

미래인터넷 메타운용시스템
페더레이션 기술 개발 및 적용

2010. 10

한국과학기술정보연구원

1. 개요 및 배경 기술

본 기술은 네트워크 도메인의 운용데이터 관리와 운용 방법 및 장치에 관한 것으로서, 네트워크 도메인(Network Domain) 간에 물리/가상 네트워크 리소스의 메타운용데이터를 페더레이션하는 방법 및 이에 적합한 메타 운용데이터 페더레이션 시스템에 관한 것이다.

네트워크 도메인의 운용데이터 관리와 운영은 해당 도메인에 속하는 망운용센터(NOC, Network Operation Center)에 의해서 하나의 자치적인 시스템(AS, Autonomous System)내에서 이루어진다. 망운용센터는 해당 도메인의 라우터나 스위치, 광전송장비 등을 모니터링하고 관리하며 캠퍼스나 기업, 백본 네트워크를 안정적으로 유지하는데 그 목적이 있다.

이러한 종래의 네트워크 운용방법은 도메인 내의 운용데이터 관리와 유지에 초점이 맞추어져 있기 때문에 다중 도메인 네트워크 운용 데이터의 인지와, 도메인 간 혹은 국가 간에 걸쳐 연결된 종단간(End-to-End) 네트워크의 운용, 도메인 간(Inter-Domain) 네트워크 협력 운용에 따른 글로벌 네트워크 환경의 운용 효율성 향상 등을 위한 새로운 기술적 접근이 요구된다.

종래의 네트워크 운용센터가 가진 다중 도메인 운용 데이터 인지성 문제, 종단간 네트워크 모니터링 및 관리의 어려움, 망 운용센터간 글로벌 협력 모델 부재 등의 문제를 해결하기 위하여 북미, 유럽 등지에서 PerfSONAR, CNMS, APN, NDL 등 몇 가지 연구가 진행되어 왔다.

이러한 연구들은 도메인 간 성능 데이터의 교환이나 광경로(Lightpath) 설정에 따른 모니터링, 정책 기반의 네트워크 연합(Coalition)에 초점을 두었고, 다중 도메인 간 네트워크를 운용할 때 필수적으로 요구되는 메타운용데이터의 수집 방법이나 교환 방법은 제공하지 않고 있으며, 특히 망운용센터 기반

의 인터 도메인의 가상 네트워크 페더레이션에 관련된 실질적인 프레임워크를 제공하지 않는다는 단점이 있다.

또한, NDL(Network Description Language)과 같이 국가망 도메인의 네트워크 리소스에 대한 다양한 메타운용정보를 XML형태의 표준화된 명세서로 들고 교환하고자 하는 연구가 진행되었으나, 이를 지역적으로 저장하고 망운용센터간에 교환할 수 있는 프레임워크인 코어 스키마나 페더레이션 방법 등이 제안되지 않아 메타운용데이터 관리의 효율성, 접근성, 확장성 등의 측면에서 보다 효율적인 방법이 요구되고 있다.

일례로, 리소스 명세 프레임워크(RDF)를 기반으로 하는 NDL은 노드나 교차연결(cross-connect), 노드와 노드 연결 정보 등을 XML로 표현하여 도메인 간에 출력(export)할 수 있는 환경을 제공하지만, XML에 표현된 정보가 저장될 수 있는 리소스 저장 시스템, 변환 출력할 수 있는 기능, 서로 다른 도메인의 리소스 저장 시스템이 페더레이션에 활용할 수 있는 코어 스키마 등이 부재하므로, 이를 보완할 수 있는 기술이 필요함을 예상할 수 있다.

2. 메타운용데이터 페더레이션 프레임워크

네트워크 도메인간의 메타운용데이터 페더레이션 기술은 다음과 같은 단계로 구성된다. 먼저 (a) 분산된 네트워크 도메인의 망운용센터가 해당 도메인의 물리 네트워크와 가상 네트워크의 메타운용데이터를 코어스키마 기반으로 수집하고 저장하는 단계; (b) 상기 망운용센터에 저장된 메타운용데이터를 도메인 간에 교환하고 공유하는 단계; 및 (c) 공유된 메타운용데이터에 기반하여 물리 네트워크와 가상 네트워크의 메타운용데이터를 페더레이션하는 단계; 를 포함한다.

여기서, (b) 단계는 물리 네트워크와 가상 네트워크의 노드, 인터페이스, 링

크를 포함하는 토폴로지 정보와, 토폴로지를 구성하는 객체의 상태, 타입을 포함하는 운용상태 정보, 운용기관(Organization), 위치(Location), 지역망센터(PoP), 연락처(Contact)를 포함하는 일반 정보 그리고 네트워크(Network), 종단간 가상 네트워크(Local & Global E2E_Virtual_Network)과 같은 연계(Federation) 정보를 포함하는 메타운용데이터를 교환한다.

(c) 단계는 상기 공유된 메타운용데이터를 바탕으로 여러 네트워크 도메인을 포함하여 구성되는 종단간(end-to-end) 가상 네트워크의 토폴로지 및 운용상태를 페더레이션한다. 또한, (a) 단계는 토폴로지 스키마, 운용상태 스키마, 페더레이션 스키마로 구성되는 상기 코어 스키마 기반으로 메타운용데이터를 수집하고 저장한다.

한편, (b) 단계는 하나의 도메인이 다른 다중 도메인으로 일방적 전송하는 푸시(Push) 방식; 및 도메인 간에 질의(Query)와 응답(Response)으로 데이터 전송이 이루어지는 풀(Pull) 방식에 의해 도메인 간 메타운용데이터를 교환 및 공유한다. 네트워크 도메인간의 메타운용데이터 페더레이션 방법은 토폴로지 스키마, 운용상태 스키마, 페더레이션 스키마로 구성되는 코어 스키마 기반으로 토폴로지 명세서, 운용상태 명세서 그리고 페더레이션 명세서로 구성되는 메타운용데이터 공유 명세서를 구성하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

토폴로지 스키마는 물리 네트워크와 가상 네트워크를 표현하는 각각의 노드와 인터페이스, 링크 객체로 표현되고, 각 노드는 여러 인터페이스를 가지고 있으며, 인터페이스는 링크로 연결되어 네트워크의 토폴로지를 형상화할 수 있고, 상기 운용상태 스키마는 노드와 인터페이스, 링크의 운용상태 객체를 포함하며, 하나의 상태정보 객체는 토폴로지를 구성하는 각 객체에 의해 참조된다. 그리고, 페더레이션 스키마는 상기 페더레이션 엔진 모듈에 의해

여 분석 처리되어 네트워크 도메인 간 연계된 메타운용데이터를 위한 종단 간 가상 네트워크 객체와 네트워크 객체를 포함한다.

