

T-SDN국내고유표준 개발 현황 및 향후개발계획

2020년 11월

1. T-SDN 개요

2. T-SDN 국내고유표준 현황

3. 고유표준 향후 개발계획

4. 국내고유표준의 효과 및 활용사례

5. 국내고유표준을 이용한 **Controller** 개발(우리넷)

1. T-SDN 개요

2. T-SDN 국내고유표준 현황

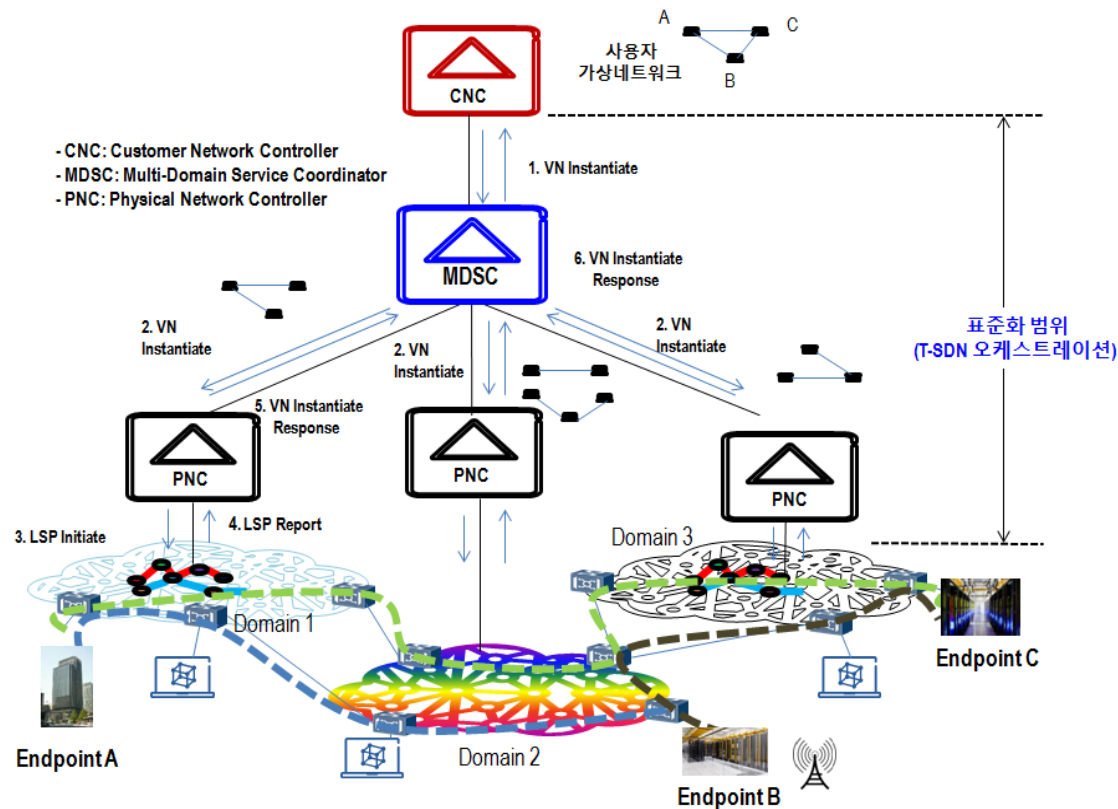
3. 고유표준 향후 개발계획

4. 국내고유표준의 효과 및 활용사례

5. 국내고유표준을 이용한 Controller 개발(우리넷)

1.1 T-SDN 개요

- T-SDN(Transport-Software Defined Networking)이란 트랜스포트 네트워크를 제어하여 사용자 중심의 실시간 고품질 가상 네트워크 서비스(네트워크 슬라이싱)를 제공하는 기술
- 프로그래밍 기능 활성을 통한 전송계층 유연화, 전송 네트워크 자원 가상화, 멀티벤더 및 멀티 레이어 환경에서 프로비저닝 자동화, 여러 네트워크 계층에서 전체 네트워크 자원 활용도 개선, 대역폭 온디맨드를 통한 신규 서비스



1.2 T-SDN 필요성

- **Operational Simplicity**
 - 네트워크 서비스 제어/프로비전닝 기능 단순화 및 개방화
- **Differentiated Service Delivery**
 - 응용에 적절한 비용 대비 최적 자원 자동 할당
- **Scalability**
 - 시간/분/초 단위의 다중도메인/다계층 네트워크 서비스 제어/프로비전닝 트랜잭션 처리
- **Security**
 - 제공되는 네트워크 서비스 보안 및 자원의 독립성 보장
- **Continuous Availability**
 - 재난/장애 회피, 다양하고 유연한 네트워크 복구
- **Legacy and Multi-Domain Interworking**
 - 네트워크 다양성 지원

1.3 표준화의 목적

- **T-SDN**(전달망 소프트웨어 정의 네트워킹)을 위한 기본 데이터 모델을 **IETF YANG** 데이터 모델링 언어로 정의하고, 이를 통해 **T-SDN** 컨트롤러의 **NBI**와 **T-SDN** 컨트롤러 내부 인터페이스 표준을 제공
- **T-SDN**에서 컨트롤러가 네트워크 서비스 시나리오에 의하여 클라이언트의 서비스 요청 수신, 서비스 설정, 정보 업데이트, 토폴로지를 구성 등 일련의 과정에 요구되는 인터페이스 규격을 만족하기 위한 기본 **YANG** 데이터 모델 정의
- 전달망을 제어하기 위한 **T-SDN** 컨트롤러와 클라이언트 간 **NBI**, 그리고 **T-SDN** 컨트롤러 제어 대상이 되는 개체의 추상화를 위한 **YANG** 데이터 모델 정의

1.4 표준화의 범위

- 장거리/대용량/고품질 네트워크 서비스를 제공할 수 있는 연결 기반형(**Connection-oriented**) 네트워크(**WDM, OTN, MPLS-TP** 등)를 중앙 집중 방식의 **SDN**으로 제어하는 트랜스포트 **SDN(T-SDN)** 오케스트레이션 구조 및 모델링 표준화 그리고 멀티 도메인/멀티 레벨 **T-SDN** 컨트롤러 인터페이스 표준화
- **T-SDN** 오케스트레이션 요구 사항을 기반으로 오케스트레이션 구조, **T-SDN** 컨트롤러 내부 컴포넌트 동작, 멀티 레벨 **T-SDN** 컨트롤러 간 인터페이스 규격을 정의하는 모델링 표준
- **T-SDN** 컨트롤러에 의하여 네트워크 상태 감시와 경로 계산에 요구되는 링크 상태 정보 수집과 트래픽 엔지니어링 정보 수집을 위한 프로토콜 표준
- **T-SDN** 오케스트레이션에 요구되는 기존 표준 기술 분석 및 신규 표준 기술 도출

