

### 영상정보 통합형 전기설비 감시시스템 개발 연구

\* 이원태\*, 이재조\*, 정영경\*\*, 김관호\*  
한국전기연구소\*, 창원대학교\*\*

### A study on development of multimedia SCADA system for electric facility

\* W.T.Lee\*, J.J.Lee\*, Y.K.Jeong\*\*, K.H.Kim\*  
KERI\*, Changwon Univ.\*\*

**Abstract** - For increasing the quality of SCADA system, the application of image information is demanded from typical SCADA system based on data information. Until now, the remote control and monitoring systems combine data information but now gradually have trends to combine voice, data and image information. So multimedia technology is applied to realize new SCADA system. Depends on these requires, we apply new concepts of communication network and multimedia technology to the SCADA system for electric facility.

In this paper, we aim at developing multimedia supervisory control and data acquisition system based on data and image information, which used electric power system and security system.

#### 1. 서 론

최근 전력수요의 증가와 더불어 전기공급의 신뢰도 향상은 전기산업의 지속적인 과제로, 점차 설비가 고도화, 고기능화 되고 있는데 비해 한정된 인력으로 감시업무를 효과적으로 수행해야 하는 문제에 직면하고 있다. 특히 전기설비는 산업화, 정보화 사회의 동력원으로서 중요도가 높은 설비이며, 전력수송분야 뿐만 아니라 공장, 대형건물, 상가 등 전기수용설비에 이르기까지 광범위한 지역에 분산 설치되어 있기 때문에 이를 효율적으로 운전하기 위해서는 정보통신기술과 휴먼 인터페이스의 고도화를 통한 인텔리전트 감시제어방식이 요구되고 있다.

이러한 전기설비 감시제어 시스템의 고도화를 위해서는 기존의 데이터 정보 중심의 관리형태에서 감시대상 기기의 정확한 운전상태 확인, 제어의 확실성, 감시제어 업무의 고신뢰도화를 위한 영상정보의 수용이 요구되고 있으며, 이의 구현 수단으로 멀티미디어 기술이 적용되고 있다. 이와 같은 감시제어 시스템의 멀티미디어 기술 적용은 인간 판단 능력의 70% 이상을 점유하는 시각 정보를 기존의 데이터 정보와 통합함으로써 감시제어 업무의 신뢰성과 효율성을 도모할 수 있다.

전기설비에서의 영상정보 활용은 원격 감시제어 시스템으로 구축되고 있는 자동화 시스템에 통신능력의 고도화와 더불어 수집된 각종 운용정보를 인간 감지능력에 근접된 정보형태로 처리하는 MMI의 고도화, 그리고 각종 운용 알고리즘을 부가함으로써 인텔리전트 감시제어 시스템 구축에 목적이 있다.

따라서 본 연구에서는 이와 같은 요구에 따라 전기설비 감시제어 시스템에 새로운 정보통신 및 정보처리 기술인 네트워크 기술과 멀티미디어 기술을 적용하여 점차 중요시되고 있는 전기설비 운용의 고신뢰도화를 도모하며, 또한 각종 산업설비 및 방재 시스템에 적용할 수 있는 영상과 데이터를 통합한 멀티미디어형 감시제어 시스템을 구현하였다.

#### 2. 멀티미디어형 감시제어 시스템 구성

##### 2.1 시스템 구성 개요

전기설비 감시제어 시스템은 신속한 장애 탐지, 각종 전기설비의 운용정보 수집, 무인 원격지 설비의 영상감시, 경보표시, 자동기록 등의 기능을 신속히 수행하여 고장시간의 단축, 정전의 미연 방지와 더불어 전력공급의 신뢰성을 향상시킬 수 있어야 한다. 이러한 목표를 구현하기 위하여 본 연구에서는 전기설비 감시제어 시스템을 원격지에 설치되어 있는 각종 전기설비의 실시간 상태파악을 위한 감시제어 기능부와 취득 데이터의 실시간, 비실시간 처리를 위한 데이터 처리 기능부로 구분하여 구성하였다.

