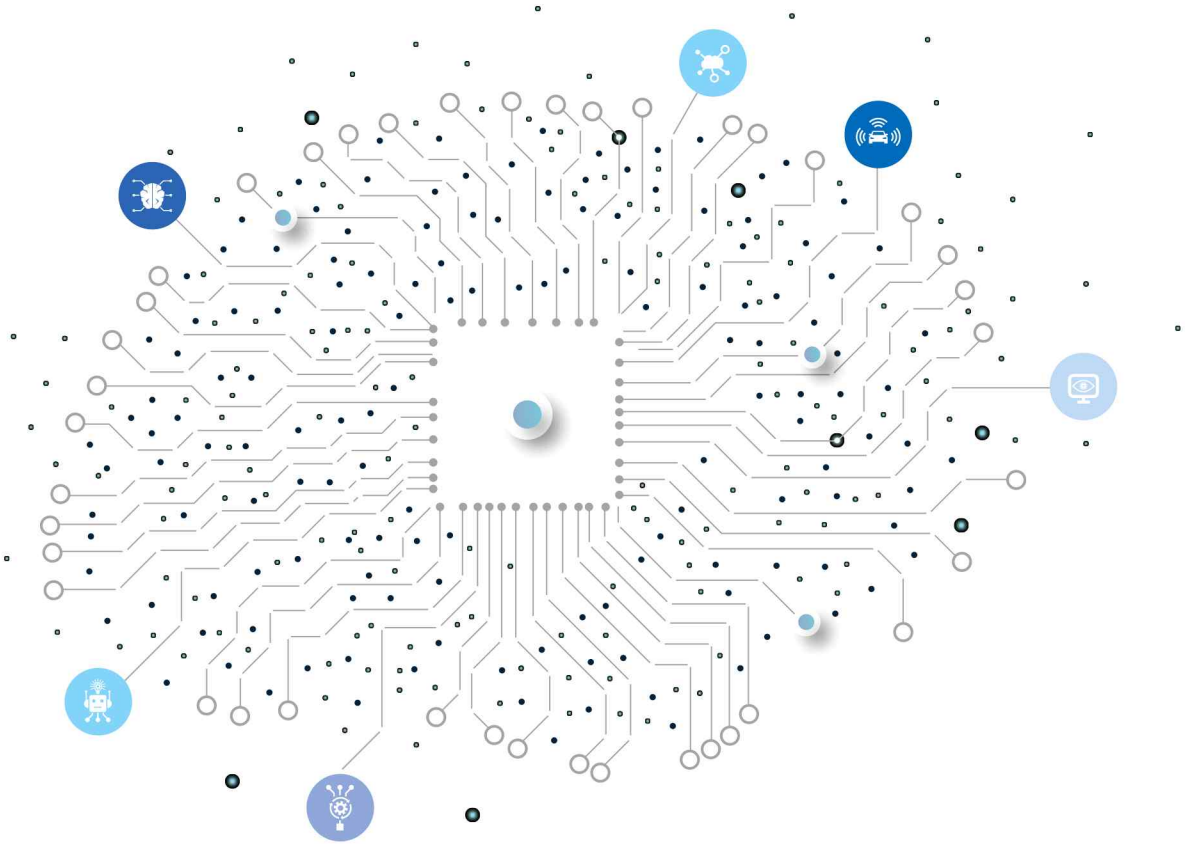
AI Network Lab
INSIGHT
Vol.4
(2020.09)



APAN 및 APAN-KR 소개

APAN AI driven Networks Working Group BoF Report

| 작 성 | 전남대학교 최덕재 교수 (dchoi@jnu.ac.kr)
제주대학교 송왕철 교수 (philo@jejunu.ac.kr)

NIA 한국정보화진흥원
NATIONAL INFORMATION SOCIETY AGENCY

o 『AI Network Lab 인사이트』는 인공지능, 클라우드, 5G, 양자암호통신 등 4차 산업 혁명의 핵심인 지능정보기술과 네트워크 신기술에 대한 동향을 간략하고 심도 있게 분석한 보고서입니다.

o 본 연구보고서는 과학기술정보통신부의 방송통신발전기금조성사업, 한국정보화진흥원의 『초연결 지능형 연구개발망 구축·운영사업』의 연구과제 결과이며, 한국정보화진흥원, 한국능률협회에서 기획·발간합니다.

o 본 연구보고서의 내용의 무단 전재를 금하며, 가공·인용할 때는 반드시 출처를 『한국정보화진흥원(NIA)』이라고 밝혀 주시기 바랍니다.

발 행 처 한국정보화진흥원

발 행 인 문용식

기 획 한국정보화진흥원 지능형인프라본부 인프라기획팀

보고서 온라인 서비스 www.nia.or.kr

Contents

보고서 주요 내용

Ⅰ. APAN 및 APAN-KR 소개 ····· 4

Ⅱ. APAN AI driven Networks Working Group BoF Report ····· 8

(1) 망 기술의 소프트웨어화 ····· 8

(2) APAN에서의 AI driven Networks 워킹그룹을 위한 준비 ····· 10

(3) APAN AI driven Networks 워킹그룹 BoF 세션 ····· 12

(4) 결론 ····· 18

참고문헌 ····· 20

Ⅰ. APAN 및 APAN-KR 소개

AP 즉 Asia Pacific(아시아 태평양 지역)은 세계 인구의 약 반 이상이 거주하는 지역이며, 국제적 R&D가 급성장하고 있고, 교육열이 높은 지역이다. 또한 식량, 건강, 환경 등 해결해야 할 다양한 문제를 갖고 있으며 이에 대한 강한 사회적 요구가 있으며 문화적, 인종적으로 매우 다양한 사람들이 사는 곳이다. 미국, 유럽 등 서구 지역에 비해 서양 과학 기술이 늦게 발전하였으며, 산업화 시기에는 낙후된 기술로 서구의 침략을 받았고 이로 인해 교육과 과학 기술 발전을 매우 중요하게 여기게 되었다.

1996년 3월 일본 쯔꾸바에서 열린 아시아태평양 경제협력체(APEC) 심포지움에서 연구자들을 위한 첨단 인터넷 필요성이 제기되었으며, 같은 해 6월 서울에서 열린 APII Test-bed 포럼에서 APAN(Asia Pacific Advanced Network) 포럼이 제안되었고 그 후 약 1년 동안 북미, 유럽, 호주 등의 전문가들의 열정적인 토의를 거쳐 1997년 6월 3일 APAN 컨소시엄이 형성되었다. KAIST 교수였던 전길남 박사가 설립자이며, Co-Founder로는 일본의 Shigeki Goto 교수와 호주의 Michael McRobbie 교수, 싱가포르의 Tan Tin Wee 교수가 참여하였다. 이후, 변화하는 환경에 효과적으로 적응하기 위해 2009년 8월 8일 홍콩에 비영리법인으로 등록하였다. 아시아 태평양 지역의 국가들 사이에 연구망을 구축하는 것이 선진국들과의 기술 격차를 극복하고 당면한 문제들을 해결하는데 매우 유용한 도구라는 인식하에 APAN이 출범한 것이다.

이런 공통된 필요를 배경으로 아시아 태평양 연안의 국가들의 NREN(National Research and Education Network)들은 연합하여 최신의 기술 개발을 함께 추진하기도 하며, 동시에 사회적 현안을 네트워크 기술로 해결하기 위한 응용 개발에 힘을 합치는 커뮤니티로 발전하게 되었다. 네트워크 기술 개발 및 네트워크 기반 응용 및 서비스 개발을 촉진하고, 교육과 연구기관들의 커뮤니티들 간의 첨단 네트워킹 환경을 구축하기 위해 협력을 강화하는 모습은 기술만 다루는 일반 학술 컨퍼런스와는 전혀 다른 특징이며, 이런 특별한 속성으로 인해 창립된 지 약 25년간 지속적으로 발전하여 현재의 모습을 보이고 있다.

APAN(the Asis Pacific Advanced Network)은 회원을 대표하는 조직 이름이며 동시

에 회원이 소속된 국가들의 연구 교육망을 연동하는 네트워크의 이름이기도 하다. 연구 협력, 지식공유, 원격진료 및 자연재해 영향 감소와 같은 네트워크 기반 연구와 교육 활동을 증진시키고 있다.