따라서, 메타운용데이터 페더레이션 시스템은 메타운용데이터 수집 모듈과 리소스 리포지토리 저장 모듈을 가지고 있으며, 코어 스키마를 이용하여 각 도메인 내에서 메타운용데이터를 수집하고 저장하는 메타운용데이터 저장부; 저장된 메타운용데이터 중 토폴로지 정보와 운용상태 정보를 이용하여 도메인 내의 물리 네트워크 토폴로지 정보를 검증하고, 가상 네트워크 토폴로지를 도메인 내에서 종단간 연계가 될 수 있도록 하는 한편, 도메인 간에 메타운용데이터를 메타데이터공유 명세서를 활용하여 교환, 연계 및 저장하는 페더레이션 실행부를 포함한다.

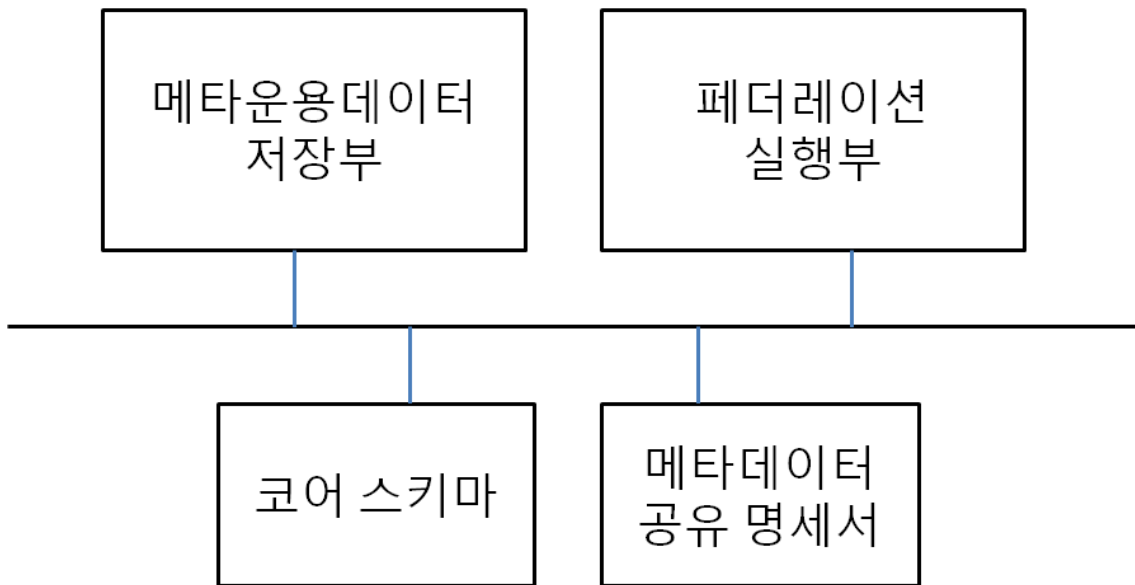


그림 1 메타운용데이터 페더레이션 시스템 구조도

코어 스키마는 토폴로지 정보, 운용상태 정보, 일반 정보 그리고 페더레이션 정보를 나타내는 객체와 관계로 구성되며, 상기 메타데이터 공유 명세서는 상기 코어 스키마에 따라 각 객체와 해당 객체의 관계를 네트워크 도메인 간 원격으로 교환 가능한 포맷으로 작성된다.

여기서, 코어 스키마는 토폴로지 스키마, 운용상태 스키마 그리고 페더레이션 스키마를 포함하며, 상기 토폴로지 스키마는 물리 네트워크와 가상 네트워크를 표현하는 각각의 노드와 인터페이스, 링크 객체로 표현되고, 각 노드는 여러 인터페이스를 가지고 있으며, 인터페이스는 링크로 연결되어 네트워크의 토폴로지를 형상화할 수 있고, 상기 운용상태 스키마는 노드와 인터페이스, 링크의 운용상태 객체를 포함하며, 하나의 상태정보 객체는 토폴로지를 구성하는 각 객체에 의해 참조되고 그리고 상기 페더레이션 스키마는 네트워크 도메인 간 연계된 메타운용데이터를 위한 종단간 가상 네트워크 객체와 네트워크 객체를 포함한다.

