

## 상용 어플리케이션을 이용한 IEC61850 기반의 변전소 자동화 시스템 스테이션 레벨 HMI 구현

이기영, 김태완, 최연송, 이승재  
 명지대학교, 차세대 전력 연구 센터

### SAS station-level HMI Implementation by Commercial application based on IEC 61850

Gi-Young Lee, Tae-Wan Kim, Myen-Song Choi, Seung-Jae Lee  
 MyongJi University, Next-Generation Power Technology center

**Abstract** - IEC 61850은 변전소 자동화에 있어서 변전소 감시, 보호, 제어, 운전 에 필요한 모든 부분에 IT 기술을 적용한 디지털 제어 기반의 차세대 변전소 자동화 시스템을 설계, 개발, 운용하는 기술로서 변전소 운전의 자동화 및 무인화를 위한 핵심 기술이다.

IEC 61850 기반의 변전소 자동화 시스템의 스테이션 레벨 Station HMI 구현을 위하여 논리노드 데이터 클래스가 매핑된 MMS와 OPC를 연계하였으며 OPC 통신을 지원하는 HMI툴을 사용하여 IEC 61850 스테이션 레벨 Station HMI를 구현하였다.

#### 1. 서 론

IEC 61850 기반 변전소는 기존 변전소의 데이터를 취득하는 CT, PT와 같은 Merging Unit과 Actuator가 존재하는 프로세스 레벨이 있고 보호, 제어, 계측, 보안방재 등을 담당하는 IED가 존재하는 베이 레벨이 있다. 또한 IEC 61850 기반 변전소의 전체적인 시스템의 감시와 관리 그리고 제어를 하는 Station Unit과 변전소 내부의 통신 구조를 설정하는 Engineering Unit이 존재하는 스테이션 레벨로 나눌 수 있다.

IEC 61850은 일정 부분을 정의하는 프로토콜이 아닌 변전소 전체의 구조를 정의하는 표준으로써 기존 변전소의 정보뿐만 아니라 추가적인 데이터들이 많이 생겨나게 되었고, 변전소의 통신 구조 또한 변경되었다. 그러므로 상위에서 변전소를 감시하는 HMI또한 새롭게 생겨나는 데이터들에 대해 사용자에게 정보를 제공해야 하며 그 정보를 효율적으로 처리해야 한다.

IEC 61850이라는 변전소 자동화 표준이 적용된다면 기존 SCADA에서 사용되고 있던 Station HMI를 그대로 사용하기 어렵게 될 것이며 아직까지는 IEC 61850 기반 변전소 스테이션 레벨 HMI에 대한 연구가 부족한 실정이다.

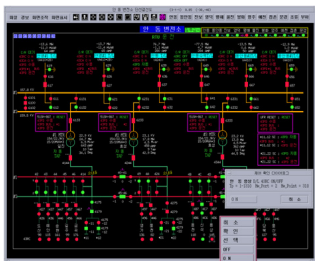
본 논문에서는 논리노드의 데이터 클래스가 매핑된 MMS 매핑을 OPC Item 으로 변환, MMS와 OPC를 연계하고, OPC를 지원하는 상용 HMI툴을 이용, IEC 61850 기반 스테이션 레벨 HMI를 구현 하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 기존의 변전소 시스템

기존의 변전소 SCADA시스템은 변전소 종합 자동화 시스템을 구성하는 시스템 중앙장치 (HMI), 통신처리장치 (CSD), 원격 단말장치(RTU), 전력현장의 디지털화된 Relay (IED) 및 주변 설비들과의 표준화된 데이터 공유를 통하여 전력현장의 운영 능력을 향상시키고 설비간의 개방성을 확보함으로써 궁극적으로 변전소 자동화를 이룩하는 것이 목적이다 [1][2].

기존의 변전소에서 사용하는 SCADA System의 사용자 인터페이스는 그림1과 같이 단선도로만 변전소를 표현하였다. 그림1에서는 변전소를 운용하는데 필요한 최소한의 정보인 스위치 개폐상태, 이름, 모션전압, 전류 등이 표현된다. 모든 작업이 단선도에서 이루어지기 때문에 각 장치의 상세 정보를 표시 할 수 없다는 단점이 있다.



