

ONK 2022

네트워크 지능화를 위한 네트워크 표준화 제안

윤승현

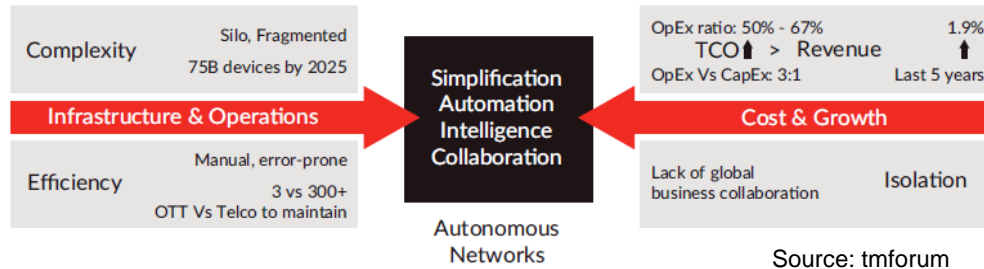
2022.11.10.

- 미래 네트워크의 지능화
- 네트워크 AI 모델
- 네트워크 AI 특징 및 문제
- 네트워크 지능화 시스템 문제
- 모바일 네트워크 지능화 표준 사례
- 주문형 모니터링 기반 네트워크 지능화 프레임워크 과제
- 네트워크 표준화 제안 항목
- 네트워크 텔레메트리

미래 네트워크의 지능화

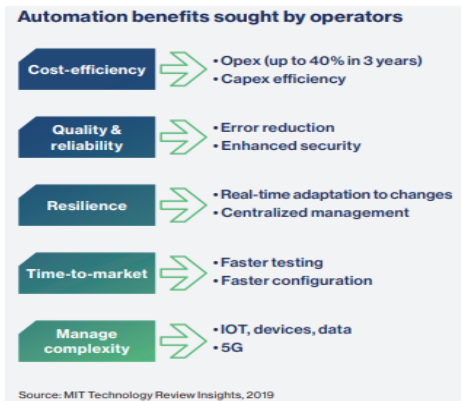
● 네트워크 운영관리 복잡도 및 비용 급증

- 서비스 및 기술, 사업자의 다양성 확대로 운영 관리의 복잡성 폭발적 증대 예상 ('25년 750억 단말)
- 통신사의 최근 5년 동안의 네트워크 운영관리 비용이 매출 대비 급증 (50 : 1.9)



● 새로운 비즈니스 창출 및 대응의 어려움

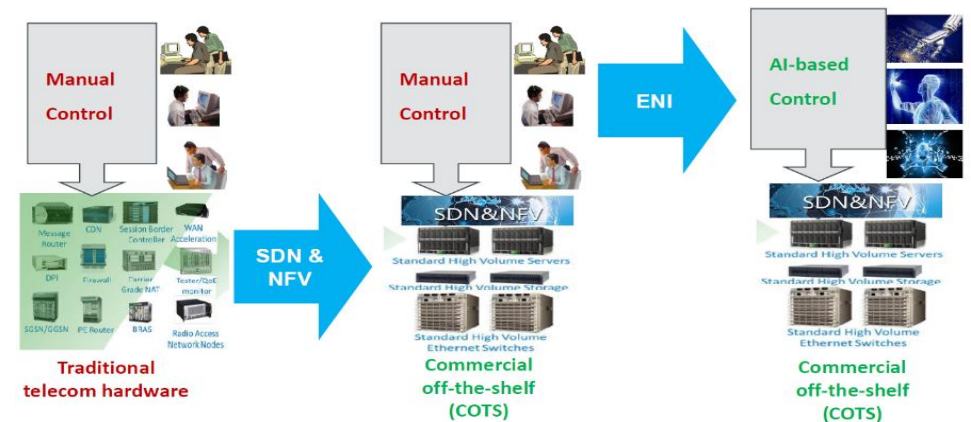
- 5G 네트워크 도입 이후에 다양한 버티컬 수용을 통한 수익 창출에 대한 요구 증대
- 신뢰와 안전을 기반으로 빠르고 비용 효율적으로 서비스를 제공하고 유지하기 위한 방안 필요



