결을 시도하여 각 AP들의 TIM(Traffic Indication Map)에 자신만의 고유한 가상 Mac address를 순차적으로 등록하게 된다. NVMM에 의해서 각각의 AP들과 연결된 VNI들은 우선순위가 정해지고 Main과 Sub를 결정한다. NVMM은 MC을 갖는 VNI의 우선순위를 가장 높게 두고, 중요한 데이터 정보나 VNI를 통한 패킷 전송을 먼저 처리하도록 한다. MC의 통신에서 AP의 채널 점유를 다른 단말에 넘겨주는 경우 대기상태에 들어가게 되는데, 이 기간 동안 SC의 연결로 지속적인 데이터 통신이 가능하다.

SC의 연결 주기는 MC이 대기 상태일 때 또는 AP1에서 전송한 TIM 내에 포함되어 있지 않았을 때 동작한다. 다른 AP 와의 연결 전환은 무선 통신에서의 DIFS (DCF Inter Frame Spacing)를 기준으로 DIFS 보다 대기 시간이 길어질 때 이루어진다. 그 이유는 AP가 하나의 단말과 통신을 마친 후 다른 단말이 그 AP와 통신을 이루기 위해서는 DIFS의 시간만큼 채널이 비어있음을 확인한 후에 통신을 시작하기 때문이다. MC이 다른 단말들과의 채널경쟁에서 밀려 대기 시간이 길어진다면, 상대적으로 SC을 이용한 통신은 보다 여유로워 진다. SC을 갖는 VNI들은 802.11 표준의 전력관리와 같은 방식으로 동작하는데, 통신도중 MC을 갖는 VNI가 깨어날 타이머거나 AP로부터 TIM을 받으면 SC을 갖는 VNI들은 대기상태로 들어간다. 대기상태에 있는 VNI들에게 전달될 데이터는 연결된 AP내에 버퍼링 되며, MC-VNI가 대기상태로 들어가면 SC-VNI는 ps-poll 메시지를 통해 자신에게 전달될 데이터를 전송 받는다.

가상화를 통하여 여러 개의 NIC을 갖는 것처럼 동작하는 모바일 단말은 다수의 AP(Access Point)와 연결될 수 있어서, 다중 경로를 통한 전송이 가능해지고 성능을 향상시킬 수 있다. 또한 어느 하나의 통신 경로가 불안정하게 되더라도, 다른 연결을 통해서 통신을 계속 할 수 있어서 통신망 두절에 대한 복구가 빨라진다. 이러한 장점은 SVC(Scalable Video Codec) 비디오 스트리밍을 하는 모바일 장비에 매우 적합하게 응용 되어질 수 있는데, 이 모바일 장비가 다수의 AP 와 통신을 하여 비디오 스트리밍에서의 화질 개선을 가능하게 하고 에러 내성을 높일 수 있다.

SVC인코딩 비디오는 다양한 등급의 레이어로 인코딩 되어, 가장 기본이 되는 Base Layer 만으로도 디코딩이 가능하고, 여러 등급의 Enhancement Layer가 Base Layer 와 더해지게 되면 보다 높은 화질의 비디오 재생을 가능하게 한다. 따라서, 비디오 영상을 재생하기 위해 가장 중요한 Base Layer 등급의 E를 MC 으로 전송하게 되고, 반드시 보장될 가능아도 되는 추가적인 데이터를 갖는 Enhancement layer를 SC 으로 전송하여, 보다 나은 QoS(Quality of Service)를 제공할 수 있다. SC 으로부터 전송 받은 SVC 비디오 데이터의 Enhancement Layer는 많은 정보를 받으면 ye만 반드시 모든 데이터를 다 받아야 할 필요는 없기 때문에, 데이터의 전송이 완료될 가능았더라도 빠른 sleep 상태로 전환하여 MC의 통신에 추가적으로 발생될 수 있는 오버헤드를 최소화 한다. 또한 별도의 추가적인 하드웨어 비용 소모 없이 이러한 성능향상이 가능해진다.

3. 결론 및 향후과제

가상화는 하드웨어적인 한계성을 완화하여 보다 다양한 서비스를 가능하게 하고, 자원을 효과적으로 사용할 수 있게 한다. 모바일 시스템의 통신 매커니즘은 가상화를 통하여 보다 효율적으로 변화시킬 수 있다. 하나의 네트워크 인터페이스를 갖는 모바일 단말을 가상화 하면, 마치 여러 개의 NIC를 갖는 시스템처럼 동작하게 할 수 있다. 일반적으로 모바일 단말 주변으로 다수의 AP 신호가 존재 할 때, 가상화된 각각의 VNI는 다수의 AP들과 각각 연결이 가능하여 보다 유연하고 향상된 통신을 할 수 있게 된다.

가상화를 통한 통신 매커니즘은 여러 가지로 응용 되어질 수 있는데, 특히 SVC를 이용하는 비디오 스트리밍에 적용되어 효율성을 크게 향상시킬 수 있다. SVC의 방법으로 인코딩된 비디오 데이터는 비디오 영상 재생에 필수적인 Base Layer와 화질을 향상시키기 위한 Enhancement Layer로 나뉘는데, 중요한 Base 데이터를 MC으로 전송하고, 부수적인 Enhancement 데이터를 SC으로 전송하게 되면, 보다 효과적이며 향상된 비디오 스트리밍을 가능하게 할 수 있다.

또한 릴레이 서버가 필요 없는 다중 전송이 가능하여 에러의 내성을 높일 수 있고 스트리밍의 품질을 향상시킬 수 있다. 이러한 가상화 기술은 장비의 하드웨어적 제약사항을 완화시키며 추가적인 비용부담을 덜게하는 장점도 제공한다.

차후 실제의 무선 네트워크 환경에서 네트워크 인터페이스 가상화를 통한 다중 스트리밍의 성능향상과 시스템 오버헤드를 비교 분석 하여 제안한 방법에 보다 견고한 뒷받침이 필요하다. 채널 점유에 있어서도 다양한 통신환경에 대한 실험도 필요하며, MC과 SC의 전환에서 확률론적인 접근 방법도 필요할 것이다. 가장 최적화된 채널 전환을 찾아내면 매우 유용한 연구가 될 것이다.

4. 감사의 글

이 논문은 “서울시 산학연 지원사업(10561)”인 “스마트(유비쿼터스)시티를 위한 지능형 도시정보 컨버전스 시스템 개발”의 지원으로 수행된 연구결과입니다.

5. 참고문헌

- [1] Y.H. Kim, "Technical Trends of Network Virtualization in Future Internet", trend analysis of electronic communication, Vol25 (1). Feb 2010.
- [2] Chowdhury, N. and R. Boutaba "A survey of network virtualization." Computer Networks, In Submission, March 2008.
- [3] Fiandrotti, A., D. Gallucci, et al. "Traffic prioritization of H. 264/SVC video over 802.11 e ad hoc wireless networks". 2008
- [4] Chakareski, J. and P. Frossard "Adaptive systems for improved media streaming experience." IEEE Communications Magazine 45(1): 77. 2007.
- [5] Hillestad, O., A. Perkins, et al. "Adaptive H. 264/MPEG-4 SVC video over IEEE 802.16 broadband wireless networks." Packet Video 2007: pp26-35.
- [6] Akyildiz, I., W. Lee, et al. "NeXt generation/ dynamic spectrum access/ cognitive radio wireless networks: a survey." Computer Networks 50(13): 2006, pp2127-2159.