

IEC 61850 SCL 관련 TISSUES 분석

김상식*, 장혁수*, 양효식**, 김용원*, 송운식*, 박민우*, 장병태***, 이남호***
 명지대학교*, 세종대학교**, 전력연구원***

Tissues survey for SCL in IEC 61850

Sang-Sig Kim*, Hyuk-Soo Jang*, Hyo-Sik Yang**, Yong-Won Kim*, Min-Woo Park*, Byung-Tae Jang***, Nam-Ho Lee***
 Myongji University*, Sejong University**, Korea Power Reaserch Institute***

Abstract - IEC 61850은 변전소 자동화에 대한 국제 표준이다. IEC 61850 파트 6에서는 변전소 구성 언어(SCL, Substation Automation Language)라는 XML 기반의 시스템 묘사를 위한 언어를 제시하였다. SCL은 다양한 제조업체가 공급한 기기 엔지니어링 툴간에 구성 정보를 교환가능하도록 일종의 틀을 제공한다. 표준에서 예러 혹은 애매한 부분은 TISSUES 과정을 통해 GoE 멤버들이 해결한다. 이러한 TISSUES 들 중 상당수가 GREEN 상태가 되었음에도 불구하고 전력 IT 회사들은 일반적으로 자세히 알지 못한 실정이다. 논문에서는 SCL에 관한 주요 TISSUE들을 요약하고 이에 따라 IED 엔지니어로 하여금 IED를 개발하는 동안 발생할 수 있는 결점을 줄이고 상호운영성을 보장하도록 한다.

1. 서 론

IEC 61850은 원래 변전소 자동화 시스템을 위한 국제 표준이었다. IEC 61850은 기존 아날로그 신호를 디지털 정보로 정의하고 정의된 정보를 교환하기 위한 통신 방법을 정의하였다. 디지털 정보에는 LN을 비롯한 LN 안에 포함되는 데이터, 데이터 어트리뷰트들이 속하고 통신 방법에는 MMS, GOOSE, SV 가 있다. 또한 IEC 61850은 변전소 시스템을 엔지니어링 하기 위한 방법(Substation Configuration Language)을 정의한다. 현재 IEC 61850은 변전소를 벗어나서 변전소 간 혹은 상위 시스템과 변전소간으로 확대되고 있고 풍력과 같은 다른 유틸리티에도 영향을 끼치고 있다.

IEC 61850 표준에서 예러, 애매한 부분 및 아이디어가 있을 경우에는 GoE(Group of Experts)에 의해 TISSUES (Technical Issues)를 통해 해결된다[2]. TISSUES는 표준 문서의 각 파트별로 다룬다[4]. 본 논문에서는 SCL과 관련하여 어떠한 Tissues 가 있고 이를 분석하는 방법에 대해서 다룬다. 본문 2.1절에서는 SCL 스키마에 간략히 소개하고, 2.2절에서는 SCL과 관련된 Tissues에 대해서 자세히 다룬다. 마지막 3장에서는 결론을 다룬다.

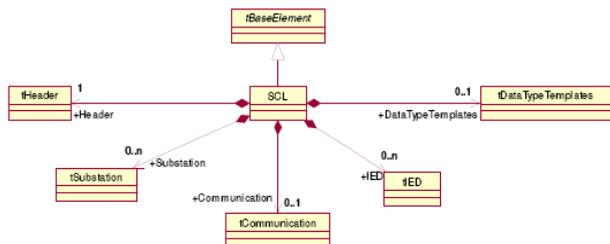
2. 본 론

2.1 SCL 스키마 개요

IEC 61850 표준에서는 파트 6에서 SCL(Substation Configuration Language)이라는 XML 기반의 시스템 묘사를 위한 언어를 제시하였다.

SCL 목적은 변전소 자동화 시스템을 구현하는 데 있어서 각종 디바이스 제작 회사들이 각 각 구성 틀을 다르게 만들더라도 구성 데이터를 서로 교환할 수 있도록 하는 것이다. 변전소 구성 데이터에는 시스템 명세, IED 명세, 통신 구성 데이터등이 있으며 이러한 구성 데이터를 표준화된 포맷으로 관리하는 것이 IEC 61850 기반의 변전소 자동화에 있어서 중요한 기능 중의 하나이다.

SCL 스키마는 위에서 언급한 SCL 데이터에 대한 구조 명세를 위한 것으로서 변전소 시스템을 묘사하는 엘리먼트 구조, 엘리먼트 타입, 어트리뷰트 및 각 종 제약사항을 정의한다. SCL 스키마에서 정의되는 SCL 기본 엘리먼트는 그림 1과 같이 tBaseElement 타입을 계승한 tHeader, tSubstation, tCommunication, tIED, tCommunication, tDataTypeTemplates 엘리먼트들이 있다.