17개의 경제주체가 참여하고 있으며, 외부 단체의 지원이나 간섭 없이 회원들이 직접 운영하는 독립적 모임으로 연구와 교육 기관들이 작업반(Working Group)을 구성하여 커뮤니티로서 상호 연동되어 있는 교육연구망을 통해 서비스를 제공하는 교육연구협력공동체이다.

중국, 홍콩, 태국, 한국, 싱가포르, 일본, 말레이시아, 대만, 인도에서 각 1명씩의 이사로 구성된 이사회가 있으며 현재 이사회 의장은 중국에서 맡고 있다. 사무적인 일들은 이사회를 중심으로 결정되며, 결정된 사항들을 진행하기 위한 사무국장(General Manager)을 두고 있으며 사무국장과 함께 사무를 집행하는 사무국(Secretariat)이 있다. 또한 APAN Backbone을 조율하는 Backbone 위원회, 이사를 선임하는 일을 주관하는 Election 위원회, Fellowship을 운영하는 Fellowship 위원회, 행사와 행사 프로그램을 주관하는 Event/Program 위원회를 운영하고 있고, 망의 실질적 관리를 위한 NOC을 운영하고 있다.

새로운 정책을 실행하고 이사를 선임하는 과정은 먼저 관련 위원회가 안을 만들고 이사회의 동의를 거쳐 각 국가의 대표가 참여하는 Council 모임에서 논의하고, 최종적으로 총회에서 의결하여 집행한다. APAN 모임은 1년 2회 모임을 이어오고 있는데, 각 모임에는 Council 회의 시간이 있으며, 행사 마지막 날에 총회를 통해서 최종적으로 결정된다.

WG는 응용분야와 기술 분야 2개의 분야로 나누어져 있으며, 응용분야 WG에는 농업, 재난, e-Culture, 의료 및 Id 연합서비스를 다루는 IAM(Identity and Access Management) 등이 있으며, 기술 분야에는 IPv6, 연구플랫폼을 다루는 APRP(Asia Pacific Research Platform), 클라우드, 사물인터넷, 보안 WG 등이 있다. 1년에 여름과 겨울 대학의 방학 기간을 이용하여 두 차례 모임을 가지며, 대략 300여명이 참석하고 있다.

APAN은 국가별 교육연구망을 서로 연동하여 각 국가의 교육연구망의 가치를 증대시키며 이 지역에서 공통의 관심사나 필요를 해결하기 위해 공동으로 노력할 수 있는 중요한 자산이다. 특히 변화속도가 빠른 요즘은 교육과 연구 분야에서 국제협력이 절대적이기 때문에 APAN의 역할은 그만큼 중요하다고 볼 수 있다.

APAN은 미국의 Internet2, 유럽의 GEANT와 대등한 지역 연구망으로서 국제적 정보교류의 장이기도 하다. Internet2나 GEANT에서 개발된 기술들이 소개가 되기도 하며, 공동 연구를 진행하기 위한 파트너를 만날 수 있는 장이 되기도 한다. 각 나라별로 추진하고 있는 연구 상황을 공유하기 때문에 어떤 면에서는 국위를 드러내는 장이 되기도 한다. 특히 우리나라는 APAN 설립자의 나라이기 때문에 APAN에서 위상은 다른 나라들보다 더 크다고 볼 수 있다. 이런 이미 세워진 위상을 잘 유지하고 발전시켜 나가는 것은 후학들로서 마땅히 추구해야 할 가치라고 본다. 이런 국제적 모임의 장을 통해서 기업의 서비스나 제품이 소개될 수 있기 때문에 우리나라 기업들이 외국으로 진출하는데 중요한 플랫폼으로서 역할도 기대된다.

이런 APAN의 활동을 효과적으로 수행하기 위해 국내에서는 일찍부터 APAN-KR이라는 모임을 만들어서 운영해오고 있다.

APAN-KR은 전길남 박사가 주도하여 APAN은 창설하였기 때문에 동시에 국내에서도 해당 활동을 위한 모임이 시작되었으며 이것이 현재의 APAN-KR의 모태가 되었다. 창립자 전길남 박사와 김대영 교수님이 APAN 의장을 역임하였으며, 현재도 김종원 교수가 Technology Area의 의장 및 Cloud WG의 의장, 문정훈 박사의 APRP의 의장, 한호성 교수의 Medical WG의 부의장으로 활발히 활동 중이다. 한선영 교수는 지난 번 이사로서, 최덕재 교수는 현 이사회에서 이사로 활동 중이다. APAN은 우리나라 주도로 설립되었으며 의장도 한중일 3국이 주로 맡아오고 있다. 아태 지역 각국의 국가 연구망이 연결되어 있기 때문에 망 관련 새로운 기술과 서비스에 대한 국제적인 테스트베드로서 세계적으로도 인정을 받고 있다. APAN에서 우리나라가 주도권을 갖고 가도록 지속적인 노력이 필요하다.

초창기에는 KOREN을 중심으로 APAN활동이 이루어졌으며, 후에는 KREONET도 APAN에서 활동하기 시작하면서 이를 국내적으로 잘 조율하기 위해 ANF(Advanced Network Forum)으로 모여서 해당 활동을 하였다. ANF는 경상현(전 정통부 장관), 임주환 한국정보통신기술협회 사무총장, 전길남 APAN의장, 이종명 하나로통신 부사장, 김대영 APAN-KR의장, 강철희 KICS교수, 김수형 KT 선도망담당 책임임원 등이 참여하여 2003년 2월 7일 사단법인 한국첨단망협회(ANF)로 발족하였다. 당시 목표하는 사업은 코렌 등 국내첨단교육연구망을 활용한 연구 및 진흥사업, APII, TEIN 등 국제첨단교육연구망을 활용한 연구 및 진흥사업, 첨단교육연구망 사용자그룹 운영, 관련 이용기술의 연구개발을 목표로 설립하여 2008년 봄에 운영을 중단하였다. 최근에는 다시 APAN-KR이라는 이름으로 활동 중이다.

주요 활동 방향은 APAN WG에 대응되는 APAN-KR WG을 운영하며 국내 연구망간 공동 이슈가 있을 경우 협력을 위해 WG을 설치 운영한다. 이렇게 국내적으로 모아진 의견을 APAN에서 대한민국을 대표하여 활동하며 국내의 연구망인 KOREN과 KREONET의 협력 및 조율을 도모하며 미래 인터넷 및 엔지니어링 기술 및 서비스 연구와 개발을 추진한다. 이런 활동의 일환으로 2020년 50차 홍콩 모임에서는 AI-Driven Networks Working Group을 형성하기 위해 BoF 모임을 제주대 송왕철 교수가 제안하여 성공리에 이를 마쳤으며, 51차 모임에서 정식 APAN WG으로 발족을 기대하고 있다.

앞으로도 APAN-KR은 국내에서 첨단연구망의 역량을 결집하여 국제 APAN에서 리더십을 발휘하여 국가의 위상을 높이고, 국내 기업들도 함께 참여하여 국내 기업의 해외 진출이 활발해지기를 기대한다.

(1) 망 기술의 소프트웨어화

- 근래에 머신러닝을 비롯한 AI 기술이 발전하고 각광을 받게 됨에 따라, 이러한 AI 기술을 망 기술에 적용하려는 다양한 시도들이 있어왔다. 망 기술에서 알고리즘을 필요로 하는 부분이라면 어디든 AI 기술을 적용하여 대체할 수 있기 때문에 망 기술 다양한 분야에 AI 기술을 부분적으로 적용하는 시도들은 망 기술의 발전적 측면에서 자연스러운 시도로 보인다.
- 망의 운용과 관리 측면에서 보면, 최근 들어 망 기술은 소프트웨어화에 대한 연구가 매우 활발히 진행되어 왔으며, SDN/NFV라는 기술로 대변될 수 있다. 이는 2008년에 탄생한 Openflow가 거대한 흐름을 촉발 시키면서 네트워크의 기본 틀을 소프트웨어로 바꿔놨는데, 이러한 프로그램이 가능한 망 기술로의 발전은 다음 그림 1에서와 같은 지속적인 노력을 바탕으로 하고 있다.

