

## GIS 예방진단 시스템용 원격관리시스템 개발

민병운, 명희철, 최호웅, 이병호, 김정환  
현대중공업(주) 기계전기연구소\*

### The Development of Remote Management System for GIS Preventive Diagnosis System

B.W. Min, H.C. Myoung, H.W. Choi, B.H. Lee, J.H. Kim

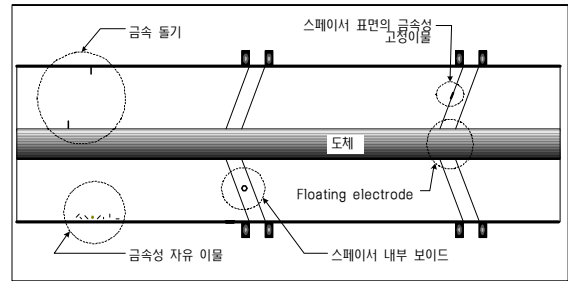
Electro-Mechanical Research Institute, Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.

**Abstract** - GIS 예방진단 시스템을 현장에 적용할 경우 예상치 못한 노이즈와 전기외란으로 예측 일치율이 저하가 발생한다. 본 논문에서는 각 현장에 설치된 온라인 GIS예방진단 시스템의 기록정보를 받아들여 새롭게 학습을 시킴으로써 현장 적용형 진단을 구축할 수 있는 방안을 제시한다. 또한 현장의 각종 노이즈 패턴도 학습시킴으로써 진단엔진의 성능향상을 도모한다.

예방하는 진단기법의 연구가 필요하다. 특히 GIS 경우 전로과파가 발생하기 전에 결함원의 종류에 따라 나타나는 부분방전 및 절연과파 특성이 서로 다르게 나타난다. 또한 GIS에서 발생하는 부분방전의 종류는 그림 1과 같이 금속성 파티클이 존재하는 경우(파티클)와 도체 및 외함에 돌기가 존재하는 경우(코로나), 그리고 절연물 내 결함이 존재하는 경우(보이드)와 부유전극(플로팅) 등이 있으며, 이러한 GIS 내부 결함원이 존재함에 따라서 발생하는 부분방전을 이용한 결함원 추정이 무엇보다 중요하다.

#### 1. 서 론

본 논문은 GIS 부분방전 진단엔진의 향상에 관한 내용이다. GIS 부분방전에 의한 결함 추정 엔진은 현장에서 취득된 결함별 정보나 실험실에서 수행된 결함별 정보를 이용한 학습으로 엔진의 성능을 향상시키고 있다. 그러나 온라인 GIS 예방진단 시스템이 설치되는 현장은 실험실에서 예측정보나 개발자의 정보 외에 다양한 현상이 발생되고 있어서 진단의 어려움이 있다. 실험실에서의 결함 예측 일치율은 90%이상을 나타낸다. 그러나 실제 현장에 설치될 경우 예상치 않은 노이즈 및 외란으로 오판을 하는 경우가 발생하므로 결함 예측 일치율이 50% 이하까지 떨어지는 경우가 발생한다. 이런 경우가 발생하는 이유는 GIS 온라인 감시진단 시스템의 설치시기가 그리 오래되지 않았다는 이유와 전기현상에 대한 불규칙적인 신호에 대한 정확한 규명이 힘들다는 단점을 가지고 있기 때문이다.



〈그림 1〉 GIS 내부 부분방전 발생을 일으키는 주요 결함

본 논문의 이런 단점을 해결하기 위하여 각 현장에 설치된 온라인 GIS 예방진단 시스템의 부분방전 기록정보를 중앙에서 받아들여 새로이 학습을 시킴으로써 현장 적용형 진단엔진이 자동으로 구축될 수 있는 시스템을 개발하는데 있다. 게다가 현장의 노이즈(부분방전 신호를 변형시키는 핸드폰, 레이더, 모터 등의 신호)에 적용할 수 있도록 노이즈의 패턴도 학습시킴으로써 진단엔진의 향상을 도모하고자 한다[1].

