

# AI 기술을 활용한 네트워크 인프라 관제 지능화에 관한 실증 연구

고승현, 김태영, 이종필, 이세희, 정경훈  
KT 융합기술원 Infra 연구소

{koyosae, kim.taeyoung, jongpil.lee, sehuilee, kyunghoon.jung}@kt.com

## An Empirical Study on the AI-Powered Network Management & Operation using Artificial Intelligence Technology

Koh Seoung Hyun, Kim Tae Young, Lee Jong Pil, Lee Se Hui, Jung Kyung Hoon  
KT ICT Infra R&D Lab.

### 요 약

본 논문에서는 다양하고 복잡한 네트워크 장비들로부터 수집되는 Big Data 를 Machine Learning 및 Deep Learning 알고리즘을 이용하여 정확한 장애원인과 장애위치를 분석하여 찾아내고 장애를 예측하여 신속한 장애조치를 수행할 수 있는 AI 실증 연구 사례를 바탕으로 효율적이고 안정적인 Network Infra Management & Operation 에 기여하고자 한다.

### I. 서 론

대부분의 통신망은 수많은 통신 장비들이 Multi-Layer 기반의 Network(이하 NW) 형태로 촘촘히 연결되어 상호간 신호를 전달하는 형태로 구성되어 있다. 특히 수백 만개의 IP, 전송 장비로부터 수집되는 정보, 로그, 성능 데이터는 하루에 30TB 이상 발생한다. 이렇게 많은 양의 데이터를 분석하여 고객에게 안정적인 서비스를 제공하기 위해서는 수많은 운용, 관제 인력이 필요하다. NW AI 기술은 네트워크 장비로부터 수집된 수많은 빅데이터를 학습하여 정확한 장애원인과 장애위치를 찾아내고 사용자 친화적인 조치사항을 실시간으로 추천할 수 있다. 또한 다양한 성능 데이터를 분석하고 장애를 사전에 예측하고 수작업으로 진행되던 장애조치 업무의 원격 자동조치와 연계하여 고객 서비스 중단을 최소화 하고 NW 운용비용을 절감하는데 목적이 있다.

### II. 본론

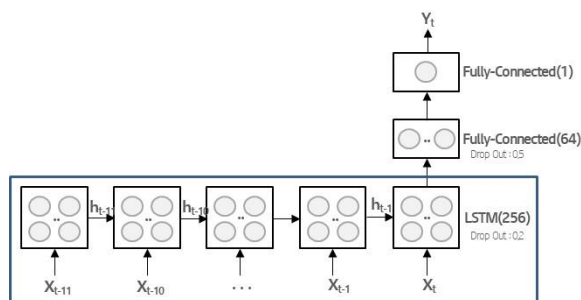


그림 1. IP Core 비정상 IP 할당 데이터 예측 Model

IP Core NW 분야에 적용한 AI 기술 실증 사례는 IP Core 망 서비스 이상 징후를 감지하기 위하여 IP 주소 할당 정보를 대상으로 한다. IP 라우터별로 DHCP snooping table 을 단위 시간별로 수집하고 전처리를 수행하여 비정상 IP 할당 데이터를 수집한다. 그리고 확장된 LSTM 모델을 기반으로 비정상 IP 할당 정보로 학습한

IP 라우터별 비정상 IP 할당 데이터 예측 모델을 생성하게 된다. 비정상 IP 할당 데이터 예측 모델로 생성된 예측 값과 운용 NW 에서 발생된 실제 값의 차이를 비교 분석하여 장애를 예측하게 된다. 그림 1 는 IP Core 비정상 IP 할당 데이터 예측 AI 모델을 나타낸다.

