

변전소 자동화 시스템에 적용된 XML 연구

정태선¹, 김정수¹, 송윤식¹, 장혁수¹, 장병태², 이재욱², 추진부²
 명지대학교 컴퓨터 소프트웨어학과¹, 전력연구원²

eXtensible Markup Language(XML) Technology for Substation Automation System

Tae Sun Chung¹, Jeong Soo Kim¹, Un Sig Song, Hyuk Soo Jang¹, Byung Tae Jang², Jae Wook Lee², Jin Boo Cho²
 Dept. of Computer Software, Myong-Ji University¹, KEPRI²

Abstract - IEC 61850 표준은 변전소 자동화 시스템을 묘사하기 위한 언어로써 XML(eXtensible Markup Language)을 적용하였다. XML을 이용하여 변전소 시스템을 구성하는 각각의 IED의 구성을 묘사하고, 변전소 시스템의 전체적인 구성을 묘사한다. 이러한 묘사는 변전소 자동화 시스템을 구축하는데 사용되며, 표준에서는 이러한 묘사를 위한 언어로 SCL(Substation Configuration Language)을 제시하였다. 본 논문은 변전소 자동화 시스템에 적용된 XML의 소개와 더불어 변전소 시스템과 시스템의 모든 구성요소를 묘사하기 위해 XML이 어떻게 적용되는지를 설명한다.

포함하며 각 person 엘리먼트는 이름 (name)과 e-mail 엘리먼트를 가진다.

```
<AGroup>
  <person>
    <name>
      Chan Ho Park
    </name>
    <e-mail> park@papaya </e-mail>
  </person>
  <person>
    <name>
      Hee Seop Choi
    </name>
    <e-mail> choi@papaya </e-mail>
  </person>
</AGroup>
```

1. 서론

변전소 자동화 시스템에 대한 국제 표준인 IEC 61850 [1]에서는 파트 6에서 SCL (Substation Configuration description Language)이라는 XML [2] 기반의 시스템 묘사를 위한 언어를 제시하였다.

SCL의 목적은 변전소 자동화 시스템을 구현하는 데 있어서 각종 디바이스 제작 회사들이 각각 구성 툴(configuration tool)을 다르게 만들더라도 구성 데이터(configuration data)를 서로 교환할 수 있도록 하는 것이다. 변전소 구성 데이터에는 시스템 명세(system specification), IED (Intelligent Electronic Device) 명세, 통신 구성 데이터 (communication configuration data) 등이 있으며 이러한 구성 데이터를 표준화된 포맷으로 관리하는 것이 변전소 자동화에 있어서 중요한 기능 중의 하나이다.

이러한 기능을 수행하기 위해서 표준에서는 최근 인터넷상에서 문서 교환의 표준으로 채택된 XML 기법을 사용하고 있다.

본 논문에서는 객체 지향 방법론의 최신 기술인 XML 기술을 먼저 살펴보고 변전소 자동화 시스템에서 어떻게 이용되고 있는지 살펴본다.

그림 1: XML 예제 데이터

XML 데이터 처리를 위해서는 그 구조 데이터를 알면 많은 도움이 될 수 있다. 즉, person 엘리먼트는 이름과 e-mail 엘리먼트를 서브 엘리먼트로 가진다는 사실을 알면 XML 데이터를 처리하는 데 있어서 매우 유용하게 쓰일 수 있을 것이다. 이러한 필요로 나온 개념이 XML 스키마 [3]이다.

2.2 XML 스키마

XML 스키마는 XML 데이터에 대한 구조 명세를 위해 제안된 언어로 XML 데이터에 대한 엘리먼트의 구조, 엘리먼트의 타입 등을 표현한다. 그림 2는 그림 1의 XML 데이터에 대응하는 XML 스키마를 나타낸다.

