

지능형 고장복구지원 시스템을 위한 HMI 개발

문성철 정용준
(주)태광이엔시

Development of HMI for Intelligent Restoration System

Songchul Moon Yongjoon Jung
Taegwang ENC

Abstract - 변전소에서 고장이 발생할 경우, 변전소 운전원은 신속하고 정확하게 고장 복구 조작을 수행해야 하나 고장 발생의 빈도가 높지 않아 실제 상황이 발생하면 경험이 부족한 운전원들은 신속하고 정확한 고장 복구를 수행하기 어려워진다. 또한 최근에는 변전소 무인화에 따른 자동 운전 시스템의 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 따라서 현재 변전소의 구성 및 운전 상황에 맞춰 적절한 고장 복구 지침을 제시해주는 고장 복구 지원 시스템을 개발하는 것을 목적으로 연구개발을 진행하고 있으며, 본 논문에서는 현재 개발 중인 고장복구지원시스템을 위한 HMI(Human Machine interface)의 구조와 설계 내용을 기술하였다.

1. 서 론

전력계통은 각종 산업발전과 함께 점차 확장되어가고 있으며 점차 설비의 구성 및 네트워크도 복잡해지고 있다. 또한 각종 보호계전기 등의 변전소 자동화 설비가 급속도로 발전하여 최근 전력계통에서는 고장의 발생빈도가 점차 감소하고 있는 추세이며 이에 따라 계통운영자가 다양한 고장을 경험할 수 있는 기회가 점차 감소하고 있으며 오랜 전문적인 경험 및 지식이 필요한 고장복구조작에 있어서 고장상황을 잘못 판단하거나 복구조작단계에서 잘못된 조작을 수행하여 전력공급에 많은 지장을 초래하는 잠재적인 오조작의 요인을 내포하고 있다.

변전소 지능형 고장복구지원 시스템은 1980년대 초반부터 활발히 연구되어 오고 있으며 일본의 관서전력시스템[1], 미국이나 유럽에서는 인더록조건을 고려한 조작순서결정[2], 방사상 계통의 변전소간 스위칭 자동화[3]등이 있다.

이러한 변전소의 고장분석 및 고장복구지원시스템은 변전소의 감시제어시스템과 연계되어 운영되며 현장의 변전설비로부터 수신된 데이터를 감시제어시스템에서 화면에 표시하며 적절한 데이터를 고장분석 및 고장복구지원시스템에 전달하여 고장분석 및 고장복구지원이 이루어지며 계통체계에 따라서 규모가 달라지는데 국내에서는 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)시스템을 근간으로 분산제어하는 구조이며 지역 급전 분소에 소규모지역을 두고 그 하위에 154kV 변전소를 관할하도록 하고 있다.

현재의 감시제어시스템은 종래의 수동적인 방법으로는 현장변전설비 관리를 효과적으로 운영 및 유지하기 어려운 한계점을 극복하기 위하여 각종 장치별 상태 감시 및 그 인지를 컴퓨터를 활용하여 처리함으로써 현장변전설비에 관한 정보의 수집, 처리, 분석 기능과 통신기능을 응용하여 보다 합리적이고 경제적으로 운영하는데 목적이 있다.

본 논문에서는 현재 연구개발중인 확장된 토폴로지를 갖는 변전소 지능형 고장복구지원시스템과 연동하여 고장 진단 및 고장복구절차를 표출하는 감시제어반 HMI(Human Machine Interface)에 대하여 기술하였다.

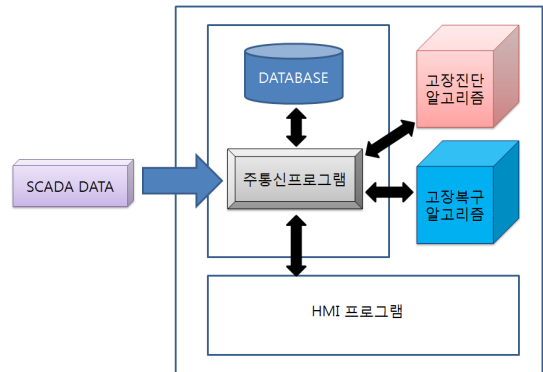
2. 본 론

2.1 지능형 고장복구지원시스템 연동 감시제어반

연구 개발 중인 변전소 지능형 고장복구 지원시스템과 연동되는 감시제어반은 변전소의 감시/제어를 위한 단선도 화면을 기본적으로 보여준다. 변전소 지능형 고장복구지원시스템과 연동되는 감시제어반 HMI의 주요내용은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ▶ 지능형 고장복구지원시스템의 DB 브릿지 기능과 변전설비들의 감시, 제어를 위한 SCADA 시스템과 연동기능
- ▶ 고장진단 알고리즘과 연동하여 고장진단 내용 화면표출기능
- ▶ 고장복구 알고리즘과 연동하여 고장복구절차 제시기능

