

디지털 계전기에 변전소 자동화 프로토콜 (IEC 61850) 적용에 관한 연구

임성정, 최항섭, 민병운, 박동호  
 현대중공업(주) 기계전기연구소 시스템제어연구실

Application study of substation automation protocol (IEC 61850) to digital relay

Rim Seong-jeong, Choe Hang-seob, Min Byoung-woon, Park Dong-ho  
 System control dept., Electro-mechanical research institute, Hyundai Heavy Industries, Co.,Ltd.

**Abstract** - This paper presents the application study of substation automation protocol, IEC 61850 to digital relay (HiMAP). Especially, it implements the data modeling, ACSI definition, GOOSE, MSVCB and data service required in the existing digital relay. To verify the system performance, we develop the process emulator and HiMAP emulator, and describe the results.

준 인터페이스들이다. 계전, 계측, 레코딩 등의 HiMAP의 기능들에 해당하는 요소들에 해당하는 IEC 61850의 LN들을 보여주고 있다.

1. 서론

HiMAP은 현대중공업에서 개발한 32bit 마이크로프로세서(DSP)를 탑재한 디지털 계전기로 대화식 메뉴 설정 방식으로 조작이 간편하며 디지털 필터의 채용으로 완벽한 고조파 제거 가능하다. 또한 듀얼 통신포트 방식을 적용하여 각종정보를 외부로 손쉽게 전달 가능하다. 사고시의 전류 및 전압 파형을 제공하는 등 획기적인 전력 계통 운전정보를 제공한다.

HiMAP이 다양한 제조업체에서 만든 IED들이 존재하는 변전소 자동화 시스템에서 위와 같은 기능을 수행하고 장치들을 유지하기 위해서는 이기종의 IED와의 데이터 교환 및 상호작용을 해야 한다. 따라서 단일한 국제 표준으로 정착되어가고 있는 IEC61850의 지원은 필수적이라 할 수 있다. IEC61850은 이종 간의 자유로운 데이터 교환 및 상호작용을 지원하고 있다.

본 논문에서는 변전소자동화를 위한 국제 프로토콜(IEC61850)의 HiMAP에 적용방안 연구에 대하여 설명하고 그 검증방안에 대하여 다루었다.

2. HiMAP 모델링

2.1 표준 인터페이스를 이용한 데이터 교환

IEC 61850에서의 이기종의 장치간의 통신은 제조업체에 종속적인 데이터들을 표준화된 인터페이스인 LN(Logical Node)로 맵핑시켜 줌으로써 가능하다. 그림 1은 IEC 61850기반의 HiMAP이 어떻게 다른 제조업체의 IED와 상호작용이 가능한가를 나타낸다. 그림 1에서 보는 바와 같이 이기종간 장치에서 사용되는 데이터를 그에 상응하는 표준인터페이스 LN에 맵핑시켜 줌으로써 상이한 장치간의 공통된 인터페이스를 갖게 한다.

2.2 표준 인터페이스 모델링

표 1에서와 같이 HiMAP은 보호 계전기능, 계측기능, 통신 기능, 레코딩 기능 등을 가지고 있다. 이런 HiMAP이 이기종의 디바이스와의 상호작용을 위해서는 HiMAP에서 사용되는 데이터들이 타 디바이스와 정보교환을 할 수 있는 표준화된 인터페이스를 제공해야한다. 그림 50는 HiMAP이 가져야 할 가장 기본적인 IEC 61850의 표

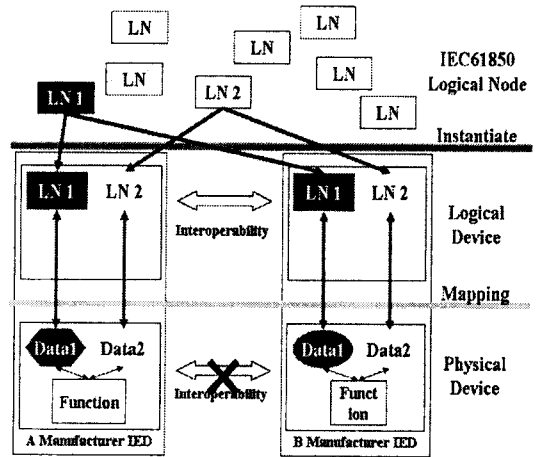


그림 1. 표준 인터페이스를 사용한 데이터 교환

표 1. HiMAP 구성을 위한 LN.

