

범용 SCADA 게이트웨이 개발을 위한 IEC 61850 통신기능 분석

김건웅*, 송병권**, 김세벽**
*목포해양대학교 해양전자통신공학부,
**서경대학교 정보통신공학과1)
e-mail:kgu@mmu.ac.kr

A Study on the Communication Function of the IEC-61850 for Development of General SCADA Gateways

Geonug Kim*, Byung-Kwen Song**, Sei-Byuck Kim**
*Division of Electronic & Communication Eng., Mokpo Maritime University
**Information Communication Engineering, Seokyeong University

요 약

SCADA 시스템과 관련된 많은 표준 프로토콜이 등장하고 있는데, 앞으로 DNP, IEC61850, DLMS 등의 프로토콜들이 공존하는 형태로 발전할 것으로 예상된다. 본 논문은 이러한 프로토콜들의 공존을 위한 범용 SCADA 게이트웨이 개발을 위해 분석한 IEC 61850의 통신기능을 소개하고 있다.

1. 서론

감시제어설비(SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템은 통신 경로상의 아날로그 또는 디지털 신호를 이용하여 원격장치의 상태 정보 데이터를 RTU(remote terminal unit)로 수집하고 이를 저장, 표시하며, 이를 바탕으로 중앙 제어 시스템에서 원격 장치를 감시 제어하는 시스템이다. 현재 광산, 상하수도, 전력, 연료 관련 업계에서 가장 중요한 영역이라고 볼 수 있다. 현재 SCADA를 위한 많은 프로토콜이 표준화되고 적용되고 있는데, 대표적인 예로 DNP (Distributed Network Protocol) 3.0[1][2][3], IEC(International Electrotechnical Commission)-61850[4][5][6], DLMS(Device Language Message Specification)[7][8][9] 등을 들 수 있다.

1990년대 초반 미국에서 EPRI를 중심으로 UCA2.0을 개발하였는데, 유럽에서 IEC TC57 WG10, 11, 12를 발족 한 후 IEC 60870, UCA 2.0 기술자들을 모아 개발한 것이 IEC 61850이다. 북미 지역에서 현재 가장 많이 이용하고 있는 프로토콜, 신규 도입시 가장 많이 고려하고 있는 프로토콜이 DNP(Serial/LAN)인데 반해, 북미를 제외한 다른 국가들에서 가장 많이 도입을 고려 중인 프로토콜이 IEC61850이다[10].

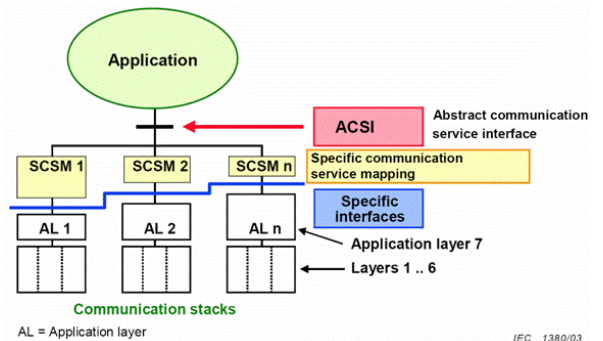
서브스테이션(Substation)들은 전력시스템의 노드들인데, 전력 관리시스템에서 모든 접근과 정보 검색이 이곳에서 이루어진다. 최근 마이크로프로세서의 발전으로 SAS(Substation Automation System)도 많은 발전을 이루고 있으며, 이러한 SAS를 구현할 때 필요한 기능을 제공하는 몇 개의 IED(Intelligent Electronic Device)를 사용한다. 이때 이들 IED간 효율적이고 표준화된 통신이 요구되는데, IEC61850은 이들 IED간 표준화된 통신을 제공한다. IEC61850의 특징은 가장 최신의 통신 기술을 활용하면서, 고차원의 공학을 적용할 수 있는, 강력한 객체 모델링을 채택하고

있는 점이다[4][5].

본 논문에서는 SCADA 시스템의 통신 기능 테스트 및 다른 통신 프로토콜과의 혼용을 위한 게이트웨이 시스템 개발에 필요한 항목을 도출하기 위해 분석한 IEC 61850의 통신 기능 부분을 담고 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 IEC 61850 프로토콜의 개요와 통신 관련 특징을 살펴본 후 3장에서는 IEC 61850의 통신 구조, 4장에서는 5장에서는 ...

