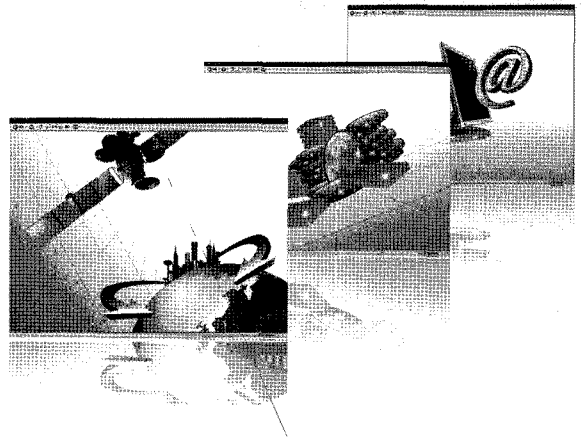


미래인터넷을 위한 네트워크 가상화 표준기술 개발 동향

정상진 | ETRI 표준연구센터 u-인프라표준연구팀 선임연구원
신명기 | TTA 미래인터넷 PG220 의장,
ETRI 표준연구센터 u-인프라표준연구팀 책임연구원
김형준 | ETRI 표준연구센터 u-인프라표준연구팀장



1. 머리말

인터넷의 개념이 처음 제안된 후 40여 년이 흐른 지금 인터넷은 우리 생활의 필수 불가결한 요소가 되었으며, 전 세계를 연결하는 네트워크로 자리잡았으며 나아가 우주를 연결하는 방법도 논의되고 있다[1]. 그러나, 통신 환경의 급격한 변화와 새로운 서비스의 출현, 사용자 요구사항의 증대 등의 이유로 현재 인터넷의 근본적인 구조상의 문제점에 대해서 논의가 시작되었으며, 현 인터넷을 어떻게 진화시킬 것인가 또는 어떻게 새로운 구조로 대체할 것인가에 대해서 국내외적으로 활발한 논의가 진행되고 있다[2].

미래인터넷은 현재의 네트워크 기술로는 지원하기 힘든 다양한 혁신적인 서비스, 기능 및 자원들을 지원할 수 있을 것으로 예상되며, 이를 통해 현재 인터넷의 한계를 극복할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해 현재의 인터넷 구조에 국한되지 않는 다양한 핵심 기술들의 연구개발 및 시험을 위한 공통의 수단인 테스트베드의 구축이 필요하다. 특히, 새로운 네트워크 환경을 필요로 하는 기술을 개발 및 운용할 때는 다른 서비스 또는 현 인터넷에 예기치 않은 영향을 주지 않도록

해야 한다.

최근 네트워크 가상화의 개념이 이러한 미래 인터넷 연구를 위한 유망 기술로 논의되고 있으며, 단기적으로는 다양한 미래인터넷 기술들의 연구개발 및 시험을 위한 테스트베드의 구축 기술로서, 장기적으로는 다양한 새로운 구조를 가지는 네트워크들의 공존을 가능하게 하는 핵심 기술로서 논의되고 있다. 네트워크 가상화 기술이 미래인터넷의 핵심 기술인가에 대해서는 논의가 진행되고 있으나[3], 네트워크 가상화 기술이 네트워크들의 독립성을 제공하고 미래인터넷을 위한 다양한 기술들의 시험을 위한 테스트 인프라의 구축을 위한 핵심 기술이라는 것에는 이견이 없는 상황이다.

본 고에서는 먼저 네트워크 가상화 기술의 개념 및 연구배경을 분석하고, 이를 기반으로 국내외 연구 과제들의 현황 및 표준화 상태를 살펴본다. 그리고, 네트워크 가상화 기술의 상용화를 위해 해결해야 할 문제점들에 대해 살펴보도록 한다.

2. 네트워크 가상화의 개념 및 기술적 해결과제

본 장에서는 네트워크 가상화 기술의 개념 및 네트

워크 가상화를 통해 생성되는 가상 네트워크의 특성 및 기술적 요구사항을 기술한다. 또한, 네트워크 가상화 지원을 위한 기술적 해결과제를 함께 분석한다.

