

클라우드 컴퓨팅에서 MPLS 를 이용한 네트워크 가상화

장동훈, 안득현, 엄영익
성균관대학교 정보통신공학부
e-mail : {shings47, novum21, yieom}@ece.skku.ac.kr

Network Virtualization using MPLS for Cloud Computing

Dong Hoon Jang, Deuck Hyeon Ahn, Young Ik Eom
School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

네트워크 가상화(Network virtualization)란 물리적인 네트워크 자원들의 사용 효율을 높이기 위한 방법으로 자원들을 논리적으로 분리하는 기술이다. 네트워크 가상화는 클라우드 컴퓨팅(Cloud computing) 구현을 위한 네트워크 인프라(Infrastructure) 제공 기술로 각광받고 있다. 또한 MPLS(Multiprotocol Label Switching)기술은 빠른 고속 전송을 위한 라우팅 기술로서 가상 사설망을 구성하는 기술로 많이 사용되고 있다. 본 논문에서는 MPLS 라우팅 기술을 활용하여 클라우드 컴퓨팅 서버 간의 패킷 전송에 다양한 장점을 활용할 수 있는 방법을 제시한다. 제안하는 시스템은 독립성, 유연성, 성능과 비용의 요구사항을 만족하며, 논리적인 망분리를 통해 다양한 클라우드 컴퓨팅에 맞는 인프라를 서비스할 수 있다.

1. 서론

최근, 현재의 인터넷을 대체할 미래인터넷과 이를 위한 기술로 주목 받고 있는 클라우드 컴퓨팅, 가상화에 대한 논의가 매우 활발하다. 클라우드 컴퓨팅은 인터넷 기술을 활용하여 IT 자원을 제공하는 기술이다. 가상화 기반의 네트워크를 이용하여 클라우드 컴퓨팅을 구현하게 되면, 네트워크의 복잡도를 크게 단순화 할 수 있다.

클라우드 컴퓨팅을 위한 네트워크 가상화에 요구되는 속성은 아래와 같다[1, 2].

- 가상 네트워크 사이의 독립성
- 헤더(Header)의 양식과 알고리즘의 변경과 같은 다양한 요구사항을 수용할 수 있는 유연성
- 데이터 패킷(packet)을 고속으로 처리할 수 있는 성능
- 적은 비용

위 네 가지 속성을 모두 만족하는 시스템의 실현은 쉽지 않다. 각각의 속성들의 상충관계(trade off)가 존재하기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 MPLS 라우팅 기술을 활용한 클라우드 컴퓨팅에서의 네트워크 가상화 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 네트워크 가상화 기술, 클라우드 컴퓨팅의 정의와 MPLS 기술의 특징을 분석하고 3 장은 본 논문이 제안하는

MPLS 라우팅 기술을 활용한 클라우드 컴퓨팅에서의 네트워크 가상화 시스템에 대해 설명한다. 4 장에서는 결론과 향후 연구에 대해 서술한다.

2. 관련연구

2.1 네트워크 가상화

2.1.1 가상화 기술

가상화란 네트워크 환경에서 하나의 물리적인 자원을 하나의 서비스가 독점하는 형태에서 발생하는 자원의 낭비를 줄이기 위한 기술이다. 또한 가상화는 물리적인 특성을 추상화한 자원을 사용자나 응용 프로그램, 또는 컴퓨팅 시스템과 같은 대상 사이에 발생하는 요청 및 상호작용을 효율적으로 관리하고 제어할 수 있다[1].

자원의 물리적인 특성을 보이지 않게 하여 논리적인 형태로 자원을 분리 및 취급할 수 있게 하는 것 역시 가상화의 특징이다. 대표적인 네트워크 가상화는 가상화가 되는 자원에 따라서 데이터 링크 계층의 가상화에 해당하는 링크 가상화, 네트워크 계층의 가상화에 해당하는 호스트 가상화, 라우터 가상화가 있다.

2.1.2 링크 가상화

링크 가상화는 링크 가상화 소프트웨어를 이용해 하나의 물리적인 네트워크 인터페이스(NIC: Network Interface Card)로부터 다수의 가상 네트워크 인터페이스를 제공하는 기술을 의미한다. 소프트웨어적인 네트워크 가상화를 지원하는 기술로는 Xen 과 VMware, Linux VServer, Crossbow, Trellis's link virtualization 기술(EGRE)이 있다[2].

