

## USN 기반의 실시간 컴팩트 타워 감시 시스템 구축

김지영\*, 우덕제\*, 이정현\*, 최종필\*, 장준용\*, 김용광\*\*  
한전KDN(주)\*, 팜즈커뮤니케이션\*\*

### Development of Compact Tower Monitoring System based on USN

Ji-Young Kim\*, Doug-Je Woo\*, Jung-Hyun Lee\*, Jong-Pil Choi\*, Jun-Yong Jang\*, Yong-Kwang Kim\*\*  
KEPCO-KDN\*, Famz Communication\*\*

**Abstract** - CTMS(Compact Tower Online Monitoring System), which deals with the polymer insulation arms of new material, is the on-line monitoring system for verifying stability and reliability of a new Compact Tower. CTMS measures real time data from the installed sensors in a Compact Tower and transmission line, air craft warning lights for detecting and determining the life time and the replace cycle of these facilities. This paper introduces how develop the CTMS and proposes how it will be use.

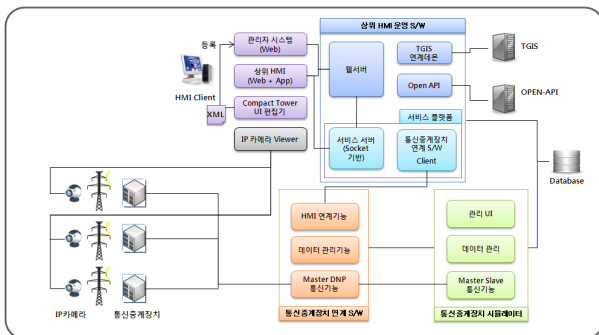
#### 1. 서 론

Compact Tower 온라인 감시 시스템은 신소재 절연암을 이용하여 신규 개발된 Compact Tower의 안전성 및 신뢰성을 검증하기 위해 개발한 온라인 감시 시스템이다. 이 시스템은 Compact Tower와 송전선로 및 항공장애등에 설치한 센서들의 정보를 실시간으로 계속하여 이들 설비의 수명연한이나 교체 주기를 판단할 수 있는 지능형 온라인 감시에 그 목적이 있다고 할 수 있다.

기존의 송전설비 온라인 감시 시스템은 클라이언트/서버 기반의 정적인 감시 시스템이었다면 Compact Tower 온라인 감시 시스템은 RIA(Rich Internet Application) 기반의 동적인 감시 시스템이다. 본 논문에서는 Compact Tower의 상태를 측정하기 위한 센서와 센서 네트워크 구축과 웹 기반의 HMI 시스템 구축 사례에 대해 설명하고자 한다.

#### 2. 본 론

Compact Tower 온라인 감시 시스템은 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반의 센서 데이터 수집부와 이를 취합하여 상위로 전송해주는 통신 중계장치, Compact Tower 관리 운영자가 모니터링 할 수 있는 상위 시스템으로 구성되어 있다. 1절에서는 센서 및 센서 네트워크 구축 사례를 설명하고 2절에서는 웹 기반의 HMI 시스템 구축 사례를 설명한다.



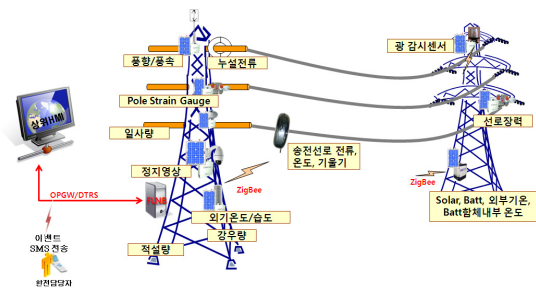
<그림 1> CTMS 시스템 구성도

#### 2.1 센서 및 센서 네트워크 구축

현재 개발 중인 센서는 주변 환경 요소를 측정하는 센서, Compact Tower의 주변 상황을 실시간으로 볼 수 있는 영상 센서, Compact Tower의 상태를 감시할 수 있는 센서로 3종 14개 이다.

센서들은 Compact Tower의 설치 위치상 통신 방법과 전원 공급에 대한 큰 이슈가 있다. 따라서 본 개발에서는 센서 간 통신을 위해서 무선 PAN(Personal Area Network) 표준 규격인 IEEE 802.15.4(Zigbee) 통신 기반의 USN을 구축하였다[1]. 센서 네트워크는 다양한 센서들이

무선노드 형태로 상호 연결되어 상호 작용하는 CTMS의 기본 인프라 스트럭처이다. 이들 센서들은 주변의 환경 정보 및 Compact Tower의 상태를 탐지하고, 센서들 간의 상태를 주기적으로 체크한다. 그리고, 통신 중계장치와의 근거리 무선 통신(Zigbee)을 이용해 상위 서버로 데이터를 전송하여 운영자가 실시간으로 상태를 모니터링 할 수 있도록 하였다.