Source: tmforum

● AI 기술과 접목된 자율 네트워킹 기술

- 기존의 룰-기반의 의사결정 시스템으로는 불규칙적이고 다변화된 네트워크 운영관리 대응 어려움
- AI 기술을 활용하여 운영자의 개입을 최소화하고 선제적으로 제어관리가 가능한 인프라의 필요성



● 네트워크 지능화를 위한 AI의 역할

- 운영자의 개입을 최소화하면서 스스로 구성 (self-provisioning), 설정 (self-configuring)되며,
- 장애나 환경 변이에 스스로 대응 (self-monitoring, diagnosing, healing)하며,
- 지속적으로 스스로 최적화할 수 있는 네트워크

네트워크 AI 모델

AI Network Control & Management

컨텐츠 예측

장애 예측

QoS/QoE 예측

트래픽 예측

SFC 자동결정

서비스 식별

오토스케일링

이상상황 감지

슬라이싱 자동화

대응 작업 결정

장애 원인 분석

모니터링 부하 경감

AI Network Function

자원소모예측

액세스 제어

데이터셋 자동생성

플로우 식별

응용패턴 추정

혼잡감지/제어

self 오토스케일링

라우팅 최적화

AI Infrastructure & Device

WAN 트래픽 제어

오프로드 스케줄링

DFaaS 스케줄링

분산 스케줄링

캐싱 스케줄링

Rate control

광전송 품질제어

트래픽 최적화

signal detection

interference alignment

error correction

modulation classification

네트워크 AI 특징

- 네트워크 AI에는 **여러가지 유형**의 데이터가 동시에 사용되며 **대용량**
- 시간/위치에 따라서 AI 모델이 서로 다를 정도로 **데이터 민감**
- 여러 단계의 AI모델을 연계하는 **연쇄 의사결정**

	일반 AI	네트워크 AI
주요응용분야	시각,음성 등의 주로 IoT 분야에서의 인공지능 서비스	네트워크 운용관리 자동화 및 서비스 최적화
데이터유형	이미지, 보이스, 센서데이터 등	네트워크로그, 이벤트, 트래픽 플로우, 통계데이터 등
데이터 볼륨	moderate	bigdata
데이터종속성	moderate	very sensitive
의사결정 속성	단일 의사결정(single decision)	연쇄 의사결정(sequence of decision)
서비스	단일서비스	멀티서비스 (서로 다른 특성과 서비스 요구사항)
적용도메인	단일도메인	멀티도메인, 멀티사이트
예측난이도	-	최상

네트워크 AI 문제점

● 현재 네트워크 AI 개발 및 적용의 어려움

■ 개발의 어려움

- 원시 데이터 부족
- 학습 데이터 생성을 위한 자동 데이터 처리 기능 부족

■ 적용의 어려움

- 데이터 민감한 짧은 AI 생명주기를 뒷받침하는 자동화된 재학습 및 배포 방안 부재

■ → 기존 모니터링 기술, 솔루션, 표준의 한계

- 오래된 표준, 비표준, 수작업 → 데이터 생성에 막대한 시간/자원 소모

● 새로운 시스템 및 관련 표준화 필요

- 자동화된 끊임없는 검증, 재학습, 재배포 가능한 네트워크 지능화 시스템
- 적시 데이터 수집 능력, 자동 데이터 처리 능력을 갖춘 새로운 기술(표준)의 네트워크 장비
- 이를 지원하는 모니터링 기술, 인터페이스, 프로토콜 등의 새로운 표준

네트워크 지능화 시스템 HW/SW 구성 예

네트워크 지능화 어플리케이션(AI 모델)



