

스마트 그리드용 IEC61850 기반 변전소에서의 게이트웨이 개발

논 문
60-7-5

Development of the Gateway in IEC61850 based Substation for Smart Grid

윤 석 열*
(Yun Seok-Yeul)

Abstract - This paper presents the development of gateway for smart grid for the interoperable communication between IEC 61850 station leveled devices and one of legacy Modbus, DNP3, and IEC60870-5-101/104/103 communication protocol devices of bay level in substation or for the exchange of information between IEC 61850 substation and SCADA control center. The data-mapping model is designed for the exchange of information and the gateway configuration tool is developed for generating meta-data based on XML Schema. this paper is mostly concerned with the design and realization of gateway system for the interoperable data communication between a legacy protocol device and IEC61850 based devices or systems.

Key Words : IEC61850 CDC, IEC60870-5, XML Schema, IEC61970 CIM, DNP3.0, Data mapping, Station gateway LN

1. 서 론

오늘날 스마트그리드의 데이터서비스는 디지털변전소 규격인 IEC61850과 기존 전력망에서 사용되어 온 IEC60870-5-101/103/104 및 DNP3.0 통신 프로토콜 간 상호운용이 가능하도록 요구되고 있다[1].

IEC61850 디지털 변전소는 MMS(Manufacturing Messaging Specification) 및 고속 이벤트(GOOSE) 통신 프로토콜을 사용하는 스테이션 버스와 샘플 값(SAV) 통신 프로토콜을 사용하는 프로세스 버스로 표준화되어 있다[4-9]. 지금까지 주로 전력 유틸리티에서 사용하는 IEC60870 혹은 DNP3.0 원격통신장치(RTU)와 같은 기존 마스터 장치들이 IEC61850 스테이션버스의 베이레벨 장치들과 정보교환이 요구되고 있고[10,11], 공통데이터클래스(CDC)기반의 데이터모델을 사용하는 IEC61850 변전소와 기존 IEC 60870-5-101 /IEC 60870-5-104 또는 DNP3.0 규격을 사용하여 광역통신망(WAN)에서 제어센터 간의 실시간 정보교환 필요하다[2-3]. 또는 IEC61850기반 변전소와 IEC61970 공통정보모델(CIM) 기반의 제어센터 간 정보교환뿐만 아니라, 신재생에너지로 분류되는 수력, 풍력, 분산전원 그리고 자산 관리용 상태감시진단 설비와 같은 분야에서 사용하는 Modbus 프로토콜과 IEC61850기반의 변전소나 스마트 그리드의 양방향 전력 계통에 연계하기 위하여 실시간 데이터 변환과 정보교환이 요구된다[12-13]. 위에서 언급한 영역에서 IEC61850 표준을 지원 하는 다용도 게이트웨이가 요구된다.

본 논문은 XML(Extensible Markup Language) 스키마

기술을 사용하여 스마트 그리드에 적합한 IEC61850 공통데이터클래스기반 프로토콜 게이트웨이 매핑 모델을 제시하고, 편리성을 제공하기 위하여 사용자 인터페이스 기반 스테이션 게이트웨이 구성 편집 도구를 개발하고, 데이터 속성을 이용한 매핑 알고리즘 및 통신 서비스를 수행하는 게이트웨이시스템을 구현하였다.

2. 스마트그리드에서 IEC61850 표준화 동향

최근 스마트그리드로 급속하게 진행되면서 스마트그리드 전략그룹(SG3)은 IEC 스마트 그리드 표준화 로드맵을 발표하였다[1].

표 1 IEC61850 관련 표준화 활동

Table 1 IEC61850 Standard activity

구분	표준명	상태
IEC61850-3	일반적인 요구사항	IS
IEC61850-5	통신 요구사항	IS
IEC61850-6	유틸리티 컨피그레이션 언어	IS
IEC61850-7-1	기본 통신 구조 - 원리와 모델	IS
IEC61850-7-2	기본 통신 구조 - ACSI	IS
IEC61850-7-3	기본 통신 구조 - CDC	IS
IEC61850-7-4	기본 통신 구조 - LN	IS
IEC61850-8-1	통신서비스 매핑 - MMS	IS
IEC61850-9-2	통신서비스 매핑 - SV	IS
IEC61850-10	호환성 시험	IS
IEC61850-7-410	수력 LN	IS
IEC61850-7-420	분산전원 LN	FDIS
IEC61850-80-1	IEC61850과 IEC61870 CDC매핑	FDIS
IEC61850-90-1	변전소간 통신	FDIS
IEC61850-90-2	변전소와 제어센터간 통신	CD
IEC61850-90-3	상태감시 및 진단	CD
IEC61850-90-4	변전소 네트워크 구조	CD
IEC61850-90-5	싱크로페이저	CD

* 정 회 원 : 광운대학교 제어계측공학과 박사과정

E-mail : syyun@zenithtek.co.kr

접수일자 : 2011년 4월 11일

최종완료 : 2011년 6월 27일

이 로드맵은 현재 IEC61850 표준에서 스마트그리드로 진행하는데 추가하여야 할 표준을 정의하고 있다. 표 1은 2005년에 채택된 IEC61850 Ed1 표준이 변전소 자동화뿐만 아니라, 수력 및 풍력 같은 전력 유틸리티에 광범위하게 확대 적용되고 있음을 보이고 있다. 최근에는 Ed2 표준이 발표되고 있다.