<그림 2> 센서 설치 구성도

센서의 종류로는 풍향/풍속, 일사량, 외기온도/습도, 자외선, 강우량과 같은 주변 환경 요소를 측정하는 센서와 Compact Tower의 주변 상황을 실시간으로 볼 수 있는 동영상 센서와 정지영상 센서 그리고, 선로장력, 송전선로 기울기, 철탑기울기, 항공장애등 랩프, 절연암 장력, 애자 누설전류와 같은 Compact Tower의 상태를 감시할 수 있는 센서가 있다[2]. 이들 센서들은 현재 개발 완료되어 현장 테스트를 진행 중이다.



<그림 3> 센서 실물 사진

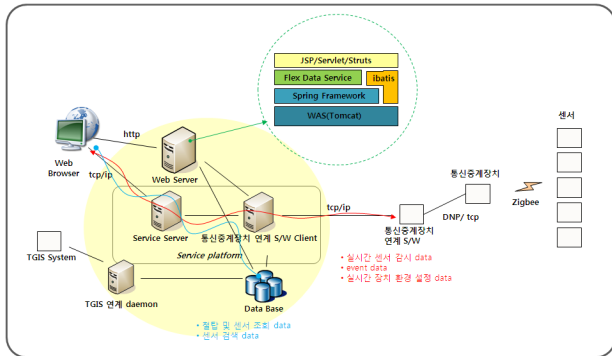
#### 2.2 웹 기반의 HMI 시스템 구축

Compact Tower의 상태를 감시 할 수 있는 상위 HMI 시스템은 그림 4와 같이 통신중계장치 연계 S/W와 서비스 플랫폼, 사용자에게 웹 기반의 서비스를 제공하기 위한 웹 서버로 구성되어 있다.

통신중계장치 연계 S/W는 센서네트워크로 연결된 센서의 실시간 측정 데이터, 이벤트 데이터, 실시간 장치 환경 설정 데이터 등을 수집한다. 서비스 플랫폼은 사용자에게 제공할 데이터를 가공하고 클라이언트와 실시간으로 데이터를 주고 받을 수 있는 별도 채널을 관리한다. 웹 서버는 사용자가 웹을 통해 Compact Tower 감시를 할 수 있도록 HTTP 통신을 지원한다.

사용자는 표준 웹 브라우저를 이용하여 실시간 데이터를 조회하고, 검색할 수 있으며 정지영상 센서 및 동영상 센서의 PAN-TILT, ZOOM-IN/OUT 기능을 활용하여 실시간 상황을 모니터링 할 수 있다. 또한, 현장에 설치된 센서의 GPS 위치정보를 이용하여 사용자에게 Compact Tower의 위치 등 Open Map API 기반의 지리정보를 추가하여 더 진보된 UI를 제공할 수 있도록 하였다.

현재 운영중인 TGIS(송변전 지리 정보 시스템)의 철탑의 위치 정보 및 전압 레벨, 높이 등 철탑 기본정보를 연계하여 부가적으로 사용자가 원하는 정보를 찾아 볼 수 있도록 하고, 사용자의 인사 데이터베이스와 연계하여 SSO (Single-Sign-On)를 통해 기존 레거시 시스템과의 연결을 용이하도록 설계 하였다.



〈그림 4〉 상위 HMI 시스템 구성도

특히 상위 HMI 시스템은 그림 5와 같이 XML 기반의 규격화 된 센서 정보를 관리하여 센서의 추가 설치 등에 유연하게 대처 할 수 있도록 하였다. 또한, 이 XML은 웹 클라이언트의 UI 레이어에서도 MXML (Macro media eXtensible Markup Language)로 공통적으로 활용 되어 프로그램 개발 효율성과 생산성을 높일 수 있었다.

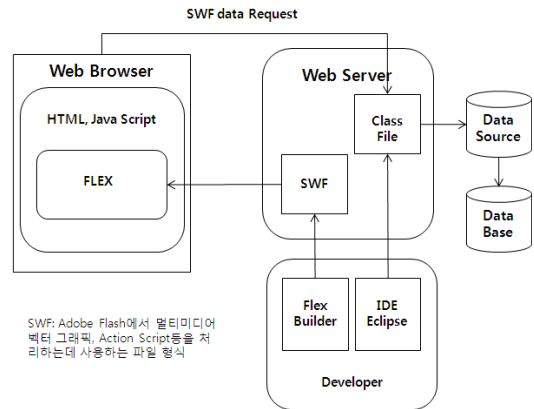
```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" ?>
<ctms xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" ver="20110404">
  <sensor>
    <name>통신중계장치</name>
    <id>ID0001</id>
    <type>255</type>
    <group_list>
      <group num="30">
        <point>
          <num>0</num>
          <unit_name>C</unit_name>
          <scale_factor>0.1</scale_factor>
          <offset>1.0</offset>
          <deadband>1</deadband>
          <code>AI-TEMP-IN</code>
          <desc>합체내온도</desc>
        </point>
        <point>
        </point>
      </group>
      <group num="40">
        <point>
        </point>
      </group>
    </group_list>
  </sensor>
  <sensor>
    <name>절지연상</name>
    <id>ID0006</id>
    <type>5</type>
    <group_list> ...
  </sensor>
</ctms>
```

