

IEC 61850 기반의 변전소 자동화 시스템을 위한 ACSI(Abstract Communication Service Interface) 모델의 분석

김정수¹, 송운식¹, 장혁수¹, 장태선¹, 장병태², 이재욱², 이상엽²
명지대학교 컴퓨터 소프트웨어학과¹, 전력연구원²

Analysis of Abstract Communication Service Interface Model for IEC 61850 based Substation Automation System

Jeong Soo Kim¹, Uh Sig Song¹, Hyuk Soo Jang¹, Tae Sun Chung¹, Byung Tae Jang², Jae Wook Lee², Sang Youm Lee²
Dept. of Computer Software, Myong-Ji University¹, KEPRI²

Abstract - IEC 61850 표준은 변전소 자동화 시스템을 추상적 객체지향 개념으로 모델링 하였다. 표준의 가장 큰 장점은 변전소 자동화 시스템을 위한 정보 모델과 서비스 모델에 해당되는 응용 프로그램 부분을 실제 통신 프로토콜과 분리하여 정의한 것으로 응용 레벨에 비해 빠르게 발전하는 통신 기술들을 쉽게 적용할 수 있게 하였다. 본 논문은 정보 모델과 서비스 모델에 관련된 추상적인 통신 서비스 인터페이스(ACSI, Abstract Communication Service Interface) 모델에 대해 설명한다.

그림 1은 정보 모델과 정보 교환 서비스 모델에 대해 보여준다. 그림 1의 오른쪽은 정보 모델을 나타내고 있으며, 단락 회로를 차단할 수 있는 기능의 스위치를 모델링한 Logical Node인 XCBR과 XCBR의 데이터를 보여준다. 왼쪽은 정보 교환 서비스 모델을 나타내고 있으며, 제어 가능한 데이터를 제어하고, 트립 신호와 같은 변전소의 이벤트를 전달하고, 데이터들에 대한 로그 서비스나 레포트 서비스를 제공하고, 자신의 구성 정보를 제공하는 서비스들을 보여주고 있다. 그림에서 제시된 모델 외에 여러 다른 모델들은 다음 장에서 설명된다.

1. 소 개

최근 변전소 자동화 시스템에 관한 높은 관심이 집중되면서, IEC Technical Committee 57의 Working Group 10에서는 변전소 자동화 시스템에 관한 표준인 IEC 61850 표준[1]을 제정하였다. 현재 파트 10을 제외한 IEC 61850 표준 문서의 모든 파트는 국제표준(ISO) 상태이다. IEC 61850 표준은 변전소 장비들 사이의 통신 규격뿐만 아니라 변전소 자동화 시스템과 관련된 요구사항들을 정의하였다.

IEC 61850 표준은 서로 다른 제조업체의 제품들 사이의 상호 운용성을 용이하게 해 주는 추상적인 통신 서비스 인터페이스(ACSI, Abstract Communication Service Interface) 모델을 정의하고 있다. ACSI 모델은 기본적으로 객체 지향적인 개념에 기반을 둔 클래스로써 정의되었고, 표준에서 정의된 여러 클래스 모델은 변전소에서 교환되는 정보와 정보가 교환되는 방법에 대한 서비스를 정의하였다. ACSI 모델은 응용 레벨의 기능들에 대한 정의이며, 이를 실제 통신 프로토콜에 사상(mapping)하는 방법에 대한 설명은 표준문서 파트 8과 9가 제시하고 있다.

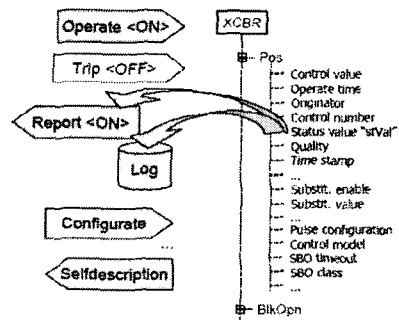


그림 1 정보 모델과 정보 교환 서비스 모델

정보 모델과 정보 교환 서비스 모델은 객체 지향적인 개념에 근거한 클래스로써 정의되었다. 프로그래밍 언어의 용어로 친숙한 클래스는 실제 세계의 모든 것들을 표현하기 위한 객체의 규격화된 구조 혹은 정의라 할 수 있다. 변전소 내의 기능들은 이러한 객체로 대응 될 수 있으며, 실제 표준에서는 변전소 내의 모든 기능을 Logical Node라는 클래스로 정의하였다. ACSI 모델로 정의된 모든 클래스들은 데이터와 서비스를 정의한다.

