

효율적인 클라우드 환경을 위한 가상화 및 SDN/NFV 기술 연구

김남용, 문서연, 박종혁*
서울과학기술대학교 컴퓨터공학과
e-mail : {nykim, moon.sy0621, jhpark1}@seoultech.ac.kr

Virtualization and SDN/NFV technology research for efficient cloud environment

Nam Yong Kim, Seo Yeon Moon, Jong Hyuk Park*
Department of Computer Science and Engineering, Seoul National University of Science and Technology (SeoulTech), Seoul, 01811, REPUBLIC OF KOREA
e-mail : {nykim, moon.sy0621, jhpark1}@seoultech.ac.kr

요 약

최근 가상화 및 Software Defined Networking(SDN)/Network Functions Virtualization(NFV) 기술의 등장으로 클라우드에 효율적이면서 경제적인 기술을 적용하는 추세이다. 각 분야의 기업은 클라우드에 가상화 기술을 활용함으로써 IT분야에서 시간과 비용 모두 감소시키며, 운영 효율성 및 유연성을 향상시키는 기술로 채택하고 있다. 본 논문에서는 네트워크 관련 연구를 통해 효율적인 클라우드 환경을 위한 가상화 기술 및 SDN/NFV에 대해 논의한다. 효율적인 클라우드 환경은 기존 네트워크 환경에서 가상화 및 SDN/NFV를 접목시킬 수 있는 이점이 있다. 본 논문을 통해 미래 IT에 효율적인 클라우드 환경을 위해 다양한 가상화 및 SDN/NFV 기술에 대해 연구가 필요하다.

1. 서론

최근 클라우드 기술의 등장으로 기존 네트워크 서비스 체계에 큰 변화가 나타나고 있다. 클라우드 내에서 가상화는 2000년대 후반부터 소프트웨어 기술로 주목 받았으며, 서버에서 여러 운영체제 및 응용 프로그램을 동시에 실행할 수 있는 존재이다. 이와 같이 효율적이면서 저렴하게 컴퓨터 시스템을 사용하고자 새로운 기술들이 개발되고 있다. 각 분야의 기업이 IT 예산을 줄이고 보안을 강화하며 하드웨어의 활용과 운영 효율성 및 유연성을 향상시키는 방법으로 가상화 기술을 채택하고 있다 [1].

가상화의 장점은 안전한 원격 접근 및 데이터 손실 방지 기능을 제공함으로써 전반적인 보합 위험을 줄인다. 또한 비용을 절감하면서 에너지 자원을 효율적으로 관리할 수 있다 [2]. 또한 독립 운영 체제와 응용 프로그램을 개별적으로 실행할 수 있는 소프트웨어 기반의 형태가 나타나며, 동시에 가상화와 소프트웨어 기반 네트워크가 작동한다. 소프트웨어 가상화는 광범위한 네트워크 자원 및 응용 프로그램을 제어 및 관리한다. 가상 환경을 실행 및 생성할 수 있는 기능들에는 다양한 유형의 가상화가 있다. 다양한 가상화의 유형 중 네트워크 기술은 기존 네트워크와 융합할 수 있는 SDN/NFV 이 등장하고 있다 [3].

본 논문에서는 효율적인 클라우드를 위한 가상화 기술 및 종류에 대한 내용을 논의한다. 이 내용들을 바탕으로 현재 네트워크 가상화의 핵심적인 SDN/NFV의 역할, 효율적인 클라우드 환경에서 SDN/NFV를 적용하여 보여준다.

2. 클라우드 관련연구

클라우드는 가상화 기술을 적용함으로써 가상화 및 소프트웨어에 대한 요구가 늘고, 이외의 다양한 솔루션이 시장에 등장하고 있다. 가상화 기술은 하드웨어보다 밀집도가 높고 확장 가능하며 안전한 사용자 환경을 제공할 수 있다. 다양한 가상화의 유형에 대해 나열하며, 여러 가지 클라우드 유형 중 SDN/NFV에 중점적으로 논의한다.

