자원 가상화 기반의 미래네트워크 구조

권순종° 최은호
KT 미래기술연구소, KT 기업고객지원본부
sjkwon@kt.com, ehchoi@kt.com

Future Network Architecture based on Resource Virtualization

Sun-Jong Kwon° Eun-Ho Choi
Advanced Technology Laboratory, KT

요 약

현재의 인터넷은 새로운 기술적 요구를 수용하기에 어려운 단계에 이르러 마침내 현 인터넷과의 호환성을 완전히 배제한 새로운 네트워크를 설계하려는 미래네트워크 또는 미래 인터넷 연구가 진행되고 있다. 가상화 기술 기반의 네트워크는 다양한 네트워크 요구사항을 충족하는 네트워크들이 overlay로 공존할 수 있으며, 요구사항의 변화로 인해 완전히 새로운 접근방법이 필요한 경우에도 가상화 기반의 네트워크를 통해 수용이 가능한 장점이 있다. 본 논문에서는 미래인터넷의 핵심 개념인 인프라스트럭처 가상화에 대하여 관련 연구동향을 분석한다. 그리고 이를 기초로 미래네트워크 구조를 제시한다. 가상화된 인프라 기반의 미래네트워크 구조를 3계층 - 서비스 조합 및 연합 계층, 정책 및 제어 계층, 패킷 처리 계층 - 으로 제시하고 각 계층별 기능을 설명한다.

1. 서 론

인터넷의 발달로 인터넷 네트워킹은 이제 우리 생활에서 빼놓을 수 없는 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 현재 우리가 사용하고 있는 인터넷은 원래 군사용 연구용으로 설계된 것으로서, 신뢰할 수 있는 '착한' 사용자를 가정하고 만들어졌다. 그러나 이렇게 설계된 인터넷이 1990년대 초반부터 일반인들에게 상용으로 널리 사용되면서, 보안이나 QoS (Quality of Service)가 중요한 기능으로 요구되기 시작하였다. 또한, 노트북 컴퓨터, PDA 등 휴대용 단말의 활성화와 함께 인터넷에도 이동성 지원요구가 발생하고 있다. 이와 같이, 인터넷의 과거 설계 당시의 상황과 현재 활성화된 시점의 상황이 큰 차이를 보임으로 인하여, 인터넷은 그 기본적 구조를 계속해서 고수할 수만은 없게 되었다.

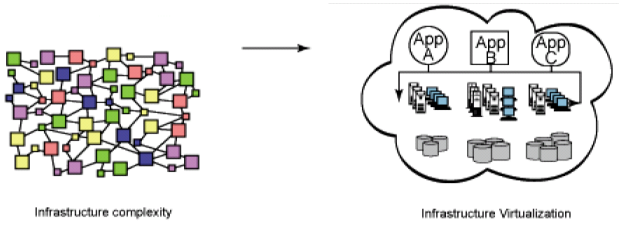
향후 미래 사회에서의 경제/문화/행정/교육 등 많은 활동은 네트워크를 기반(Net-Centric Society)으로 이루어질 것으로 예상하고 있다. 예를 들어 교육에서는 네트워크를 통해 원격의 선생님과 실감 통화를 통해 교육이 가능해 질 것이다. 또한 기업분야에서는 정보통신의 발달로 근무환경이 장소에 제약받지 않게 되며 다양한 장소에서 원격 영상 회의 및 협업근무가 가능해 질 것이며 소규모의 전문화된 기업들이 많이 출현할 것으로 예상된다. 핵심역량에 집중하는 소규모의 전문화된 기업이 대부분을 차지할 경우 미래의 경영 모습에도 많은 변화가 예상된다. 국방 분야에서는 네트워크 중심의 전쟁(Net-centric warfare)이 수행될 것으로 예상된다. 각종 센서를 통해 수집된 정보들이 네트워크로 모아지고 가공되어 필요시 즉시 활용되며 네트워크 기반 협업을 통해 작전을 수행하게 될 것이다.