1. T-SDN 개요

2. T-SDN 국내고유표준 현황

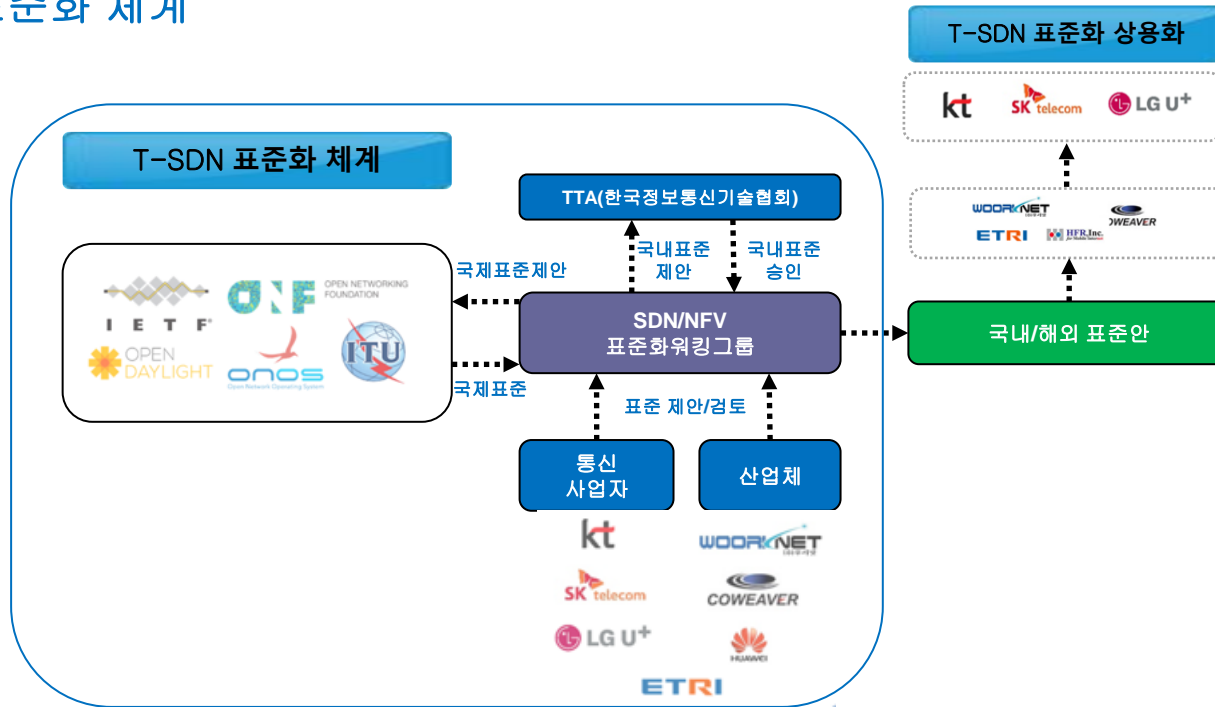
3. 고유표준 향후 개발계획

4. 국내고유표준의 효과 및 활용사례

5. 국내고유표준을 이용한 **Controller** 개발(우리넷)

2.1 표준화 현황

■ T-SDN 표준화 체계



■ T-SDN 국내표준 3건 외

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: MPLS-TP
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: OTN
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 다중 도메인간 인접 노드 자동 탐색 규약 및 절차
- 양자암호 전달 네트워크의 기능구조

2.2 표준화 히스토리-1

■ 2015년도 표준화 제정(2건)

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델 : TTA.KO-01.0095
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: MPLS-TP : TTA.KO-01.0096

■ 2016년도 표준화 제정(1건), 개정 2(건)

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델(개정) : TTA.KO-01.0095/R1
 - 공통모델 Type 변경(포트, 노드정보상태 등)
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: MPLS-TP(개정) : TTA.KO-01.0096/R1
 - Service Type 추가, 서비스 상태 정보 추가
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: OTN(제정) : TTA.KO-01.0097

■ 2017년도 표준화 개정 3(건)

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델(개정) : TTA.KO-01.0095/R2
 - 터널 자동 증감속 필드 추가, Delete RPC 파라미터 수정, E-LAN 관련 RPC 추가
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: MPLS-TP(개정) : TTA.KO-01.0096/R2
 - 터널 Latency 측정 모델 추가, Tunnel 및 Pw 프로비저닝 수정
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: OTN(개정) : TTA.KO-01.0097/R1
 - OTN Tunnel 프로비저닝 수정

2.2 표준화 히스토리-2

■ 2018년도 표준화 개정 3(건)

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델(개정) : [TTAK.KO-01.0095/R3](#)
 - CES 관련 공통 Type
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: MPLS-TP(개정) : [TTAK.KO-01.0096/R3](#)
 - CES 서비스 모델 추가
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: OTN(개정) : [TTAK.KO-01.0097/R2](#)
 - ODU Signal Type 추가

■ 2019년도 표준화 개정 3(건)

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델(개정) : [TTAK.KO-01.0095/R4](#)
 - Lag 모델 추가, CES Profile 및 Mode 추가
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: MPLS-TP(개정) : [TTAK.KO-01.0096/R4](#)
 - CES provision, inventory 모델 수정, LSP Mode 필드 추가
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델: OTN(개정) : [TTAK.KO-01.0097/R3](#)
 - OTN Rate Type, Access-if 타입 변경

■ 2020년도 표준화 개정 1(건) 진행중(표준안 심의중)

- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델(개정) : [TTAK.KO-01.0095/R4](#)
 - Node Slot 모델링, Port 인터페이스 추가, 데이터 동기화 RPC 및 notification 추가

2.3 표준 YANG 모델링 개요

■ 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델

- 회선 및 패킷 전달망에 요구되는 네트워크 서비스를 제공하기 위하여 **T-SDN** 컨트롤러에 대한 **NBI**/내부 표준 인터페이스를 정의
- **CRUD(Create, Read, Update, Delete)** 가능한 인터페이스
- 데이터 트리 구성을 위한 오브젝트 정의
 - **Service, inventory, topology** 데이터 트리
- **RPC(Remote Procedure Call), Notification** 정의

■ 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델: MPLS-TP

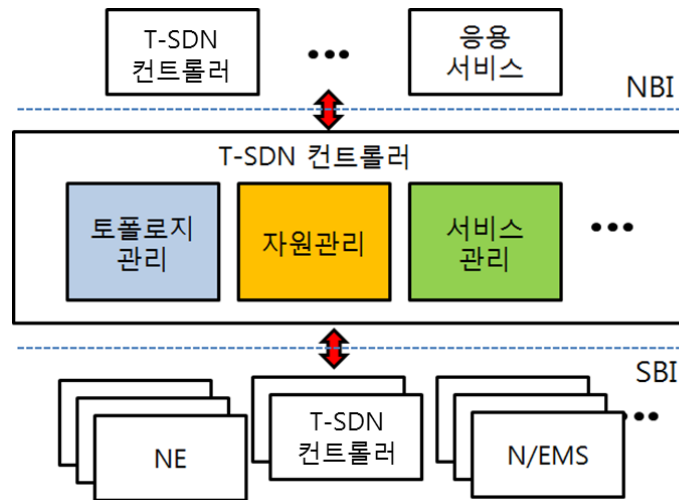
- **MPLS-TP** 네트워크 서비스를 신속하게 제공하기 위하여 **T-SDN** 컨트롤러에 대한 **NBI**/내부 표준 인터페이스를 정의
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 **YANG** 데이터 모델의 확장 정의
- **MPLS-TP** 네트워크 서비스를 제어하기 위한 **NBI** 표준을 제공
 - **tunnel, pw, pw-xc, ces, mpls-if, access-if, E-LAN** 서비스
- **RPC(Remote Procedure Call), Notification** 정의

■ 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델: OTN

- **OTN** 네트워크 서비스를 신속하게 제공하기 위하여 **T-SDN** 컨트롤러에 대한 **NBI**/내부 표준 인터페이스를 정의
- 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 **YANG** 데이터 모델의 확장 정의
- **OTN** 네트워크 서비스를 제어하기 위한 **NBI** 표준을 제공
 - **OTN Service, ODU Interface**
- **RPC(Remote Procedure Call), Notification** 정의

2.4 표준 YANG 모델링 구조-1

- 회선 및 패킷 전달망에 요구되는 네트워크 서비스를 신속하게 제공하기 위하여 **T-SDN** 컨트롤러에 대한 **NBI**/내부 표준 인터페이스를 정의
- 기본 데이터 모델은 크게 인벤토리, 토폴로지, 서비스의 3가지로 구성
- 인벤토리 모델은 네트워크를 구성하고 있는 개체인 노드의 형상 정보를 알 수 있는 노드 기본 정보와 구성품에 대한 모델을 포함하며, **T-SDN** 컨트롤러가 이들 정보의 조회, 구성, 상태 변경에 대한 알림 등을 수집할 수 있도록 **RPC**를 정의한다
모델들은 해당 모델의 데이터에 접근할 수 있는 **NBI**를 제공한다. 또한, 다수의 모델 사이 또는 다수의 응용 사이의 정보 전달 및 기능 호출을 위해 **notification**, **RPC** 를 제공



- ✓ 서비스 관리: 서비스 시나리오에 따라 클라이언트가 요청하는 서비스를 요청 받고, 요청된 서비스를 설정하는 기능. 서비스 모델의 역할
- ✓ 자원 관리: 네트워크 노드의 구성 및 상태를 설정하는 기능. 인벤토리 모델의 역할
- ✓ 토폴로지 관리: 노드 사이의 연결 관계 및 링크 자원을 알 수 있는 기능. 네트워크 토폴로지 모델의 역할

2.4 표준 YANG 모델링 구조-2

1. 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델

- 기본 모델은 전달망에 대한 일반적인 모델을 정의하고, 추후 기본 모델을 이용하여 데이터 모델을 확장해서 사용. 이는 향후 여러 유형의 전달망에 대한 모델을 쉽게 추가하기 위한 것

▪ **Inventory 모델** : 전달망 기본 인벤토리 모델은 컨테이너, 기능호출을 위한 **RPC**, 정보전달을 위한 **notification**으로 구성

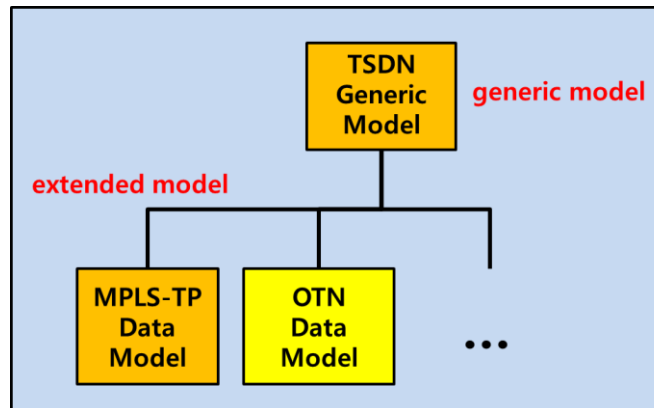
- **Nodes container**: **node list** 로 구성

- **Node list**: **node-id**를 키 변수로 갖고 노드 구성 변수들과 **Node-connector list**로 구성.

