

# KT 광선로 장애예방 및 장애구간 자동분석이 가능한 Dr. Cable

최기만, 박근열, 오호석, 이승민, 나상완, 이현정, 강왕규, 박주희, 이영욱  
KT 융합기술원 Infra 연구소

kiman.choi@kt.com, youngwuk.lee@kt.com

## Development and Field Implementation of AI based Optical Network Management System (Dr. Cable)

Ki-man Choi, Kun-young Park, Ho-seok Oh, Seung-min Lee, Sang-wan Na, Hyun-jeong Lee, Wang-kyu Kang, Ju-hee Park, Young-wuk Lee  
KT Infra R&D Lab. Institute of Convergence Technology

### 요 약

인터넷, VoD, 5G 등의 다양한 서비스를 고객에게 안정적으로 제공하기 위해서는 통신사업자의 광대한 광네트워크 인프라의 운용 및 관제가 밀반침이 되어야 한다. 본 논문에서는 통신 인프라의 핵심인 광케이블의 장애관제와 피해예방을 위한 목적으로 네트워크 기술과 인공지능을 결합한 지능형 광선로 관제시스템 (Dr. Cable)의 개발 및 추진현황에 대해서 논의한다. KT는 Dr. Cable의 현장적용을 통해 선로장애의 빠른 인지와 장애구간의 자동분석 결과를 제공함으로써 지능화된 선로장애 관제업무를 수행 중에 있으며, 분포형 음파 광센서 (Distributed Acoustic Sensing) 기반 중장비 공사탐지에 AI 기술을 적용하여 광케이블 피해예방 업무의 자동화 가능성을 검증하였다.

### I. Dr. Cable 개요

통신사업자의 서비스 제공을 위한 광네트워크 시스템에서 광선로 장애가 발생하는 경우에는 일반적으로, 광선로에 연결된 IP/무선/전송장비에서 고장경보가 발생하거나, 고객의 VOC를 통해 광선로에 문제가 생겼음을 인지한다. 또한, 어느 지점의 광선로에서 단선 이벤트가 발생되었는지 파악하기 위해 Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) 측정 작업이 수반된다. 하지만, 광대한 광네트워크 시스템에 연결된 모든 광선로를 OTDR로 모니터링할 수는 없으므로 현실적으로는 국간 광선로 위주로 OTDR 상시감시 기능을 적용하고, 가입자 광선로는 고장인지 이후에 수작업 OTDR 측정을 통해 장애위치를 파악하는 프로세스가 일반적이다.

광선로 절단 사고로 인한 통신 장애는 도심 내 도로, 수도, 가스관 등 공사 현장의 중장비에 의해 주로 발생하는데, 대부분의 통신사는 광선로 피해를 예방하기 위해 공사 진행시 관련 부서에 신고하도록 하고, 접수된 공사현장을 방문하여 입회를 진행하고 있지만, 신고하지 않은 채 공사를 진행하는 경우가 많고, 선로 감시 인력은 감소하고 있어 사고는 지속적으로 발생하고 있다.

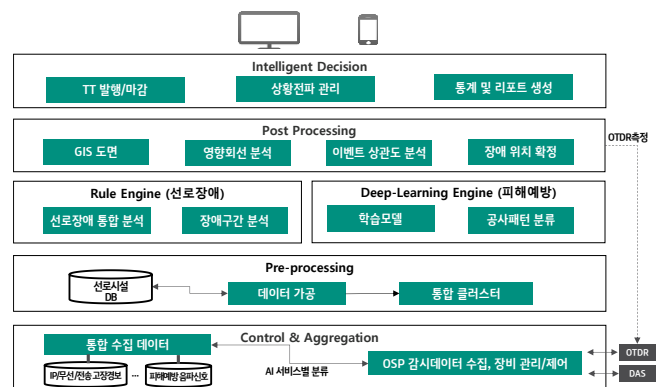
KT는 78만 km 광케이블의 관제/유지보수를 담당하는 전문인력의 운용 노하우를 Network AI 솔루션에 적용하여 OSP (Out-Side Plant) 업무의 혁신을 리딩함과 동시에 광대한 광네트워크의 운용/관제 업무의 효율화를 위하여 지능형 광선로 관제시스템 (Dr. Cable) 개발을 추진하였다.