따라서, 현 인터넷이 초기에 지향했던 교육 연구, 국방 응용의 범주를 벗어나, 미래의 네트워크는 사회의 전반을 떠받치는 기반 즉, 사회 간접 자본으로서의 역할을 제대로 수행할 수 있도록 준비되어야 한다. 미래 네트워크는 열린 생태계(open ecosystem)로서 서비스 이용자, 네트워크 사업자, 응용서비스 제공자가 상생할 수 있는 구조로 발전되어야 한다. 이러한 관점에서 볼 때, 현 인터넷 구조의 진화(evolution) 및 기존 PSTN의 통합 관점에서 추진되는 BcN (Broadband Convergence Network) 다음 단계의 새로운 개념의 네트워크를 위한 연구가 필요하다. 세계적으로는 현재 널리 활용되고 있는 인터넷의 구조적 문제를 해결하고자 미래 네트워크 또는 미래 인터넷을 위한 연구가 이루어지고 있으며 현재 초기단계에 있다.

네트워크 중심 사회를 떠받치는 기반 인프라로서의 미래 네트워크에 대한 연구가 필요하다. 미래의 서비스는 네트워크 자원뿐만 아니라, 서버, 스토리지, 소프트웨어, 콘텐츠가 혼합된 multi-technology에 기초할 것으로 보인다. 또한 Web 2.0 시대에 사용자에 의한 서비스 생성이 더욱 활발히 이루어질 것이며, 미래 네트워크는 이를 지원해야 한다.

인프라스트럭처 가상화는 네트워크 인프라를 구성하는 물리적 자원(physical resources)과 사용자 사이에 추상화 계층(abstraction layer)을 도입하는 것이다. 가상화 기술을 통해 다수의 사용자는 서로 영향을 받지 않고 공유된 자원을 사용할 수 있다. 인프라 가상화시 해당 물리자원이 fail되는 경우 새로운 물리적 자원이 해당 논리자원의 역할을 수행하게 된다. 또한 보다 우수한 성능을 가진

네트워크 자원이 출현시 저 성능의 오래된 자원을 쉽게 대체할 수 있게 된다. 인프라 가상화를 통해 사용자 또는 애플리케이션이 특정 자원에 의존하지 않게 되어 인프라의 유연성이 달성될 수 있다. 사용자 관점에서는 가상화를 통해 인프라의 복잡도를 단순화하는 효과가 있다 (그림 1).



(그림 1) 네트워크 자원의 가상화

본 논문에서는 네트워크 중심 사회의 기반이 되는 미래 네트워크에서 네트워크 및 컴퓨팅자원을 서비스로 제공하기 위하여 필요한 자원 가상화 기술자원 관리/제어 구조 및 자원 서비스 구조를 제시하고자 한다. 2장에서 네트워크 인프라 가상화 관련 동향을 분석한 후3장에서 가상화 기반의 미래네트워크 구조를 제시한다.

2. 네트워크 인프라 가상화 관련 동향

네트워크 인프라 가상화 관련 동향으로 4WARD, GENI, VIOLIN, IPsphere, UCLP, Cisco의 SONA를 정리하였다.

2.1. GENI

새로운 네트워크를 위한 글로벌테스트베드의 필요성에 의하여 미국과학재단이 발의한 GENI (Global Environment for Network Innovation) 연구 프로그램에서는 가상화 (virtualization) 기술을 통해 서로 다른 네트워크 기술을 동시에 제약 없이 테스트할 수 있도록 고려하고 있다. GENI 설계시 세가지 주요 개념은 Slicing, Programmability, 가상화이다[1]. Programmability를 통해 제3자의 코드가 네트워크 장비상에서 실행될 수 있게 된다. 즉 GENI 테스트에 참여하는 연구자에게 GENI의 구성 요소를 프로그램 할 수 있게 하고 이를 기반으로 새로운 네트워크 설계 아이디어를 테스트 할 수 있다. 가상화를 통해 네트워크 자원을 슬리버 및 슬라이스 단위로 나누어 간섭없이 독립적으로 사용할 수 있다.

GENI는 이전의 PlanetLab과 VINI의 성공적 연구 경험을 기반으로 추진되고 있다. PlanetLab은 서버 가상화 기술을 기초로, 네트워크 3 계층(layer) 이상에서의 새로운 기술의 테스트를 제공하고 있는 글로벌 연구 네트워크이다. VINI는 PlanetLab의 경험을 네트워크 2 계층으로 옮겨서 도전하는 것이다. VINI를 통하여 계획되는 테스트에는 가상화, 토폴로지 관리, 성능 측정 등이 있다.