유틸리티용 IEC61850 표준 네트워크 계층 구조는 그림 1과 같다. 그림 1의 네트워크 계층 구조는 변전소 레벨에서 기존 IEC 60870-5-103/101/104 표준 프로토콜과 IEEE 1815 DNP3.0 표준 프로토콜 그리고 새로운 IEC61850 표준 프로토콜이 혼재하고 있다.

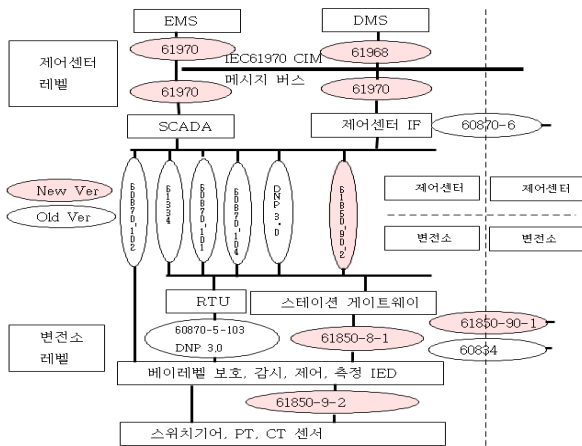


그림 1 IEC 61850 통신 네트워크 구조
Fig. 1 Architecture of IEC 61850 Communication Network

3. IEC61850 변전자동화 적용

현재 전력분야에는 IEC61850을 기반으로 한 표준을 제공하는 지능형 전자 장치(IED), 원격단말장치(RTU) 또는 스테이션 제어기(Station Controller)를 이용하여 IEC61850 변전소 자동화 구축 시 엔지니어링 과정은 아래와 같이 진행된다.

- 1) 변전소의 계통 단선도를 작성한다.
- 2) IEC61850 스테이션 버스와 연결되는 베이레벨 기능에 따라 지능형전자장치(IED)를 선택한다. IED는 측정용, 보호용, 감시용, 제어용, 및 기타 용도로 구분할 수 있다.
- 3) IEC61850 스테이션 버스와 연결되는 베이레벨의 기능에 따라 사용할 논리노드(Logical Node)를 구분한다. 용도별 논리노드는 IEC 61850-7-4를 참조한다.
- 4) IEC61850 통신서비스 따라 스테이션 버스 레벨 디바이스와 통신을 연결한다. 즉 변전소내의 스테이션 버스 레벨 통신, 프로세스버스 레벨 통신, 변전소간 통신, 변전소와 제어센터 사이 통신 등.

현재 IEC61850 변전소에서 게이트웨이가 요구되는 영역은 아래와 같다.

- 1) 베이레벨의 IEC61850-5-103 혹은 DNP3.0 지원 기존 장치는 IEC 61850 스테이션 버스 연결용 IEC61850 서버 게이트웨이가 요구된다.

- 2) 신재생에너지 분야의 Modbus 혹은 DNP3.0 지원 분산 전원 장치는 IEC 61850 스테이션 버스 연결용 IEC61850 서버 게이트웨이가 요구된다.

- 3) IEC61850 스테이션 버스와 IEC60870-101/104 혹은 DNP3.0 프로토콜을 지원하는 제어 센터 간 통신에 IEC61850 클라이언트 게이트웨이가 요구된다.

- 4) IEC61850 스테이션 버스와 IEC61850 프로토콜을 지원하는 IEC61970 공통정보모델기반 제어센터 간의 통신용 IEC61850 프록시 게이트웨이가 요구된다.

IEC61850 변전소에 게이트웨이가 적용 가능한 범위를 표시한 변전소 네트워크 계층구조는 그림 2와 같다.

