

IEC61850기반의 스테이션장치에서의 새로운 시각화기법

임성정, 김태완, 정성우, 이승재
 명지대학교 전기공학과

New Visualization Scheme of Station Unit in IEC61850-based Substation

Seong-Jeong Rim, Tae-Wan Kim, ShengWu Zeng, Seung-Jae Lee
 Dept. of Electrical Engineering, Myongji University

Abstract - 본 논문은 IEC61850기반 변전소자동화시스템의 스테이션 장치에서의 새로운 시각화 기법을 제안하였다. 제안한 시각화 기법은 변전소 구성언어(SCL)를 사용하여 단선도, 통신도를 자동적으로 표시하고 기능도와 신호 흐름도를 표시하는 기능을 포함한다. 단선도에 표시되는 객체의 상태, 측정값의 표시와 제어 및 설정값 변경의 기능은 IEC61850 통신모델에 의하여 수행한다. IEC61850의 새로운 특징에 의하여 쉽게 구현 가능한 기능을 포함한 시각화기법은 IEC61850기반 변전소자동화 데모시스템의 구현을 통하여 그 유용성을 입증하였다.

1. 서론

국내외적으로 전력IT사업의 급속한 진전에 따라 변전소자동화(SA: Substation Automation)가 진행되고 있다. 특히 변전소자동화의 근간이 되는 IEC61850 국제표준규격이 제정되었고 이에 부합한 제품과 이를 적용하는 신설 변전소가 널리 확대되어가고 있다. IEC61850의 주요 특징인 상호운용성과 기능의 자유로운 배치는 넓은 범위에 가능한 해결방안이 열리도록 하였다. 그러나 변전소자동화의 주요 기능은 그 책무가 주어지며 표준규격에 의하여 변경되는 것은 아니다. 특히 시스템 구조는 변경되지 않는다. 그럼에도 불구하고 IEC61850은 변전소자동화의 근간인 통신이며 시스템 설계에 있어서 가장 중요한 역할을 담당한다. 객체 지향적 데이터 모델과 최신 종류의 통신기술의 선택과 같은 IEC61850의 주요 특징은 HMI에도 커다란 영향을 주게 된다.

이전에 SU HMI를 개발하는데 있어서 가장 큰 단점은 과제별로 그 시스템 구성, 데이터 구조, 다양한 통신방식으로 인하여 그래픽 편집기를 사용한 개별적인 화면구성, 다양한 통신방식에 따른 통신 인터페이스와 데이터 수집 및 데이터 구조에 따른 데이터베이스의 설계 및 수집된 데이터의 매핑에 많은 시간과 노력이 소요된다.

본 논문에서는 기존의 스테이션 장치의 HMI에 개발에 있어서 문제점을 극복하는 IEC61850기반 변전소자동화시스템의 스테이션장치에서의 새로운 시각화 기법을 제안하였다. 제안한 시각화 기법은 변전소 구성언어(SCL)를 사용하여 단선도(single line diagram), 통신도(communication status layout)를 자동적으로 표시하고 기능도(function layout)와 신호 흐름도(signal flow diagram)를 표시하는 기능을 포함한다. 또한 단선도에 표시되는 객체의 상태, 측정값의 표시와 제어 및 설정값 변경의 기능은 IEC61850 통신모델에 의하여 수행한다. IEC61850의 새로운 특징에 의하여 쉽게 구현 가능한 기능을 포함한 시각화기법은 IEC61850기반 변전소자동화 데모시스템의 구현을 통하여 그 유용성을 입증하였다

2. HMI의 요구사항

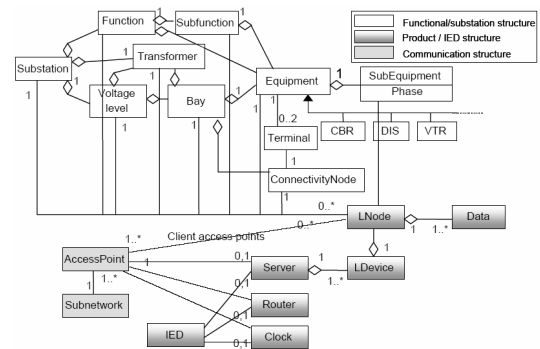
2.1 표준 기능 항목

스테이션장치의 HMI는 변전소의 감시와 제어를 위한 기본적인 기능을 제공해야 한다. 운용자는 마우스나 키보드를 통하여 화면상에서 차단기에 명령을 전달할 수 있어야 한다. HMI는 화면상에 표시되어야 할 알람, 이벤트 리스트를 운용자가 접근할 수 있어야 한다. 화면상의 이러한 리스트들에 대하여 이벤트 로그에서 알람이나 이벤트를 인쇄할 수 있어야 한다. 음성알람이 비정상 상태를 나타내야 하고, 모든 인식하지 않은 알람들을 운용자가 선택한 화면에서 접근 가능해야 한다. 다음의 표준 항목은 HMI에 필요하다[1].