<그림 1> SCL 스키마의 UML 다이어그램

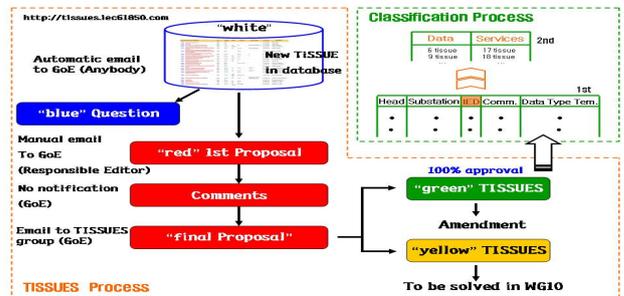
이를 통해 변전소를 기술하는 SCL은 헤더 영역과 Substation, Communication, IED, DataTypeTemplates 등으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

헤더는 SCL 구성 파일과 그 버전을 식별하고 개정 이력에 대한 정보를 포함한다. Substation 영역은 변전소 기능 구조를 설명하고 주요 디바이스들과 그것들의 전기적 접속을 식별한다. 또한 Substation 영역은 전압 레벨, 베이 레벨을 비롯한 전력 설비들에 대해서도 묘사한다. IED 영역은 미리 구성된 접근점, 논리 디바이스 및 논리 노드를 기술한다. 그리고 IED 영역은 통신 서비스를 비롯하여 기본 값 혹은 구성 값으로 이루어진 LN, 데이터 오브젝트 및 데이터 어트리뷰트를 통해 IED 능력을 정의한다. Communication 영역에서는 논리네트(subnetwork)와 IED 접속점을 사용하여 논리 노드간의 직접적인 통신 연결을 기술한다. IED 영역에서 어떤 논리 디바이스와 어떤 논리 노드가 특정 접속점으로 도달할 수 있는지를 기술하였다면 Communication 영역은 어떤 접속점이 통신 서브네트워에 접속되는지를 기술하는 것이다. 마지막으로 DataTypeTemplates 영역은 LN을 비롯한 LN에 포함되는 DO, DA와 같은 각 종 데이터 타입을 기술한다.

2.2 SCL 관련 TISSUES

이제부터는 SCL과 관련된 Tissues를 소개하면서 그것들을 분석하는 방법과 해당 Tissue가 위에서 언급한 SCL 구성요소 중에 어떤 영역에 속하는 가를 설명하도록 한다.

표준 자체 혹은 그것의 해석상에서 문제점이 확인될 경우, IEC TC 57의 WG10은 그림 2와 같이 Tissues resolution process를 통해 정정해나간다.



<그림 2> TISSUES 처리과정과 분류 과정

TISSUES 처리 과정은 다음과 같다. 누군가가 새로운 tissue를 제안하면, 해당 tissue는 GoE 멤버 중 한명에게 선택되고 배포된다. 해당 GoE 멤버는 1차 제안서를 red 상태로 해서 만들고 그것을 모든 GoE 멤버들에게 배포한다. 토론을 거쳐서 최종 제안서가 투표를 위해 Tissue 그룹에게 배포되고 결과는 두 그룹으로 분류된다; Green 상태와 Yellow 상태. Green 상태는 해당 tissue가 멤버들에 의해 100% 찬성되었음을 나타내고 Yellow 상태는 미결정상태로서 WG10 멤버들의 투표를 한 번 더 거치게 된다. 본 논문에서는 이러한 Green 상태로 된 tissues를 각 SCL 구성 요소로 분류하였다.

현재 SCL과 관련된 tissues는 총 74개이다. 위의 tissues resolution process를 거쳐서 'Green' 상태로 된 tissues는 총 48개이다. 'Green' tissue들은 분류(classification) 과정을 통해 SCL 구성요소로 분류되고 그 결과는 표 1과 같다. 표 1에서 확인할 수 있듯이 IED 파트가 다른 것에 비해 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다.

<표 1> 'Green' 상태인 SCL 관련 Tissues 분류

항 목	영 역	# 'green' TISSUE
SCL 구 성요소	Header	0
	Substation	4
	IED	24
	Communication system	4
	Data type templates	12

표 1에서 IED와 관련된 TISSUE들은 표 2에서와 같이 다시 데이터(Data)와 서비스(Service)로 분류된다. 데이터 영역은 논리 디바이스, 논리노드, 데이터 및 데이터 어트리뷰트를 포함한다. 서비스 영역은 리포트, 로그와 같은 서비스를 비롯해서 데이터 세트 및 컨트롤 블록과 관련된 TISSUE들이 해당된다.

