

사업자 관점의 네트워크 혁신 이슈와 전망

백은경, 정기태
KT 인프라연구소

요약

네트워크 기술과 응용 서비스 및 단말 장비의 발전으로 인터넷 사용 환경이 다양한 모습으로 진화하고, 이로 인하여 다시 네트워크 혁신이 요구되는 순환이 이루어지고 있다. 네트워크 혁신 기술의 주요 흐름의 하나인 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN)은 네트워크 인프라 기술을 개방하여 새로운 응용 서비스를 유연하게 지원할 수 있도록 하며, 산업계에서의 역할별 역할관계를 새롭게 형성하고 있다. 본고는 SDN을 중심으로 네트워크 혁신을 위한 사업자 관점의 요구 사항, 기술 표준화와 개발 동향 및 향후 발전 방향을 고찰한다.

I. 서론

새로운 인터넷 환경으로 인하여 네트워크 인프라와 기술의 혁신이 요구되고 있다. 이러한 환경의 변화를 네트워크, 장비, 응용 서비스의 측면에서 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 네트워크는 무선 네트워크 기술의 발전으로 정지 상태에서 유선에 접속해서 즐기던 응용 프로그램을 와이파이(WiFi)나 LTE 등과 같은 무선을 통하여 이동 중에도 불편 없이 즐길 수 있다. 또한 유무선 네트워크의 고속화 기술이 급속하게 발전함에 따라 고화질 동영상의 전송과 같은 응용 서비스가 이전에 비하여 더욱 좋은 화질로 더욱 빠른 속도로 제공되고 있다.

둘째, 인터넷에 연결하는 장비의 범위가 사무실이나 가정에서 사용하는 퍼스널 컴퓨터(Personal Computer; PC) 뿐 아니라 스마트폰이나 태블릿 PC와 같은 이동 단말로까지 확대되고 있다. 또한 사물 인터넷 서비스에 의해 다양한 주변 기기가 인터넷을 통해 통신하면서 트래픽 유형에 동적인 변화를 가져오고 있다.

셋째, 응용 서비스 측면에서는 클라우드(Cloud) 서비스나 사용자 생성 콘텐츠(User Created Content; UCC) 서비스 등의 사용량이 증가함에 따라 인터넷 트래픽의 유형이 변화하고 있

다. 이전에는 인터넷 응용 서비스 사업자의 서버가 제공하는 콘텐츠를 사용자 단말로 내려 받는 하향 트래픽이 전체 트래픽의 대부분을 차지했다. 점차 서버간 트래픽이나, 사용자 단말에서 사업자 서버로 올려 보내는 상향 트래픽의 증가를 유발하는 응용 서비스가 증가하면서 트래픽 유형도 다양해지고 있다. 새로운 응용 서비스의 큰 축을 이루는 소셜 네트워크 서비스(Social Network Service; SNS)는 일시적으로 특정 시간에 특정 지역의 트래픽 폭증을 야기하는 원인이 되기도 한다. SNS에 의한 트래픽 폭증은 예측하기 어려운 형태로 발생할 수 있으므로, 네트워크 기술 제공의 측면에서 이전보다 즉각적으로 대응할 필요성을 증대시킨다.

인터넷 환경의 변화는 사용자가 직접 변화에 참여할 수 있도록 하는 기술의 지원으로 점차 가속화되고 있다. 기술 발전 또한 환경 변화와 서로 영향을 주고 받으며 가속화되고 있다. 이러한 변화와 발전은 관련 사업에 참여하는 서로 다른 사업자들의 이해관계와 상호작용하면서 시장과 생태계의 변화 요인이 되고 있다. 변화에 대응하기 위한 혁신의 움직임으로, 네트워킹 기술 분야에서는 소프트웨어 정의 네트워킹(Software-Defined Networking; SDN)이나 정보 중심 네트워킹(Information-Centric Networking; ICN)과 같은 기술이 활발하게 연구 개발되고 있으며, 물리적인 네트워크 기술 분야에서는 광 전송을 보다 효율적으로 제공하기 위한 기술에 대한 연구 개발이 진행되고 있다.

