

# 전기철도용 소규모SCADA 시스템 설계방안에 관한 연구

論 文
53P-2-8

## A Study on the Design of Small Unit SCADA System for Electric Railroad

李昇喆\* · 申寬雨\*\* · 李允燮\*\*\*  
(Seung-Chul Lee · Kwan-Woo Shin · Youn-Seop Lee)

**Abstract** - Supervisory Control And Data Acquisition(SCADA) of electric power system refersto the system that displays, monitors and executes the control commands for remote electric power system. KNR's existing electric power control system is built on UNIX platform such that it costs more for system construction, and people with UNIX skills can only be an operator who controls and manages the system. Moreover, since the system is mainly operated in local offices, system operators must communicate with local operators to investigate the cause of the accident and react the accident every time the system fails. As a new integrated SCADA system is constructed, establishment of small-unit electric power control system, that alters local electric power control system in designated stations, is required. In this study, the electric power control system, which accommodates all functions of UNIX-based SCADA system and facilitates operation and even maintenance for local operators, is to be developed. In order to develop small-unit electric power control system, the industrial automation program, "Cimon", is used. The small-unit electric power control system that accommodatesRTU and newly installed electronic switchboard is being developed and tested at Chulam station of KNR.

**Key Words** : SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)

### 1. 서 론

기존의 철도청 전력설비 원격감시제어시스템은 전국의 각 지역 사업소별로 관리 운영되고 있었지만 새로운 통합 SCADA 시스템을 도입하면서 서울의 통합사령실에서 전국의 모든 전력계통의 일괄감시 및 제어를 하고자 추진 중에 있다. 이에 기존 지역 사령실이 없어지고 지역사령실을 대신하기 위해 주요 역마다 소규모 전력계통을 위한 제어시스템을 도입할 필요가 생기게 되었고 UNIX시스템이 아닌 윈도우를 운용체계로 하여 전문적인 교육을 받지 않은 현장의 근무자들이 쉽게 전력계통을 감시하고 운영할 수 있는 소규모 전력계통 제어시스템이 절실히 요구되고 있는 실정이다.[1]

본 연구에서는 대중적으로 사용되고 있는 산업자동화 프로그램인 Cimon을 이용하여 기존 RTU(Remote Terminal Unit)와 최근 설치되기 시작한 전자식배전반을 동시에 수용하고 현장 근무자들이 손쉽게 운용할 수 있는 소규모 전력계통 제어시스템을 개발하여 현장에 직접 적용하여 실험 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 .기존 철도청 SCADA 시스템의 구성

\* 準 會 員 : 公州大學 電氣工學科 工學碩士  
\*\* 正 會 員 : 公州大學 情報通信工學科 教授 · 工博  
\*\*\* 正 會 員 : 公州大學 電氣工學科 教授 · 工博  
接受日字 : 2003년 12월 27일  
最終完了 : 2004년 5월 21일

주 컴퓨터 장치는 SCADA 시스템의 중추적인 역할을 담당하고 있는 시스템으로 중앙 연산처리장치(CPU)가 실장 되어 각 시스템의 동작상태를 확인하고 각종 시스템의 프로그램을 확인하며, 모든 현장의 데이터를 저장하고 관리하며 분석하는 장치이다.[2] RTU는 "Remote Terminal Unit"의 약자로 피 제어소에 설치되어 전력설비로부터 현장의 정보를 취득, 분석하여 모뎀을 통해 송신하고 지역사무소의 사령원이 명령한 데이터를 모뎀으로 수신하여 각 현장의 설비를 감시하고 제어하는 원격소 장치이다. 맵보드[3]는 전력계통 상태를 일목요연하면서도 직관적으로 알 수 있도록 전 계통의 정상운전 혹은 계통의 이상을 즉시 사령원이 인지하여 최단시간에 적절한 조작을 할 수 있도록 도움을 주는 시설로 원활한 동작을 보장하는 계통반 제어장치를 말한다.[4] 원격소의 RTU로부터 취득한 자료를 사령실의 주 컴퓨터시스템에서 감시, 제어, 저장하는 기능을 한다. 이때 철도통신라인을 매개로 모뎀통신을 하고 있으며 통신프로토콜로는 Harris프로토콜, TeleGyr프로토콜, Valmet프로토콜 등을 사용하고 있다. 하지만 기존의 여러 프로토콜과 통합사령실의 표준 프로토콜인 DNP3.0을 동시에 수용해야 하는 문제점이 발생하게 된다. 그리고 2005년까지 DNP3.0프로토콜로 통합할 계획이므로 프로토콜변환기능을 내장하고 있는 통신제어장치(CU : Communication Unit)가 필요한 실정이다.