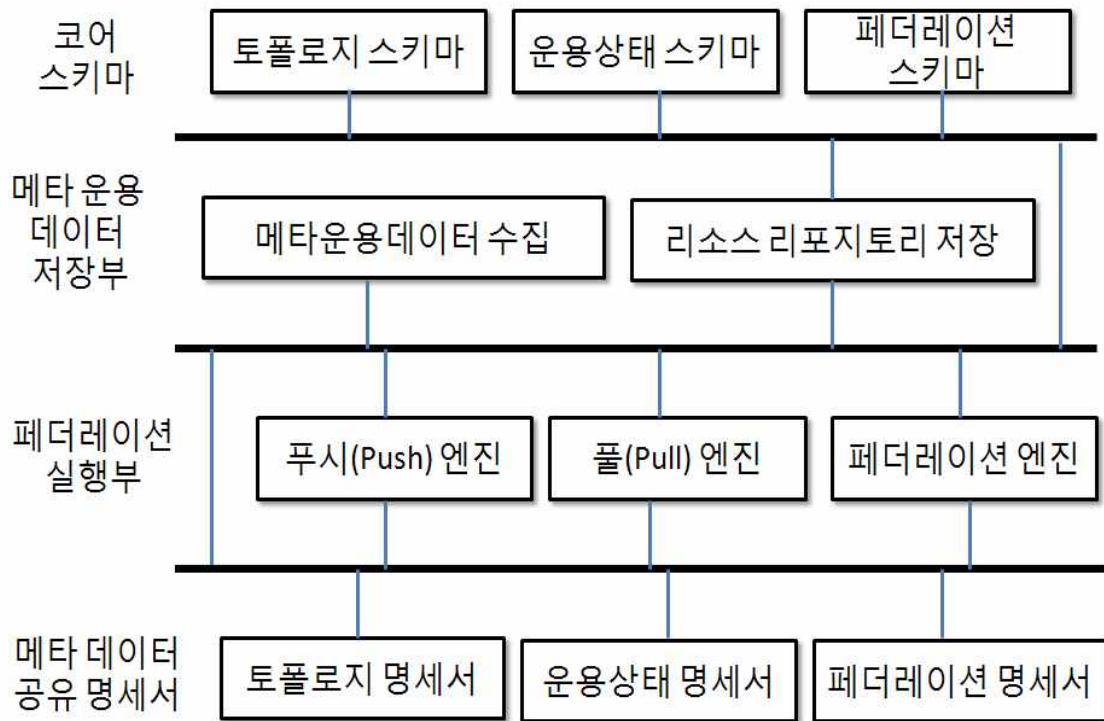


그림 2 메타운용데이터 페더레이션 시스템의 상세 구성도

메타운용데이터 페더레이션 시스템은 로컬 종단간 가상 네트워크 객체와 글로벌 종단간 가상 네트워크 객체를 명시하고 이들의 관계를 설정함으로써 하나의 글로벌 종단간 가상 네트워크가 여러 개의 로컬 종단간 가상 네트워크를 포함하도록 한다. 페더레이션 실행부는 토폴로지 명세서와 운용상태 명세서를 도메인 간에 교환하는 푸시 엔진 모듈; 특정한 형태의 질의에 따라

토폴로지 명세서와 운용상태 명세서를 도메인 간에 교환하는 풀 엔진 모듈; 및 도메인 간에 물리 네트워크의 토폴로지를 연계하고, 종단간 가상 네트워크의 토폴로지를 도메인 간에 전역적으로 연계하여 코어 스키마에 따라 저장하는 페더레이션 엔진을 포함한다.

푸시 엔진 모듈은 저장된 객체와 속성을 토폴로지 명세서와 운용상태 명세서로 매핑(mapping)하여 작성하고, 다른 네트워크 도메인에 속하는 페더레이션 실행부의 요청에 따라 작성된 전체 명세서를 보낸다. 그리고 풀 엔진 모듈은 다른 네트워크 도메인에 저장되어 있는 모든 객체와 관계 속성을 보내달라고 요청하고, 또한 [저장된 메타운용데이터의 리스트]에 대한 질의와 [메타운용데이터 리스트 중 특정 데이터 집합]을 요구하는 질의를 보내어 해당 메타운용데이터를 끌어 온다.

메타운용데이터 페더레이션 시스템을 구성하는 서브 시스템인 메타운용데이터 저장부는 메타운용수집 모듈과 리소스 리포지토리 저장 모듈로 구성되고, 또 다른 서브 시스템인 페더레이션 실행부는 푸시(Push) 엔진 모듈과 풀(Pull) 엔진 모듈, 페더레이션 엔진 모듈을 포함하며, 코어 스키마는 토폴로지 스키마, 운용상태 스키마, 그리고 페더레이션 스키마로 구성되는 한편, 메타데이터 공유 명세서는 토폴로지 명세서, 운용상태 명세서, 그리고 페더레이션 명세서를 포함한다.

3. 메타운용데이터 저장부

메타운용데이터 저장부의 메타운용데이터수집 모듈은 물리 네트워크 노드(Physical_Node), 물리 인터페이스(Physical_interface), 물리 링크(Physical_Link), 가상 네트워크 노드(Virtual_Node), 가상 인터페이스(Virtual_Interface), 가상 링크(Virtual_Link) 등의 토폴로지 정보와, (지역)망

센터(PoP, Point of Presence), 위치(Location), 기관(Organization), 연락처(Contact), (상위) 네트워크 등의 일반 정보, 그리고 토폴로지 정보의 각 객체에 대한 상태와 타입 등을 포함하는 운용상태정보를 수집하는 역할을 담당한다.

수집되는 정보는 노드 객체의 경우 [식별자, 노드 이름, 노드의 모델명과 벤더, 도메인 네임, CPU, 메모리 사용량, 상위 노드] 등의 속성을 포함하며, 인터페이스는 [식별자, 인터페이스 이름, IPv4/IPv6/이더넷/기타 주소, 계약된 대역폭, MTU, 트래픽 량, 에어울] 등의 속성을 유지하고 그리고 링크는 [식별자, 링크 이름, 예약된 대역폭, 채널이름, VLAN 식별자] 등의 속성을 가진다.

이외에, (지역)망센터(PoP) 객체는 [식별자, PoP 이름, 위치, 기관] 속성을, 위치 객체는 [식별자, 위도, 경도, 주소, 도시, 우편번호, 국가] 등의 속성을, 기관 객체는 [식별자, 기관 이름, URL, 위치, 연락처] 등의 속성을, (상위) 네트워크 객체는 [(로컬/글로벌)식별자, 네트워크 이름, 기관, 연락처] 등의 속성을 그리고 연락처 객체는 [식별자, 성, 이름, 이메일 주소, 위치] 등의 속성을 포함한다.

리소스 리포지토리 저장모듈은 수집된 객체의 속성 정보를 코어 스키마의 객체와 관계에 의거하여 물리적 저장소에 저장하는 역할을 담당하며, 메타운용데이터의 조회, 저장, 수정, 삭제 등을 위한 관리 기능을 포함한다.