본고에서는, 산업 생태계에서의 역할관계를 새롭게 형성하는 SDN을 중심으로 네트워크 혁신에 대한 환경 변화와 기술 발전을 고찰한다. 먼저 제 2장에서 네트워크 혁신에 대한 기술적, 산업적 요구를 환경의 변화와 함께 분석하고, 제 3장에서 시장을 구성하는 새로운 역할 관계를 표준화 현황을 중심으로 분석한다. 제 4장에서는 네트워크 인프라의 혁신 동향에 대응하는 산업계의 사례를 살펴보고, 제 5장에서 향후 전망과 함께 글을 맺는다.

II. 네트워크 혁신의 요구

인터넷 환경의 변화로 인하여 관련 사업자는 새로운 문제에 당면한다. 새로운 응용 서비스의 형태와 등장 시기를 미리 계획하고 준비하기가 점차 어려워지고 있으며, 따라서 새로운 트래픽 유형과 규모를 예측하는 것도 난제이다. 기존에는 기술자가 수립한 계획에 따라 개발하던 인터넷 응용 서비스를 점차 사용자가 참여하여 개발하고 있기 때문이다. 다음으로, 응용 서비스 순환 주기와 새로운 네트워크 기술의 등장 주기가 점차 짧아지는 추세이다. 이에 신속하게 대응하기 위하여 투자비용 증가 문제를 해결해야 한다.

환경 변화에 대응하기 위한 네트워크 혁신의 요구 사항은 크게 다음과 같이 분류할 수 있다. 첫째, 네트워크 투자비와 운영비의 절감이다. 응용 서비스의 종류가 다양해짐에 따라 네트워크 구조가 보다 복잡해지고, 복잡한 네트워크에서 최적의 성능을 얻기 위한 기술이 계속 추가되고 있다. 이와 같이 네트워크에 새로운 기능을 추가하기 위한 투자비와 복잡한 네트워크를 관리하기 위한 운영비의 증가를 효과적으로 해결할 것이 요구된다.

둘째, 새로운 응용 서비스 아이디어를 신속하게 적용하여 시

장 변화에 적시 대응하는 유연성이다. 기존에는 사용자가 새로운 응용 서비스를 요구해도 이를 네트워크가 지원하기 위해서는 네트워크 장비 제조 업체에 의존하기 때문에 기술적, 절차적으로 많은 시간이 소요되었다. 스마트폰의 응용 프로그램을 사용자가 참여하여 개발할 수 있도록 한 개방형 플랫폼처럼, 사용자가 네트워크 인프라 구성 기술의 개발에 참여할 수 있는 환경의 제공이 요구되고 있다.

셋째, 사용자마다 다양한 요구를 각각 만족시킬 수 있어야 한다. 예를 들어 비디오 콘텐츠를 제공하는 사업자는 네트워크의 고속 전송을 최우선으로 요구할 것이다. 반면에 인터넷 음성통화를 제공하는 사업자는 실시간 전송을 최우선으로 요구할 것이다. 이와 같이 서로 다른 요구사항을 모두 충족하기 위하여 네트워크 가상화 개념이 등장하였다. 각 가상 네트워크를 통하여 서로 다른 요구사항을 최적화할 수 있는 기술이 요구되고 있다.