2. IEC 61850 개요 및 통신 관련 특징

IEC61850의 통신 기능과 관련된 특징은 응용과 통신의 분리이다. 응용은 ACSI(Abstract Communication Service Interface)에 적합하게 통신을 하는데, 이를 위해서는 응용 계층 프로토콜에 알맞게 변환이 가능해야 하고, 통신 프로파일(communication profile)에 정상적으로 반영되어야 한다. ACSI는 SCSM(Specific Communication Service Mapping)으로 매핑된다[4].



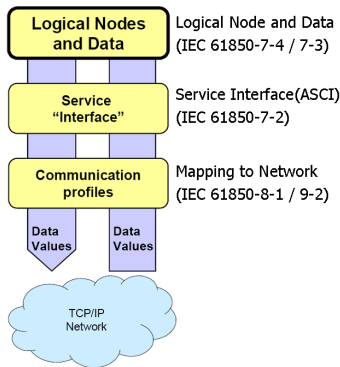
(그림 1) IEC61850 기본 참조모델

IEC61850이 주목받고 있는 가장 큰 이유가 강력한 데이터 모델링이다. 각 LN(Logical Node)는 주고받은 데이터의 문법(syntax)과 의미(semantic)을 해석할 수 있어야만 서로 사용될 수

본 연구는 서울시 산학연지원센터 신기술개발과제 연구비로 수행되었음

있는데, 이를 위해 응용에서는 3단계로 데이터를 모델링한다. 레벨 1 ACISI에서는 객체 모델(object model)로 구체화 되는 도메인 즉 SAS의 항목을 접근하는데 사용되는 모델과 서비스로 구체화 되는데, 이러한 모델과 서비스는 응용의 요구를 반영하여 적용한다. 이때 서비스는 응용의 객체 값을 읽거나 쓰는 기능뿐만 아니라 장비를 제어하는 기능도 수행한다. 레벨 2 CDC(Common Data Classes)에서는 하나 이상의 속성을 갖는 객체의 구조를 정의하는데, 이러한 속성들의 데이터 타입은 IEC 61850-7-1에 정의된다. 레벨 3 "호환 가능한 LN 클래스 및 객체 클래스 (Compatible logical node classes and data classes)"에서는 CDC를 기반으로 하여, 기능 클래스와 데이터 클래스로 정의되는, 호환성 있는 객체 모델을 정의한다.

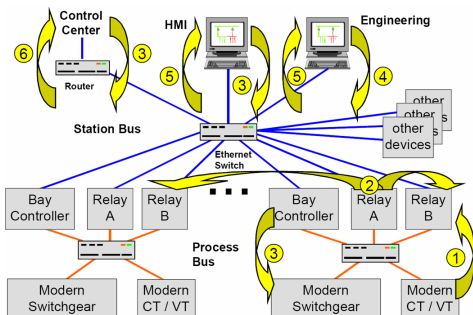
대부분의 LN은 공통 LN 정보와 상태 정보, 설정 값, 측정 값, 제어들에 관련된 정보를 제공하며, 데이터와 데이터 속성으로 기능을 표현한다. 이러한 LN은 최대 30개의 데이터를 제공 할 수 있고, 데이터에는 20개 이상의 속성(attribute)을 포함시킬 수 있다. 이러한 LN의 정보와 서비스는 다음과 같이 통신 서비스로 매핑된다.



(그림 2) IEC 61850의 LN과 통신

3. IEC-61850의 통신 구조

다음 그림에서 보이는 바와 같이 IEC61850은 통신에 의해 변전소의 자동화를 지원하는 것인데, CT(Current Transformer)와 VT(Voltage Transformer) 샘플 값 교환(1), 보호와 제어를 위한 I/O 데이터의 빠른 교환(2), 제어와 트립(trip) 신호(3), 공학 처리 및 구성(4), 감시 및 관리(5), 제어센터(control-center) 통신(6), 그리고 시각 동기화 등이 고려되어 있다[4][6].