HiMAP의 종류 및 기능	요소	IEC 61850 LNs	
보호계전 기능	HiMAP FI (일반피더용)	OCR(50/51), OCGR(50G/51G), DGR(67G), SGR(67G), OVR(59), OVGR(64G), UVR(27), PSR(47P/47N)	PTOC, PDIS, PT OV, PHIZ, PTUV
	HiMAP T (변압기보호)	DFR(87T), OCR(50/51P), OCR(50/51S), DGR(67G), SGR(67G)	PTDF, PTOC, PD IS, PDOC
	HiMAP M (모터보호)	OCR(50), THR(49), NSR(46), NC HR(66), UCR(37), DGR(67G), O CGR(50G/51G), SGR(67G)	PTOC, PMSU, PP BR, PDOC
	HiMAP SC (동기보호)	SCR(25), UVR(27)	PDOC, PTUV
계측 기능	디지털 계측(V, A, kW, kVar, kWh, kVarh, PF, Hz)	MMXU, MMTR, MHAI	
기록 기능	Falut, event	RDRE, RFLO	

현재 HiMAP은 세 개의 통신 포트를 내장하고 있다. C1, C2 포트는 HiMAP이 감지하는 모든 정보(계전기 동작 상태, 계측 정보 그리고 차단기 동작 상태 등)를

62.5kbps 통신 속도로 통신 제어 장치인 HICM-860으로 전송하며, RS-485 HDLC 프레임 프로토콜을 사용하고 있다. 즉, 타사의 감시 제어 시스템과 상호 운용을 할 경우 당사의 통신 제어 장치인 HICM-860의 다양한 접속 포트를 이용하여 접속하여야 한다. 따라서 IEC 61850 기반의 IED들과 데이터를 교환하기 위해서는 기존의 RS-485 통신 프로토콜을 이더넷 기반의 통신 프로토콜로 변경하여야 한다.

그림 2는 이런 현재의 HIMAP을 표준화된 인터페이스를 사용하여 재구성한 내용을 나타내었다. HIMAP에서 사용되는 데이터들을 표준화된 LN들로 바꾸고 HIMAP의 연산부에서는 각 기능에 해당하는 LN들을 사용하게 된다.

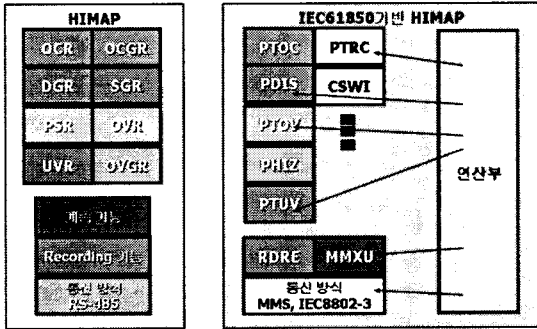


그림 2. 기존 구조와 IEC61850기반의 HIMAP 비교

충실한 IEC 61850기반의 HIMAP을 구성하기 위해서는 위에서 설명한 LN들 외에 실제 HIMAP의 물리적인 정보를 가지고 있는 LPHD, 각 LN들을 제어하는 LLNO를 가져야 한다. 그림 3은 HIMAP의 표준 인터페이스 구조를 나타낸 것이다.

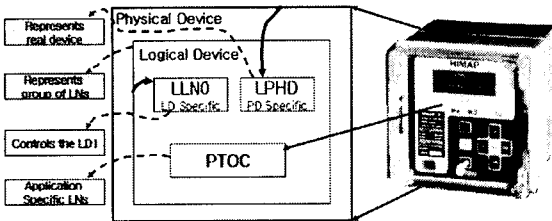


그림 3. HIMAP의 표준 인터페이스 구조

그림 4는 IEC61850 표준 하에 변경해 본 HIMAP을 이용하여 구성한 변전소 자동화 시스템이다. 기존의 당사의 변전소 자동화 시스템은 타 시스템과 통신하기 위해서는 통신제어장치인 HICM 860을 통해서 가능하며 프로세스 레벨의 기기를 제어하기 위해서 하드와이어 되어 있다. 그림4의 오른쪽은 IEC61850의 네트워크 구조와 표준 인터페이스를 가진 IED들로 구성된 변전소 자동화 시스템이다. 프로세스 레벨의 기기들을 제어하고 측정하는 것은 프로세스 버스를 사용하여 이루어지며 IED간의 공통된 인터페이스를 가지고 있기 때문에 별도의 통신제어장치를 사용하지 않아도 상호운용성에 문제점이 없다.