III. 네트워크 혁신과 생태계

SDN은 기존에 폐쇄적인 하드웨어 장비로 구성하던 네트워크 인프라를 개방형 인터페이스와 소프트웨어 중심으로 구성함으

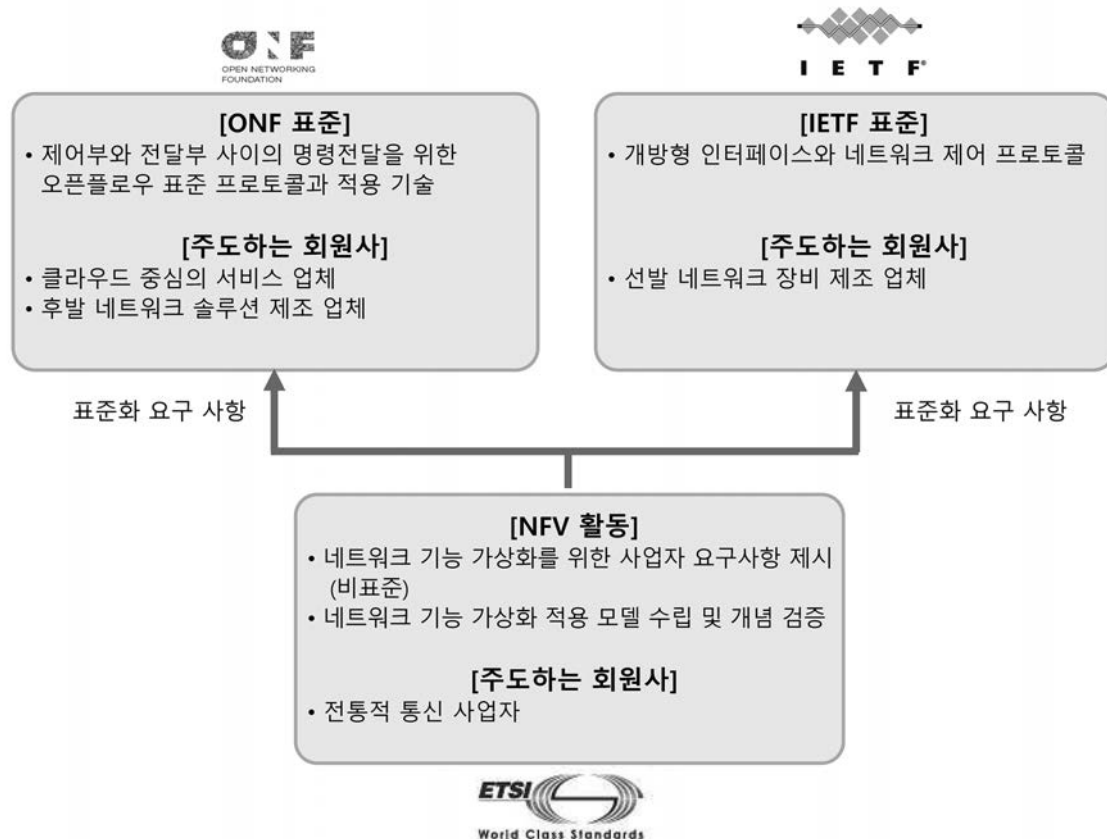


그림 1. SDN/NFV 기술 개발과 표준화 기구간 관계

로써, 네트워크 인프라가 새로운 시장의 요구에 신속하게 대응하는 체계를 추구한다. 네트워크 인프라의 개방은 사용자가 원하는 네트워크를 직접 개발할 수 있도록 함으로써 다양한 사용자 요구를 보다 저렴한 비용으로 공급할 수 있도록 한다. 이러한 변화는 네트워크와 관련한 서로 다른 입장을 갖는 산업간의 관계에도 영향을 미친다.

SDN에 의해 네트워크 인프라를 소프트웨어화 함에 따라, 인터넷 상에서 이익을 추구하는 다양한 인터넷 관련 사업자들[1], 즉 통신사업자, 인터넷 서비스 사업자, 장비 제조 업체 등은 새로운 패러다임의 생태계에서 역할의 변화를 준비하고 있다. 그림 1은 이러한 사업자들의 국제 표준화 활동과 표준화 기구간의 관계를 나타낸다. SDN은 <그림 1>과 같이 개방형 네트워킹 협회(Open Networking Foundation: ONF)나 인터넷 엔지니어링 태스크 포스(Internet Engineering Task Force: IETF)와 같은 국제 인터넷 표준화 기구를 통하여 표준화가 진행되고 있다. ONF와 IETF의 표준화 방향은 각 기구를 주도하는 이사회 구성원의 입장을 반영하기도 한다. 본 장에서는 <그림 1>을 구성하는 각 표준화 기구의 활동을 중심으로 분야별 사업자의 SDN 추진 방향을 고찰한다.