2.1 네트워크 가상화의 개념

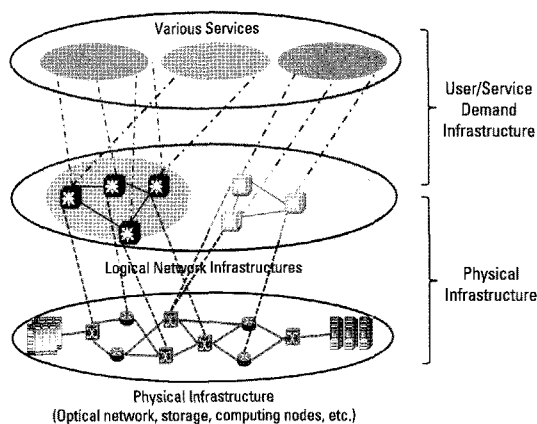
네트워크 가상화의 개념은 네트워크 가상화 관련 연구를 수행하는 연구그룹, 회사 등에서 다양하게 정의해서 사용하고 있으나[4][5], ITU-T FG-FN(Focus Group on Future Network)[6][7], IRTF VNRG(Virtual Networks Research Group)[8][9], TTA 미래인터넷 PG[10] 등의 표준화 그룹에서는 네트워크 가상화의 정의를 논의 및 정의하고 있다. 현재 TTA 미래인터넷 PG에서 제정된 정의는 다음과 같다.

네트워크 가상화는 현 네트워크 구조의 경직성을 해결하기 위한 방안으로서, 네트워크 링크와 노드를 포함한 네트워크 내 모든 자원을 가상화하여 하나의 인프라상에서 요구사항이 다른 응용/서비스/이용자 별로 가상 네트워크들(virtual networks)이 공존할 수 있게 하는 기술이다. 네트워크 가상화를 통해, 이용자는 단일 인프라상에서 타 응용/서비스/이용자들 간 독립적으로 가상 네트워크를 만들 수 있다. 네트워크 가상화 기술은 유선 네트워크 가상화와 무선 네트워크 가상화 기술로 분류할 수 있다[11].

위의 정의에서 주목할 점은 사용자 요구사항에 기반한 서로 독립된 가상 네트워크를 동시에 제공하며 가상 네트워크의 구성 시, 네트워크의 특성을 고려해(유선 또는 무선 네트워크) 가상 네트워크를 제공해야 한다는 것이다.

네트워크 가상화를 통해 생성되는 가상 네트워크는 서로 완전히 독립되어 운용될 수 있으며, 이를 통해서도 다른 형태의 네트워크 구조, 프로토콜 등을 동시에 수용할 수 있다. 나아가 가상 네트워크의 구성요소인 가상 자원들에 프로그래밍 기능(Programmability)을 제

공함으로써, 가상 네트워크 사용자들은 네트워크 구성 요소들에 대해서 물리 계층에서 응용 계층까지의 전 계층에 대해 사용자가 정의한 프로그램을 실장시킬 수 있고 나아가 다른 가상 네트워크의 운용을 방해하지 않으며 새로운 네트워크 구조를 설계하고 개발 및 시험할 수 있다. 즉, 가상 네트워크는 사용자에게 기존의 비가상화망에서 제공하던 모든 형태의 서비스들을 사용자들에게 독립적으로 제공되는 환경이라 할 수 있다. 이러한 가상 네트워크의 사용자는 서비스나 응용의 사용자뿐만 아니라 서비스 제공 사업자에게 확장될 수 있다. 예를 들어, 서비스 제공 사업자는 가상 네트워크를 임대하여 마치 자신이 독립적인 망을 가진 것처럼 새롭게 출현하는 네트워크 및 서비스를 자유롭게 시험할 수 있다. 물리자원 인프라 제공자는 실제 물리 네트워크 자원을 관리하며, 서비스 제공자에게 프로그래머블한 인터페이스를 제공한다. [그림 1]은 일반적인 네트워크 가상화의 구조를 도시한 것이다. 이러한 가상 네트워크의 제공을 위해서는 네트워크 가상화 기술이 필수적으로 필요하며, 가상 네트워크를 생성하고 상태 관리 및 성능을 측정하기 위한 제어 방법들이 제공되어야 한다.



[그림 1] 일반적인 네트워크 가상화 구조

네트워크 가상화 기술을 통해 제공되는 가상 네트워크는 다음의 중요한 특성을 가지고 있다.