- 단선도 (스위치 상태, 측정값을 표시하는)
- 대화상자 (제어, 측정, 블로킹)
- 알람 리스트 (스테이션과 베이장치에 대한)
- 이벤트 리스트 (베이장치에 대한)
- 시스템 상태 (통신상태를 포함한)
- 파라미터 설정 및 점검

3. 변전소구성언어에 의한 엔지니어링

변전소 구성언어(SCL)란 IED에 연결된 변전소내의 통신을 위한 구성언어로 정의한다. 특히 변전소 구성언어는 XML기반의 언어로서 변전소자동화 시스템과 이들의 관계를 포함한 개체소와 IED 구성에 대한 형식적인 설명을 허용한다. SCL에서는 4가지 종류의 파일(SSD, ICD, SCD, CID)을 포함한다. 이들 파일의 정보는 다음 그림과 같은 SCL 객체모델로 구성되어진다[2].



<그림 1> SCL의 객체모델

이러한 SCL 객체모델은 각각의 파일에서 구성요소(element)는 5개의 섹션으로 구성된다. 헤더섹션, 변전소 섹션, 통신 섹션, IED 섹션, 데이터형식 템플릿에서는 각각의 정보를 저장한다.

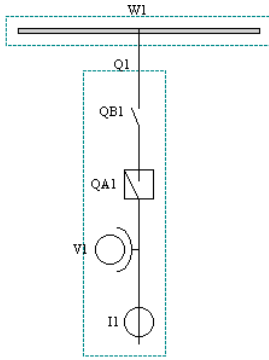
- 헤더 섹션: SCL 구성파일과 버전을 구분하고 신호들에 대한 이름을 매핑하기 위한 선택사항을 명시한다.
- 변전소 섹션: 변전소의 기능적인 구조를 설명하고 주요장치와 전기적 연결을 구분하는 내용을 포함한다. 주요장치에 연결된 논리노드에 의하여 변전소 자동화 시스템 기능을 추가적으로 정의하거나 논리노드가 이미 연결되어 있는 경우에는 전력시스템에 IED 기능의 관계를 정의한다.
- IED 섹션: IED의 미리 구성된 정보 즉 IED에 인스턴스화된 액세스 포인트, 논리장치, 논리노드를 포함한다. 또한 LNTType와 함께 제공되는 통신 서비스, 인스턴스화된 데이터, 기본값 및 구성 설정값의 IED 성능을 정의한다.
- 통신 섹션: 논리적인 모선(서브네트워크)과 IED 액세스 포인트에 의하여 논리노드간의 직접 통신 연결 가능성을 설명한다. 즉 서브네트워크에 연결된 모든 IED의 액세스 포인트 정보를 포함한다.
- 데이터형식 템플릿: 인스턴스화된 논리노드 형식을 정의한다. 논리노드 형식은 논리노드 데이터의 인스턴스화된 템플릿이다. 논리노드 형식 템플릿은 데이터로 구성되고, 다시 데이터는 데이터 속성 (CDC)로 분해된다.

4. 제안한 시각화 기법

앞에서 언급한 바와 같이 HMI의 요구사항에 부합하는 시각화 구현에 있어서 각각의 요구사항은 다음과 같이 분류하여 구현하였다.

4.1 단선도 (single-line diagram)

스테이션장치 HMI에서는 차단기의 상태 감시제어 및 계측값을 표시한다. 이때 단선도를 도시적으로 표현하는 것은 SCL의 변전소 섹션을 사용한다. 그림 2는 변전소 섹션에 대한 내용에 대한 단선도 표현이다.