GIS 내의 전기적 결함은 파티클, 플로팅, 코로나, 보이드 등 다양하게 존재할 수 있다. GIS 도체에 전압이 인가되면 이러한 결함원에서는 부분방전 현상을 동반하게 되며, 동시에 전자파가 발생한다. 전자파는 TEM, TE, TM모드가 복합된 형태로 전달되면서 손실과 함께 반사, 굴절, 회절현상이 발생한다. 이러한 전자파를 GIS 내부에 설치한 안테나를 이용하여 부분방전 발생을 검출할 수 있다. 검출용 센서는 일반적으로 1GHz의 대역폭(500~1,500MHz)을 갖는 것을 사용하고 있다. UHF 신호를 검출하기 위한 센서는 GIS 점검장에 설치가 가능한 내장형 센서와 스페이스에서 부착이 가능한 외장형 센서가 있다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 종래의 기술

전력수요가 높은 대도시를 중심으로 설비의 소형화를 위해 기존의 있는 개방형 터미널 형태(Open terminal type)에서 폐쇄형 터미널 형태(Closed terminal type)인 가스절연 개폐장치(GIS: Gas Insulated Switchgear)를 갖춘 가스절연 변전소로 급속하게 대체 되어 왔다.

GIS는 차단기, 단로기, 접지개폐기, 변성기, 피뢰기 등의 개폐설비를 금속 탱크 내에 일괄 수납하여 도전부위는 고체절연물로 지지하고, 절연 성능과 소호 능력이 뛰어난 SF<sub>6</sub>가스를 절연매체로 충전 밀봉한 변전 설비이다. 최근 GIS 제작사의 설계 및 제작 기술의 발달로 인해 GIS 형상이 소형화되고 있는 추세로, 이로 인해 변전소 부지가 작아지고, 유지 및 보수에 용이한 장점이 있으나, GIS 내부의 결함 발생 시, 절연 고장이 일어날 확률이 커질 수밖에 없다. 또한 기존에 설치되어 운전 중인 GIS의 경우, 설비가 노후화됨에 따라 절연 고장이 발생한 가능성이 높다.



〈그림 2〉 UHF 센서

이에, GIS의 규모나 중요성에 부응하여 신뢰성을 확보하고자 운전 상태에서 예방진단을 하려는 노력이 진행되어 왔다. 이러한 노력은 주로 절연과파의 징후인 부분방전을 측정하는 기술을 중심으로 발전시켜 왔다. 또한 GIS 사고로 인한 사회적, 경제적 파급효과가 커지고 있으며, 진단 기술의 진보로 인해 최근에는 전력회사 및 GIS 제작사를 중심으로 예방진단시스템을 선택사항에서 필수사항으로 규격화되어 가고 있는 추세이다. 또한 산업의 발전과 전력시스템의 자동화의 부응한 전력 IT화의 일환이라고도 말할 수 있다.

부분방전 진단은 GIS 내부에 결함이 있을 경우 결함의 원인을 추정할 수 있는 기능을 기본적으로 갖추어야 한다. 이러한 정보는 GIS 내부에 대한 정밀 점검 시 결함원 및 위치 파악에 중요한 정보를 제공할 뿐만 아니라 사고로의 진전 가능성과 사고시점을 추정하는 근거 데이터로서 역할을 수행한다[2].

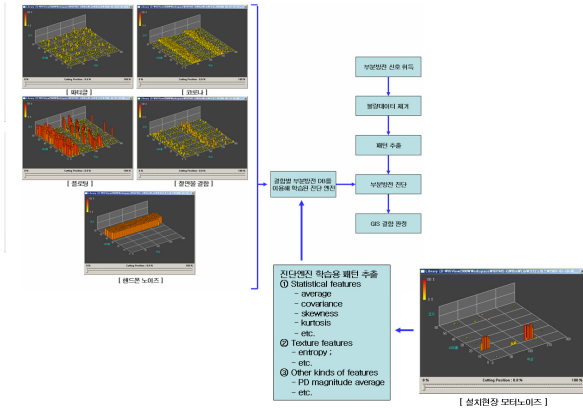
GIS의 절연매질인 SF<sub>6</sub> 가스는 현저한 최대전계 의존성을 갖고 있어 GIS 내부에 절연이상 시 사고가 발생할 가능성이 매우 높다. 한편 운전 중인 GIS는 모선, 차단기, 단로기, 접지개폐기, 변류기 등이 밀폐된 좁은 공간에 설치되어 있기 때문에 사고를 사전에 외부에서 감지하기 어려워 사고가 발생하면 사고복구시간이 장시간이 요구되는 단점이 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 GIS의 절연과파 사고를

결함의 원인을 추정하는 방법은 다양한 방법들이 있는데 기본적으로 PRPD(Phase Resolved Peak Detect)와 PRPS(Phase Resolved Pulse Sequence), 통계처리, Trend분석기법을 사용하고 분류방안으로는 인공지능기법을 적용하고 있는 것으로 알려져 있다.