- 분할성(Partitioning): 하나의 자원 (물리자원 또는 논리자원)은 여러 개의 가상 네트워크에 동시에 사용될 수 있도록 분할될 수 있어야 함
- 격리(Isolation): 각 가상 네트워크는 상호간에 완벽하게 격리될 수 있어야 함
- 추상화(Abstraction): 주어진 가상 자원은 자원의 물리적인 특성에 국한되지 않고 자원을 추상화해서 사용할 수 있어야 함
- 집합성(Aggregation): 향상된 성능 및 기능을 제공하기 위해서 여러 개의 가상 자원을 통합해 제공할 수 있어야 함

가상 네트워크의 핵심 구성요소들은 기존의 비 가상화망의 자원들인 단말, 라우터, 스위치, 링크 등의 자원들과 가상 자원들을 포함한다. 가상 자원은 물리자원 또는 논리자원을 위한 기능들과 도구를 그대로 상속하여 물리자원 또는 논리자원과 동일한 기능을 제공한다[12]. 추가적으로 가상 네트워크를 생성 및 관리하기 위한 방법들도 가상 네트워크의 핵심 구성요소에 포함된다.

네트워크 가상화의 목적은 다양한 서비스, 서비스 프로그래밍, 네트워크 구조의 다양성을 제공하는 인프라를 위한 기술로서 네트워크 자원들의 공유를 통한 비용의 절감이라 할 수 있다. 세부적으로 다음과 같은 장점들을 제공할 수 있다.

- 현재 인터넷 구조의 향상에 도움이 됨
- 여러 개의 가상 네트워크가 공유된 물리자원상에서 공존할 수 있음
- 미래인터넷 연구를 위한 시험 환경을 제공할 수 있음
- 새로운 비즈니스 모델과 제공자의 도입을 가능하게 함

- 네트워크 자원의 소유 비용을 감소시킬 수 있음
- 네트워크 자원의 활용을 최적화 할 수 있음
- 가상 자원들을 위한 시장의 형성을 가능하게 할 수 있음

2.2 네트워크 가상화의 기술적 해결 과제

본 절에서는 네트워크 가상화 기술을 실현하기 위한 기술적인 문제들에 대해 분석하고 이를 해결하기 위한 요구사항을 서술한다. 네트워크 가상화 기술의 상용화를 위해서는 다음과 같은 기술적인 과제들의 해결이 필요하다[13].

- 성능: 일반적으로 네트워크 가상화 기술의 구현을 위해서는 네트워크 상의 노드에 가상화를 위한 계층이 필요하며, 이러한 가상화 계층에 의해 가상화된 네트워크 자원들은 가상화 되지 않은 동일 자원 대비 낮은 성능을 나타내게 됨. 따라서, 이러한 성능 저하를 어떻게 감소시킬 것인가가 중요한 기술적 이슈임
- 격리: 여러 개의 가상 네트워크가 하나의 네트워크 자원 위에 공존하게 됨에 따라, 각 가상 네트워크 간의 독립성을 어떻게 유지시킬 것인가가 중요한 해결 과제임. 각 가상 네트워크 간의 격리는 보안 격리, 성능 격리, 각 가상 네트워크들의 운용 격리 등의 다양한 측면이 고려되어야 함
- 확장성: 여러 개의 가상 네트워크 동시에 공존하게 되므로 한 자원에서 얼마나 많은 수의 가상 네트워크를 지원할 수 있는가가 상용화 관점에서는 무엇보다도 중요한 이슈임. 또한, 이러한 가상 네트워크를 얼마나 연결하고 관리할 수 있는가도 해결되어야 할 문제임
- 유연성: 사용자의 요구사항에 기반하여 가상 네트워크가 생성된 이후, 변경된 사용자 요구사항에 따라 가상 네트워크의 기능 및 규모를 수정해야 할 필요가 있을 경우 가상 네트워크의 동작을 중지하지 않고 동적으로 가상 네트워크의 기능을 변경할 수 있어야 함

- **집합성:** 네트워크 가상화 기술은 하나 이상의 가상 자원들을 연합해 새로운 기능을 갖는 가상자원으로 제공할 수 있는 기능을 지원해야 하며 이러한 집합 기능을 어떻게 효과적으로 제공할 것인가도 중요한 해결과제임
- **관리:** 각 가상 네트워크는 독립적으로 관리되어야 하며, 가상화 되지 않은 네트워크에서 지원되는 관리 기능들이 가상 네트워크 상에서도 동일하게 지원되어야 함. 추가적으로 물리적인 자원 위에 생성된 가상 네트워크들을 통합해서 관리할 수 있는 기능들도 제공되어야 함

위에서 서술한 기술적인 과제들을 해결하기 위해서는 네트워크 가상화 기술 개발 시 다음과 같은 요구사항을 반영시켜야 한다.