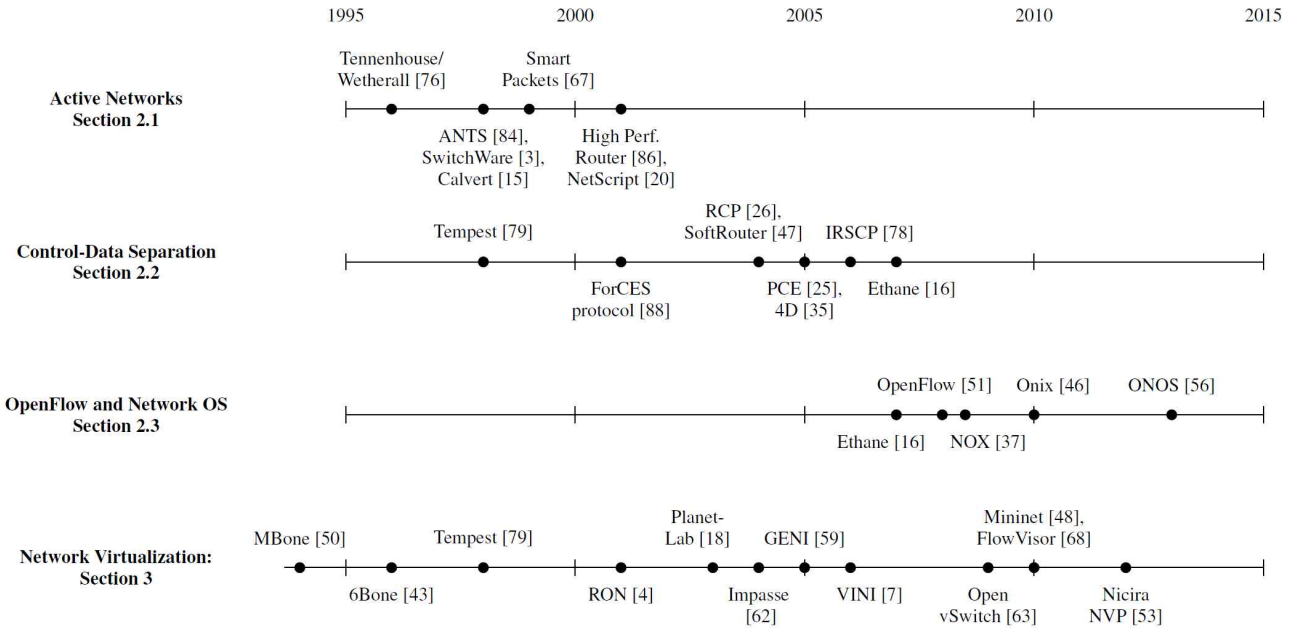


그림 1. 과거 20년간의 programmable networking을 위한 개발 역사[1]

- 2011년에는 SDN(Software Defined Network)의 표준화와 OpenFlow 기술의 발전을 목적으로 Deutsche Telecom, Facebook, Google, Microsoft, Verizon, Yahoo!가 함께 ONF(Open Networking Foundation)를 조직했으며, CISCO

Juniper, HP, DELL, Broadcom, IBM 등 많은 벤더들이 참석하면서, 망 기술의 소프트웨어화는 바꿀 수 없는 흐름이 되었다. SDN은 기술이 발표된 이후에 빠르게 성장하면서, 2012년 Open Network Summit이 개최되고, 2012년 초부터 Google은 데이터센터를 Openflow를 도입하기 시작하였다.

- 이렇게 망 기술의 흐름이 전반적으로 소프트웨어화로 가면서, 망에 대한 프로그래밍을 통한 혁신이 가능해지게 되었고, 이는 망 기술에 개방성과 유연성을 주게 되었다. 특히 5G 네트워크가 망의 소프트웨어화를 기반으로 사용자 및 응용에 특화된 망 서비스를 제공할 수 있도록 설계되었고, 클라우드 네이티브 망 기술로 이어지면서, 자연히 소프트웨어화된 전반적인 망 기술에 AI를 도입하여 궁극적인 망의 자동화를 추구하는 것은 아주 자연스럽게 받아들여진다.
- AI를 활용한 망 자동화 기술은 근래 IBN(Intent Based Networking)이라는 기술이 주목을 받고 있다. 서비스 제공자 입장에서 자신들이 원하는 바를 특정하여 이를 추상화된 선언적 입력으로서 intent로 요구를 하게 되면, 망에서는 이를 적절히 해석해서 망에 그 사용자에 특화된 운용 및 관리를 실현하려는 기술이다. 여기에 AI 기술은 망의 현재 상황을 파악해서 이를 기반으로 앞으로의 망 상태를 예측하여 Intent에 의해서 설정된 망 서비스의 품질을 달성할 수 있게 해준다. IETF 및 ETSI(European Telecommunications Standards Institute) 등의 표준화 단체에서 이러한 intent에 기반한 망 자동화에 대한 방안을 제시하였다. AI기술이 데이터의 확보를 기반으로 하고 있어서 이를 망에 적용하는 것이 어려움이 있는 만큼 ETSI 문서에서는 최근 주목받고 있는 강화 학습(Reinforcement Learning)이 그 적용 AI기술로서 추천되고 있다[2].

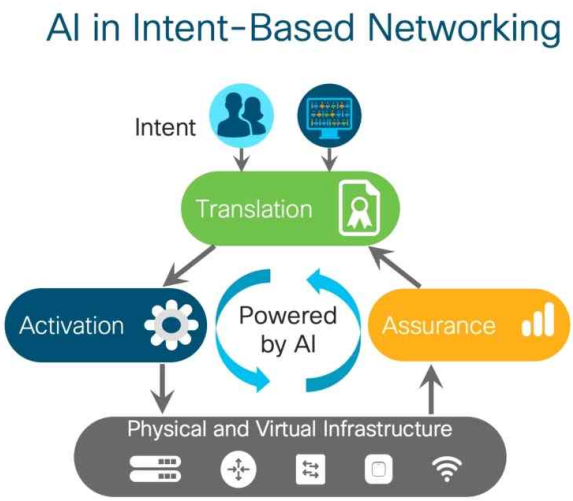


그림 2. CISCO의 IBN [3]

- Cisco를 비롯한 Huawei, Apstra 등의 벤더들도 IBN에 대한 솔루션을 내 놓으면서, 그림 2에서와 같이 IBN에서의 주요 컴포넌트들과 AI를 결합시켜 feedback loop을 형성시킴으로써, 비즈니스의 요구조건을 intent로써 표현하고 이를 AI기술과 결합하여 망 자동화를 구체화 하는 기술을 제시하고 있다[3].

(2) APAN에서의 AI driven Networks 워킹그룹을 위한 준비

- AI기술이 다양한 분야에 적용되면서, 망운용/관리 및 다양한 분야에 적용되고 있는 기술의 진화를 인지하면서, KOREN Forum에서는 기존의 KOREN에 대한 SDN/NFV으로의 기술적 성과를 평가하면서, 프로그램 가능한 KOREN 망의 SDI(Software defined Infrastructure)에 AI를 적용할 필요성을 인지하였고, 2019년부터 내부적으로 KOREN Forum에서 AI를 망에 적용하기 위한 워킹그룹 논의를 시작하였다.
- 2020년 3월에 네팔의 카트만두에서 개최된 APAN 49에서 APAN 내의 워킹그룹 창설을 위해 BoF를 신청하려고 했으나, COVID-19로 인해 APAN 행사가 온라인으로 바뀌게 됨에 따라서, 그 다음 행사인 APAN 50에서 워킹그룹을 준비할 것으로 결정 하였다.
- 2020년 3월 14일에 있었던 KOREN Forum 온라인 운영회의에서, 신규 워킹그룹을 APAN 50에서 신청할 것으로 구체적인 논의를 진행하였고, 그 워킹그룹의 이름을 가칭 AI driven Networks Working Group(AINWG)으로 하여, KOREN Forum 이름으로 추진할 것을 공식화 하였다. 이를 위해, KOREN 담당 기관인 한국정보화진흥원(NIA)의 망 지능화 및 망 자동화 정책과 운영방안과 방향을 같이 하면서 KOREN 상에서 실증적인 활동을 워킹그룹에 반영할 것을 논의하였다.
- APAN 50도 또한 COVID-19로 인해 온라인으로 2020년 8월 3일부터 7일까지 5일간의 프로그램으로 개최되었다. 6월 16일에 KOREN Forum 차원에서 준비해온 AINWG의 charter draft를 기반으로 하여, APAN 50에 AINWG BoF(Birds of a Feather) 세션을 신청하였고, 절차를 통해 AINWG의 BoF 세션은 홍콩 시간으로 8월 5일 오전 11시부터 오후 1시까지 2시간 동안 배정되었다.
- 그림 3은 이번 BoF 세션을 위해서 제출된 AINWG의 charter 초안으로, NREN(national research and education network)에서의 Intelligence를 개발하는 경험을 공유하고, APAN 네트워크에서의 지능화된 자동화를 추구하여, NOC에서