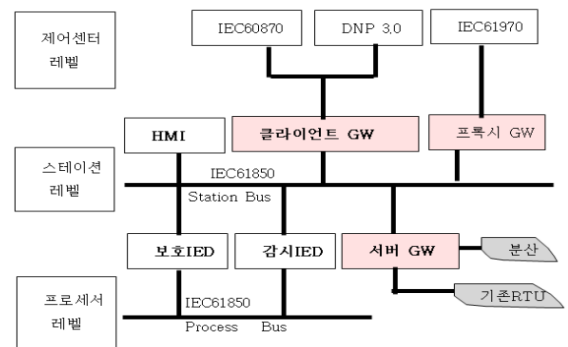


그림 2 IEC61850 변전소 네트워크 구조
Fig. 2 Architecture of IEC61850 Substation Network

4. IEC61850 변전소용 게이트웨이

디지털 변전소에서 다양한 형태의 프로토콜을 적용하려면 게이트웨이는 다음과 같은 특징을 제공하여야 한다.

- 1) IEC61850 MMS 및 고속이벤트(GOOSE) 통신서비스를 제공하여야 한다.
- 2) 기존 IEC60870-5-101/103/104, DNP3.0 및 Modbus와 같은 다양한 프로토콜을 IEC61850 공통데이터클래스 프로토콜로 변환작업이 용이하도록 설계되어야 한다.
- 3) IEC61850 서버 기능, IEC61850 클라이언트 기능 및 IEC61850 프록시 기능을 제공하여야 한다.
- 4) 전력 유틸리티에 적용되는 시스템은 IEC61850-3 표준에 적합한 제품으로 구성되어야 한다.

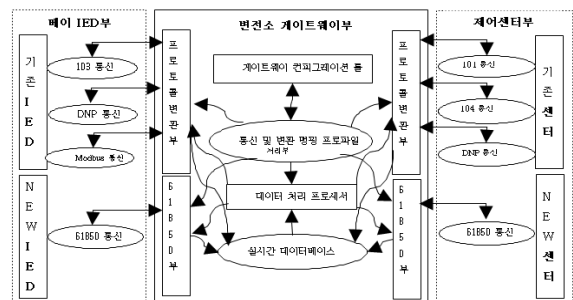


그림 3 IEC61850 게이트웨이 소프트웨어 기능 구조
Fig. 3 Functional Software Architecture of IEC61850 Gateway

전력 유틸리티에서 요구되는 기능 중 1), 2), 3)항 부분은 소프트웨어 특징을 가지고 있으며, 4)항 부분은 하드웨어 특징을 가지고 있다.

본 논문에서는 게이트웨이 구성모듈, 프로토콜 변환모듈, 매핑 프로파일 처리모듈, 데이터 프로세서 및 실시간 데이터 베이스와 IEC61850 통신 서비스모듈로 구성되는 소프트웨어를 그림 3과 같이 구현하였다.

게이트웨이 구성모듈은 메타데이터 편집 기능과 각종 시스템 진단 유틸리티기능을 제공하고 있으나, 본 논문에서는 메타데이터 편집기능 만을 상세하게 연구하였다.

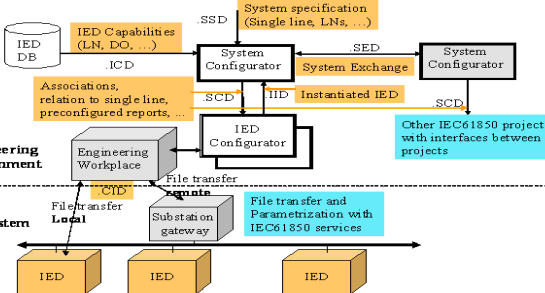
4.1 게이트웨이 메타데이터 편집 도구

지금까지 변전소에 적용하는 변전소 구성 언어(SCL) 편집 도구는 IEC61850 표준에서 정의한 데이터 클래스 기반으로 작성하는 범용 XML 편집기 혹은 그래픽 기반 편집기가 있으나, 게이트웨이 메타데이터 편집도구는 별도로 존재하지 않았다. 따라서 변전소 내의 기존장비와 IEC61850 통신, IEC61850기반 보호계전기과 통신, 기존제어센터와 통신 및 IEC61970기반 제어센터와 통신인터페이스 기능을 수행하기 위하여 IEC61850 표준 XML 스키마 규칙에 따라 통신 프로토콜 메타 데이터(CPMD)와 통신 프로토콜 데이터 매핑 메타데이터(CPDMD)를 생성하는 편집도구가 요구된다.

개발한 편집도구는 XML 스키마 규칙에 익숙하지 않은 사용자에게 통신서비스 기능을 정의한 통신 프로토콜 정보 파일과 통신 데이터 변환 및 데이터 업데이트 기능을 정의한 프로토콜 데이터 매핑 정보파일을 쉽게 편집할 수 있도록 제공한다.