- 공유된 네트워크 인프라 상에서 복수개의 독립된 가상 네트워크의 공존 지원
- 여러 개의 자원을 하나의 가상 자원으로 구성해 사용할 수 있는 집합기능 제공
- 서로 다른 가상 네트워크 간의 상호 간섭을 배제할 수 있는 격리기능 제공
- 물리적인 자원을 추상화 하여 쉽게 사용할 수 있는 추상화 기능 제공 및 추상화된 자원을 사용하기 위한 표준화된 인터페이스 제공
- 여러 개의 가상 네트워크를 효율적으로 관리하기 위한 관리 시스템 및 관리 시스템에 대한 표준화된 인터페이스 제공
- 필요시 가상 네트워크 상의 논리적인 자원들에 새로운 기능을 추가할 수 있는 프로그래머빌리티 기능 제공
- 가상 네트워크의 자원들이 물리적인 하위 계층 또는 상위계층의 자원들을 직접 사용하기 위한 방법
- 각 가상네트워크의 자원 사용량, 운용 상황 등을 제

어할 수 있는 규제 정책의 적용 방법

- 다양한 네트워크 서비스의 제공을 위해 각 가상 네트워크의 제어 및 운용을 사용자가 물리적인 네트워크 또는 다른 가상 네트워크와 독립적으로 변경할 수 있는 기능

네트워크 가상화 기술이 미래인터넷을 위한 다양한 기술들의 시험을 위한 테스트베드를 위한 기술에서 나아가 미래인터넷의 핵심기술로서 자리잡기 위해서는 앞에서 분석한 기술적인 과제들을 어떻게 해결할 수 있을 것인가가 핵심 쟁점이라 할 수 있다. 특히 네트워크 가상화 기술의 상용망 적용을 위해서는 격리, 유연성, 확장성, 관리성에 대한 요구사항이 반드시 해결되어야 하며, 최근 유럽 및 ETRI 연구과제 등에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 많은 노력을 기울이고 있으므로 상용화를 위한 기본적 이슈들은 점진적으로 해결될 수 있을 것으로 기대된다.

3. 네트워크 가상화 관련 연구과제 현황

본 장에서는 네트워크 가상화 기술을 실현하기 위한 국내외의 대표적인 연구과제들의 현황에 대해 기술한다. 대표적으로 미국의 GENI(Global Environment for Network Innovation)[14]는 네트워크 가상화를 미래인터넷 기술들의 시험을 위한 테스트베드 구축 수단으로 이용해 사용자 실험을 위한 최적의 가상 네트워크를 구성하는데 목적을 두고 있으며, 유럽의 FIRE(Future Internet Research and Experimentation)[15], FEDERICA(Federated E-infrastructure Dedicated to European Researchers Innovating in Computing network Architectures)[4]와 같은 유럽의 미래인터넷 연구과제들은 서비스와 네트워크의 통합 접근방식 측면

에서 네트워크 가상화를 미래인터넷의 핵심 구조로 포함시켜 논의하고 있다. 국내에서는 ETRI가 이러한 접근방식을 모두 수용해 가상화 지원 프로그래머블 플랫폼 기술을 개발 중에 있다[14].

3.1 GENI(Global Environment for Network Innovation)

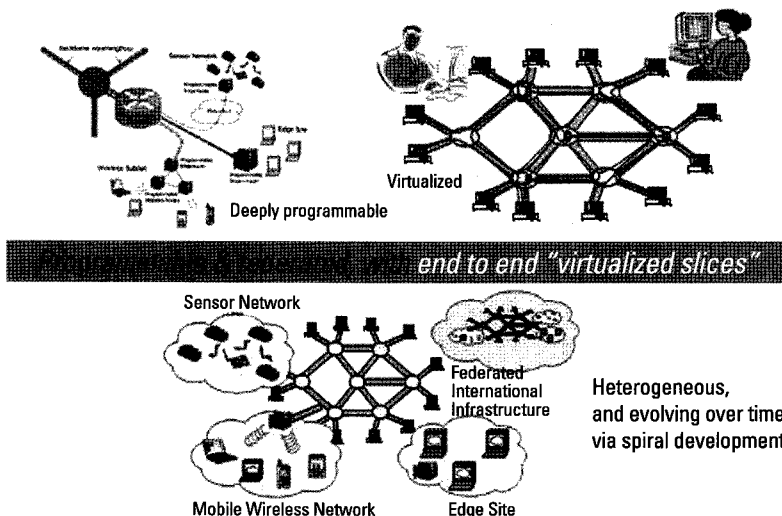
GENI의 목표는 네트워크를 이용하는 과학 및 엔지니어링 분야의 다양한 실험들을 위한 장기간 지속될 수 있고 현실과 유사한 환경을 제공할 수 있는 국가 규모의 네트워크 인프라를 구축하는 것이다. GENI와 기존의 다양한 네트워크 테스트베드와의 차이점은 다음과 같다. [그림 2]는 GENI의 고유한 특성을 나타낸 것이다[16].