Dr. Cable은 광선로에 장애가 발생했음을 지능적으로 분석함과 동시에 장애 예상구간을 자동으로 분석해주는 ‘선로장애’ 관제와, 광선로 장애를 일으키는 중장비 공사를 사전에 감지함으로써 공사에 의한 광선로 절단사고를 예방하는 ‘피해예방’이 핵심기능으로 구성된다. 이러한 기능은 GIS에 기반한 광선로 루트, 장애 예상구간, 공사 이벤트 종류 및 위치, 공사장 정보 등을 동시에 제

공함으로써 관제자 및 현장 출동자들의 OSP 업무 효율성을 증대시키는 효과를 가져올 수 있다.

### II. Dr. Cable 시스템 구조

지금까지 운용되던 KT의 선로관제 시스템 (All-in OSP)은 선로장애 분석 범위가 IP/무선 도메인 일부에만 국한되는 한계가 있었다. IP/무선/전송분야에서 발생하는 선로장애를 통합적으로 분석하고, 인력에 의존하던 수작업 기반의 ‘피해예방’ 업무의 디지털화 가능성을 검증하기 위하여 선로관제 시스템의 구조를 지능형 데이터 분석 구조가 가능한 Dr. Cable로 전환하였다 [그림 1].



[그림 1] Dr. Cable 시스템 구조

Dr. Cable에서는 IP/무선/전송장비의 고장경보를 수집하여 ‘선로장애’ 관제를 위한 장애 이벤트 분석 데이터로 활용한다. 또한, DAS 장비로부터 수집되는 광선로 주변의 음파신호를 ‘피해예방’을 위한 중장비 공사 이벤트 탐지 데이터로 활용한다. ‘선로장애’와 ‘피해예방’ 분석을 위하여 수집된 데이터들은 KT의 선로시설

및 운용 DB 를 참조하여 가공 및 클러스터링 과정을 거친 후 각각의 지능형 분석엔진에서 유효한 결과값으로 도출된다.

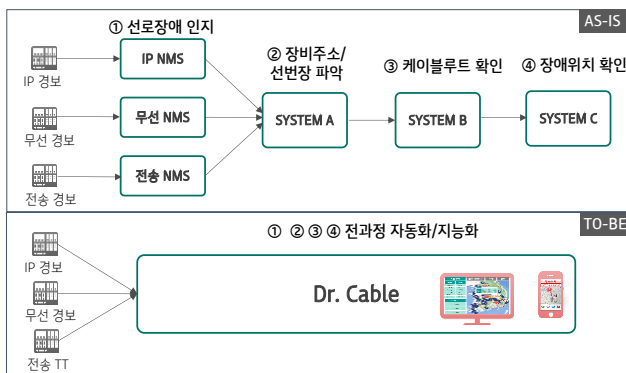
‘선로장애’ 관제를 위한 분석은 선로장애 통합판단과, 장애구간 판단기능 (OTDR 측정없이)이 핵심이며 이는 Rule 기반의 Analytic 엔진에서 수행된다. ‘피해예방’을 위한 분석 기능은 AI 기반의 학습모델을 통해 공사이벤트 분류 결과가 제공된다. 이때, ‘선로장애’ 및 ‘피해예방’의 분석 결과는 GIS 에 기반한 UI 에서 선로장애 Trouble Ticket(TT), 선로장애 루트, 장애예상 구간 및 중장비 공사 이벤트 종류, 공사위치, 이격 거리 등으로 확인할 수 있다. 이러한 결과는 웹/모바일 UI 로 동시에 제공되며, 장애발생시 영향회선 정보와, 자동 OTDR 측정을 통한 장애위치 확인 기능을 부가적으로 제공함으로써 지능형 선로관제 업무를 가능하게 한다.

### III. 선로장애 관제기능

Dr. Cable 에서는 선로장애가 발생했을 때 장애를 빨리 인지하여 관제자 및 현장작업자에게 알람을 가능한 빨리 제공하며, 고장지점을 지능적으로 분석하여 현장 출동 또는 OTDR 측정 전에 장애 예상구간을 제공함으로써 현장 복구시간을 단축시키기 위한 목적으로 ‘선로장애’ 관제 기능을 개발하였다.

선로장애의 통합분석을 위하여 IP/무선/전송장비의 고장 정보가 특정시간 단위로 클러스터링되어 도메인별로 선로장애를 판단하는 룰 엔진에 적용된 후 최종적으로 선로장애로 판단된 결과값이 도출된다. 또한, 선로장애 TT 에 그룹핑된 IP/무선/전송장비의 설치주소 및 연결 광케이블의 GIS 루트간 토폴로지 분석을 통해 광선로의 고장위치를 자동으로 분석하여 장애예상 맨홀 구간을 제시한다.

