

IEC61850 기반 변전소의 신개념 HMI 개발

김해누리*, 박동호**, 최영준*, 임성정*, 이승재*
*명지대학교 차세대 전력기술연구센터, **(주)현대중공업

Development of New Concept HMI for Substation based on IEC61850

Hae-Nu-Ri Kim*, Dong-Ho Park**, Choi Young-Joon* Sung-Jung Lim*, Seung-Jae Lee*
*Myungji University NPTC, **Hyundai Heavy Industries

Abstract - IEC61850에 따르는 디지털 변전소 사업이 한창이다. 그러나 IEC61850을 적용한 변전소가 나오게 되면 기존 SCADA 시스템에서 사용하던 HMI를 지속적으로 사용하기에는 무리가 따른다. 그래서 IEC61850기반으로 통신모듈, 데이터베이스, 사용자 인터페이스 관점에서 HMI의 개선이 필요하다. 본 논문에서는 IEC61850기반의 변전소 자동화 시스템에서 변전소 내부의 장비(IED)들을 관리하고 감시하는 Station Level의 HMI와 IED의 위치에서 IED의 상태와 제어 및 상단에 연결되어 다른 IED의 상태를 감시하는 Bay IED HMI의 구성 방법을 제안한다, 각각의 필요한 통신 프로토콜과 모듈, 컴퓨터 프로세스 통신을 사용하기 위한 OPC(OLE for Process Control), 외부에서도 관리, 감시, 제어가 가능하게 하기 위한 Web Service기능을 구현하였다.

사실상 다른 시스템과의 연결이 없는 독립형 시스템을 말한다. 네트워크상의 RTU와 통신에 있어서 다른 형태로의 데이터 전달에 대한 유연성을 확보할 수 없으며 시스템 제조업체에 의해 제공되는 접속만이 제한적으로 가능하다.

- 분산형: 단일형의 메인 프레임 보다 규모가 작고 저렴한 컴퓨터를 이용, LAN을 통하여 서로 실시간 데이터를 공유한다. 일반적으로 각각의 시스템을 연결하는 네트워크는 LAN프로토콜을 기반으로 하며 외부 시스템과는 연결할 능력은 없다. 비록 승인된 제조업체에 의해서 실시간 데이터 전송이 가능하도록 LAN 프로토콜을 최적화 하더라도 여전히 다른 제조업체의 SCADA시스템 LAN에서는 네트워크 장비로의 접속이 제한된다.

- 네트워크형: 분산형 SCADA 시스템과 거의 유사하지만 가장 큰 차이점은 개방형 시스템 구조, 개방형 표준과 프로토콜의 사용 및 WAN(Wide Area Network)을 통한 SCADA 기능의 분산화를 가능하게 한다는 것이다. 개방형 시스템은 외부 시스템과의 접속을 가능하게 하였지만, 모두 동일한 표준을 이용한 시스템과 장비에 대해서만 상호접속이 가능하다.

1. 서 론

변전소 자동화 표준에 대한 연구는 1990년대 초반 미국과 유럽에서 동시에 시작되었다. 미국에서는 EPRI가 UCA2.0을 만들고 유럽에서는 IEC가 IEC61850을 개발하였다. 이 두 가지 표준은 UCA2.0의 데이터 모델과 서비스를 기반으로 하고 이를 포괄하는 IEC61850으로 통합되어 변전소 자동화 시스템 내에서 사용될 단일한 국제표준으로 인정받고 있다.[1][2]

검증된 IEC61850 표준을 채택하여 변전소를 구성하면 그 구조는 기존의 Hardwire 방식과는 다른 Network 방식으로 이루어지며 이전에는 불가능했던 새로운 기능의 구현을 가능하게 한다.

IEC61850이라는 변전소자동화 표준이 적용됨에 따라 기존 SCADA 시스템에서 사용되고 있던 Station HMI의 적용이 불가능 하게 되었다.

본 논문에서는 IEC61850 변전소 자동화 표준의 적용에 따라 새롭게 정의되는 HMI의 구현 및 정보에 대해 연구하였고 구현하였다. 또한 Bay Level의 IED들의 상호 통신이 가능함에 따라 그 위치에서 IED의 상태 감시 및 제어, Station과의 연결을 통한 변전소 감시, 제어 그리고 외부에서도 감시와 제어가 가능한 Web Service의 기능을 구현하였다.