지능적 운용 자동화를 이루고, APAN 커뮤니티에서의 지능화된 망들을 통합하는 협업을 지향하는 것으로 기술되어 있다.

AI-driven Networks Working Group

Chair: Prof. Wang-Cheol Song [philo AT jejunu.ac.kr]
Co-Chair:
Co-Chair:
Mailing List:

1. Introduction

The APAN AI driven Networks Working Group (AINWG) plans to start at the APAN 50 meeting held in 2020. The aim of AINWG is to share experience to design, manage, maintain, and protect the network using artificial intelligence (AI) and escalate collaboration for AI driven networks in APAN community.
Combining human intellect and creativity with the massive computing power of AI will create situations in which new design and management techniques may be created that humans could not build on their own, but self-improving intelligent algorithms will harness over time.
Beyond simply designing the network, AI will help manage, maintain and protect it. As the AI powering traditional algorithms becomes more intelligent, it will find faster and more foolproof methods of anticipating threats and cleaning the network. AI will be able to better predict traffic as it collects and analyzes data in real-time, so that network managers are better prepared for big events.
Next, with the combination of AI-designed underlying network topologies and AI-driven software-defined networking, we will eventually see more profound evolutions of what networks are capable of, across all industries.
With all these advantages of AI-driven networks, AINWG intends to provide all APAN members with the opportunity to efficiently design, manage, maintain, and protect their respective national and research networks for the mutual benefits of all participants.

2. Goal and Objectives

The ultimate goal of AINWG is to encourage the collaboration of technical experiences and knowledge regarding AI-enabled networks. This will lead to the development of an intelligent, scalable, sustainable, and easy-to-deploy technical platform for each APAN member country to manage its respective national research and education networks.
In addition, automated processing of incidents in a data-driven domain agnostic manner without the need for expert rules would help significantly enhance automation in Network Operations Centers (NOCs). AI techniques enable us to discover co-occurring patterns in such a stream of alarms, and other events, which helps to quickly identify the root cause in most fault scenarios, eventually transforming a traditional NOC into an iNOC (Intelligent Network Operations Center). To this end, the AI-driven Networks Working Group (AINWG) in APAN will target:
Sharing experience for developing Intelligence in NREN
Intelligent automation in APAN networks
Intelligent operation automation in NOCs
Collaboration to integrate intelligent networks in APAN community

3. Milestones/Actions

2020.08 – the proposal to setup AINWG will be submitted.

그림 3 AI driven Networks Working Group Charter 초안

(3) APAN AI driven Networks 워킹그룹 BoF 세션

11:00 am ~ 12:00 pm
Chair: Wang-Cheol Song(KOREN Forum)
- – Introduction to AINWG
- – KOREN towards AI, Sung-uk RHA (NIA)
- – A Smarter OF@TEIN+, Teck Chaw Ling(University of Malaya)
- – IBN@KOREN, Muhammad Afaq, Wang-Cheol Song (KOREN Forum)

12:00 pm ~ 01:00 pm
Chair: Hidehisa Nagano(NICT)
- – Applying Machine Learning to Service Network Platform Control, Hiroaki Harai (NICT)
- – Traffic Engineering enabled via Machine Learning: Efforts for Improving Science Transfer Performances, Mariam Kiran, Chin Guok (ESnet)
- – A Brief Introduction to AI Network Deployment Plan at KOREN, Hyoung Woo Kim(KT)
- – Status and Direction of the Network Intelligence for KREONET-S, Dongkyun Kim(KISTI)

그림 4. AINWG BoF 세션 프로그램

- 이번 APAN AINWG BoF 세션은 1시간씩 두 개의 세션으로 이뤄져 있었고, 첫 세션은 KOREN Forum의 제주대학교 송왕철 교수가 좌장을 맡았고, 두 번째 세션은 일본의 NICT의 Hidehisa Nagano가 좌장을 맡아 세션을 진행하였다.
- 본 세션의 구성을 위해서, APAN 커뮤니티 인사들 중에서 일본과 싱가포르, 말레이시아, 태국의 인사들에게 참여의사를 물었고, 이들 모두가 참여 의사를 보였음은 물론이고, 세션의 구성을 위해서 커뮤니티 인사들에게 연락하는 과정에 ESnet에서 AI를 네트워크 트래픽에 대하여 적용하여 분석한 활동으로 참여의사를 밝혀서 세션에 참여할 수 있게 하였다.
- 세션 발표는 총 7개의 발표자로 구성하였다. 아무래도 첫 BoF 세션을 준비하는 것이므로, 한국 커뮤니티에서 대부분의 발표를 준비했다. 전체적으로 ESnet, Malaya 대학, NICT에서 각각 한 편씩 발표해서 미국과 말레이시아, 일본에서 참가하였고, 우리나라에서는 NIA, KOREN Forum/제주대학교, KT, KISTI에서 발표 참가를 하였다.
- 첫 세션을 시작하면서는, 좌장을 맡은 KOREN Forum/제주대학교의 송왕철 교수

가 AINWG의 Charter 초안을 공유하여 AINWG의 시작을 알렸고, 이어서 NIA의 나성욱 팀장이 그림 5에서 보였듯이 “KOREN towards AI”라는 제목으로 NIA가 AI를 망에 적용하는 정책적인 방향을 제시하였다. 4년 동안 4천만 달러를 KOREN에 투자하여 1 Terabit 백본 네트워크를 구성하고, 통합 R&D 테스트 환경을 구축하며, All SDx 자율 망을 구성하면서, AI-driven network을 구성하겠다는 비전을 제시하였다.