철도의 전철화로 각 역사마다 전력설비의 용량이 증설되면서 전자식배전반이 추가로 구축되고 있으나 RTU와 같이 사령실의 주 컴퓨터시스템과 1:N 방식으로 통신을 할 경우 신설되는 전자식배전반의 개수가 역사마다 10~20개로 주 컴퓨터

터시스템이 수용할 수 있는 용량이 초과하는 문제점이 발생하게 되어 한 역사의 전자식배전반을 모두 종합하여 기존의 RTU와 같이 하나의 어드레스로 사령의 주 컴퓨터시스템과 통신할 수 있도록 해주는 통신제어장치(CU)가 필요하여 본 연구에서는 이 통신제어장치를 사용하여 하위의 전자식배전반의 데이터를 일괄적으로 취득하였다. 이 통신제어장치는 하위로는 전자식배전반을 멀티드롭의 RS485통신방식으로 통신하여 데이터를 취득하고 상위로는 RS232C 시리얼 포트를 이용하여 사령실의 주 컴퓨터시스템으로 하위로부터 취득한 데이터를 송신하고 제어명령을 수신한다.

사령실의 주 컴퓨터시스템은 철도청의 통합사령실 구축이 완료되는 2005년까지 운용되고 그 후로는 없어지게 된다. 이 경우 서울의 통합사령실에서 강원도 철암역과 같은 먼 거리의 전력설비를 감시제어하면 전국의 모든 역사의 전력설비를 중앙에서 감시할 수 있는 장점이 있으나 원격지 전력설비의 고장 사고 시 신속한 조치가 어려워지므로 중요 역사마다 소규모 전력계통을 감시제어 할 수 있는 시스템을 설치하고 있다. 그림 1은 기존의 철도청 SCADA 시스템의 구성도이다. 그림과 같이 1:N 모뎀 통신으로 구성되어 있다.

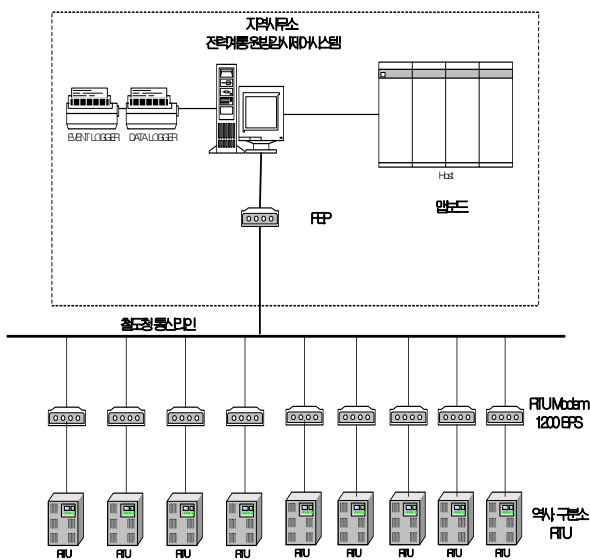


그림 1 기존 철도청 SCADA 시스템의 구성도  
Fig. 1 Construction of KORAIL SCADA System

### 2.2 새로운 소규모 전력계통 제어시스템의 구성

중앙처리장치로는 Intel Pentium IV 프로세서를 채용한 컴퓨터 시스템을 사용하였으며, 전원고장여부를 검출하고 전원이 정상적으로 회복되면 자동적으로 정상동작 (Auto Rebooting, Log In후 소규모프로그램기동) 하도록 하기 위해 Microsoft Windows2000 O/S를 사용하였고, Main memory는 512MB로 Program 수행에 지장이 없는 충분한 용량으로 설계하였다.[5]