네트워크 지능화 프레임워크 기능

모니터링 제어

개방형 API

워크플로우 제어

모델 검색/추천

사전처리/라벨링

Management



미들웨어/처리



개발언어

IDE R Python
Java C/C++

시스템 소프트웨어/저장/플랫폼



하드웨어



40/100G ethernet



GPGPU



NAS+Local RAID

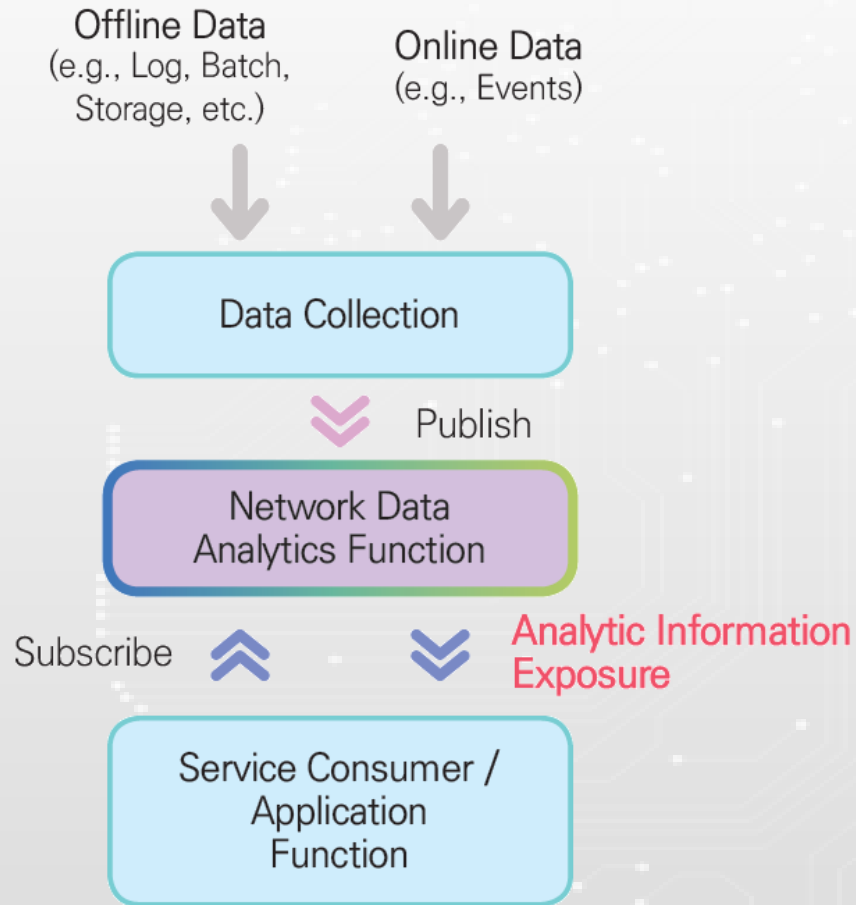


TAP

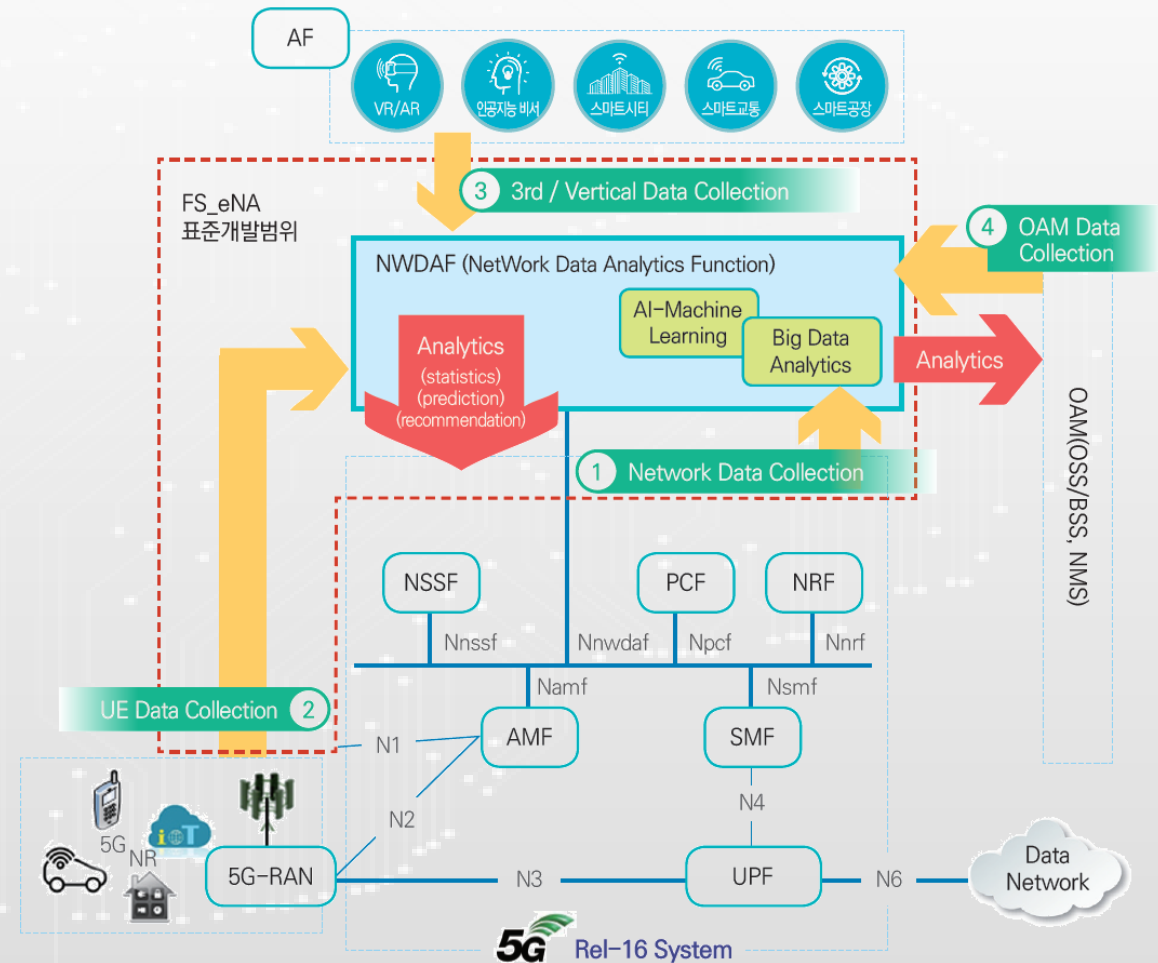


40/100G Packet Capture

3GPP NWDAF



네트워크 데이터 수집, 분석, 사용 절차

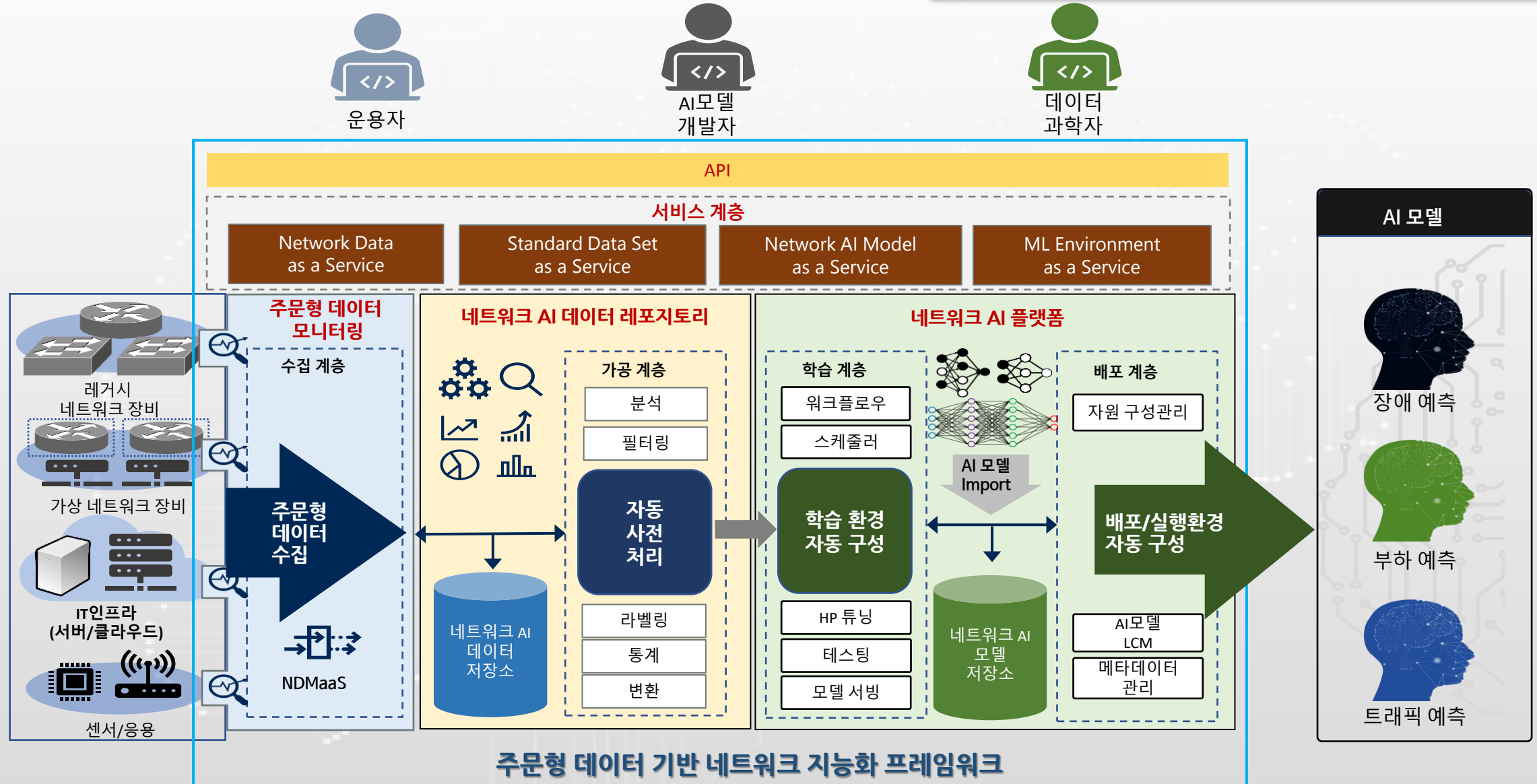


3GPP NWDAF 기능 관련 eNA 표준의 범위

3GPP Rel-17 NWDAF 유즈케이스 정의