### 3. 통신모듈

HIMAP 통신 모듈 S/W는 그림 5와 같은 구조에서 동작하게 만들어졌다. 베이 유닛들은 머징 유닛으로부터 순서 샘플링 데이터를 전송 받아 보호 알고리즘을 수행

하고 있다가 고장이 감지되면 차단기 IED인 XCBR에게 트립신호를 전송하여 고장을 차단한다.

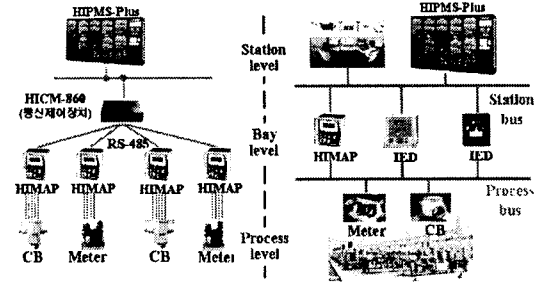


그림 4. 기존 시스템과 IEC61850기반의 시스템 구성

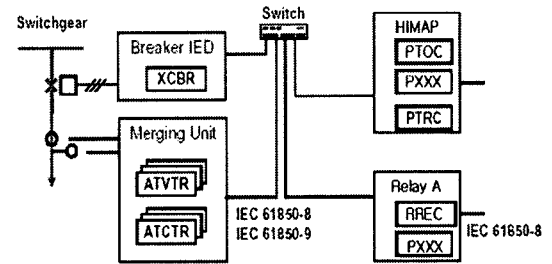


그림 5. 통신 모듈 검증 S/W의 구조

#### 3.1 통신모듈의 구성

IEC 61850 통신 모듈 프로그램은 HIMAP과 타 IED간의 상호작용이 어떻게 이루어지는지 검증하기 위해서 제작된 것이다. 베이 레벨에서 사용되는 HIMAP, 차단기 IED(Circuit breaker), 계전기 (Autoreclosing)와 프로세스 레벨에서 사용되는 머징유닛(Merging Unit)으로 총 4개의 실행 프로그램으로 구성되어 있다.

- HIMAP: PTOC, PTRC, LLNO
- Breaker IED: XCBR, LLNO
- Relay: RREC, LLNO
- Merging Unit: TCTR, LLNO

#### 3.2 통신모듈의 동작

HIMAP과 IED간의 상호작용을 보기 위한 간단한 IEC 61850기반의 HIMAP의 통신 모듈 검증 시스템은 그림 6에 나타내었다. 4개의 LD (로지컬 디바이스)로 이루어진 시스템은 그림의 각 번호 시퀀스 별로 동작하게 된다. 시스템을 동작 시키면 머징유닛(Merging Unit)에 해당하는 TCTR로부터 MSV(Multicast Sampled Value)가 보호용 IED인 HIMAP과 Relay로 전송 된다. 머징 유닛에서 고장을 발생시키면, HIMAP의 OCR S/W는 고장 전류를 감지하여 로그 창을 통해서 알리고 트립 신호를 전송하는 PTRC는 Breaker IED의 표준 인터페이스 XCBR에게 트립 신호를 전송한다. 트립 신호를 받은 Breaker IED는 CB를 차단하고 변화된 포지션 정보를 지정된 보호용 IED에게 전송한다. Relay S/W가 개방된 포지션 정보를 받게 되면 체페로 신호를 Breaker IED에게 전송하고 Breaker IED는 그 신호에 따라 CB를 제어한다.

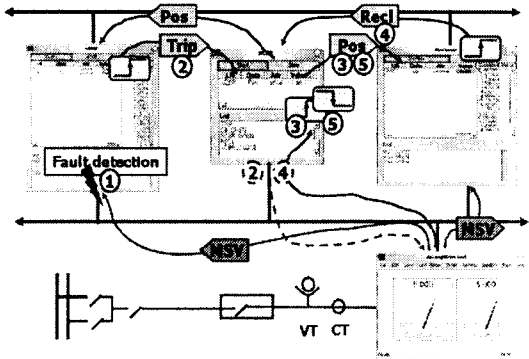


그림 6. 통신 모듈 S/W 동작 순서

#### 4. 시스템 검증

그림 7은 HIMAP 통신 모듈을 검증하기 위한 시스템 구성도이다. 먼저 IEC 61850의 통신 구조를 위하여 프로세스 레벨, 베이 레벨, 스테이션 레벨의 3 계층 구조로 나누고 각 레벨에서 사용되는 디바이스들은 PC를 사용하여 시스템을 구성하고, 각 PC안에는 IEC 61850기반의 표준 인터페이스인 LN들을 사용하여 LD를 구성하였다.