이 메타데이터 편집도구에서 편집 가능한 정보파일은 IEC61850 서버용 표준 XML 스키마 파일, 기존 표준 IEC60870-5-101/103/104 프로토콜용 XML 스키마 파일, 기존 IEEE1815 DNP3 프로토콜용 XML 스키마 파일과 기존 산업용 de-facto 표준인 Modbus 프로토콜용 XML스키마 파일을 자동 생성 가능하며, 이 정보파일 중 표준으로 정의된 IEC61850 표준 XML 스키마 파일은 IED_XML.icd, SCL_XML.scd 파일이고, 나머지 통신 프로토콜 파일정보는 XML 스키마 정의에 따라 독자적으로 설계한 프로토콜.xml 파일을 생성하였다. IEC61850 표준에서 정의한 SCL(변전소 구성설명언어)파일 정보 흐름 기준모델은 그림 4와 같다.

그림 4 IEC61850 정보흐름의 기준모델
Fig. 4 Reference model of IEC61850 information flow



지능형 전자 장치 명세서(ICD) 혹은 시스템 구성 명세서(SCD) 편집기는 그림 5와 같다.

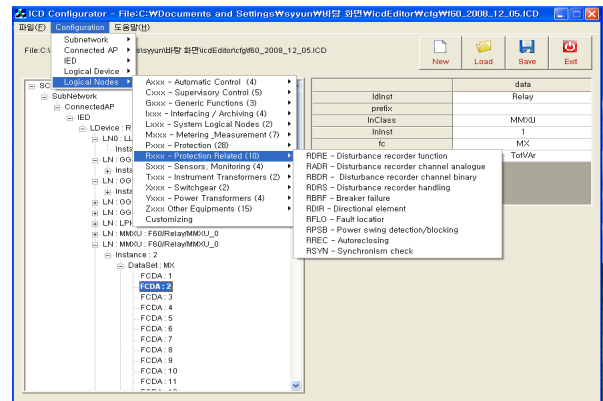


그림 5 IEC61850 XML 파일용 ICD 구성 편집기
Fig. 5 ICD configuration Editor of IEC61850 XML File

기본적으로 IEC61850 표준은 전력유틸리티의 물리장치를 가상화된 논리노드(LN)로 정의하며, 1개의 서버에 다수의 논리장치가 존재할 수 있으며, 1개의 논리장치에는 LLN0, LPHD 및 XCBR과 같은 논리노드가 다수 존재할 수 있다. 논리노드에 존재하는 데이터는 IEC61850-7-3 공통데이터클래스(CDC)에 정의된 상태 정보, 측정량 정보, 제어가능 정보, 제어가능 아날로그 정보, 상태 설정 값, 아날로그 설정 값 및 설명 정보를 사용하며, 이 공통데이터클래스는 기본적으로 값(value), 퀄리티(quality) 및 시간스탬프(TimeStamp) 속성과 기타 옵션 데이터 속성으로 구성되어 있고, 이 데이터 속성은 2진형(Boolean), 열거형(Enumerate), 정수형(INT8/INT16/INT32/INT64 등), 실수형(Float32/Double64), 문자열(String)과 같은 속성을 정의하고 있다.

또한 IEC61850-80-1 표준은 변전소 레벨에서 IEC61850 클라이언트와 IEC60870-5-101/104 슬레이브 사이에 그림 6과 같이 공통데이터클래스(CDC)의 stVal, q, t 속성 데이터 형과 ASDU TI1 데이터 형을 일 대 일(Peer to Peer) 데이터 매핑 규칙을 정의하여, 변전소와 제어센터 간 통신 프로토콜 데이터 호환성을 제공하였다. 즉 그림 7과 같이 매핑되어 있다.