2.2. 4WARD

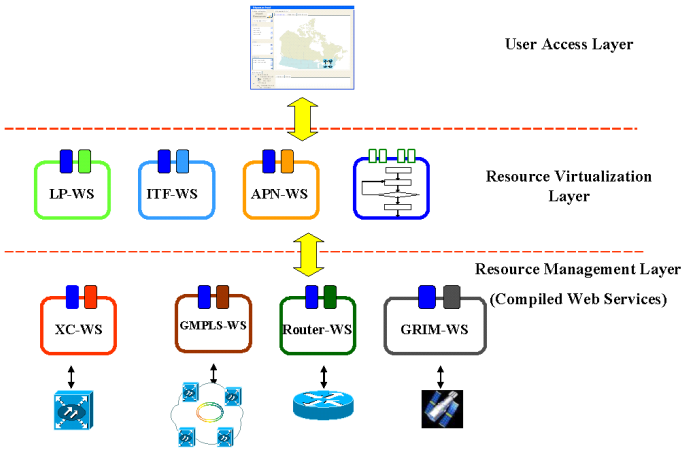
4WARD는 EU IST FP7 프로그램의 일환으로 2007년 12월부터 2년간의 연구기간 동안 통신사업자 학계, 및 기업체가 참여하는 미래인터넷 구조 및 설계 프로젝트이다[2]. 4WARD에서는 통신사업자 레벨의 네트워킹 자원 가상화 연구를 통해 공통의 플랫폼상에서 다양한 네트워크가 공존할 수 있도록 할 예정이다.

2.3. VIOLIN

VIOLIN (Virtual Internetworking on OverLay INfrastructure)은 PlanetLab과 같은 오버레이 인프라 위에서 구현된 격리된(isolated) 가상 네트워크(virtual network)로서, 실제 인터넷 인프라의 변경없이 연구를 위한 선도적 네트워크(advanced network)를 구현할 수 있다[3]. VIOLIN에서의 엔터티인 가상 라우터, 가상 스위치 및 가상의 종단 호스트는 물리적인 오버레이 호스트 상에서 소프트웨어로 구현된다.

2.4. UCLP

UCLP (User Controlled LightPath)는 사용자에게 광 경로(lightpath)를 직접 설정할 수 있는 능력을 제공하는 서비스 지향의 테스트베드이다[4]. UCLP는 광경로의 동적 생성 필요성에 의해 만들어진 개념이다. 광 경로의 동적 생성은 SoA에 기초하여 구현되었는 데 추상화된 물리적 자원을 웹 서비스 형태로 공개하고 사용자 및 애플리케이션은 이 웹 서비스를 사용하여 네트워크 관련 세부지식이 없이도 자신의 전용 네트워크를 만들 수 있다. UCLP SoA를 (그림 2)에서 보여주고 있다.



(그림 2) UCLP Service Oriented Architecture

이 그림에서 자원관리 서비스는 물리적인 장비상에 있는 자원을 관리 및 제어를 담당하는 NE (network element) 웹 서비스이다. 자원 가상화 계층은 물리적 장치를 추상화하여 사용자 또는 애플리케이션에 서비스로 제공한다. 사용자 또는 애플리케이션은 자원 가상화 서비스를 조합하여 완전한 end-user 솔루션을 만들 수 있다.

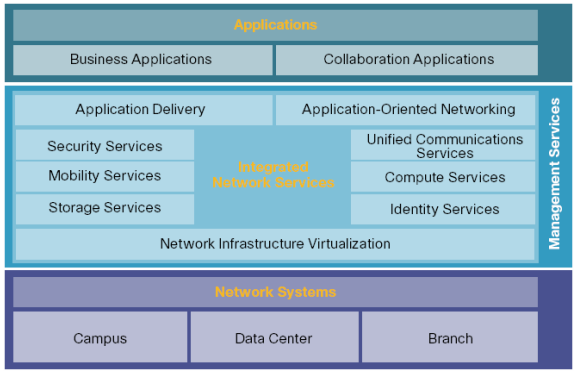
2.5. 시스코 SONA

SONA (Service-Oriented Network Architecture)는 기업 네트워크에 지능을 부여한 지능형 정보 네트워킹(IIN, Intelligent Information Network)으로 진화시키는 역할을 하는 구조적 프레임워크이다. SONA는 IT업계의 대세인 SOA에 네트워크부분까지 고려한 개념으로 다음의 3계층으로 요약된다 (그림 3).