통신제어장치는 SCADA 사령실비 또는 소규모 전력계통 제어시스템에서 전송되어 온 데이터를 분석하여 메시지에 포함된 명령을 수행하고, 그 내용을 전자식배전반에 전송하는 기능을 수행한다. 통신제어장치와 SCADA 사령실비 및 소규모 전력계통 제어시스템의 통신은 RS232C 포트로 통신하며,

통신제어장치와 전자식배전반간의 통신은 RS485 포트로 통신한다.[6]

통신제어장치는 기운영중인 원격소장치와 Multi-Drop으로 통신한다.

통신선로보안기는 외부로부터 유기될 수 있는 각종 Surge로부터 효과적으로 보호하기 위하여 철도통신선로와 모뎀 입력부 사이에 설치한다. 실제 현장에서는 통신제어장치 내부에 배치하였다.

사고기록기는 각종 경보내용 및 사용자 조작내용을 빠짐없이 기록하기 위한 장치로 StatusPoint 변화 (Uncommanded change of state), 제어 포인트에 대한 조작, 각종 계전기동작 상태, 통신상태 등을 출력하기 위한 장치이다.

데이터기록기는 각종 아날로그 및 사용자지정 포인트에 대한 일보, 월보 등 보고서 내용을 출력하기 위한 장치이다.

컬러 영상 복사 장치는 소규모 전력계통 제어시스템의 감시 화면 등 운용자가 원하는 Page를 칼라 출력하기 위한 장치로 컬러 레이저프린터를 사용하였다.

소규모 전력계통 제어시스템의 기본 시리얼 포트는 2개이다. 현장의 다수의 RTU와 통신제어장치를 수용하기 위해서는 포트를 증설해야 하므로 8포트의 시리얼멀티포트를 설치하였다. 소규모 전력계통 제어시스템과 집합형 모뎀간의 통신, 소규모 전력계통 제어시스템과 사고기록기, 데이터기록기간의 통신에 사용된다.

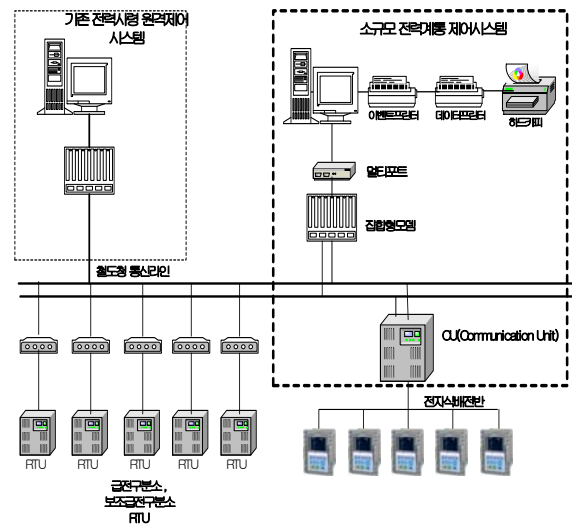


그림 2 소규모 전력계통 제어시스템 구성도  
Fig. 2 Construction of Small Scale Electric Power Control System

철도청 통신전용선을 이용하여 1200 bps, 2400 bps 의 전송속도로 통신하며, 통신방식은 4선식 전 이중방식 (Full-Duplex), 2선식 반이중방식 (Half-Duplex) 데이터 통신이 가능하다. 하위의 통신제어장치와 DNP3.0 프로토콜로 통신하며 급전구분소, 보조급전구분소의 RTU와는 Harris프로토콜로 통신한다.[7]

그림 2는 소규모 전력계통 제어시스템의 구성도이다. 그림의 왼쪽은 기존 철도청 SCADA 시스템으로 2005년까지 소규모 장치와 병렬 운전하고 2005년 통합사령실이 구축되면 철거

할 예정이다. 오른쪽의 소규모 제어시스템은 새로 추가되어 기존 사령실이 모든 기능을 실행할 수 있도록 구성되었다.