그림 6 IEC61850-80-1 매핑구조
Fig. 6 Mapping architecture of IEC61850-80-1

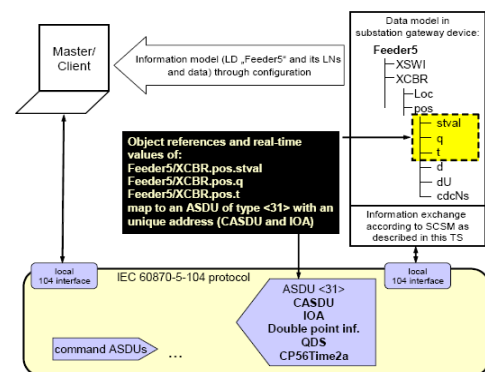


표 2 IEC61850-80-1 CDC와 IEC60870 ASDU간 지원 되지 않는 데이터형

Table 2 Not supported data type between IEC61850-80-1 CDC and IEC60870 ASDU

IEC61850 CDC 와 ASDU TI와 지원되지 않는 매핑 (Edition 2)		IEC60870-5-101/104 와 CDC 지원되지 않는 매핑 (2006 Version)	
CURVE	Setting curve	TI 2	Single point information with time tag
DPL	Device name plate	TI 4	Double point information with time tag
LPL	Logical node name plate	TI 6	Step position information with time tag
CSD	Curve shape description	TI 8	Bitstring of 32 bit with time tag
SAV	Sampled value	TI 9	Measured value, normalized value
ENS	Enumerated status	TI 10	Measured value, normalized value with time tag
HST	Histogram	TI 12	Measured value, scaled value with time tag
ENC	Controllable enumerated status	TI 14	Measured value, SFP with time tag
BAC	Binary controlled analog process value	TI 16	Integrated totals with time tag
ENG	Enumerated status setting	TI 17	Event of protection equipment with time tag
ORG	Object reference setting	TI 18	Packet start event of protection equipment with time tag
TSG	time setting group	TI 19	Packet output information of protection equipment with time tag
CUG	Currency setting group	TI 20	Packet single point information with status change detection
VSG	Visible string setting	TI 21	Measured value, normalized value without quality descriptor
		TI 34	Measured value, normalized value with time CP56Time2a
		TI 38	Event of protection equipment with time CP56Time2a
		TI 48	Set point command, normalized value
		TI 51	Bitsring of 32bit
		TI 61	Set point command, normalized value with time tag CP56Time2a
		TI 64	Bitstring 32 bit with time tag CP56Time2a
IEC61850 Time stamp 구조		IEC60870-5-101/104 Time Tag 구조	
UTC	YYYY-MM-DDThh:mm:ssTZD	CP56Time2a	yy-mm-dd (dow) hh:mm:ss.ms
		time tag	0 ~ 2**48 까지 조 count
IEC61850 CDC data attribute 와 IEC60870-5-101/104 ASDU TI 데이터 매핑 방안			
*비고)IEC61850-80-1 데이터 매핑 방법은 Peer to Peer Data type			
Ex) Boolean to Boolean, INT32 to INT32, Float32 to Float32, UTC to Same type CP56Time2a			
따라서 데이터 형 변환 과 Time Stamp 변환 기능을 이용하면 100% 확장성을 보장함			
Ex) Boolean to Boolean, INT32 to (형변환) INT8, INT16, INT64, FLOAT32 to FLOAT64, UTC to (형변환) Time Tag			

표 2와 같이 공통데이터클래스(CDC)와 ASDU간 데이터 매핑이 안 되는 경우는 데이터 형 혹은 타임스탬프 형이 다른 경우에 발생하였다. 즉 IEC61850-80-1 표준규격은 일 대 일 매핑방식은 제한적인 범위에서 호환성을 제공한다.

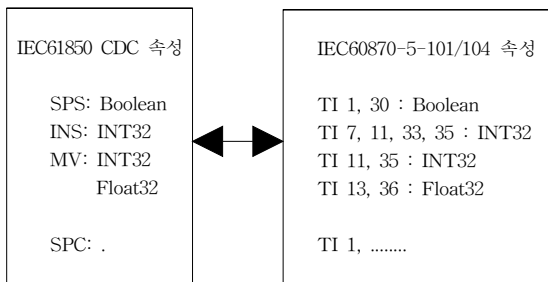


그림 7 IEC61850-80-1 데이터형 일 대 일 매핑
Fig. 7 Peer to Peer Mapping of IEC61850-80-1 Data type

표 2의 *비고에 언급하였듯이 일 대 일 데이터매핑 구조에서 형 변환기능을 추가하여 다음과 같이 5종류의 데이터 형으로 분리하였다.

- Boolean형 Peer to Peer : Boolean Data
- INT형 Peer to (형변환) Peer : 형 변환은 INT8/INT8U/INT16/INT16U/INT32/INT32U/INT64/INT64U

- FLOAT형 Peer to (형변환) Peer : 형 변환은 Float32, Float64
- INTtoFLOAT형 INT to (형변환) Float
- Time형 Peer to (형변환) Peer : 형 변환은 UTC, MMS UTC(time tag), CP56Time2a
- String형 Peer to (형변환) Peer : 형 변환은 VisibleString255, UNICOD-EString255, OCTETString255

분리된 같은 종류의 데이터 형 사이에 자유롭게 데이터 형 변환이 가능하도록 설계하였다. 형 변환, 타임스탬프 변환 그리고 String 변환 기능을 적용하여 다른 프로토콜 사이에도 적용 가능하도록 그림 8과 같이 설계하였다.