2.1.2 기존 HMI

기존 변전소의 감시 및 제어를 위한 HMI 시스템은 RTU를 통해 올라오는 정보들을 HMI를 만드는 엔지니어가 미리 알고 그 정보들을 통하여 HMI를 꾸미게 된다. 그렇게 하기 위해서는 RTU에 점점의 정보와 그 데이터들에 대한 MAP Table을 만들어야 하고 그 테이블을 가지고 오프라인을 통해 HMI화면을 구성하게 된다. 또한 각각의 IED의 상태 정보를 상위에서 알기 위해서는 제조업체에서 제작한 구성 S/W를 이용하여 개별적으로 IED 정보를 제공한다.

2. 본 론

2.2 IEC61850 기반 변전소 구조

IEC61850의 모든 통신은 네트워크 기반으로써 3가지 레벨로 구성되어있다.

또한 기존의 DNP 프로토콜과는 다르게 각각 데이터의 주소가 계층화된 이름으로 알기 쉽게 표현되어 있고, 이름 자체에 의미가 부여되어 있다.

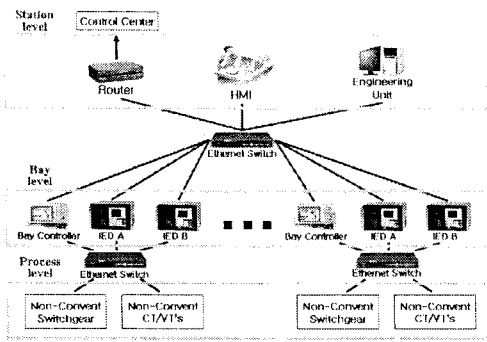
따라서 이러한 IEC61850 표준 프로토콜을 사용하게 되면 시스템 통합 및 관리 유지/보수가 용이하며 응용레벨과 통신레벨을 따로 정의하여 새로운 통신 기술이 나왔을 경우 그 통신 기술만 따로 적용 시킬 수 있다는 장점을 가진다.

2.1 기존 SCADA 시스템 구성과 HMI

SCADA 시스템의 구조는 단일형(Monolithic), 분산형(Distributed), 네트워크형(Networked)으로 변화하고 있으며 각각의 특징을 살펴보면 아래와 같다.[14]

2.1.1 기존 SCADA 시스템의 특징

- 단일형: 일반적으로 중앙 집중의 메인프레임 개념으로 하나의 단일 시스템이 모든 기능을 수행하는 형태 즉,

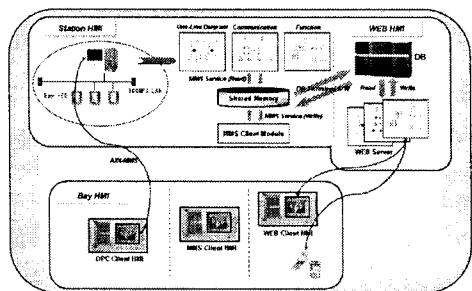


<그림 1> IEC61850 기반 변전소 자동화 시스템

각 레벨은 CT나 PT로부터 전압, 전류 값을 취득하여 Bay Level로 전송해주고 CB를 제어하는 Actuator를 가진 Process Level, 기존의 계전기 역할을 하며 Process Level과 통신을 하여 Actuator에게 차단 명령 또는 투입 명령을 내리고 Station Level로 결과를 올려주기도 하는 Bay Level, 그리고 변전소 내부의 모든 시스템을 감시, 제어하는 Station Level이 있다.

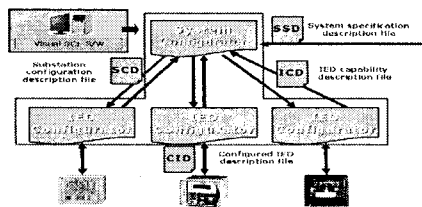
2.3 IEC61850 기반 변전소 HMI 구현

IEC61850에서 제안하는 MMS(Manufacturing Message Specification)는 기본적으로 서버와 클라이언트 구조를 정의한다. 그래서 Bay Level 혹은 Process Level에 위치하는 IED들은 서버가 되고 HMI와 같은 정보를 필요로 하는 장치들은 클라이언트가 된다. 그래서 그림 2와 같이 각각의 클라이언트를 공유 메모리를 통하여 한 개의 HMI에 모든 IED의 정보를 가져올 수 있다.