**2.3 소규모 전력계통의 제어시스템의 설계**

주요 역사마다 기존 RTU 전력설비와 새로 설치된 전자식배전반을 감시 제어할 수 있는 새로운 소규모 전력계통 제어시스템을 그림 2와 같이 설계하였다. 본 연구에서는 MMI(Man Machine Interface)개발 소프트웨어로 산업자동화 소프트웨어인 Cimon을 이용하였다. Cimon은 크게 개발용 시스템인 CimonD와 On-Line 실행 시스템인 CimonX로 구성되어 있다. CimonD에는 실시간 태그 정보를 관리하는 데이터베이스 관리기와 MMI 화면 작성이 가능한 그래픽화면 작성기 등 각종 시스템의 구축과 유지/보수에 필요한 관리기를 내장하고 있다. 먼저 Windows를 O/S로 하는 컴퓨터시스템을 구성하고 하위와 통신할 수 있는 통신제어장치, 모뎀, 멀티포트, 통신선로보안기, 사고기록기, 데이터기록기 등의 Hardware를 구성하였다. 그림2에서와 같이 기존전력사령 원격제어 시스템과 병렬 운전하도록 설계되었으며, 기존 RTU와 전자식배전반을 모두 수용하였다. 통신방식은 집합형 모뎀을 통한 철도청 통신라인 모뎀 통신을 사용하여 기존의 시스템과 연동하도록 하였다.

Hardware를 구성한 후 기존 전력계통 감시제어시스템의 기능을 모두 수용하고 기존 시스템의 문제점들을 보완하여 현장근무자가 쉽게 운용할 수 있도록 Software를 설계하였다.[3]

그림 3과 같이 운용자가 현재상태를 화면상으로 확인한 후 제어하고자 하는 아이콘을 클릭하게 되면 현재의 Remote/Local 상태와 제어대상 포인트의 상태가 표현된 창이 열린다. Remote를 확인한 후 투입/개방 중 선택하여 클릭하면 현재창은 사라지고 제어실행 확인창이 열린다. 제어실행의 여부를 한 번 더 확인하는 창으로 운용자의 부주의에 의한 사고를 방지하기 위해 사용된다. 제어 실행확인을 클릭하면 데이터베이스관리기의 DO포인트에 명령이 전달되고 MMI 통신프로그램은 현장에 제어명령을 전달한다. 현장에서 제어가 실행되면 다시 현장데이터를 MMI 통신프로그램에서 수신하여 데이터베이스관리기의 DI포인트에 전달되어 상태가 변경되게 된다. 운용자는 변경된 상태를 화면상의 해당그림의 색깔변화와 점멸로써 제어성공여부를 확인할 수 있으며 동시에 경보 창에는 상태변경에 대한 경보메시지가 나타나며 이벤트 프린터를 통해서 동시에 경보내용이 출력되고 음성경보기능을 통해 음성메시지가 스피커를 통해 출력된다. 음성경보기능은 시스템운용자가 항상 화면을 감시하지 못할 경우 음성메시지를 듣고 경보내용을 신속히 처리할 수 있도록 마련하였다.

Main 화면에는 각 배전선로를 박스형태로 표시하여 배전반별로 구분하였고 각종 개폐기의 ON/OFF상태를 색깔로 표시하였으며, 선로의 연결 상태를 표시하고 선로의 활선, 사선 상태를 표시하여 현재 전체계통의 활선흐름을 한눈에 확인할 수 있도록 하였다. 기존 시스템의 제약요인이었던 선로의 활선상태를 표시함으로써 현장근무자의 계통운전상태 파악에 많은 도움이 되리라 생각된다. 또 배전반별로 별도의 버튼을 두어 마우스로 버튼을 클릭하면 맵보드에서 표시 불가능했던 전압, 전류와 같은 아날로그 값을 쉽게 확인할 수 있도록 하였다. 그리고 OCR, UVR과 같은 계전기의 상태를 Main 화면에 문자와 색깔로 표시하여 선로의 단선, 결상 등의 고장과

고장구간을 판별할 수 있도록 하였다. 그리고 현재 통신상태를 화면 상단에 표시함으로써 통신선로, 통신모뎀상태를 진단하기 위한 정보를 제공하였다.

그림 4는 소규모제어시스템과 RTU, CU간의 제어명령실행 개념을 보여준다.