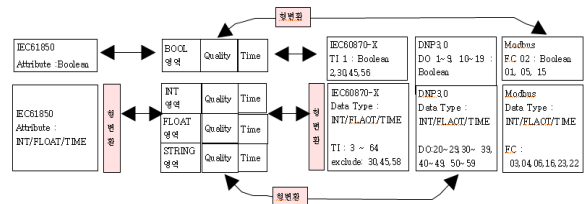


그림 8 유틸리티 프로토콜 간 형 변환 데이터 매핑구조
Fig. 8 Peer to Peer Mapping of type translation between utility protocols

프로토콜 데이터 매핑 정보파일은 IEC60870-5-101/103/104 표준과 IEC61850-7-3 공통정보모델을 기본으로 작성된 IEC61850-80-1 표준모델에서 형 변환 기능을 추가하여, 위의 설명과 같이 프로토콜 사이에 호환성 확보가 편리하도록 설계 하였으며, 퀄리티와 타임스탬프가 없는 일부 기존 프로토콜은 데이터 서비스 시점 기준으로 데이터 정보를 추가하도록 보완하였다.

매핑 규칙에 따라 분리된 데이터는 시작지점의 클라이언트(마스터) 통신채널, 노드정보, 순번정보 와 목적지인 서버(슬레이브) 통신 채널, 노드정보, 순번정보 포함하는 XML 스키마기반 데이터 매핑 정보파일 생성 도구는 그림 9와 같다.

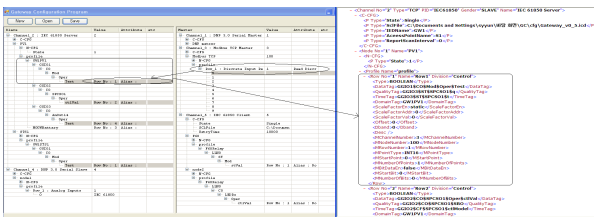


그림 9 게이트웨이 데이터 매핑 생성 도구
Fig. 9 Tool of gateway data mapping generation

4.2 통신 및 변환 매핑 프로파일 처리부

매핑 프로파일 처리부는 파일 시스템에 저장되어있는 XML 스키마기반 통신 프로토콜 정보파일과 프로토콜 데이터 매핑 정보파일을 로드하여 XML Parser(파서)에서 문장 분석 및 데이터 분리 작업을 실시하고 시스템 런 타임 환경에 적합한 실시간 공유 메모리 데이터베이스에 저장한다.

4.3 게이트웨이 프로토콜 변환

IEC61850 MMS 통신 서비스는 고속 실시간 데이터 처리가 용이하고, 또한 프로토콜은 OSI 7 계층과 TCP 호환 통신 프로파일에서 사용가능하고, 시스템 측면에서는 중앙 집중 구조와 분산 구조에서 사용 적합성 때문에 전력 유틸리티용 표준으로 채택되었으며 그 중 IEC61850-8-1 MMS 통신서비스와 IEC6150-9-1/2 통신 서비스 스택 구조는 그림 10과 같다.

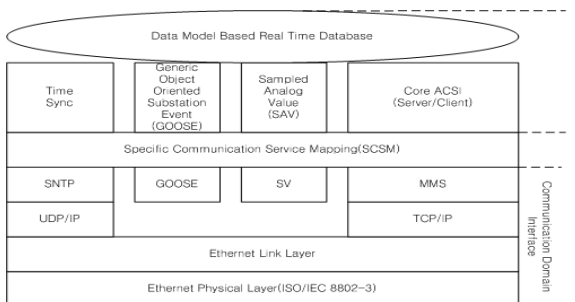


그림 10 IEC 61850의 MMS 프로토콜 스택 구조
Fig. 10 Architecture of MMS protocol stack of IEC61850

MMS구조는 IEC61850-7-2 표준에서 정의한 추상화 통신 서비스 인터페이스(ACSI)의 서버/클라이언트 통신 서비스, 샘플링 통신 서비스, 고속 이벤트통신 서비스 및 타임 동기화 서비스와 같은 1 대 1 매핑 구조를 제공한다. 스테이션 버스에 연결되는 게이트웨이는 MMS 서버/클라이언트 통신 서비스 와 고속 이벤트 통신 방식을 사용하며, 프로세스 버스에 사용하는 샘플링 통신 서비스는 해당되지 않는다. 현재 게이트웨이는 IEC61850-7-2 정의된 논리노드 클래스 모델, 데이터 객체 클래스 모델, 리포트 블록, 제어 모델, 파일 송수신 모델 과 고속 이벤트 통신(GOOSE)을 지원한다. 게이트웨이는 IEC61850 통신 서비스를 위하여 데이터베이스의 정보를 이용하여 베이레벨에 있는 IEC61850 지능형 전자 장치의 서버와 통신 채널을 확립하고, IEC61850-7-2규격의 데이터 객체 클래스 모델 서비스와 리포트 블록 서비스에서 제공하는 송수신 명령을 사용하여 획득한 실시간 데이터를 실시간 공유 데이터베이스에 등록한다. 서버의 리포트 블록은 클라이언트에서 설정한 정보에 따라 이벤트성 정보와 주기성 데이터를 송신한다. 변전소의 스테이션버스에 연결된 서버간 트립과 같은 고속이벤트 정보는 멀티캐스트 방식으로 통신한다. 제어정보의 통신방식은 기존 DNP3.0 또는 IEC60870-5-101/103/104 프로토콜에서 제공하는 신뢰성기반 통신을 제공하고, 추가로 보안 기능 있는 통신서비스를 제공한다.