##### 2.2 부분방전 진단

부분방전 진단은 다음과 같은 5가지 과정을 걸쳐서 진행한다.

부분방전 신호를 취득하는 과정과 현장노이즈 및 불량데이터를 제거하는 과정, 각 상별 부분방전 특성 및 진단에 필요한 의한 패턴을 추출하는 과정, 사전에 학습된 진단엔진을 가지고 진단하는 과정, 최종적으로 GIS의 결합 및 위험상태를 판정하는 과정으로 이루어진다. 진단은 학습데이터 및 학습 엔진에 따라 정확성이 판가름된다. 즉, 다양한 노이즈 현상 및 결합 현상을 학습시킴으로써 진단엔진의 성능은 향상된다. 아래 그림은 현장에 설치된 후 새로이 취득된 현장설비의 모터노이즈를 추가하여 진단엔진을 향상시키는 과정을 보이고 있다. 이렇듯 진단엔진의 학습을 원격으로 진행할 수 있다면 보다 나은 현장 적응성을 가질 수 있다.

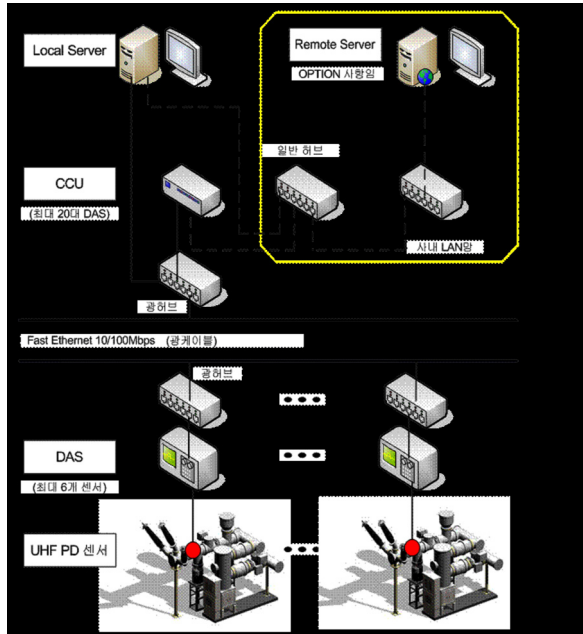


〈그림 3〉 온라인 GIS 예방진단 시스템

### 2.3 시스템의 구성

본 시스템은 온라인 GIS 예방진단 시스템 및 중앙에서 GIS 측정데이터를 분석하고 노이즈 및 부분방전 패턴을 학습시켜 부분방전엔진을 향상시키는 시스템으로 구성된다.

온라인 GIS 예방진단 시스템은 현장의 GIS에 부착된 UHF 센서로부터 GIS 결합에 따른 부분방전 신호를 측정하여 DAS(Data Acquisition System) 시스템에 전송한다. DAS시스템은 이들 신호를 취득하여 이산 신호 처리를 한 후 상위 시스템에 전송하여 상위시스템에서 부분방전 진단이 이루어지도록하며, Local 상위 시스템에서는 이들 정보를 이용해 현장 GIS의 결합원을 진단 분석하는 역할을 수행한다.