<그림 2> IEC61850기반 변전소 HMI 시스템 구성도

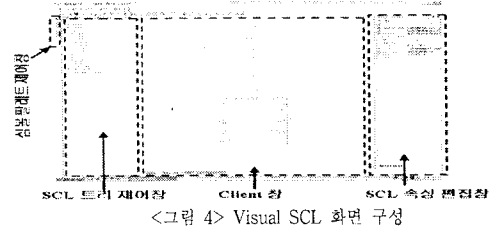
IEC61850에서 정의한 시스템 Configuration Language(S.C.L)에는 변전소, 통신, IED의 기능과 데이터 형식이 정의되어 있다.[3] 그림 3은 Visual SCL을 이용한 시스템 재구성 파일 생성을 나타내고 그림 3은 Visual SCL 소프트웨어의 화면 구성이다.



<그림 3> Visual SCL을 이용한 시스템 재구성 파일 생성

Visual SCL 소프트웨어를 이용하여 SCL 엔지니어링을 해결 할 수 있다. 변전소 시스템 구조를 각각의 정의된 아이콘을 이용하여 생성하고 그 곳에 맞는 데이터를 입

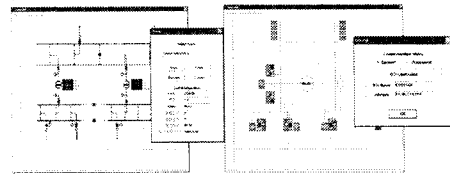
력하여 실행시키면 변전소 구성(SCD)파일이 생성된다.



<그림 4> Visual SCL 화면 구성

2.3.1 Station HMI

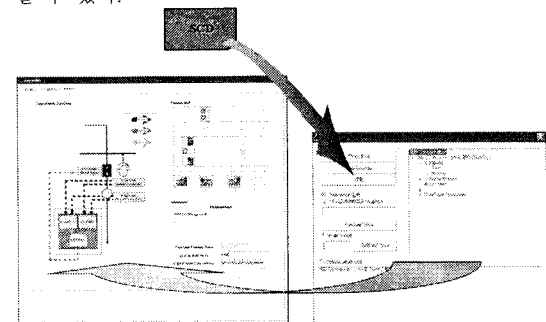
그림 5는 생성된 SCD 파일을 이용하여 변전소의 단선도 화면, 통신화면을 구성한다



<그림 5> SCD파일을 이용한 단선도, 통신상태 화면

단선도 화면에서는 CB상태, 전류의 RMS값, 계전기 셋팅 값과 같은 여러 정보들을 IEC61850에서 정의한 MMS통신 서비스와 Report Control Block, Log Control Block, Goose Control Block을 이용하여 표현할 수 있다.

통신화면은 IEC61850에서 정의한 MMS(Manufacturing Message Specification) 통신 서비스를 이용하여 각 IED의 실시간 통신상황을 나타낸다.[4] 추가적으로 각 SCD 파일에는 각 IED의 기능 정보인 논리노드 정보가 들어 있어 데이터의 이동 경로를 확인할 수 있다.

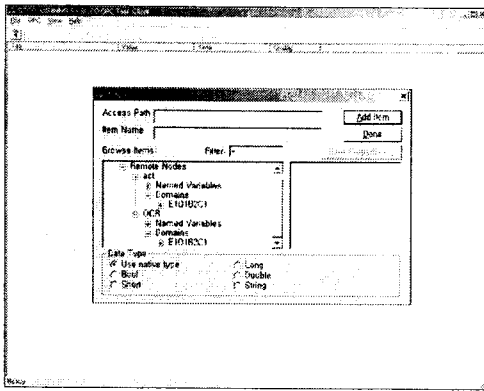


<그림 6> SCD파일 파싱을 통한 데이터 흐름 화면

그림 6는 SCD파일을 DOM파서를 이용하여 데이터 흐름을 자동적으로 나타내는 화면이다.

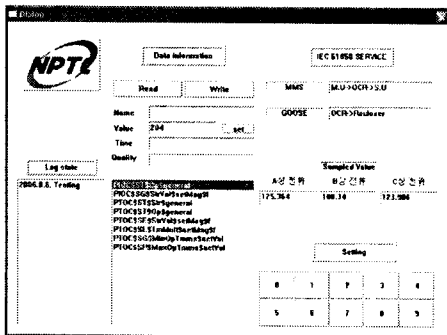
2.3.2 Bay HMI

Bay IED용 HMI는 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 첫째로 OPC 클라이언트를 들 수 있다. OPC는 데이터의 클라이언트 어플리케이션과 서버들 사이의 인터페이스 방식을 규정한 것이다. 본 연구에서는 SISCO사에서 제공하는 AX-S4 MMS에서 OPC 서버 인터페이스를 통하여 OPC 클라이언트라는 소프트웨어를 제작하였다. AX-S4 MMS는 Bay IED 들과 Station 버스로 MMS통신을 이용해 정보 교환을 하고, 그 정보를 OPC 서버 인터페이스를 통해 제공한다.