- **Node-connector list**: **node-connector-id** 를 키 변수로 갖고 포트 구성 변수들로 구성.

- **RPC**: 특정 목적을 위한 기능(**get, set, update, delete**)의 호출을 위한 **input, output** 변수를 갖는다. **Tunnel, access-if** 등의 이름을 가지는 **get, set, update, delete RPC** 정의

- **Notification**: 정보 전달을 위한 변수를 갖는다. **Tunnel, access-if** 등의 이름을 가지는 **updated, removed notification**이 정의



2.4 표준 YANG 모델링 구조-3

- **Topology 모델** : 전달망 토폴로지 모델은 1개의 컨테이너로 구성
 - **Network-topology container**: **topology list**, **tunnel**(네트워크 토폴로지에서 제공하는 논리적인 터널) **list** 로 구성
 - 토폴로지 **list**: **topology-id**를 키 변수로 갖고, 토폴로지 구성 변수들과 **node list**, **link**(노드 커넥터와 노드 커넥터 사이의 연결 정보) **list**로 구성
 - 노드 **list**: **node-id** 를 키 변수로 갖고, 노드 구성 변수들과 **Node-connector list** 로 구성
 - **Node-connector list**: **node-connector-id** 를 키 변수로 갖고, **node-connector** 구성변수로 구성.
 - 링크 **list**: **link-id**를 키 변수로 갖고, **Source/destination** 정보를 가지는 컨테이너와 링크 구성 변수로 구성
 - **Tunnel list**: **tunnel-id** 를 키 변수로 갖고, **tunnel** 구성 변수로 구성
- **Service 모델** : 전달망 서비스 모델은 컨테이너, 기능 호출을 위한 **RPC**, 정보전달을 위한 **notification** 으로 구성
 - 서비스 **container**: 서비스 **list**로 구성
 - 서비스 **list**: **service-id**를 키 변수로 갖고 서비스 구성 변수들로 구성
 - **RPC**: 특정 목적을 위한 기능(**get, set, update, delete**)의 호출을 위한 **input, output** 변수를 갖는다. 서비스의 이름을 가지는 **get, set, update, delete RPC** 정의
 - **Notification**: 정보 전달을 위한 변수를 갖는다. 서비스의 이름을 가지는 **updated, removed notification**이 정의

2.4 표준 YANG 모델링 구조-4

2. 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델: MPLS-TP

- 전달망 기본 모델들을 확장하여 **MPLS-TP** 모델을 정의

- **MPLS-TP Inventory** 모델 : **MPLS-TP** 인벤토리 모델은 전달망 기본 모델을 확장하여 정의, **MPLS-TP** 기능호출을 위한 **RPC**, 정보전달을 위한 **notification**이 추가로 정의되고, 기능을 위해서 기존 모델에서 정의된 **RPC** 변수나 **notification** 정보를 확장
 - **T-SDN** 인벤토리 노드 확장: **Tunnel** 리스트, **mpls-if**, **access-if** 리스트, **pw** 리스트를 추가하여 정의
 - **T-SDN inventory node-connector** 확장: **MAC address** 변수를 추가하여 정의
 - **RPC** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **Tunnel**, **access-if** 등의 이름을 가지는 **get**, **set**, **update** **RPC**의 **input**, 또는 **output** 을 선택해서 변수를 확장하여 정의
 - **notification** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **notification**에 변수를 확장하여 정의한다. **node**, **node-connector**, **tunnel**, **access-if** 등의 이름을 가지는 **updated notification**을 확장하여 정의
 - **RPC**: **MPLS-TP** 네트워크에서 특정 목적을 위한 기능(**get**, **set**, **update**, **delete**)의 호출을 위한 **input**, **output** 변수를 갖는다. **pw**, **mpls-if** 등의 이름을 가지는 **get**, **set**, **update**, **delete** **RPC**가 정의
 - **Notification**: **MPLS-TP** 네트워크에서 특정 정보 전달을 위한 변수를 갖는다. **pw**, **mpls-if** 등의 이름을 가지는 **updated**, **removed notification**이 정의되어 있다.

2.4 표준 YANG 모델링 구조-5

- **MPLS-TP Service** 모델 : **MPLS-TP** 서비스 모델은 기존에 정의된 전달망 기본 모델을 확장하여 정의, 기존 전달망 기본 모델에서 정의된 **RPC** 변수나 **notification** 정보를 확장
 - **Tsdn** 서비스 확장: **Service-constraint** 리스트, **node** 리스트, **oper-pw-connection** 리스트, **pw-coonection** 리스트가 추가 정의
 - **RPC** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 서비스의 이름을 가지는 **get, set, update** RPC의 **input**, 또는 **output** 을 선택해서 변수를 확장하여 정의
 - **notification** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **notification**에 변수를 확장하여 정의한다. **service** 이름을 가지는 **updated notification**을 확장하여 정의

2.4 표준 YANG 모델링 구조-6

3. 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 기본 YANG 데이터 모델: OTN

- 전달망 기본 모델들을 확장하여 **OTN** 모델을 정의
 - **OTN Inventory** 모델 : **OTN** 인벤토리 모델은 전달망 기본 모델을 확장하여 정의하고, **OTN** 기능을 위해 기존 모델에서 정의된 **RPC** 변수나 **notification** 정보를 확장
 - **T-SDN** 인벤토리 **node** 확장: **Tunnel**, **access-if** 리스트를 추가하여 정의
 - **T-SDN** 인벤토리 **node-connector** 확장: 파장 변수, 제공하는 **odu0 tributaryslot** 범위 컨테이너, 사용 가능한 **odu0 tributaryslot** 범위 리스트를 추가하여 정의
 - **RPC** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **Tunnel**, **access-if** 등의 이름을 가지는 **get**, **set**, **update** RPC의 **input**, 또는 **output** 을 선택해서 변수를 확장하여 정의
 - **notification** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **notification**에 변수를 확장하여 정의한다. **node**, **node-connector**, **tunnel** 등의 이름을 가지는 **updated notification**을 확장하여 정의된다.

2.4 표준 YANG 모델링 구조-7

- **OTN Service 모델** : OTN 서비스 모델은 기존에 정의된 전달망 기본 모델을 확장하여 정의하고, OTN 기능을 위해서 기존 전달망 기본 모델에서 정의된 **RPC** 변수나 **notification** 정보를 확장
 - Tsdn 서비스 확장: **service-constraint** 리스트, **source**, **destination**, **working-path** 리스트, **protection-path** 리스트가 추가 정의.
 - **RPC** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **service**의 이름을 가지는 **get**, **set**, **update** RPC의 **input**, 또는 **output** 을 선택해서 변수를 확장하여 정의.
 - **notification** 확장: 전달망 기본 모델에서 제공하는 **notification**에 변수를 확장하여 정의한다. **service** 이름을 가지는 **updated notification**을 확장하여 정의.