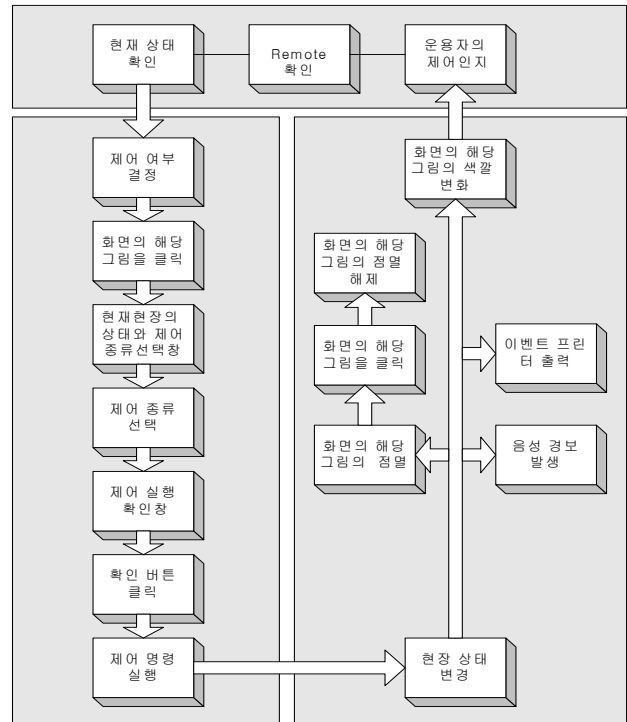


그림 3 시스템 운용자입장에서의 제어실행 과정  
Fig. 3 Process of system control

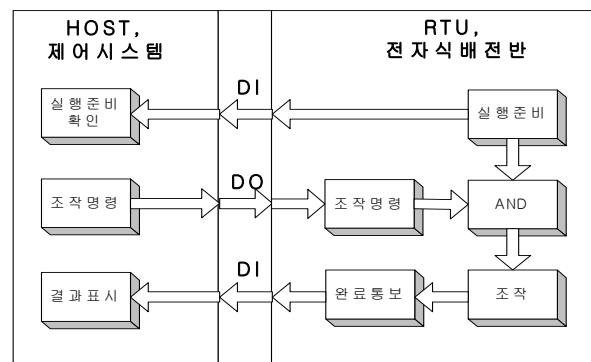


그림 4 제어명령 실행개념  
Fig. 4 Notion of control

**2.4 실험 및 고찰**

실험은 윈도우를 기반으로 설계한 프로그램의 기능을 각각 확인하고 기존 사령실의 원격감시 제어장치와 동시에 연동되는지 현장의 데이터와 비교하는 방법으로 실시하였다. 시스템 동작실험을 확인 하는 방법으로 원격제어실험, 상태실험, 아날로그 데이터실험, 경보실험, 보고서출력실험, 시뮬레이션 프로그램 실험을 실시하였다. 그리고 실험의 전 단계로 통신

상태를 먼저 확인하여 실험 중 오정보로 인한 실험의 불확실성을 배제하였다.

그림 5는 소규모장치 MAIN화면으로 모니터상의 이 화면을 통해 기존 UNIX기반의 사령실 원격감시 제어장치의 기능을 구현하는지 하나씩 확인하였으며, 새로 추가한 그래픽처리와 음성경보, 이벤트처리의 구현을 확인하였다. 보고서 출력을 위한 데이터 저장을 확인하였는지 정해진 시각에 보고서가 출력되는지 확인하였고 현장 근무자가 실제 시뮬레이션 프로그램을 통해 가상 운전을 함으로써 전체 전력계통의 관리업무에 자신감과 흥미를 가질 수 있는지 확인하고 시뮬레이션과 실제 감시화면을 직접 감시, 운영하고 사고의 경우 사고 원인을 분석할 수 있는 트렌드 기능의 구현과 사고 조치의 신속성을 검증하였다.