프로세스 레벨에서는 베이 레벨에서 사용되는 데이터를 제공하기 위해서 RTDS를 사용하여 계통조건을 모의하고 계측되는 아날로그 데이터를 A/D 컨버터를 이용하여 디지털 신호로 바꾼 후 머징 유닛(Merging Unit)에게 제공하였다. 제공된 데이터는 IEC 61850 기반의 표준 인터페이스 데이터 모델인 LN에서 사용된다. 프로세스 레벨에서 샘플링된 데이터는 SCSCM과정을 통해서 프로세스 버스를 통하여 베이 레벨의 IED들에게 제공된다. 베이 레벨의 IED들은 해당 IED에 맞는 동작을 한다.

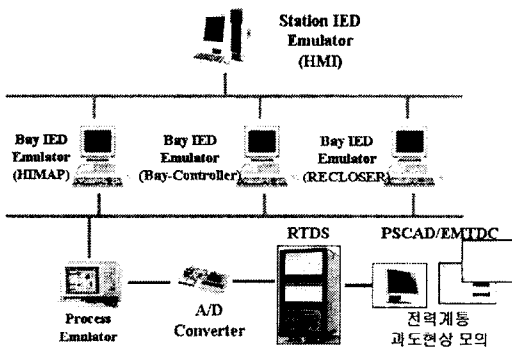


그림 7. 통신 모듈 검증 시스템

#### 5. 결 론

현재까지의 기술력과 경향 등을 근거로 전세계적으로 단일화된 변전소 자동화 규격인 IEC 61850 제정이 올해로 완료될 것으로 보인다. IEC 61850은 상이한 제조업체들의 IED들 간의 상호작용의 가능성을 확보했으며, 전세계 어디에서나 수용될 수 있는 유일한 국제 표준의 규격이다. IEC 61850의 출현으로 변전소 자동화 시스템은 엔지니어링, 유지보수 및 신뢰성 증대 등의 많은 이점을 가질 수 있을 것이다.

본 논문에서는 이러한 환경 변화에 대비해 세계 변전소 자동화 기술이 지향하는 바를 파악하고 HIMAP의 국제 표준화를 위해 IEC61850의 적용 방안을 제시하였다. IEC61850 국제 표준 규격을 분석하여 IEC61850 기반의

변전소 자동화 통신 구조, 데이터 모델링 방법, 상호 운용성 방법, 엔지니어링 방법 등을 연구하였고, 이를 바탕으로 IEC61850기반의 HIMAP의 표준 인터페이스 모델링 방법과, 새로운 환경에 맞는 HIMAP 구조의 개선방안에 대해 제안하였다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] IEC 61850-1, Communication network and systems in substation- Part1: Introduction and overview.
- [2] IEC 61850-2, Communication network and systems in substation- Part2: Glossary.
- [3] IEC 61850-3, Communication network and systems in substation- Part3: General requirements.
- [4] IEC 61850-4, Communication network and systems in substation- Part4: System and project management.
- [5] IEC 61850-5, Communication network and systems in substation- Part5: Communication requirements for functions and devices model.
- [6] IEC 61850-6, Communication network and systems in substation- Part6: Configuration description language for communication in electrical substation related to IEDs.
- [7] IEC 61850-7-1, Communication network and systems in substation- Part7-1: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Principles and models.
- [8] IEC 61850-7-2, Communication network and systems in substation- Part7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Abstract communication service interface(ACSI).
- [9] IEC 61850-7-3, Communication network and systems in substation- Part7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Common data classes.
- [10] IEC 61850-7-4, Communication network and systems in substation- Part7-4: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Compatible logical node classes and data classes.
- [11] IEC 61850-8-1, Communication network and systems in substation- Part-8-1: Specific communication service mapping (SCSM) -Mapping to MMS(ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC9506-2) and to ISO/IEC 8802-3.
- [12] IEC 61850-9-2, Communication network and systems in substation- Part9-2: Specific communication service mapping (SCSM) -Sampled values over ISO/IEC 8802-3.