<표 2> IED 관련 TISSUES를 데이터와 서비스로 분류

영 역	세부 항목	# 'green' TISSUE
IED	데이터 (LD, LN, Data, Data attribute)	9
	서비스 (Services, Data set, Control Block)	15

본 논문에서는 위에서 분석한 TISSUE들 중 두가지를 짚어보고자 한다. 하나는 TISSUES의 대부분을 차지하는 본문 내용과 SCL 스키마간의 불일치에 관련된 것이고 다른 하나는 구성 틀에 관한 것이다.

TISSUE #9

TISSUE #9는 IEC 61850-6 그림 15를 보면 컨트롤 블록은 DataSet 없어도 존재할 수 있지만, Annex의 SCL 스키마에서는 이를 허용하지 않음을 언급한다. 따라서 SCL 스키마에서 이를 수정할 필요가 있다고 제시한다. 이에 대해서 SCL 스키마는 다음과 같이 수정되었다.

```

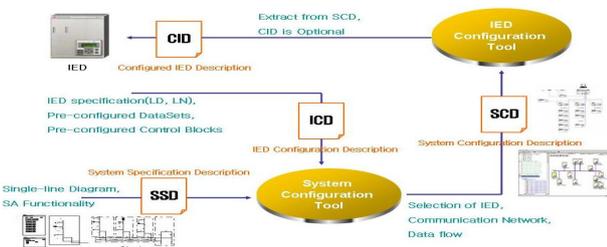
<xs:complexType name="tControl" abstract="true">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="tNaming">
      <xs:attribute name="datSet" type="tName" use="optional"/>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>
  
```

<그림 3> tControl 관련 SCL 스키마

이전에는 tControl 타입의 datSet 명을 가진 어트리뷰트가 "required" 되어 있어서 본문의 내용과 일치하지 않음을 확인할 수 있었고 현재는 해당 tissue가 받아들여져서 그림 3과 같이 지정되었다. 위의 내용은 IED 영역에 포함되는 컨트롤 블록과 관련된 부분이기 때문에 표 2에서 IED 영역으로 추가된 부분이다.

TISSUE #284

SCL은 변전소 자동화를 위한 구성 데이터(configuration data)를 XML 형태로 표현하고 이러한 데이터를 기본으로 하여 변전소 자동화 시스템을 그림 4와 같이 엔지니어링 하게 된다.

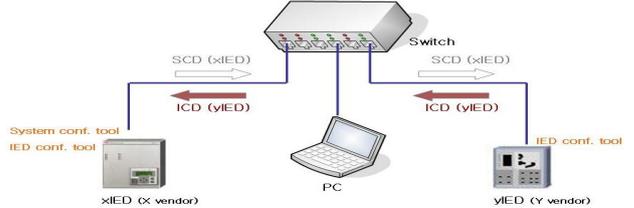


<그림 4> SCL 엔지니어링

시스템 구성 관리자는 IED 능력을 나타내는 ICD 파일들과 단선도 및 변전소 자동화 기능성을 나타내는 SSD 파일로부터 시스템 구성 틀을 통해 SCD 파일을 생성한다. ICD 파일은 LN을 비롯한 각 종 데이터로 표현되는 능력과 위에서 언급한 ConfDataSet과 같은 서비스 능력을 명시하고 미리 구성된 데이터 세트 및 컨트롤 블록을 포함한다. 이에 따라 생성되는 SCD 파일은 변전소 시스템에 포함되는 IED의 종류, 시스템 각 구성요

소의 통신 정보 및 Data Flow를 명시한다. Data Flow는 IED와 시스템간 혹은 IED와 IED 간의 데이터 교환을 의미하고 대표적으로 GOOSE 메시지를 예로 들 수 있다. 이렇게 생성된 SCD 파일을 통하여 재설정된 정보(예- 어떤 IED랑 어떤 데이터세트를 참조하는 GOOSE 메시지를 교환할 것인가)를 IED 구성 틀을 통해서 CID를 생성하고 이를 실제 IED에 포팅함으로써 해당 IED는 설정된 정보를 바탕으로 기능을 수행하게 된다.