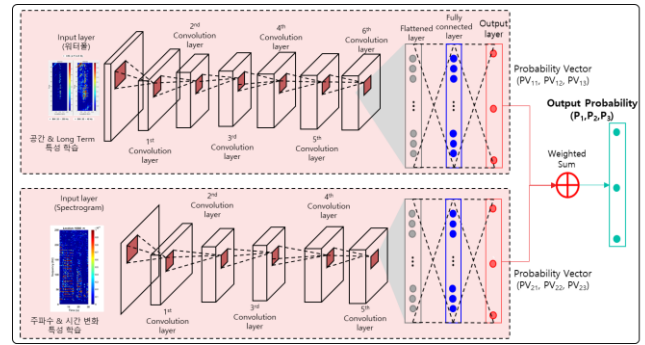
그 결과, ‘선로장애 인지-장비주소/선변장 파악-케이 블 루트 확인-장애위치 확인’의 모든 단계별로 다수개의 운용시스템을 참고하여야 했던 번거로움이 Dr. Cable 에서 전과정의 자동화를 기반으로 통합된 UI 가 제공됨에 따라 업무 효율성이 증대되었다 [그림 2]. 또한, 기존 시스템 대비 선로장애 인지시간이 56% 단축되는 효과를 확인할 수 있었다.



[그림 2] 선로장애 업무 자동화 및 지능화

### IV. 피해예방을 위한 공사이벤트 탐지기능

Dr. Cable 의 ‘피해예방’ 기능은 분포형 음파 탐지 기술을 이용하여 광범위한 영역에 매설된 선로 주변 진동 신호를 감지하고, 이를 AI 기반으로 분석하여



[그림 3] 피해예방 학습모델 구조

브레이킹, 굴착, 오거 등 중장비 공사 이벤트의 유형을 분류함을 목적으로 한다.

Dr. Cable 에서는 CNN (Convolutional Neural Network) 기법[1][2]을 기반으로 공사이벤트 탐지를 위한 학습모델을 구현하였다. 공사작업 중 빈번하게 이루어지는 Breaking 및 Digging 작업을 분류하는 모델은 특성 벡터와 학습 모델 최적화를 통해 중장비의 공사이벤트 종류를 분류하는 알고리즘으로 구성된다 [그림 3]. 이때, 특성벡터는 공간 및 Long Term 특성을 지닌 Waterfall, 중심점에서의 진동 신호의 주파수 특성, 시간변화 특성을 지닌 Spectrogram 으로 이용하였다.

본 학습모델을 기반으로 피해예방기능을 특정 국사에 42 개의 루트로 중복구간 포함 총 감시거리 420km 에 현장 적용한 결과, 2 개월 기간동안 98.9%의 탐지 정확도를 확인할 수 있었다. 해당 기간 동안 미신고 공사 108 건을 포함하여 총 251 건의 공사를 사전 탐지하였으며, 미신고 공사현장에 신속하게 출동하여, 사전조치를 취함으로써 테스트 기간 내 중장비 공사에 의한 선로피해 건 수는 0 건이었다

### III. 결론

Dr. Cable 을 기반으로 OSP 관제업무에 적용한 결과, 수작업 기반으로 이루어지던 광선로 관제 및 운용 업무가 자동화/지능화됨에 따라 중앙집중형 OSP 통합관제 체계를 완성할 수 있었다. Dr. Cable ‘선로장애’ 관제 기능은 지난 4 월부터 상용화 적용중이며, 장애구간, 광코어 정보 등을 모바일로 제공함으로써 현장 복구시간을 29% 단축하고, 최소 인력으로 전국의 광선로를 운용하는 OPEX 절감효과를 가져올 것으로 기대한다. 또한, ‘피해 예방’을 위한 공사이벤트 탐지 기능은 KT 내부뿐만 아니라 B2B 사업으로까지 확장 가능할 것으로 기대한다.

### 참 고 문 헌

- [1] LeCun, Yann, et al. "Gradient-based learning applied to document recognition." Proceedings of the IEEE 86.11 (1998): 2278-2324.
- [2] Krizhevsky, Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton. "Imagenet classification with deep convolutional neural networks." Advances in neural information processing systems 25 (2012): 1097-1105.