2. 추상적인 통신 서비스 인터페이스(ACSI)

IEC 61850 표준 문서의 파트 7-2는 추상적인 통신 서비스 인터페이스(ACSI) 모델을 정의한다. ACSI 모델은 변전소 자동화 시스템을 구성하는 장비들이 갖추어야 할 정보 모델과 정보가 어떻게 교환되어야 하는지에 대한 정보 교환 서비스 모델로 나뉜다. ACSI 모델의 구분은 정의의 초점에 기반한다. 즉, 정보 모델에 해당되는 클래스 모델은 정보의 정의에 초점이 맞춰져 있고, 정보 교환 서비스 모델은 정보를 교환하기 위한 서비스에 초점이 맞춰져 있다. 실제로 두 모델에 해당되는 클래스 모델들은 정보 혹은 데이터와 서비스를 모두 정의하고 있다. 본 논문에서는 정보 모델의 DATA 클래스와 정보 교환 서비스 모델의 BUFFERED-REPORT-CONTROL-BLOCK 클래스를 설명한다.

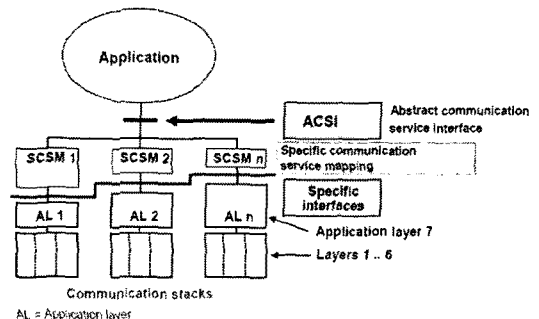


그림 2 ACSI 모델과 통신 프로토콜의 분리된 정의

표 1 정보 모델의 클래스

Class model	Service	Explanation
SERVER	GetServerDirectory	SERVER를 구성하고 있는 모든 LOGICAL-DEVICE의 리스트를 제공하기 위한 서비스
LOGICAL-DEVICE	GetLogicalDeviceDirectory	LOGICAL-DEVICE를 구성하고 있는 모든 LOGICAL-NODE의 리스트를 제공하기 위한 서비스
LOGICAL-NODE	GetLogicalNodeDirectory	LOGICAL-NODE를 구성하고 있는 모든 ACSE 클래스의 리스트를 제공하기 위한 서비스
	GetAllDataValues	LOGICAL-NODE를 구성하고 있는 모든 DATA 값을 FC 기반으로 검색하기 위한 서비스
DATA	GetDataValues	LOGICAL-NODE를 구성하고 있는 특정 DATA 값을 FC 기반으로 검색하기 위한 서비스
	SetDataValues	LOGICAL-NODE를 구성하고 있는 특정 DATA의 값을 쓰기 위한 서비스
	GetDirectory	DATA를 구성하고 있는 모든 DataAttribute의 리스트를 제공하기 위한 서비스
	GetDataDefinition	DATA를 구성하고 있는 모든 DataAttribute의 이름과 타입의 리스트를 제공하기 위한 서비스

ACSI 모델에 정의된 정보 모델이나 정보 교환 서비스 모델은 추상적이고 개념적인 내용이며, 실제 네트워크를 통해 전달되는 정보나 정보의 전달을 책임지는 정보 교환 서비스는 통신 프로토콜로 매핑(mapping)되어야 한다. 실제 통신 프로토콜로의 매핑 방법은 표준 문서의 파트 8과 파트 9에서 정의된다. IEC 61850 표준은 빠르게 변화하는 통신 기술들을 고려하여 ACSI 모델과 실제 통신 프로토콜의 사상을 분리하여 정의하였다. 그림 2는 사상의 방법만을 바꿔 여러 통신 프로토콜을 적용할 수 있음을 개념적으로 보여준다.