감시제어 기능부는 각 사업장에 분산 설치되어 있는 전기설비의 상태 및 장애 데이터를 실시간적으로 수집하여 감시하고 동시에 제어 데이터를 송신하여 전기설비를 제어한다. 즉 현장의 기기 및 장치의 정보를 수집하여 관리하고 제어하는 기능부로서 현장의 데이터를 수집하여 호스트로 전송하고 또한 호스트의 명령에 따라 제어 신호를 전송하여 현장의 장비나 기기를 제어하는 역할을 담당한다. 그리고 데이터 처리 기능부는 감시제어 기능부에서 수집한 감시 데이터를 처리 분석하여 고장설비와 정전 여부를 판정하고 고장에 의한 영향 범위를 파악한다. 또한 설비운용 상태를 감시하여 실시간으로 운용자에게 제공하고 이러한 각종 수집 데이터의 통계처리 기능을 수행한다.

따라서 본 연구에서는 안정된 데이터베이스를 기반으로 Multi-User, Multi-Tasking 운용이 가능하고 Man Machine Interface 기능 구현을 위한 Windows 기능을 제공하며, 또한 다른 관리 시스템과의 연계를 위해서 표준화된 네트워킹 기능을 제공하는 Windows NT를 기반으로 하는 클라이언트/서버 형태의 지역분산 관리형태로 시스템을 설계하였다. 그리고 유지보수 운영의 정확성과 확실성을 도모하기 위하여 디지털 영상감시 장치를 도입하여 데이터 정보와 더불어 시각정보를 통한 일체적인 관리가 가능하도록 하였다.

##### 2.2 시스템 전체 구성

멀티미디어형 전기설비 감시제어 시스템은 원격지에 설치된 각종 전기설비를 집중 관리하기 위한 시스템으로 중앙제어장치(HOST), 원격감시장치, 단말장치(RTU), 디지털 영상감시장치 및 각종 통신장치로 구성된다.

중앙제어장치는 중앙관리센터에 설치되어 원격감시장치로부터 각종 설비 운용 데이터를 수집하여 장애 감시 및 처리, 원격제어, 각종 통계관리 등의 기능을 수행한다. 이러한 중앙제어장치는 Windows NT 기반의 PC Server 시스템으로 구축하고, 데이터베이스와 GUI 기능을 수행할 수 있도록 구성하였다. 원격감시장치는 공장, 대형 빌딩 등의 전기수용설비 단위의 일정 지역별로 설치하며, 관할 구역내 전기설비들의 경보 데이터를 수집하여 중앙제어장치로 전송하고 중앙제어장치의 제어명령을 받아 설비관리 업무를 수행할 수 있도록 하였으며,

단말장치는 전기설비에 직접 접속되어 감시정보를 수집하여 온라인 회선을 통해 원격감시장치로 전송한다.

그리고 시스템의 통신방식은 Windows NT에서 제공하는 RAS(Remote Access Service) 기능을 이용하여 원격 LAN 방식으로 구축하였다. 중앙제어장치와 사업장별 원격지에 설치되는 원격감시장치간의 통신은 네트워크 계층을 TCP/IP 방식으로, 링 계층은 PPP 방식으로 구성하고, 원격감시장치와 단말장치간은 직렬통신 방식으로 구성하였다. 또한 디지털 영상감시장치는 PSTN 또는 전용선을 이용하여 원격지의 각종 기기 운용상태를 JPEG 압축기법을 이용한 정지영상을 통하여 실시간으로 감시하도록 하였다. 이와 같이 설계된 멀티미디어 감시제어 시스템의 구성도는 그림1과 같다.