2. XML과 XML 스키마

2.1 XML

XML은 웹상에서 데이터 교환의 표준으로 채택된 웹 기반 언어로서 W3C에서 제정하였다. XML은 태그 기반의 언어로서 새로운 태그를 사용자가 직접 지정할 수 있어서 데이터를 스스로 묘사 (self-describing)하는 성질을 가지므로 데이터 교환 응용에 많이 사용된다. XML은 엘리먼트 (element)의 조합으로 이루어지는데 각 엘리먼트는 애트리뷰트를 가질 수 있다. 그림 1은 실제 XML의 한 사례를 나타낸다.

그림 1의 XML 데이터는 이름이 "Chan Ho Park"과 "Hee Seop Choi"인 사람에 대한 데이터를 나타내고 있다. 즉 AGroup 엘리먼트는 두 명의 person 엘리먼트를

```
<xsd:schema
  xmlns:xsd=http://www.w3.org/2001/XMLSchema>
<xsd:element name="AGroup" type="AGroupType"/>
  <xsd:element name="person">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element name="name"
          type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="e-mail"
          type="xsd:string"/>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
<xsd:complexType name="AGroupType">
<xsd:sequence>
```

```

<xsd:sequence>
<xsd:element ref="person" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
</xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:schema>

```

그림 2: XML 스키마 예

여기서 첫째 줄의 xmlns:xsd=http://www.w3.org/2001/XMLSchema는 이름 영역 (name space)을 나타내는 방법으로 각 엘리먼트 당 고유한 이름 영역을 가져서 차후 혼란을 방지하기 위함이다. 즉 그림 2의 예에서는 xsd로 각 엘리먼트의 이름이 시작함을 알 수 있다. 이름 영역으로 고유한 웹 주소 사용함으로써 각 사용자가 정하는 엘리먼트 이름이 겹치는 문제를 해결할 수 있다. 그림 2의 XML 스키마에 대응하는 XML 데이터는 0*무한대의 사람으로 구성되고 각 사람은 이름과 e-mail 항목을 연속해서 (sequence) 가지고 따라서 이 타입은 복합 타입 (complex type)이며 이름과 e-mail은 각각 타입이 문자열 (string)임을 나타낸다. 이 외에 XML 데이터의 구조를 나타내는 언어로 DTD (Document Type Definition) [4] 기술이 있는데 IEC 61850에서는 보다 강력한 기술 능력을 가지는 XML 스키마를 이용하여 변전소 시스템 구성 데이터를 기술한다.

3. XML 기술의 변전소 자동화 시스템에의 적용

3.1 SCL 데이터 모델

SCL은 변전소 자동화를 위한 구성 데이터 (configuration data)를 XML 형태로 표현하는데 그림 3은 변전소 자동화 시스템에서 SCL 데이터의 이동 경로를 보인다. 그림 3에서 시스템 구성 관리자 (system configurator)는 시스템 레벨의 톨로서 XML로 이루어진 SCL 데이터를 파일 형태로 받아서 시스템 전반에 관한 공학 (engineering)을 수행하며, IED 구성 관리자 (IED configurator)는 IED를 주로 담당하는 톨로서 IED에 대한 SCL 데이터를 XML 파일 형태로 받거나 IED에 대한 구성 정보를 IED에 탑재하는 역할을 한다. 그림 3의 점선 밑 부분은 이러한 구성 정보를 실제 변전소 자동화 시스템에서 지역 (local) 혹은 외부 (remote) 파일 전송 프로토콜을 통하여 전송하는 것을 나타낸다.

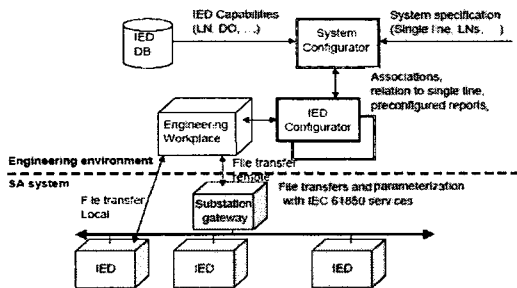


그림 3: SCL 데이터의 이동 경로

이러한 SCL 데이터를 위한 기본 데이터 모델은 그림 4와 같다. SCL 객체 모델은 그림 4와 같이 변전소 구성, IED 구성, 통신으로 구성되어 있다. 그림 4는 UML [5] 다이어그램을 나타낸 것으로 숫자는 관계의 대응 수를 나타낸다. 예를 들어 하나의 변전소 (substation)는 0*