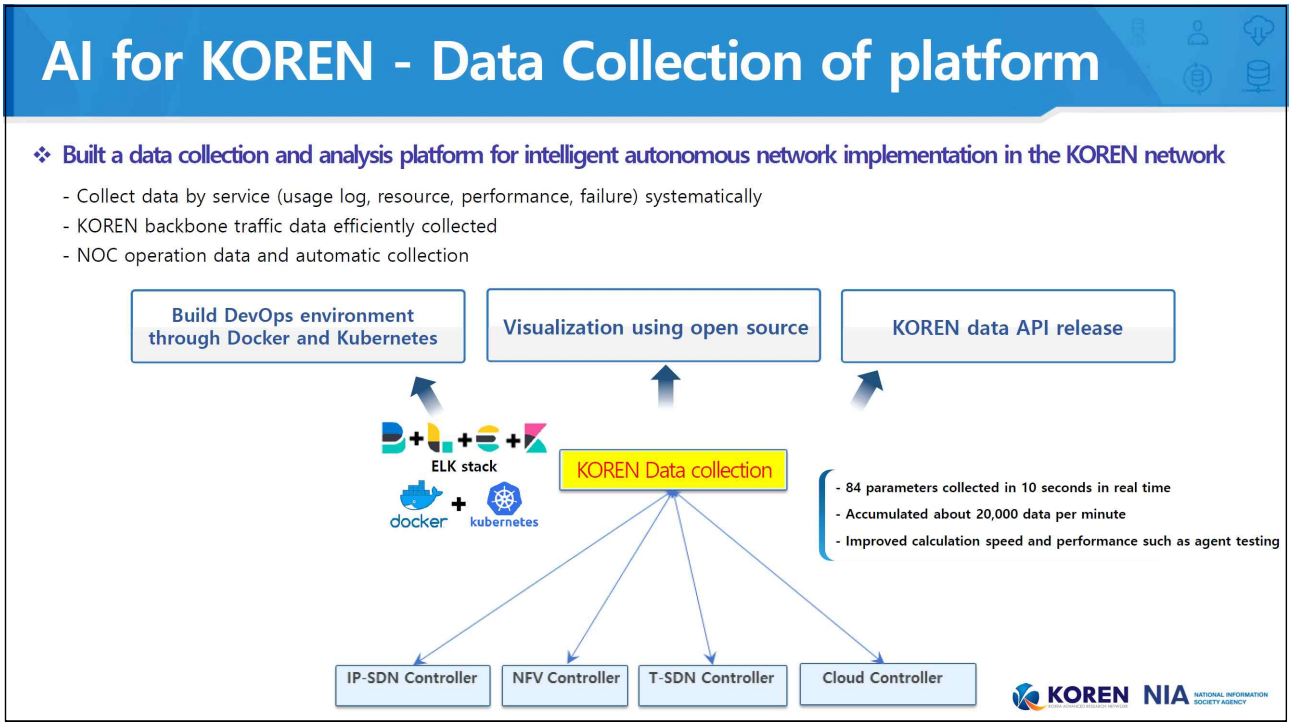


그림 5. NIA의 발표자료

- 두 번째 발표는 University of Malaya의 Teck Chaw Ling 교수가 발표하였다. 우리나라 GIST의 김종원 교수와 Co-PI로서 TEIN 망을 기반으로 하는 Asi@Connect 프로젝트로인 그림 6의 OF@TEIN+를 진행하고 있는 작업내용을 발표했는데, Future Network을 위한 Open/Federated Playground를 개발하고 배포하기 위한 작업을 소개하면서, 여기서 모집된 데이터를 기반으로 AI 기술이 적용된 분석 작업을 진행하고 있음을 발표하였다.

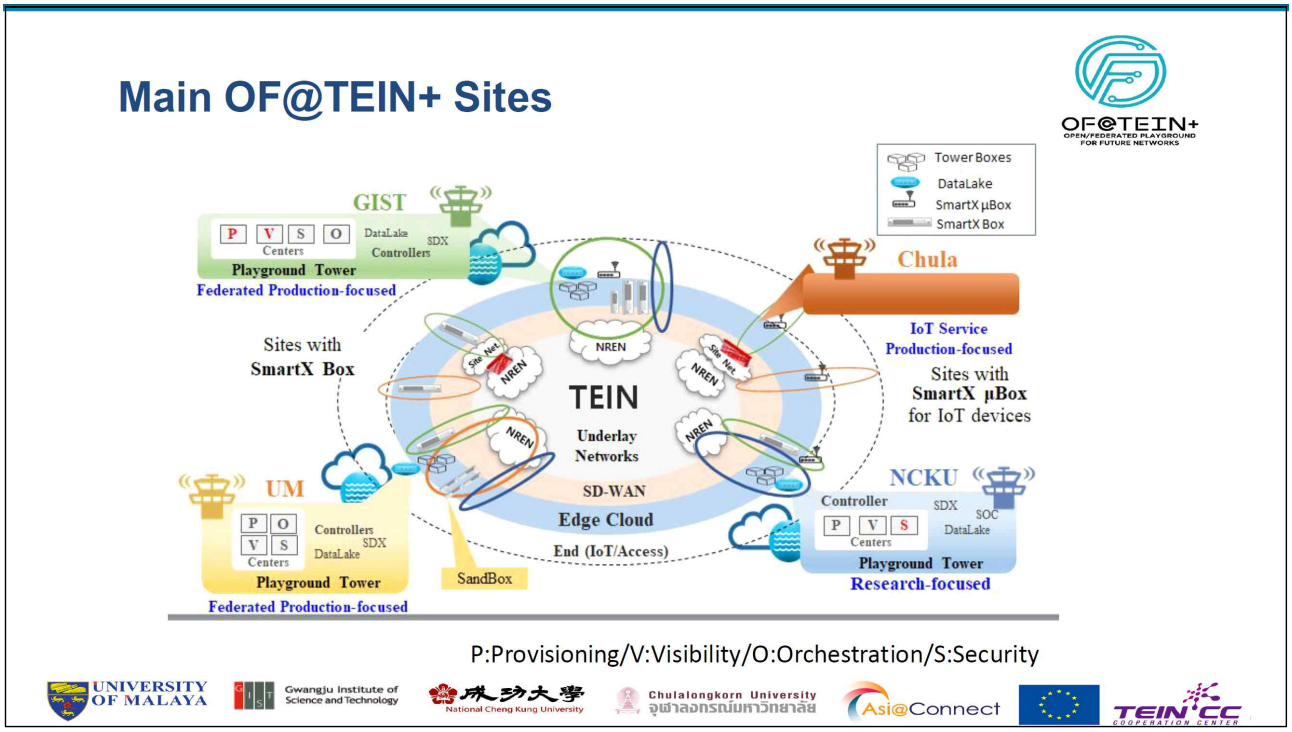


그림 6. 말라야 대학의 OF@TEIN+ 발표 자료

- 첫 세션의 마지막이면서 세 번째 발표는 그림 7에서와 같이 KOREN Forum의 실증 연구 활동으로서 제주대학교의 Muhammad Afaq 박사가 발표하였다. 인텐트 기반의 네트워킹에 대하여 현재 KOREN의 SDI를 기반으로 시스템을 개발 적용하는 개발 내용에 대해 설명하였다. GNN(Graph Neural Network)과 DRL(Deep reinforcement learning) 등과 같은 AI 기술을 이용하여 망의 상태 정보로부터 향후 상태를 예측하고, 다시 이를 feedback 함으로써, 사용자가 원하는 인텐트가 망의 현재와 예측 상태에 기반하여 원하는 QoS를 만족하기 위한 policy로 변화되어 망에 적용되고, 다시 망상태가 모니터링 되어, 망에 반영하는 closed loop를 형성하는 메커니즘으로 개발하는 내용이며, KOREN SDI가 인텐트 및 AI 기술에 의해 자율적인 망으로서 운용될 수 있는 개발과정 및 그 계획을 소개하였다.
- 두 번째 세션은 일본 NICT의 Hiroaki Harai에 의해 “Applying Machine Learning to Service Network Platform Control”의 제목으로 시작되었다. 이 발표에서는 최근 AI에 기반하여 사용자 요구에 지향적인 네트워크의 구성과 이를 달성하는 과정에 AI 기술이 적용된 실질적인 예를 보이면서 참가자들의 많은 관심을 받았는데, 5G 네트워크에서의 IoT 기술에 적용된 기술의 예를 보여주면서, 실질적인 내용들로 관심을 끌었다.