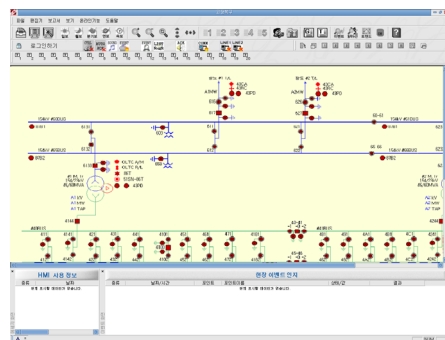
다음 그림 1은 연구개발 중인 변전소 지능형 고장복구지원시스템 연동 감시제어반 HMI의 Process 구성을 보이고 있다.



<그림 1> 변전소 지능형 고장복구 지원시스템과 연동 감시제어반 HMI의 Process 구성

감시제어반 HMI 프로그램은 기본적으로 감시/제어를 위한 단선도 화면을 보여준다. 단선도 화면을 통하여 각종 차단기, 단로기 등의 개폐기 상태를 표현하며, 모션사활기능을 통해 각 선로, 모션등의 사활상태를 한눈에 확인할 수 있도록 하였다. 단선도 화면 외에 각종 이벤트를 표시할 수 있는 화면과 함께, 일반적인 윈도우 프로그램에서 사용할 수 있는 메뉴와 툴바를 표시하여, 다양한 기능 및 프로그램을 접근, 사용할 수 있도록 하였다.

다음 그림 2는 본 연구에서 개발된 감시제어반 HMI 메인화면을 보여 주고 있다.



<그림 2> 변전소 지능형 고장복구 지원시스템과 연동 감시제어반 HMI 메인화면

특히 주로 사용될 감시제어반 HMI는 화면배치나 구성을 사용자가 동적으로 구성할 수 있게 함으로써, 실제 사용할 사람의 편의를 최대한 돕도록 구성하였다. 사용자는 자주 사용하는 메뉴를 익숙하게 사용할 수 있는 위치에 표시하고, 사용하지 않는 메뉴는 메뉴 구성상에서 제외시킴으로써 메뉴 구성을 간단히 하거나, 모든 메뉴를 표시하여 사용 가능한 모든 기능에 접근할 수 있도록 구성할 수 있다.

메인 화면은 단선도를 보이는 화면과 함께 앞서 언급한 각종 메뉴, 툴바를 포함한다. 또한 각종 기능 조작, 메뉴 동작, 로그인/아웃 등과 같은 사용 정보에 대한 이력 확인을 위해 HMI 이벤트 정보 목록을 보여주는 화면이 존재하며, 현장의 각종 H/W로부터 수신된 이벤트 정보들을 보여주기 위한 목록이 함께 위치한다. 기존의 감시제어 시스템의 이벤트 목록이 하나의 창에서 이루어졌다면, 본 연구개발에서 구현한 이벤

트 목록은 발생된 이벤트의 등급에 따라 8단계로 나누어지며, 각 등급별로 목록을 확인하거나 전체 등급을 모두 확인할 수 있도록 이벤트 등급별 목록 창이 존재한다. 이벤트는 등급별 분류를 통해 중요한 정보만 추출해서 볼 수 있으며, 또 다른 기능으로 이벤트의 특정 정보를 사용하여 관련된 정보만 추출할 수 있는 이벤트 필터링 기능을 새롭게 추가하였다. 이와 같은 각종 구성 장치는 배치만이 아니라 사용자 편의에 따라 위치를 이동, 배치할 수 있으며, 필요에 따라서는 화면에 표시되지 않도록 할 수 있다.

2.1.1 감시제어반 HMI 프로그램

감시제어반 HMI 프로그램에서 사용되는 모든 데이터는 SCADA로부터 데이터를 수신하여 사용된다. 따라서, SCADA와 감시제어반 HMI 간의 데이터를 교환할 수 있는 Interface 프로그램(주통신프로그램)이 필요하게 되며, 본 연구과제에서는 이러한 Interface 프로그램을 Linker라고 표현하였으며, SCADA에서는 감시제어반 Linker, 감시제어반에서는 SCADA Linker를 구현하였다. 이러한 Linker 프로그램은 SCADA와 감시제어반이 각각 필요한 동작을 원활하게 수행할 수 있도록 도와준다. 다음은 Linker 프로그램에 의해 전달되는 데이터 구조의 예이다.