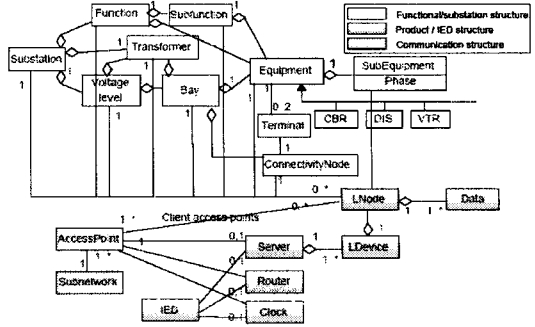


그림 4: SCL 객체 모델

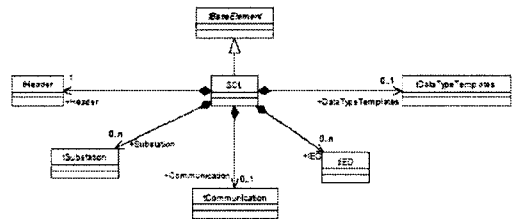


그림 5: SCL 스키마

터 무한대 (*)의 논리 노드 (logical node)로 이루어진 점을 알 수 있다.

3.2 SCL 스키마

앞서 언급한대로 SCL은 XML에 기반하고 있으며 따라서 변전소 시스템을 묘사하기 위한 SCL 데이터를 위한 SCL 스키마가 정의되었다. 그림 5는 SCL 스키마를 나타내는 UML 다이어그램이다. 그림 5와 같이 기본 SCL 엘리먼트는 tBaseElement 스키마 타입을 계승하며 tHeader, tSubstation, tIED, tCommunication, tData type Templates의 엘리먼트를 가진다. 그림 5의 UML 다이어그램을 XML 스키마의 형태로 표현하면 그림 6과 같다.

```

<xs:element name="SCL">
<xs:complexType>
<xs:complexContent>
<xs:extension base="tBaseElement">
<xs:sequence>
<xs:element name="Header"
type="tHeader">
<xs:unique name="uniqueHitem">
<xs:selector
xpath="/scl:History/scl:Hitem"/>
<xs:field xpath="@version"/>
<xs:field xpath="@revision"/>
</xs:unique>
</xs:element>
<xs:element ref="Substation"
minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element ref="Communication"
minOccurs="0">

```

```

<xs:element ref="IED" minOccurs="0"
  maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element ref="DataTypeTemplates"
  minOccurs="0">
  </xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>

```

그림 6: SCL 스키마

그림 6은 SCL의 전체 구조를 나타내는 스키마로서 XML 스키마로 표현되고 각 세부 항목 즉, substation, IED, Communication 등에 대한 SCL 스키마도 정의되어 있다.

3.3 SCL 데이터

앞 절에서 정의한 SCL 스키마에 대응하여 각 변전소 별, 혹은 IED 제조 회사 별로 각 부분에 대한 구성 데이터를 XML 형태의 SCL 데이터로 표현할 수 있다. 그림 7은 substation에 대한 한 SCL 데이터의 예를 보인다.

```

<SCL>
<Header id="SSD Example"
  nameStructure="IEDName"/>
<substation name="baden220_132">
  <PowerTransformer name="T1" type="PTR">
    <LNNode lnInst="1" lnClass="PDFI"
      IdInst="F1"/>
    <LNNode lnInst="1" lnClass="TCTR"
      IdInst="C1"/>
    ...
  </PowerTransformer>
  <VoltageLevel name="D1">
    <Voltage multiplier="k" unit="V"> 220
  </Voltage>
  ...
  </VoltageLevel>
...
</substation>
</SCL>

```

그림 7: SCL 데이터 예제

그림 7은 Header와 substation에 대한 정보를 표현하는데 예를 들어 전력 변환기 (Power Transformer)는 논리 노드 (logical node) PDFI, TCTR로 이루어져 있음을 알 수 있다.