4.4 데이터 프로세서 및 실시간 데이터베이스

게이트웨이 시스템의 핵심적인 역할을 담당하는 데이터 프로세서는 데이터 매핑 규칙에 따라 정의된 속성 정보에 따라 주기성 정보와 이벤트성 정보를 구분하여 데이터를 처리한다.

설정된 시간 주기에 따라 일정한 간격으로 통신하는 주기성 정보는 클라이언트(마스터) 서비스 요청에 따라 수신된 정보이거나 DNP3.0 프로토콜의 이벤트성(unsolicited) 통신과 IEC61850 주기성 리포트에서 수신한 데이터들이다. 반면 IEC61850 이벤트 리포트 혹은 고속이벤트 서비스, IEC60870 이벤트 서비스, DNP3.0 이벤트 서비스는 이벤트가 발생하는 즉시 변환된 정보만 실시간으로 통신하는 속성을 가지고 있으므로, 게이트웨이의 데이터 프로세서는 이벤트 정보를 수신한 클라이언트(마스터)부터 이벤트 발생 정보와 플래그 정보를 동시에 수신하여, 목적지의 통신 변환 모듈에게 이벤트 통신 서비스를 수행하도록 요청한다.

신뢰성을 요구하는 제어 정보는 통신 노드 사이에 1-대-1 통신 방식을 사용한다. 즉 제어센터에서 요청한 제어명령은 게이트웨이와 베이레벨 IED를 통하여, 차단기 같은 구동 장치를 구동하고, 작동 결과를 수신하여 정상적인 작동여부를 판단한다. 전력 유틸리티 분야에서 통상적으로 사용하는 선택 후 조작 명령 방식은 많은 시간이 요구된다. 따라서 단계별 시간 지연 요소를 최적으로 구성하여 시간초과(Timeout)에 의한 조작 실패가 발생하지 않도록 메모리 상주 방식의 데이터베이스를 채택하여 실시간성을 보완하였다. 선택 후 조작(SBO) 제어 명령시퀀스의 시간지연요소는 그림 11과 같다.

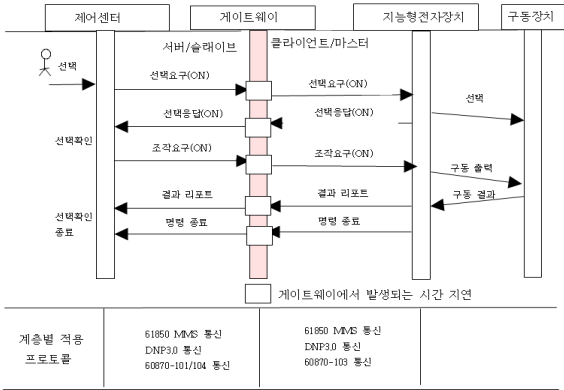


그림 11 선택 후 조작 제어 명령 시간지연
Fig. 11 Time delay of select before operation command

5. 게이트웨이 시험 결과

개발한 변전소용 게이트웨이 구성 편집 도구를 이용하여 각 통신 프로토콜 정보파일과 프로토콜 데이터 매핑 정보파일을 XML 스키마기반 파일로 생성하여, 리눅스 OS기반 변전소용 게이트웨이시스템에 적용하여, 기존 Modbus/DNP3.0/IEC60870-103 프로토콜과 IEC61850 프로토콜 사이에 데이터 호환성 확보 및 실시간성을 시험하였다.

시험한 시스템 구성은 그림 12와 같으며, 시스템 결과를 IEC61850 스테이션 제어기 디버거 및 데이터 로깅 파일로 그림 13과 같이 확인하였다.