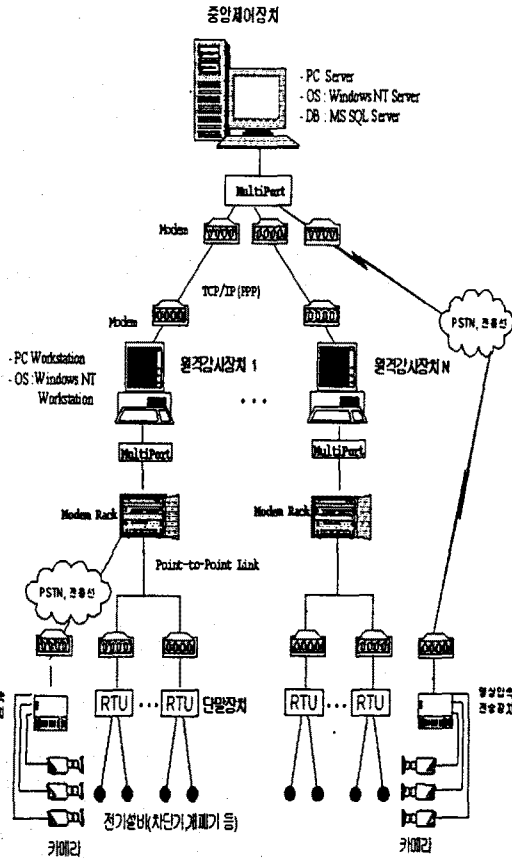


그림1. 시스템 전체 구성도

### 2.3 원격 설비감시 네트워크 구축

원격지에 분산 설치되어 있는 각종 전기설비의 장애 및 운전상태 정보를 정확하고 신속하게 수집하기 위해서는 신뢰성 있는 데이터 전송이 요구된다. 초기의 온라인 통신방식에서는 오류 검출과 재전송 프로토콜이 자주 이용되어 왔으나, 이는 개발자의 임의성이 작용하며 시스템 확장과 프로그램 유지관리에 많은 문제점을 야기시켜 왔다. 따라서 본 연구에서는 네트워크 구축의 비용절감과 지능형 분산시스템의 실현 및 운용자 위주의 시스템 구축을 위해서 중앙제어장치와 원격감시장치간을 전화선 매체를 이용한 클라이언트/서버 환경의 원격 액세스 네트워크로 구축하였다.

현재 개발되어 있는 원격 액세스 네트워크 구축방법은 크게 하드웨어 플랫폼으로 구축하는 방법과 원격 액세스 소프트웨어 솔루션을 이용하는 방법이 있다. 하드웨어 플랫폼 구축방법은 네트워크 규모에 따라 터미널 서버, 리모트 액세스 서버 또는 커뮤니케이션 서버와 같은 다

이일인 서버를 네트워크 서버측에 설치하고 클라이언트에서 모뎀을 통해 다이얼인 할 수 있도록 하는 솔루션이다. 이러한 다이얼인 서버를 이용한 네트워크 구축은 대규모 네트워크에 적합하며 포트의 추가와 관리가 용이하기 때문에 일정 규모 이상의 시스템에서 이용하고 있다. 그러나 수십 노드 이하의 간단한 원격 액세스 네트워크 구축은 순수하게 소프트웨어 솔루션으로도 가능하다.

대표적인 원격 액세스 소프트웨어 솔루션으로는 마이크로소프트사의 RAS와 노벨의 NetWare Connect, 시트릭스 시스템의 WinFrame 등의 제품이 있으며, 본 연구에서는 운용체제를 고려하여 Windows NT에서 제공하는 RAS 기능을 이용하여 원격 액세스 네트워크를 구성하였다.

### 2.4 시스템 기능

전기설비의 관리대상은 각종 차단기, 개폐기, 자가발전장치, 무정전 전원장치, 직류전원장치, 변압기, 주요 부하설비 및 간선설비 등으로 이러한 관리대상설비의 운전상태 감시와 더불어 적산전력량, 전력수요량, 전류, 전압, 주파수, 역률 등을 감시할 수 있어야 한다. 이와 같은 전기설비별로 요구되는 감시계측 및 제어 기능과 감시 시스템에서 기록·표시하는 내용을 정리하면 표1과 같다.

