

기상 정보 및 네트워크 장비의 상태 정보를 활용한 기계학습 기반 사전 통신 장애 예측에 관한 연구

최민환, 이종필, 고승현
KT 융합기술원 Infra 연구소

choi.minhwan@kt.com, jongpil.lee@kt.com, koyosae@kt.com

A Study on Prediction of Communication Failure Based on Machine Learning Using Meteorological Information and Status Information of Network Equipment

Choi Min Hwan, Lee Jong Pil, Koh Seung Hyun
Infra Lab. KT R&D Center

요 약

본 논문은 기상 및 지형 특성 정보와 네트워크 장비의 경보 및 상태/성능 데이터를 기반으로 기계 학습(Machine Learning) 기술을 활용하여 사전에 무선 통신 장애를 예측한 후 사전 대응/조치를 수행하는 솔루션에 관한 연구를 다룬다.

I. 서 론

도서지역은 유선 통신망 관리 및 구축 비용이 부담되기 때문에, 주로 Microwave(MW) 전파를 기반으로 통신 서비스를 제공한다. MW 통신은 유선 통신과 달리 신호를 유도 해주는 선·관로 없이 단순히 신호를 공기 중에 방사하기에 상대적으로 신호 감쇠율이 높다. 그래서 장거리로 신호를 전송해야 하는 도서 무선 통신에서는 송신기들이 최대 출력에 가까운 수준으로 전파를 송출함에도 불구하고, 해무, 강우, 파랑, 태풍 등 기상 현상에 의해 무선 채널이 악화되어, 통신 장애가 빈번히 발생한다[1,2].

중래의 MW 관리 및 관제시스템의 경우 장비 자체에서 발생하는 경보만으로 통신 장애를 추정하기 때문에 날씨 및 장비 컨디션으로 인해 발생하는 일시적 장애(=공간 장애)와 실제 장비에 이상이 발생한 장애(=시설 장애)에 대한 차이를 구별하기 어렵다는 문제가 있었다. 또한, 운용 인력의 기량 및 성향에 따라 장비 운용이 이루어져 주관적인 휴면여러 등에 대하여 취약할 수 있다는 문제를 가지고 있다. 추가적으로 통신 장애는 발생한 뒤, 장애 특성을 분석하기 때문에, 고객은 통신 장애에 의한 불편함을 장시간 겪게 되고, 또한 장애가 발생하면 통신문제가 확산되어 조치 시간이 장기화된다는 문제를 가지고 있다.

본 논문은 기상정보, 지형 특성 및 장비의 상태정보를 추가로 활용하여 시설/공간 장애를 구별할 수 있는 기법을 제안한다. 또한, 운용자의 기량에 따라 주관적으로 관리 및 운용되던 문제를 해결하기 위해, 장비가 속한 국지적 날씨, 지형정보와 장비의 성능 정보를 기반으로 자동 운용 및 관리하여 직접적인 관제, 조치 시간 및 휴면 에러를 최소화할 수 있다. 그리고, 기계 학습 기반으로 사전에 통신 장애에 대응하여 예방 및 장애 복구 시간 단축을 할 수 있는 기법을 제공한다.

II. 본론

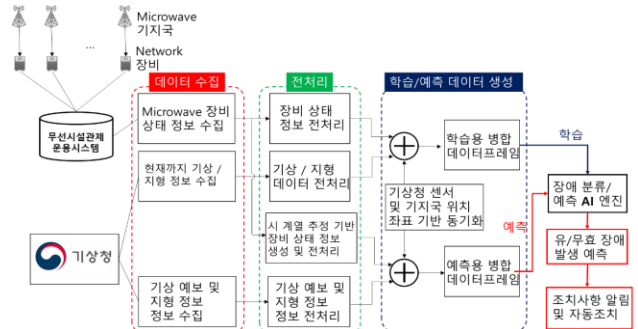


그림 1. 전체적인 시스템 개요도

그림 1은 제안하는 시스템의 모식도를 나타낸다. 그림을 통해 알 수 있듯이 시스템은 데이터 수집, 전처리, 학습/예측 데이터 생성 파트로 구성되어 있고, 위아래로 구분해서 보면 학습 부 및 예측 부로 구성 되어 있다.

