

# Layer 3 에서의 네트워크 가상화 및 종단간 성능 평가

홍원택, 김민아, 공정욱, 박재승, 변옥환  
한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터  
{wthong, petimina, kju, jskwak, ohbyeon}@kisti.re.kr

## Network Virtualization at Layer 3 and End-to-End Performance Evaluation

Wontaek Hong, Min-Ah Kim, Jonguk Kong, Jaiseung Kwak, Okhwan Byeon  
Supercomputing Center, Korea Institute of Science and Technology Information

### 요 약

본 논문에서는 가상화된 네트워크의 개념을 조사하고, Layer 3 에서 virtual router 메커니즘에 기반하여 가상화된 네트워크 상에서의 종단간 성능을 평가한다. Layer 3 에서의 네트워크 가상화를 위한 2 가지 주요 기술인 logical router 와 virtual router instance 개념을 도입하여 조합된 실험 네트워크 토폴로지를 구성하고 TCP 트래픽을 발생시켜 종단간 성능을 시험하였다. 실험 결과를 통해 여러 토폴로지에 관계없이 공유된 물리적 링크상에서 종단간 연결들은 동등하게 분배된 평균 처리율을 보였다. 결과적으로 virtual router 메커니즘에 기반하여 가상화된 네트워크는 액세스 네트워크상의 일반 사용자들에게 물리적 링크를 논리적으로 동등하게 공유하는 유용한 방법이 될 수 있다. 반면, 순간 TCP 트래픽 처리율에 있어서 연결 간 편차가 큰 경우가 발생하는데, logical router 를 기반으로 한 가상 네트워크에서 상대적으로 빈번했고, logical router 의 생성 제한과 관련이 있는 것으로 추정된다.

### 1. 서론

대용량 데이터 전송을 기반으로 하는 HDTV, HEP (High Energy Physics) 등과 같은 첨단 과학 응용들은 연구자의 특성에 맞게 일정 대역폭을 독점적으로 사용할 수 있도록 동적으로 할당해 줄 필요성이 있고, 첨단 응용이 늘어날수록 이러한 요구사항은 증가하고 있다. 실제로 기존의 범용 네트워크의 경우 고속의 대용량 데이터 전송이 요구되는 분야에서 속도 저하와 데이터 손실로 인한 대규모의 공동연구가 사실상 어려웠고, 연구자들은 주로 네트워크 사용자가 비교적 적은 시간대를 이용해 연구하는 불편을 겪어 왔다. 이러한 요인들은 독점적인 네트워크의 필요성을 대두시킨다.

최근, 독점적인 네트워크 사용의 필요성이 증대되면서 람다 네트워크 기술이 연구 및 교육 망 분야에서 활발히 사용되는 추세이다. 엄밀한 의미로 본래 통신 분야에서의 람다 네트워크[1, 2]은 테라 비트 수준의 대역폭을 갖는 광섬유 네트워크를 효과적으로 활용하기 위한 기술로서, 입력 신호를 하나의 파장(람다)에 할당하여 전용 대역폭을 갖는 독립적인 연결을 만들어 결과적으로 하나의 광섬유를 통해 다수의 신호를 동시에 전송할 수 있는 기술이다. 이렇게 확보된 구간에는 전용 회선이 구성되고, 이를 통해 네트워크 상의 일정 자원을 독점할 수 있으며, 라우팅 장비 입출력에 따른 홉(Hop)과 지연(Delay) 현상을 감소시킬 수 있는 장점을 갖고 있다. 보편적으로 람다 네트워크의 의미는 본래의 정의에서 더욱 확장되어 Layer 1 을 포함한 상위 계층으로까지 적용되고 있다.

람다 네트워크를 통해 종단간 대용량 데이터를 전송하려는 그리드, e-Science 응용 연구자들은 고 성능,

저 지연의 특성을 갖는 독점적인 대역을 제공 받을 수 있다. 일반적 관점에서의 람다 네트워크의 목적은 특정 목적을 같이 하는 연구 그룹들이 그들 자신의 "lightpath"[3]를 제공 받는 것이다. 이러한 "lightpath"를 통해 연구자들은 고 대역의 응용에 특화된 독점적인 네트워크를 구성할 수 있게 된다. "lightpath"는 일정 대역을 보장하는 종단간 연결로서 다양한 종류의 링크들로 생성될 수 있다. 예를 들어, CWDM 또는 DWDM 상의 아날로그 파장, SONET 또는 SDH 회선의 STS 채널, ATM CBR 연결, 기 정의된 대역 또는 QoS 를 갖는 MPLS LSP, 패킷 기반 네트워크상에서의 Diffserv "gold" 서비스, IEEE 802.1q tagging 을 이용한 Ethernet Vlan 기술들은 각각의 계층에서 "lightpath"의 예가 될 수 있다. 이러한 기술들은 Layer 1 에서 Layer 3 사이에 걸쳐 존재하고 있고, 특히 Layer 2 와 Layer 3 에서의 기술들은 액세스 네트워크 상에서 일반 사용자들을 위해 일정 대역을 보장하는 종단간 연결을 제공하는데 유용하게 사용될 수 있다. 본 논문은 Layer 3 "lightpath"를 생성하기 위한 방법 중에서 virtual router 메커니즘의 구현하는 logical router 와 virtual router instance 의 조합에 기반하여 가상화된 네트워크 토폴로지를 구성하고, 각각에 따른 종단간 성능을 평가하고자 한다.

전체적인 구성은 2 장에서 "lightpath" 프로비저닝 및 네트워크 가상화 관련된 프로젝트들을 소개하고, 3 장에서 Layer 3 에서의 virtual router 개념을 조사한다. 기 조사된 내용을 바탕으로 4 장에서 logical router 와 virtual router instance 의 조합에 따른 토폴로지에 기반하여 종단간 성능 시험을 한다. 마지막으로 실험 결과를 분석하고, 결론 및 향후 계획을 언급한다.