3.4 XML 기법의 변전소 자동화 시스템에서의 적용

이와 같이 변전소 구성 데이터는 XML 형태의 파일로 저장되어 그림 3과 같이 시스템 구성 관리자 툴과 IED 구성 관리자 툴에서 이동될 수 있다. 이때 표준에 의하면 SCL 파일은 IED 기능 묘사 (IED capability description), 시스템 명세 묘사 (system specification description), 변전소 구성 묘사 (substation configuration description), 구성된 IED 묘사 (configured IED description)로 구분되어

각각 파일 확장자로 .ICD, .SSD, .SCD, .CID를 가져서 저장된다.

XML 기반의 SCL로 묘사된 변전소 구성 데이터는 IEC 61850에서 언급된 각종 공학툴 (engineering tool)에 의하여 이용될 수 있다. 이때 XML의 특성에 의하여 SCL 스키마에 맞추어서 SCL 데이터가 구성되어 있다면 제작 회사가 다르더라도 SCL 파일이 처리될 수 있다.

2절에서 언급한대로 XML은 스스로 자신을 묘사하는 성질을 가짐으로 각종 공학 툴은 SCL 데이터를 파싱하여 그 데이터의 의미를 알 수 있다. 즉, XML 데이터는 파싱되어 그래프 형태로 컴퓨터 메모리에 저장되는데 이 그래프를 탐색하는 프로그램을 통하여 변전소 시스템의 구성 데이터를 추출하여 변전소 자동화 시스템에 유용하게 이용될 수 있다.

또한 변전소 시스템에 이름을 붙이는 일 (naming)을 통일하면 SCL 데이터를 보고 그 의미를 쉽게 알 수 있다. 그림 8은 명명 예제를 보인다. 즉, 변전소 구성 데이터를 표현하기 위하여 전압 레벨 (voltage level), 베이 (Bay), IED 등의 계층 구조를 따라서 각각 E1, Q1, SB1 등으로 명명하는 예제를 보인다.

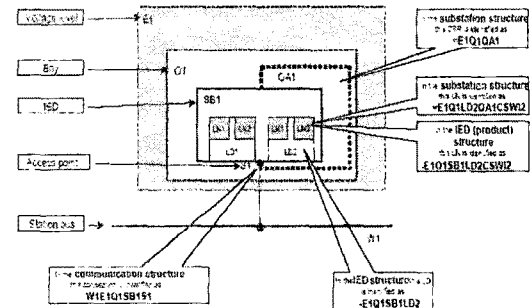


그림 8 명명 예제

4. 결 론

변전소 자동화 시스템의 구성에 있어서 시스템 구성, IED 구성, 통신 구성 등의 데이터는 매우 중요한 데이터이다. IEC 61850의 파트 6에서는 이러한 구성 데이터 묘사를 위한 데이터로 SCL을 제안하였다. SCL은 데이터 표현의 국제 표준인 XML에 기반하고 있으며 SCL 스키마와 SCL 데이터를 이용하여 변전소의 각종 구성 데이터를 표현할 수 있다. 본 논문에서는 변전소의 각종 구성 데이터가 XML 기반의 SCL로 묘사됨으로써 데이터 교환에 있어서의 표준 효과를 얻을 수 있고, 각종 엔지니어링 툴에서 이용될 수 있음을 보였다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC, "INTERNATIONAL STANDARD IEC 61850", 2004.
- [2] Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C., "Extensible markup language (XML) 1.0", Technical report, W3C Recommendation, 1998.
- [3] Faltside, D.C., "XML schema part 0. Primer", Technical report, W3C Recommendation, 2001.
- [4] Bosak, J., T., Connolly, D., Maler, E., Nicol, G., Sperberg-McQueen, C. M., Wood, L., and Clark, J., "W3C XML Specification DTD", Technical report, W3C Recommendation, 1998.
- [5] OMG, "Unified Modeling Language", 2005.