(1) CMD_A_TO_A_ACK

```

◎ Msg Structure
typedef struct { /* 모든 명령에 대한 Ack Message */
    uchar m_what; /* indicate Command Number */
    uchar a_what; /* requested command(m_what) */
    char a_status;
} msgAcknowledge;

```

0564(2)	size(2)	header(5)	msgAcknowledge
---------	---------	-----------	----------------

◎ Msg 전달 과정

Server	--(All Response)-->	Client
	<<--(CMD_A_TO_A_ACK)--	
Server	<<--(All Request)--	Client
	--(CMD_A_TO_A_ACK)-->	

2.2 고장진단 내용 화면 표출기능

변전소의 고장상황에 따라 고장진단알고리즘을 이용하여 지능형 고장복구지원시스템에서 제공되는 적절한 고장진단내용을 감시제어반 HMI 화면에 표시한다.

고장진단내용을 살펴보면 345/154kV급 변전소나 154/23kV급의 변전소가 주요 대상이며, 고장 발생이 가능한 설비는 모선, T/L, 변압기 등이며, 또한 고장 발생 시 차단기가 오동작하여 정상적인 트립이 발생하지 않거나 차단실패가 발생한 경우를 B/F 조건으로 고장진단할 수 있다.

지능형 고장복구지원시스템 연구에서 개발한 고장진단알고리즘은 먼저 미리 입력한 변전소 계통의 초기 상태를 불러와서 변전소 내의 각 차단기, 계전기 상태 및 부하값을 확인하고, 고장에 따른 차단기의 동작 각 차단기, 단로기 등의 연결 상태에 따라 다른 형태의 고장진단내용을 진단할 수 있다.

다음 그림 3은 고장진단내용을 화면에 표출하는 윈도우를 보여준다.



<그림 3> 고장진단 윈도우 화면

2.3 고장복구절차 제시기능

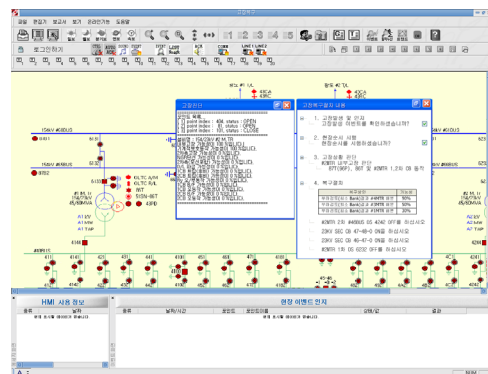
변전소의 고장상황에 따라 고장진단알고리즘에서 처리된 고장진단내용에 따라 자동으로 고장복구절차를 제시하여 고장진단내용과 함께 고장복구절차를 감시제어반 HMI화면에 표시한다.

고장복구절차내용을 살펴보면 다음 절차와 같이 요약할 수 있다.

- (1) 고장발생 및 고장인지
- (2) 현장순시시행확인
- (3) 고장상황판단(고장진단알고리즘에서 제시된 진단내용)
- (4) 고장복구절차 제시

본 연구개발에 사용되는 고장복구절차의 내용은 지능형 고장복구지원시스템 연구에서 개발한 고장복구절차알고리즘을 사용하여 감시제어반 화면에 제시하는 기능을 주목적으로 한다.

다음 그림 4은 고장복구절차안내를 감시제어반 HMI화면에 표출하는 윈도우를 보여준다.



<그림 4> 고장복구절차 윈도우 화면

3. 결 론

본 연구개발의 지능형 복구지원 시스템의 개발에 있어 실제로 사용자가 사용하게 될 각종 HMI를 개발하였다. SCADA의 주요 기능들은 각 기능의 특성 및 적용 범위 별로 모듈화하여, 필요한 모듈을 조합하여 하나의 시스템을 구성할 수 있도록 구성하였다. 그리고, 실제 운영자가 사용하게 될 HMI 프로그램은 화면 구성이나 User-Interface를 사용자가 편의에 따라 환경을 설정할 수 있도록 하여, 프로그램을 사용하는데 있어 보다 편리하였다.

[감사의 글]

본 연구는 전력기반조성사업센터의 전력산업연구개발사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다. (과제번호 : R-2004-0-190)

[참고 문헌]

[1] Shunichi Ito, Isao Hata, Taizo Hasegawa, et al., "Advanced Operation Guidance Expert System for 500kV Substation", Proc. of 3rd Symposium on ESAP, pp. 405-412, Apr. 1991.
 [2] K.P. Brand, J. Kopainsky, W. Wimmer, "Topology-based Interlocking of Electrical Substation", IEEE Trans. on PWRD, Vol. PD-1, No. 3, pp. 118-126, 1986.
 [3] Hemant Y. Marathe, Chen-Ching Liu, Ruth G. Rogers, James M. Maurer, "An On-line Operational Expert System with Data Validation Capabilities", CIGRE'89, pp. 56-63, 1989.