Analytics	Description	Use Case
Slice load level information	특정 슬라이스의 부하 분석 및 예측	네트워크 슬라이스 선택
Observed Service experience	슬라이스 또는 응용을 위한 종단 서비스 만족도 분석 및 예측	슬라이스 및 응용 SLA 보장, QoS 프로비전
NF load	특정 NF의 자원 사용량 및 부하 분석 및 예측	NF 선택, 트래픽 라우팅 조정
Network performance	특정 영역의 네트워크 성능 분석(gNB 성능, UE수, 핸드 오버 성공수 등) 및 부하 예측	백그라운드 데이터 전송 정책 제어
UE related analytics	UE 이동성, UE 통신, UE 비정상 동작 분석 및 예측	이동성 관리, 트래픽 라우팅 조정, UE 이상 감지, IoT 장치 파라미터 최적화
User data congestion	특정 UE 또는 영역의 네트워크 혼잡 분석 및 예측	써드파티 서비스 프로바이더에게 네트워크 이슈 제공
QoS sustainability	특정 영역, 특정 시간에 대한 QoS 신뢰성 분석, QoS 변화 예측	V2X 통신 지원
Dispersion	UE(그룹)이 통신하는 장소, 네트워크 슬라이스를 분석	QoS 조정, 액세스 제어, 네트워크 슬라이스 접근 제어 등
Redundant transmission experience	UE(그룹)과 특정 공간에서 중복전송 경험 분석	URLLC, UP 자원 최적화 지원
WLAN performance	특정 영역에서 WLAN 성능 분석 및 예측	WLAN 선택 정책 결정
DN performance	N6 user plane 성능 분석	Data Network 선택
SM Congestion Control	UE의 SM congestion control 경험분석	SMCC fairness 보장