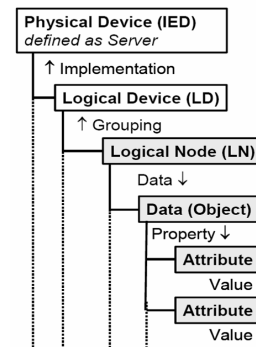


(그림 3) 통신 토폴로지

IEC 61850에서 정의된 통신 방식은 서비스 요청과 응답을 위한 클라이언트-서버 방식과 실시간 통신(SAV 또는 GOOSE)을 위

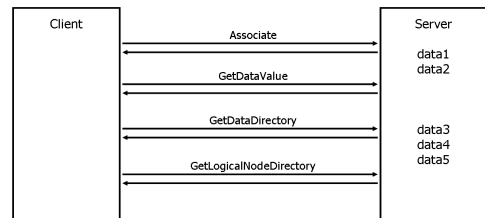
한 일대일, 일대다 방식을 모두 지원한다. 클라이언트-서버 방식의 통신에서 클라이언트는 서비스 요청을 하고 서버에서 처리된 서비스 결과를 확인하며, 또한 서버에서 오는 보고를 받을 수도 있다. 일대일 통신은 시간에 민감한 통신을 위한 것으로 회로 차단기를 작동시키거나 샘플 값을 전송하는데 이용된다.

다음 그림은 ASCII와 기본 개념들을 보여주는데, 여기서 서버 (IED)는 외부에서 볼 수 있는 장치의 동작을 나타내고, 다른 모든 ACISI 모델은 서버의 일부이다. 논리 장치(Logical Device)는 영역 고유의 응용 기능 그룹에서 생성되어 처리된 정보를 포함하는데, 이들 기능은 LN으로 정의된다. LN은 영역별 응용 기능을 정의하는데, 예를 들면, 과전압 보호 또는 차단기에서 생성되어 처리된 정보가 여기에 속한다. 데이터는 객체를 의미하며, 이들은 여러 속성을 가질 수 있다.



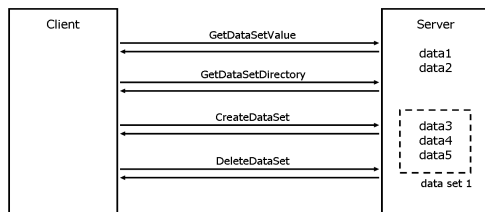
(그림 4) ASCII와 기본 개념

일반적인 데이터 모델은 다음과 같다.



(그림 5) 데이터 모델

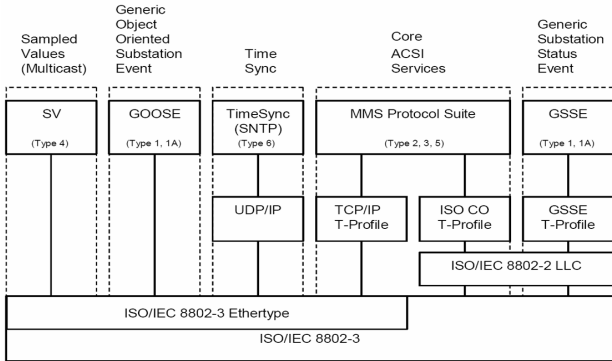
데이터와 데이터 속성의 그룹화를 가능하게 하는 데이터 집합 (DATA-SET) 개념이 있는데, 이는 직접 접근이나 보고, 기록(log) 등에서 사용할 수 있다.



(그림 6) Data-Set 모델

보고 모델은 버퍼가 없는 보고와 버퍼가 있는 보고로 나누어 지는데, 버퍼가 없는 경우 통신 장애 시 사건들을 잃어버릴 수 있으며, URBC(Unbuffered Report Control block)의 SetURCBValues로 설정된다. 버퍼가 있는 보고는 통신 장애 시에도 사건들이 유지되며, BRCB(Buffered Report Control Block)의

로 연결된 자동화기기와 컴퓨터 응용 간에 실시간 데이터와 감시 제어정보를 교환하기 위한 프로토콜로서 실행되는 응용 기능의 종류나 기기의 개발자에 상관없이 표준적인 방법으로 정보를 교환할 수 있다.