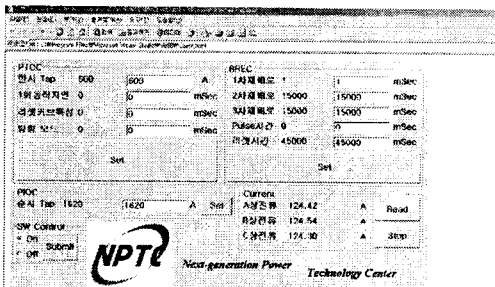
<그림 7> OPC 클라이언트 화면

그림 7은 OPC를 이용하여 Bay Level에서 Station 에 연결하여 IED들의 데이터를 보여주는 화면이다. 둘째로 MMS 클라이언트이다. 앞에서 언급한 MMS의 기본 서비스 구조로 한 IED의 상태를 화면에 나타낸다.



<그림 8> MMS 클라이언트 화면

마지막으로 Web 클라이언트이다. 일반적인 Web 기반 시스템은 데이터베이스 서버, Web 서버, 클라이언트의 3계층으로 구성된 클라이언트/서버 모델의 기본적인 물리적 구조를 가지며 반드시 클라이언트의 정보요청이 있어야만 Web 서버는 데이터베이스 서버와 연동하여 요청한 정보를 제공하고 데이터베이스의 데이터가 변화하더라도 클라이언트의 정보요청이 없을 경우에는 Web 서버는 변경된 정보를 클라이언트 측에 전달할 수 없다.[5][6]



<그림 9> Web 클라이언트 화면

그림 9는 Web 클라이언트를 이용하여 계전기 정정, 리클로징 시간, 및 RMS전류 값 등의 정보를 보여주는 화면이다.

3. 결 론

IEC61850 표준의 도입으로 인해 변전소 자동화 시스템

이 객체지향적으로 설계가 됨에 따라 변전소의 구조 자체가 변경되어 기존에 사용되던 SCADA 시스템 개선이 필요하다.

본 논문은 IEC61850 표준 규격이 적용된 변전소의 Station HMI 및 새롭게 제시되는 Bay IED용 HMI 개발에 목적을 두고 있다. 개발된 Station HMI와 Bay IED용 HMI는 IEC61850 표준이 적용된 변전소 자동화 시스템이라면 어디든지 가능하다.

변전소 내에 IED들과 Station HMI 그리고 Bay IED HMI와의 MMS 통신 인터페이스 소프트웨어를 개발하였으며, OPC 인터페이스를 이용하여 AX-S4 MMS를 통하여 IED들을 감시/제어 하였다. Ehgks 취득된 데이터를 저장하기 위하여 IEC61850의 논리적인 구조를 따르는 데이터베이스를 설계하였다. 그리고 사용자 인터페이스를 Active X로 개발하고, Web 서비스를 구현하여, 기존에 개발된 SCADA 시스템을 개선하였다. 앞으로도 추가적인 연구를 통하여 변전소 상태를 모바일을 통하여 운영자에게 통보해주는 시스템을 개발할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한전 전력연구원, "IEC61850 기반의 차세대 변전소 자동화 시스템 기술 규격 수립 보고서" 2005. 8
- [2] NPTC전력기술강좌 자료, "Substation Automation을 위한 국제표준 IEC61850", 2004. 7
- [3] 김명희, 김해누리, 임성정, 이승재, "SCL을 이용한 IED 신뢰도 향상 기법 구현에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, A권, 페이지, 2006
- [4] IEC 61850-8-1 Communication Networks and Systems in Substations, Part 8-1: Specific Communication Service Mapping(SCSM)-Mapping to MMS
- [5] Ta-Kan Ma, J., Tru-Ming Liu, Lo-Fu Wu, "New energy management system architectural design and Intranet/Internet applications to power system", Energy Management and Power Delivery, 1998 Proceedings of EMPD '98. 1998 International Conference on, Vol. 1, 3-5 March 1998, pp.207-212
- [6]성원모, 문상호, 홍봉희, "GIS와 Internet의 통합 기술", 한국정보과학회 데이터베이스 연구회지 12권 3호, 1996, 8, pp. 97-115

[감사의 글]

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.