<그림 1> 기존의 변전소 SCADA 시스템 HMI

그리고 표1과 같이 통신 프로토콜은 DNP 3.0을 사용한다. 그리고 하위에 있는 장치들의 정보가 각 point별로 하드웨어를 통해 RTU로 들어오게 되고 그 Data들은 UTP케이블을 통해 HMI화면에 나타내게 된다. 그렇기 때문에 컴퓨터 프로세스의 용량의 규모가 방대해야 하고 구성 또한 복잡함을 가지고 있다.

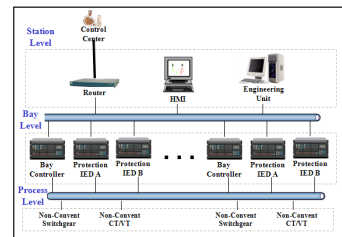
<표 1> 기존의 변전소 시스템간 프로토콜 환경

시스템	환경	프로토콜	통신속도	통신형태
NCC,RCC,SCC		Basic DNP	9600Bps	RS-232C
HMI		DNP over TCP/IP	100Mbps	Ethernet, 100Base-T
IED (154kV)		DNP over TCP/IP	10Mbps	Ethernet, 10Base-T
IED (23kV)		Basic DNP	19.2~38.4Kbps	RS-485(half-duplex)
RTU		DNP over TCP/IP	10Mbps	Ethernet, 10Base-T

##### 2.2 IEC 61850 기반의 변전소 시스템

그림2와 같은 IEC 61850 기반 변전소 자동화 시스템에서의 3가지 레벨의 기능은 다음과 같다. 첫째로 프로세스 레벨은 CT나 PT로부터 전류, 전압 값을 취득하여 둘째로 베이 레벨로 전송해주는 Merging Unit이 있고 CB를 제어하는 Actuator를 가진다. 셋째로 베이 레벨은 기존의 계전기 역할을 하는 보호용 IED와 IED들을 제어하는 Bay Controller가 있어 프로세스 레벨 IED들과 통신을 하여 Actuator에게 차단 명령 또는 투입 명령을 내리고 스테이션 레벨로 결과를 올려준다.

스테이션 레벨은 변전소 내부의 모든 시스템을 감시 및 제어를 한다. 또한 기존의 DNP 프로토콜과는 다르게 각각 데이터의 주소가 계층화된 이름으로 알기 쉽게 표현되어 있고, 이름 자체에 의미가 부여 되어있다. 따라서 이러한 IEC 61850 표준 프로토콜을 사용하게 되면 시스템 통합 및 관리 유지/보수가 용이하며 데이터 레벨과 통신 레벨을 따로 정의하여 새로운 통신 기술이 나왔을 경우 그 통신 기술만 따로 적용 시킬 수 있다는 장점을 가진다[3].



<그림 2> IEC 61850 기반의 변전소 시스템

IEC 61850기반 변전소의 HMI 시스템은 모든 정보 교환이 통신을 통해 이루어져 RTU와 같은 중간 매개가 없이 IED와 HMI 직접 1:1로 Data를 주고 받을 수 있다. 또한 포인트 수가 증가하더라도 MMS 통신 모듈은 단 한번의 연결만으로 IED의 포인트 정보를 취득함으로써 확장성에 또한 기존보다 쉽게 보장할 수 있다. HMI와 IED간의 정보 교환 시 기존에는 1sec마다 값을 표시하는데 그 값들을 HMI에서 지속적으로 확인되어야 하는 Data를 IED가 멀티캐스팅으로 Report하기 때문에 HMI MMS Client 통신모듈을 통하여 필요한 정보를 쉽게 받을 수 있다. 또한 스위치 on/off나 OCR 정정치 확인 및 셋팅과 같은 제어정보 또한 Read/Write를 통해 쉽게 운전 할 수 있다.

표2에서 기존 변전소 HMI와 IEC 61850기반 변전소 HMI를 비교해 보았다.