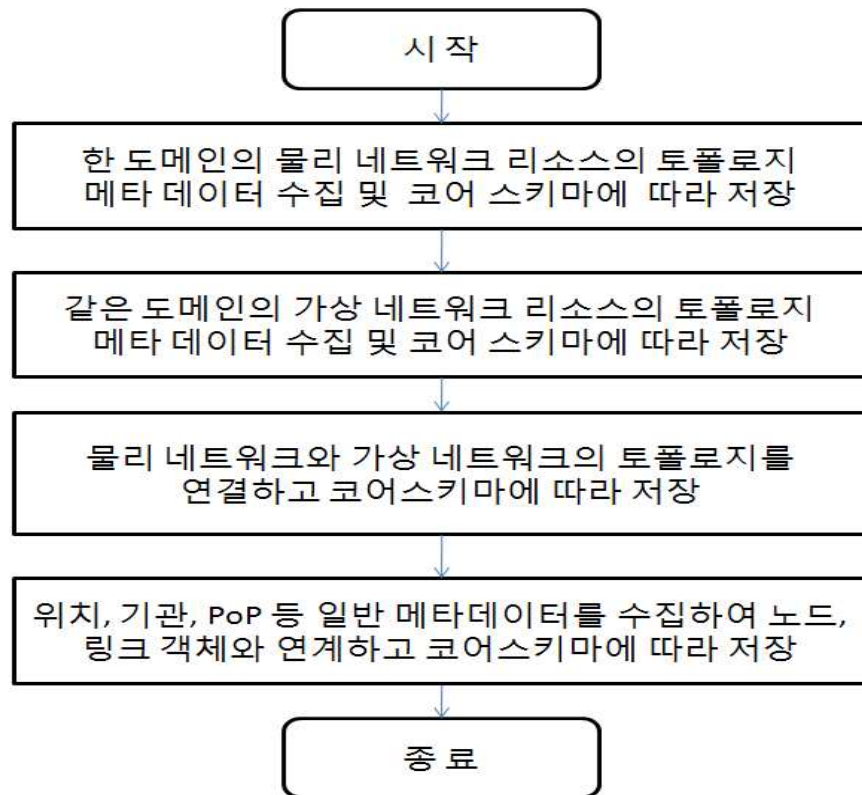


그림 3 메타운용데이터 저장 프로세스

4. 페더레이션 실행부

페더레이션 실행부에 있어서, 푸시 엔진 모듈은 저장된 객체와 속성을 토폴로지 명세서와 운용상태 명세서로 매핑(mapping)하여 작성하고, 또한 다른 네트워크 도메인에 속하는 페더레이션 실행부의 요청에 따라 작성된 전체 명세서를 보내는 역할을 담당한다.

풀 엔진 모듈(pull engine module)은 두 가지 역할을 가지고 있는데, 1) 다른 네트워크 도메인에 저장되어 있는 모든 객체와 관계 속성을 보내달라고 요청하는 것과 그리고 2) [저장된 메타운용데이터의 리스트]에 대한 질의와 [메타운용데이터 리스트 중 특정 데이터 집합]을 요구하는 질의를 보내어 해당 메타운용데이터를 끌어 오는 역할을 담당한다.

푸시 엔진 모듈(push engine module)과 풀 엔진 모듈을 통하여 네트워크 도메인 간 교환된 메타운용데이터는 토폴로지 코어 스키마와 운용상태 코어 스키마에 따라 메타운용데이터 저장모듈에 의해서 저장되며, 저장된 메타운용데이터는 다시 페더레이션 엔진 모듈에 의해서 분석 및 처리되어, 도메인 간 토폴로지와 운용상태 정보가 연계(페더레이션)되며, 연계 처리된 정보는 페더레이션 스키마에 따라, 종단간 가상 네트워크 객체와 (연계) 네트워크 객체에 저장된다.

종단간 가상 네트워크 객체의 속성은 [글로벌 식별자, 가상 네트워크 이름, (주관) 기관, 연락처]로 구성되며, (연계) 네트워크 객체는 [글로벌 식별자, 네트워크 이름, 기관, 연락처]등의 속성을 포함하고, 운용상태 객체는 상태와 타입을 표현하기 위하여 [식별자, 토폴로지 객체 운용상태, 토폴로지 객체 타입]등의 속성을 가진다.

따라서 본 기술에 따른 네트워크 도메인 간 메타운용데이터 페더레이션 시스템은 그림 2에 명시된 코어 스키마의 객체 관계도에 따라 한 도메인의 물리 네트워크 리소스의 메타운용데이터를 수집하고 저장한 후, 가상 네트워크 리소스의 토폴로지 메타 운용 데이터를 수집 및 저장하며, 노드와 인터페이스 객체의 관계를 기반으로 물리적 토폴로지와 가상 토폴로지 객체들을 연계하여 코어 스키마에 따라 저장한다.

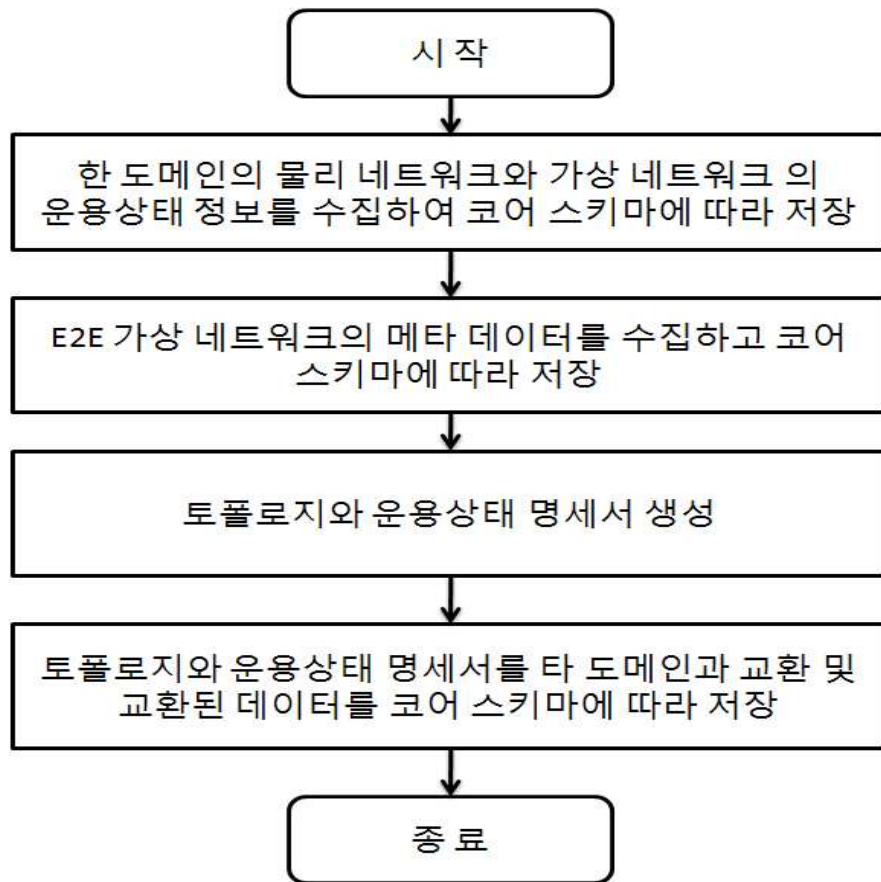


그림 4 도메인 내 페더레이션 프로세스

그림 4는 도메인 내 물리 네트워크와 가상 네트워크의 운용상태 정보를 수집하고 도메인 내 가상 네트워크의 종단간 정보를 연계하며, 도메인 간에 메타 운용 데이터를 공유하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

그림 4를 참조하면, 한 도메인의 물리 네트워크 리소스와 가상 네트워크 리소스의 운용상태정보가 수집되어 코어 스키마의 물리/가상 네트워크 노드, 인터페이스, 링크 객체를 통하여 저장되며, 해당 도메인의 가상 네트워크 토폴로지 정보를 노드, 인터페이스, 링크로 나누어 수집한 후 종단간 (end-to-end) 가상 네트워크의 메타 운용 정보를 코어 스키마에 따라 종단간 가상 네트워크 객체에 저장한다.