주문형 모니터링 기반 네트워크 지능화 프레임워크



※ NDMaaS: Network Data Monitoring as a Service

네트워크 표준화 제안

● 시스템 또는 플랫폼 구조

- 유즈케이스(요구사항)→네트워크 AI 모델
- 참조 구조

● 네트워크 AI 데이터 및 모델 규격

- 원시 데이터 규격
- 학습용 데이터 셋 및 메타 데이터 규격
- 네트워크 AI 모델 및 메타 데이터 규격

● 다양한 데이터 소스로 부터 데이터 수집을 위한 인터페이스, API

- 데이터 소스: 측정 에이전트, 장비, 망관리시스템 등

● 시스템/플랫폼 사용자 인터페이스, API

- 사용자: 운용자, 개발자, 운용시스템 등

데이터 종류	원시 데이터	메타데이터
규모 (크기)*	대용량 (~TB)	소량 (~MB)
특성	정형, 비정형	정형
관련 기능	배치 데이터 저장, 배치 처리 (전처리, 인사이트, 라벨링, 익명화)	저장, 검색
In/Out 포맷	CSV, PCAP, JSON, Log, Avro 등	SQL table

```
# 플로우 원시 데이터 Avro 스키마
{
  "namespace": "nif.raw_data.flow",
  "name": "Flow",
  "type": "record",
  "doc": "플로우 원시 데이터 레코드 스키마 v0.14.0",
  "fields": [
    {
      "name": "data_record_attrs",
      "doc": "데이터 레코드 속성 필드 모음",
      "type": [
        "null",
        {
          "name": "DataRecord",
          "type": "record",
          "fields": [
            {
              "name": "record_create_time",
              "doc": "AGTSS에서의 데이터 레코드 생성 시간",
              "type": "long",
              "logicalType": "timestamp-micros"
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ]
}
```

... 이하생략

API (예시)

● Service API: (사전처리, 데이터 조회 등)

APIs	Methods	Description
데이터 사전처리 API		
/orders	POST	주문서 생성 (주문 처리)
	GET	주문서 목록 조회
/orders/{orderid}	GET	Id 지정 주문서 조회
	POST	Id 지정 주문서 수정 및 수정 주문 처리
데이터 조회 API		
/data/raw/{orderid}	GET	Id 지정 원시 데이터 조회
	DELETE	Id 지정 원시 데이터/메타데이터 삭제
...
/data/netai/{orderid}	GET	Id 지정 Net-AI 데이터 조회

● Device Control API

네트워크
지능화
프레임워크

측정
에이전
트/장비

rest API 스타일 제어

```
# device control api (yaml file)
openapi: 3.0.0
info:
  title: NIF AGTSS API
  description: NIF AGTSS API
  license:
    name: Apache 2.0
    url: http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.html
  version: 0.4.0
paths:
  /collection/start:
    post:
      summary: Starts a collection of raw data.
      description: |
        Starts a collection of raw data.
      operationId: startCollection
      requestBody:
        description: Parameters for staring a collection.
```

네트워크 텔레메트리(network telemetry)

- rfc9232

- 네트워크 텔레메트리(network telemetry)에 대한 정의와 범위가 모호하여 혼란과 오해를 줄이기 위해 작성
- Informational

- 내용

- 네트워크 텔레메트리 배경
- 유즈케이스
- 네트워크 텔레메트리 특징
- 프레임워크
- 데이터 종류 및 관계성
- 네트워크 텔레메트리 응용의 진화

네트워크 텔레메트리 배경

- 빅데이터 및 AI 기술 발전

- 다양한 상용, 오픈소스 빅데이터 기술을 사용할 수 있는 상황
- 데이터 처리 기능이 향상되어 응용이 잘 작동될 수 있는 환경이 제공됨
- AI 및 분석 소프트웨어: 네트워크 장애, 이상 등을 감지, 대응, 미래 이벤트 예측 가능