먼저, MW 기지국에 연결된 네트워크 장치로부터 발생하는 경보 및 장비의 상태 정보(모델명, 등록 년도, 장비 온도, 전압, 송신 전력 등)를 무선 네트워크 관제 운용 시스템에서 수집한다.

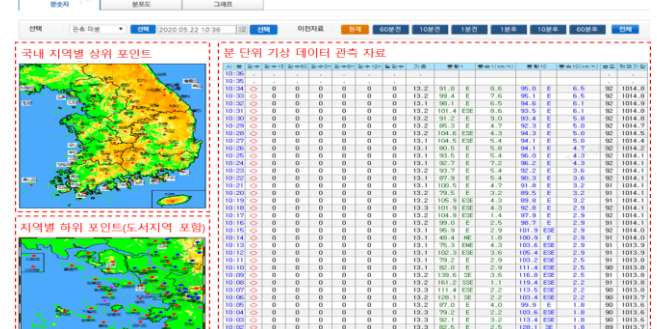


그림 2. 지역별 기상/지형 데이터 관측 자료

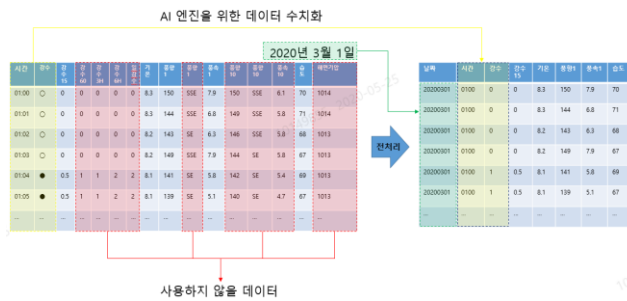


그림 3. 기상 데이터 전처리

다음으로 그림 2 와 같이 기상청에서 제공하는 매분 기상관측 자료 및 지형정보들을 수집하고, 수집된 정보에는 강수량, 기온, 풍향, 풍속, 습도 등 여러 가지 정보가 포함되어 있다. 그림 3 을 보면, 기호 및 문자로 된 정보를 기계학습 모델이 바로 학습에 활용하는 것은 어렵기 때문에 수치 데이터로 변환 하는 전처리 작업을 수행해야 한다. 추가적으로, 학습 결과에 영향력을 확인하기 위해 상관 관계(Correlation)를 분석하고 관련도가 떨어지는 변수는 제거하는 작업을 수행한다.

이제 앞서 전처리 된 데이터를 기상청 센서위치 및 MW 기지국 위치 정보를 동기화 시키기 위한 Mapping table 을 사용하여 학습용 데이터 프레임에 병합한다. 참고로 위치 동기화 Mapping table 을 생성하는 방법은 해당 MW 장치가 있는 국사의 안테나 위치에서 최단거리에 있는 3 대의 (단, 직선 상에 있지 않을 것) 기상 정보 수집 센서들의 위치를 내분 기반으로 추정하고 기상 정보도 3 곳의 내분 보간 수치를 사용한다.

병합한 데이터를 기반으로 학습 가능한 데이터 프레임을 생성하고, 공간/시설 장애에 맞는 클래스를 할당한다. 신경망 모델 중 클래스 분류를 위한 컨볼루션 신경망(Convolution Neural Network: CNN) 엔진에 학습용 데이터 프레임을 넣고 엔진 내 가중치 및 바이어스 값들을 업데이트 한다. (학습 부)

이제 장애 예측을 수행하기 위한 예측 부를 살펴보면 먼저 기상청으로부터 시간 단위 기상, 해상 예보 정보를 수집한다. 그 후, 수집된 예보정보에서 문자나 기호로 된 부분을 수치화하는 전 처리를 학습 부와 동일하게 수행한다.

무선 네트워크 관제 운용 시스템으로부터 수집한 MW 장비 상태 정보를 기반으로 우측의 그림 4 와 같이 시 계열 예측 알고리즘 중 하나인 장단기 메모리(Long short-term memory: LSTM)기법을 사용하여, 미래의 장비 상태 정보(예: 장비 온도 및 전압)를 추정한다.

이제 전처리 된 기상 예보 데이터 및 시 계열 장비 상태 정보 데이터들을 Mapping table 기반으로 병합하여 예측용 데이터 프레임을 생성한다.