도메인 내의 종단간 가상 네트워크의 메타운용정보는 [채널번호, VLAN 식별자]등의 속성을 참조하여 같은 속성을 갖는 정보가 상호 연계된 후 저장되고, 이때, 로컬 가상 네트워크 식별자가 생성되어 동시에 저장된다. 가상 네트워크의 메타운용데이터가 저장되면, 저장된 물리 네트워크와 가상 네트워크의 토폴로지, 상태정보 메타운용데이터를 기반으로 토폴로지와 운용상태의 XML 명세서가 생성된다.

한 도메인 내에서 생성된 토폴로지와 운용상태 명세서는 푸시 엔진 모듈과 풀 엔진 모듈을 활용하여 타 도메인과 교환되어 코어 스키마에 저장된다. 이때, 코어 스키마의 각 객체에 있는 식별자가 중복되지 않도록 자동 증가나 신규 생성 등의 방법을 사용한다.

푸시 엔진 모듈은 저장된 메타 운용 데이터의 모든 객체와 관계를 분석하여 하나의 XML 문서로 작성하여, 특정한 URL로 퍼블리싱하고 이를 암호화한다. 풀 엔진 모듈은 질의와 응답을 위한 프로세스로 구성되며, 응답을 위해서 생성되는 명세서는 질의에 해당되는 객체와 속성, 관계의 리스트를 XML로 작성하고, 특정한 URL로 포스팅한 후 암호화한다. 퍼블리싱된 URL은 각 엔진 모듈을 활용하여 암호화된 채널로 도메인 간 전달된다.

그림 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 도메인 간 공유된 물리 네트워크와 가상 네트워크의 메타운용데이터를 종단간 연계하고 저장하기 위한 방법을 설명하는 흐름도이다.

그림 6을 참조하면, 도메인 간 교환된 물리 네트워크 리소스의 토폴로지와 운용상태 메타운용데이터는 페더레이션 엔진 모듈을 통해 연계되고, 연계된 정보를 바탕으로 글로벌 물리 네트워크 식별자가 생성된다. 서로 다른 네트워크 도메인에 속한 경계 물리 노드는 경계 물리 링크의 소속 네트워크 식

별자와 링크에 연결된 인터페이스를 비교분석하고, 도메인 간 미리 정의된 링크 번호에 따라 도메인 간 물리적 링크의 연결 구조를 파악할 수 있다.

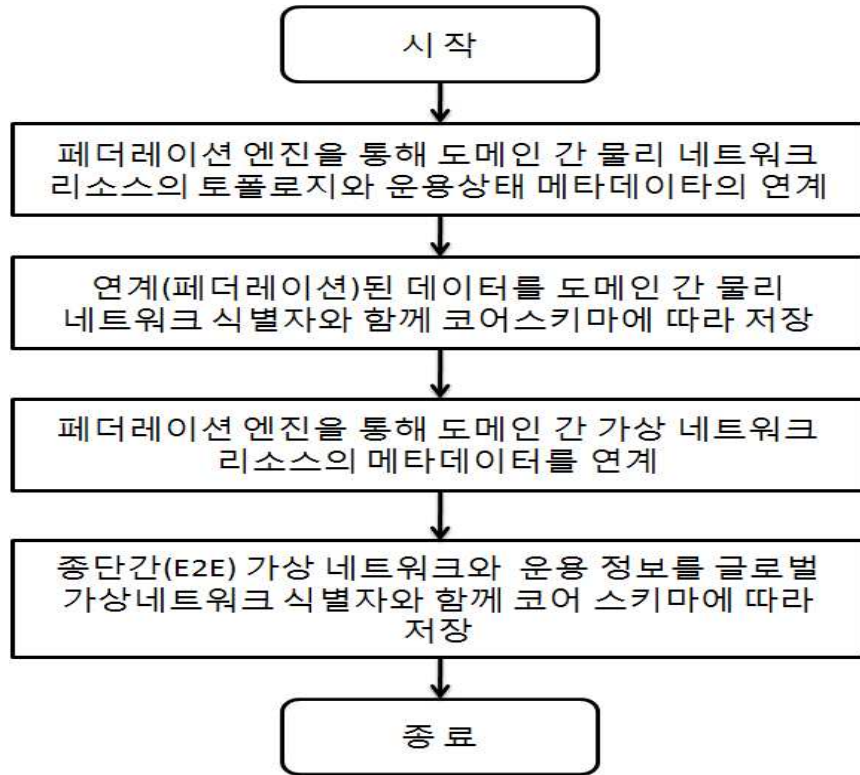


그림 5 도메인 간 메타데이터 페더레이션 프로세스

연계된 데이터와 함께 글로벌 물리 네트워크 식별자가 코어 스키마에 따라 저장된다. 가상 네트워크의 경우 연계 대상인 도메인 내에 이미 생성된 종단간 가상 네트워크 정보를 [VLAN 식별자, 채널 번호, 도메인 간 정의된 가상 링크 식별자] 등의 속성을 이용하여 도메인 간 가상 네트워크 리소스의 토폴로지 메타운용데이터를 연계한다.

연계된 도메인 간의 종단간 가상 네트워크 정보는 글로벌 식별자를 통해 구분할 수 있으며, 생성된 하나의 글로벌 식별자는 여러 개의 연계된 로컬 종단간 가상 네트워크 식별자를 모두 포함한다. 운용상태정보의 경우 물리 네트워크/가상 네트워크의 노드와 인터페이스, 링크별로 구분되어 코어스키

마의 상태정보 객체에 따라 저장되고, 이때 글로벌 가상 네트워크 식별자가 같이 저장되며, 글로벌 가상 네트워크 식별자에 포함되는 로컬 식별자의 관계 역시 동시에 저장된다.

5. 코어 스키마 및 메타 데이터 공유 명세서

그림 6의 가상 노드 객체와 물리 노드 객체는 M:N의 관계를 가지며, 이에 따라 하나의 가상 노드는 여러 개의 물리 노드를 포함할 수 있고, 반대로 하나의 물리적 노드는 여러 개의 가상 노드로 나누어질 수 있다.

그리고, 그림 6의 가상 인터페이스 객체와 물리 인터페이스 객체 역시 같은 관계를 가지므로, 하나의 물리 인터페이스는 여러 개의 가상 인터페이스로 쪼개질 수 있고, 혹은 여러 개의 물리 인터페이스가 하나로 합쳐져 가상 인터페이스가 될 수 있는 관계를 형상화한다. 따라서, 이와 같은 방법으로 한 도메인 내의 물리 노드와 가상 노드, 물리 인터페이스와 가상 인터페이스의 메타운용데이터가 각각 서로 연계된다. 메타데이터 수집 모듈은 위치, 기관, PoP 등의 일반 메타 데이터를 수집하여 토폴로지의 각 객체와 연계하고 저장하는 단계를 나타낸다.