- 프로그램화 기능: 테스트베드 상의 각 구성 요소들이 물리계층에서 응용계층까지 동적으로 프로그래밍될 수 있는 완전한 프로그램화 기능
- 가상화: 종단 간 가상화 기술을 이용한 네트워크 슬라이스의 생성 지원
- 페더레이션: 서로 다른 망, 테스트베드, 종단 장비 등을 모두 페더레이션 할 수 있는 환경 제공

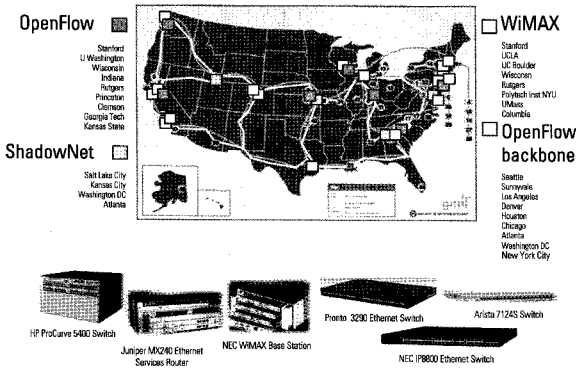
GENI의 가장 큰 아이디어는 개방화된 제어 프레임워크의 설계로 이를 통해 실험자는 실험에 요구되는 슬라이버라는 물리 자원을 할당받고 이를 통해 슬라이스라는 개념의 가상 네트워크를 할당받아 실험자에게 제공하는 개념을 가지고 있다. 이를 위해 GENI에서는 ProtoGENI[17]와 같은 제어 프레임워크를 규격화 중에 있으며, 자원의 페더레이션을 위한 Aggregate Manager API 1.0[14] 등을 설계 중에 있다.

GENI의 개발은 신속한 시제품 개발과 이를 바탕으로 한 통합 및 사용을 통한 피드백을 다시 시제품 설계에 반영하기 위해서 Spiral 형태의 시제품 계획에 따라 진행되고 있으며, 현재 Spiral 2가 진행되고 있다. Spiral 2의 목표는 GENI를 기반으로 실제 연구개발 실험을 수행하고, 미국의 연구시험망의 주요 노드를 포함하는 meso-scale 단위의 망을 구축하고 GENI의 다양한 제어 프레임워크 간의 상호 연동을 가능하게 하는 것을 포함한다.

현재 Spiral 2를 통해 GENI 기반 실제 연구 실험들을 성공적으로 수행했으며, 이를 바탕으로 GENI를 미국 전체를 아우르는 테스트베드로 규모를 확장하고 다양



[그림 2] GENI의 개념적 구조



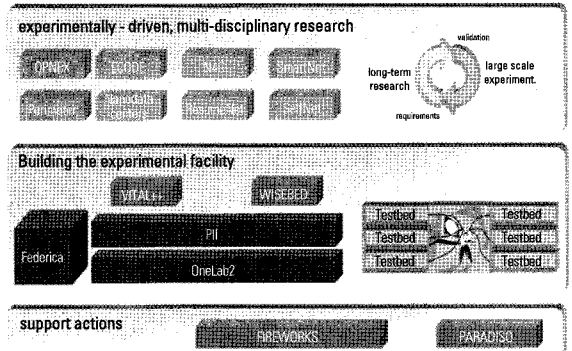
[그림 3] GENI Meso-scale 프로토타입 개발

한 분야의 연구개발자들이 연구 및 실험을 GENI 환경에서 원활하게 수행할 수 있도록 하는 것을 Spiral 3의 주요 목표로 삼고 있다.

