

전력 정보 특성 데이터 운영을 위한 시스템 개발에 관한 연구

최철환 · 김병섭 · 제정광 · 전태영 · 신용학  
LS 산전 중앙 연구소

A study on development of an operation system for power information data

Chul-Hwan Choi, Byung-Seop Kim, Jung-Kwang Je, Tae-Young Chun, Yong-Hark Shin  
LS Industrial Systems Central R&D Center

**Abstract** - 최근 들어 전력망계는 기계식에서 반도체 소자를 사용하는 전자식으로 점진적으로 교체되고, 외부 통신 장치와의 데이터 통신 방식에 있어 국제 표준 규격인 IEC 62056을 기반으로 표준화 하고 있다. 그리하여 표준화된 데이터 통신 방식으로 수집된 전력 정보를 취합하고 통합하는 운영 시스템 구축이 대두하게 되었고 사용자 중심의 HMI(Human Machine Interface) 관점에서 다양한 고객의 요구와 분석 자료 그리고 방대한 데이터 관리를 제공하기 위한 편리한 운영자 환경을 제공해야 한다. 본 논문에서는 전력망계에서 측정된 전력 정보를 저장하고 운영할 수 있는 시스템 개발에 관하여 연구하였다.

1. 서 론

지금까지 전력망계는 계량 수치만 단순히 측정하여 데이터 수집 장치와 1 : 1로 연결 및 운영되었다. 그리고 전력망계의 타입에 따라 데이터 수집 장치가 다양하게 통신 프로토콜을 이용하였기에, 경우에 따라서는 통신 드라이버나 프로토콜을 지원하지 않게 되어 유지, 보수 비용의 증가에 따른 문제점 등이 발생 되었다. 그러나 현재까지 정의된 모든 계량 도메인은 물론이고 추후에 정의될 계량 도메인까지 상호 운용에 지장이 없고 계량 기능에 적합하도록 지원하고자 IEC 62056 통신 프로토콜이 제시되었는데, 여기에는 계량 데이터의 객체를 정의하고 계량 데이터를 전송하는 인터페이스와 모델링 방법 등에 있어 표준을 제시 하였다. 그리하여 IEC 62056 기반으로 수집된 전력 정보를 통합하는 시스템 구축이 필요하게 되었고, 방대한 데이터를 관리하여 운영자에게 다양한 분석 자료 및 편리한 운영 환경을 제공하는 종합 운영 HMI Platform 개발이 요구된다. 이에 본 논문에서는 전력 정보를 운영할 수 있는 시스템의 아키텍처에 대한 설계 및 기능을 서술하였다.

2. 본 론

2.1 계량 데이터의 객체 모델링

전력망계는 각종 전력 사용량을 허용된 오차 범위 내에서 계량하여 그 값을 디스플레이 할 수 있는 기기이다. 지금까지 전력망계는 다양한 통신 프로토콜을 이용하였기에 상호 운용이나 유지 및 보수에 어려움이 있었으나, IEC 62056의 등장으로 전력망계의 전력 정보에 대한 통신 인터페이스가 규격화 되었다. 그리하여 전력망계와 외부 통신 장치와의 데이터 통신 방식이 표준화되어 상호 운용성이 높아졌으며 저렴한 설치비용 및 보안성 등이 강화되었다. IEC 62056 프로토콜은 계량 데이터를 전송하는 방법과 전력망계가 갖고 있는 기능들을 세분화하여 전력망계와 액세스 할 수 있도록 표준화 한다. 통신 프로토콜 모델은 4 계층의 통신 레이어로 구성되는 데[1], 표 1은 IEC 62056 기반의 통신 계층 구조를 나타낸 것이다.

Application Process	+ IEC 62056-62 + IEC 62056-61
Application Layer	+ IEC 62056-53
Presentation Layer	
Session Layer	
Transport Layer	+ IEC 62056-47/Ver 1.0
Network Layer	
Datalink Layer	+ IEC 62056-46
Physical Layer	+ IEC 62056-42 + IEC 62056-21

표 1. IEC 62056 Standard

IEC 62056 기반의 통신 프로토콜에서는 전력망계의 기능을 객체화하고 모델링을 통해 메시지를 주고받을 수 있으며 통신 인터페이스 클래스와 클래스 ID 형식으로 데이터를 정의하여 데이터 전송이 이뤄지게 하는데, 각 클래스에는 클래스를 인식할 수 있는 Class\_ID가 있고 각각의 Class ID는 Attribute와 Method로 구성된다[2].

그리고 전력망계에서 사용되는 식별 코드로서 OBIS(Object Identification System)를 규정하였는데, OBIS는 계측 항목에 대한 유일한 식별자를 제공하며 그룹 A부터 F까지 6개의 그룹값 조합으로 이루어진다.