1. T-SDN 개요

2. T-SDN 국내고유표준 현황

3. 고유표준 향후 개발계획

4. 국내고유표준의 효과 및 활용사례

5. 국내고유표준을 이용한 **Controller** 개발(우리넷)

3. 고유표준 향후 개발계획

FAULT EVENT MANAGEMENT METHOD FOR CONTROLLER-BASED RESTORATION

- ✓ (ITU-T G.7702, TTA) AI/SDN 컨트롤러 기반 장애 예방 구조
- ✓ (IETF TEAS, TTA) AI/SDN 컨트롤러 기반 장애 예방 인터페이스
- ✓ (ITU-T, IETF) SDN 컨트롤러 기반 장애 복구 구조 및 인터페이스
- ✓ (ITU-T G.7712) SDN 컨트롤러 기반 장애 복구 제어 네트워크

표준화 모델링의 고도화 및 확장기능

- ✓ 암호화 유닛 설정 및 QKD 연동을 위한 파라미터 정의
- ✓ 컨트롤러 지능화를 위한 모델링 개선

1. T-SDN 개요

2. T-SDN 국내고유표준 현황

3. 고유표준 향후 개발계획

4. 국내고유표준의 효과 및 활용사례

5. 국내고유표준을 이용한 Controller 개발(우리넷)

4.1 표준 효과

■ 사업자

- **NBI** 표준 인터페이스를 통한 통합적인 제어가 가능하므로 다양한 형태의 네트워크 서비스를 제공이 가능
 - ✓ 이종 벤더 연동 서비스
 - ✓ 다계층 사용 서비스
- 개방형 소프트웨어 중심의 네트워크 운용/제어

■ 장비 벤더

- 표준화된 인터페이스를 이용한 구현(**South Bound** 플러그인)을 통한 중복 개발 회피(비용 절감)
- **T-SDN** 에이전트 솔루션 확보

■ 솔루션 업체

- 사업자 맞춤형 솔루션(매니저 플러그인) 구현 용이
- 이종 벤더 트랜스포트 장비 제어를 위한 **T-SDN** 컨트롤러 개발 및 공급
- 지속적으로 진화 가능한 오픈소스 기반 소프트웨어 기술

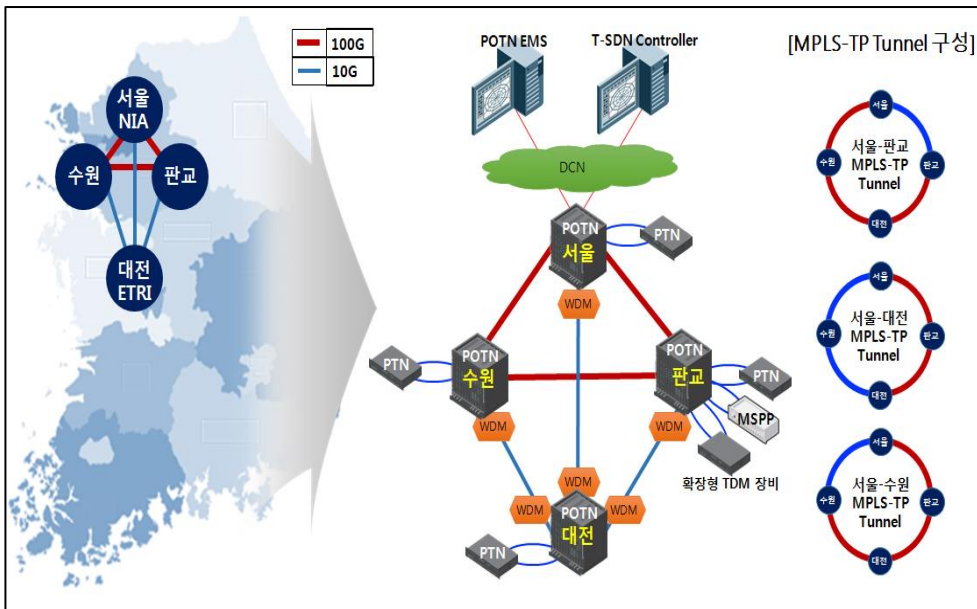
4.2 표준화 성과

- T-SDN 오케스트레이션 표준 기술을 탑재한 시스템 상용화
 - NIA/SKT 지능형 초연결망 사업에 SDN컨트롤러 연동서비스 구축
(TTAK.KO-01.0095, TTAK.KO-01.0096, TTAK.KO-01.0097)
 - NIA/KT KOREN 고도화 사업에 SDN컨트롤러에 국내표준 적용
(TTAK.KO-01.0095, TTAK.KO-01.0096, TTAK.KO-01.0097)
 - LG유플러스, 5G 네트워크 자동제어 기술 플랫폼 개발에 국내표준 적용
(TTAK.KO-01.0095, TTAK.KO-01.0096)
 - SKB PTN 전국망 SDN 컨트롤러 개발에 국내표준 적용
(TTAK.KO-01.0095, TTAK.KO-01.0096, TTAK.KO-01.0097)
- T-SDN 오케스트레이션 관한 국내특허
 - 특허명 : NFV 기반의 광전송망 관리 시스템 기술
- 고가용/고품질/실시간 통합네트워크 서비스를 제공하는 표준으로 IP 및 전송시스템에 적용

4.3 표준화 실적

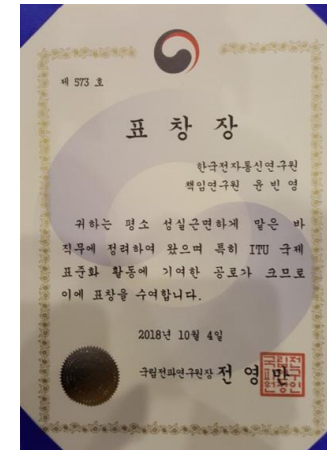
■ 2018년 NIA NET챌린지 캠프5 대상(과기정통부 장관상) 수상

- KOREN 망의 POTN 장치에 수요처 요구사항을 반영한 시스템 소프트웨어 및 운용관리 소프트웨어, 추가 하드웨어를 적용하여 TDM 서비스가 제공 가능한 PTN 장치와 MSPP 장치를 추가로 설치하여 실증 시험망 구성
- TTA 국내 표준 적용한 T-SDN PTN/POTN 서비스 관리 개발 및 실증(tunnel, pw, ces)
 - TTA.KO-01.0095/R3, TTA.KO-01.0096/R3, TTA.KO-01.0097/R2



4.3 표준화 실적

- 코리아 인터넷 컨퍼런스 2018 인터넷기술상 단체표준상
 - 광전달망에 대한 **SDN** 국내고유표준을 제정하여 국내통신사업자들이 세계에서 가장 빠르게 표준 규격의 **SDN** 광전달망 기술을 상용화시킨 공로로 **SDN/NFV** 포럼의 표준화 워킹그룹(의장, **ETRI** 윤빈영 박사)이 최초로 단체상을 수상