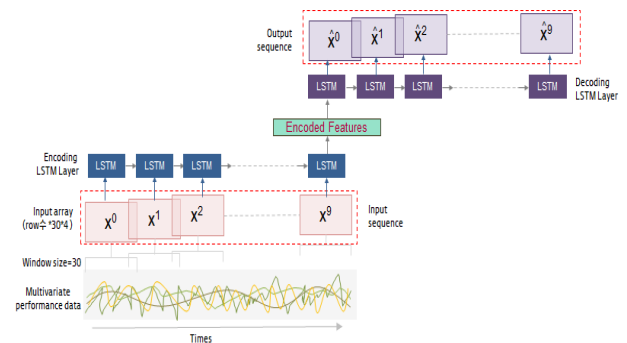


그림 2. IP Access 성능 데이터 분석 AI Model

IP Access NW 분야에 AI 기술을 적용한 실증 사례는 대용량 Optical Line Terminal(OLT)를 주요 대상으로 한다. 대용량 OLT 에서 발생한 Syslog 를 실시간으로 수집하고 AI Engine 학습을 위해 Text 형태의 Syslog 데이터를 n 차원에 전사시켜 임베딩한다. 또한 전처리된 데이터를 분석하기 위해 대용량 OLT 의 장애 발생 유형을 분류하여 데이터베이스 형태로 관리하고 Syslog 가 발생했을 때 N:1 형태로 장애 원인을 Mapping 하여 운용자가 장애 유형 및 조치사항을 즉각 확인 할 수 있다. 또한 대용량 OLT 장비에서 발생하는 다양한 종류의 성능 데이터(트래픽, CPU, 메모리, ARP, DHCP 등) 이력을 일정기간 수집 후 AI Engine 으로 값을 예측하여 OLT 장비에서 이상 징후가 발생하는 시점을 빠르게 파악할 수 있다. IP-Access 에 적용한 AI Engine 의 장애 분석 결과를 토대로 조치사항을 추천하고 이를 활용하여 SDN 을 통해 장비를 원격으로 Control 하고 NMS 및 VoC 와 연계하여 고객에게

신속하고 편리한 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그림 2 는 IP Access NW 성능 데이터를 분석하기 위한 AI 모델을 나타낸다.

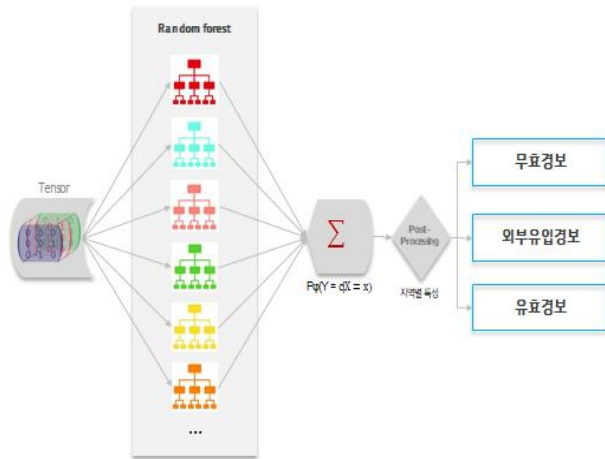


그림 3. Microwave 경보 유형 분류 AI 모델

대표적 무선 전송기술인 Microwave(MW) NW 분야에 AI 기술을 적용한 실증 사례는 도서 및 산간지역에 주로 설치된 MW 통신 장비를 대상으로 한다. 도서지역 위주로 설치된 MW NW 특성상 외부 기상 변화에 영향을 받을 수 밖에 없으며 이에 MW AI Engine 은 MW NW 장비 문제로 발생하는 유효성 경보와 도서지역의 기상 상태에 따른 무효성 경보를 분류하는 기능을 수행한다. AI Engine 학습을 위해 기상청에서 제공하는 지역별 기상 상세 관측자료(Automatic Weather Station, AWS)를 활용하여 내륙지역뿐만 아니라 도서지역의 기상 데이터를 수집한다. 또한 MW 장비에서 EMS(Equipment Management System)을 통해 수집되는 전표, 경보, 성능 데이터를 실시간으로 수집한다. 수집된 데이터를 기반으로 발생 시간을 기준으로 데이터를 Mapping 하여 AI 학습 데이터를 생성하였다. 또한 지역적 특성 정보를 이용하여 AI Engine 의 학습 성능을 향상 시켰다. MW 에 적용한 AI Engine 은 유효/무효 경보를 분류하여 운용자의 업무 부담을 최소화하고 NMS 와 연계하여 도서 지역의 통신 서비스를 향상시키는 것을 목적으로 한다. 그림 3 은 MW 장비에서 발생한 경보를 분류하는 기본 구성을 나타낸다.