3.2 FIRE(Future Internet Research and Experimentation)

FIRE는 유럽에서 미래 인터넷 관련 연구개발을 위한 프로젝트인 FP7(Future Internet in Framework Programme 7) 내에서 미래인터넷을 위한 기술 개발 및 다양한 실험을 위한 인프라를 구축하는 프로젝트이다. FIRE의 목표는 매우 실험적이고 혁신적인 아이디어를 도출하고 실험적으로 증명하기 위한 연구 실험용 테스트베드를 구축하는 것이다[15]. 이를 통해 기술의 트렌드를 예측하고, 기술과 연관된 비즈니스 모델을 개발하고, 기술의 사회적 영향력을 평가하고 사용자 기반의 기술 개발을 장려하며 데이터 집중적인 실험 및 연구를 가능하게 한다. 즉 FIRE의 궁극적인 목표는 인터넷이 경제와 사회를 어떻게 변화시키고, 이를 통해 인터넷이 사회와 환경을 어떻게 향상시킬 수 있는가를 이해하기 위함이다. FIRE 프로젝트의 핵심은 다양한 목적과 용도에 맞도록 구분되어 있는 테스트베드를 하나로 연합한 실험 인프라이다. 현재 FIRE 실험 인프라는 [그림 4]에 도시된 것처럼 5개의 각기 다른 테스트베드를 연합하여 구축하고 있다. 이러한 테스트베드

위에서 다양한 분야의 실험 기반의 연구들이 진행되고 있으며 이들 실험과 테스트베드를 지원하기 위한 관리 기관이 있다.

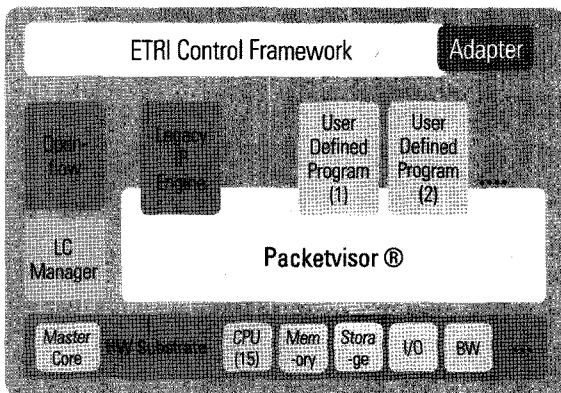


[그림 4] FIRE의 세부 프로젝트

FIRE의 세부 프로젝트 중 FEDERICA(Federated E-infrastructure Dedicated to European Researchers Innovating in Computing network Architectures)는 컴퓨터와 네트워크 자원에 대해서 가상화 기반의 e-인프라를 제공하여 미래 인터넷 기술의 연구자들에게 필수적인 연구개발 도구를 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 연구자들이 네트워크 상 자원들의 완전한 제어가 가능한 슬라이스를 생성하여 전 통신 계층에서 혁신적인 실험들을 가능하게 한다. 또한 e-인프라는 다른 테스트베드나 자원들과 페더레이션을 통해 기능을 확장할 수 있도록 하고 있다. FEDERICA 과제는 2008년 1월부터 2010년 6월까지 30개월의 1단계가 종료되었으며, 현재 2단계 과제의 제안서를 준비하고 있다. FEDERICA II과제는 25개의 기관이 참여할 예정이며, EU 이외의 국가로는 호주의 NICTA와 한국의 ETRI가 참여하는 것으로 결정되었다. FEDERICA II의 주요 목표는 기존 FEDERICA 테스트베드를 확장하여 하부망 자원에 광 네트워크 자원을 포함하고 클라우드 컴퓨팅 관련 연구를 지원할 수 있도록 클라우드 컴퓨팅 관련 망과의 페더레이션을 지원할 예정이다.

3.3 ETRI 가상화 지원 프로그래머블 플랫폼 방식

ETRI는 2008년부터 네트워크 가상화에 대한 연구를 시작해 2009년 미국 GENI, 2010년에는 유럽의 미래인터넷 과제와 공동연구를 진행하고 있다. ETRI의 대표적인 네트워크 가상화 지원 솔루션은 가상화 지원 프로그래머블 플랫폼이며, [그림 5]는 이에 대한 개념도를 나타낸 것이다. 현재 ETRI 가상화 플랫폼은 인텔 옥테온 네트워크 프로세서 하드웨어를 기반으로 시제품이 개발되고 있으며, OpenFlow를 지원하고 자체 제어 프레임워크를 통해 슬라이스의 생성 및 관리를 지원하고 있고, GENI 제어 프레임워크 중 하나인 ProtoGENI와의 페더레이션을 지원할 예정이다. 또한 하드웨어 기반의 가상화 기법인 PacketVisor라는 고유의 가상화 기술을 개발하여, 네트워크 프로세서와 같은 하드웨어 상에서 CPU, 메모리, I/O, 대역폭과 같은 플랫폼 상의 공유된 네트워크 자원을 사용자가 정의한 프로그램 상에서 공유하고 스케줄링할 수 있도록 한다. ETRI