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0020520)

2.1.3 호스트 가상화

호스트 가상화 기술은 호스트가 가져야 할 자원을 추상화하여 사용자가 논리적 자원 형태로 이용할 수 있도록 하는 기술이다. 이는 VMware, Xen, Open VZ, Linux VServer 등과 같은 가상화 소프트웨어를 이용하여 실현할 수 있다. 호스트 가상화는 전가상화와 반가상화, OS 기반 가상화가 있다[3].

2.1.4 라우터 가상화

하나의 물리적인 라우터에서 자원을 논리적으로 분할하여 다수의 가상 라우터를 구성하는 기술이다. 가상 라우터 별로 라우팅 테이블을 작성하여 관리한다. 가상화된 라우터의 독립성을 보장하기 위해서는 각각의 가상 네트워크가 서로 영향을 주어서는 안 된다. 그러므로 물리적인 라우터를 구성하는 자원인 라우팅 소프트웨어, 라우팅 테이블, 포워딩 엔진 등의 자원을 엄격하게 분리하여야 한다.

2.2 클라우드 컴퓨팅

클라우드 컴퓨팅은 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 IT 자원을 가상화 기술을 활용하여, 사용자의 요구에 맞는 서비스를 제공하고 사용자가 사용한 만큼 과금하는 구조를 갖는다. 여기서 클라우드 컴퓨팅이 제공하는 서비스에는 소프트웨어, 스토리지, 서버, 네트워크 등의 모든 컴퓨팅 자원이 해당된다. 제공하는 서비스 자원에 따라 SaaS, PaaS, IaaS 로 구분하고 있다[1]. SaaS(Software as a Service) 는 공급자나 서비스 제공자가 애플리케이션을 호스팅(Hosting)하고, 사용자가 네트워크를 통해 이용할 수 있도록 하는 소프트웨어 배포 모델을 가리킨다. SaaS 는 기반 기술인 웹 서비스 및 SOA(Service of Architecture) 기술의 발전과 Ajax 와 같은 신기술의 보편화에 따라 점차 널리 행해지는 소프트웨어 배포 모델이 되고 있다. 현대 사회의 광대역 서비스가 크게 확대됨에 따라 더 많은 지역에서 사용자들은 이러한 서비스에 접근할 수 있게 되었다. PaaS(Platform as a Service) 는 SaaS 의 개념을 개발 플랫폼에도 확장한 방식으로, 개발을 위한 플랫폼을 구축할 필요 없이 필요한 개발 요소들을 웹에서 쉽게 빌려 쓸 수 있게 하는 모델이다. IaaS(Infrastructure as a Service) 는 서버, 스토리지, 네트워크를 가상화 환경으로 만들어, 필요에 따라 인프라 자원을 사용할 수 있게 서비스를 제공하는 형태이다.

3. MPLS 네트워크 가상화 시스템

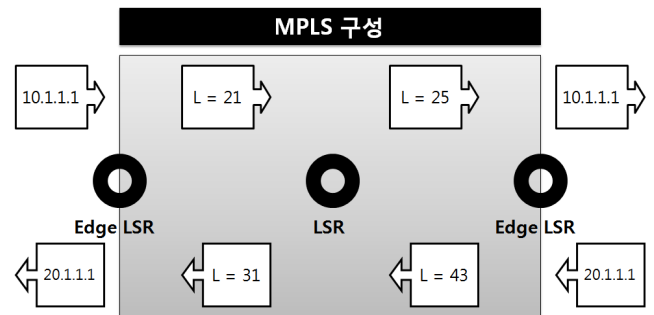
3.1 MPLS

MPLS 는 라벨 단위에 기반한 라우팅 기법이다. OSI 7 계층 중 Layer3 에 해당하는 IP(Internet Protocol) 를 확인하여 패킷을 전달하는 것이 아닌, 패킷에 라벨(Label)을 붙여 이를 확인하여 전달하기 때문에 라벨 스위칭(Label Switching)이라고도 하며 2.5 계층처럼 동작한다.

라벨은 일반적으로 목적지 IP 주소와 대응하며 라벨이 붙은 패킷은 프로토콜(protocol)의 종류와 무관하기 때문에 라우터의 전달 기능을 단순화하여 고속 전

송을 가능하게 한다.