2.1 정보 모델

IEC 61850 표준은 변전소 자동화 시스템을 위한 정보를 객체 지향적 개념을 사용하여 클래스로써 정의하였다. 정보 모델에 해당되는 클래스 모델은 SERVER, LOGICAL-DEVICE, LOGICAL-NODE, DATA 클래스이다. SERVER 클래스와 LOGICAL-DEVICE 클래스는 장비 구현의 응용을 위해 정의되었다. 변전소의 보호, 제어, 측정과 관련된 모든 기능들을 Logical-Node(LN)라는 클래스로 정의하였으며, 이러한 LN들을 구성하는 데이터의 정의를 위해 DATA 클래스를 정의하였다. ACSI 모델에서 정의된 LOGICAL-NODE 클래스는 IEC 61850 표준문서 파트 7-4에서 정의된 구체적인 LN들을 정의하기 위한 추상화된 클래스이다. 즉, 변전소의 기능과 관련된 구체적인 LN들은 ACSI 모델의 LOGICAL-NODE 클래스를 상세화(specialization)하여 정의된다. DATA 클래스는 표준 문서의 파트 7-3에서 정의되는 CDC(Common Data Class)를 정의하기 위한 추상화된 클래스이다. CDC는 기능과 관련된 구체적인 LN들을 구성하는 데이터들의 타입에 해당된다. 정보 모델에 해당되는 클래스 모델들의 관계가 그림 3에 나타나 있다.

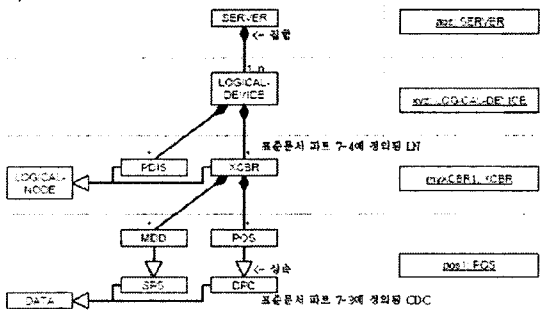


그림 3 정보 모델 클래스의 계층적인 구조

변전소의 정보 교환과 관련한 사항들은 서비스의 형태로 정의하고 있다. 정보 모델에서 정의된 대부분의 서비스들은 자신의 구성 정보를 제공하는 self-description 서비스이다. GetXXXXDirectory 서비스와 GetXXXXDefinition 서비스는 자신을 구성하고 있는 하위 정보들의 구성 정보를 제공한다. self-description 서비스를 비롯한 정보 모델에서의 서

비스들은 표 1과 같이 정의된다.

2.1.1 DATA 클래스 모델

DATA 클래스는 변전소 자동화 시스템에서 사용되는 모든 데이터의 정의를 위한 클래스이다. Logical-Node의 "Pos" 데이터는 위치를 표현하기 위한 데이터이다. 이러한 LN의 데이터를 정의하기 위해 DATA 클래스 상속받아 상세화한 CDC를 정의하였다. CDC는 DATA 클래스를 상속받아 상세화한 두 개 이상의 CDC로 정의되는 Composite CDC와 하나의 CDC로 정의되는 Simple CDC로 분류된다. IEC 61850 표준에서는 총 29개의 CDC를 정의하였고, 이러한 CDC 타입의 데이터들은 Logical-Node를 구성하고 있다.