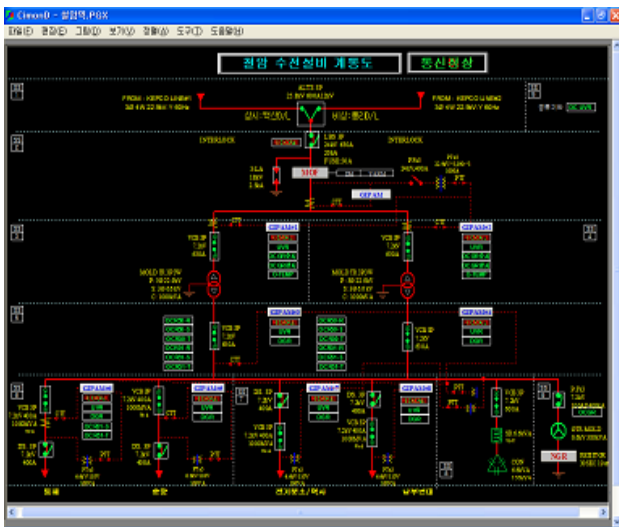


그림 5 소규모장치 MAIN화면  
Fig. 5 Main page of small scale control system

통신상태 확인은 소규모 전력계통제어시스템의 CimonX를 실행시켜 상단메뉴의 네트워크버튼을 눌러 네트워크상태를 확인하였다. 시스템 동작실험은 원격제어실험, 상태실험, 아날로그데이터실험, 경보실험, 보고서출력실험, 시뮬레이션프로그램실험으로 나누어 실시하였다. 차단기가 개방되어 전압이 0V이므로 UVR(Under Voltage Relay)가 동작하였다. OCR, OCGR 계전기의 경우는 계전기 시험 장치를 GIPAM2000에 직접 연결하여 임의의 전류 값을 주어 동작여부를 확인하였다. 아날로그데이터 값은 메인화면의 GIPAM 버튼을 눌러 아날로그 윈도우 화면을 열어 확인하였다. 아날로그상태화면상의 값과 현장의 전자식배전반의 값이 일치하는지 확인하였다. 전력용 소규모 제어장치에서의 경보 처리는 다음과 같다. 우선 현장의 CB등의 설비에서 값의 변화가 있는 경우 감시시스템의 하단에 있는 경보 요약 윈도우에 해당 태그의 경보 발생 시간과 태그 주석, 태그 값, 경보상태, 해제 시각이 나타난다. 또한 현재 시스템에 연결된 스피커로 경보음이 동시에 출력됨으로써 운용자의 시각으로 인식하는 것뿐만 아니라 음성으로 경보를 인식할 수 있다. 현재 전력용 소규모 제어장치의 디지털 태그는 모두 경보로 설정되어 있다. OCR,

OCGR, UVR, DGR, GIPAM통신상태 경보가 발생되면 빨간색으로 표시되고 깜박거린다. 시뮬레이션 프로그램은 Main 화면의 상단메뉴 중 계통도버튼 밑에 시뮬레이션 화면을 선택할 수 있도록 하였다. LBS를 클릭 하여 제어를 실행하고 상태가 변경되어 화면의 LBS 색이 변하는 것을 확인하고 경보 창에 제어명령실행과 LBS상태변화에 대한 메시지가 출력되는지 확인하였다. 그림 6에서 보는바와 같이 시뮬레이션 프로그램에서 감시되는 디지털 상태 값은 가상의 DI 포인트를 사용하였고 아날로그 값은 실제 현장의 데이터로 데이터베이스 관리기의 값을 그대로 가져와 사용하였다.[19] 그러나 제어에 사용되는 DO 포인트는 가상 태그로 사용하여 현장으로 연결되지 않고 해당 가상의 DI 포인트의 값만을 변경하도록 하였다. 그러면 시뮬레이션 화면상에는 가상의 DI 포인트를 사용하여 상태 값이 변경되게 하였다.[20]

시뮬레이션 프로그램은 상단 메뉴의 계통도 버튼을 클릭하여 실행할 수 있는데 이 기능을 사용함으로써 철도 근무자들이 전력계통의 사고에 대한 재해예방교육이 가능하며 철도청의 효율적 인력운용에 따른 근무자의 잦은 인사이동 시에도 실제와 같은 프로그램을 동일한 모니터를 통해 시뮬레이션 해볼 수 있음으로 빠른 시일 안에 해당 업무를 파악하여 수행할 수 있고 현재 국민적 관심을 모으고 있는 고속철도와 철도전철화에 지장이 없도록 소규모 전력계통에 대한 종합적인 시스템으로 자리 잡을 수 있었다.