데이터 프레임을 학습 부에서 최신 업데이트 된 CNN 분류 모델에 넣고 정상 상태인지 혹은 시설, 공간 장애가 발생할 확률을 예측한다. 기본적으로 무효 장애, 유효 장애, 정상 상태라는 3 가지 클래스를 나눠두고, 확률 모델인 Softmax 기반 분류 율을 계산하여 가장 높은 수치를 달성한 클래스를 장애로 추정한다.

나아가, 통신 장애가 발생할 것이 예측되면, 사전에 네트워크 운용인력 및 고객에게 SMS 기반 알림 서비스를 제공하고, 공간 장애는 장애 발생 예측 시간 및 해제 시간을 공지하고, 시설 장애의 경우, 네트워크 운용인력에게 구체적인 조치방안(Unit 교체, 포트 절체(switch) 등)을 제시한다.

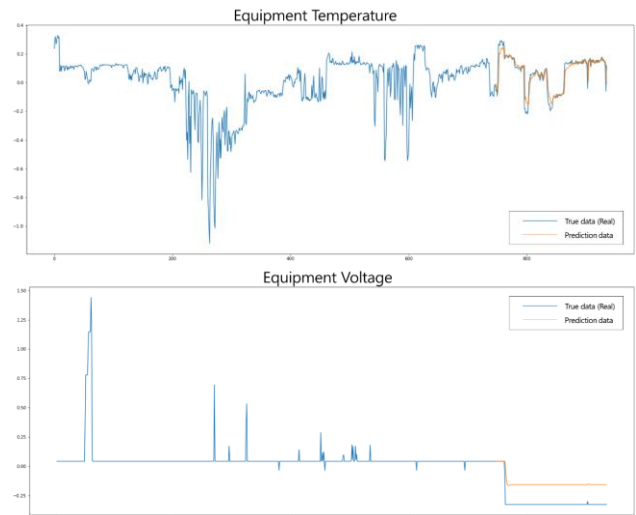


그림 4. LSTM 기법을 활용한 장비 온도 및 전압 추정

조치방안은 장애 이벤트 전표(Trouble Ticket)(통신 장애 발생 시 연관 네트워크 토폴로지에서도 다수의 정보가 발생하는 데, 이 연관 정보들을 한대 묶은 것) 내 정보 묶음에서 가장 근본원인이 되는 우선순위 정보를 추출하고 이에 대한 조치방안을 매뉴얼 및 네트워크 운용 인력의 노하우 및 과거 조치이력들을 반영하여 제공한다.

III. 결론

본 논문에서는 기상, 지형 정보 및 네트워크 장비의 정보, 장비 상태 정보를 활용하여 CNN 기반 장애 분류 모델을 학습시키고, 기상 예보 및 시 계열 LSTM 기반 예측 장비 상태 데이터를 기반으로 무선 통신 장애를 예측하는 기법에 대해서 소개했다. 기존대비 기상정보, 지형특성 및 장비의 상태정보를 추가 고려하여 정상/시설/공간 통신 장애를 분류하면, 실제 조치 및 대응 여부 판단이 더 구체화 되고, 휴먼에러를 최소화 할 수 있다. 기계 학습 기반 자동 장애 대응 및 사전 예측 시스템은 장애 복구 시간을 단축 시켜줌으로써 네트워크 운용 인력의 관제 부담 및 고객 불만족을 감소시킬 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 한국정보화 진흥원의 '초연결 지능화 사회기반 구축을 위한 10 Giga 인터넷 활성화 촉진 사업'과제로 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다(과제번호: 2020-인프라-위 01).

참 고 문 헌

- [1] E. Karagianni, A. Mitropoulos, I. Latif, A. Kavousanos-Kavousanakis, J. Koukos and M. Fafalios, "Atmospheric effects on EM propagation and weather effects on the performance of a dual band antenna for WLAN communications", *NAUSIVOS CHORA*, vol. 5, pp. B29-B45, 2014.
- [2] Y. Banday, G. Mohammad Rather and G. R. Begh, "Effect of atmospheric absorption on millimetre wave frequencies for 5G cellular networks", *IET Communications*, vol. 13, no. 3, pp. 265-270, 2 2019.