2.1 가상화의 종류

가상화는 네트워크 구성의 포함될 수 있으며 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크, 스토리지, 메모리, 데스크톱 유형으로 세분화된다. 하나씩 논의해보면 하드웨어 가상화는 하드웨어 활용 및 애플리케이션 가동 시간의 이점을 제공하므로 가장 일반적인 가상 유형이다. 하드웨어 가상화 유형에는 전가상화, 반가상화, 부분 가상화가 포함되어 있다. 전가상화는 게스트 운영체제가 가상화된 환경에 있다는 것을 인지하지 못하는 가상화이다 [3]. 반가상화는 게스트 운영체제가 게스트임을 인식하고 하드웨어 명령을 실행하는 대신호스트 운영체제에 직접 명령을 내릴 수 있는 드라이버를 갖는 가상화이다. 부분 가상화는 각각의 가상 컴퓨터가 독립적인 주소 공간으로 구성되는 가상화이다 [4]. 소프트웨어 가상화는 기본 컴퓨터가 하나 이상의 가상 환경을 실행 및 생성할 수 있는 기능을 제공한다. 서버 운영체제 및 애플리케이션, 서비스 등 소프트웨어는 넓은 범위의 가상화를 포함한다. 그리고 가상머신에서 게스트 운영체제가

실행될 수 있도록 완전한 컴퓨터 시스템을 활성화하는데 사용된다. 최근에는 물리적 컴퓨터를 포함한 단독 운영체제와 애플리케이션을 분리하여 실행시킬 수 있는 소프트웨어 컨테이너가 등장했다. 이와 같이 소프트웨어는 계속적으로 네트워크 기술에 도움을 주고 있다.

네트워크 가상화는 모든 물리적 네트워킹 장비를 단일 자원으로 결합하는 방법이다. 가상화된 네트워크는 대역폭을 여러 독립 채널로 나누는 프로세스로 각 채널을 서버 및 장치에 실시간으로 할당할 수 있다 [5]. 네트워크 가상화의 이점을 갖는 사업은 많은 사용자를 보유할 수 있으며, 시스템이 항상 가동상태로 유지되는 장점이 있다. 또한 분산 채널을 사용하면 네트워크 속도가 급격히 향상되어 이전보다 응용 프로그램을 빠른 서비스로 제공할 수 있다 [6]. 스토리지 가상화는 실제 하드 드라이브를 단일 클러스터로 컴파일하기 때문에 구현하기가 매우 쉬우며 비용이 효율적이다. 만약 자연재해 및 정전사태, 위기상황 등 발생하였을 때, 가상 스토리지에 저장된 데이터를 복제하여 다른 위치로 전송할 수 있어 유동적으로 대처가 가능하다. 또한 스토리지를 중앙 집중시스템으로 통합함으로써 여러 스토리지 장치를 관리하는 번거로움과 비용을 없앨 수 있다 [7].

메모리 가상화는 공유, 분산 또는 네트워크 기능을 제공하기 위해 서버에서 메모리를 분리하는 방법이다. 메인 메모리를 추가하지 않고 더 큰 메모리 용량을 제공함으로써 성능을 향상시킨다. 애플리케이션 수준 통합은 연결된 컴퓨터에서 실행되는 응용 프로그램이 Application Programming Interface(API) 또는 파일 시스템을 통해 메모리 풀에 직접 연결한다. 운영체제 수준 통합은 운영체제에 먼저 메모리 풀을 연결하고 풀링된 메모리를 응용 프로그램에서 사용할 수 있도록 한다 [8]. 데스크톱 가상화는 우리가 평소에 사용하는 PC 또는 서버를 가상화한 것을 말하며 보안성과 작업의 편의성을 제공한다. 데스크톱 가상화의 주요 이점은 중앙서버에서 안전하게 유지되어 기밀 데이터를 분실 및 도난당하지 않도록 보호한다. 또한 사용자는 모든 PC 또는 서버에서 다양한 개인 파일 및 응용 프로그램에 접근할 수 있다. 그리고 접근 허용된 스마트폰, 사물 인터넷 등 다른 장치로 원격이 가능하여 어느 곳에서든 작업에 용이하다 [9].