[그림 5] ETRI 플랫폼 개념도

플랫폼은 특히 사용자에게 개방화된 인프라를 제공하기 위해 플랫폼 내에 사용자 코드를 이식하기 위한 사용자 프로그래밍 API와 네트워크 프로세서 외에도 NetFPGA, 일반 PC, 무선 AP 등의 하드웨어에도 적용 가능하도록 개방형 서브스트레이트 API를 설계 중에

있다. ETRI 연구과제의 가장 큰 특징은 GENI와 같은 미래인터넷을 위한 테스트베드 역할뿐만 아니라, 중장기적으로 미래인터넷을 위한 아키텍처 솔루션으로서 가상화 지원 프로그래머블 라우터 구조를 설계하고 검증하는데 있다[13].

4. 네트워크 가상화 관련 표준화 동향

본 장에서는 2장에서 논의한 네트워크 가상화의 개념 및 기술적 기술적 해결과제를 포함한 네트워크 가상화 기술과 관련된 국내외 표준화 동향에 대해서 살펴본다.

4.1 국제 표준화 현황

네트워크 가상화 분야의 표준화가 가장 활발한 국제 표준화 기구는 ITU-T SG13을 들 수 있다. ITU-T SG13 표준화 그룹은 표준화 작업반으로 Q.21(Future Networks)을 구성하고 미래 네트워크 분야에 대한 표준화 작업을 진행 중에 있으며, Q.21에서는 Y.FNvirt(네트워크 가상화 요구사항)에 대한 표준초안을 개발하는 것으로 결정하고 표준 초안 작업을 개시했다. 더불어 ITU-T 회원 기관들의 참여를 위해 미래 네트워크 포커스 그룹(FG-FN: Focus Group on Future Network)을 SG13 산하에 추가로 현재 <표 1>과 같이 총 5개의 표준문서에 대하여 작업을 진행하고 있으며, 이중 네트워크 가상화 관련 분야는 네트워크 가상화 프레임워크 문서가 해당된다[5].

인터넷의 표준을 다루는 IETF/IRTF에서는 미래인터넷 인프라 기술의 핵심인 가상 네트워크와 네트워크 가상화 기술에 대한 연구를 위해 연구그룹인 VNRG(Virtual Network Research Group)를 구성하고 네트워크 가상화 기술을 통해 생성되는 가상 네트워크의 개념 및 요구사항을 정의하기 위한 많은 논의를 진행

〈표 1〉 FG-FN 표준 문서 현황

표준칭언어	표준주언어	에디터 및 소속
Vision (FNvision)	Future Network (FN): design goals and promising technologies	신명기/ETRI Daisuke Matsubara/Hitachi
Terminology (FNterm)	Terminology in Future Networks	이재섭/ETRI Takashi Egawa/NEC
Network virtualization (FNvirt)	Framework of Network Virtualization	정상진/ETRI Hideki Otsuki/NICT
Identification (FNidentification)	Identifiers and Identification processes in Future Networks	정희영/ETRI Takashi Egawa/NEC
Energy Saving (FNenergy)	Overview of Energy Saving of Networks	Toshihiko Kurita/Fujitsu

※ 2010년 11월 현재

하고 있다. VNRG에서 현재 논의되고 있는 문서는 네트워크 가상화를 위한 문제정의 문서[9]가 아직 개인 드래프트 상태이긴 하나 활발히 논의되고 있으며, 가상 네트워크에 대한 기본 정의와 요구사항을 기술하는 VNRG 공식 문서를 2010년 12월까지 작업하는 것으로 지난 제79차 IETF 회의에서 결정하고 VNRG 참여자들 중에서 문서의 작업에 참여할 사람들을 모집하여 문서의 작성을 시작할 예정이다. 마지막으로 ISO/IEC JTC1 내 SC6에서는 별도의 네트워크 가상화 기술에 대한 별도의 표준초안 개발논의는 진행되고 있지 않으나, 'ISO기술문서 29181 Future Network: Problem Statement and Requirement' 이란 표준명으로, 미래네트워크 관련 기술 전반에 대한 표준초안 개발 작업을 진행하고 있다[18].