- 네트워크 인프라 계층 (Network infra-structure layer): 이 계층은 모든 IT 자원이 네트워크 기반을 통하여 상호 연결되는 곳이다. IT 자원들로는 서버, 스토리지, 그리고 클라이언트 등을 포함한다. 네트워크 인프라 계층은 이들 자원이 캠퍼스 지점, 데이터센터, WAN, MAN 그리고 원격 작업장 등 기업 네트워크내의 모든 장소에 존재할 수 있다. 이 계층은 언제, 어디서나 연결성을 제공하는 것이다.

- 인터랙티브 서비스 계층(Interactive services layer): 이 계층은 네트워크상의 다수의 애플리케이션들이 사용할 수 있는 기능들을 생성하기 위해 여러가지 네트워킹 기술들로 구성되어 있다. 네트워크 인프라 가상화를 통해 하나의 네트워크를 다수의 가상 네트워크로 분할하여 사용할 수 있으며, 이 계층에서는 이동성, 보안, 식별자, 저장, 컴퓨트, UC (Unified Communication)을 네트워크 서비스로 제공한다. 또한 캐싱, 로드밸런싱등 애플리케이션 delivery 기능과 함께, ESB(enterprise service bus) 및 context 기반 라우팅을 포함하는 애플리케이션 지향의 네트워킹을 제공한다.

- 응용 계층 (Application layer): 이 계층은 비즈니스 응용과 협력 응용을 포함한다.



(그림 3) Cisco의 SONA

2.6. IPsphere

현재의 인터넷을 한 단계 발전시켜 IP 기반의 서비스가 비즈니스가 될 수 있도록 비즈니스 계층(Business Layer)을 구체화함으로써, 서비스 참여자들에게 정당한 대가를 통한 선순환 사업 환경을 만들고자 IPsphere 포럼이 설립되었다. IP 기반 서비스를 제공하는 참여자들에게 이익을 주는 비즈니스 모델을 실현하기 위해 필요한 기술적 관점의 프로토콜 및 프레임워크 개발개발된 기술을 기반으로 참조구현 (reference implementation)을 통한 검증 및 확산을 목표로 현재 통신사업자, IT 솔루션 회사, 통신 장비제조사가 참여하여 활동하고 있다.

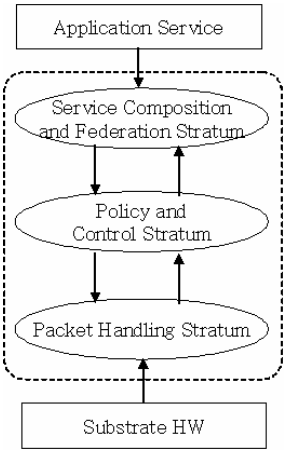
통신사업자는 자신의 웹 서비스 기반의 자원 서비스 및 응용을 Open Service Market에 등록 및 고객에게 제공한다. 서비스 이용자는 통신 사업자간의 서비스 연합 메카니즘을 통하여, 서비스 구성, 실행 및 지불을 행하게 되며, 각 통신사업자는 정책기반으로 자신이 보유하고 있는 Network/IT 자원을 관리하며, 이용자가 서비스 구성 및 실행을 할 수 있도록 ICT 자원을 서비스로 제공한다.

2.7. 시사점

미래의 네트워크는 다양한 응용 요구사항의 수용을 위하여, 다양한 네트워크가 공존할 수 있는 구조이어야 한다. 또한, 웹 2.0 추세에 따라, 사용자가 서비스를 조립할 수 있도록, 네트워크의 대역폭 뿐만 아니라, IT 자원까지도 단위 서비스화하여 웹 서비스 형태로 공개하여야 한다. 물론, 이러한 자원 서비스는 지리적 한계등으로 인하여 하나의 사업자가 제공하기 어려우므로 사업자 연합을 통하여 제공하여야 한다.