1. T-SDN 개요

2. T-SDN 국내고유표준 현황

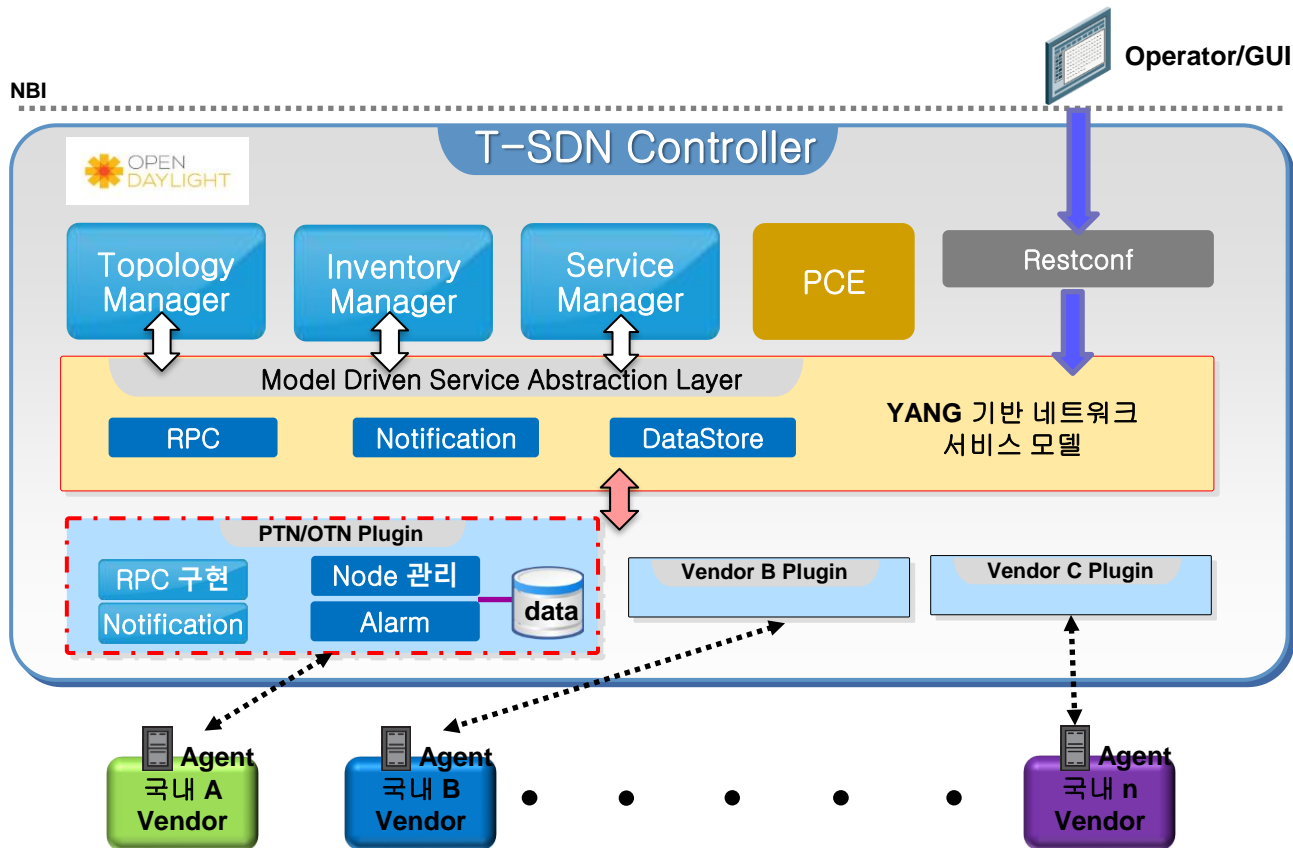
3. 고유표준 향후 개발계획

4. 국내고유표준의 효과 및 활용사례

5. 국내고유표준을 이용한 **Controller** 개발(우리넷)

5.1 T-SDN Controller 구조-1

- ODL(OpenDaylight) Carbon 기반의 T-SDN Controller 개발
- 국내표준 전달망 소프트웨어 정의 네트워킹을 위한 YANG 데이터 모델 적용
- PTN/OTN SB-Plugin 개발
- 운영 UI 개발

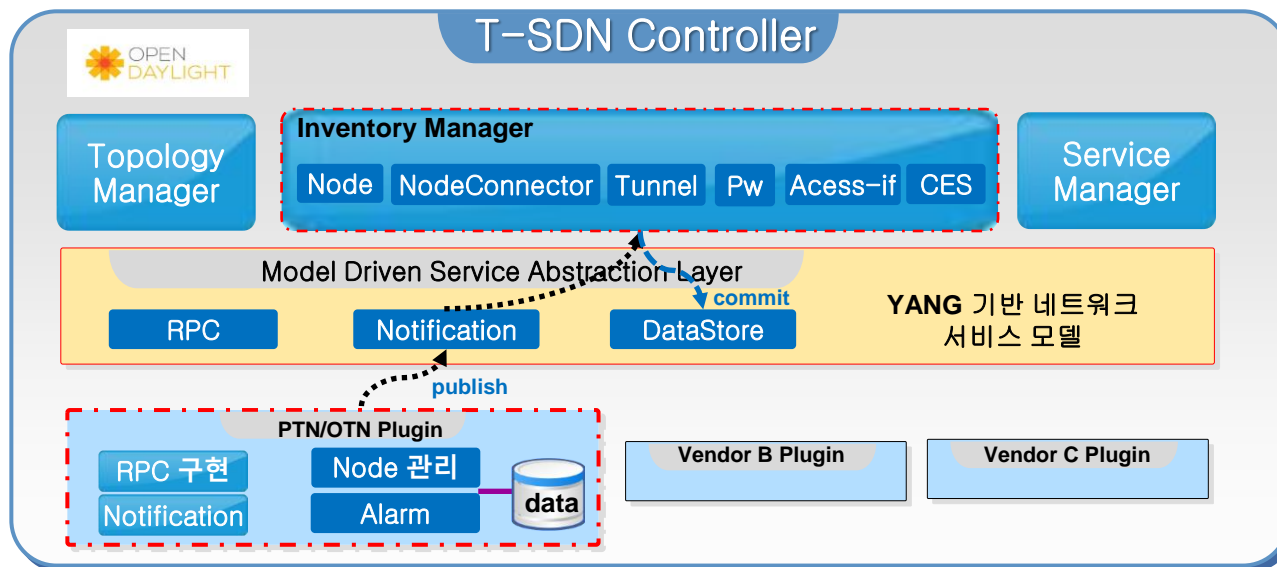


5.1 T-SDN Controller 구조-2

■ Inventory Manager

- Inventory 모델을 관리하는 **Bundle**
- **SBI** 로 부터 **Node**정보 및 서비스(**tunnel, pw**) 를 수신받아 **DataStore** 에 저장/수정/삭제 수행
- **Node** 및 **NodeConnector** 상태 정보 관리
- **Node** 생성된 서비스 및 상태 정보 관리

• Inventory 모델 관리

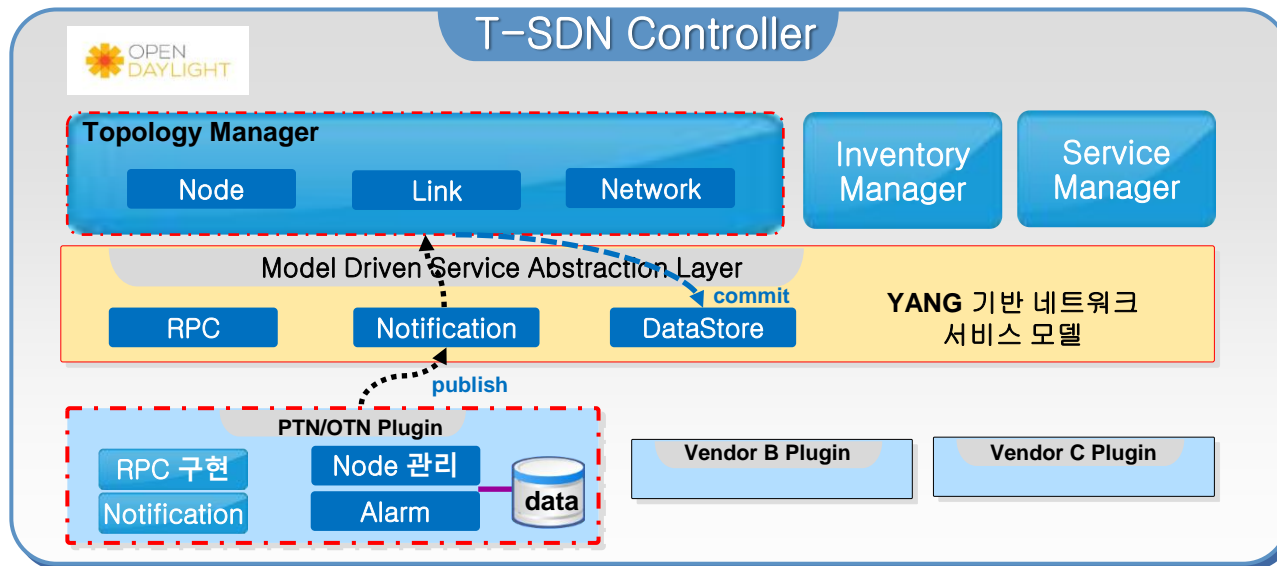


5.1 T-SDN Controller 구조-3

■ Topology Manager

- Topology 모델을 관리하는 **Bundle**
- **SBI** 로 부터 **Link**정보를 수신받아 **DataStore** 에 저장/수정/삭제 수행
- **Node**간 링크 정보 및 **bandwidth**/자원 관리
- **subnetwork**별 노드 관리