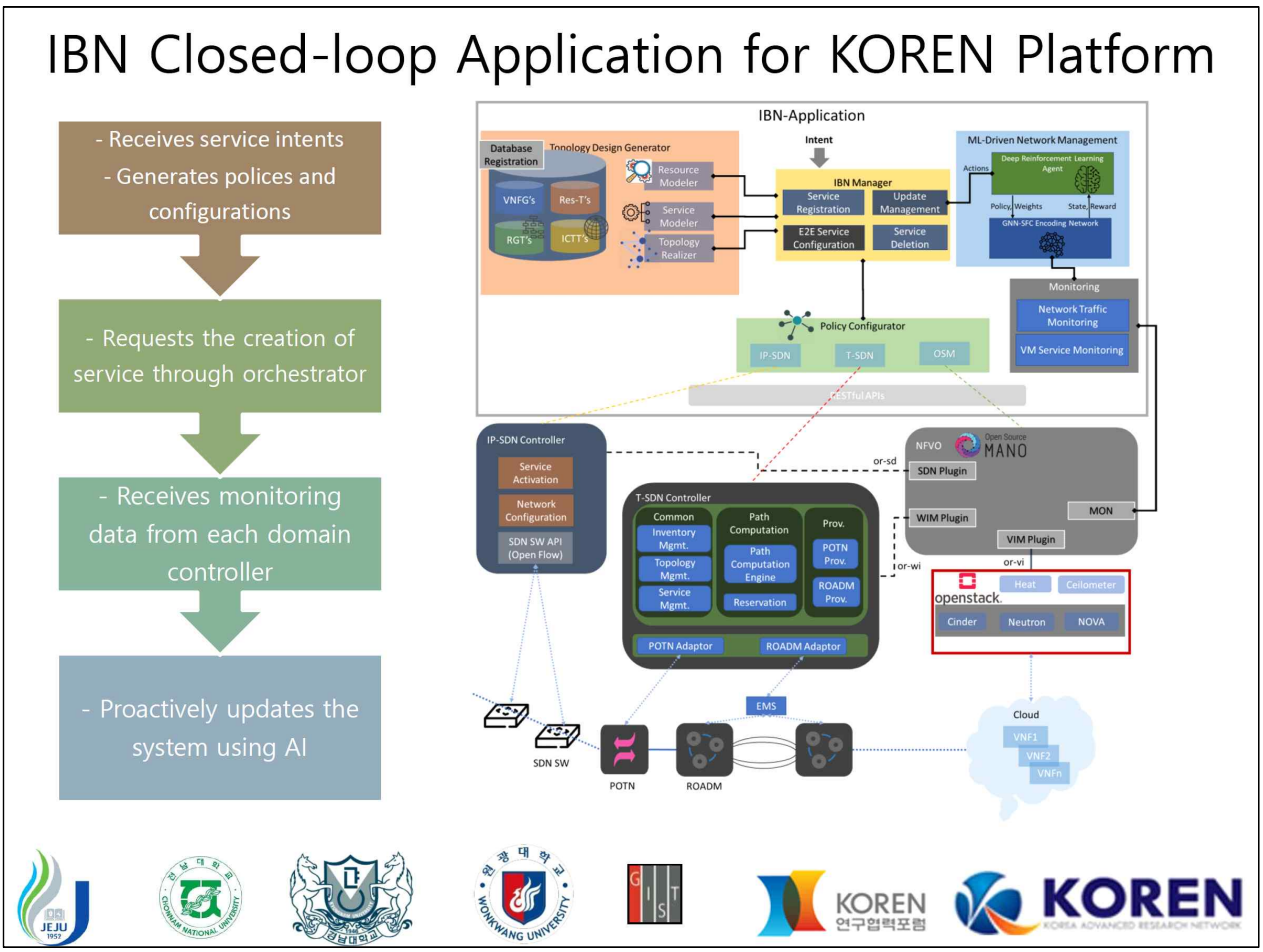


그림 7. KOREN Forum/제주대학교의 IBN@KOREN 발표자료

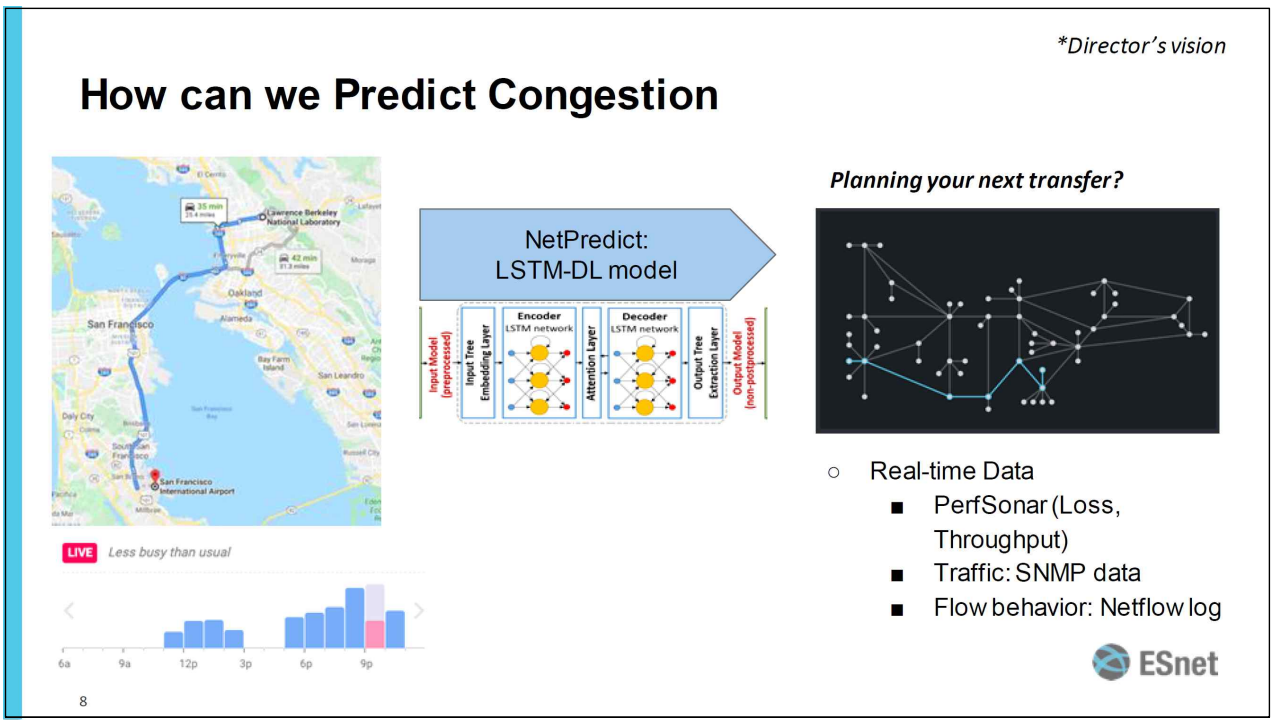


그림 8. ESnet의 Traffic Engineering via Machine Learning 발표자료

- 둘째 세션의 두 번째 내용은 ESnet의 Mariam Kiran과 Chin Guok이 “Traffic Engineering enabled via Machine Learning: Efforts for Improving Science Transfer Performances”라는 제목으로 그림 8과 같이 발표하였다. 트래픽 엔지니어링을 적용하여 혼잡이 발생할 상황을 미리 AI가 예측하게 함으로써 SDN을 통하여 혼잡을 회피할 수 있는 연구내용을 설명하였는데, DRL 기법을 사용하고, 트래픽 시뮬레이션을 통하여 Google Cloud 상에서 검증함으로써, Self-Learning Network에 대한 비전을 제시하였다.
- 세 번째 발표는 KT의 김형우 부장이 “A Brief Introduction to AI Network Deployment Plan at KOREN”라는 제목으로 발표하였다(그림 9). KOREN 트랜스포트 망의 감시와 failure의 분석을 위한 AI NMS 시스템의 개발을 소개하고, 트랜스포트 망에 문제가 발생했을 때 엔지니어의 개입 없이 failure를 검출하고 원인과 위치를 알아내는 self-healing framework, KOREN SDI를 통해 자율적으로 action을 취하는 self-configuration framework에 대하여 설명하였다.