1. ONF와 클라우드 네트워크

개방형 네트워킹 협회(Open Networking Foundation, ONF)는 네트워크 장비의 제어 평면(Control Plane)과 전달 평면(Forwarding Plane)을 분리하여 네트워크를 개방적 구조로 변환하는 기술을 표준화하기 위하여 설립되었다. ONF는 제어 소프트웨어와 전달 하드웨어 사이에서 개방형 인터페이스를 통해 명령을 전달하는 프로토콜인 오픈플로우(OpenFlow)를 표준화한다. ONF는 네트워크가 동적으로 변화하는 특성을 갖는 클라우드(Cloud) 네트워크 중심의 표준화를 1차적으로 진행하여 주요 회원사들이 이를 기반으로 비용 절감 효과를 거두었다. 최근에는 광 전송 네트워크, 무선 모바일 네트워크 등에 적용하기 위한 적용 모델 수립 및 기술 표준화 작업도 진행하고 있다.

구글, 야후, 페이스북과 같은 인터넷 서비스 사업자들은 기존의 폐쇄적 네트워크 장비에서 제어 소프트웨어를 분리하고 하드웨어 장비는 단순한 전달 기능만 수행하도록 함으로써, 자사의 인터넷 응용 서비스를 위한 최적의 네트워크 제어 소프트웨어를 장비 제조 업체에 의존하지 않고 독자적으로 개발하고자 한다. 이들은 오픈플로우를 표준화 하여 이러한 요구를 충족하는 기술로 활용하고 있다. 구글, NEC 등은 ONF에서 표준화하는 오픈플로우 기술을 적용한 상용화 사례와 비용 절감 효과를 공유하고 있다.

2. IETF와 캐리어급 네트워크

인터넷 엔지니어링 태스크 포스(Internet Engineering Task Force, IETF)는 인터넷 프로토콜을 표준화하는 기구로서, SDN을 위한 개방형 인터페이스를 정의하는 작업과 동시에 기존 인터넷 프로토콜을 활용하여 SDN을 실현하기 위한 작업을 진행하고 있다. 최근에는 네트워크 기능을 가상화하기 위한 소프트웨어 기능 연결 기술의 표준화도 시작하고 있다. IETF는 SDN 표준화를 위하여 SDN 연구 그룹(Research Group; RG)과 개방형 인터페이스를 정의하는 I2RS(Interface To Routing System) 워킹 그룹(Working Group; WG), 서비스 가상화를 위한 서비스 기능 연결(Service Function Chaining) 워킹 그룹 등을 운영하고 있다. 각 워킹그룹에서는 클라우드 네트워크, 또는 유무선 전송 네트워크와 같이 서로 다른 특성을 가진 네트워크와 서비스 별로 SDN 기술을 논의하고 있다.

시스코와 같은 선발 네트워크 장비 제조 업체들은 인터넷의 등장과 확산에 의하여 글로벌 기업으로 자리매김한 대표적인 사례이다. 이러한 선발 장비 제조 업체는 IETF를 중심으로 기존 통신 사업자들의 네트워크를 SDN으로 진화하기 위한 기술을 표준화하는 한편, SDN으로 인한 기존 사업의 약화에 대응하기 위한 기술 마련에도 자원을 투입하고 있다.

3. NFV와 서비스 네트워크

ONF와 IETF가 서로 다른 분야의 사업자 주도로 SDN 인터페이스와 프로토콜을 표준화하는 동안, 유럽 통신 표준 협회(European Telecommunications Standards Institute, ETSI) 산하에 설립된 네트워크 기능 가상화(Network Function Virtualization; NFV) 분과에서는, 기존에 하드웨어 일체형 장비로 제공하던 방화벽 등의 기능 장비를 지능형 소프트웨어와 단순한 하드웨어로 분리하는 개념을 제안하고 있다. NFV는 ONF나 IETF처럼 표준 규격을 제정하지는 않지만 SDN 개념의 현실적인 적용 방안으로서, 네트워크를 보다 효율적으로 운영하고, 경비를 절감하기 위한 가상화 규격에 대한 합의를 이끌어 내고 있다.