• Topology 모델 관리

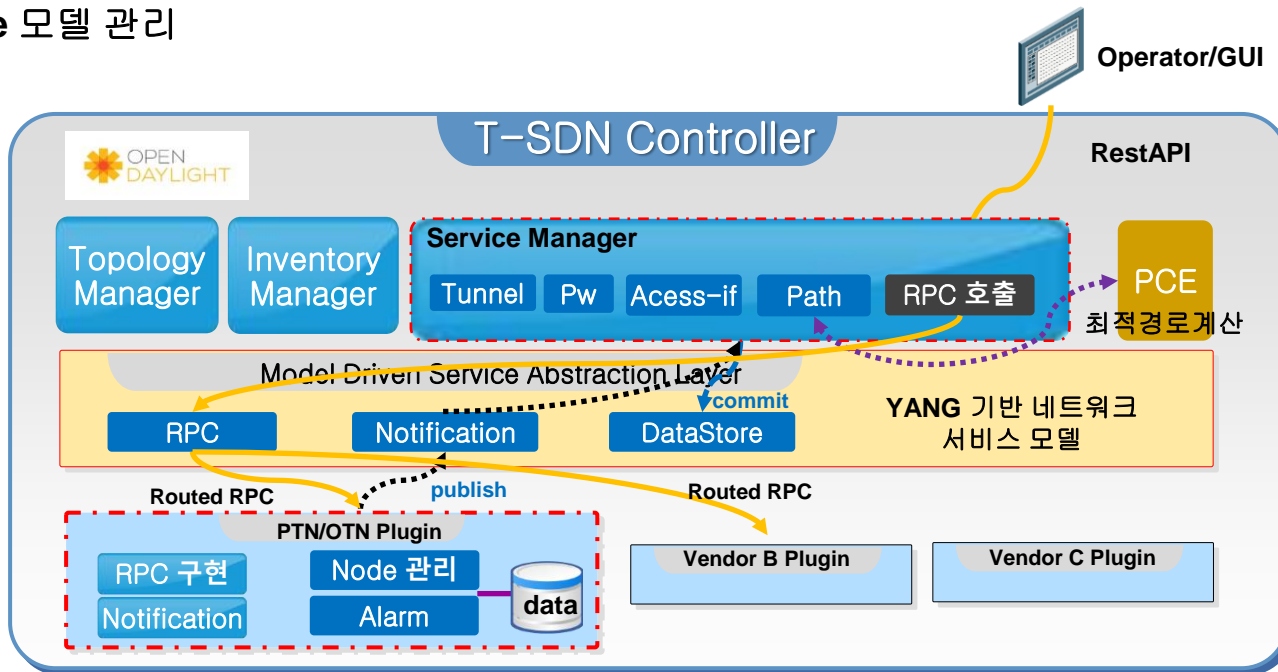


5.1 T-SDN Controller 구조-4

■ Service Manager

- **Service** 모델을 관리하는 **Bundle**
- **SBI** 로 부터 서비스, **Path** 정보를 수신받아 **DataStore** 에 저장/수정/삭제 수행
- 서비스 상태 정보 관리
- **Tunnel** 자동증감속 기능지원
- **E2E Service** 프로비저닝 수행
- 이종벤더 프로비저닝 지원

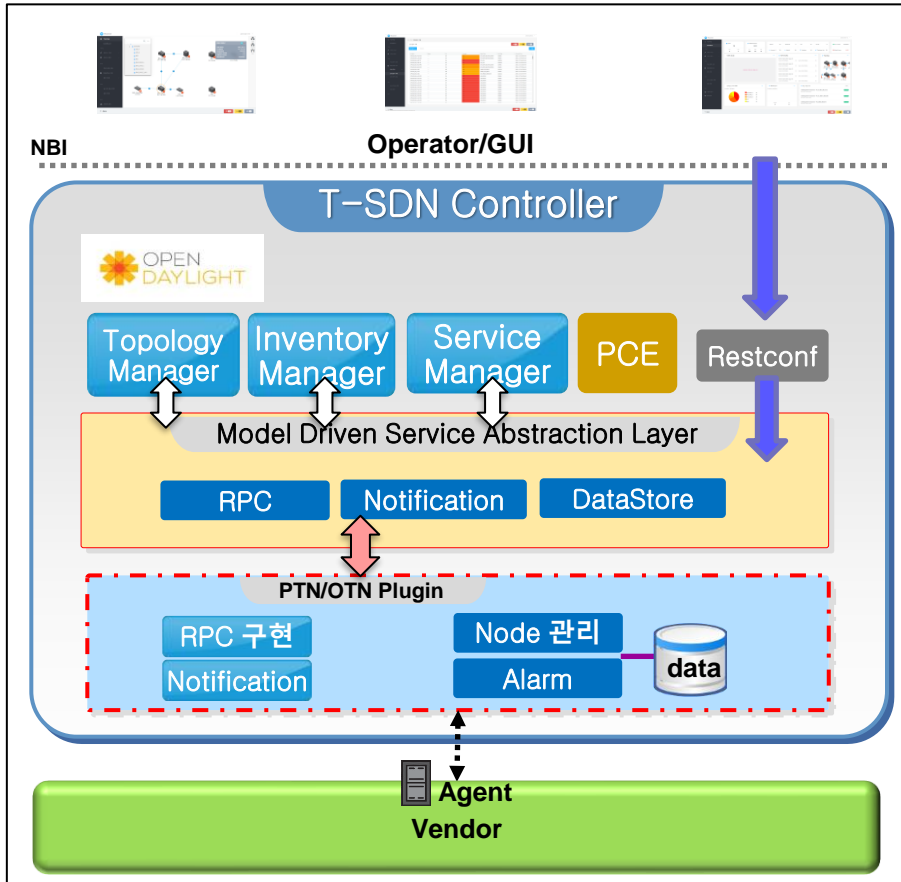
• Service 모델 관리



5.2 국내고유표준 개발 사례(우리넷)

- 국내고유표준을 활용한 우리넷의 **Controller** 개발 사례

ODL 기반의 Controller 개발



기능	상세 기능
DashBoard	Controller 종합 구성 정보 노드 현황 및 경보 종합 정보
Topology	노드 정보 및 회선 구성 상태 표시
서비스 구성	Tunnel, Otn, E-Line, E-Lan 서비스 구성
서비스 관리	Tunnel, Otn, E-Line, E-Lan 서비스 관리
작업내역 조회	서비스 구성 성공/실패 이력 조회
DataTree 조회	Controller가 구성하고 있는 DataStroe 조회
경보 조회	현재 발생 경보 조회 및 경보 이력 조회
실시간 성능	Port, AC, PW, Tunnel, 온도, 광 모듈 정보 실시간 성능 조회
성능 조회	Port, AC, PW, Tunnel, 온도, 광 모듈 정보 성능 이력 조회
사용자 관리	사용자 및 권한 관리
환경설정	TL1, Database, Ftp 정보등 환경 설정 관리