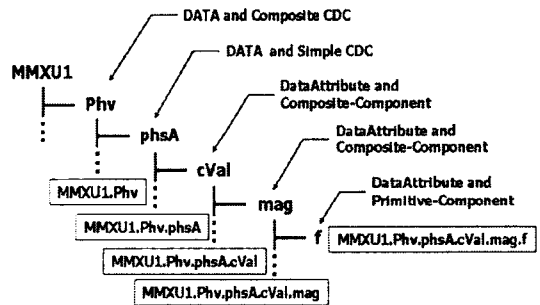


그림 4 MMXU LN을 구성하는 데이터

그림 4은 Logical-Node를 구성하고 있는 데이터를 비롯한 하위 구성요소들 사이의 계층 구조와 관계를 보여준다. '.'으로 구분되어 명시된 박스안의 내용은 각각의 경로를 나타내는 참조(Object reference)이다. 표준에서는 FC(Functional Constraints)를 정의하였는데, 데이터에 대한 기능적인 제약사항을 나타내는 것으로 데이터가 어떤 기능에 해당되는지를 의미한다. 상태, 측정 정보를 의미하는 ST와 MX를 비롯한 18개의 FC를 정의하였다. DATA와 DataAttribute 레벨은 하위 구성요소를 FC를 기반으로 그룹화 할 수 있다. "MMXU1.Phv[MX]"은 Phv 데이터의 하위 구성요소들 중 FC가 MX인 것만을 선택하여 그룹화 하는 것을 의미한다. DATA 레벨에서 FC로써 하위 구성요소를 선택하여 그룹화 하는 것을 표준에서는 FCD(Functionally Constrained Data)라고 정의하고, DataAttribute 레벨에서는 FCDA(Functionally Constrained DataAttribute)라고 정의한다. FCD와 FCDA는 표준에서 정의한 많은 서비스에서 사용되는 파라미터이다.

2.2 정보 교환 서비스 모델

IEC 61850 표준은 정보의 전달에 초점을 맞춰 정보 교환과 관련된 서비스 모델을 정의하였다. 대표적인 서비스 모델은 레포트 서비스, 로그 서비스, 변전소의 일반적인 이벤트 전송을 위한 서비스, 측정된 샘플 값(sampled values)의 전송을 위한 서비스이다. 이러한

서비스에 사용되는 데이터들의 집합을 정의하기 위한 DATA-SET 모델이 정의되었다. 주요한 4가지 서비스는 결국 참조하고 있는 데이터 집합을 각 서비스의 메시지로써 전송한다. 다음은 주요한 4가지의 서비스 모델과 DATA-SET 모델에 대한 설명이다.

- DATA-SET - 데이터와 데이터 애트리뷰트의 그룹을 정의한다. 이러한 그룹은 레포트 서비스, 로그 서비스, 이벤트 전송 서비스, 샘플 값 전송 서비스에 의해 참조된다. 그룹의 직접적인 제어를 위한 서비스도 정의되어 있다.
- REPORT-CONTROL-BLOCK - 레포트 메시지를 전송하기 위해 필요한 데이터와 서비스를 정의한다.
- LOG-CONTROL-BLOCK - 로그 서비스의 제어를 위한 데이터와 서비스를 정의한다. 로그의 기록은 LOG라는 물리적인 저장소에 저장된다.
- GOOSE-CONTROL-BLOCK - 변전소의 일반적인 이벤트에 대한 메시지의 전송을 책임지고 있으며, 이에 따른 데이터와 서비스를 정의한다.
- MULTICAST-SAMPLE-VALUE-CONTROL-BLOCK - 멀티캐스트로 샘플 값을 전송하기 위해 필요한 데이터와 서비스를 정의한다.

주요한 4가지 서비스 모델 외, 몇 개의 서비스 모델이 정의된다. SETTING-GROUP-CONTROL-BLOCK 클래스는 한번에 여러 데이터를 세팅하기 위해 세팅될 데이터들의 그룹을 정의하고, 해당 세팅-그룹을 제어하는 서비스를 정의하였다. FILE 클래스는 파일 전송을 위한 서비스를 정의하고 있다. control 모델은 제어가 가능한 데이터를 제어하기 위한 서비스를 제공하며, substitution 모델은 프로세스에 의한 값을 미리 설정된 대체 데이터로 대체하기 위한 서비스를 제공한다. control 모델과 substitution 모델은 클래스로써의 정의가 아니라, DATA 클래스에 의해 정의되는 데이터들과 관련된 정의이다. time and time synchronization 모델은 변전소 자동화 시스템을 구성하는 장비들 간의 시간과 동기화와 관련된 모델이다.

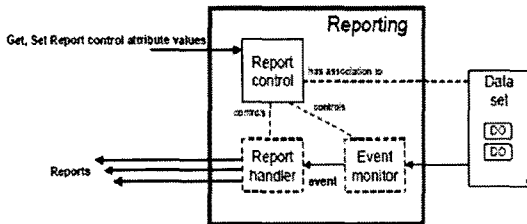


그림 5 레포트 서비스의 동작

2.2.1 REPORT-CONTROL-BLOCK 클래스 모델

레포트 서비스는 정해진 특정 이벤트가 발생할 경우, 해당 이벤트나 관련 데이터들을 보고하는 개념이다. 이러한 레포트 서비스에 대한 개념적인 설명이 그림 5에서 설명된다. 레포트 서비스는 3가지 블록으로 구성되어 있다. 레포트 제어 블록은 데이터 집합을 참조하면서 감시하는 이벤트 모니터 블록과 발생한 이벤트에 대한 레포트 메시지를 전송하는 레포트 핸들러 블록을 제어한다. 레포트 제어 블록은 GetBRCBValues, SetBRCBValues 서비스에 의해 제어된다.