4.2 국내 표준화 현황

국내에서는 TTA 산하의 미래인터넷 프로젝트 그룹에서 국내 표준화 작업을 추진하고 있으며, 2009년에는 1건의 고유 국문표준과 8건의 영문 단체표준을 개발했다. 고유표준은 미래인터넷 관련한 용어를 정의하는 표준으로 미래인터넷, 미래네트워크, 네트워크가상화, 계층간 통신기법, 상황인지, 자율통신 등 기존 IT 용어와는 다른 개념의 기술들에 대해 정의하고 있다. 2010

년에는 고유표준인 테스트베드 페더레이션을 위한 시나리오 및 요구사항 표준과 10건의 영문 단체표준을 제안했으며 표준으로 제정될 예정이다. 이외 산/학/연 관련 연구자들의 토론 활성화를 통한 미래인터넷 연구 방향 설정 및 선도적인 미래인터넷 기술 개발하고 국제 미래인터넷 표준 활동 참여 및 기술교류를 통한 원천 기술 확보에 기여하기 위해 2010년 미래인터넷표준포럼을 결성하고 미래인터넷 분야의 표준화를 시작했고, 네트워크 가상화와 연관된 기술인 ID/네이밍 관련 기술에 대한 연구를 진행하고 있다.

5. 맺음말

본 고에서의 네트워크 가상화의 정의 및 연구 배경과 관련 기술적인 이슈들을 분석하고 국내외 연구 과제들의 진행 상황과 국내외 표준화 그룹들에서의 표준화 진행 현황을 살펴보았다. 네트워크 가상화 기술이 미래인터넷의 필수 기술인가에 대한 논란의 여지는 아직 있지만 다양한 미래인터넷 기술들의 시험환경 구축을 위한 핵심 기술이라는 것에는 국내외 관련 연구자들 간에 큰 이견이 없을 것으로 예상된다. 미래 인터넷 기술들을 시험할 수 있는 충분한 대규모의 시험 네트워크를 구축하는 방법은 현재의 인터넷 자체를 활용하

는 방법이 유일한 방법이며, 네트워크 가상화 기술은 이러한 시험 네트워크의 구축을 가능하게 하는 유망한 기술로 기대된다.

[참고문헌]

[1] DTNRG, <http://www.dtnrg.org/>

[2] J. Rexform and C. Dovrolis, 'Point/Counterpoint Future Internet Architecture: Clean-Slate Versus Evolutionary Research, Communications of the ACM, Vol. 53, No. 9, September 2010.

[3] 김대영 외, '네트워크가상화에 대한 고찰', 정보과학회 제 26권 제10호, 2008.

[4] FEDERICA, <http://www.fp7-federica.eu/>

[5] 4WARD, <http://www.4ward-project.eu/>

[5] ITU-T FG-FN (Focus Group on Future Networks), <http://www.itu.int/ITU-T/focusgroups/fn/>

[7] S. Jeong et al., 'Framework of network virtualization,' ITU-T FG-FN October, 2010.

[8] IRTF VNRG (Virtual Network Research Group), <http://trac.tools.ietf.org/group/irtf/trac/wiki/vnrg>.

[9] Sangjin Jeong et al, 'Network Virtualization Problem Statement,' draft-shin-meta-virtualization-01.txt (Work-in-progress), 2010.

[10] TTA, <http://www.tta.re.kr>

[11] 정상진 외, '미래인터넷 기술 용어 정의', TTAK.KO-01.0142, November 2009.

[12] P. Knight et al., 'Network based IP VPN Architecture Using Virtual Routers', draft-ietf-l3vpn-vpn-vr-03.txt (Work-in-progress), 2006.

[13] 신명기 외, '미래인터넷을 위한 네트워크 가상화 기술의 고찰', 한국통신학회 제27권 제10호, 2010.

[14] GENI, <http://www.geni.net>

[15] FIRE, <http://www.ict-fire.eu/>

[16] 신명기 외, 'K-GENI and ETRI Virtualized Programmable Platform', GEC8, July 2010.

[17] ProtoGENI, <http://www.protojeni.net/>

[18] Myung-Ki Shin, Jesus Alcober, 'ISO/IEC JTC1 SC6 TR 29181 Future Network: Problem Statement and Requirement,' (Work-in-Progress), 2010. **TTA**

정보통신용어해설

지문 스펙트럼

Fingerprint Spectrum, 指紋- [무선]

물질의 구조, 성분에 따라 가지는 고유의 흡수 주파수 대역. 마치 지문과 같이 미확인 물질의 규명에 사용된다. 실제로 테라헤르츠 대역에서는 단백질과 DNA를 포함하는 많은 생물분자들이 공명 주파수를 가지며, 이로 인해 테라헤르츠 지문 스펙트럼을 얻을 수 있다.