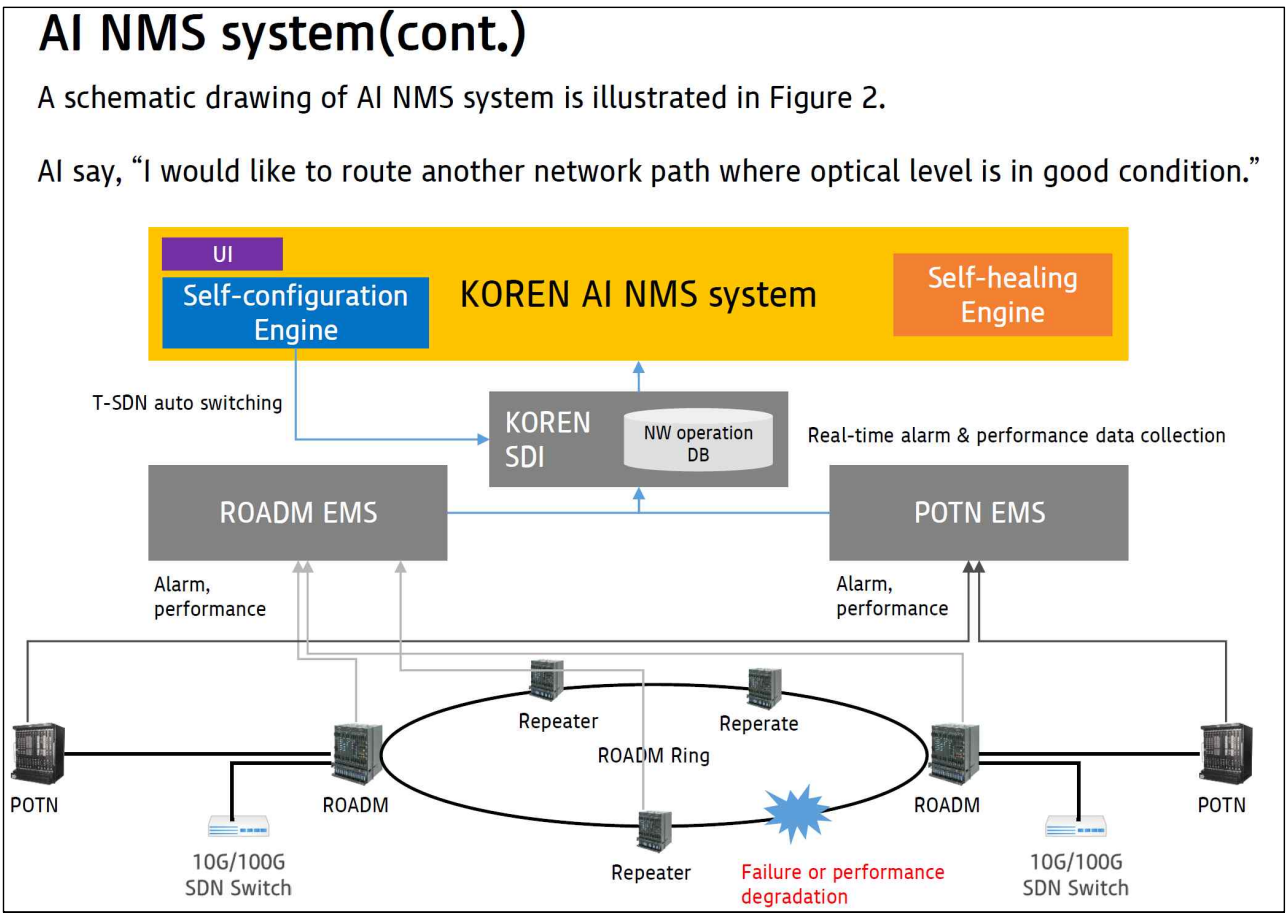


그림 9. KT의 AI Network Deployment Plan 발표자료

• 마지막 발표는 KISTI의 김동균 박사에 의해 “Status and Direction of the Network Intelligence for KREONET-S”라는 제목으로 진행되었다(그림 10). 그동안 KISTI에서 개발해온 Virtual Dedicated Network(VDN)으로서의 Wide Area SDN이 적용된 KREONET-S를 소개하고, Network Intelligence가 적용되어 구축되는 망의 발전 방향을 소개하였다.

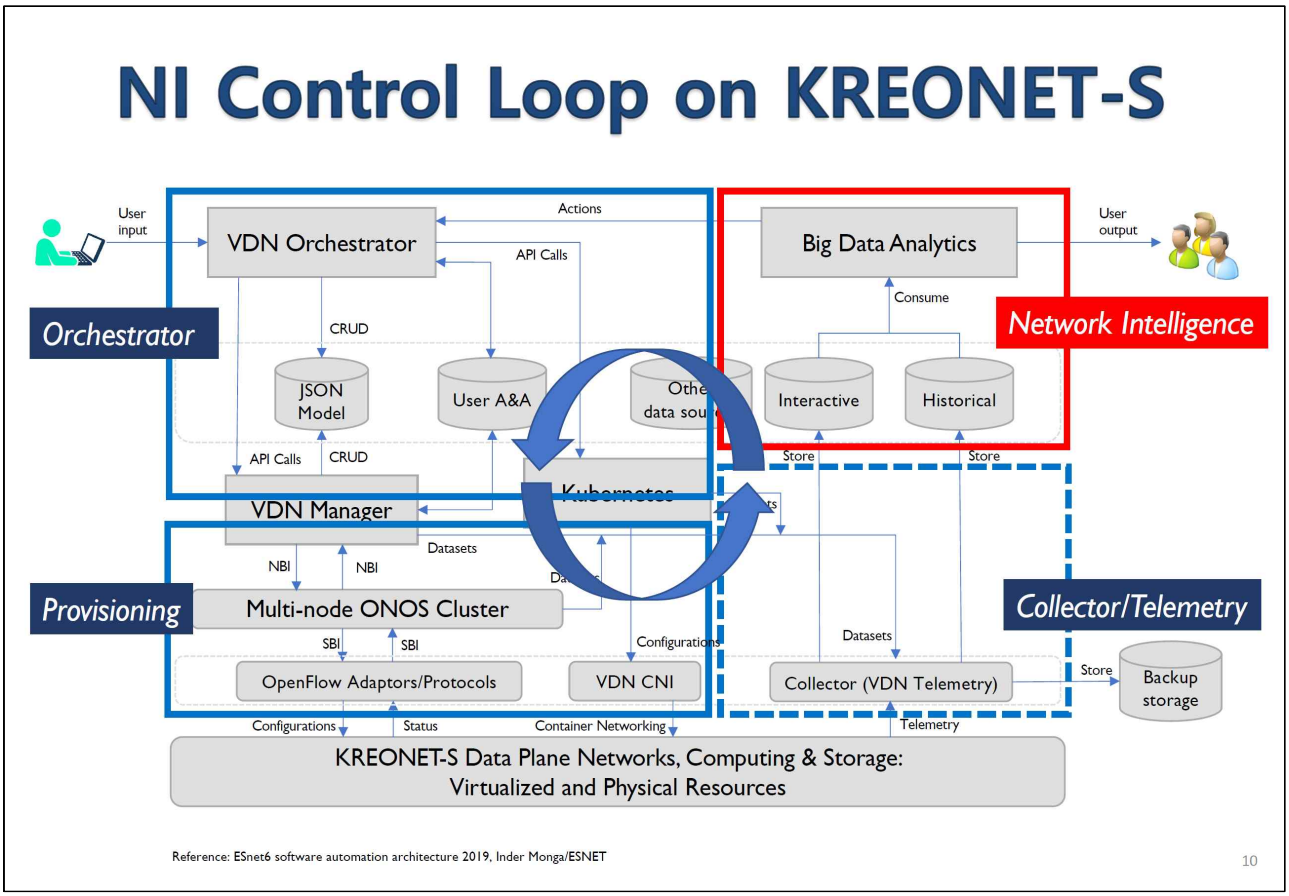


그림 10. KISTI의 KREONET-S의 Network Intelligence 발표자료

• 이번 APAN 50에서 처음으로 AI driven Networks 워킹 그룹을 준비하면서 BoF 세션의 발표자를 우리나라 발표자가 다수를 차지하게 구성하였으나, 실제로 진행하는 과정에 그림 11에서 보듯이 약 40명 이상의 참석자가 세션에 들어와 있으면서 활발한 논의를 진행하였다.

• 이번 세션을 구성하면서, 일본 NICT와 미국 ESnet에서 적극적으로 협조하였고 또한 충실도 있는 내용을 발표해줘서, 향후 전망을 밝게 했으며, 또한 말라야 대학의 Ling 교수 역시 GIST의 김종원 교수와 같이 Asi@Connect 과제를 해오면서 기술적으로 깊은 내용을 발표해줘서 세션을 더 값지게 하였다.