표1. 설비별 감시제어기능

| 분류        | 감시계측기능                                      | 제어기능  | 표시기록기능   |
|-----------|---|---|--|
| 배전 설비     | · 운전상태감시<br>· 이상상태감시<br>· 계측값감시<br>· 전력수요감시 | · 차단기제어<br>· 전력수요제어<br>· 조명제어<br>· 부하제어<br>· 방재동력제어 | · 운전, 고장상태<br>· 상하한경보<br>· 일보, 월보작성<br>· 운전시간적산<br>· 상태변화추이<br>· 전력 수요 |
| 자가 발전 장치  | · 운전상태감시<br>· 부하감시<br>· 이상 감시<br>· 계측값 감시   | -   | · 운전 상태<br>· 고장 상태<br>· 계측값상하한   |
| 무정전 전원 장치 | · 상태 감시<br>· 이상 감시<br>· 계측값 감시              | -   | · 운전 상태<br>· 고장 상태<br>· 계측값상하한   |
| 직류 전원 장치  | · 상태 감시<br>· 이상 감시<br>· 계측값 감시              | -   | · 운전 상태<br>· 고장 상태<br>· 계측값상하한   |
| 간선 설비     | · 상태 감시<br>· 이상 감시                          | -   | · 경보 상태  |

그리고 원격단말장치에서 수집되는 모든 정보는 중앙 제어장치(서버)와 원격감시장치(클라이언트)에서 처리되어 각종 순시값 정보를 출력하거나 일정하게 정의된 시간에 일보나 월보 형태로 자동 출력되며, 또한 설비의 운전상황과 각종 해당 정보를 운용자가 쉽게 파악할 수 있도록 GUI 화면을 구성하였다.

## 3. 디지털 영상감시장치 구성

### 3.1 디지털 영상감시장치 설계

영상정보 활용을 위한 현재의 설비 감시제어 시스템의 문제점은 영상정보의 전송능력에 적합한 통신망의 정비이다. 전기설비 감시제어용 통신망은 전용 프로토콜을 사용하는 비동기식 데이터 통신방식이 대부분이기 때문에, 현 단계에서 감시제어 시스템에 영상정보를 수용하기 위해서는 일반 전화회선(PSTN : Public Switched Telephone Network)이나 전용선을 이용하여 원격지

의 기기 운용상태를 디지털 영상으로 제공할 수 있는 영상감시 시스템의 구성이 바람직하다. 따라서 영상정보의 전송매체로 일반 전화선이나 전용선을 사용하며, 카메라로부터 입력되는 아날로그 영상신호를 디지털 신호로 변환하여 압축·저장·전송·복원할 수 있는 디지털 영상감시장치를 개발하였다.

이 장치는 정지영상 압축의 국제표준규격인 JPEG 알고리즘을 채택하였으며, 해상도 조절에 따라 초당 0.5~3 프레임의 전송이 가능하도록 하였다. 또한 HDD상에 디지털 영상정보를 저장하고, 저장된 영상정보를 날짜별, 설비별로 검색할 수 있게 하였다. 이와 같은 디지털 영상감시장치는 송신부와 수신부로 구성되며, 각각의 사양은 표2 및 표3과 같다.

표2. 송신부 사양

| 항 목    | 사 양                                 |
|--------|-------------------------------------|
| 기본 구조  | • 카메라 + 송신 단말기 + 모델                 |
| 카메라 입력 | • 신호 규격 : NTSC, PAL<br>• 입력 포트 : 3개 |
| 정보압축방식 | • JPEG                              |
| 압축 해상도 | • 640 × 240                         |
| 전 송 망  | • PSTN, 전용선                         |

표3. 수신부 사양

| 항 목   | 사 양                              |
|-------|----------------------------------|
| 기본 구조 | • PC 플랫폼(Windows 환경)             |
| 화면 구조 | • 800 × 600 VGA 모드<br>• 화면 분할 기능 |
| 화면 확대 | • 640×480 확대                     |
| 저장 매체 | • HDD, ZIP, DAT                  |
| 검색 기능 | • 저장된 화면 검색 기능                   |

디지털 영상감시장치의 송신부는 A/D 변환부, 정지영상 압축부, 전송 부분으로 구성되며, A/D 변환부에서는 라운드 로빈(Round-Robin) 방식으로 주기적으로 화면을 캡처하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다. 디지털 신호로 변환된 영상정보는 색상변환, DCT, 양자화, 허프만 인코딩 단계를 통해서 1/20 정도(15~20Kbps)의 압축율을 압축되며, 모델을 통하여 압축 데이터가 전송된다. 이와 같은 디지털 영상감시장치의 압축부 기능블록도는 그림2와 같다. 그리고 수신부에서는 전송된 디지털 영상압축 데이터를 소프트웨어적인 처리로 복원하여 HDD 등에 저장한다.