5.3 운영화면(우리넷)-1

■ Dashboard

● DataTree 통계 정보

- Topology, Inventory, Service 데이터 현황

● 통신 상태

- TL1 통신 상태 표시
- 노드별 통신 성공 여부

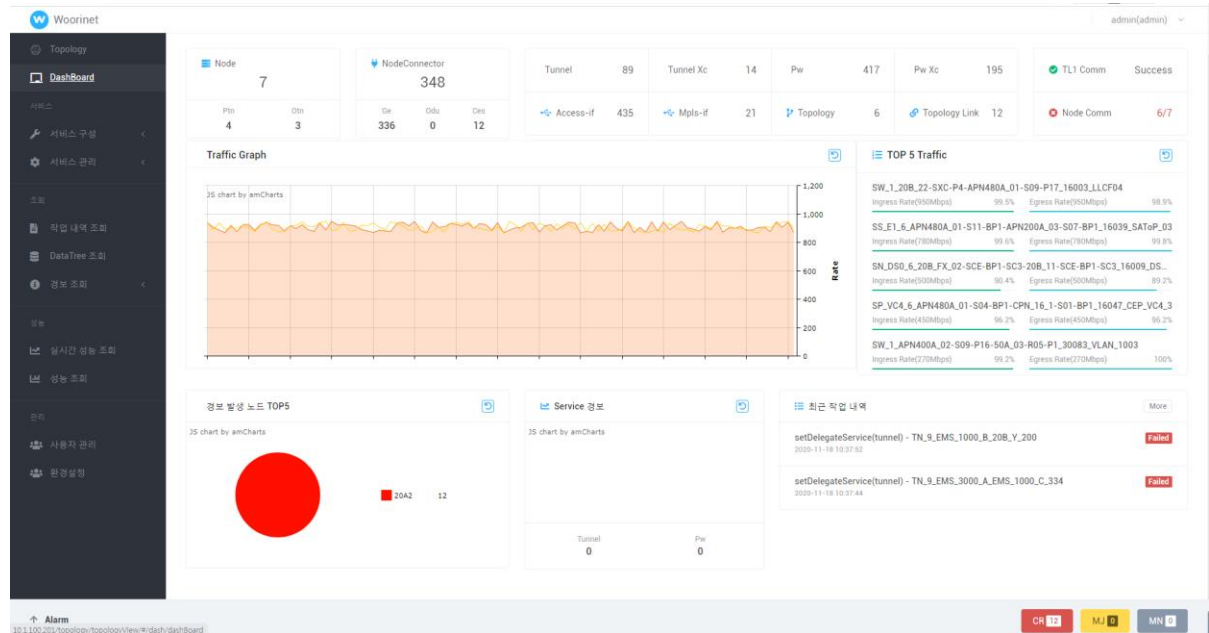
● 서비스 트래픽 정보

- 트래픽 차트 표시
- 트래픽 TOP5 표시

● 경보 통계

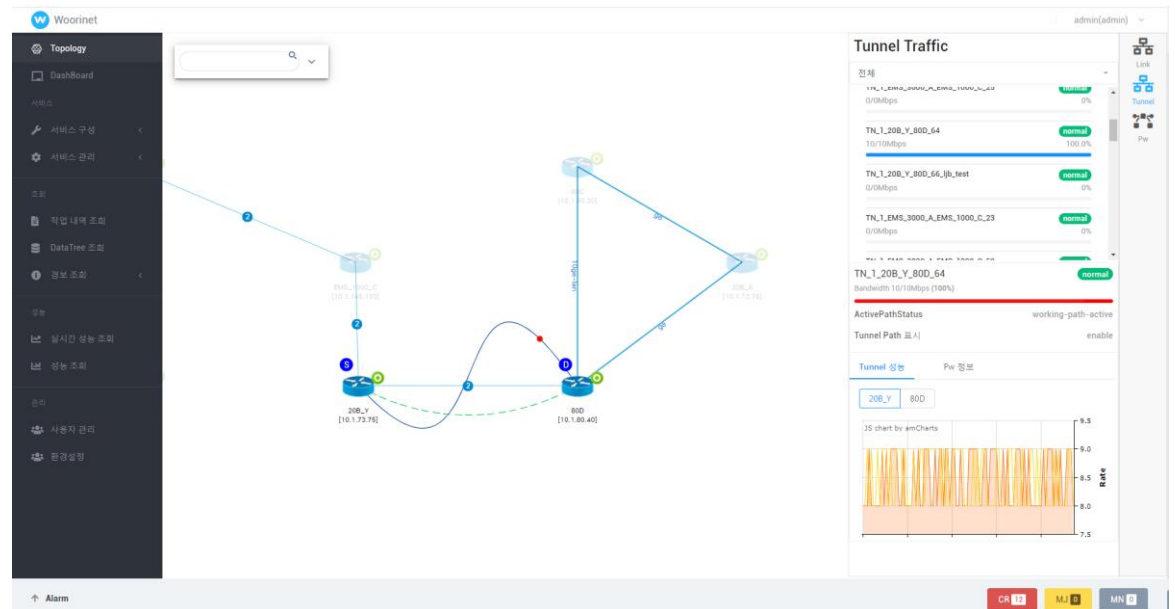
- 경보 등급별 차트
- 서비스 LOC 경보 통계

● 최근 작업 이력 표시



■ Topology

- **AutoLayout**
- **Node** 위치 저장
- 노드 검색 기능
- **Subnet**별 필터링 기능



5.3 운영화면(우리넷)-3

■ 서비스 구성

- Topology UI을 사용하여 서비스를 구성. 서비스를 구성하기 위해 **Node, AccessIf, Tunnel**등 선택 하여 서비스 구성을 수행
- End-to-End 서비스 구성

● Tunnel 구성

- 자동 증감속 기능

● E-Line 구성

- MSPW 구현
- VLAN 구성
- CES Service 구성 가능

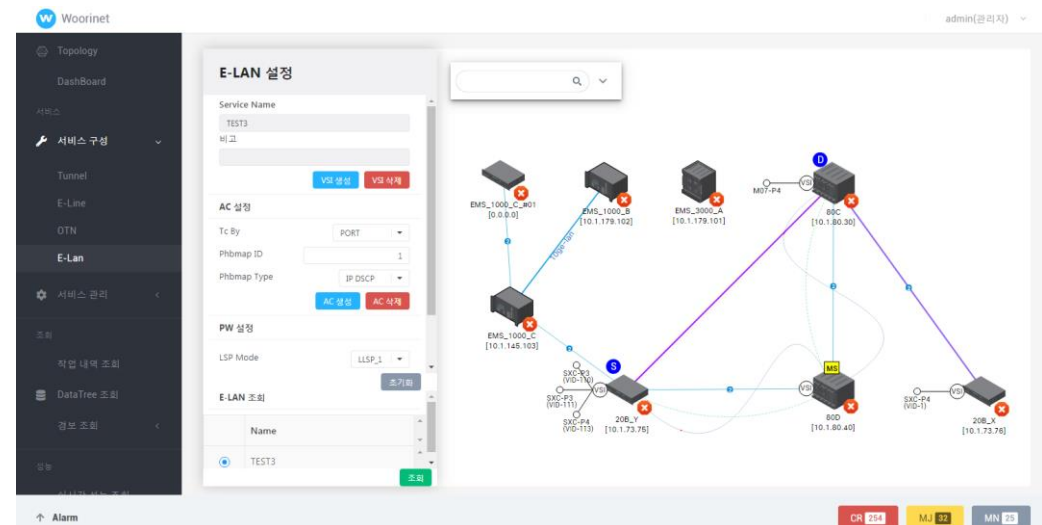
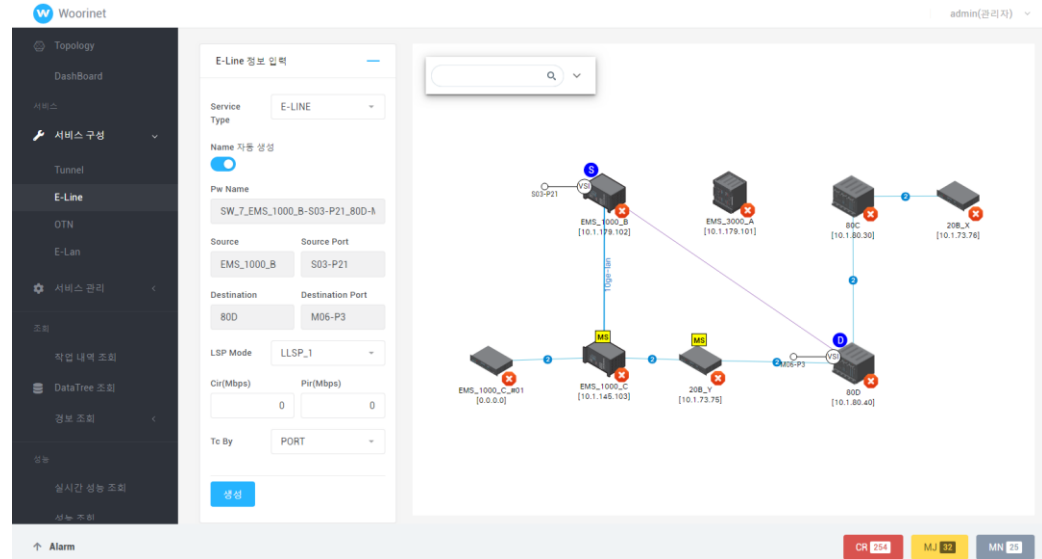
● OTN 구성

- ODU-TUNNEL, OTN-SERVICE, STM-SERVICE, ODU-ETH-SERVICE, PACKET-SERVICE, MPLS-TP 지원

● E-LAN 구성

- VSI, AC, PW 개별 생성/수정/삭제
- E-LAN Service 조회 및 수정
- Tunnel Path 보이기/숨기기
- MSPW 구성
- VLSN 구성

● Name 자동 생성 기능



5.3 운영화면(우리넷)-4

DataTree 조회

- Topology, Inventory, Service로 구성된 DataTree 데이터를 조회하는 기능

● Topology Tree

- Subnet 구성 정보
- Subnet별 노드 정보 및 회선 정보

● Inventory Tree

- 노드 및 포트 정보
- MPLS – IF, Access-If 정보
- PW, PW-XC 정보
- Tunnel 정보
- CES 관련 정보
- VSI 정보

● Service Tree

- Tunnel, E-Line, OTN, E-LAN 서비스 정보 통합 표시

● JSON View 기능

● Controller <-> EMS 간 Sync 기능

The screenshot shows the Woorinet DataTree interface. On the left is a sidebar with navigation options: Topology, Dashboard, 서비스 구성, 서비스 관리, 작업 내역 조회, DataTree 조회, 정보 조회, 실시간 성능 조회, 성능 조회, 경고, 사용자 관리, and 환경설정. The main area displays a table with columns for Source, Destination, Link Type, Link Status, MaximumBandwidth, AvailableBandwidth, and No. The table is divided into two sections: Topology and Inventory. The Topology section shows links between nodes, and the Inventory section shows node details. A 'Sync' button is visible at the top right of the main area.