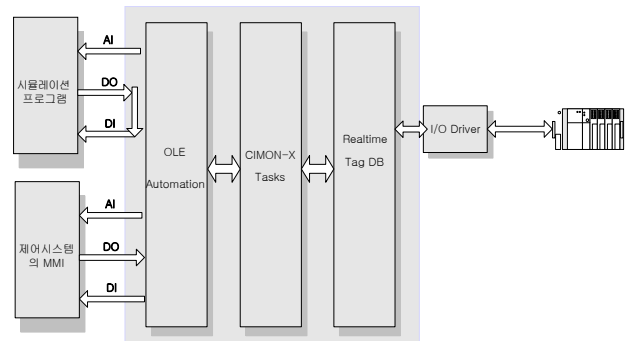


그림 6 시뮬레이션 시스템의 개요  
Fig. 6 Summary of simulation. system

### 3. 결 론

기존의 철도청 원격감시 시스템은 전국의 각 지역 사업소별로 관리 운영되고 있었지만 새로운 통합 SCADA 시스템을 도입하면서 서울의 통합사령실에서 전국의 모든 전력계통의 일괄감시 및 제어를 하고자 추진 중에 있다. 이에 기존 지역 사령실이 없어지고 지역사령실을 대신하기 위해 주요 역사마다 소규모 전력계통 제어시스템을 도입할 필요가 생기게 되었다. 통합 SCADA 시스템의 도입으로 현장 근무자의 소규모 전력계통 제어시스템 사용이 시급한 문제가 되었고 기존 UNIX를 기반으로 한 전력감시제어장치의 경우 현장근무자가 사용하기에 어려움이 많고 윈도우 운용체계보다 고가이며 짧은 시간 내에 전문 업무계승이 힘들고 현장근무자, 보수원의 복잡한 시스템에 대한 문제 기피의식의 심화 등으로 대형사고의 가능성이 높아지고 있다.

본 연구에서는 철도청 영주 전기사무소 관내 철암역의 소규모 전력계통 제어시스템을 산업자동화 프로그램인 Cimon을 이용하여 설계하고 제작 및 설치하여 기존 전력사령실과 동일한 기능을 하고 기존 시스템의 문제점을 보완하며 현장근무자가 쉽게 사용할 수 있도록 음성경보 시스템, 원도우형식의 화면구성, 시뮬레이션 등의 부가기능을 추가하였고 사령의 업무협조로 고장을 복구하지 않고 근무자들이 직접 현장에서 사고의 신속한 조치와 원인규명을 할 수 있도록 하였다.

윈도우를 기반으로 하고 Visual Basic 언어를 사용하여 응용프로그램을 쉽게 개발할 수 있고 시스템 설치 후에도 현장근무자들이 추가 기능들을 손쉽게 개발할 수 있는 Cimon이라는 MMI 프로그램을 사용하여 보다 경제적이고 사용하기에 편리한 시스템을 개발하여 현장근무자들의 시스템에 대한 계통운전 상태과약을 용이하게 하고 원격감시 및 제어에 대한 업무부담을 덜어주어 사고 시 짧은 시간 내에 원인을 규명하고 고장을 복구하여 안정된 전력을 수용가에 공급할 수 있으므로 효율적인 전력계통의 운전이 가능하게 되었다. 현장에서 검증된 본 프로그램은 현재 대전전력사령실, 부산전력사령실, 춘천전력사령실, 영주전력사령실에서도 설치 운전중에 있으며 경부선, 영동선, 호남선의 역사마다 소규모 시스템이 설치되었고 충북선의 역사에는 현재 설치 중에 있어 철도청 전력계통 제어 시스템으로 자리 잡게 되었다.