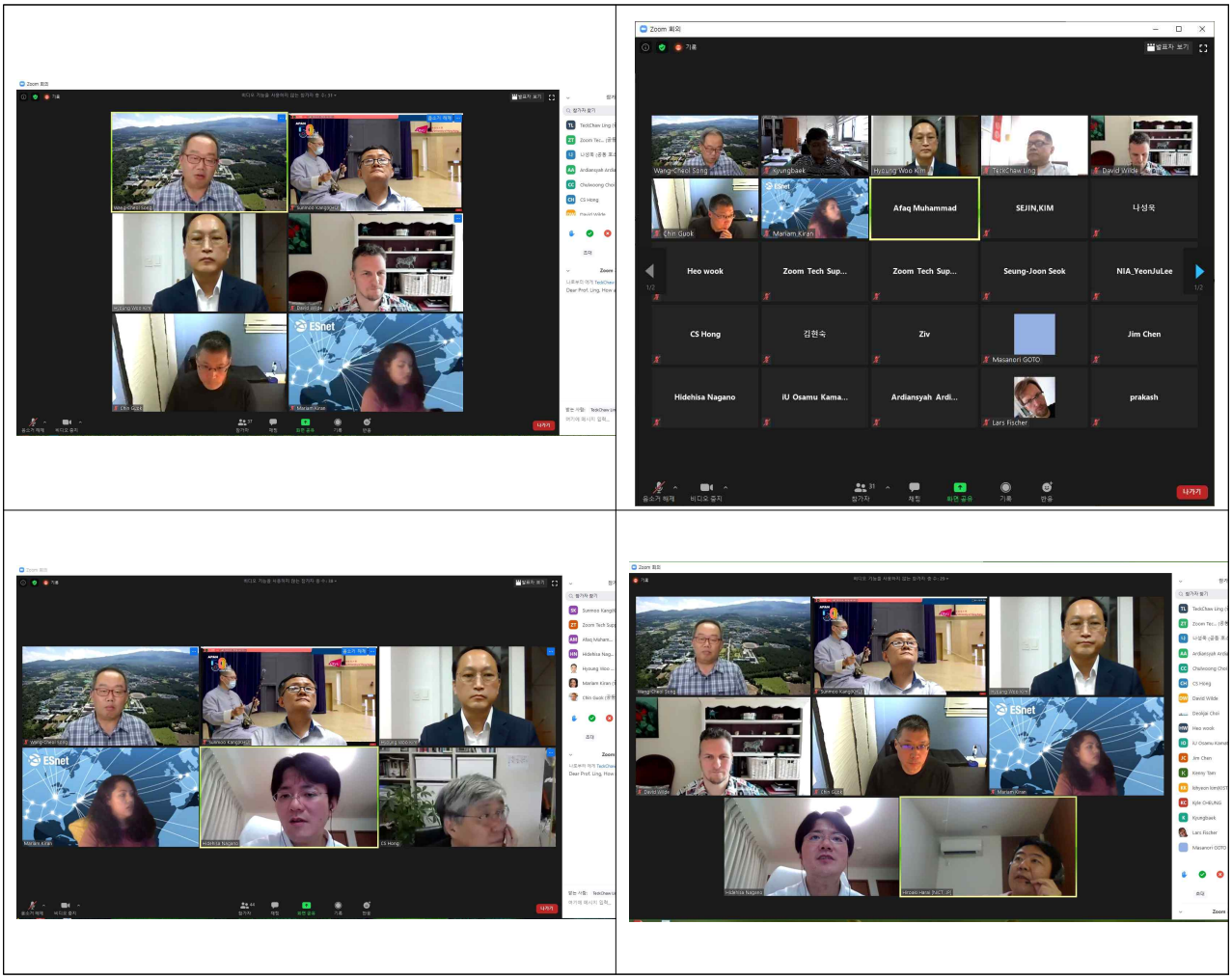


그림 11. AINWG BoF 온라인 세션

(4) 결론

- AI를 Network에 적용하는 주제는 네트워크가 소프트웨어화 되는 기술적인 변혁을 거치고 있기 때문에, 현재 진행형인 아주 뜨거운 주제이다. 이번 APAN 50에서 AINWG을 만들기 위해서 BoF 세션을 준비하고 진행하면서, APAN 커뮤니티의 많은 구성원들이 그 관심도가 대단함을 느꼈고, 이번 워킹그룹을 시작한 것은 그 주도권을 한국이 가져간다는 데 큰 의미가 있다고 보인다.
- 하지만, 이 AINWG을 주도하는 데는 가장 고려할 점으로, 우리나라에서 AI를 Network에 적용하는 많은 개발 및 실증 사례가 지속적으로 나올 수 있어야 한다는 점이다. 이미 국내 연구자들이 많은 연구를 진행하고 있지만, APAN 워크샵이

연구실에서 이뤄지는 연구개발 결과를 발표하는 자리가 아니라, 실제 연구망에서 실증하는 활동을 서로 공유하는 자리이므로, 실질적인 실증 및 실험에 대한 사례들을 지속적으로 만들어 APAN 커뮤니티에서 공감을 이끌어낼 수 있어야 한다고 본다.

- KOREN 뿐만이 아니라 KREONET 역시 이번 세션에 참가하였고, 본 워킹 그룹은 아주 뜨거운 주제를 가지고 있기 때문에, 향후 우리나라 연구망들에서의 밀도 있는 개발 및 실증은 필수적이다. 이번 BoF 세션에서 아직은 우리나라와 미국과 일본 등의 주요 국가들만이 실질적인 AI를 망 기술에 적용하는 사례를 만들고 있다는 것을 이번 BoF 세션을 준비하면서 더 느끼게 되었다. 특히, 미국 ESnet의 실질적인 결과는 앞으로 많은 결과물을 기대하게 했는데, 우리나라 연구자들의 AI의 망 적용 사례를 발굴하고 이를 연구망에서 실증하는 체계와 각 연구망이 자체적인 개발 및 실증 과제를 만들고 연구자들이 참여하게 하는 연구망의 지원체계가 충실히 이뤄질 수 있다면, 우리도 향후 지속적으로 선도하는 위치를 유지할 수 있다고 보였다.
- AINWG은 이번 BoF 세션을 거쳐 2021년 3월에 파키스탄의 이슬라마바드에서 열리는 51차 APAN 워크샵에서는 워킹그룹으로 공식적인 인정을 받는 프로세스를 가질 것으로 예상하고 있다. 이번 BoF 세션에 보여준 APAN 커뮤니티의 관심들로 보아, APAN에서 가장 뜨거운 워킹그룹을 만들 잠재력은 충분하다고 생각되는 만큼, 우리나라의 주도권을 놓지 않으면서도, 여러 국가의 참여와 협조가 어우러지는 워킹 그룹의 운영이 향후 큰 숙제라 보인다.
- 현재 KOREN에서는 AI를 적용하는 Network에 적용하는 체계를 구체적으로 준비중이고, 기업이 참여하거나 학교 컨소시엄이 참여하고 있는 실증과제들을 통해서 실질적인 사례 개발에 준비하고 있고, KOREN 포럼에서도 워킹그룹을 두어 체계적 지원을 준비하고 있으므로, 이러한 체계와 유효한 실증 사례를 모아서, 향후 국내에서 응집력 있는 활동을 이끌어내어, 가까이는 KREONET과 TEIN과의 협력체계를 공고히 하고, 외부로는 APAN 커뮤니티의 더 많은 국가가 AINWG에 참여할 수 있도록 협력체계를 구체적으로 만들어가야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Nick Feamster, Jennifer Rexford, and Ellen Zegura. 2014. The road to SDN: an intellectual history of programmable networks. SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 44, 2 (April 2014), 87–98. DOI:https://doi.org/10.1145/2602204.2602219

[2] ETSI GR ZSM 005 V1.1.1 (2020-05), "Zero-touch network and Service Management (ZSM); Means of Automation", https://www.etsi.org/deliver/etsi_gr/ZSM/001_099/005/01.01.01_60/gr_ZSM005v010101p.pdf

[3] John Apostolopoulos, "Improving Networks with Artificial Intelligence", Cisco blog: https://news-blogs.cisco.com/networking/improving-networks-with-ai