결국 전력망계에서 사용되는 계량 항목에 대한 식별은 OBIS, Class ID, Attribute Index 등의 정보만 있으면 가능하며, 아래 표 2는 계량 항목에 대한 OBIS 코드를 나타내었다.

항목	OBIS CODE
전력량	순방향 유효 전력량/현월 (1, 1, 1, 8, 0, 255)
역률	평균 역률/현월 (1, 1, 13, 9, 0, 255)
정전 횟수	(0, 0, 96, 7, 0, 255)
공칭값	공칭 주파수 (1, 0, 0, 6, 2, 255)
계량기 고유 정보	유효 전력량 계기 정수 (1, 1, 0, 3, 0, 255)
정전 이력	(1, 0, 99, 98, 1, 255)
누적 수요 전력	누적 순방향 유효 전력/현월 (1, 1, 1, 2, 0, 255)
계량기 날짜/시간	(0, 0, 1, 0, 0, 255)

표 2. OBIS 코드 및 항목

IEC 62056 기반의 통신 프로토콜은 클라이언트와 서버간의 패러다임으로 구성되는데, 전력망계의 기본적인 전력 정보인 유효/무효 전력량, 최대 수요 전력, 역률 등

과 같은 계량 정보를 수집할 수 있다면 수집된 전력 정보를 통합시켜 원격에서도 실시간 및 이력 계량 정보를 수집, 분석할 수 있는 전력 특성 정보 체계 시스템을 구축할 수 있다.

## 2.2 시스템 아키텍처 설계 및 기능

전력 정보를 수집 및 통합하는 시스템은 전력량계로부터 전력 정보를 수집, 분석하여 전력 특성 정보 체계를 기반으로 스키마 구조를 갖는 데이터베이스 서버에 등록하는 기능을 수행하고, 등록된 전력 정보는 전력량계의 기본 정보, 실시간 정보, 이력 정보 등으로 분류되어 기록할 수 있다. 또한 상위 HMI Platform에서는 사용자 중심의 메뉴 구성과 다양한 조회 조건 및 가독성이 높은 화면 배치로 편리한 운영자 환경을 제공해야 한다.

아래 그림은 IEC 62056 기반의 전력량계로부터 전력 정보를 통신용 중계 장치를 통해 상위 HMI 까지 연결되는 시스템 구성도를 나타내었다.

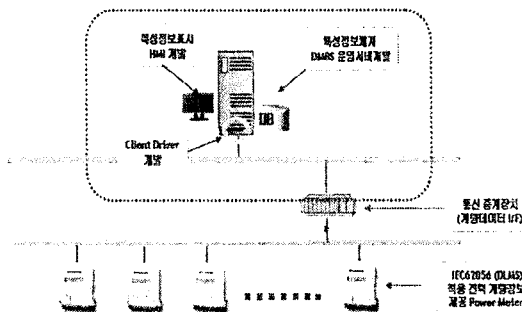


그림 1. 시스템 구성도

전력 특성 정보 체계를 제공하는 시스템의 상세 기능은 다음과 같다.

- HMI : 전력량계의 기본 정보 조회, 실시간 정보 조회, 이력 정보 조회, DataBase 구성 조회.
- DBMS(Database Management System) : Company, Area, Division 정보 관리, STN, 전력량계 등의 Power System Resource 정보 관리, 전력량계 기본 정보 관리, 전력량계 실시간 및 이력 정보 관리.
- Client Driver : 통신용 중계 장치와의 Transaction 관리, Data 송/수신 및 메시지 분석, DataBase 입력.

Client Driver는 통신 중계 장치 서버와 정보를 송, 수신하며 통신 중계 장치에서 정의한 Format에 따라 Data를 분석하고 DBMS에 전력 정보를 등록한다. 이때 중계 장치와 TCP 기반의 통신을 한다면, 통신 중계 장치에서 정의한 Binary 포맷에 맞게 Binary 프로토콜을 사용하여 정보를 송, 수신한다. DBMS는 Client Driver에 의해 수신된 전력 정보를 등록 관리하는데, 전력량계에서 제공되는 전력 정보를 특성 정보 체계 모델을 기반으로 스키마가 구성되어 관리할 수 있도록 제공되어야 한다. HMI는 통신 중계 장치로부터 취득된 정보를 다양한 조회 조건 및 화면을 통해 운영자에게 손쉽게 제공하는 Platform이 되어야 한다.