2.2 Software Defined Networking

기존 네트워크는 IT 전문 엔지니어만 네트워크를 관리할 수밖에 없어 어려운 상태이다. 그러나 기존 네트워크에 등장한 SDN은 네트워크 관리 유연성을 높이고 세분화된 보안 정책을 쉽게 구현할 수 있어 전문가 없는 상황에서 사용자가 직접 관리할 수 있도록 제공한다. 이러한 부분을 활용하여 기업에서는 기존 인프라와 SDN을 적용한 네트워크에 적절히 투자할 수 있다. 결과적으로 프로그래밍 기능, 민첩성, 탄력성, 확장성, 효율성 및 유연성을 비롯하여 네트워크 운영 및 관리에 많은 이점을 제공한다. SDN은 네트워킹 분야에서 혁신적이었으며 세 가지 영역으로 구분

된다. 애플리케이션 플레인은 다양한 API로 다양한 프로토콜을 사용하여 인터페이스, IP 서브넷, 라우팅 프로토콜 등을 관리한다. 제어 플레인은 프로그램 여러 장치를 관리 및 제어한다. 데이터 플레인은 트래픽을 전송하는 목적을 제공한다 [10].

SDN의 장점은 상용 기능과 다양한 네트워크 기반 서비스를 구현하면서 네트워크의 주요 기능을 소프트웨어로 구현할 수 있다는 것이다. 기존의 복잡한 네트워크 구조는 중앙 집중식 제어를 위해 SDN 컨트롤러로 단순화할 수 있다. SDN은 정책 기반의 안전하고 자동화 된 확장성으로 인해 동적 컨테이너 환경의 다양한 보안 요구 사항을 해결하는데 적합하다. 게스트 OS의 에이전트와 같이 정책 집행을 위한 작업 부하를 변경해야 하는 다른 소프트웨어 정의 보안 접근 방식과 달리 SDN기반 네트워크 보안 접근 방식은 에이전트 없는 보안을 유지하거나 기본 물리적 네트워크 인프라를 변경할 수 있다 [11].

Application layer는 North Bound Interfaces(NBI) 드라이버를 사용하는 명령 및 인터페이스에 따라 NBI 및 제어 네트워크를 사용한다. 네트워크 요구사항 및 네트워크 작업을 원하는대로 개발하여 통신할 수 있어 상황에 맞게 프로그래밍이 가능하다. Control layer는 컨트롤러 계층은 응용 프로그램 계층과 인프라 계층 사이의 인터페이스이다. SDN 컨트롤러는 추상적 고급기능을 사용하여 응용프로그램 요구사항 및 네트워크 동작을 관리할 때 사용하는 중앙 집중식 프로그래밍이다. 또한 많은 NBI 에이전트, 제어 로직 및 Control to Data Path Interface(CDPI)가 있다. Infrastructure layer는 SouthBound Interfaces(SBI) 인터페이스를 포함한다. SDN 데이터 경로는 트래픽 포워딩 및 처리를 논리적인 네트워크 장치로 제어하고 표시한다. 데이터 경로 기능은 OSI 4-7계층을 포함할 수 있는 네트워크 리소스를 매핑, 공유 및 관리한다.

2.3 Network Functions Virtualization

NFV는 네트워크 기능 가상화를 말하며, 모든 물리적 네트워킹 장치를 단일 리소스로 결합하는 방법이다. 서비스 제공 업체가 매출 및 성장 계획을 수립할 때, 새로운 네트워크 서비스의 속도를 높이고자 구현되었다. 가상화된 네트워크는 대역폭을 여러 독립 채널로 나누며 각 채널을 서버 및 장치에 실시간으로 할당할 수 있다. 네트워크 가상화의 이점은 시스템을 계속 가동시켜 쉽게 운영할 수 있다. 또한 분산 채널은 네트워크 속도를 획기적으로 향상시켜 이전보다 신속하게 애플리케이션 서비스를 제공할 수 있다 [12].