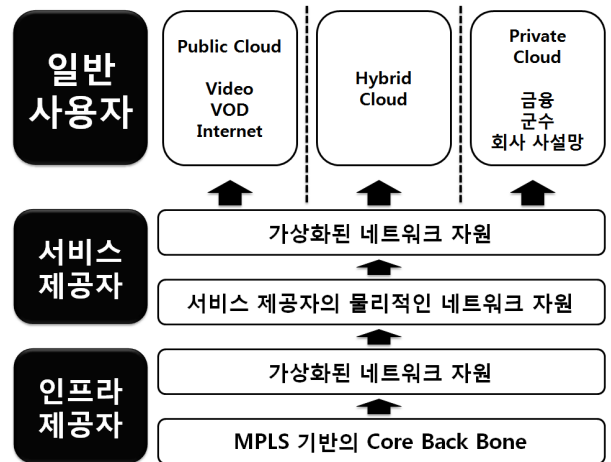
MPLS 망은 MPLS 기능을 가진 라우터 LSR(Label Switch Router) 로 구성된다. MPLS 망의 경계 부분을 구성하는 LSR 을, LER(Label Edge Router) 로 부르는 것이 일반적이다. 경계에 위치한 LER 은 라우팅 룩업(Routing Lookup)을 수행하며, 경계 위치가 아닌 코어 LSR 은 단순한 라벨 룩업(Lable Lookup)에 기반하여 패킷을 스위칭하고 라벨을 교환한다. LSR 을 거칠 때마다 라벨을 다른 값으로 교체하는 이유는 같은 값을 사용하는 방법으론 End-to-End 로 라벨 값이 확보 될 필요가 있어, 그것을 실현하는 방법이 복잡하기 때문이다. 다음 그림 1 은 일반적인 MPLS 의 구성이다[5].



(그림 1) MPLS 의 구성

3.2 MPLS 를 이용한 네트워크 가상화

클라우드 컴퓨팅의 요구사항을 만족하는 네트워크는 대규모의 컴퓨팅 자원을 유기적으로 연결시켜 효율적으로 사용해야 한다. 유기적인 연결을 위해 모든 인프라 자원 노드(Node)는 가상화되어야 하며 웹(Web) 화면을 이용해 제어가 가능한 구조가 되어야 한다. 가상화 된 자원 노드에서는 독립성, 보안, QoS 가 보장이 요구된다. 아래 그림 2 은 본 논문에서 제안하는 MPLS 와 네트워크 가상화로 구성된 클라우드 컴퓨팅 계층 구조이다.



(그림 2) 계층 구조

이 시스템에서 실제 물리 네트워크 자원을 관리하는 인프라 제공자는 클라우드 컴퓨팅의 성능과 다양한 요구사항을 충족시키기 위해 MPLS 기반의 물리

네트워크를 구성하며 이를 가상화하여 서비스 제공자에게 제공한다. 이 때 가상화되는 단위는 서비스 제공자에 맞게 논리적으로 구분된다.

서비스 제공자는 할당 받은 논리적인 자원을 다시 한 번 일반 사용자가 이용할 수 있도록 다중의 가상 네트워크를 구성하는 방식을 이용한다.

3.1 독립성

클라우드 컴퓨팅을 위한 네트워크 구조 측면에서 네트워크는 다수의 가상 네트워크가 동시에 존재한다. 이 때 물리적인 자원 노드들은 여러 개의 가상 네트워크에 속할 수 있다. 이 경우 어떤 가상 네트워크에 속한 하나의 자원 노드는 다른 가상 네트워크에 또다시 속하는 경우도 있다. 성능과 보안 측면에서 각각의 가상 네트워크는 서로에게 영향을 주어서는 안 된다. 즉, 하나의 가상 네트워크에 속하는 물리적 노드에서 문제가 발생하더라도 전체적인 네트워크, 또는 같은 물리적 노드에 속해있는 다른 가상 네트워크에 그 문제가 전이되어 성능을 저하시켜서는 안 된다.

서버 가상화 기술은 안전성과 효율성이 여러 연구에서 검증되었다[7]. 본 논문에서는 코어 백본(Core Back-Bone)망에 위치한 서버들 간의 연결에 MPLS 라우팅 기술의 적용을 제안한다. MPLS 을 적용하면 VPN 을 적용하기 용이해진다. 현재의 인터넷에서는 패킷 기반의 점대점 IP 모델을 사용하기 때문에 패킷의 경로를 미리 알기 힘들다. 그러나 MPLS 방식을 사용하면 손쉬운 설정을 통해 경로를 미리 설정하고 대역폭을 예약할 수 있기 때문에 논리적인 망분리가 가능하여 각 노드 간의 독립성을 보장할 수 있다[6].