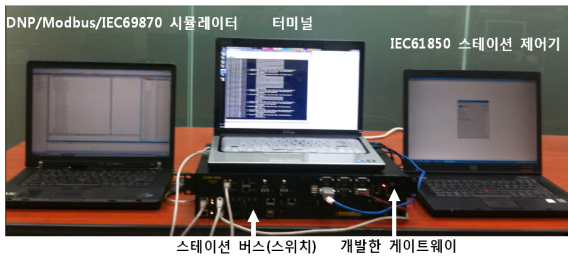
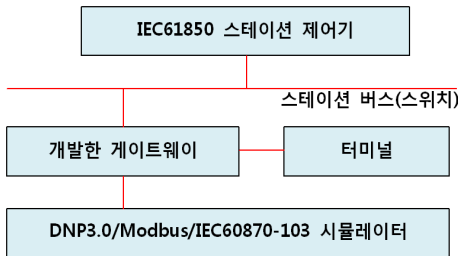


그림 12 시험용 시스템 구성
Fig. 12 System configuration of gateway test

그림 13에 나타난 바와 같이 개발한 게이트웨이에서는 기존의 통신 프로토콜(Modbus, DNP3.0, IEC 60870)와 IEC 61850을 정확히 변환하고 있음을 보여주고 있다.

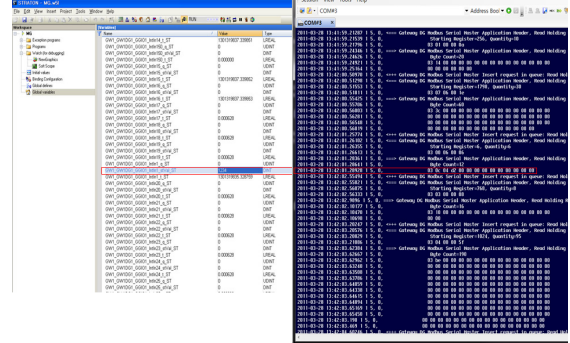


그림 13 시험 결과
Fig. 13 Testing result

6. 결론

본 논문에서는 IEC 61850 기반 변전소에서 기존 legacy(DNP3.0, IEC60870, Modbus 프로토콜을 적용한) SCADA 시스템 혹은 원격단말장치(RTU)간 정보교환을 수행할 수 있도록 개발된 게이트웨이에 대해 언급하였다. 게이트웨이에는 데이터 교환에 필요한 데이터 매핑 알고리즘 설계, 사용자 데이터 매핑 편집 도구의 설계와 구현 및 게이트웨이 각 기능별 소프트웨어 구조 부분을 설명하였다. 개발한 게이트웨이의 성능검증을 위한 시험시스템을 구성하고 시험결과 정확히 정보교환을 수행함을 입증하였다.

향후 스마트 그리드 망에서 요구되는 분산처리용 사용자 로직처리 기능과 사이버 보안 요구 사항을 추가 개발 보완이 필요하다.

감사의 글

본 연구결과가 게재될 수 있도록 도와주신 IEC61850 10 Working 멤버분 및 제니스텍 직원에게 감사 드립니다.

참고 문헌

- [1] NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0(Draft), http://collaborate.nist.gov/twiki-ssgrid/bin/view/_SmartGridInterimRoadmap/PAP12DNP361850.
- [2] Yonghui Yi, Yi Jia Cao, "AN IEC61850 Universal Gateway Based on Metadata Modeling," IEEE Trans. on VLSI Systems, 2007.
- [3] T.S. Sidhu, P.K. Gangadharan, "Control and Automation of Power System Substation using IEC61850 Communication[C]," 2005 IEEE Conference on Control Application, Toronto, Canada, August 28-31, 2005:1331-1336.
- [4] IEC61850-6. "Configuration description language for communication in electrical substations related to

- IEDs,” IS Ed1: 2004-03.
- [5] IEC61850-7-1. “Basic Communication structure - Principles and models,” IS Ed1: 2003-05.
- [6] IEC61850-7-2. “Basic Communication structure - Abstract communication service interface(ACSI),” IS Ed1: 2003-05.
- [7] IEC61850-7-3. “Basic Communication structure - Common data classes,” IS Ed1: 2003-05.
- [8] IEC61850-8-1. “Specific communication service mapping(SCSM) - Mappings to MMS,” IS Ed1: 2004-05.
- [9] IEC61850-80-1. “Guideline to exchange information from a CDC based data model using IEC60870-5-101/104,” FDIS: 2010-05.
- [10] IEC60780-5-xxx, “Telecontrol Equipment And System Part 5. Transmission Protocols Section 103 Companion Standard for the Information Interface of Protection Equipment[S].1999
- [11] IEEE 1815-2010, DNP3.0. “www.dnp.org,”.
- [12] Modbus. “www.modbus.org/tech.php,”.
- [13] IEC61970-301. “Energy Management System Application Program Interface(EMS-API), Part 301 - Common Information Model(CIM),” 2005.
- [14] NISTIR 7628. “Guidelines for Smart Grid Cyber Security : Vol.1,2,3,” August 2010.

저 자 소 개



윤석열 (尹錫烈)

광운대 제어계측공학 박사과정 수료
포스콘 기술연구소 책임연구원
현 제니스텍 대표이사
WG10 IEC61850 위원
IEc61850-90-3 표준기술연구회 위원