그림 6을 참조하면, 각 객체와 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 일반 정보에 속하는 PoP 객체는 여러 개의 물리노드를 소유하고, 위치 객체와 네트워크 객체를 참조한다. 기관 객체는 위치 객체와 연락처 객체를 참조하며, 한 기관은 복수의 네트워크를 소유하고 관리한다.

토폴로지 정보에 속하는 물리노드 객체는 PoP 객체를 참조하며, 다수의 물리 인터페이스와 가상 인터페이스를 가지고 있다. 즉 하나의 물리적인 네트워크 노드에는 물리 인터페이스뿐만 아니라 가상 인터페이스가 N개 이상 장

착될 수 있다.

물리 노드 객체는 순환적으로 상위 물리 노드를 참조하여, 계층적인 노드 구조를 나타낸다. 이외에 하나의 물리 링크는 두 개 이상의 물리적 인터페이스와 연결되어, 물리 노드들의 연결 구조, 즉 토폴로지를 표현한다.

물리 링크는 네트워크 객체를 참조하여 링크가 연결된 물리 네트워크가 무엇인지 알 수 있다. 또한 네트워크 객체는 글로벌 식별자를 이용함으로써 서로 다른 도메인의 물리 링크의 연계를 표현할 수도 있다.

가상 인터페이스 객체는 물리 인터페이스 객체와 M:N의 관계를 가지는데, 이를 통해 하나의 가상 인터페이스가 여러 개의 물리 인터페이스를 통합하여 사용하거나, 반대로 하나의 물리 인터페이스가 여러 개의 가상 인터페이스로 나누어지는 것을 형상화할 수 있다. 가상 인터페이스 객체는 이외에 자신이 속하는 물리 노드 객체와 가상 노드 객체를 참조하고, 가상 링크에 의해 연결되는 정보를 표현한다.

그림 7은 도메인 내 운용상태정보와 토폴로지 연계정보, 도메인 간 교환된 메타데이터 연계 정보를 저장할 수 있는 코어 스키마를 나타낸 도면이다. 이 그림에서 물리 네트워크와 가상 네트워크의 노드, 인터페이스, 링크는 모두 상태정보 객체의 "상태"와 "타입" 정보를 참조한다. 로컬 종단간 가상 네트워크 객체는 여러 개의 가상 노드와 가상 인터페이스를 포함하고 있으며 이는 도메인 내 네트워크 리소스에 대한 내용이다.

네트워크 객체는 도메인 내의 물리적 링크를 포함할 뿐만 아니라, 도메인 간에는 서로 다른 물리 네트워크 도메인 간의 링크 정보를 저장하는 용도로

사용된다. 따라서 물리 링크 객체는 네트워크 객체를 참조하여 도메인 내의 링크인지 도메인 간의 링크인지 알 수 있게 된다.

도메인 간 교환된 로컬 가상 네트워크 정보는 글로벌 가상 네트워크 객체에 의하여 관리된다. 각각의 로컬 가상 네트워크 객체는 글로벌 가상 네트워크 객체를 참조함으로써, 도메인 내의 로컬 가상 연결이 도메인 간, 그리고 글로벌하게 어떻게 연결되어 있는지 형상화된다.

그림 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 코어 스키마의 객체 간 기능적 관계 의존성을 나타낸다. 이 그림을 참조하면, 객체 간에 놓여있는 X:Y의 관계(Y는 X에 속해 있음)를 쉽게 알 수 있다. PoP 객체의 식별자를 알게 되면 위치정보와 네트워크 정보를 알 수 있고, 네트워크 정보를 알면 기관 정보와 연락 정보를 알 수 있다. 따라서 PoP 객체의 경우 네트워크 운영 기관과 네트워크 관련 연락 정보를 네트워크 객체에 연결함으로써 알 수 있게 된다.