〈그림 5〉 XML 파일 형식

본 논문에서 소개하는 Compact Tower 온라인 감시 시스템은 기존의 서버/클라이언트 방식의 시스템보다 한 단계 개선된 사용자 플랫폼에 관계없이 모니터링이 가능한 웹 기반의 시스템이다. 기존의 웹은 주기적으로 데이터베이스를 폴링하여 웹 페이지를 리프레시 하는 정적이고 수동적인 웹 이었던 반면에 RIA(Rich Internet Application) 기술 기반의 Flex를 이용한 본 시스템은 능동적이고 실시간적인 모니터링이 가능한 웹이다. 즉, 기존 웹처럼 데이터베이스를 주기적으로 폴링하는 방식이 아니라 HTTP 통신과는 별도로 TCP/IP 통신을 통하여 실시간 데이터 변화에 대해 중단 없이 지속적이고 즉각적인 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 서버와 사용자간 전송되는 데이터양이 상대적으로 적어, 실행속도가 빠르고 서버에 부하를 줄이는 장점이 있다. 본 시스템에서는 실시간 모니터링이 필요한 곳에만 RIA 기반의 Flex를 적용하고 게시판이나 검색 같은 기본 시스템은 HTTP 통신으로 분리 개발하여 시스템의 안정성 및 실시간성을 보장하였다.

그림 6은 Flex가 웹 브라우저와 웹 서버, 개발자 프레임워크에서 어떻게 작동하는지를 간략히 나타낸 그림이다. 개발자는 IDE 툴을 이용하여 클래스 파일을 만들고 Flex 빌더를 이용하여 사용자에게 제공할 SWF(ShockWave Flash) 파일을 생성하여 웹 서버에 업로드 한다. 사용자가 웹 브라우저에서 SWF 파일을 요청하면 웹 서버는 SWF 파일을 로드하여 요청된 데이터를 클래스 파일을 이용하여 처리하고 그 결과를 SWF 파일로 전송한다. 이 SWF 파일은 사용자의 표준 웹 브라우저에

로딩되어 그 결과가 디스플레이 된다.



〈그림 6〉 Flex 작동 절차 <www.adobe.com〉

그림 7은 현재 개발된 상위 HMI 사용자 화면을 캡처 한 것이다. 그림 7의 왼쪽 그림은 Compact Tower에 설치된 센서들을 픽토그램으로 형상화 하여 아이콘 형태로 철탑에 배치한 화면이다. 철탑은 내장형, 현수형, Compact Tower형으로 선택가능하며 철탑에 센서 위치는 드래그 앤 드랍으로 사용자가 원하는 대로 배치 할 수 있다. 오른쪽 그림은 Open Map을 이용하여 그 위에 철탑을 배치한 화면이다.



〈그림 7〉 상위 HMI 화면

### 3. 결 론

본 논문에서는 센서 네트워크를 이용한 Compact Tower 온라인 감시 시스템 구현 사례에 대해 설명하였다. Compact Tower의 안전성과 신뢰성, 교체주기 등을 확인하기 위해서는 직접 눈으로 확인하거나 유선 계측장비를 이용하는 방법을 이용하여야만 했다. 그러나, 본 논문에서 제시한 바와 같이 Compact Tower에 설치한 센서들의 센서 네트워크를 이용하여 원격지에서도 통신이 가능하다. 또한, 사용자는 웹 브라우저를 이용하여 Compact Tower의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 본 시스템은 현재 테스트 베드에 설치하여 안정성과 신뢰성을 검증하고 있는 중이다.

향후, 센서가 산간벽지와 같은 통신이 불가능한 곳의 철탑에 설치가 되는 경우 센서간 통신은 Zigbee 무선 통신으로도 가능하겠지만 상위 시스템으로 데이터를 전송하는데 한계가 있을 것으로 예상된다. 또한, 정지영상이나 동영상과 같은 경우 데이터의 사이즈가 크기 때문에 센서의 수가 증가하면 데이터 전송 속도 및 대역폭에 대한 문제가 발생할 것으로 예상된다. 따라서, 데이터 압축 전송 방법에 대한 연구 및 데이터 전송 신뢰도가 높은 이동통신기술 적용 방안에 대해 고려하여야 한다.

### [참 고 문 헌]

[1] Akyildiz, I.F., W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "A Survey On Sensor Networks", IEEE Communications Magazine pp.102-114 August 2002.  
 [2] 장준용, 송완석, 정성환, 이재덕 "송전철탑환경의 저전력 센서네트워크 운영방안 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2009  
 [3] http://learn.adobe.com/wiki/display/Flex/Flex+and+Java