3.2 유연성

클라우드 컴퓨팅에서 사용자에게 서비스로 제공하는 서버(Server)와 스토리지(Storage)는 동적으로 구성되었다가 해체되므로 네트워크 연결의 유연성이 요구된다.

이렇게 동적인 연결성을 갖기 위해서는 자원이 모두 분산되어있는 형태보다 중앙 집중적인 관리 시스템으로 구현되는 것이 바람직하다[1]. 본 논문에서 제안한 시스템에서 물리적인 자원들은 여러 지역에 흩어져있을 수 있지만, 코어 백본을 구성하는 MPLS 는 단일 네트워크 내에서의 동작을 전제로 한다. 흩어져있는 물리적인 자원 노드들은 가상화를 거치면서 구조가 단순화되어 유연한 관리, 제어 및 모니터링이 가능해진다.

또한 MPLS 는 프로토콜(protocol)의 종류와 상관없이 라우팅이 가능하기 때문에 다양한 알고리즘과 헤더의 형식을 수용할 수 있어 유연하다.

3.3 성능

클라우드 컴퓨팅은 실시간 네트워크를 이용하므로 진정한 QoS 보장이 무엇보다 필요하다. 네트워크를 구성하는 라우터에서 QoS 를 보장하기 위해서는 패킷의 손실을 줄이면서 처리율을 높이는 방법이 논의되어야 한다[6].

현재까지는 네트워크 트래픽의 데이터 경로를 하드웨어적으로 설정하고 제어하는 하드웨어에 기반한 라우팅 가상화의 성능이 우수하지만, 비교적 가격이 저렴한 성능 좋은 PC 로 라우터를 구현하는 경우도 많다.

또한 클라우드 컴퓨팅에서 요구하는 망의 품질을 위해서는 대역폭이 보장되어야 하기 때문에 무중단에 대한 보장 또한 필요하다. 이 역시 네트워크 가상화를 통해 망이 분리되게 되면 사용자 또는 서비스 단위로 패킷을 분류하여 같은 플로우(flow)에 대해 같은 라벨을 붙여 포워딩, QoS 정책을 적용할 수 있다[6].

3.4 비용

최근 기업들의 경영비용 중에서 IT 부문에 소모되는 비용이 증가하고 있다. 클라우드 컴퓨팅의 목적이 낭비되는 자원을 줄여 비용절감을 하는 것에 있기 때문에, 성공적으로 클라우드 컴퓨팅과 네트워크 가상화가 결합이 된다면 비용을 크게 절감할 수 있을 것이라 기대된다.

4. 결론

클라우드 컴퓨팅 시장이 성장하면서 다양한 요구사항이 등장하였다. 따라서 본 논문에서는 MPLS 라우팅 기술과 가상화 기술이 연동된 백본 망을 구성하여 클라우드 컴퓨팅의 요구사항인 독립성, 유연성, 성능, 비용 문제를 만족할 수 있는지 분석하였다.

물리적인 망을 논리적인 망으로 가상화시켜 하나의 자원을 여러 개의 자원으로 분리하여 서비스하며, 이 때 MPLS 라우팅 기술을 적용하면 위 요구사항이 충족될 수 있음을 확인하였다. 향후 연구에서는 실제로 시스템을 구현하고 상용화 수준으로 비용 및 성능을 개선하는 것을 과제로 남기어 놓는다.

참고문헌

- [1] 강승석, 손예진, 문은지, “클라우드 컴퓨팅 서비스 구현을 위한 네트워크 가상화 연구”, 한국지 역정보화학회, 2010
- [2] 신명기, 정상진, 김형준, “미래인터넷을 위한 네트워크 가상화 기술의 고찰”, 한국통신학회, 2010
- [3] 이종원 “PC 기반 가상 라우터 관련 기술”, 대한 전자공학회, 2009
- [4] G. Armitage, “MPLS: the magic behind the myths,” IEEE Commu. Magazine, 2000
- [5] 하석재, 최양희, “고속 라우터 기술 현황과 전망”, 한국통신학회, 1999
- [6] 최원근, “MPLS 라우터에서 멀티미디어 스트림을 위한 효율적인 QoS 지원 기법”, 한국통신학회, 2009
- [7] 김형준, 조준호, 안성화, 김병준, “클라우드 컴퓨팅 구현 기술”, 2010