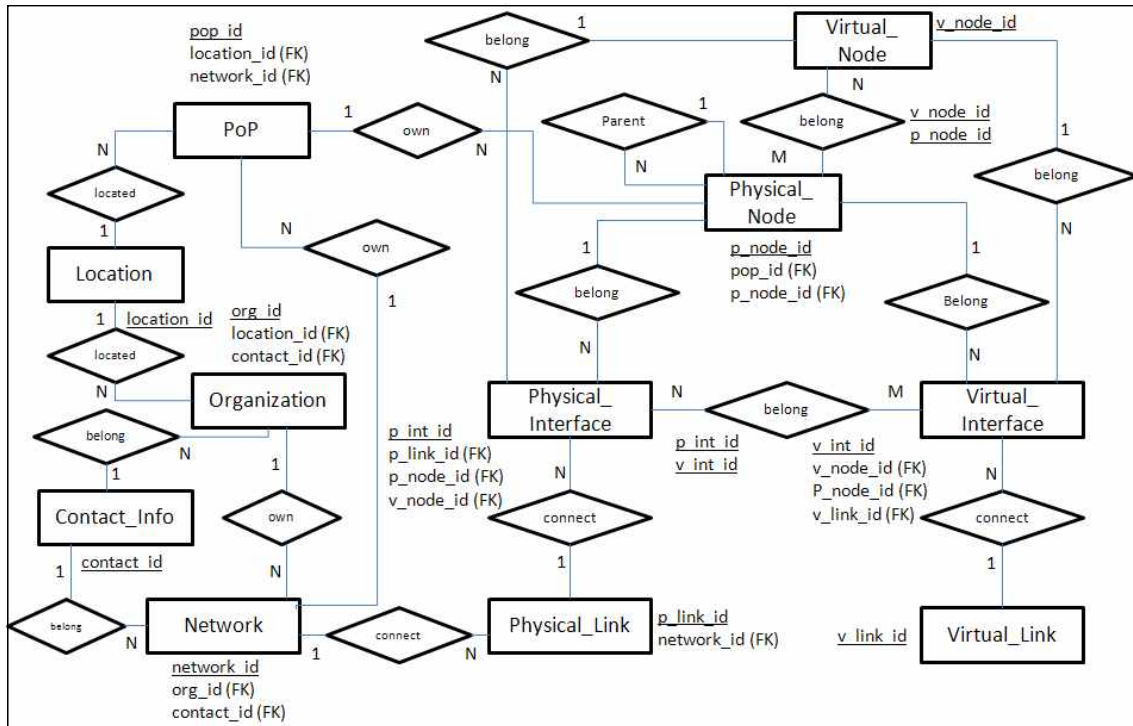


그림 6 가상망/물리망 토폴로지 및 일반 메타데이터 코어 스키마

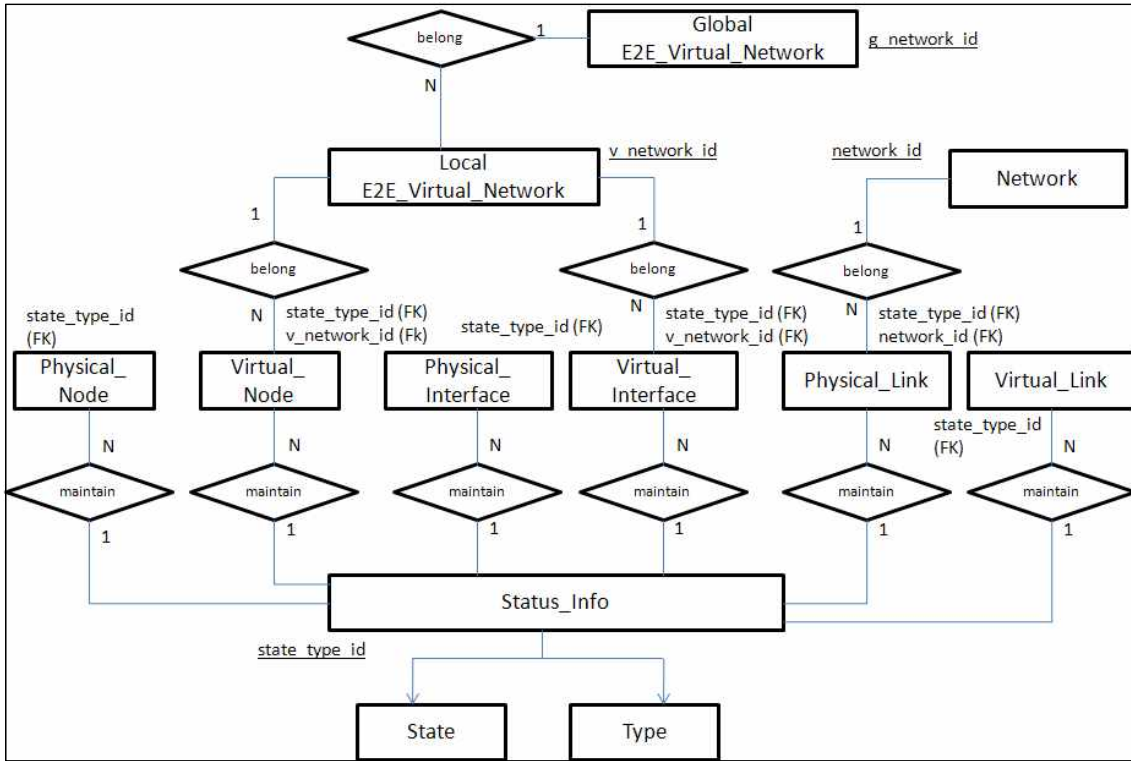


그림 7 토폴로지, 운용상태 메타데이터를 위한 코어 스키마 설계

같은 방법으로 물리 노드 식별자를 알면, PoP 정보를 알 수 있고, 해당 노드의 운용상태정보를 참조할 수 있으며, 상위 노드 정보도 파악할 수 있다. 가상 노드의 식별자는 로컬 가상 네트워크의 정보를 가져오고, 운용상태정보를 알 수 있다.

물리 노드와 가상 노드는 같은 상자를 통해 같은 그룹으로 묶여 있는데, 이를 통하여 두 노드는 서로를 포함하여 연계되어 있음을 보여준다. 물리 인터페이스와 가상 인터페이스도 마찬가지로 연계되어 있고, 각각 물리 링크, 가상 링크, 운용 상태정보, 로컬 가상 네트워크 정보 등을 가져올 수 있다. 물리 링크는 특히 네트워크 정보를 참조하여 해당 링크가 어떤 네트워크에 속하는지에 대한 관계 의존성을 나타내고, 로컬 가상 네트워크 식별자는 글로벌 가상 네트워크 정보를 참조하는 관계를 가지고 있다.

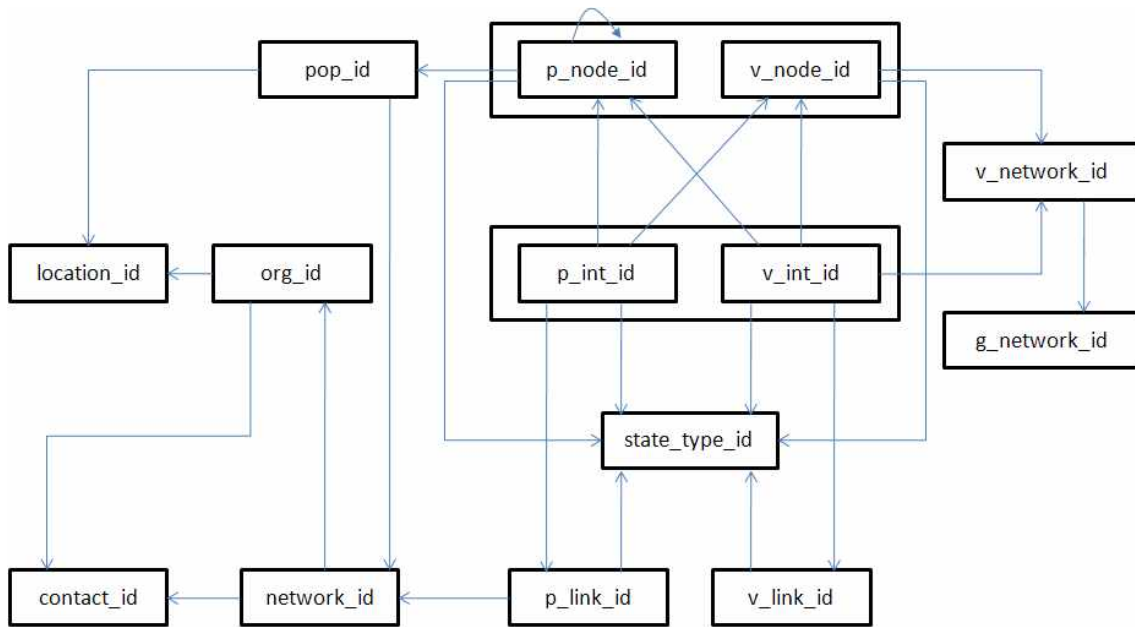


그림 8 코어 스키마의 관계 의존성 구성도 (FDD)

6. 결론 및 적용 시스템

개발된 기술은 미래인터넷의 도메인 간에 물리 네트워크와 가상 네트워크의 메타운용데이터를 페더레이션(연계)하고 이를 이용하는 방법 및 코어스키마를 소개한다.