SDN기술을 적용할 네트워크 사업자는 장비 제조 업체에 공동의 요구사항을 제시하기 위하여 NFV에서 백서를 발간하고 있다. 또한 공동으로 개념 검증(Proof of Concept; PoC)을 수행하고 있다. 현재 진행중인 PoC에는 클라우드 NFV 프레임워크, 캐리어 네트워크에서의 네트워크 기능 선택을 위한 서비스 연결, 가상 기능의 상태 이전 및 상호 운영성, 다중 제조 업체의 분산 NFV, 개방형 다중 제조 업체 환경에서의 종단간 가상 장비 통합 제어, 패킷을 점검하는 가상화된 모바일 네트워크,

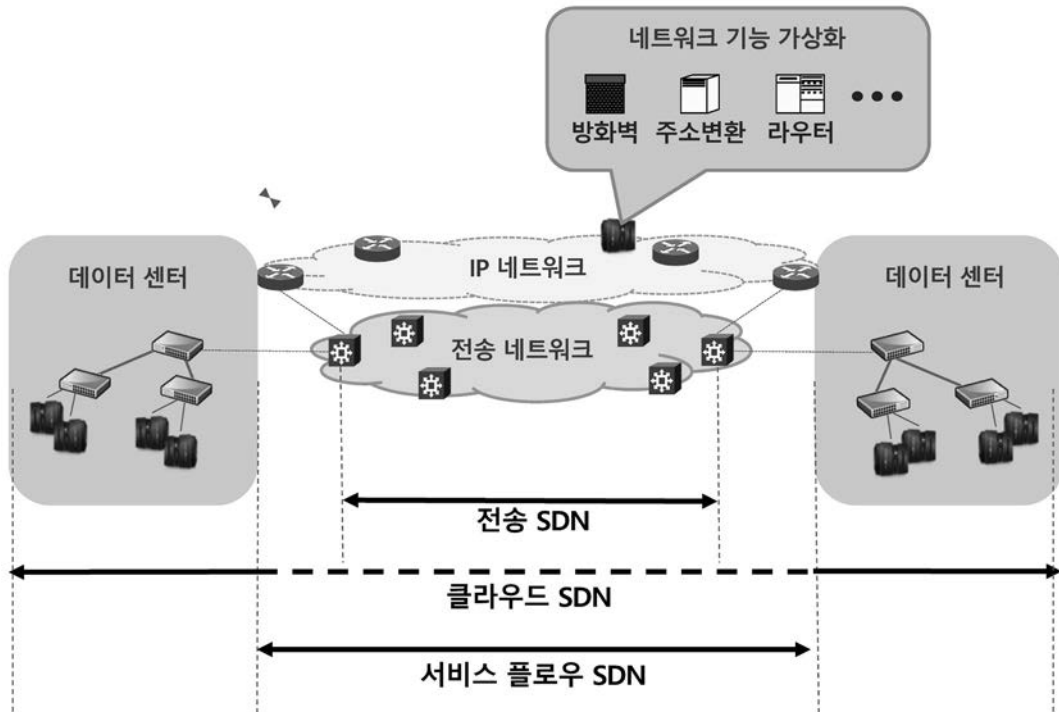


그림 2. SDN과 NFV의 적용

전용 하드웨어 가속기를 갖는 클라우드 무선 액세스 네트워크 가상화, 자동화된 네트워크 통합 제어기 등이 있다. 최근에는 NFV에서 합의한 규격을 구현하기 위한 상세 기술을 IETF 또는 ONF에서 표준화하는 움직임도 진행되고 있다. 이 때 NFV는 그림 1에서와 같이 IETF와 ONF에 사업자 요구사항을 제시하는 역할을 한다.

IV. 네트워크 혁신 동향과 사례

SDN의 실현은 상대적으로 규모가 작은 클라우드 네트워크에서 시작되었으며, 클라우드 네트워크에서의 성공 경험을 전송 네트워크로 확대하려는 움직임이 확산되고 있다. 그림 2는 SDN을 적용 대상에 따라, 클라우드 SDN, 전송 SDN, 서비스 플로우 SDN 등으로 분류하였다. 본 장에서는 SDN 적용 비전을 클라우드 네트워크 제어, 전송 네트워크 제어, 서비스 플로우 제어로 분류하여 고찰한다.