이전에 언급한 변전소 자동화 시스템의 엔지니어링 절차를 실제 IED 간의 GOOSE 메시지를 교환하기 위한 단순한 시나리오를 통해서 좀 더 이해하고 현재 상황에서 발생한 문제점을 짚어 보고자 한다. 시나리오에 포함된 IED는 KEMA에서 시행한 IEC 61850 적합성 검사를 통과한 제품이다. 그림 5에서 보듯이 두 개의 IED는 제조업자가 다르고 그에 따라 제조업자에 종속적일 수 밖에 없는 IED 구성 틀 또한 다른 상황이다. 또한 범용성을 갖는 시스템 구성 틀이 없는 상황에서 X IED측에서만 시스템 구성 틀을 제공하는 상황이다.



<그림 5> 다른 제조업체 IED간 GOOSE 테스트

X IED에서 Y IED로 GOOSE 메시지를 송신할 경우에 엔지니어링 과정을 살펴보자. 우선 X측의 시스템 구성 틀에서 데이터세트를 포함한 GOOSE 메시지를 설정하여 SCD 파일을 생성하였다. 그런 후에 Y 측의 IED 구성 틀을 통해 SCD 파일을 입력으로 하여 X 측에서 송신하려는 GOOSE 메시지를 Y 측의 수신측으로 설정하였다. 그래서 CID 파일을 생성하여 실제 IED로 포팅하였다. 반대로 Y측 IED에서 X측 IED로 GOOSE 메시지를 송신할 경우를 살펴보자. 우선 Y측 IED 구성 틀을 통해서 X측으로 보낼 GOOSE 메시지를 설정한다. 다음으로 Y측에서 설정한 내용이 담겨있는 ICD 파일을 X측의 시스템 구성 틀이 읽어 들여 마찬가지로 GOOSE 메시지를 설정하여 변경된 정보를 IED로 포팅하였다.

위의 설정 과정에서 IED1에서 IED2로 GOOSE 메시지를 보낼 경우 SCD 파일을 IED 구성 틀이 읽어서 설정한 부분이나 반대로 IED2에서 IED1으로 GOOSE 메시지를 보낼 경우 ICD 파일을 시스템 구성 틀이 읽어서 설정한 부분은 표준에서 명시한 엔지니어링 과정에는 부합한다. 하지만 GOOSE 메시지를 보낼 때 설정하는 과정에서 해당 정보가 ICD 파일에 포함되는가? 그렇지 않으면 SCD 파일에 포함되는가? 하는 부분은 시스템 구성 관리자를 혼란스럽게 만들고 만약에 어느 제조업자도 시스템 구성 틀을 제공하지 않는다면 Data Flow는 어떻게 설정할 것인가 하는 것은 또 다른 문제점을 야기할 수 있다. 물론 SCL 스키마를 토대로 SCD 파일을 직접 작성할 수도 있지만 결국 시스템 관리자를 어렵게 만드는 일이 될 수도 있다. 이러한 측면에서 IEC 61850-6 관련 Tissue #284에서 제시한 제안은 상당히 공감이 가는 부분이라는 생각이 든다.

3. 결 론

SCL에 관해 명시하는 IEC 61850-6에는 에러와 애매한 부분이 있다. TISSUE 들중에 어떠한 것들은 UCAIUG에 의해 쉽게 해결되지 않는 것도 있고 상호운영성에 영향을 끼치는 것들도 있다. TISSUE 들은 TISSUES 처리 과정을 통해 표준에 변경, 추가 및 삭제되고 이에 따라 표준에 적용된 TISSUE들('GREEN TISSUES')은 IEC 61850 적합성 테스트에도 반영될 것이다. 또한 IED 구성 틀과 시스템 구성 틀에도 영향을 끼칠 수도 있다. 따라서 제조업체는 이러한 TISSUE들을 틈틈히 살펴보고 그에 따라 적용해야 할 것이다.

표준에서 여전히 풀리지 않은 많은 TISSUE들이 있다. 이러한 TISSUE들은 계속되는 의견교환을 거쳐서 분석되고 해결될 것이며 향후 표준에 든든한 밑거름이 될 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC 61850, Communication Networks and System in Substation, std, 2002~2005
 [2] Eric A. Udren, Dave Dolezil, "IEC 61850: Role of Conformance Testing in Successful Integration", 2006, pp. 1~12
 [3] Hyuk-Soo Jang, Byung-Tae Jang, "QAP for the IEC 61850 Conformance Testing", in ICEE Conference 2006
 [4] http://tissues.iec61850.com
 [5] G. Brandli and M. Dick, "Alternating current fed power supply," U.S. Patent 4 084 217, Nov. 4, 1978.