개발된 네트워크 도메인 내 메타운용데이터 페더레이션 방법은 (a) 분산된 네트워크 도메인의 망운용센터가 해당 도메인의 물리 네트워크와 가상 네트워크의 메타운용데이터를 코어스키마 기반으로 수집하고 저장하는 단계; (b) 상기 망운용센터에 저장된 메타운용데이터를 도메인 간에 교환하고 공유하는 단계; 및 (c) 공유된 메타운용데이터에 기반하여 물리 네트워크와 가상 네트워크의 메타운용데이터를 페더레이션하는 단계; 를 포함한다.

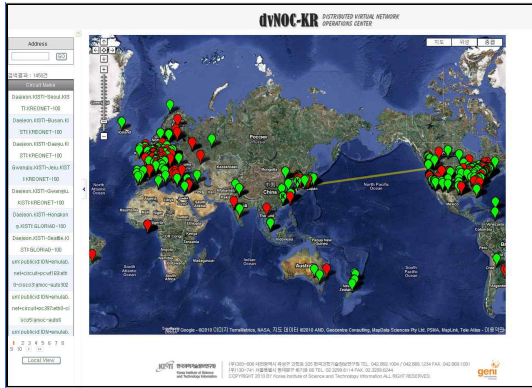
메타운용데이터 페더레이션 시스템은 각각의 네트워크 도메인 내에서 수집된 메타운용데이터를 정의된 코어 스키마(Core Schema)에 따라 지역 리소스

리포지토리에 저장하고, 메타운용데이터 명세서를 생성하여 도메인 간에 교환한 후 페더레이션함으로써, 도메인 간, 혹은 국가 간, 대륙 간에 위치한 네트워크의 종단간(End-to-End) 토폴로지, 운용상태 등의 정보를 이용자에게 제공할 수 있도록 한다.

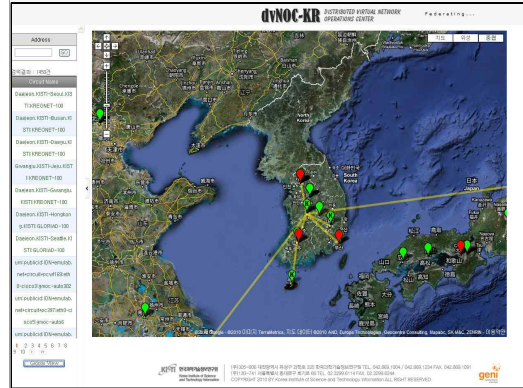
현재 이와 같은 메타데이터 페더레이션 기술을 적용하여 한국형 메타운용시스템이 구축되었다. 해당 시스템은 KISTI가 미래인터넷의 국제 선도 테스트베드 프로젝트인 미국 GENI의 Spiral-2 프로그램에 참여하여 2010년부터 3년 간 국제공동연구를 수행하기 위하여, 미국의 인디애나 대학과 파트너십을 맺고 코어노드 기반의 한-미 미래인터넷 테스트베드를 구축하는 한편, 글로벌 미래인터넷 리소스를 모니터링하고 관리할 수 있는 메타 데이터운용 및 페더레이션 시스템을 국내기술로 개발하고자 추진되었다.

개발된 한국의 메타운용시스템은 계획된 3년의 개발 기간 중 올해 1차년도 개발이 완료되어, 국내 미래인터넷 그룹의 클러스터 데이터를 수집하여 메타데이터 리포지토리에 저장하고, 이를 가시화하는 기본적인 시스템으로 구성되었고, 저장된 메타운용데이터는 미국 GENI 메타운용시스템(GMOC)과 페더레이션되어 한-미간 글로벌 뷰를 제공할 수 있도록 설계됨으로써 세계에서 최초로 국가간 메타운용데이터의 공유와 연계가 가능해졌다.

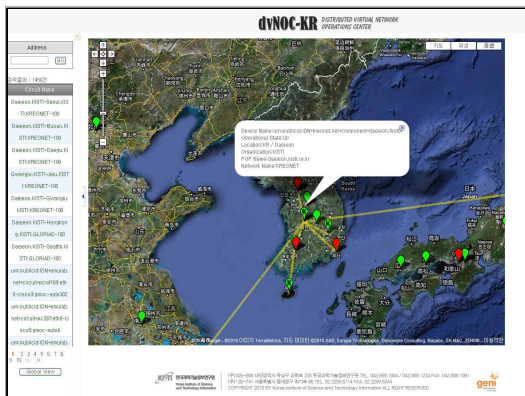
향후 메타운용시스템은 국가간, 대륙간 페더레이션을 통해서 하나의 국가나 도메인에서 모니터링이나 관리가 불가능하던 종단간(end-to-end) 글로벌 가상 네트워크를 위한 가시화와 이용자(개발자, 과학자, 연구자) 기반의 가상망 관리를 가능하게 할 것으로 전망되며, 이를 위해 향후 미국 GENI 뿐만 아니라 유럽, 아시아 등지의 미래인터넷 테스트베드와 연계(페더레이션) 연구를 수행할 수 있는 지속적인 연구 기반이 마련되어야 할 것으로 사료된다.



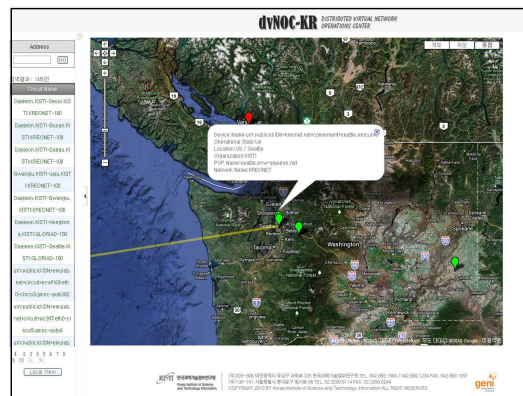
<한-미(GENI) 페더레이션 글로벌 뷰>



<메타데이터 자동수집시스템을 통한 로컬 뷰>



<한-미 테스트베드의 대전 코어노드 정보>



<한-미 테스트베드의 시애틀 코어노드 정보>

그림 9 메타운용데이터 페더레이션 기술이 적용된 시스템 및 사용자 뷰