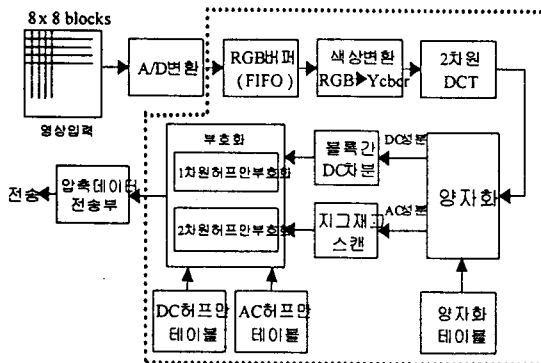


그림2. 정지영상 압축부 기능블록도

### 3.2 영상 데이터 전송방식

압축된 영상 데이터를 전화선 또는 전용선을 이용하여 전송하기 위한 데이터 전송부는 Windows 시스템에서 제공되는 전화 네트워크 통신 규격인 TAPI(Telephony Application Interface)을 사용하여 구현하였다.

Windows 시스템에서의 직렬통신 아키텍처는 초기화(configuration), 연결(connection), 자료전송(data transfer), 연결해제(disconnection)의 4단계로 구성되어 있으며, 이를 기반으로 한 디지털 영상감시장치의 통신 아키텍처는 그림3과 같다.

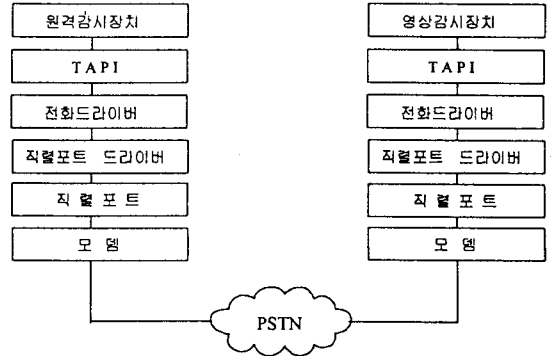


그림3. 통신 아키텍처

## 4. 결 론

전기설비는 사회의 동력원으로 전력수송분야 뿐만 아니라 공장, 대형건물, 상가 등 전기수용설비에 이르기까지 광범위한 지역에 분산되어 있어 자동화의 필요성이 크게 요구되고 있다. 이러한 전기설비 감시제어 시스템의 고도화를 위해서는 기존의 데이터 정보 중심의 관리 형태에서 감시대상기기의 정확한 운전상태 확인, 제어의 확실성, 감시제어업무의 인텔리전트화를 위한 영상정보의 수용이 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 전기설비 운용의 고신뢰도화를 도모하기 위하여 영상과 데이터 정보를 통합한 멀티미디어형 감시제어 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 Windows NT를 사용하여 클라이언트/서버 형태의 분산관리방식으로 구성하였으며, 전기설비 감시시스템에 영상정보를 수용하기 위하여 현재의 통신망을 고려하여 일반 전화회선이나 전용선을 이용하여 원격지의 기기 운용상태를 정지영상으로 제공할 수 있는 디지털 영상감시장치를 구현하였다. 본 시스템의 구현으로 기존의 데이터 정보 중심의 설비 감시제어 시스템을 개선한 보다 효율적이며 고신뢰도의 인텔리전트한 전기설비 관리가 기대된다.

### (참 고 문 헌)

- [1] G. K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard", Communications of the ACM, Vol.34, No.4, pp.31~44, 1991
- [2] G. J. Heijenk et al, "Communication systems supporting multimedia multi-user application", IEEE Network, January/February, pp.34~44, 1994
- [3] 전력중앙연구소, "전기사업에서의 화상이용의 현상과 장애", 전력중앙연구소보고, R93013, 1994
- [4] 이영석, 최양희, "멀티미디어 통신기술개요", 한국정보과학회, 정보통신기술, Vol.11, No.2, pp.1~24, 1997