### 2.2.1 전력량계 데이터 및 통신 중계 장치

전력량계에서 제공되는 전력 정보는 전력량계의 고유 정보를 나타내는 데이터, 실시간으로 변경되는 데이터, 정주기로 저장된 전력 사용량에 대한 이력 데이터로 구분할 수 있다[3]. 전력량계를 교체하지 않는다면 계량기 고유 정보 데이터로서 1) 공칭값, 2) 전력량계 고유 정보가 있는데, 공칭값에는 공칭 전압, 공칭 전류, 공칭 주파수가 있으며 계량기 고유 정보에는 사용자 계기 ID, 제

조회사 계기 ID, 유효 전력량 계기정수, 무효 전력량 계기정수가 있다. 전력량계에서 실시간으로 변경되는 데이터 테이블로서는 1) 계량기 날짜/시간, 2) 정전 횟수, 3) 전력량, 4) 역률, 5) 누적 수요 전력, 6) 통신 상태, 7) 정전 이력이 있다. 정주기로 전력량계에 저장되어 있는 부하 사용량에 대한 이력 데이터 테이블로서는 1) 계량기의 날짜/시간, 2) 전력량, 3) 역률이 있다.

전력 정보를 계량하는 전력량계와의 I/F를 위한 기본적인 전력 정보 데이터 테이블은 위에서 언급한 데이터를(OBIS 표준화 규격 적용) 기본으로 할 수 있고, 통신용 중계 장치는 RS 485 전력량계 네트워크에 접속하여 동적으로 계량 정보를 수집하고 통합하여 DBMS에 데이터를 전달하는 기능을 제공해야 한다. 중계 장치는 다수의 하위 디바이스와 연결되어 데이터를 수집하고 상위의 명령을 전달하는 역할을 하기 위해 네트워크 전용 프로세스를 기본으로 하위 디바이스와의 인터페이스를 위해 2개의 Serial Port(에비 포트 포함) 및 상위와의 인터페이스를 지원해야 한다. 중계 장치의 기능과 운영 체제는 아래와 같이 제시할 수 있다.

- RS485 Interface : RS485 to 전력량계 통신 사양.
- 통신 Client : 통신 사양에 맞는 Statck, 서비스 담당.
- 상위 Client Driver I/F : 상위 통신 규약에 따른 I/F 및 데이터 백업(필요시).
- 운영 체제(S/W) : Linux Kernel(현재 Ver 2.4.18)
- 디바이스 드라이버

### 2.2.2 계량 데이터 I/F 및 DBMS

클라이언트와 서버간 통신 패러다임 모델을 적용한 IEC 62056 통신 프로토콜을 고려해 볼 때, 통신 중계 장치와 상위 시스템간에는 클라이언트에서의 요청이 있을 경우, 서버에서 해당 서비스를 응답하는 통신 방식을 적용할 필요가 있다.



그림 2. 서버/클라이언트간 서비스 통신 방식

TCP/IP 기반의 통신은 일반적인 클라이언트/서버간의 데이터 통신 모델이기 때문에 중계 장치와 상위 시스템간의 통신 방식으로 적합하다. 이때 서버는 중계 장치가 되고 상위 Client Driver는 클라이언트가 될 수 있는데, 서버와 클라이언트는 사전에 통신의 신뢰성과 각 어플리케이션 운영의 효율성을 높이기 위해 Message Packet의 최대 Size를 약속할 필요가 있으며, Message Packet Size가 정의된 Size를 넘지 않을 경우 1) 연결, 2) 데이터 통신, 3) 해지의 기본적인 순서를 따르게 된다. 만약 약속된 Size를 넘는 확장된 메시지의 경우에는 1) 클라이언트 데이터 요청, 2) 서버가 정의된 Size를 넘을 경우, 적절하게 Block을 나누어 Message Packet에 정보를 기록하고 응답, 3) 클라이언트는 수신한 Message Packet에서 추가로 보내어질 데이터가 있음을 해석하고 다음 Block의 데이터를 요청, 4) 서버는 마지막 Block이라는 정보를 기록하고 응답 하는 Flow를 제공해야 한다.

아래 표 데이터 위와 같은 통신 모델에 기반을 둔 프로토콜 데이터 Unit 형태로서, Read Request(총 21 Byte)와 Write Response(총 12 Byte)에 대한 데이터 Unit을 나타내었다.

Res	Meter ID	Length	Tag	Type	Res	Class ID	OBIS	Att	Res
표 3. Read Request									

Res	Meter ID	Res	Length	Tag	Type	Res	Result
표 4. Write Response							

전력 정보에 대한 전력 특성 정보를 저장하게 되는 DBMS는 물리적인 데이터 모델링과 논리적인 데이터 모델링과의 엔티티 관계도(ERD)를 기반으로 데이터베이스 운영 시스템을 고려해야 한다. 앞에서 규정한 전력 정보 고유 데이터, 실시간 데이터, 이력 데이터를 기반으로 논리적 모델을 물리적 모델로 변환하고 데이터 중복을 최소화하는 정규화 작업을 진행해야 하며 데이터 타입 및 길이 결정, 참조 무결성, 인덱스 및 뷰 설계, 저장 공간 사용 계획, 테이블 정의, 테이블 설계 등을 고려해야 한다[4].