- 네트워크 운용 관리의 병목이 데이터 분석(사용)에서 데이터 공급으로 이동

- 네트워크 데이터를 효율적으로 추출하고 정보로 변환하는데 부분이 뒤떨어짐
- 네트워크 규모가 증가되나 네트워크 설정과 정책 변경은 이전보다 짧은 주기로 변경
→ 상세한 이벤트, 세밀한 데이터가 실시간으로 필요해짐

- 데이터 사용자는 더 이상 사람이 아닌 기계

- 기존 OAM 기술 및 모니터링 기술은 사용자를 사람으로 가정

네트워크 텔레메트리

- 기존 모니터링 기술은 네트워크 지능화 관련 유즈케이스를 지원하기에 불충분

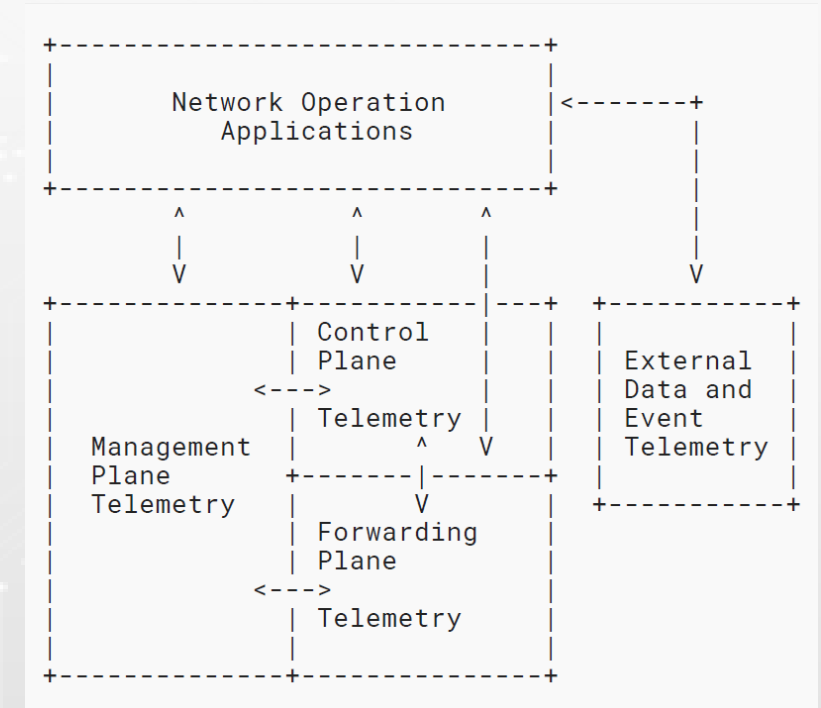
- SNMP, CLI, Syslog, IP OAM, MPLS OAM, OWAMP, TWAMP 등

- 네트워크 텔레메트리 특성

- 데이터 푸시 또는 스트리밍
- 막대한 데이터 규모 및 실시간 처리
- 분석 단순화 및 통합분석을 위해 데이터 정규화, 통일화
- 데이터 소스에 대해서 세분화 되고 정밀도 높은 데이터
- 설정 및 사용을 용이하게 하기 위한 표준 데이터 모델링 확대
- 단일 응용에서 분산 멀티 데이터 소스 사용을 위한 데이터 융합, 공통이름/ID 등
- 폐쇄자동화 루프, 연속실행, 동적 및 대화형 쿼리 고려

- 더 미래 형태

- 커스텀 기능을 가진 모니터링 프로브의 동적으로 배치
- 인-네트워크 로컬 데이터 통합, 처리, 대응
- 데이터 플랜 포워딩 칩에서 데이터 직접 전송
- 액티브/패시브 데이터 수집 대신 새로운 하이브리드 접근 방식



감사합니다

National AI Research Institute - Making a Better Tomorrow

ETRI
한국 전자통신연구원