(그림 12) SCSM 매핑

4. DNP3.0과 IEC61850의 서비스 비교

DNP3.0과 IEC61850은 서비스를 제공하는 방식에서 근본적인 차이가 있다. 다음 표에서 보이는 바와 같이 DNP의 ASDU는 구체적인 서비스에 바로 매핑이 되는데 반해, IEC61850의 서비스는 객체 내의 속성에 값을 설정하고, 그것을 기반으로 서비스가 제공되는 방식이다[1][2].

표 1. DNP ASDU FC 코드와 IEC61850 통신기능

DNP Master	IEC61850
0x00 Confirm	
0x01 Read	GetDataValue.req
0x02 Write	SetDataValue.req
0x03 Select	
0x04 Operate	
0x05 Direct Operate	
0x06 Direct Op. No Ack	
0x07 Immediate Freeze	
0x08 Immediate Freeze No Ack	
0x09 Freeze and Clear	
0x0A Freeze and Clear No Ack	
0x0B Freeze with Time	
0x0C Freeze with Time No Ack	
0x0D Cold Restart	
0x0E Warm Restart	
0x0F Init Data to Default	
0x10 Initialize Application	
0x11 Start Application	
0x12 Stop Application	
0x13 Save Configuration	
0x14 Enable Unsolicited Messages	
0x15 Disable Unsolicited Messages	
0x16 Assign Class	
0x17 Delay Measurement	
0x18 Record Current Time	
DNP Slave	
0x01 Confirm	
0x02 Response	GetDataValue.rsp, SetDataValue.rsp
0x03 Unsolicited Response	Report GOOSE

IEC61850 클라이언트로부터 요청을 받아 DNP3.0 슬레이브에게 전달해야 하는 게이트웨이는 IEC61850의 서버와 DNP3.0의 마스터 역할을 수행해야 한다. 이 경우 서버에 있는 클라이언트의 요청에 따라 LN 객체 속성 값을 변화시키고, 이러한 속성의 변화

에 따라 해당 장치의 값을 설정하거나 제어 명령을 수행하도록 하여야 한다. 장치(DNP 슬레이브)에서 보고되는 Unsolicited Response의 경우 보고 모델을 이용할 수 있으며, 신속한 정보 전파를 위해 GOOSE나 GSSE를 이용할 수도 있다. DNP3.0 슬레이브와 IEC61850 클라이언트 역할을 수행하는 게이트웨이는 이론적으로는 가능하나 현실성은 없는 구성으로 볼 수 있다.

5. 결론 및 추후 연구 방향

IEC61850은 강력한 데이터 모델링과 일반 시스템 구축을 가능하게 하는 공학도구들을 제공하며, 다양한 통신 서비스를 제공한다. 본 연구에서 목표로 하는 범용 SCADA 게이트웨이는 IEC61850을 기반으로 하는 SCADA 시스템에 기존 DNP3.0과 같은 표준을 기반으로 개발된 장비를 통합할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. 이를 위해서는 서로 다른 표준에 기반한 시스템들 간 의미 있는 데이터 교환이 가능하도록, 데이터의 의미를 일치시키거나 매핑하는 기능을 제공해야 하며, 각 표준에서 이용하고 있는 통신 프로토콜을 동시에 지원하여 변환 작업을 수행해야 한다. 현재 DNP3.0, IEC61850, DLMS 등 SCADA 표준의 분석과 통신 기능의 구현 작업이 진행 중이며, 이를 기반으로 범용 SCADA 시스템을 설계할 예정이다.

참고문헌

- [1] DNP User Group, "Distributed Network Protocol DNP 3.0 BASIC 4 DOCUMENT SET"
- [2] DNP User Group, "DNP3 Protocol Primer"
- [3] www.dnp.org
- [4] IEC Technical Report 61850-(1 ~ 10), 2003
- [5] www.iec.ch
- [6] Ralph Mackiewicz, "IEC61850 & IEC61850-2 Technical Overview", SISCO
- [7] IEC, COSEM Application layer, IEC 62056-53, 2006
- [8] IEC, Object identification system (OBIS), IEC 62056-61, 2006
- [9] Parasanth Gopalakrishnan, "Need for Open Communication Standard for metering and suitability of DLMS-COSEM", Kalki Comm., 2005
- [10] "Increases in Substation Related Automation and Integration Program Spending Reported by World's Major Electric Power Utilities", Substation Automation News - March 2006