1. 클라우드 네트워크 제어

클라우드 네트워크는 SDN 적용 효과가 극대화 되는 환경적 요소를 갖추고 있다. 첫째, SDN 기술을 적용할 대상인 가상머신(Virtual Machine; VM)의 수가 동적으로 증가된다. 둘째, 클라우드와 이를 구성하는 가상머신이 소프트웨어적으로 운영

되므로 변동이 동적으로 이루어지며, 이에 따라 네트워크 또한 동적으로 변화하는 특성을 가진다. 따라서 SDN에 의하여 동적 변화에 유연하게 대응할 수 있도록 네트워크 제어 소프트웨어를 운영자가 직접 프로그래밍하면, 그 적용 효과가 크게 나타난다. 뿐만 아니라 클라우드 네트워크는 기존 네트워크와 달리 새롭게 구축되고 있으므로, 처음 구축할 때부터 SDN을 적용하면 된다. 즉 기존 네트워크 인프라에 SDN을 적용할 때 발생하는 기존 장비 대개체 비용의 부담을 줄일 수 있다.

현재 클라우드 SDN은 주로 클라우드 데이터 센터 내부, 또는 기업 내부의 클라우드 네트워크에 주로 상용 적용되고 있다. 클라우드 서비스 사업자들은 단계적으로 클라우드 SDN 기술의 적용 범위를 확장하여 클라우드 데이터 센터와 데이터 센터간, 또는 기업 클라우드 데이터 센터와 기업 외부의 데이터 센터간 네트워크에 적용하기 위한 기술 개발과 표준화를 진행하고 있다. 클라우드 SDN은 다음 절에서 기술할 전송 SDN과 결합하여 향후 파급효과가 증대될 것으로 전망된다[2].

2. 전송 네트워크 제어

클라우드 네트워크에서 SDN의 적용으로 인한 비용 절감 효과가 검증되면서, 전송 네트워크에 SDN을 적용하여 네트워크를 보다 저비용으로, 동시에 보다 효율적으로 제공하려는 연구 개발이 진행되고 있다. 투자비용 대비 수익성이 낮아지고 있는 전송 네트워크에 SDN을 적용하여 새로운 서비스를 창출하거나

비용을 절감하려는 노력이 시도되고 있으며, 이동 통신 사업자는 트래픽의 급증과 함께 투자비용이 증가하는 모바일 전송 분야에서 SDN에 의한 비용 절감 효과를 분석하고 있다.

SDN 개념은 투자 및 운영 비용을 절감하고, 기존 서비스를 효율화하며, 새로운 서비스를 신속하게 제공할 수 있다는 비전을 제시하고 있는데, 전송 네트워크에 이를 실현하기 위해서는 현실적으로 해결해야 할 기술적, 운영관리적 측면이 충분히 고려되어야 한다. 우선 전송 네트워크는 다수의 네트워크 관리 도메인을 연결하므로, 통일된 제어 체계를 적용하기 어렵다. 또한 기존의 네트워크 장비들이 폐쇄된 하드웨어 구조를 가지고 있으므로 새로운 기술이나 아이디어를 도입하려면 장비 제조업체에 의존적인 과정을 거쳐야 한다. 기술적으로는 안정성, 확장성, 기존 네트워크와의 상호 운용성 등의 이슈에 대한 검증이 필수적이다[3].

전송 네트워크에 SDN을 도입하기 위하여, 기술 표준화 측면에서 ONF의 오픈플로우와 같은 새로운 기술을 전송하는 모델이 연구 개발되고 있으며, 동시에 IETF의 기존 인터넷 프로토콜을 SDN용으로 최적화하여 적용하려는 시도가 진행되고 있다. 네트워크 사업자 측면에서는 전송 네트워크 아키텍처를 단순화하려는 노력이 함께 진행되고 있으므로, 전송 네트워크 단순화를 통하여 SDN 적용 효과가 극대화될 수 있을 것으로 전망된다[4].

3. 서비스 플로우 제어

전통적인 통신 사업자는 네트워크 서비스에서 중요한 제어 대상인 서비스 플로우를 보다 유연하고 효율적으로 제어하는 기술에 관심을 집중하고 있다. 기존의 통신 네트워크는 방화벽(Firewall)이나 부하분산기(Load Balancer) 등과 같이 네트워크 서비스를 향상시키는 기능을 제공하는 장비들을 네트워크 곳곳에 배치하고 있다. 새로운 서비스와 요구사항의 등장으로 이러한 장비들은 네트워크 구조와 운영을 복잡하게 하는 주요 원인이 되고 있다.