최근 네트워크 중심의 서버가 발전함에 따라 응용 프로그램별로 하드웨어에서 제공할 수 있는 모든 서비스를 가상 시스템으로 수행할 수 있어야한다. 그리고 라우터, 방화벽, 로드 밸런서 및 기타 모든 네트워크 장치는 모두 상용 하드웨어에서 가상으로 실행할 수 있다. NFV 기술의 장점은 소프트웨어적으로 개발된 네트워크 기능들이 네트워크 장

비에 설치와 동작시간을 단축시키고, 네트워크 장비 비용과 전력손실을 크게 줄일 수 있다. SDN은 네트워크 제어 기능과 전달 기능을 소프트웨어로 분리하고, NFV는 어플라이언스 기능을 가상화하여 하드웨어와 소프트웨어로 분리하는 차이점이 있다. 또한 NFV를 통해 저렴한 표준장비 활용, 제조사에 대한 의존성 완화, 중소기업 소프트웨어 개발사의 참여 등 네트워크 발전에 도움을 주었다. 또한 유연한 서비스와 용이한 스케일 관리, 가상화 장치 및 순수 소프트웨어 시장에 확대될 전망이다 [13].

2.4. 클라우드의 SDN/NFV

그림 1과 같이 클라우드의 SDN/NFV는 서로 상호협력관계를 보여준다. Cloud는 큰 규모로 묶으며 NFV에서 네트워크 가상화를 통해 하드웨어와 소프트웨어를 효율적으로 배치시켜 활용한다. 그리고 SDN에서는 소프트웨어로 구성된 네트워크 통신간의 데이터 자원을 제어 및 관리를 한다. Cloud Service에서는 사용자가 원하는 서비스를 이용할 수 있다. 만약 효율적인 클라우드 환경이 된다면 서비스를 사용할 때 사용자와 클라우드 서비스 제공자 모두 빠르고 간편하게 사용할 수 있다 [14].

NFV Orchestration은 네트워크 가상화한 서버 및 응용 프로그램 등 가상 자원들의 구성과 설정을 기존에 정해진 방식과 순서에 맞게 자동화하고, 복잡한 인프라의 생성 및 관리를 단순화하고 효율적으로 운영한다. SDN Controller는 제어 플레인과 데이터 플레인을 분리해 Forwarding Device들을 중앙 집중 방식으로 관리 및 제어한다. 각각의 Forwarding Device들은 Well-defined API를 통해 라우팅 및 트래픽 관리 등 다양한 API를 접목할 수 있다. Forwarding Device는 기존의 서버를 활용하여 저렴한 비용으로 높은 대역폭 네트워크 가상화를 구현한다. 서버는 하이퍼바이저를 실행시켜 네트워크 가상화를 구현하는 가상머신을 지원한다 [15].

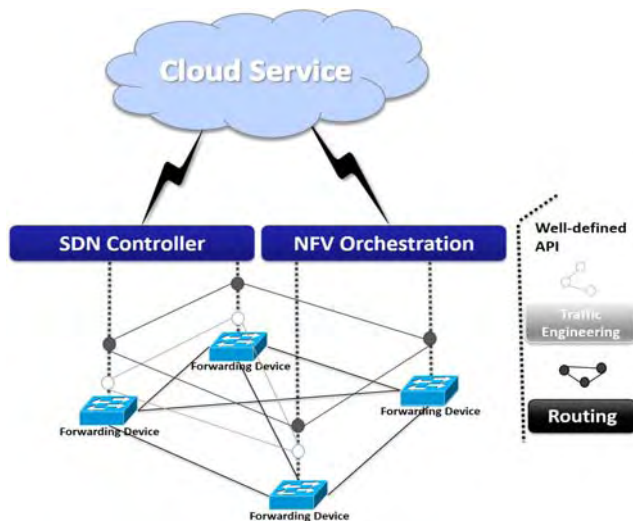


그림 1. 클라우드 환경의 SDN/NFV 적용모델

3. 결론 및 고찰

기존 IT 환경을 대체 할 수 있는 패러다임 중 하나는 가상화이다. 생산성, 효율성, 보안 및 비용상의 이점이 모든 문제를 능가하므로 가상화가 널리 보급되고 있다. 또한 소프트웨어가 증가함에 따라 가상화는 계속적으로 증가하는 상황이다. 가상화의 발전으로 네트워크의 구성이 점차적으로 간단해지고 물리적 서버가 축소되면서 효율적인 클라우드 환경을 보여주었다. 가상화를 사용하면 새 가상 서버를 쉽게 설정할 수 있으므로 많은 가상 서버를 관리할 필요가 없는 효율적인 클라우드 환경을 나타냈다.