The screenshot shows the Woorinet JSON View interface. A modal window titled 'JSON Viewer' is open, displaying a JSON object representing a service configuration. The JSON object includes fields for service-id, service-name, service-local-id, service-type, network-type, service-operational-status, service-configuration-action, service-configuration-result, deployment-enabler, service-creation-date, service-modification-date, selected-candidate-index, mpls-tp-service-active-path-status, mpls-tp-service-tunnel-id, mpls-tp-service-pw-id, and mpls-tp-service-mpls-tp-service-constraint. The background shows the same DataTree interface as the previous screenshot.

5.3 운영화면(우리넷)-5

■ 경보 조회

- 노드로 부터 수신된 경보 정보를 수집하여 조회/관리

- 실시간 경보 정보 수집
- 실시간 발생된 경보 정보 조회
- 날짜 및 노드 검색을 통해 과거 경보 정보 조회
- 경보 등급
 - CR, MJ, MN 등급 표시
 - 경보등급별 필터링

The screenshot displays the Woorinet alarm management interface. The top bar shows the user 'admin(admin)' and a search bar. The left sidebar contains navigation options: Topology, Dashboard, 서비스 (Service), 서비스 구성 (Service Configuration), 서비스 관리 (Service Management), 조회 (Search), 작업 내역 조회 (Search History), DataTree 조회 (DataTree Search), 경보 조회 (Alarm Search), 현재 경보 조회 (Current Alarm Search), 경보 이력 조회 (Alarm History Search), 성능 (Performance), 실시간 성능 조회 (Real-time Performance Search), 성능 조회 (Performance Search), and 관리 (Management). The main area shows the '현재 경보 조회' (Current Alarm Search) page. It includes a filter bar with 'NE 검색' (NE Search) and a search input field. Below the filter bar is a table of alarms with columns: Location, Name, SA, Severity, Alarm Type, Unit Type, and Occurred Time. The table lists various alarms with their respective details. At the bottom, there is a summary bar showing the total number of alarms (27) and filters for CR (3), MJ (7), and MN (3).

Location	Name	SA	Severity	Alarm Type	Unit Type	Occurred Time
OPN3100_SW_A-S10-P10	---	ON	MJ	ETH_OSPF_NBR_STATE_DOWN	OGE40U	2019-11-27 16:54:57+09
OPN3100_SW_A-S10-P40	---	ON	MJ	ETH_OSPF_NBR_STATE_DOWN	OGE40U	2019-11-27 16:54:57+09
OPN3100_SW_A-S07-P1	---	ON	CR	OTU_LOS	O402SCU	2019-11-27 16:43:51+09
OPN3100_SW_A-S07-P2	---	ON	CR	OTU_LOS	O402SCU	2019-11-27 16:43:51+09
OPN3100_SW_B-S10-P40	---	ON	MJ	ETH_OSPF_NBR_STATE_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:58:14+09
OPN3100_SW_B-S10-P10	---	ON	MJ	ETH_OSPF_NBR_STATE_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:58:14+09
OPN3100_SW_A-S02	---	OFF	MN	FABRIC_CRC_ERROR	O401SLU	2019-11-27 15:57:59+09
OPN3100_SW_A-S10	---	OFF	MN	FABRIC_CRC_ERROR	OGE40U	2019-11-27 15:57:59+09
OPN3100_SW_A-S02	---	OFF	MN	SW_VERSION_MISMATCH	O401SLU	2019-11-27 15:57:37+09
OPN3100_SW_A-S10-P23	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P14	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P15	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P16	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P17	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P18	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P19	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P20	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P21	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P22	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P24	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09
OPN3100_SW_A-S10-P25	---	ON	CR	LINK_DOWN	OGE40U	2019-11-27 15:57:28+09

5.3 운영화면(우리넷)-6

■ 성능 조회

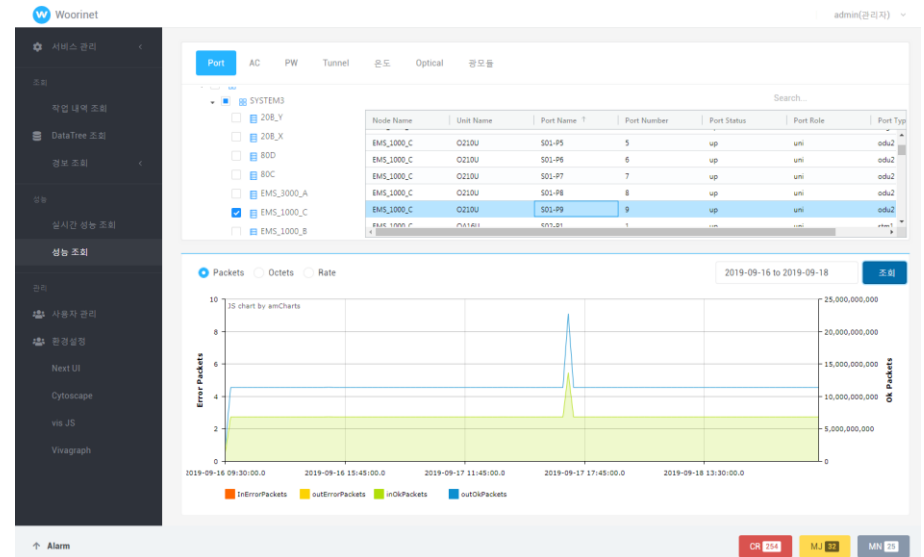
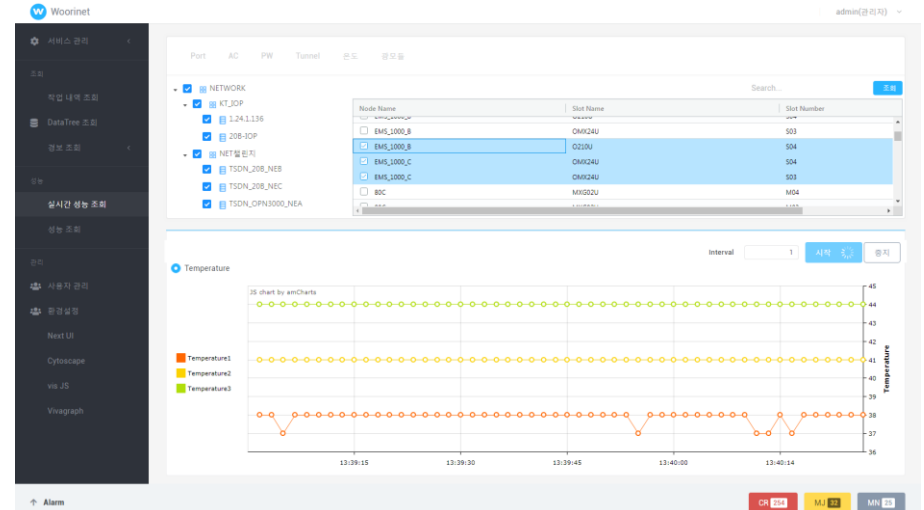
- ftp를 통해 노드별 성능 데이터를 DB 저장 및 실시간으로 성능 데이터를 수신 받아 조회

● 실시간 성능 조회

- 성능 데이터를 실시간으로 조회 하여 표시
- Port, AC, PW, Tunnel, 온도, 광모듈
- 설정된 주기(초) 마다 실시간 조회
- 다수의 노드를 선택 하여 실시간 성능 조회 기능

● 성능 조회

- ftp를 통해 15분 성능 데이터를 수집 하여 DB 저장
- Port, AC, PW, Tunnel, 온도, 광모듈
- 날짜 및 노드 필터링을 통해 검색 기능 제공



감사합니다