최근 소프트웨어 기반의 방화벽이나 부하분산기 등이 출시되고 있는데, 이러한 네트워크 기능 소프트웨어를 고가의 전용 하드웨어 대신 저가의 범용 하드웨어에 탑재하고 가상화하여 서비스 플로우별로 선택적으로 제어하는 기술이 가시화되고 있다. SDN을 활용하여 소프트웨어로 가상화된 방화벽이나 부하분산기의 위치와 무관하게 서비스 플로우를 요구사항에 맞추어 동적으로 제어할 수 있다. NTT, Telefonica 등의 글로벌 통신 사업자들은 서비스 플로우 제어에 SDN 기술을 적용하여 신규 서비스를 즉시 제공할 수 있는 네트워크 체계를 구축하고 있다.

V. 결론

본 고에서는 네트워크 혁신의 요구사항과 표준화 기구별 동향을 사업자 관점에서 분석하고, SDN을 적용하는 네트워크의 특성별로 적용 현황과 이슈를 고찰하였다. SDN은 급변하는 시장 환경에 신속하고 유연하게 대응하고 네트워크 인프라에 대한 투자 비용 대비 수익성을 개선할 수 있는 기술로 주목 받고 있다. SDN이 실용화되기 위해서는 기술적 이슈를 해결하는 것은 물론, 시장에서 솔루션 제조업체와 네트워크 관련 서비스 사업자 모두에게 사업적 장점을 제공할 수 있어야 한다. SDN이 실제 산업에 확산 적용되기 위한 대표적인 기술적 이슈로는 확장성과 성능 검증이 있으며, 상호 운용성을 위한 인터페이스 표준화가 무엇보다도 중요한 선결 이슈이다. 또한 상용 서비스에 요구되는 보안과 신뢰성, 기존 시스템이나 장비와의 원활한 통합을 보장하는 SDN 기술의 개발과 보급이 요구된다.

앞으로 SDN이 시장에서 클라우드 네트워크뿐만 아니라 전송 및 서비스 네트워크로 확산하려면 다양한 사업 모델을 발굴하고 실질적인 비용 절감 및 수익 창출 효과를 제시할 수 있어야 할 것이다. 이러한 가운데 SDN 솔루션 제조 업체와 이를 적용하는 사업자가 생태계의 선순환 구조를 형성하고 상호 발전을 추구하는 것이 SDN의 장점들을 현실화하고 계속 진화할 수 있도록 하는 핵심 요소가 될 것이다.

참고 문헌

- [1] D. Clark, J. Wroclawski, K. Sollins, and R. Braden, "Tussle in Cyberspace: Defining tomorrow's Internet," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 13, Issue 3, pp.462-475, June 2005.
- [2] 이호승, 이영욱, 정기태, "통신사업자 관점에서의 패킷-광 전달 네트워크 기술 전망," 정보통신설비 학술대회, pp. 37-40, 2013년 8월.
- [3] 백은경, 정기태, 홍성민, 송세준, 박형배, 최백영, "소프트웨어 정의 네트워크 제어기의 확장성 확보를 위한 기술 현황과 전망," 정보통신설비 학술대회, pp. 51-53, 2013년 8월.
- [4] 성종규, 나상완, 이영욱, 정기태, "통합 전달망에서의 최적 네트워크 운용 및 관리방안에 대한 연구," 정보통신설비 학술대회, pp. 41-44, 2013년 8월.

약 력



백 은 경

1990년 이화여자대학교 이학사
1992년 이화여자대학교 이학석사
2004년 서울대학교 공학박사
1992년~현재 KT 인프라연구소 팀장
현재 개방형통신연구회 상임이사, TTA 미래인터넷
PG 부의장
관심분야: Software-Defined Networking(SDN),
Network Function Virtualization (NFV),
Mobility Management



정 기 태

1996년 일본 Tohoku Univ.(東北大學) 공학부
전자공학과 박사
1986년 KT 연구개발본부 전임연구원
1996년 KT 가입자망연구소 수석연구원
현재 KT 인프라연구소 상무
관심분야: Software-Defined Networking(SDN),
Network Function Virtualization (NFV),
Optical Network