본 논문에서는 가상화 기술에 대해 연구하고 가상화 기술의 종류를 논의한다. 현재 이슈화되고 있는 가상화 기술의 SDN/NFV 이 각자의 역할을 보여준다. 그래서 미래 효율적인 클라우드 환경을 위해서 가상화 기술 및 SDN/NFV가 중요하다.

미래 IT 시대에서는 소프트웨어가 기본적으로 이루어지는 가상화 및 SDN/NFV가 계속적으로 증가할 것으로 예측된다. 그리고 향후에 SDN/NFV/Cloud를 통합한 기술을 적용한다면 소프트웨어 기반인 데이터센터, 컴퓨터, 스토리지 등 모든 가상화 및 소프트웨어 기술들의 시대가 올 전망이다.

Acknowledgement

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(No. 2016R1A2B4011069).

참고문헌

[1] Meryeme ALOUANE; Hanan El Bakkali; Virtualization in Cloud Computing: Existing solutions and new approach, International Conference on Cloud Computing Technologies and Applications (CloudTech), 2016

[2] hengchao Liang; F. Richard Yu; Wireless Network Virtualization: A Survey, Some Research Issues and Challenges, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Volume 17, Issue 1, 2015

[3] abriel Cephas Obasuyi; Arif Sari; Security Challenges of Virtualization Hypervisors in Virtualized Hardware Environment, International Journal of Communications, Network and System Sciences(IJCNS), Volume 8, Issue 7, 2015

[4] Gabor Pek; Levente Buttyan; Boldizsar Bencsath; A survey of security issues in hardware virtualization, ACM Computing Surveys (CSUR), Volume 45, Issue 3, 2013

[5] Raj Jain; Subharthi Paul; Network virtualization and software defined networking for cloud computing: a

- survey, IEEE Communications Magazine, Volume 51, Issue 11, 2013
- [6] Dmitry Drutskoy ; Eric Keller ; Jennifer Rexford; Scalable Network Virtualization in Software-Defined Networks, IEEE Internet Computing, Volume 17, Issue 2, 2012
- [7] Quang Hieu Vu; Maurizio Colombo; Rasool Asal; Ali Sajjad; Fadi Ali El-Moussa; Theo Dimitrakos; Secure Cloud Storage: A framework for Data Protection as a Service in the multi-cloud environment, 2015 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS), 2015
- [8] Chao-Jui Chang; Jan-Jan Wu; Wei-Chung Hsu; Pangfeng Liu; Pen-Chung Yew; Efficient memory virtualization for Cross-ISA system mode emulation, ACM SIGPLAN Notices, Volume 49, Issue 7, 2014
- [9] Zhaojia Xu; Li Yang; Jianjun Lei; Conception and Design of Desktop Virtualization Cloud Platform for Primary Education: Based on the Citrix Technology, International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT), 2015
- [10] Yoonseon Han; Jian Li; Doan Hoang; Jae-Hyoung Yoo; James Won-Ki Hong; An Intent-based Network Virtualization Platform for SDN, International Conference on Network and Service Management (CNSM), 2016
- [11] Bram Naudts; Wouter Tavernier; Sofie Verbrugge; Didier Colle; Mario Pickavet; Deploying SDN and NFV at the speed of innovation: toward a new bond between standards development organizations, industry fora, and open-source software projects, IEEE Communications Magazine, Volume 54, Issue 3, 2016
- [12] Naudts, B.; Tavernier, W.; Verbrugge, S.; Colle, D.; Pickavet, M.; Deploying SDN and NFV at the speed of innovation: Toward a new bond between standards development organizations, industry fora, and open-source software projects. IEEE Communications Magazine, 2016
- [13] Rashid Mijumbi; Joan Serrat; Juan-Luis Gorricho; Niels Bouten; Filip De Turck; Raouf Boutaba; Network Function Virtualization: State-of-the-Art and Research Challenges, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Volume 18, Issue 1, 2016
- [14] B.C. Lee, S.H. Yang, B.S. Lee, Technology Trends of SDN, NFV, and Cloud, Electronics and Telecommunications Trends, Volume 30, Issue 1, 2015
- [15] Ricard Vilalta, Arturo Mayoral, Raul Munoz, Ramon Casellas, Ricardo Martinez, The SDN/NFV Cloud Computing Platform and Transport Network of the ADRENALINE Testbed, IEEE Conference on Network