**<표 2> 기존의 변전소 HMI와 IEC 61850기반 변전소 HMI 비교**

구분	기존 변전소 HMI	IEC 61850기반 변전소 HMI
User Interface	단선도 화면	단선도화면, 통신화면, 기능화면
기능	SCADA : 감시, 제어, 계측기능(RTU)	종합 자동화 시스템 : 감시, 제어, 계측, 보호기능(이더넷)
통신 프로토콜	DNP 3.0	MMS
point별 수용방식	point별 1:1 제어케이블을 통해 RTU에서 Data를 취합하고 다시 그 Data를 HMI 화면에 나타냄	각 IED당 1개의 이더넷 케이블을 통해 해당하는 IED의 point를 직접 HMI 화면에 나타냄
HMI와 IED간의 연결	RTU를 통한 중앙 연계방식	1:N 방식의 직접연결

**2.3 상용 어플리케이션을 이용한 IEC 61850 기반의 HMI 설계**

OPC표준은 프로세스 데이터의 클라이언트 어플리케이션들과 서버들 사이의 인터페이스 방식을 규정한다. 이 표준은 프로세스에 접근하여 그 값을 읽고 쓰는 것이다. OPC호환 클라이언트는 어떠한 종류의 OPC호환 서버들로부터든지 데이터를 읽고 쓸 수가 있다. OPC는 마이크로소프트의 OLE/COM 표준에 그 기반을 두고 있다.[5]

IEC 61850기반 변전소 자동화 시스템에서 데이터 클래스들을 MMS 매핑하고 OPC Item으로 변환, 연계하게 되면 좀 더 효율적이고 가시적인 HMI 툴을 이용할 수 있게 된다. 본 논문에서는 OPC가 지원되는 여러 상용 HMI툴 중 Intouch를 사용하여 IEC 61850기반 변전소 시스템의 스테이션 레벨 HMI를 구현한다.

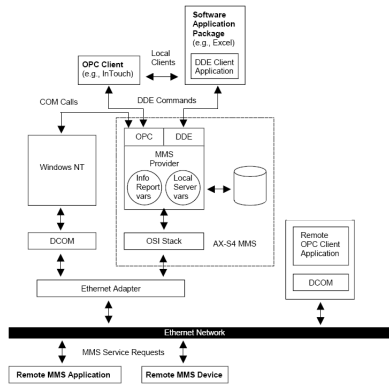
**2.3.1 SAS HMI의 요구사항**

SAS HMI로서 기능을 하기 위하여 IEC61850-4의 내용을 보면 첫째로 하드웨어적 표현으로 SAS 구성요소들 간의 연결과 PE와의 접속에 관한 회로도, 신호 목록, 외부 구조에 대한 기능도가 있고 둘째로 변수화에 관해서서 구성목록, 신호목록, 변수 목록, 전체 표시사항 및 조작 메뉴 순서에 관한 그래픽 표현, 내부 특징에 대한 기능 등이 있다.

**2.3.2 MMS 통신 시스템과의 연계**

AX-S4 MMS는 SISCO사에서 제공하는 MMS Client 소프트웨어로 IEC 61850 기반의 IED에 접속해 MMS 통신을 이용하여 Real-Time으로 정보를 교환하는데 사용된다. 이 소프트웨어는 OPC라는 인터페이스를 제공함으로 AX-S4 MMS가 아닌 다른 소프트웨어에서도 OPC 인터페이스를 통하여 IED와 정보를 교환할 수 있다[4].

AX-S4 MMS의 모델은 아래 그림3과 같다.



**<그림 3> AX-S4 MMS 모델**

그러므로 본 논문에서는 OPC 인터페이스를 지원하는 상용 HMI툴인 Intouch를 사용하여 HMI를 구현한다.

Intouch에서 OPC통신을 사용하기 위하여 다음의 과정이 필요하다. PC상의 OPC Server가 해당 OPC Client들에게 Data 및 정보를 서비스 하기 위한 Access 권한 부여 및 다른 PC상의 OPC Client가 해당 OPC Server를 실행하고 data의 read/write할 수 있는 권한 부여를 하기 위한 DCOM설정을 한다[5].