### 참 고 문 헌

[1] “통합사령실 구축에 따른 실시설계”, 철도청, 2002  
 [2] “통합사령실 최종보고서”, 철도청, 2002  
 [3] “동해전기분소 소규모제어시스템 사용자 설명서”, (주)한발, 2001  
 [4] 이용해, 문국연, 박장범, “전력감시제어설비(SCADA)의 OPEN SYSTEM ARCHITECTURE 적용”, 한국전력공사, pp. 992-995, 1996.10  
 [5] 이용해, 남태현, “최적규모의 변전소 집중원방감시제어(SCADA)시스템 구성”, 한국전력공사, pp. 678-682, 1996.10  
 [6] 류재택, 박세용 “배전자동화 시스템용 MMI 개발 가능성”, 한국전력공사, pp. 107-112, 1990.10  
 [7] 박중수, “CATV 전송로를 공용하는 배전자동화시스템”, 한국전력공사, pp. 994-998, 1993.10  
 [8] 우희곤, “전력회사의 원방 감시 제어 시스템의 운용개선 사례”, 한국전력공사, pp. 164-168, 1986.10  
 [9] “철암전기분소 소규모제어시스템 매뉴얼”, (주)한발, 2002  
 [10] “Cimon Manual”, KDT SYSTEMS  
 [11] 우희곤, “전력회사의 원방 감시 제어 시스템의 운용 개선 사례”, 한국전력공사, pp. 633-636, 1986.10  
 [12] 송인호, 박종화, 최중협, “광 LAN을 적용한 765kV 변전소 감시제어 시범시스템 설계”, 한국전력공사, pp. 996-999, 1996.10  
 [13] 우희곤, 최성수, “SCADA 시스템의 기록체계개선 사례”, 한국전력공사, pp. 403-406, 1987.10  
 [14] 양승권, 박현신, 박종범, 정학영, “원전 공정제어계통 PLC Prototype의 MMI 연구”, 한국전력공사, pp.

1261-1264, 1998.10  
 [15] 문홍석, 조선구, 이복규, 이원빈, “하계 피크전력 감소를 위한 냉방기제어시스템 개발 및 적용”, 전력연구원 전력계통연구실, pp. 783-787, 1996.10  
 [16] 우희곤, 최성수, 양국모, 이형일, “전력계통 제어 훈련용 시뮬레이터 개발”, 한국전력공사, pp. 1098-1103, 1991.10  
 [17] 문국연, 김희문, “전력설비종합자동화에 이용되는 각종 Transducer에 관한 연구”, 한국전력공사 전자통신처, pp. 572-576, 1989.10  
 [18] 이성우, 윤명현, 문홍주, 신창훈, 이병윤, “원자력발전소 분산제어시스템을 위한 통신 프로토콜의 실시간 특성 해석”, 한국전력공사 전력연구원, pp. 102-105, 1999.10  
 [19] 현덕화, 문홍석, “배전계통의 자동화 운전”, 한국전력공사 기술연구원, pp. 557-561, 1989.10  
 [20] 김명수, 고상천, 이상운, “배전자동화시스템의 프로토콜 개발 연구”, 한전 전력연구원 전력계통연구실, pp. 73-76, 1999.10

## 저 자 소 개



이 승 철(李昇喆)

1975년 7월 7일생. 2001년 한밭대 전기공학과 졸업. 공주대학교 대학원 전기전자정보공학과 석사(2003). 현재 전력연구원 벤처1호(주)한발 기술연구소 근무

Tel : 042-931-4771

Fax : 042-931-4777

E-mail : goodluck@hanbal.co.kr



신 관 우 (申寬雨)

1971년 1월 4일생. 1996년 호원대 전기공학과 졸업. 공주대학교 전기공학과 대학원 석사(1998), 동대학원 박사(2003). 2003년~현재 공주대학교 정보통신공학부 BK 교수.

Tel : 041-850-8929

Fax : 041-857-8411

E-mail : skw@kongju.ac.kr



이 윤 섭 (李允燮)

1955년 5월 16일생. 1979년 연세대 전기공학과 졸업. 동대학원 석사(1981), 동대학원 박사(1991). 1991년~현재 공주대학교 전기공학과 교수.

Tel : 041-850-8604

Fax : 041-857-8411

E-mail : ysllee@kongju.ac.kr