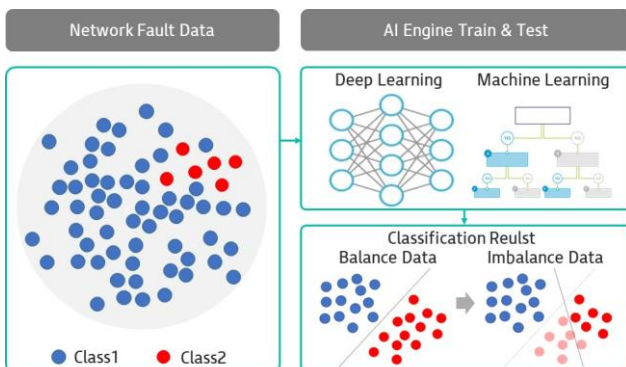


그림 4. MW NW 의 불균형 데이터 사례

네트워크 분야에 AI 기술을 적용할 때 발생할 수 있는 문제점으로 우선, 네트워크 AI Engine 을 학습시키기 위한 데이터를 수집시 정상 데이터는 많고 비정상(고장) 데이터는 적은 데이터 불균형 문제가 발생할 수 있다. 그림 4 는 MW 네트워크에서 실제 발생한 데이터 불균형 사례를 보여주고 있다. 불균형 문제가 발생하는 경우 AI

Engine 의 성능을 향상시키거나 학습 전에 resampling 을 통해 학습 데이터 클래스 균형을 맞춘다. 본 논문에서 제시하는 실증 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 2 가지 방법을 사용하였다. 첫번째, over-sampling 방법을 적용하여 네트워크 데이터 장애 데이터의 비중을 높이고 클래스의 균형을 유지함으로써 class 마다 비슷한 수의 instance 를 갖게 하였다. 두번째, 수작업에 의존하던 학습 데이터 생성 및 레이블링을 자동화하여 데이터 불균형을 해소하고자 하였다. 이를 위해 기본 레이블 유형 분석 및 레이블 정의 그리고 모델함수 설계하고 학습시켜 자동 레이블링이 가능하도록 기능을 설계하였다.

이를 바탕으로 실제 사례에서 발생할 수 있는 데이터 불균형을 해소하고 네트워크 AI Engine 의 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

### III. 결론

본 논문에서는 ML/DL 모델을 활용하여 실제 운용 중인 복잡한 구조의 NW Infra 에서 발생하는 데이터를 분석하는 실증 연구를 수행하였다. 수백만 통신 장비로부터 실시간의 대용량 데이터들이 수집되기 때문에 수작업으로 장애를 분석하고 예측하는데 어려움이 있었다. 이러한 통신 데이터 분석의 어려움을 해소하기 위해 IP Core, IP Access, Microwave 분야에 AI 기술을 활용한 실증적 적용 사례를 통하여 유의미한 결과가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 네트워크 AI 기술을 실제 사례에 적용할 때 발생할 수 있는 학습 데이터 불균형 및 부족 문제를 해결하기 위한 Resampling 방법과 Auto-Labeling 방법을 제시하였다. 이를 바탕으로 빠르게 AI 모델을 학습하고 최적화하여 정확한 장애원인을 파악하고 장애를 예측하여 운용 비용을 절감시킬 뿐만 아니라 통신서비스 사용자들에게 고품질의 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

향후 연구는 AI 기술을 적용하여 복잡한 네트워크 Topology 내에서 장애 근본 발생 위치는 탐색하는 것이 필요할 것이다. 또한 AI 기술 활용하여 장애원인을 분석하고 더 나아가 네트워크 장비 및 시설의 고장을 자동으로 해소할 수 있는 방안을 고안하는 것이 필요할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] S. Das, G. Parulkar, and N. McKeown, "Rethinking IP core networks," Journal of Optical Communications and Networking, vol. 5, no. 12, pp. 1431-1442, 2013.
- [2] R. Ramjee, T. F. La Porta, L. Salgarelli, S. Thuel, K. Varadhan, and L. Li, "IP-based access network infrastructure for next-generation wireless data networks," IEEE personal Communications, vol. 7, no. 4, pp. 34-41, 2000.
- [3] K. Chang, "RF and microwave wireless systems," John Wiley & Sons, vol. 161, 2004. K. Chang, "RF and microwave wireless systems," John Wiley & Sons, vol. 161, 2004.

- [4] M. Pal, "Random forest classifier for remote sensing classification," *International journal of remote sensing*, vol. 26, no. 1, 217–222, 2005.
- [5] N. V. Chawla, K. W. Bowyer, L. O. Hall, and W. P. Kegelmeyer, "SMOTE: synthetic minority over-sampling technique," *Journal of artificial intelligence research*, vol. 16, pp. 321–357, 2002.
- [6] A. Ratner, S. H. Bach, H. Ehrenberg, J. Fries, S. Wu, and C. Ré, "Snorkel: Rapid training data creation with weak supervision. In *Proceedings of the VLDB Endowment*," *International Conference on Very Large Data Bases*, vol. 11, no. 3, pp. 26, 2017.