레포트 메시지를 만들어 전송하기 위한 클래스 모델인 REPORT-CONTROL-BLOCK 클래스는 두 가지 클래스 모델로 나뉜다. 레포트 메시지를 보내기 전에 버퍼링을 하는 BUFFERED-REPORT-CONTROL-BLOCK(BRCB) 클래스 모델과 버퍼링을 하지 않고 바로 레포트 메시지를 보내는 UNBUFFERED-REPORT-CONTROL-BLOCK(URCB) 클래스 모델이다. 본 논문에서는 BRCB 클래스만을 다룬다.

BRCB 클래스의 정의는 표 2과 같다. 표 2에서 정의된 애트리뷰트들은 레포트 서비스 제어하기 위한 데이터들이다. 핵심 서비스는 레포트 메시지를 전송하는 Report 서비스다. 레포트 메시지로 보고하는 데이터는 DataSet 애트리뷰트에 의해 참조되는 데이터 집합이며, 레포트 메시지에 포함될 추가적인 정보는 OptFlds 애트리뷰트에 의해 결정된다. RptEna 애트리뷰트는 레포트 제어 블록의 활성화 상태를 나타낸다. BRCB에만 정의되는 BufTm 애트리뷰트는 버퍼링의 시간을 나타낸다. 레포트 서비스를 통해 전송되어야 하는 이벤트가 발생을 하더라도 BufTm 애트리뷰트에 명시된 시간만큼 버퍼링된 후 시간이 만료되면, 버퍼링된 이벤트들을 레포트 메시지로써 전송한다. TrgOp 애트리뷰트는 참조되고 있는 데이터 집합을 포함한 레포트 메시지가 언제 전송될 지에 대해 결정한다. 값으로는 data- change(dchg), quality-change(qchg), data- update(dupd), integrity, general-interrogation가 될 수 있다. 애트리뷰트의 값이 integrity와 general- interrogation이면, 레포트 메시지의 전송은 IntgPd 혹은 GI 애트리뷰트에 의해 결정된다.

표 2 BRCB 클래스의 정의

BRCB 클래스		
Attribute name	Attribute type	FC
BRCBName	ObjectName	-
BRCBRef	ObjectReference	-
RptID	VISIBLE STRING65	BR
RptEna	BOOLEAN	BR
DatSet	ObjectReference	BR
ConfRev	INT32U	BR
OptFlds	PACKED LIST	BR
Sequence-number	BOOLEAN	
report-time-stamp	BOOLEAN	
reason-for-inclusion	BOOLEAN	
data-set-name	BOOLEAN	
data-reference	BOOLEAN	
buffer-overflow	BOOLEAN	
entryID	BOOLEAN	
conf-revision	BOOLEAN	
BufTm	INT32U	BR
SqNum	INT16U	BR
TrgOp	TriggerConditions	BR
IntgPd	INT32U	BR
GI	BOOLEAN	BR
PurgeBuf	BOOLEAN	BR
EntryID	EntryID	BR
TimeOfEntry	EntryTime	BR
Services		
Report		
GetBRCBValues		
SetBRCBValues		

3. 결 론

IEC 61850 표준에서 정의된 ACSI 모델은 크게 정보 모델과 정보 교환 서비스 모델로 나뉜다. 정보 모델은 변전소에서 교환되는 정보에 초점을 맞춰 정의된 클래스 모델이고, 정보 교환 서비스 모델은 정보 교환에 관한 서비스에 초점을 맞춰 정의된 클래스 모델이다. 여러 업체들의 제품들 사이의 상호 운영성(interoperability)을 용이하게 하기위해 표준화된 응용례의 ACIS 모델은 장비의 구현에 반드시 적용되어야 한다. 본 논문은 이러한 ACSI 모델의 이해를 위해 몇몇 모델의 예와 더불어 ACSI 모델을 전체적으로 설명하였다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC, "INTERNATIONAL STANDARD IEC 61850"