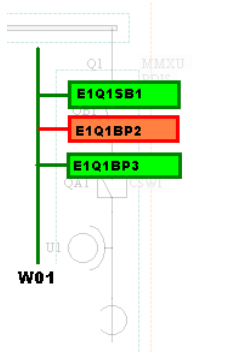


<그림 2> 단선도 레이아웃

```
<Substation name="S1">
  <VoltageLevel name="E1">
    <Bay name="W1">
      <ConnectivityNode />
    </Bay>
    <Bay name="Q1">
      <ConductingEquipment name="QB1" type="DIS">
        <Terminal connectivityNode="S1/E1/Q1/L1" />
        <Terminal connectivityNode="S1/E1/W1/" />
      </ConductingEquipment>
      <ConductingEquipment name="QA1" type="CBR">
        <Terminal connectivityNode="S1/E1/Q1/L1" />
        <Terminal connectivityNode="S1/E1/Q1/L2" />
      </ConductingEquipment>
      <ConductingEquipment name="V1" type="VTR">
        <Terminal connectivityNode="S1/E1/Q1/L2" />
      </ConductingEquipment>
      <ConductingEquipment name="I1" type="CTR">
        <Terminal connectivityNode="S1/E1/Q1/L2" />
      </ConductingEquipment>
      <ConnectivityNode name="L1" />
      <ConnectivityNode name="L2" />
    </Bay>
  </VoltageLevel>
</Substation>
```

4.2 통신도 (communication layout)

통신도는 변전소 자동화 시스템에 포함된 IED가 연결되는 있는 네트워크 상태를 표현하는 것으로 기본적으로 구조는 SCL의 통신 섹션의 정보를 사용하여 표현할 수 있다.



<그림 3> 통신도 레이아웃

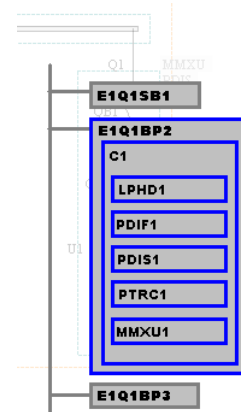
```
<Communication>
  <SubNetwork name="W01" type="8-MMS">
    <BitRate unit="b/s" multiplier="M">10</BitRate>
    <ConnectedAP iedName="E1Q1SB1" apName="S1">
      <Address>
        <P type="IP">192.168.10.101</P>
        <P type="IP-SUBNET">255.255.255.0</P>
        <P type="IP-GATEWAY">192.168.10.1</P>
        <P type="OSI-TSEL">00000001</P>
        <P type="OSI-PSEL">01</P>
        <P type="OSI-SSEL">01</P>
      </Address>
    </ConnectedAP>
  </SubNetwork>
</Communication>
```

```
</Address>
  <ConnectedAP iedName="E1Q1BP2" apName="S1" />
  <ConnectedAP iedName="E1Q1BP3" apName="S1" />
</SubNetwork>
</Communication>
```

그림3에 나타낸 바와 같이 통신도에서 네트워크 구조는 통신섹션을 사용하여 표현하고 네트워크와 각각의 IED의 통신상태는 스테이션장치에서 수집되는 모든 IED의 데이터속성 "Quality"을 이용하여 나타낼 수 있다. 즉 데이터 속성 Quality의 값이 good, unknown, bad일 경우 각각에 상태에 해당하는 색상을 표시함으로써 통신상태를 나타낼 수 있다.

4.3 기능도 (function layout)

기능도는 IEC61850의 특징인 자기설명(self-description) 기능을 응용한 것이다. 변전소 자동화 시스템에 포함된 모든 IED에 대하여 각각의 기능은 그 자체에 포함된 논리노드를 이용하여 확인할 수 있다. 여기서는 가 연결되는 있는 네트워크를 상태를 표현하는 것으로 기본적으로 구조는 SCL의 통신 섹션의 정보를 사용하여 표현할 수 있다.



<그림 4> 기능도 레이아웃

```
<IED name="E1Q1SB1">
  <Services>
    ...
  <AccessPoint name="S1">
    <Server>
      <Authentication />
      <LDevice inst="C1">
        <LN lnType="LN0" inst="" />
        <LN lnType="LPHDa" lnClass="LPHD" inst="1">
        <LN lnType="PDIFa" lnClass="PDIF" inst="1">
        <LN lnType="PDISa" lnClass="PDIS" inst="1">
        <LN lnType="PTRCa" lnClass="PTRC" inst="1">
        <LN lnType="MMXUa" lnClass="MMXU" inst="1">
      </LDevice>
    </Server>
  </AccessPoint>
</IED>
```

5. 결 론

본 논문은 IEC61850기반 변전소자동화시스템 스테이션장치에서의 새로운 시각화 기법을 제안하였다. 제안한 시각화기법에서는 단선도, 통신도, 기능도 및 신호 흐름도를 표시하는 기능을 제공함으로써 기존방법의 문제점인 개발시간 및 오류를 급격히 줄이고, 시각적으로 엔지니어링 점검이 가능함을 입증하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음(차세대전력기술연구센터)

[참고문헌]

[1] K. P. Brand et al., Substation Automation Handbook, Utility Automation Consulting Lohmann, Switzerland, 2003.
 [2] IEC 61850: Communications Networks and Systems in Substation, International Standard, 2003.