### 2.2.3 HMI

전력 특성 정보에 관한 다양한 어플리케이션을 제공하는 HMI는 통신 중계 장치로부터 데이터를 수신한 Client Driver에 의해 분석 등록된 정보를 다양한 조회 조건 및 화면을 통해 운영자에게 손쉽게 제공하는 PC 기반의 사용자 중심 화면을 제공해야 한다.

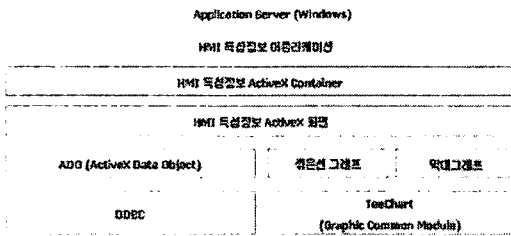


그림 3. HMI S/W 및 Application 구성도

HMI에서는 전력량계에서 취득한 전력 정보에 대한 기본 정보, 실시간 정보, 이력 정보를 조회 및 데이터베이스에 대한 구성 및 조회가 가능한 기능을 갖는 어플리케이션을 제공해야 한다. 사용자에게 친숙한 환경인 Window 기반의 HMI는 아래와 같은 기본적인 어플리케이션 구축 방법에 대해 고려해야 한다.

- ActiveX 기반의 Container : 주요 화면은 ActiveX 기반으로 제공되어 손쉽게 프로그램이 호출되고 재사용성이 가능하도록 한다. 메뉴 및 툴바는 Container로 구축되어 사용자에게 의해 선택한 ActiveX를 호출하도록 한다.
- 실시간 전력량계 정보 제공 : 계량기의 ID 리스트, 각각의 전력량계의 고유 정보 및 시간, 공칭값등을 제공한다.
- 전력량계별 실시간 정보 조회 : 전력량계 ID를 선택하면 전력량계의 기본 정보 및 전력량, 역률, 누적 수요 전력 등과 같은 전력 정보를 실시간 감시 화면으로 제공한다.
- ADO(ActiveX Data Object) 공통 모듈 : 원격 제어, ODBC OLE DB 등과 같은 데이터베이스 이외에도 다양한 문서를 함께 공유할 수 있는 OLE DB 기술인 ADO를 사용하는 모든 모듈을 위해 데이터베이스 Connect/Close 루틴을 제공하는 ADO 공통 모듈을 제공한다.
- 전력량계 ID 기본 정보 데이터 조회 : 사용자가 선택한 전력량계의 제조 회사, 유효 전력량 계기정수, 무효 전력량 계기정수, 전력량계 시간, 공칭 전압, 공칭 전류, 공칭 주파수 등을 데이터베이스에서 조회할 수 있다.
- 전력량계 이력 조회 : 사용자가 선택한 전력량계의 이력 전력 정보를 데이터베이스에서 조회할 수 있고 이력 데이터에 대한 분석 정보(예시 : 막대, 꺾은선 그래프)를 제공한다.
- 데이터베이스 구성 조회 : Package에 따라 데이터베이스 스키마 및 해당 테이블의 내용을 조회한다.

### 3. 결 론

전력량계로부터 수집된 전력 정보를 통합하는 시스템 구축의 필요성과 방대한 데이터를 관리하여 운영자에게 다양한 분석 자료 및 편리한 운영 환경을 제공하는 종합 운영 HMI Platform 개발 방안에 대해 제시하였다. 최근 들어 전력량계와의 표준 통신 프로토콜인 IEC 62056을 적용한 전력량계로 점차 교체되고 있는 추세에 맞춰, 전력 정보 취득을 위한 표준 통신 인터페이스 방식을 적용한 시스템 구축이 요구되고 있다. 그리고 수집 및 통합된 방대한 데이터를 관리하여 운영자에게 다양한 분석 자료 및 편리한 운영 환경을 제공하는 종합 운영 HMI Platform 개발이 필요하게 되었다.

이번 연구에서는 전력량계에서 계량된 전력 정보 운영에 관한 시스템을 제안하였는데, 추후에는 제안된 시스템에 대한 실제적인 구현 및 적용 사례에 초점을 두고 개발을 진행할 예정이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] <http://www.iec.ch>
- [2] IEC 62056-53 : COSEM Application Layer, 2002
- [3] IEC 62056-61 : OBIS Object Identification System, 2002
- [4] 키무라 히로후미 외 1명(공저) : SQL 데이터베이스 입문, 영진 출판사, 2002.