IEC 61850에서 논리노드 OCR을 구성하는 전류A상을 나타내는 float형 데이터 클래스는 TCTRL.MX.Amp.instMag.f 이다. 이를 MMS 매핑시키고 OPC Item 포맷으로 변환시켜 나타낼 수 있다.

OCR : E1Q1B2C1/TCTRL\$MX\$Amp\$instMag.f 로 변환된 AX-S4 MMS측 OPC Server의 Item 을 DCOM 설정 후 OPC Client 로 받을 수 있게 된다.

OPC Client 모듈이 내장된 Intouch에서 사용되는 Tag 형식으로 정의

하여 나타내면 rOCR\_E1Q1B2C1\_TCTRL\_MX\_Amp\_instM 으로 만들 수 있다. 여기서 rOCR 부분의 r 은 OPC Item에서 데이터 형식인 f = float 인 것과 같은 real 데이터 형인 것이다.

Intouch에서 I/O tag를 만들때 그것들은 반드시 Access Name과 연결되어야 하며 Access Name은 노드명, 어플리케이션 명, 토크 명을 포함하는 다른 I/O 자료소스와 통신하는 것에 쓰인다.

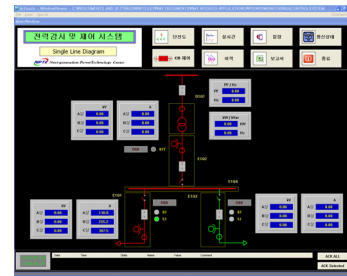
Access Name을 정의 하였다면 HMI에서 직접 사용되는 Tag를 만들 수 있게 된다.

**3. 사례 연구**

그림4와 같이 상용 HMI툴인 Intouch를 사용하여 스테이션 레벨 HMI를 구현하였다.

그리고 테스트를 위하여 본 연구소에서 개발된 OCR이 포함된 IEC 61850 모의 시스템에서 동작 테스트를 하였으며 MMS매핑된 OCR Client에서 실시간 Magnitude값 데이터 클래스를 AX-S4 MMS로 받아서 OPC Item을 Tag로 변환하였다.

각 A상, B상, C상 전류값을 화면에 표시하였으며 스테이션 레벨 HMI에서 필요한 단선도 화면, 트랜드 표시, 통신 상태 등을 나타내었다.



**<그림 4> Intouch를 이용한 스테이션 HMI**

**4. 결 론**

본 연구에서는 IEC 61850 기반의 변전소 자동화 시스템에서 스테이션 레벨 HMI를 구현하였다.

기존의 SCADA 변전소 시스템이 IEC 61850 기반 변전소 시스템으로 전환되게 되면 스테이션 레벨 HMI의 연구가 많이 필요하게 될것이다.

OPC인터페이스를 지원하는 상용 HMI툴일 경우 그 활용 가능성이 매우 넓다 생각하며 상용 HMI 개발 툴에서 지원하는 통신모듈 과 MMS 통신과의 연계가 개발 시간단축에 크게 기여할 수 있고 IEC 61850 시스템 개발자에게 편리성을제공할 수 있을 것이라 기대한다.

이번에 사용된 HMI툴인 Intouch의 경우는 CB동작 메시지 처리 등에는 적합하지 않아 메시지를 처리하기위한 중간단계의 모듈이 필요할 것이라 사료 된다.

**감사의 글**

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었으며(차세대전력기술연구센터), 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았다

**[참 고 문 헌]**

[1] 변전소, 자동화의 필요성, 2003.11.21, 제어보호연구회발표자료  
 [2] 한전 전력연구원, "IEC61850 기반의 차세대 변전소 자동화 시스템 기술 규격 수립 보고서", 2005. 8  
 [3] Sidhu, T.S., Gangadharan, P.K, "Control and automation of power system substation using IEC 61850 communication", Control Applications, 2005. CCA 2005. Proceeding of 2005 IEEE Conference on, 29-31 Aug. 2005, pp. 1331-1336.  
 [4] SISCO Inc., "MMS-EASE Lite Reference Manual Revision 13", Aug. 2004  
 [5] OPCSoft, <http://www.opcsoft.co.kr>  
 [6] IEC 61850 규격문서