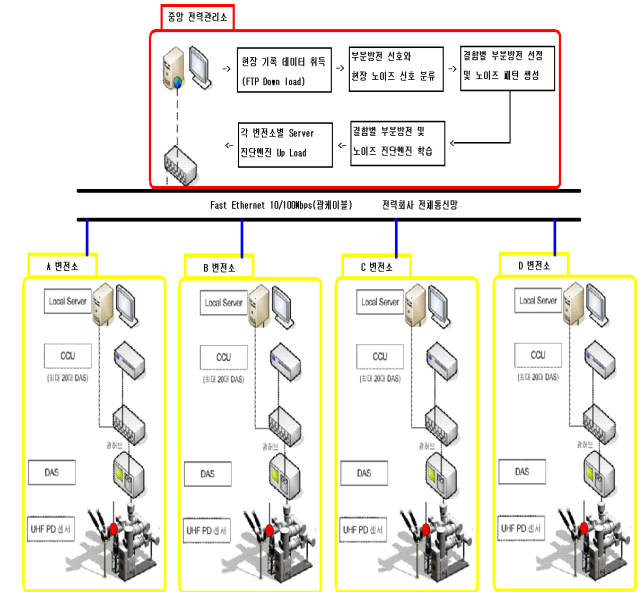
〈그림 4〉 온라인 GIS 예방진단 시스템

### 2.4 시스템의 특징

본 시스템의 특징은 전력관리소에서 각 변전소 현장에 설치된 온라인 GIS예방진단 시스템에 장착된 진단엔진을 업데이트 시킬 수 있다는 것과 각 현장의 정보를 취득하여 중앙에서 진단엔진을 향상 학습시킬 수 있다는 것이다. 중앙의 관리시스템은 각 변전소에 있는 Local Server에 구축된 부분방전 DB용 FTP Server에 접속하여 각 현장별 데이터를 취득한다. 각 취득된 데이터는 부분방전 진단 전문가에 의해 부분방전 신호

와 노이즈신호로 분류되며, 분류된 각 데이터는 결합별 부분방전 학습데이터 및 노이즈 패턴별 학습데이터로 추출된다. 이때 전문가의 판단에 따라 패턴인식 방법이나 분류방식이 변경될 수 있으며, 적절한 학습이 수행될 수 있도록 정리 추출한다. 추출된 정보를 이용해 현장에 적용할 진단엔진을 학습시킨다. 학습결과에 따라 재학습 수행여부는 전문가의 판단에 맡겨 질 수 있다. 개선된 진단엔진은 각 Local Server의 진단 엔진용 FTP에 Up Load시켜 각 Local Server에서 설치될 수 있도록 한다.

각 Local Server에서는 자동적으로 신규 진단엔진을 사용할 수 있도록 시스템을 자동 설정하고 향후 발생하는 부분방전에 대해서는 신규 진단엔진을 이용해 각 현장에 설치된 GIS의 온라인 진단이 이루어지도록 한다. 이는 중앙에서 각 현장에 맞춘 진단엔진을 원격에서 구축 관리할 수 있으며, 다양한 현장의 노이즈 및 진단결과를 중앙에서 학습 관리함으로써 각 현장의 진단 시스템의 효율적인 관리 및 현장서비스가 가능해 진다. 뿐만 아니라 전문가가 노이즈 및 오동작에 의해 발생된 부분방전의 점검을 위해 현장에 출동하는 낭비적인 요인을 최소화 할 수 있다[3].



〈그림 5〉 GIS 예방진단 시스템용 원격관리 시스템

## 3. 결 론

본 시스템은 현장에 설치된 온라인 GIS예방진단 시스템의 부분방전 진단 알고리즘의 성능을 효과적으로 향상 시키는 방법으로 기존 시스템의 단점을 보완한 것이다. 예방진단 시스템의 진단 성능의 향상은 GIS 고장을 사전에 차단할 수 있는 토대가 될 수 있으며, 또한 GIS의 유지보수 비용 감소에도 기여할 것이라 판단된다.

본 논문은 지식경제부 전력산업연구개발사업인 전력IT 기술개발사업의 지원을 받아 수행하였습니다.

### [참 고 문 헌]

[1] L. Satish, W.S.Zaengl, "Can Fractal Features be Used for Recognizing 3-d Partial Discharge Patterns?", IEEE transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 2 No.3, June 1995  
 [2] E. Gulski, J.J. Smit, P.N. Seitz and J.C. Smit, "PD measurements on-site using oscillating wave test system", proceedings of 1998 IEEE ISEL, pp.420-423 vol.2  
 [3] A Guided Tour to LT MOS Application & Reference Manual, LT MOS Document Series Vol.2, Real-time Leaders Co.Ltd.