3. 미래 네트워크 구조

2장에서 인프라 가상화 관련 동향을 분석하였다. 현재 인터넷의 한계를 극복하고 통신 사업자의 미래 사업을 위한 기반인, 그리고 더 나아가 이 사회의 기반이 되는 네트워크인 가상화된 인프라 기반의 미래네트워크 구조를 3계층으로 표현하면 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 미래네트워크 3계층 표현

3.1 서비스 조합 및 연합

서비스 조합 및 연합 계층(Service Composition and Federation Stratum)에서의 서비스 조합(service composition)은 ICT 자원 서비스 등을 조합하여 새로운

서비스 혹은 서비스 인스턴스(세션)를 생성하는 것이다. 서비스 연합(federation)은 서비스 조합과 유사하나, 다른 사업자 소유의 서비스를 이용하기 위해 필요하다. 응용을 위한 세션 설정, 세션 실행 및 세션 모니터링은 SOA/Web Service 메시지 버스를 통해 이루어진다. 세션 구성에 필요한 단위 자원이 타 사업자의 소유인 경우에, 고객에게 서비스를 제공하는 사업자는 세션 설정을 위하여 협력 사업자에게 메시지를 보내어 서비스의 프로비저닝 및 활성화를 주관한다. 일단 세션이 활성화되면 협력사업자는 세션에 참여중인 서비스가 품질에 문제 발생 시 서비스 제공사업자에게 보고하여야 한다.

3.2 정책 및 제어 계층

정책기반으로 자원을 관리한다. 애플리케이션 세션이 필요로 하는 ICT 자원을 설정, 실행한다. 이 계층에서는 애플리케이션 세션이 필요로 하는 분산된 슬리버들의 집합인 슬라이스(slice)를 설정/관리한다. 슬라이스는 애플리케이션이 실행될 수 있는 분산 컴퓨팅 환경으로써, GENI의 경우, GMC (GENI Management Core)를 통해, 다수의 물리적 GENI 콤포넌트상의 자원들을 사용하여 슬라이스를 생성할 수 있다. 또한 슬라이스를 모니터링하여 슬라이스의 품질을 보장하여야 한다.

3.3 패킷 처리

패킷 처리계층 (Packet Handling Stratum)에서는 슬라이스(slice)를 구성하는 슬리버(sliver)의 생성, 실행, 및 해제를 담당한다. 슬리버는 가상화 및 programmability가 적용된 substrate 하드웨어상에서 구현되며, GENI의 경우, CM(component manager)를 통해 슬리버를 관리한다. 슬리버간에는 자원 isolation이 이루어져, 어떤 슬리버가 사용하는 자원으로 인해 타 슬리버의 성능에 영향을 미치지 않게 된다. 또한 실행되고 있는 슬리버로 송수신되는 패킷에 대한 모니터링도 이루어진다.

4. 결론

유연한 네트워크 구조와 새로운 기술혁신을 수용하기 위하여 미래네트워크에서 가상화는 중요한 개념이다. 가상화 기술기반의 네트워크상에서 다양한 네트워크 요구사항을 충족하는 네트워크들이 공존할 수 있으며, 요구사항의 변화로 인해 완전히 새로운 접근방법이 필요한 경우에도 가상화 기반 네트워크를 통해 수용이 가능한 장점이 있다.

미래의 애플리케이션은 네트워크 및 컴퓨팅자원을 서비스로 이용할 수 있으며, 제3의 서비스 제공자는 이러한 자원서비스를 이용하여 자신만의 응용(application)를 제공할 수 있을 것이다. 이를 통해 통신사업자는 네트워크 대역폭뿐만 아니라 컴퓨팅 자원까지도 결합하여 서비스로 제공할 수 있으며, 개방된 서비스 시장을 선도하며 미래 사회 각 분야 활동을 지원함으로써 사회적 신뢰를 받을 수 있게 될 것이다. 추후 연구에서는 각 계층별 상세 기능을 구체화할 계획이다.

5. 참고 문헌

[1] Guru Parulkar, "GENI: Global invironment for networking innovation - To reinvent the Internet," http://www.nren.nasa.gov/workshops/pdfs9/PanelA_GENI-Parulkar1.pdf

[2] Luis M. Correia, "The success of Internet also its failure?,"http://www.emobility.eu.org/Events/2007-09-04_PIMRC_Conference_Athens/General_4WARD_public.pdf

[3] Xuxian Jiang and Dongyan Xu, "VIOLIN: Virtual Internetworking on Overlay Infrastructure", http://friends.cs.purdue.edu/pubs/VIOLIN.pdf

[4] Carol Meertens and Tijmen van den Brink, "User Controlled LightPath," http://staff.science.uva.nl/~delaat/sne-2006-2007/p09/report.pdf

[5] Cisco SONA Update, http://newsroom.cisco.com/dlls/2006/eKits/sona_fact_sheet.pdf